

APUNTES DEL PRIMER PARCIAL

Botánica Sistemática II

2016

**Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata**

Cátedra de Botánica Sistemática II

Profesor Titular:
Dra. Susana E. Freire

Jefes de Trabajos Prácticos:
Lic. Gustavo Delucchi
Lic. Laura Iharlegui

Ayudantes Diplomados:
Dra. Estrella Urtubey
Lic. Marcelo Hernández
Lic. Elena Rastelli
Lic. Carlos A. Zavaro
Lic. Jessica Viera Barreto
Lic. Damián Fernández

Ayudantes Alumnos:
Pablo Simón
Camila Abarca
Cintia San Martín

La Plata, Abril 2016

REINO PLANTAE

SUBREINO EMBRYOPHYTA = Plantas Terrestres

Primeras Plantas Terrestres

Adaptación a la vida terrestre

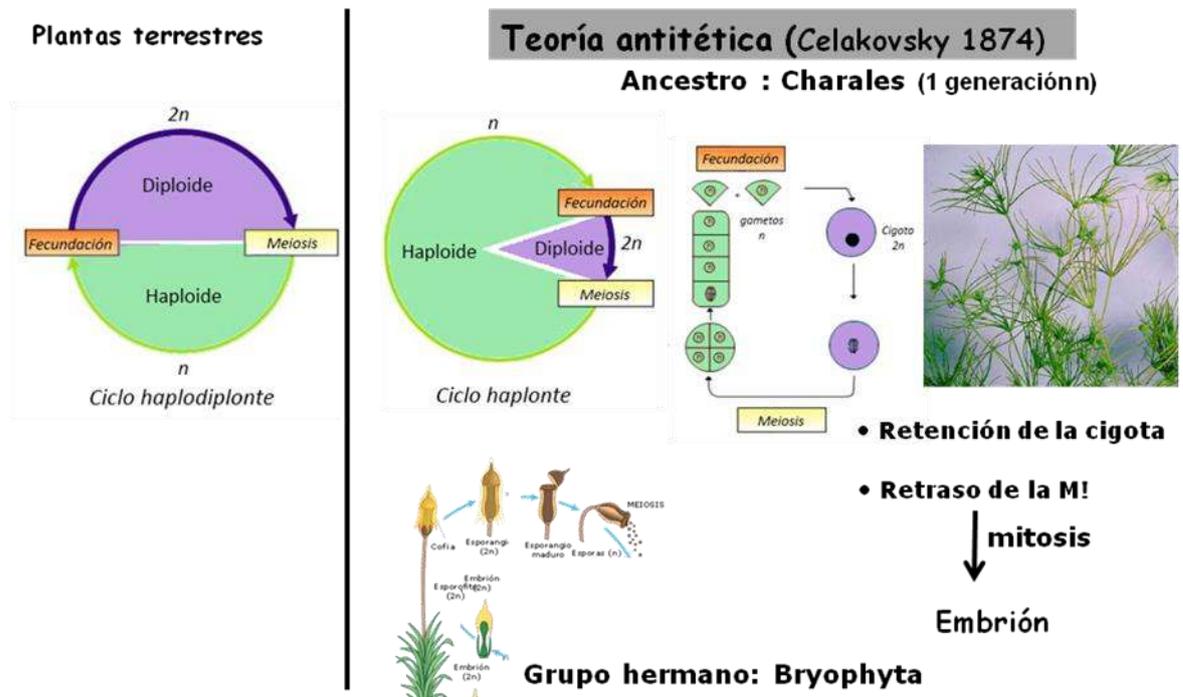
El paso de la vida acuática a la terrestre exigió profundos cambios en el cuerpo vegetal, hasta llegar al nivel actual. Este paso ha sido lento y hay numerosas transiciones entre talo y el cuerpo de las plantas superiores o cormo.

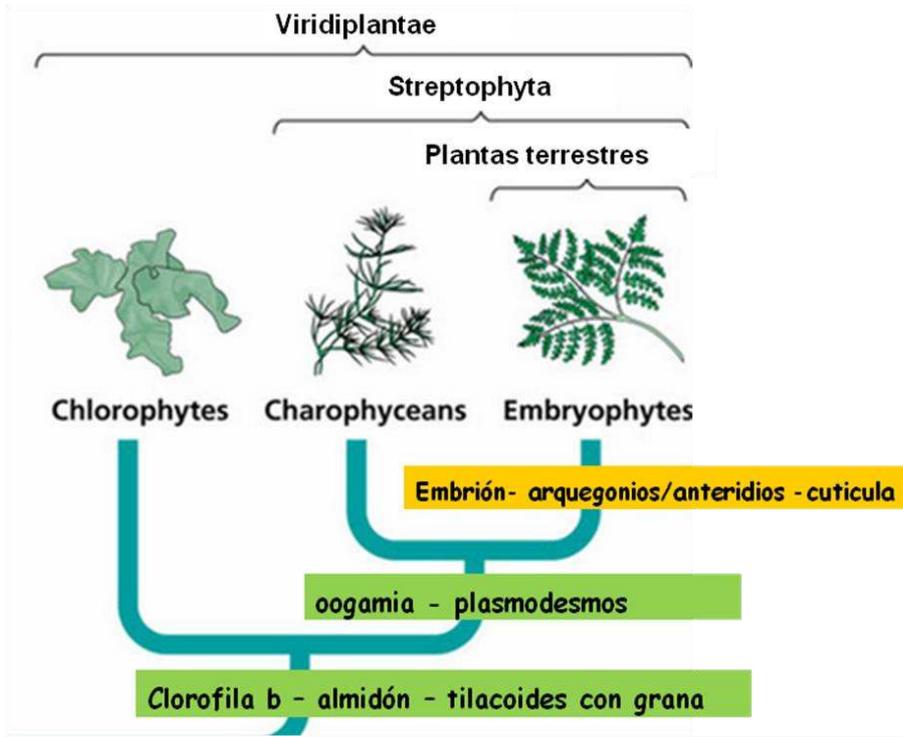
En el cormo aparecerán: 1) Tejido de absorción especializado, localizado (raíz), ya que no se puede absorber agua por toda la planta. 2) Tejido de conducción, ya que la absorción es localizada y se debe distribuir el agua y las sustancias absorbidas. 3) Tejido de sostén, para asegurar la rigidez en un medio que no ofrece "soporte" como el agua. 4) Tejido de protección, ya que en el aire el agua se pierde por transpiración. Aparición de epidermis, estomas, cutícula, suberina, etc..

La culminación del proceso sufrido en el esporofito es la aparición de la semilla como forma de resistencia de las plantas terrestres.

En el gametofito habrá cada vez más una tendencia a la inmovilidad de las gametas (independencia del agua para la fecundación) proceso que culmina con la aparición del tubo polínico. Además una reducción del gametofito que en plantas inferiores era una generación independiente, para culminar en el gametofito parásito alojado en el esporofito.

Origen de las Plantas terrestres





División **BRYOPHYTA**

Los vegetales de este grupo ocupan una posición intermedia, ya que si bien muchos de ellos tienen tallos y hojas, carecen de verdaderas raíces, incluso los tallos y hojas presentan estructura muy primitiva y no son comparables a los tallos y hojas de los Cormófitos auténticos. Constituyen el principio de adaptación a la vida terrestre. No se trata de un nivel sino de una etapa de transición, ubicándolos de acuerdo a los diferentes autores, ya sea en los talófitos o entre los Cormófitos.

Son plantas verdes de ambientes húmedos y sombríos, pero capaces de sobrevivir períodos de sequía. Absorben rápidamente el agua de lluvia, pero son incapaces de retenerla en una atmósfera que no esté saturada de vapor.

Presentan una diferenciación morfológica pero no anatómica. Tienen **rizoides** por medio de los cuales se adhieren al sustrato y absorben el agua y sales minerales del suelo. Además de diferenciarse de sus antepasados algales por sus características vegetativas, en cuanto a forma corporal se distinguen por:

1-Organos sexuales multicelulares: **anteridios** y **arquegonios**, que contienen anterozoides y óvulo respectivamente. Debido a la presencia de arquegonios se reúnen junto con las pteridofitas en las denominadas *Plantas arquegoniadas*.

2-Después de la fecundación, la cigota se convierte en un **embrión multicelular** (*Embriófitas asifonógamas* = con embrión y sin tubo polínico). El embrión queda alojado en el arquegonio y el esporofito joven se alimenta de los tejidos de la planta progenitora (gametofito).

Ciclo vital

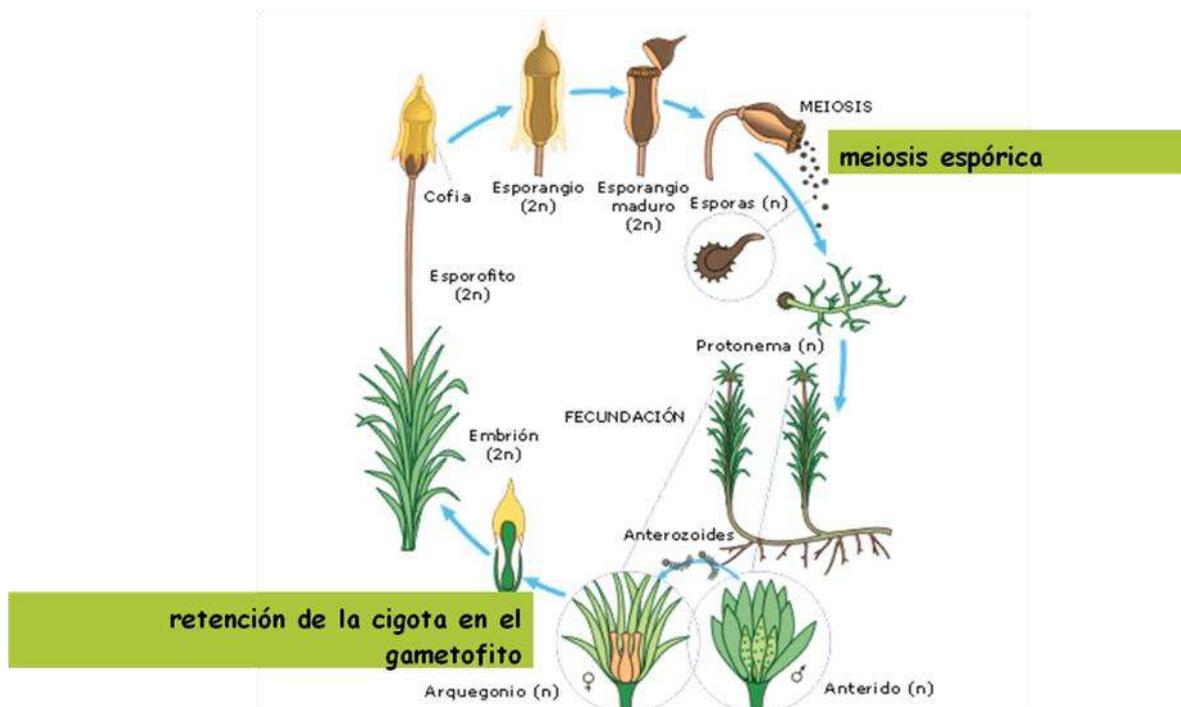
El ciclo vital de las Briófitas presenta como todas las plantas un gametofito (n) y un esporofito ($2n$). El cuerpo vegetal pertenece a la generación n , es **independiente y predominante**, mientras que el esporofito $2n$ es **parásito del gametofito** y más **breve**.

Comprende tres clases: Bryopsida, Marchantiopsida y Anthocerotopsida.

Clase BRYOPSIDA “Musgos”

Plantitas foliosas, con simetría radial, es decir que sus hojas se disponen en todos los lados de un eje central. La sección transversal de un tallito muestra una diferenciación celular: células periféricas más recias, con función mecánica y las más internas más adecuadas para el traslado de agua y savia elaborada. Sobre ellos nacen pequeñas hojitas de una célula de espesor (membranas translúcidas) de color verde claro, poseen comúnmente un nervio medial semejante al del tallito.

Los musgos varían en tamaño desde unos pocos centímetros hasta 30 cm en especies acuáticas y tropicales.



Polytrichum commune “musgo”

La plantita es haploide y consta de un pequeño eje (tallito) con hojitas verdes y rizoides que lo adhieren al sustrato. En las axilas de las hojas superiores se forman anteridios (masculinos) que darán anterozoides y arquegonios (femeninos) que darán óosferas, que nacen en plantas diferentes (dioicos). Los anterozoides son llevados hasta el arquegonio, con la fecundación de la óosfera se forma la cigota, dando comienzo a la fase esporofítica $2n$, la cigota germina dando el embrión que al desarrollarse constituye el esporangio diploide, que consta de un tallo alargado, pedicelo, en cuya extremidad se forma la cápsula (=esporangio) con estomas en su pared y cubierta a modo de capuchón por la caliptra. Dentro de la cápsula hay un tejido fértil esporífero $2n$ y una columna estéril, en el tejido fértil por meiosis se originan las esporas n . Al madurar la cápsula, se forma el opérculo, que es una especie de tapa en el ápice. Al secarse la cápsula, caen el opérculo y la caliptra y son liberadas las esporas y transportadas por el viento.

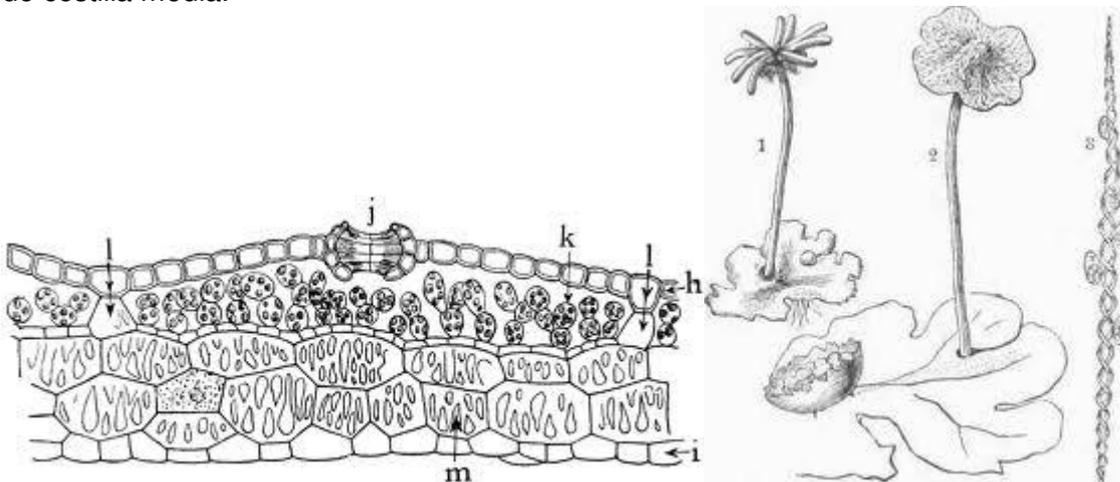
Los dientes que rodean la boca de la cápsula son higroscópicos y facilitan y regulan la liberación de las esporas. Si el aire es seco se inclinan hacia fuera con lo que las esporas salen, si el aire es húmedo, los dientes se vuelven hacia adentro impidiendo la salida. Cuando la espora germina (sufrir mitosis) origina un protonema, filiforme, con tabiques transversales, de color verde, con rizoides. Crece postrado al suelo y allí se originan los tallitos hojosos que forman la plantita visible, desarrolla rizoides y se independiza del protonema que desaparece.

Clase MARCHANTIOPSIDA “Hepáticas”

El cuerpo del vegetal presenta **simetría dorsiventral**, crece pegado al suelo o a la superficie de los árboles, a los que se adhiere por rizoides unicelulares.

Generalmente terrestres. La mayoría carece de elementos conductores diferenciados.

Se clasifican en talosas, donde el cuerpo es un talo lobado o ramificado. Ej: *Marchantia* de suelos húmedos, y en foliosas u hojosas, que son las más numerosas, donde el cuerpo de la planta es un eje con extensiones en forma de hojas, dispuestas en tres filas, dos de ellas laterales y en la superficie inferior la tercera. Ej.: *Porella*. Anatómicamente, el tallito de las formas foliosas tiene una estructura más sencilla que en los musgos. Las hojas constan de un solo estrato celular y carecen de costilla media.



Marchantia: Corte transversal del talo.

M. polymorpha: 1. Planta femenina; 2. Planta masculina con conceptoáculo; 3. Elaterio con esporas.

Marchantia: Plantita común en suelos húmedos y sombríos. El ciclo gametofítico consta de un talo haploide, acintado, carnoso, plano, dorsiventral, de unos 2 cm de ancho y fijado al suelo por rizoides. En la cara superior aparecen los conceptáculos, recipientes en cuyo interior se forman los propágulos, que son pequeñas yemas que en forma vegetativa darán un nuevo talo. Los gametangios, anteridios y arquegonios, se forman en diferentes plantas (dioicos), se encuentran en unos cuerpos especiales en forma de sombrillas que emergen del talo, los anteridióforos (masculinos), constan de un disco horizontal con nueve lóbulos que contienen a los anteridios en recipientes en forma de botellas. Los anterozoides allí formados salen afuera y quedan retenidos

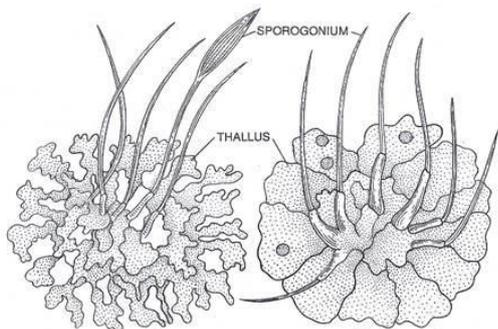
en el borde del disco por las gotas de lluvia o rocío. Los arquegonióforos tienen forma estrellada, generalmente con nueve radios curvados hacia abajo, quedando en la parte inferior los arquegonios, cada uno con una óosfera.

Los anterozoides son llevados por el agua hasta la óosfera, luego de la fecundación se forma la cigota y a partir de ella el ciclo esporofítico, dentro del arquegonio, a partir de la cigota se forma el embrión que dará el esporofito, que consta de una cápsula y un pie, en la cápsula se forman previa meiosis, las esporas haploides ($=n$) a partir de las células madres de las esporas $2n$. Dentro de la cápsula se forman unos cuerpos delgados, espiralados, llamados elaterios, higroscópicos, que se arrollan y retuercen, sacudiéndose y facilitando la salida de las esporas para su diseminación. El protonema está muy reducido y no presenta la independencia morfológica y biológica del de los musgos.

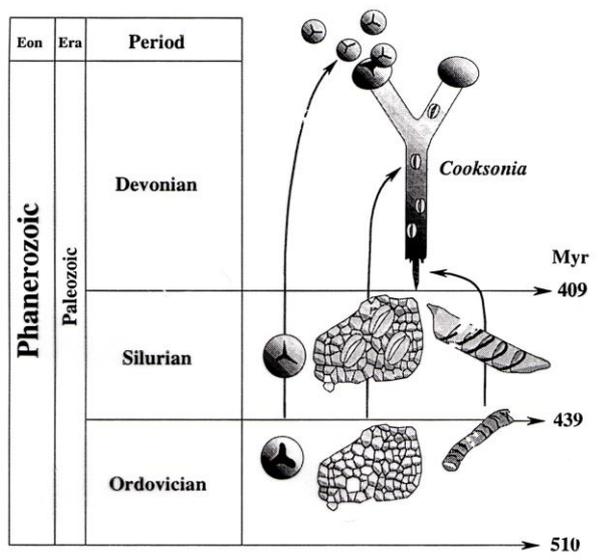
En las hepáticas talosas, la epidermis superior presenta poros aeríferos que realizarían el intercambio gaseoso.

Clase ANTHOCEROTOPSIDA

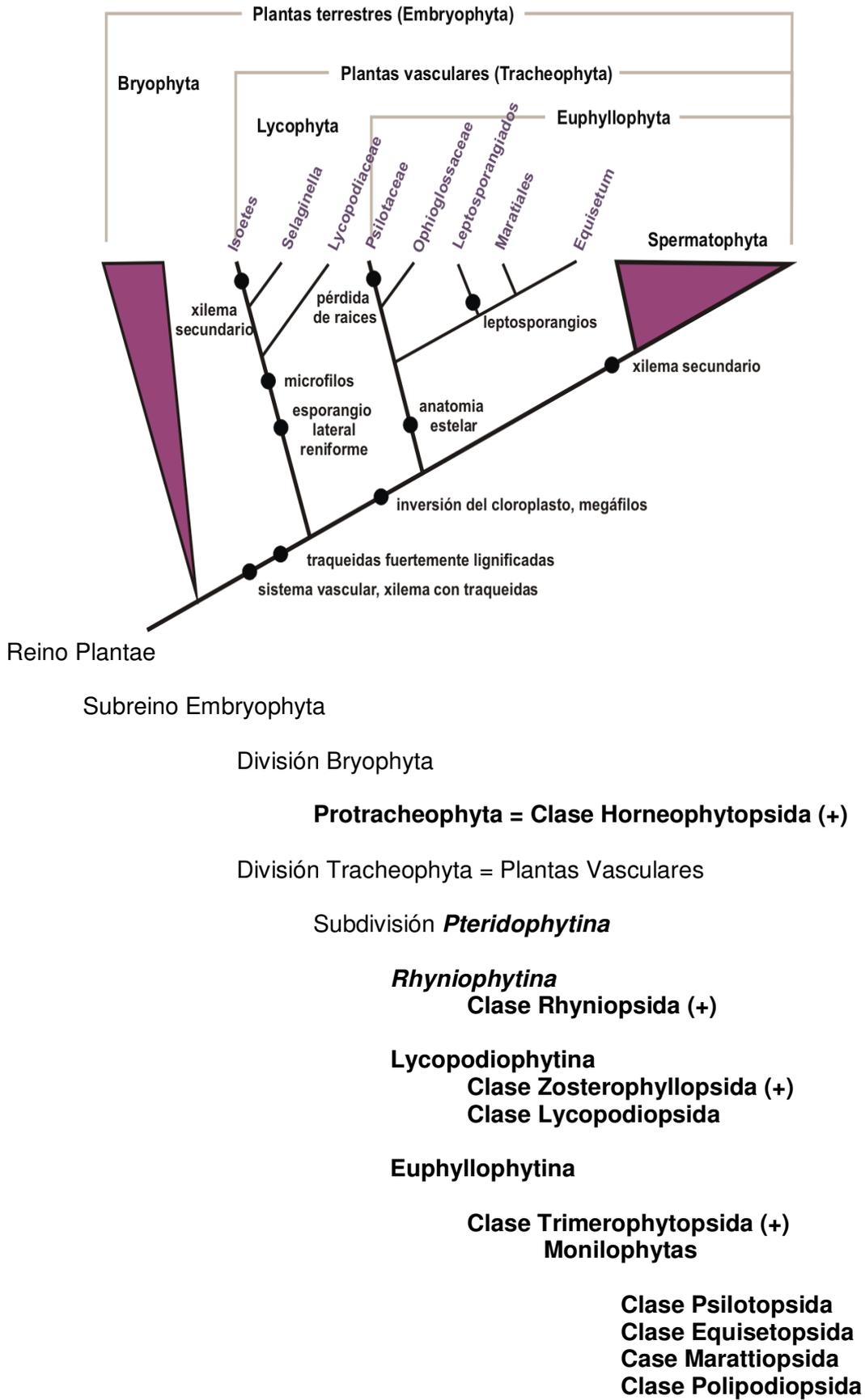
Este grupo, antes incluido en las Marchantiopsidas, se caracteriza por tener un gametofito taloso muy reducido, ramificado dicotómicamente y un esporofito de crecimiento ilimitado. El talo carece de diferenciación con cavidades mucilaginosas donde ocasionalmente se encuentran algas del género *Nostoc*. En la cara inferior del talo se encuentran poros, limitados por dos células, semejanado estomas simples o pseudoestomas.



Primeros registros de las plantas terrestres: Micro y Megafósiles



Filogenia de las Embryophyta



“PTERIDOFITAS”

Clave para diferenciar los grupos de “Pteridofitas” (= Plantas con producción libre de esporas)

1. Plantas sin traqueidas (= **Prototraqueófitas**)

Horneophytopsida (†)

1'. Plantas con traqueidas (= **Traqueófitas**)

2. Plantas áfilas o con enaciones

3. Tallos ramificados dicotómicamente

4. Tallos ramificados a 60°. Esporangios terminales

Rhyniopsida (†)

4'. Tallos en H, ramificado a 90°. Esporangios laterales, agrupados en espigas

Zosterophyllopsida (†)

3'. Tallos monopodiales. Esporangios en el ápice de ramas laterales divididas dicotómicamente

Trimerophytopsida (†)

2'. Plantas con hojas

5. Plantas con sistema radicular reducido (raíces simples) o ausente.

Psilotopsida

5'. Plantas con sistema radicular normal.

6. Plantas con micrófilos de disposición espiralada o decusada. Esporangios en la axila del esporofilo

Lycopodiopsida

6'. Plantas con megáfilos

7. Ramas y hojas en verticilos. Esporangios sobre esporangióforos

Equisetopsida

7'. Ramas y hojas no dispuestas en verticilos.

8. Plantas con eusporangios

Maratiopsida

8'. Plantas con leptosporangios

Polipodiopsida

PROTRACHEOPHYTA

= **CLASE HORNEOPHYTOPSIDA** (†) (Silúrico-Devónico)

Plantas con tallos áfilos y dicótomos, desprovistos de tejido vascular. Esporangios terminales.

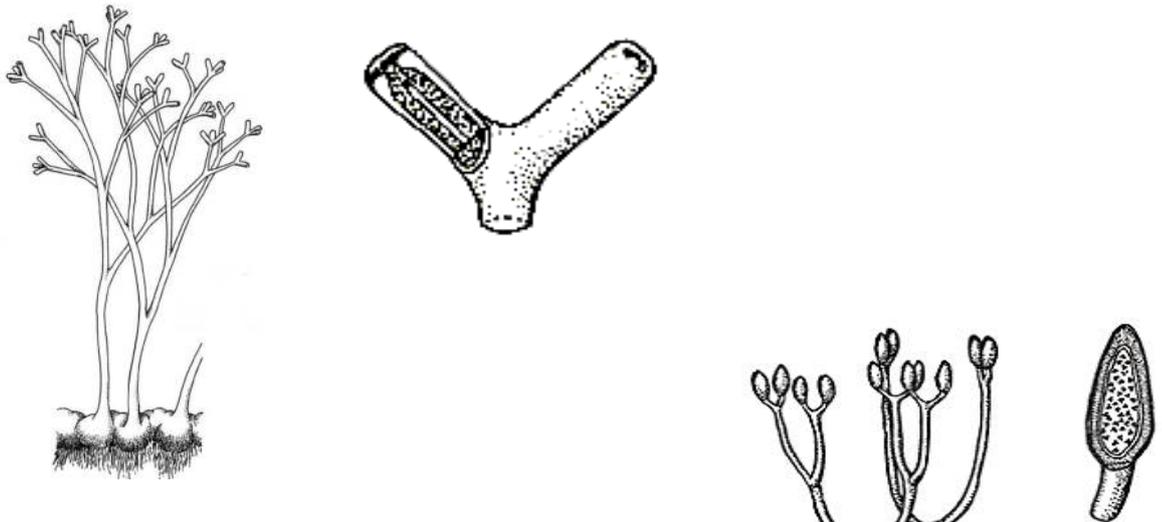
Horneophyton sp

Plantas de aproximadamente 13 cm de alto. Los tallos nacen de gruesos segmentos tuberosos del rizoma. Los esporangios presentan una columela central de tejido estéril alrededor de la cual se desarrollan las esporas. Esta condición del esporangio ha sido vista como intermedia entre el típico esporangio con una sola cavidad y los sinangios formados por varias cavidades esporógenas donde cada una sería la proveniente de un esporangio.

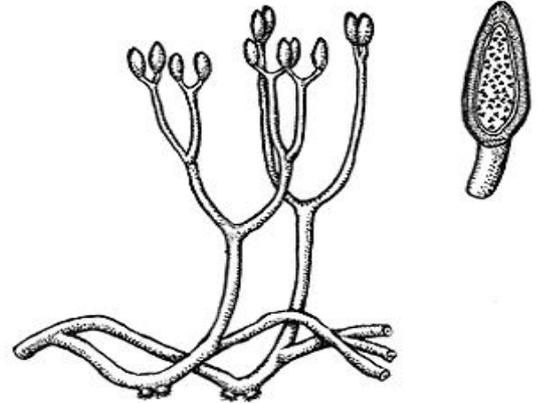
Aglaophyton major

Planta de aproximadamente 50 cm de alto. Antes conocida como ***Rhynia major*** fue excluida del grupo de las traqueófitas por carecer de traqueidas. Los tallos se originan de ejes arqueados que llevan rizoides. Esporangios fusiformes. Cilindro central formado por tres zonas: una externa de paredes delgadas y 2 zonas con células alargadas con paredes reticuladas.

Horneophyton sp: Aspecto general y detalle del esporangio (columnela)



Aglaophyton major: Aspecto general y detalle esporangio



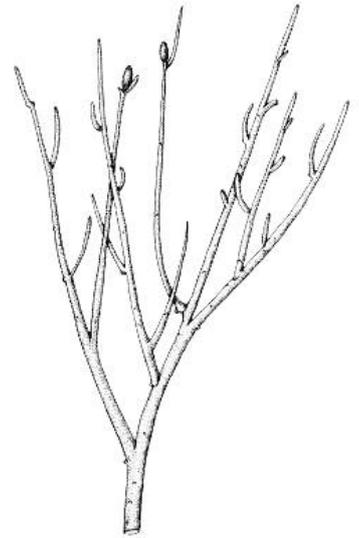
DIVISIÓN TRACHEOPHYTA (= Plantas Vasculares)

CLASE RHYNIOPSISIDA (†) (Silúrico-Devónico)

Plantas con tallos aéreos áfilos, con ramificación dicótoma, originándose de los ejes postrados que se adhieren al sustrato por medio de delicados rizoides. La planta entera estaba cubierta por una gruesa cutícula, sólo las partes aéreas tenían estomas, indicando que sólo estas regiones poseían actividad fotosintética. Esporangios terminales, isosporados y con esporas triletes.

Rhynia gwynne-vaughanii

Plantas de aproximadamente 20 cm de altura. Los ejes verticales presentan ramas adventicias, las cuales les dan un aspecto monopodial. Cilindro vascular: tanto el rizoma como los tallos aéreos tenían un xilema central formado por traqueadas con engrosamientos anulares (raramente en espiral) estos elementos estaban rodeados por una zona que fue comparada a simple floema. El tejido cortical tenía dos zonas, una interna fotosintética y la externa más sólida. Esporangios fusiformes, de dehiscencia longitudinal.



Rhynia gwynne-vaughanii Aspecto general

***Cooksonia* sp.**

Plantas de unos pocos cm hasta 33 cm de altura (*C. paranensis*). Los esporangios pueden ser hemisféricos (*C. hemisphaerica*), circulares (*C. cambrensis*), elípticos (*C. pertonii*) o reniformes (*C. caledonica*).

CLASE ZOSTEROPYLLOPSIDA (†) (Devónico inferior)

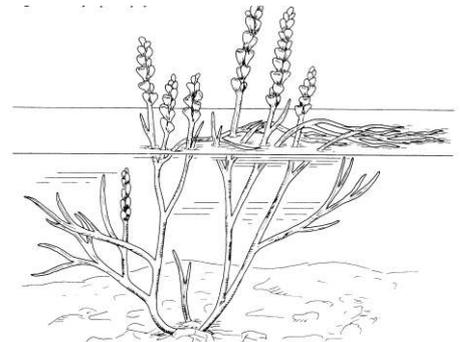
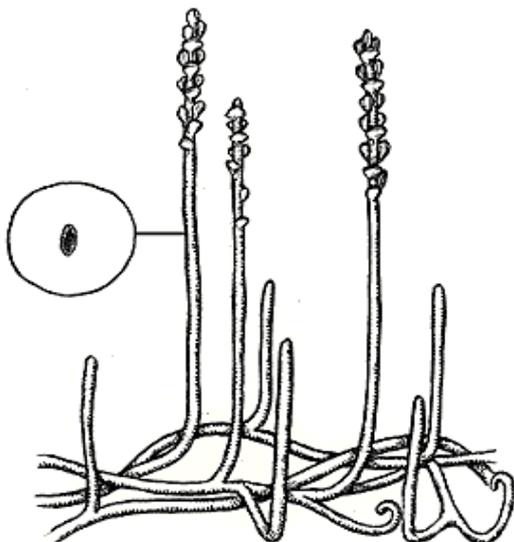
Los miembros de las Zosterophyllopsidas son plantas relativamente pequeñas. Si bien están ramificadas dicotómicamente, exhiben un sistema pseudomonopodial. El sistema de ramificación es en forma de “H”, donde los ejes horizontales presentan dicotomías a 90°. Este tipo de crecimiento, sumado a la ausencia de cutícula y estomas, hizo pensar que se trataba de una planta semiacuática, que crecía en costas o estuarios.

Los tallos presentan emergencias (enaciones) que han sido descritas como “espinas o dientes”. Internamente presentan un xilema conformado por traqueidas con engrosamientos escalariformes. El cilindro vascular estaba más desarrollado que en las Rhyniopsidas y presenta una forma elíptica.

El carácter principal de estas plantas es la disposición de los esporangios en espigas terminales. Los esporangios son de forma globosa a reniforme, isosporados. La dehiscencia es transversal.

Los representantes de esta clase habrían originado a las Lycophytas.

***Zosterophyllum* sp:** Aspecto general, detalle del cilindro vascular.



CLASE TRIMEROPHYTOPSIDA (†) (Devónico)

Las Trimerophytopsidas se consideran un grupo clave en la evolución de todos los grupos de plantas vasculares, excepto las Lycopsidas. A partir de ellas se originaron los helechos, Cycadales, Coníferas y por último las Angiospermas.

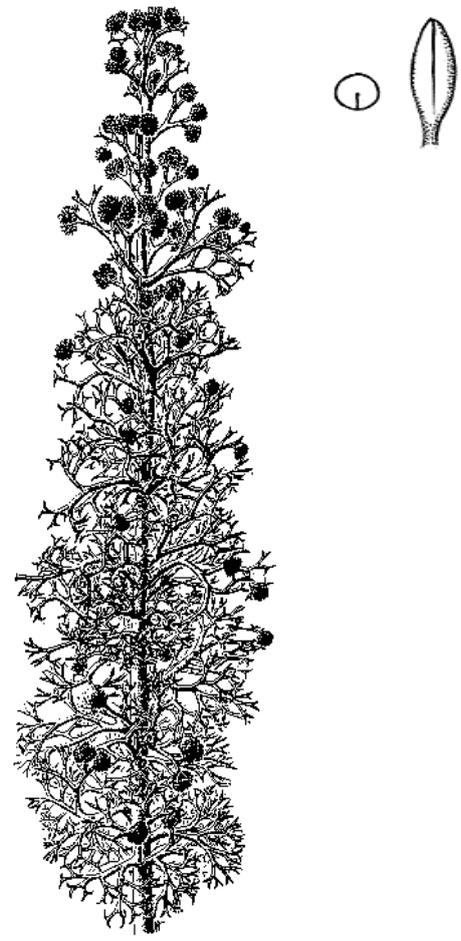
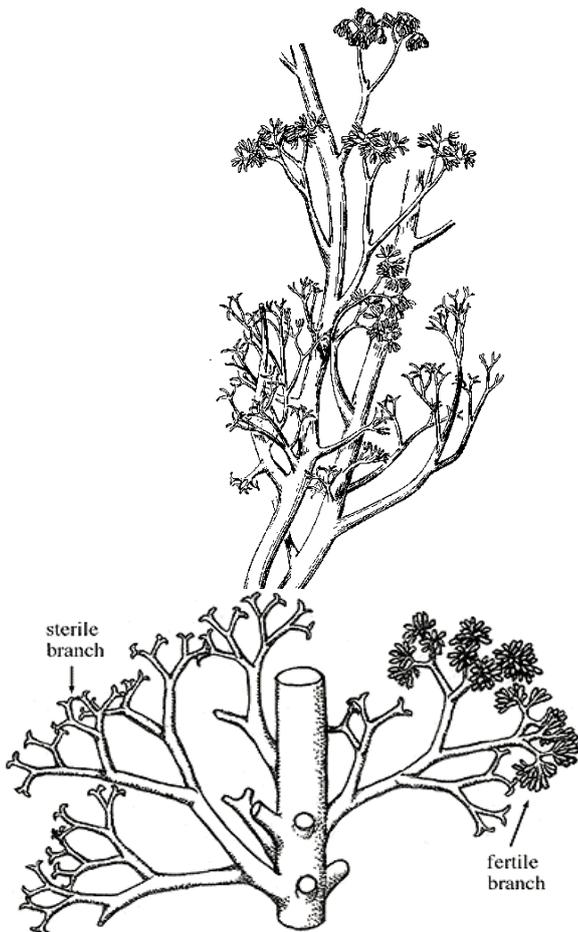
Estas plantas poseían ejes principales ramificados monopodialmente de crecimiento continuo que daban ejes laterales de crecimiento limitado que se dividían muchas veces con dicotomías o tricotomías. Estos patrones de ramificación dieron a este grupo capacidad de cambio y diversificación puesto que les permitió alcanzar hasta 3 metros de altura, adoptando formas arbustivas.

Los tallos poseen al igual que la clase anterior una protostela con engrosamientos escalariformes. Los ejes podían ser lisos o estar cubiertos de “espinas”.

Los esporangios, si bien terminales, se sitúan en las ramas laterales fértiles.

Psilophyton sp. Aspecto y detalle de las ramificaciones

Pertica sp. Aspecto y detalle de esporangios



Línea LYCOPODIOPHYTINA

CLASE LYCOPODIOPSIDA (Devónico – Actualidad)

Plantas herbáceas con crecimiento secundario. El tallo presenta ramificaciones dicotómicas (isótomas o anisótomas); protostélicos o sifonostélicos. Las hojas (micrófilos), están dispuestas en espiral y son muy pequeñas en los géneros vivos, mientras que en los fósiles son grandes, cada una posee un solo nervio, que en el punto de emergencia a partir de la estela no presenta intersticio foliar.

Los esporangios se disponen en la cara adaxial de hojas especializadas o esporofilos, comúnmente agrupadas en estróbilos terminales. Las esporas generalmente son triletes. Pueden ser isosporados o heterosporados, en este caso ambos protalos (macroprotalos y microprotalos) son endospóricos, ayudando a la protección contra la desecación.

CLAVE DE LOS ORDENES DE LA CLASE LYCOPODIOPSIDA

- 1 . Hojas sin lígula, un solo tipo de esporas, protalos bien desarrollados, subterráneos, saprofitos. **LYCOPODIALES**

- 1'. Hojas con lígula; dos tipos de esporas; protalos reducidos endospóricos.
 - 2 . Árboles fósiles.
 - 3 . Tallos divididos dicotómicamente en la parte superior. **LEPIDODENDRALES (†)**
 - 3'. Tallos no ramificados. **PLEUROMEIALES (†)**

- 2'. Plantas herbáceas, vivientes.
 - 4. Plantas terrestres con hojas pequeñas, escumiformes, espiraladas o en 4 hileras, esporofilos reunidos en estróbilos; esporangios uniloculares. **SELAGINELLALES**
 - 4'. Plantas acuáticas o palustres, con hojas mayores en roseta; esporofilos no reunidos en estróbilos, esporangios pluriloculares. **ISOETALES**

Orden Lycopodiales (Carbonífero-actualidad) (2 familias).

Plantas herbáceas, sólo con crecimiento primario, pequeñas, erectas o prostradas, epífitas o terrestres. Micrófilos sin lígula.

Plantas isosporadas, los esporangios se ubican sobre la superficie adaxial de los esporofilos, estos son verdes e idénticos a las hojas vegetativas; en otras especies son pálidos, reducidos a pequeñas escamas y forman estróbilos. Las esporas son triletes, el protalo es exospórico.

CLAVE PARA DIFERENCIAR LAS FAMILIAS DEL ORDEN LYCOPODIALES

1 . Esporangios agrupados en estróbilos terminales.

LYCOPODIACEAE

1'. Esporangios no agrupados en estróbilos terminales

HUPERZIACEAE

Familia Lycopodiaceae (4/380); [1/17] (incluidas las Huperziaceae)

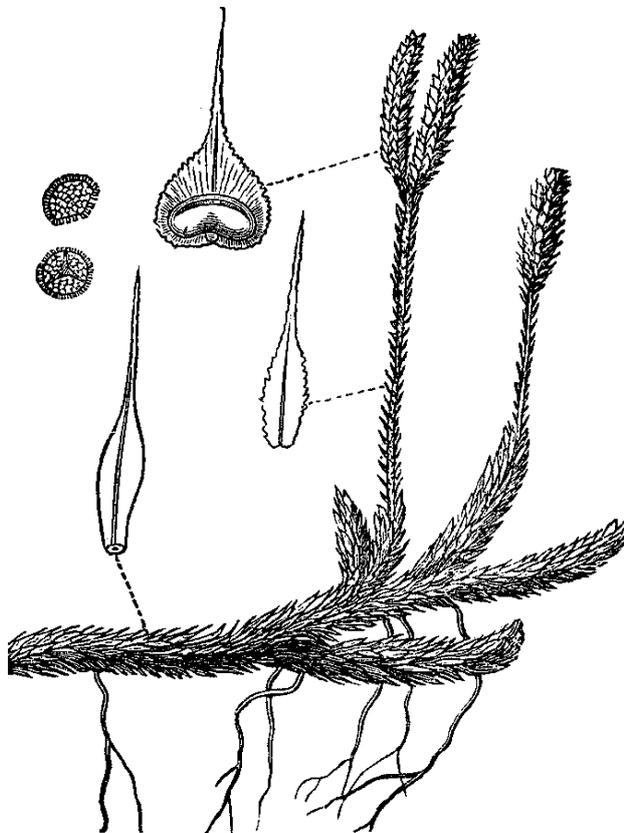
Esta familia se caracteriza por la presencia de tallos rastreros, a veces subterráneos, ramificados lateralmente originando ramas en toda su longitud; los esporangios se disponen en las axilas de los esporofilos, que son más o menos distintos de los trofofilos, formando un estróbilo terminal diferenciado.

La distribución es subcosmopolita, su representante más conocido es *Lycopodium clavatum*, especie propia de zonas húmedas y templadas de todo el mundo, tiene usos medicinales (polvo de licopodio o azufre vegetal). Existen varias especies en los bosques andino-patagónicos y en zonas serranas.

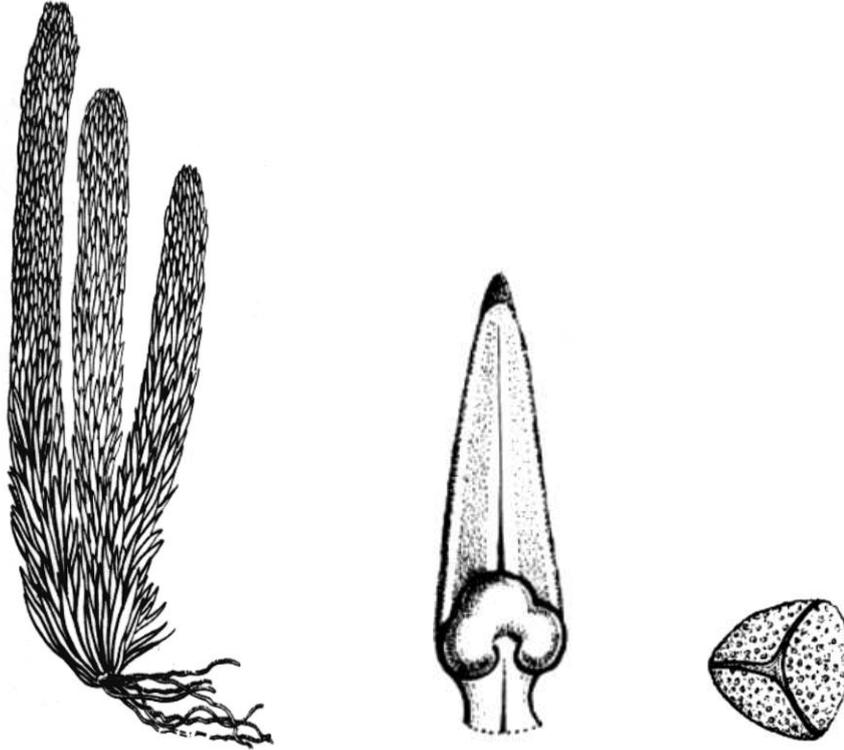
Familia Huperziaceae

Esta familia se caracteriza por presentar tallos ascendentes y los esporangios dispuestos en las axilas de hojas no diferenciadas, sin formar estróbilos definidos. Existen muchas especies de hábito serrano como la "cola de quirquincho" (*Huperzia saururus*), empleada en medicina popular.

Lycopodium sp: Aspecto general. Esporofilos, trofofilos, estróbilos y esporas.



Huperzia saururus “cola de quirquincho”: Aspecto general. Esporofilos y esporas



Orden Lepidodendrales (†) (Devónico - Pérmico inferior)

Durante el Carbonífero alcanzaron un porte arbóreo, siendo elementos dominantes de los bosques que formaron la vegetación pantanosa de esa era.

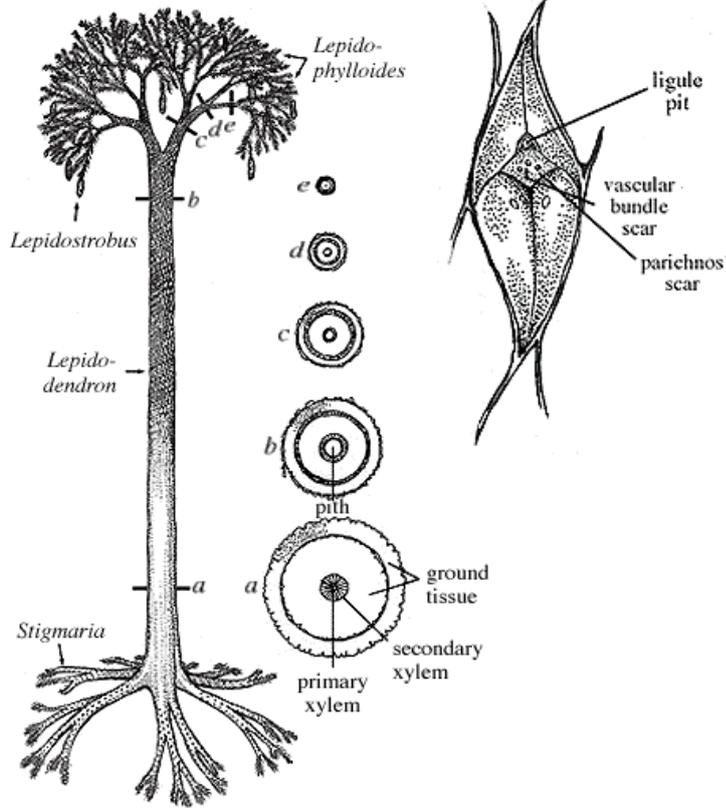
Eran árboles con crecimiento secundario, de tronco columbiforme (*Lepidodendron*) de hasta 35 m de altura y 1 m de diámetro. La parte basal subterránea (*Stigmaria*) estaba ramificada dicotómicamente para dar anclaje y permitir la absorción de agua por medio de rizóforos dispuestos espiraladamente sobre estas raíces.

Las ramas de la copa portaban microfílos (*Lepidophyllites*), con disposición espiralada, largos, limitados a las regiones terminales de las últimas ramificaciones. Las hojas poseen un tejido de transfusión alrededor del floema, formado por células traqueidiformes que, probablemente transportaban agua y nutrientes desde el nervio central hasta los tejidos periféricos. Al caer las hojas dejaban cicatrices romboidales sobre la superficie del tronco y de las ramas.

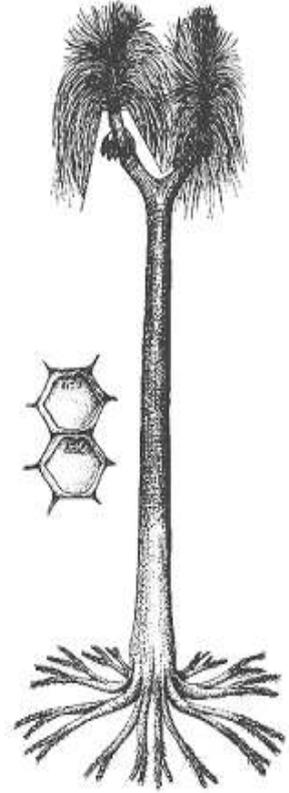
Una sección transversal de tallo muestra una médula parenquimática central rodeada de un cilindro vascular de xilema y floema, no mayor de 10 cm diámetro. Por fuera hay una corteza rodeada de epidermis de más de 40 cm de grosor que, seguramente, daba una mayor resistencia al tallo.

Los esporangios y esporofilos estaban dispuestos en forma espiralada con respecto al eje central y se agrupaban en estróbilos terminales (*Lepidostrobus*). Cada esporangio estaba unido a la cara adaxial del esporofilo con una pequeña expansión denominada lígula no unida al esporofilo y a corta distancia del esporangio. Las plantas son heterosporadas, con microsporangios concentrados sobre esporofilos próximos al ápice del cono y los macrosporangios sobre los basales. Las macrosporas son mucho más grandes que las microsporas, llegando hasta 2 mm diámetro, formando estructuras semejantes a “semillas” (*Lepidocarpon*).

Lepidodendron sp



Sigillaria sp

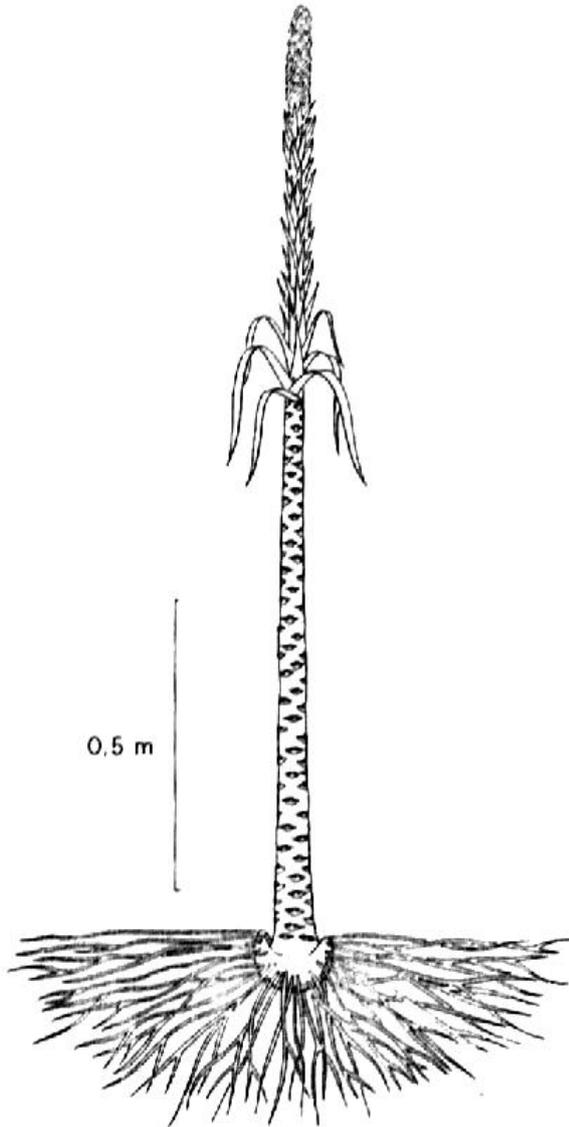


Orden Pleuromeiales (†) (Triásico-Cretácico inferior)

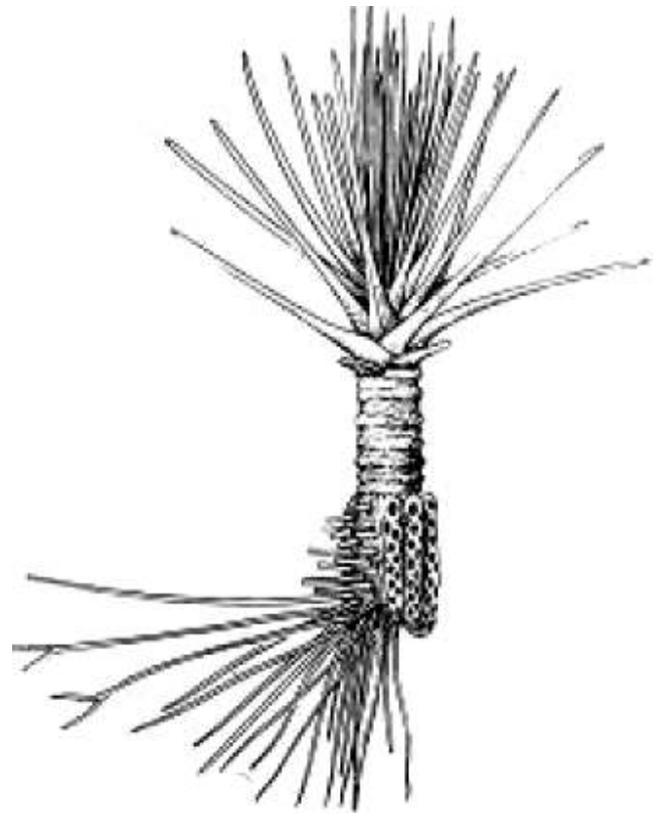
Eran plantas con tallo columnar y no ramificado de hasta 2 metros de altura, la base se extendió formando 4 o más lóbulos sobre los que se implantan numerosas raicillas. Cada hoja posee una lígula y 2 nervios que la recorren.

Tienen un cono en el ápice del tallo. Son heterosporadas.

Pleuromeia sp (Triásico)



Nathorstiana sp (Cretácico)



Orden Selaginellales (Carbonífero - Actualidad)

Familia Selaginellaceae (1/700); (1/8).

Plantas pequeñas y delicadas, los tallos son rastreros y de ramificación dicotómica o pseudomonopodial.

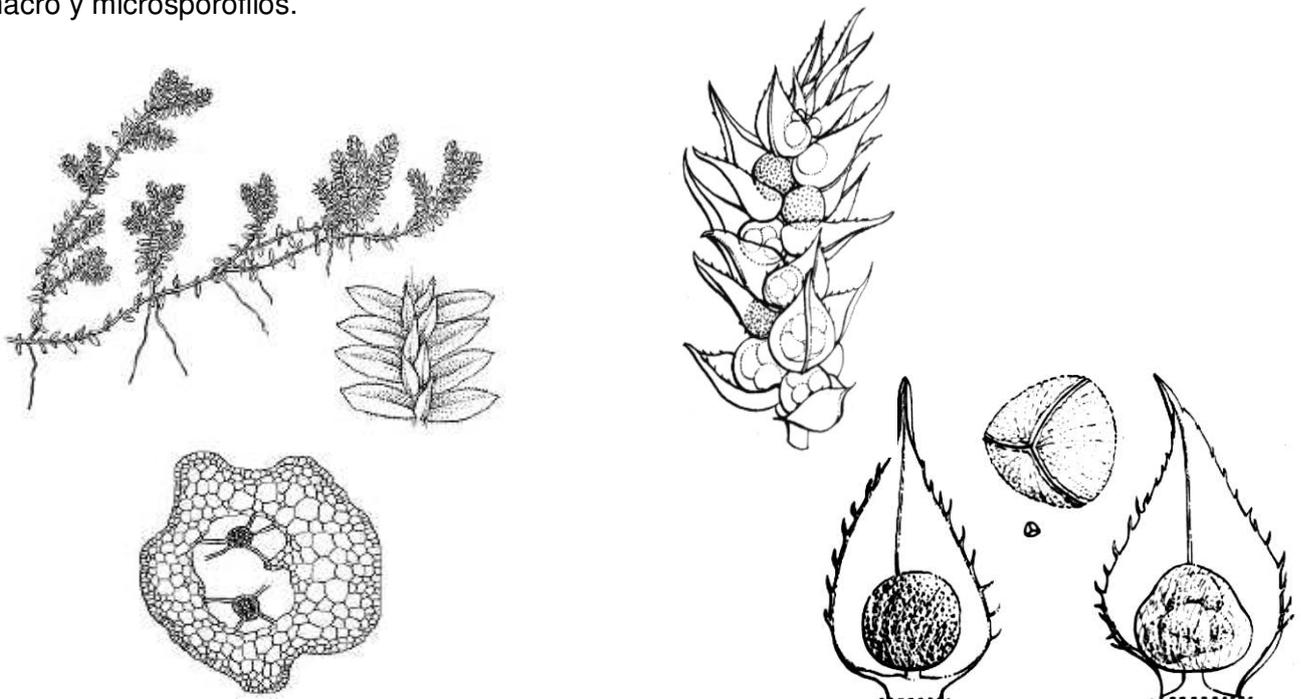
La estela es básicamente una protostela; en algunas especies y especialmente en los ejes aéreos hay más de una estela (polistela). Se diferencian de las restantes plantas vasculares por poseer un sistema de espacios aéreos atravesados por células endodérmicas alargadas o trabéculas con bandas de Caspary, que unen la corteza con el tejido vascular.

Las hojas están dispuestas espiraladamente, en pares decusados, o en 4 filas longitudinales y poseen una lígula en la epidermis adaxial cerca de la base de la hoja. La raíz primaria se marchita pronto, siendo las raíces funcionales adventicias; estas salen de la parte inferior del tallo, o de los apéndices que crecen hacia abajo a partir de las axilas de ramificaciones de tallos ascendentes llamados rizóforos.

Son heterosporadas y los esporofilos portadores de macro y microsporangios están reunidos en estróbilos. En algunos de ellos los esporofilos están muy próximos entre sí, en otros son muy laxos y pueden ser idénticos a las hojas estériles. Cada esporofilo posee una lígula igual a la hoja. Las macro y microsporas son triletes.

Esta familia se distribuye por todo el mundo fundamentalmente en los bosques lluviosos tropicales, pero también en ecosistemas más extremos (plantas reviviscentes). En la Argentina viven en las selvas del NO, selva misionera, sierras pampeanas, litoral platense, etc. Muchas especies son cultivadas por su valor ornamental bajo el nombre de "licopodio".

***Selaginella* sp:** Aspecto general. Observación de la anisofilia. Estela. Detalles del estróbilo con macro y microsporofilos.



Orden Isoetales (Cretácico inferior - Actualidad)

Familia Isoetaceae (1-2/150); [1/7].

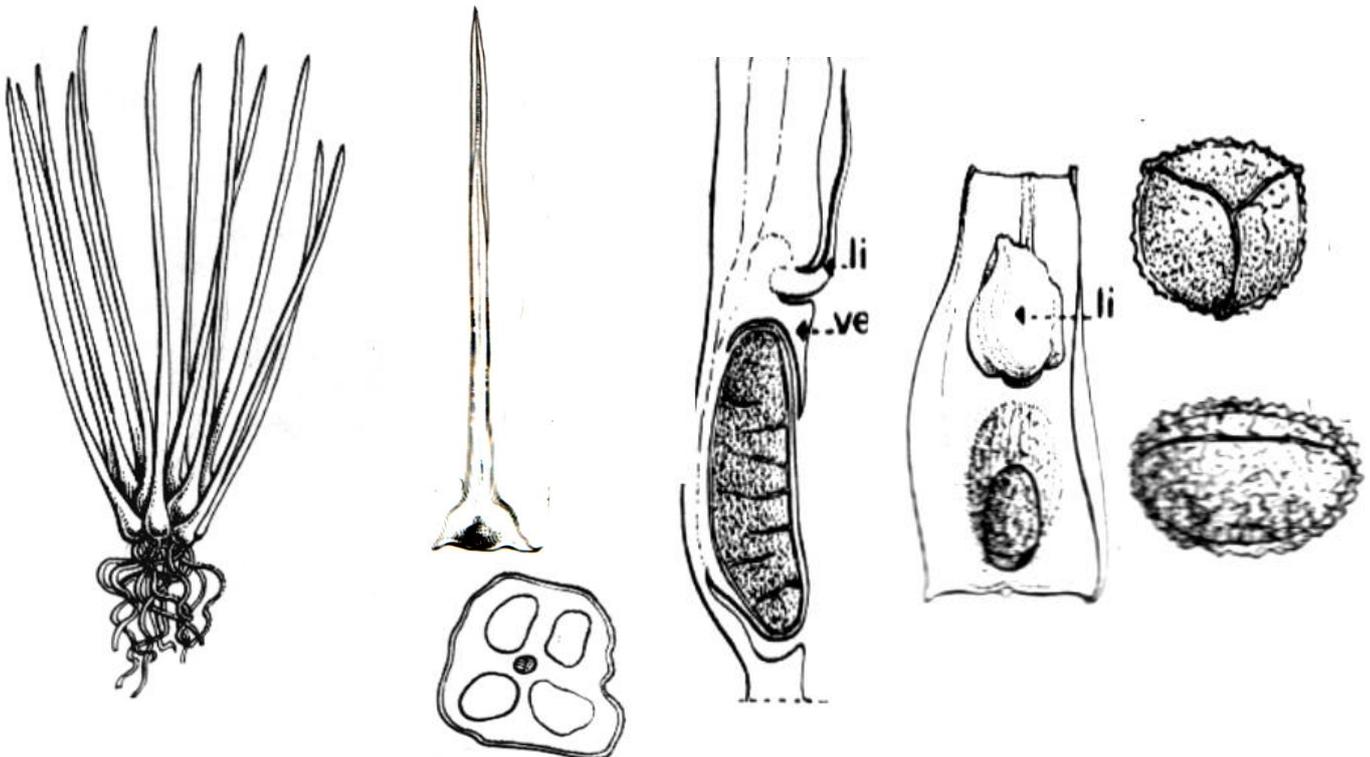
En esta familia el tallo es muy corto y crece gracias a la actividad de un meristema apical y de un cambium ubicado por fuera del floema, el cual produce parénquima, células cribosas y traqueidas hacia adentro y células parenquimáticas hacia fuera (que actúan como tejido de reserva.) Este tipo de cambium no se encuentra en ninguna otra planta vascular.

Las hojas se disponen espiraladamente en el ápice del tallo; sobre la superficie adaxial se encuentra una lígula. En el mesófilo se hallan 4 cámaras de aire, característico de las plantas de hábito acuático o palustre.

Los esporangios son grandes (hasta 10 mm de longitud), se encuentran en la base del esporofilo, debajo de la lígula, cubiertos por un repliegue, el velo o indusio. Las microsporas son monoletes, mientras que las macrosporas son triletes. Generalmente hay tres conjuntos de hojas alrededor del ápice del tallo, las más externas llevan macrosporangios y se denominan macrosporofilos, estos rodean verticilos de microsporofilos que portan microsporangios, las centrales son hojas inmaduras con esporangios abortados.

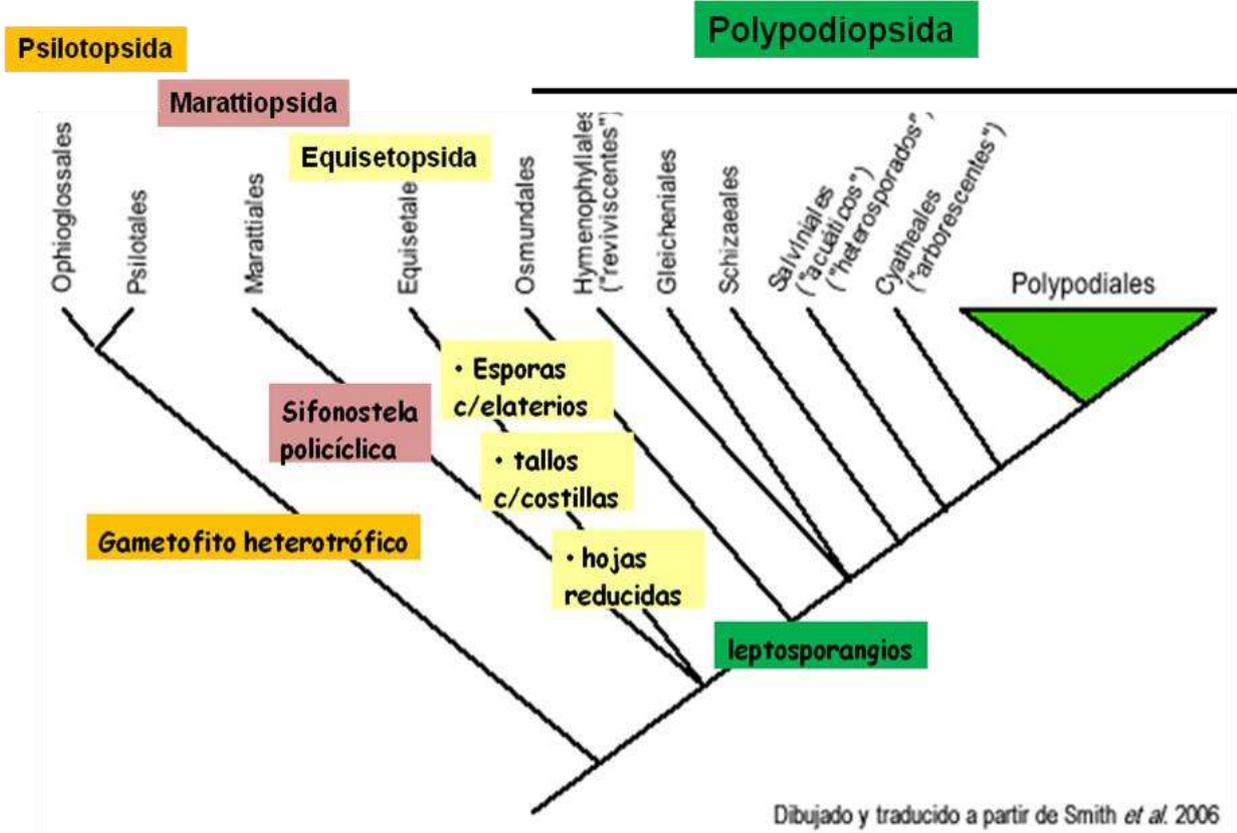
Es una familia de amplia distribución mundial y que coloniza habitualmente ecosistemas acuáticos. Muchas especies son endémicas como varias de las altas cumbres andinas, en la Argentina *Isoetes savatieri* de los lagos del sur e *I. ekmanii* del Delta del Paraná.

***Isoetes* sp:** Aspecto general, detalle de esporofilos, esporangios y esporas.



LINEA EUPHYLLOPHYTINA

I. MONILOPHYTAS



CLASE PSILOTOPSIDA

Grupo monofilético definido recientemente por el análisis de datos moleculares de ADN que reúne a los órdenes monotípicos Psilotales y Ophioglossales, al contrario de los caracteres morfológicos que tradicionalmente los ubicaban en distintas clases. Comparten características como los esporangios del tipo eusporangiado, gametofito parásito y una reducción en el sistema radicular.

Clave para diferenciar los órdenes de la clase Psilotopsida

1. Esporangios fusionados entre sí (sinangios) en los extremos superiores de tallos dicótomos, con enaciones. Sin raíces.

PSILOTALES

1'. Esporangios dispuestos en espigas, separados del extremo estéril del megáfilo. Raíces simples.

OPHIOGLOSSALES

Orden Psilotales (? – Actual)

Grupo pequeño que posee un estado de organización semejante a los grupos primitivos (Rhyniopsidas, Zosterophyllopsidas y Trimerophytopsidas). Su gran simplicidad ha sido objeto de controversias. Algunos lo interpretan como resultado de una reducción de ancestros más complejos. Otros en cambio, lo consideran primitivo.

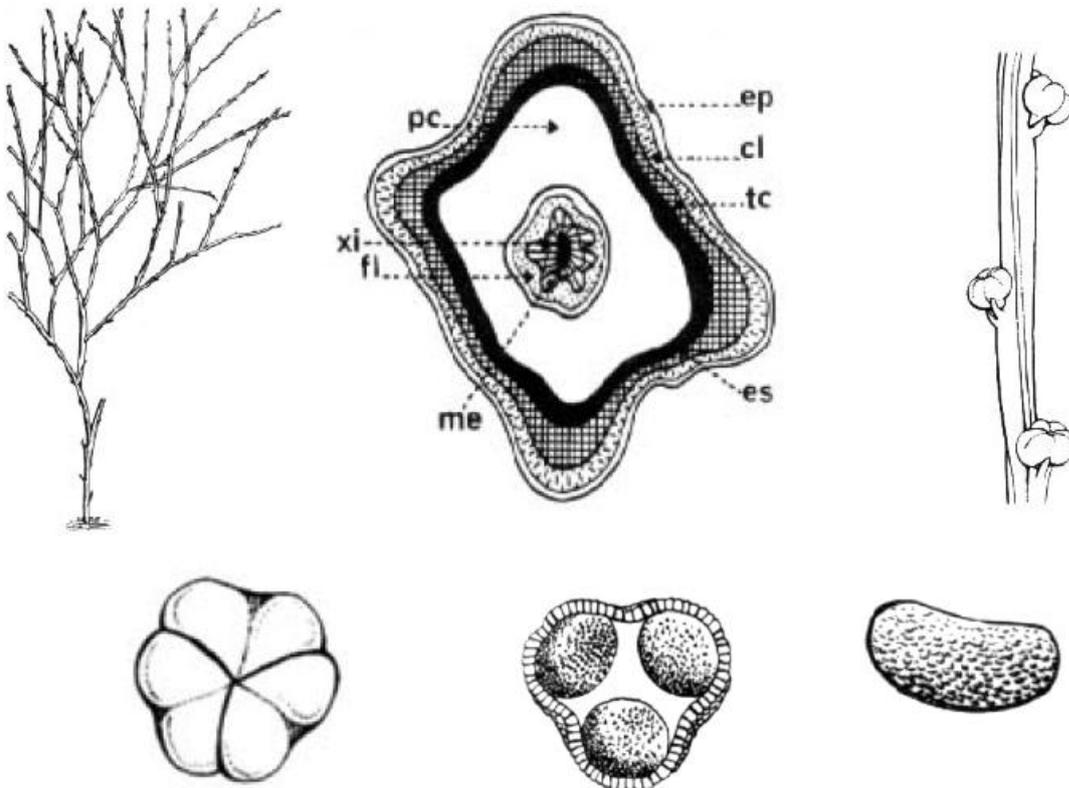
Familia Psilotaceae (2/12); [1/1]

Plantas con tallos subterráneos protostéllicos, cubiertos de rizoides y con tallos aéreos sifonostéllicos, que llegan a 25 cm de altura, los cuales pueden presentar numerosas dicotomías (*Psilotum*) o no estar ramificados (*Tmesipteris*).

El tallo posee expansiones en forma de escamita (enaciones), distribuidas en espiral (*Psilotum*), o microfílos (*Tmesipteris*). Algunas enaciones de la parte superior del tallo están sustituidas por apéndices portadores de tres esporangios fusionados entre sí (sinangios) en *Psilotum*, o de dos esporangios fusionados (*Tmesipteris*). Las esporas son reniformes y monoletes.

Distribución: En Argentina esta familia esta representada por *Psilotum nudum*, pequeña planta epífita o terrestre de formaciones selváticas de Misiones, Corrientes y Salta, posiblemente hallada en Jujuy.

***Psilotum nudum*:** Aspecto general, corte transversal del tallo, tallo fértil con esporangios, sinangio formado por 3 esporangios soldados (visto de arriba y corte transversal), espóra.



***Tmesipteris* sp:** Aspecto general y apéndice esporangiífero con 2 esporangios fusionados.



Orden Ophioglossales

Este orden incluye helechos de pequeño tamaño, cuyo esporofito no sobrepasa los 50 cm de altura. Presentan un rizoma subterráneo, corto y grueso (en algunos casos con crecimiento secundario en grosor).

Las frondes aparecen en escaso número (generalmente una por año) y presentan una prefoliación recta, no circinada. Dichas frondes comprenden un segmento estéril y otro fértil, desarrollado a partir del estéril, generalmente son tridimensionales y recuerdan por ello a las primofílicas.

Los esporangios son esféricos y grandes, disponiéndose en panículas y espigas.

Familia Ophioglossaceae (3/90); [2/9].

Helechos terrestres, a veces epífitos. La fronde estéril entera, pinada, palmada o dicótoma, la fértil espiciforme o pinada, raramente con varias espigas fértiles que nacen del margen próximo a la base de la lámina estéril.

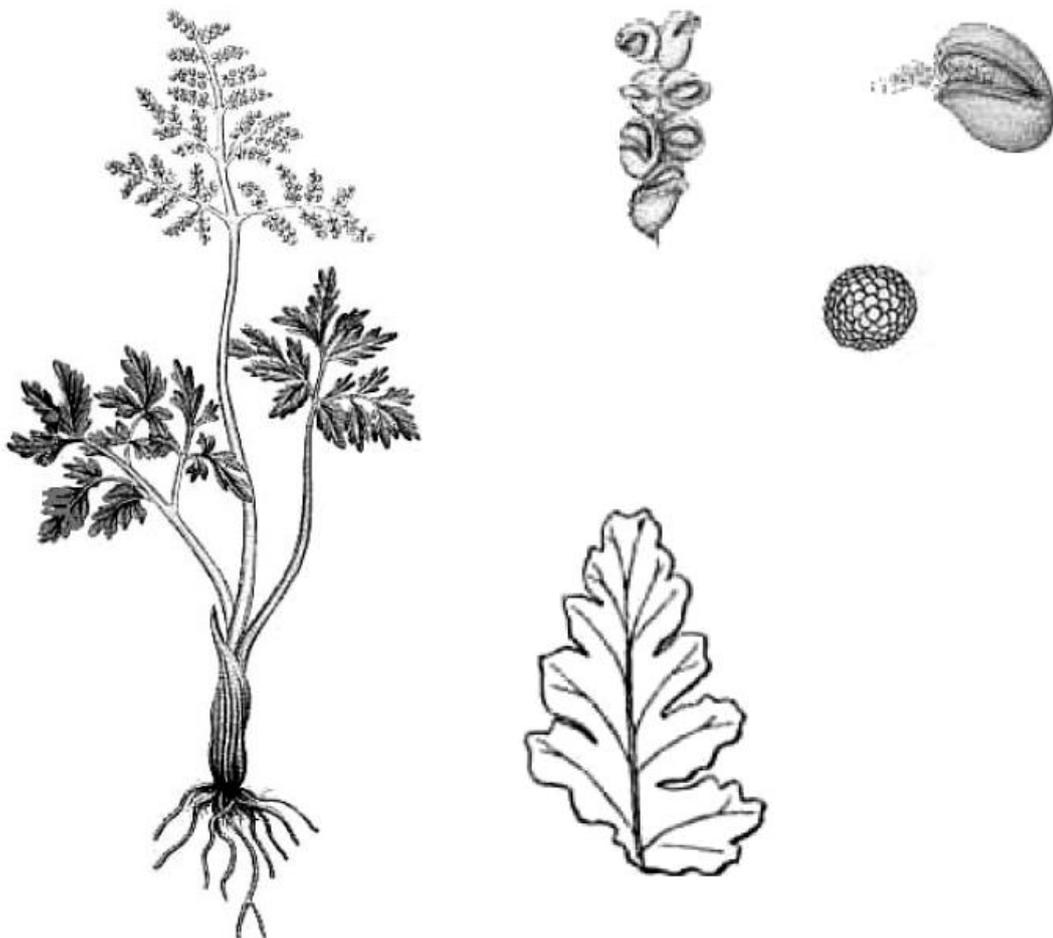
Los grandes esporangios presentan una dehiscencia vertical u horizontal y son eusporangiados, las esporas son triletas.

Distribución: Esta familia presenta una distribución cosmopolita aunque disyunta debido a su gran antigüedad. Suele vivir en hábitats abiertos, serranos o bien como epífitos. En la Argentina encontramos diversas especies de ***Ophioglossum*** desde Jujuy a la Patagonia; ***Botrychium***, crece hasta Sierra de la Ventana.

***Ophioglossum* sp:** Aspecto general, detalle de la fronde, esporangios y esporas.



Botrichium sp: Aspecto general, detalle de la fronde, esporangios y esporas.



CLASE EQUISETOPSIDA O SPHENOPSIDA (Devónico Inferior – Actualidad)

Plantas herbáceas (formas vivientes) o con crecimiento secundario (fósiles). El tallo monopodial, se caracteriza por la presencia de articulaciones o nudos dispuestos a intervalos regulares en toda su longitud (protostélicos o sifonostélicos), algunos ejes son rizomatosos llevando raíces adventicias.

Las ramas y las hojas se disponen en verticilos sobre los nudos. Estas hojas varían en su tamaño: desde pequeñas y escuamiformes hasta grandes y planas.

Los esporangios se hallan sobre esporangióforos peltados, agrupados en estróbilos, con o sin brácteas intercaladas. Las plantas son isosporadas, algunos fósiles con crecimiento secundario son heterosporados.

Clave para diferenciar los órdenes de la clase Equisetopsida

1 . Plantas leñosas con crecimiento secundario. Tallos articulados rizomatosos.

CALAMITALES (†)

1'. Plantas herbáceas sin crecimiento secundario (o incipiente en algunos representantes fósiles),

2 . Plantas de sotobosque, trepadoras o rastreras.

SPHENOPHYLLALES (†)

2'. Plantas erectas, generalmente palustres.

EQUISETALES

Orden Sphenophyllales (†) (Devónico Superior-Triásico Inferior)

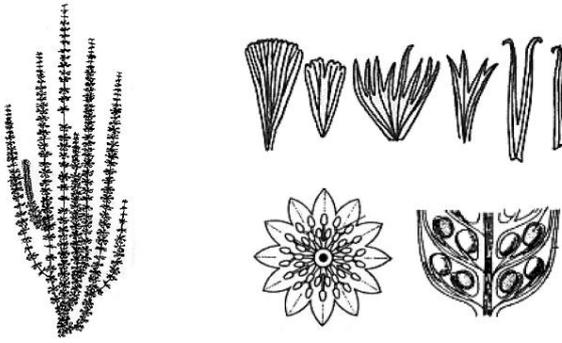
Familia Sphenophyllaceae

Plantas trepadoras o rastreras, formaban parte considerable del sotobosque durante el Carbonífero, tallo largo y delgado, articulado con raíces adventicias. El número de hojas variaba de 6 a 9 por verticilo, de no más de 2 cm de longitud, planas con margen dentado o sinuado.

El interior del tallo presentaba una estructura única: el tejido vascular primario era una protostela triangular; en los tallos más viejos el xilema primario estaba rodeado por xilema secundario cilíndrico.

Las estructuras reproductivas (***Sphenophyllostachys***), se agrupaban en conos terminales. Este, generalmente homosporado, estaba formado por verticilos de brácteas soldadas entre sí rodeando al eje central; por encima de las brácteas hay verticilos de esporangióforos que parten del eje y cada uno de ellos sostiene uno o dos esporangios.

***Sphenophyllum* sp.** Aspecto general, variabilidad en hojas, cono (vista superficial y corte).



Orden Calamitales (†) (Devónico-Triásico)

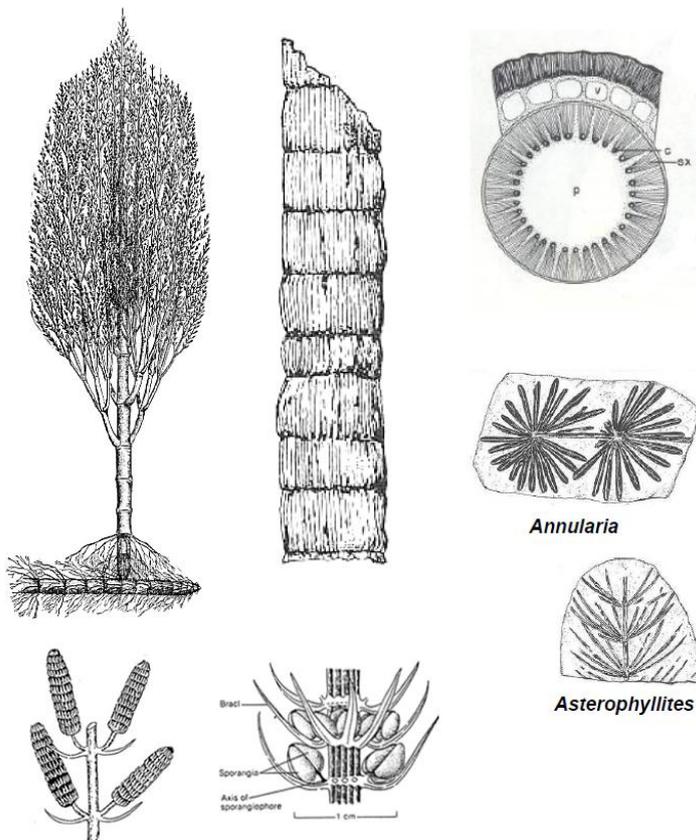
Familia Calamitaceae

Árboles de hasta 20 m de altura, con un gran tallo (***Calamites***) articulado y costillas verticales en toda su longitud; las partes aéreas partían de rizomas.

Las hojas (***Annularia***, ***Asterophyllites***), estaban localizadas principalmente sobre las ramas más pequeñas y se encontraban en número 8 a 13 en cada verticilo.

Los esporangios estaban agrupados formando conos (***Calamostachys***); cada cono presenta verticilos de brácteas estériles que alternan con verticilos de esporangióforos peltados.

Calamites* sp.** Aspecto general, detalle y corte de tallo. Hojas (Annularia*** y ***Asterophyllites***). Conos.



Orden Equisetales (Carbonífero Superior - Actualidad)

Familia Equisetaceae (1/25); [1/2].

El esporofito está formado por rizomas subterráneos que emiten vástagos aéreos. Cada tallo erecto está formado por un eje central con ramificaciones dispuestas en verticilos o sin ellas. Los tallos tienen surcos (valéculas) y costillas (carenas) formadas por refuerzos de esclerénquima que corre bajo la epidermis.

Las hojas (megafilos) son pequeñas y escuamiformes, se agrupan en verticilos sobre los nudos, sus bases se fusionan formando un collar que rodea al tallo, por encima del nudo. La mayor parte de la función fotosintetizadora corre a cargo del tallo; en los nudos del rizoma se producen raíces. En CT de los tallos aéreos mayores se observa que la médula central se disgrega para formar una cavidad llamada canal central. El tejido vascular está formado por haces de xilema y floema dispuestos en un anillo que rodea a la médula. Algunas células del xilema se disgregan para formar un estrecho canal carinal. No hay tejidos secundarios desarrollados.

La estela ha sido interpretada como una sifonostela ectofloica. En algunas especies existen 2 endodermis por dentro y por fuera de los haces conductores. Por fuera de la endodermis se encuentra la corteza, con canales valeculares grandes y espaciados que contienen aire y alternan con los haces vasculares.

Los esporangios aparecen en conos dispuestos en el ápice de ciertos tallos. En algunas especies los conos aparecen sobre los tallos vegetativos, en otras sobre tallos fértiles especializados. Los conos están formados por esporangióforos peltados dispuestos en verticilos que portan 5-10 esporangios. Las esporas tienen una cubierta externa o perisporio formado por 4 bandas aplanadas denominadas eláteres unidas en un solo punto y de propiedades higroscópicas. **Equisetum** es usualmente considerado homosporado, sin embargo algunas esporas producen protalos unisexuales, con anteridios mientras que otras dan origen a protalos bisexuales. Esto parecería indicar que estas plantas son funcionalmente heterosporadas.

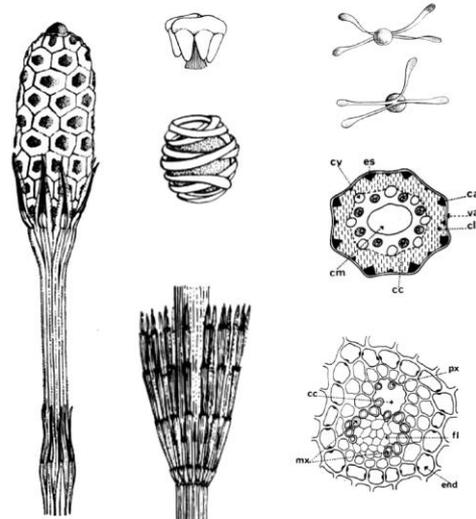
Distribución: **Equisetum** es un género subcosmopolita y es llamado popularmente “cola de caballo”, frecuentemente son usadas como o abrasivos por sus células silíceas (“yerba del platero”), varias de sus especies tienen aplicaciones en la medicina popular. En la Argentina tenemos 2 especies, una de ellas (**Equisetum giganteum**), es la especie más grande del género, alcanzando varios metros de altura, es común en zonas inundables de la ribera platense y en otras zonas húmedas del país; la segunda especie (**Equisetum bogotense**), es más frecuente en la zona andina.

Equisetum giganteum “Cola de caballo”.

Aspecto general, detalle de megáfilos.

CT de tallo, detalle estela.

Detalle de esporangióforos, esporangios y esporas.



CLASE MARATTIOPSIDA

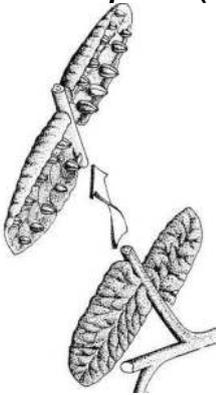
Este grupo incluye helechos terrestres, en ocasiones de gran porte, de aspecto arborecente y tallos con sifonostelas policíclicas. Las frondes varias veces pinadas y de hasta 3-4 metros de longitud presentan en su base un par de estípulas, lo que las diferencia del resto de los helechos actuales.

Los esporangios (eusporangios) se agrupan en soros o sinangios, sobre los nervios secundarios, la dehiscencia es por una hendidura o poro terminal. Las esporas son monoletes.

Orden Marattiales

Familia Psaroniaceae (+ Carbonífero): *Psaronius*

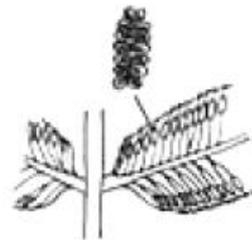
***Scolecopteris* (sinangios)**



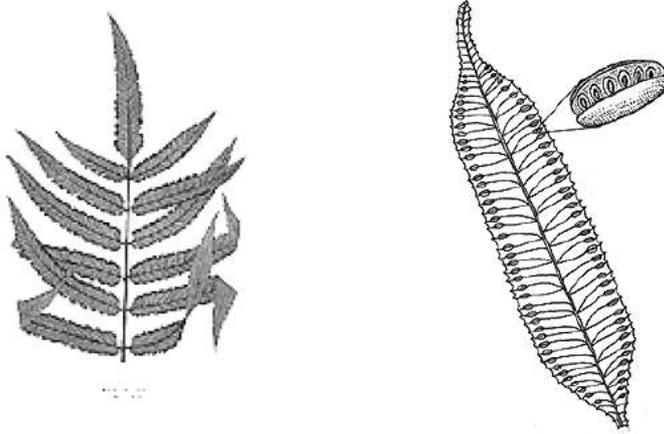
Familia Marattiaceae (4/300)

Esta familia, es la única de la clase con una distribución pantropical, *Marattia* (Brasil y Argentina-Misiones) vive en zonas altas, *Danaea* (Brasil), en zonas bajas, *Angiopteris* en los trópicos del Viejo Mundo.

***Angiopteris* sp.** Aspecto general. Detalle de las estípulas. Posición y detalle de los soros.



Marattia sp. Aspecto general de fronde. Esquematación de una pinna y de los sinangios.



CLASE POLYPODIOPSIDA (Carbonífero – Actual)

Plantas herbáceas o arborescentes, terrestres, epífitas, palustres o acuáticas. El tallo puede ser superficial y rastrero o subterráneo como un rizoma.

Las hojas o frondes son megáfilos con sistema vascular bien desarrollado y se componen de un raquis central donde se insertan las pinnas y pinnulas.

Presentan una considerable variación en su estructura interna, la estela puede ser protostela, sifonostela o dictiostela.

Las estructuras reproductivas pueden ser esporangios aislados (condición acrosticoide), o estar agrupados en soros. A veces los soros están cubiertos por una expansión escumiforme del tejido foliar, el indusio o bien ser desnudos. Normalmente los soros aparecen sobre la superficie abaxial de las pinnas (soros superficiales) o bien son marginales, pero nunca son adaxiales o están en esporangióforos peltados. Pueden ser homo o heterosporados y las esporas son triletes o monoletes.

Este grupo constituye el más diverso de la división, incluyendo a unas 10.000 especies distribuidas en, aproximadamente, 300 géneros, 33 familias y 7 órdenes. Varias de sus especies son cultivadas por su valor ornamental.

Clave para diferenciar los órdenes actuales de la clase Polypodiopsida.

1. Plantas isosporadas, terrestres o epífitas, esporangios protegidos o no por un indusio, pero nunca encerrados en cuerpos fructíferos.

2. Esporangios sin verdadero anillo de dehiscencia (con anillo rudimentario)

OSMUNDALES

2'. Esporangios con anillo de dehiscencia.

3. Frondes sin estomas, de una célula de grosor

HYMENOPHYLLALES

3'. Frondes con estomas, de más de una célula de grosor

4. Frondes falsamente dicotómicas, con ápices durmientes.

GLEICHENIALES

4'. Frondes sin ápices durmientes.

5. Esporangios con un anillo apical de dehiscencia.

SCHIZAEALES

5'. Esporangios con un anillo oblicuo o vertical.

6. Plantas arborescentes, con tronco.

CYATHEALES

6'. Plantas no arborescentes, porte herbáceo.

POLYPODIALES

1'. Plantas heterosporadas, acuáticas o palustres; esporangios en el interior de cuerpos fructíferos cerrados.

SALVINIALES

Orden Osmundales

Familia Osmundaceae (3/40); [1/2]

Este grupo es de origen muy remoto (Pérmico Superior), con gran cantidad de fósiles en su registro que mantienen en una constancia de caracteres, lo que sugiere una línea filética tempranamente diferenciada.

Suelen ser plantas de tallos erectos o subterráneos, recubiertos de bases de pecíolos persistentes de entre las que salen las raíces. Presentan sifonostelas ectofloicas.

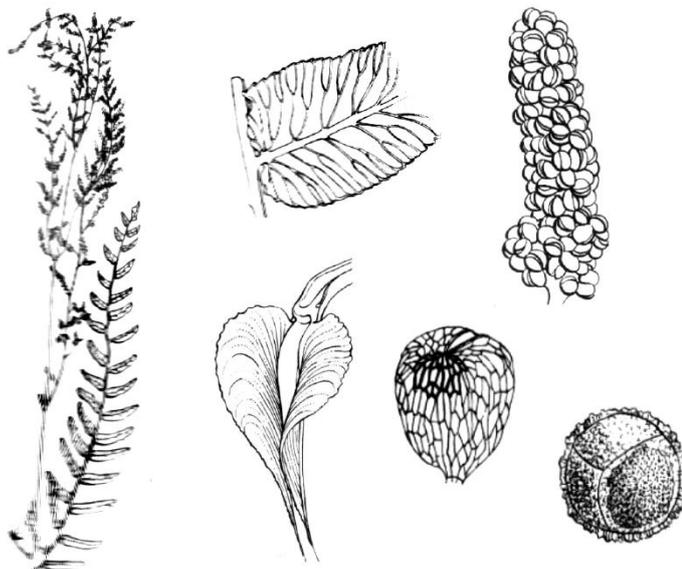
Las frondes aparecen más o menos divididas entre una parte fértil y otra estéril y suelen ser pinnadas; pueden presentar, en su base, apéndices foliares adventicios (aflebias) relacionados con la condensación de agua.

Los esporangios, aislados o agrupados en formaciones soriformes se disponen en posición marginal y presentan un casquete de células de pared engrosada en el ápice (anillo rudimentario), que provoca una apertura ventral-distal. Las esporas son verdes, pequeñas y triletes; se producen masivamente en cada planta (128-500 por esporangio).

Distribución: Esta familia (particularmente el género *Osmunda*) tiene una distribución cosmopolita, aunque fue más amplia en el pasado. *Osmunda regalis* "Helecho real" es una especie hidrófila que vive en ambientes húmedos desde el NE al delta del Paraná.

Usos: se cultivan por su valor ornamental y como sustrato del cultivo de las orquídeas.

Osmunda regalis "Helecho real". Aspecto general, detalle de la pinna y base de la fronde, Esporangios (agrupación y detalle), espora.



Orden Hymenophyllales

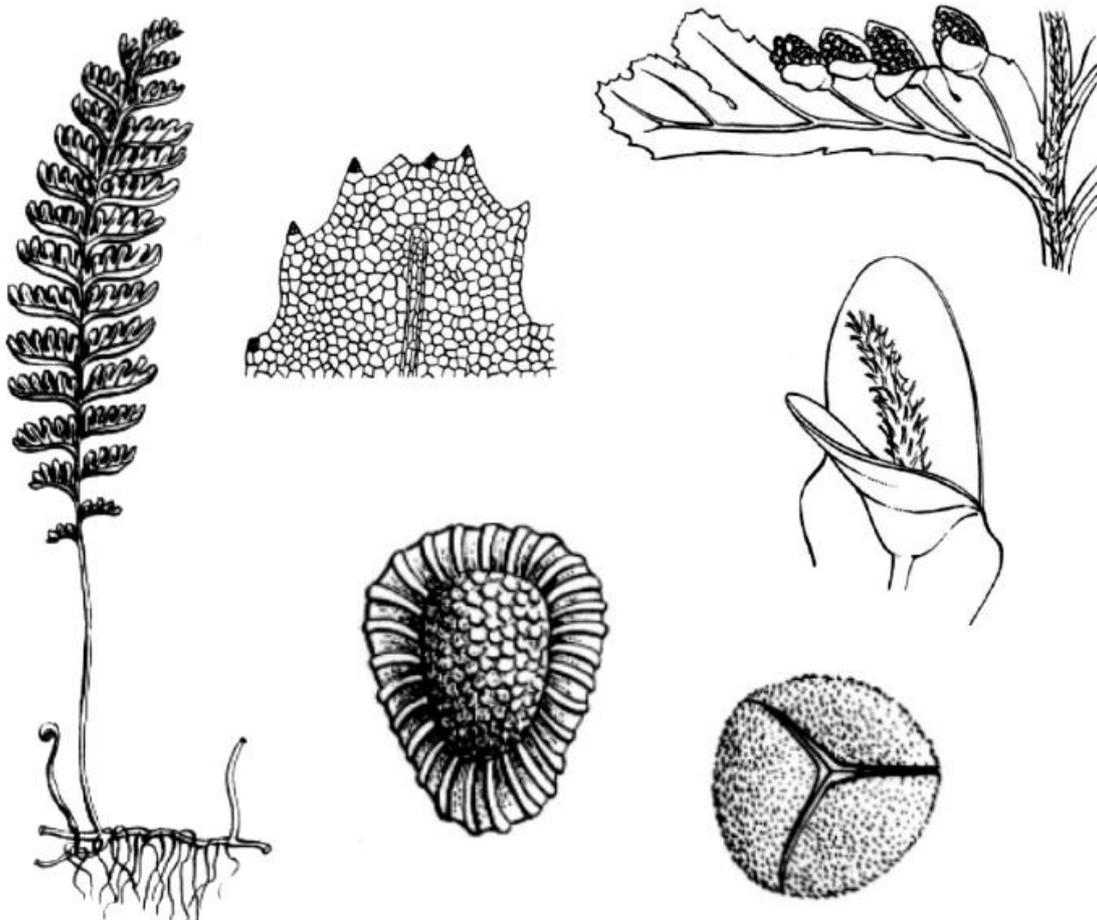
Familia Hymenophyllaceae (7/600); [4/30]

Esta familia comprende helechos epífitos y terrestres, cuyas raíces a menudo están sustituidas por pelos o brotes especiales. El rizoma es rastrero y sobre el mismo se disponen las frondes generalmente pequeñas. Las mismas están compuestas por una única capa de células y sin estomas.

Los esporangios se insertan en una prolongación de un nervio de la fronde y se disponen sobre unas expansiones marginales y extramarginales de las venas (receptáculo); éste se halla protegido por un indusio bivalvar. El anillo es oblicuo y sin estomio.

Distribución: ambientes húmedos de regiones tropicales y del Hemisferio Sur. El género más importante con casi 300 especies es **Hymenophyllum**, suele hallarse en zonas húmedas del NOA, NEA y bosques andino-patagónicos, otro género importante es **Trichomanes**.

Hymenophyllum sp. Aspecto general, detalle de lámina, esporangios y esporas.



Orden Gleicheniales

Familia Gleicheniaceae (5/128); [1/2]

Esta familia incluye pequeños helechos, terrestres y con frecuencia escandentes. Los tallos finos y parcialmente reptantes. Las frondes son pinnadas a varias veces dividida en forma pseudodicotómica por la presencia de una yema durmiente en la axila de la bifurcación, con los segmentos de último orden pectinado-pinnatífidos, con frecuencia de textura firme.

Los esporangios se agrupan en soros redondeados, carecen de indusio y son superficiales. Las esporas son monoletes o triletes.

Distribución: La mayoría de sus especies son propias de las zonas montañas tropicales y las selvas lluviosas. Pocas especies se cultivan principalmente en Jardines Botánicos. En Argentina *Gleichenia* en los bosques subantárticos, *Dicranopteris* hallado en Bolivia.

Gleichenia sp. Aspecto general. Detalle de la yema durmiente, lámina, esporangios y esporas



Orden Schizaeales

Este orden comprende helechos terrestres o epífitos, a veces escandentes. Tallos erectos o reptantes. Las frondes presentan una lámina frecuentemente dividida dicotómicamente, una a varias veces pinnada, monomorfa o parcialmente dimorfa; en el caso del género más grande, **Anemia**, el par de pinnas inferiores es totalmente fértil y no tiene lámina.

Presentan leptosporangio, sin la presencia de soros definidos, con los esporangios dispuestos en grandes masas, sobre partes modificadas de la fronde; grandes sésiles, con un anillo apical de dehiscencia. Esporas mono o triletes. Tienen un uso limitado en la medicina popular.

Clave para diferenciar las familias del orden Schizaeales

1. Helechos volubles, hojas isomórficas.

LYGODIACEAE

1'. Helechos terrestres, hojas hemi o dimórficas.

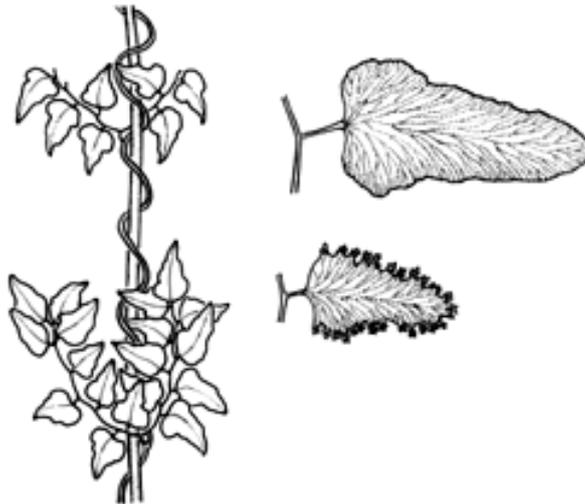
ANEMIACEAE

Familia Lygodiaceae (1/25); [1/1]

Comprende a los helechos volubles. Presentan rizomas delgados, protostélicos, con pelos. Hojas pinnadas, venas libres o anastomosadas. Los soros están en los lóbulos de los últimos segmentos de las frondes. Esporangios abaxiales, uno por soro, con indusio. Esporas triletes.

Distribución: Pantropical.

Lygodium sp. Aspecto general, detalle pinna estéril y fértil.



Familia Anemiaceae (1/173) [1/10]

Helechos terrestres, con rizomas reptantes a sub-erectos, que portan pelos. Hojas hemidimórficas o dimórficas, con venas libres (sólo casualmente anastomosadas).

Esporangios en el par basal de pinnas, altamente modificadas, erectas. Esporas triletes.

Distribución: Americanas, pero con algunas especies en África, India e islas del océano Índico.

Anemia es típica de zonas serranas, como **A. tomentosa** "Doradilla"

Anemia tomentosa “Doradilla”. Aspecto general. Detalle de los esporangios y de las esporas.



Orden Salviniales

Este orden reúne a las familias de helechos acuáticos: Marsileaceae y Salviniaceae.

Presentan una diferenciación entre frondes fértiles y estériles; anastomosis en las venas. Ocasionalmente hay presencia de aerénquima en rizomas, tallos y pecíolo.

Son heterosporados, con esporangios carentes de anillo de dehiscencia. Las esporas son de germinación endógena y los gametofitos son reducidos.

Clave para diferenciar las familias del orden Salviniales.

1. Plantas arraigadas, con hojas flotantes o emergentes.

MARSILEACEAE

1'. Plantas flotantes, hojas con partes emergentes y otras sumergidas.

SALVINIACEAE

Familia Marsileaceae (3/75); [3/7]

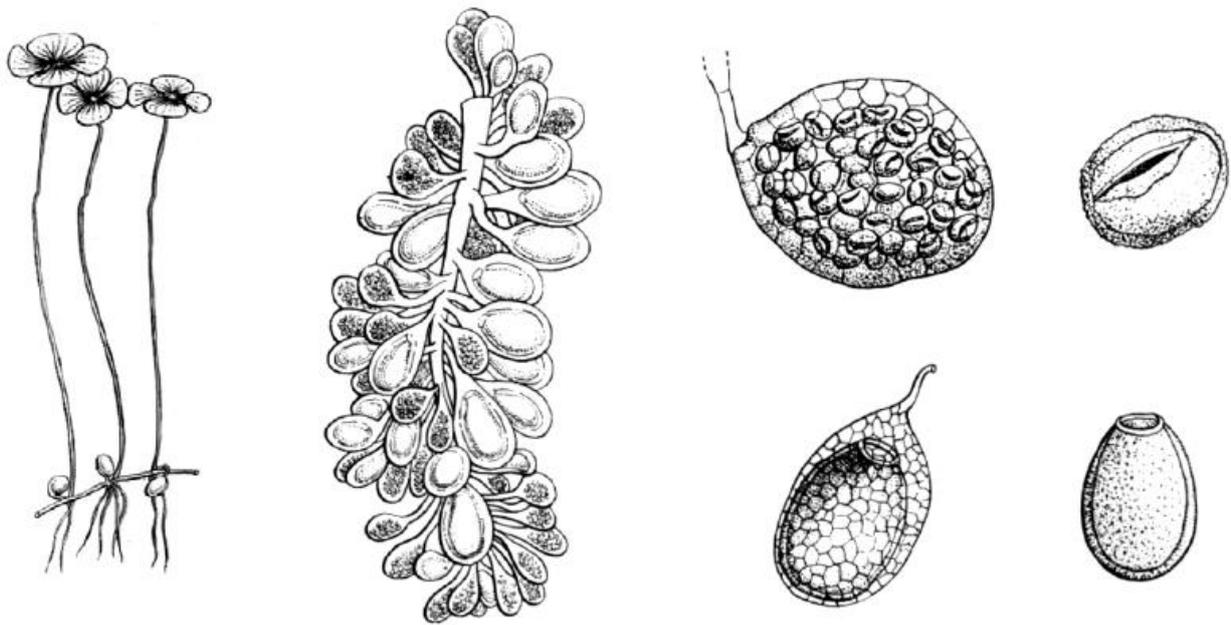
Plantas en general pequeñas, palustres. Tallos reptantes, delgados, con pelos o glabrescentes. Hojas generalmente distantes, con un pecíolo largo y filiforme; lámina con 4

folíolos, que semeja un trébol de 4 hojas (**Marsilea**); o también reducida (**Pilularia**, **Regnellidium**) con nervios próximos, furcados, anastomosados.

Heterospóricas, leptosporangiadas. Esporocarpos sobre pedúnculo corto, en la parte basal del pecíolo o sobre el tallo junto a él; de pared dura, dehiscentes por dos valvas. Cada esporocarpo contiene 2 o más soros, cada uno de ellos con micro y megasporangios, rodeados de un indusio muy fino. Esporangios sésiles, sin anillo de dehiscencia. Microsporangios con numerosas microsporas, megasporangios con una sola megaspóra. Ambas esporas son triletes.

Distribución: amplia, en zonas bajas y húmedas.

Marsilea sp “trébol de 4 hojas”. Aspecto general. Detalle del esporocarpo, micro y megasporangios, micro y megasporas.



Familia Salviniaceae (2/16); [2/5]

Algunos autores separan esta familia en 2 (Salviniaceae y Azollaceae), debido a las diferencias significativas entre los dos géneros de esta familia.

Esta familia está constituida por plantas no arraigadas, flotantes. Pueden tener raíces (**Azolla**) o no (**Salvinia**). Los ejes son protostélicos con ramas de división dicotómica. Las hojas son sésiles, alternas y pequeñas (de 1 a 25 mm de largo); redondas a oblongas, enteras. La venación puede ser libre (**Azolla**) o anastomosada (**Salvinia**).

Heterospóricos, con macro y microsporas, ambas triletes. Monoicos. Germinación endospórica.

Clave para diferenciar los géneros de la familia Salviniaceae

1. Hojas en verticilos trímeros (2 flotantes y uno transformado en lacinias), con tricomas hidrófobos. Microsporas en másulas sin gloquidios.

Salvinia

1'. Hojas bilobadas (una fotosintética y la otra flotante), con algas simbiotas. Microsporas en másulas con gloquidios.

Azolla

Salvinia.

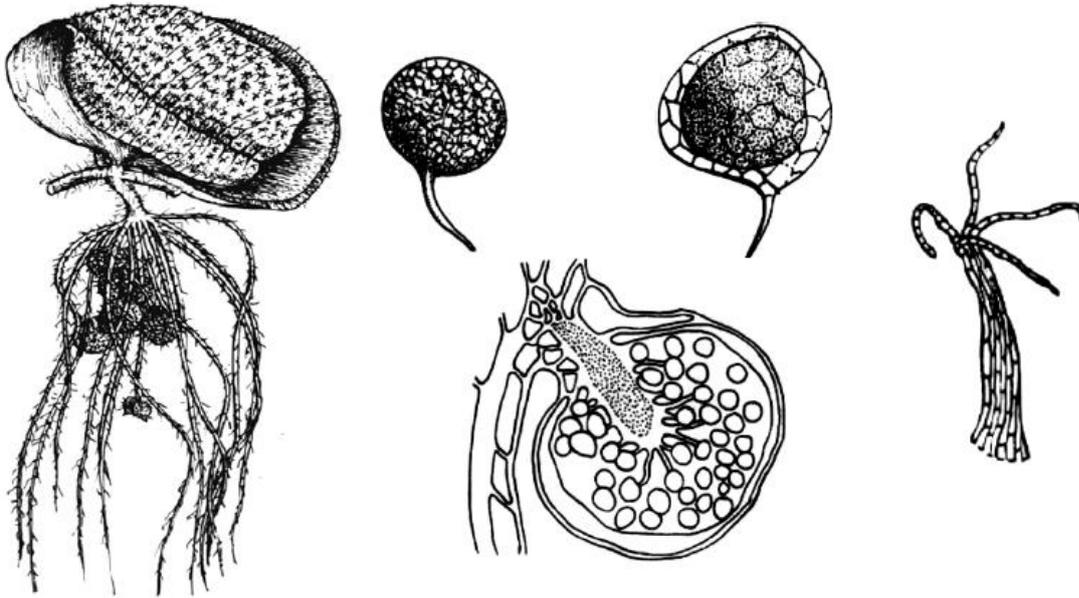
Tallos alargados, horizontales, sin raíces, con tricomas. Hojas en verticilos trímeros: dos de ellas dorsales y flotantes; la tercera es ventral, sumergida, fuertemente ramificada, con aspecto de raíz (lacinia). Las hojas flotantes con tricomas abundantes que repelen el agua, nervios anastomosados, sin nérvulos libres en las areólas; las hojas sumergidas también presentan pelos como los del tallo.

Esporocarpos alineados, sobre las divisiones de las hojas sumergidas. Megasporocarpo único en bajo número, basales, cada uno con 1 soro de hasta 40 megasporangios. Microsporocarpos bastante numerosos, cada uno con 1 soro con muchos microsporangios. Los esporangios están sobre ramitas receptaculares y carecen de anillo de dehiscencia. Presentan hasta 32 megasporas de las cuales una sola madura. Las microsporas se presentan en másulas. Esporas triletes.

Distribución: amplia, en zonas bajas.

Usos: algunas especies de **Salvinia** son ornamentales, varias de ellas son malezas de cursos de agua.

Salvinia sp: Aspecto general, detalle de macro y microsporocarpos. Tricomas.



Azolla

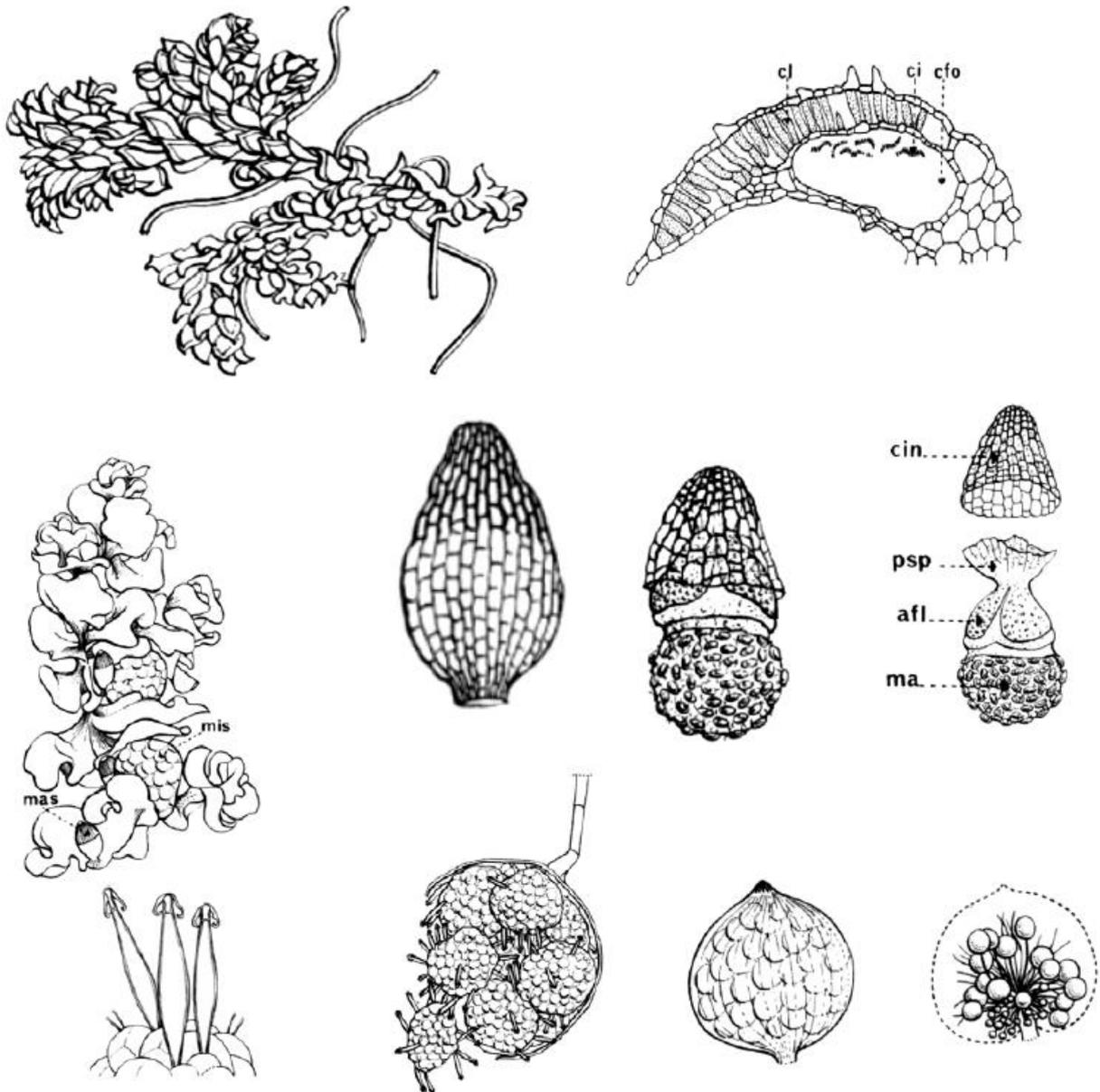
Tallos horizontales, muy ramificados, con raíces simples. Hojas alternas, dispuestas en dos filas dorsales, sésiles, bilobadas. El lóbulo superior aéreo y fotosintetizador, con una gran cavidad mucilaginosa donde se encuentran colonias de cianofitas simbiotas (**Anabaena azollae**). El lóbulo inferior es flotante.

Esporocarpos 2 – 4, insertos en el lóbulo inferior de la primera hoja de una serie lateral, rodeados por el lóbulo superior como un involucre. Microsporocarpos con 1 soro con numerosos microsporangios. Megasporocarpos más pequeños que los microsporocarpos, con un solo

megasporangio. Esporangios sésiles, sin anillo de dehiscencia. Las microsporas se dispersan en grupos, embebidas en un mucílago endurecido formando másulas, casi siempre rodeadas de apéndices (gloquidios). El megasporangio presenta una sola megaspora fértil, con una pared gruesa y esculturada (perisporio). Las esporas son triletas.

Distribución: amplia, en regiones bajas.

Azolla sp.: Aspecto general, CT de hoja. Detalle de esporocarpos, esporangios y esporas.



Orden Cyatheales

Este orden comprende a los helechos arborescentes, con tallos reptantes o erectos, cubiertos de raíces adventicias. Presentan pelos o escamas en sus ejes y frondes. Las láminas pueden ser bi o pluripinnadas.

Los esporangios se encuentran en soros superficiales o marginales, con indusio. El anillo del esporangio es subvertical, no interrumpido. El estomio puede estar poco o bien diferenciado. Esporas triletas.

Clave para diferenciar las familias del orden Cyatheaales

1. Lámina pinnada a bipinnada, con escamas. Soros redondos superficiales. Indusio en copa.

CYATHEACEAE

1'. Lámina bi a pluripinnada, con pelos. Soros redondos o transversalmente elípticos, marginales. Indusio bivalvar.

DICKSONIACEAE

Familia Cyatheaceae (1/600-650); [1/4].

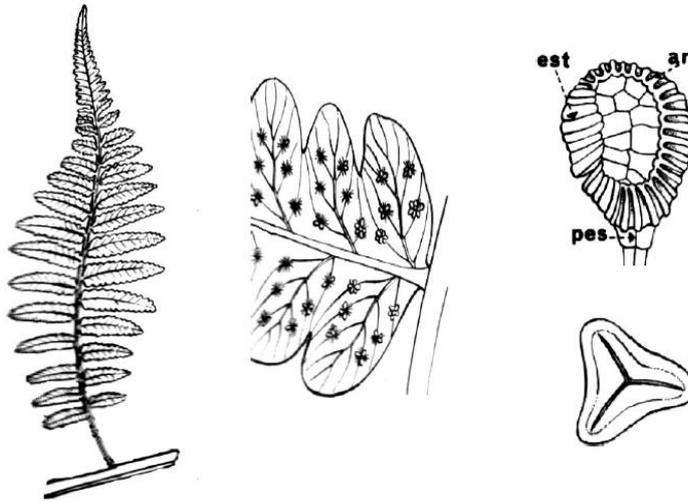
Dentro de esta familia encontramos enormes helechos arborescentes de 12-15 metros de altura. Presentan tallos largos, erectos, robustos, dictiostélicos, provistos de haces vasculares corticales y medulares con escamas, frecuentemente cubiertos de raíces adventicias (caulógenas) y cicatrices foliares prominentes. Hojas en roseta apical, pecíolo y raquis con escamas y generalmente con pelos, las bases foliares son persistentes, las láminas suelen tener varios metros de longitud y ser pinnadas a casi siempre bipinnada, las pínulas son pinnatífidas.

Esporangios dispuestos en soros redondeados superficiales, indusio en forma de copa. Esporas triletes.

Distribución: Es una familia típica de los trópicos y de las zonas montanas tropicales. El género **Cyathea** se presenta en las Yungas y la selva misionera.

Usos: algunas especies son cultivadas como ornamentales.

Cyathea sp: Detalle de la fronde, esporangios y esporas.



Familia Dicksoniaceae (6/45); [1/1]

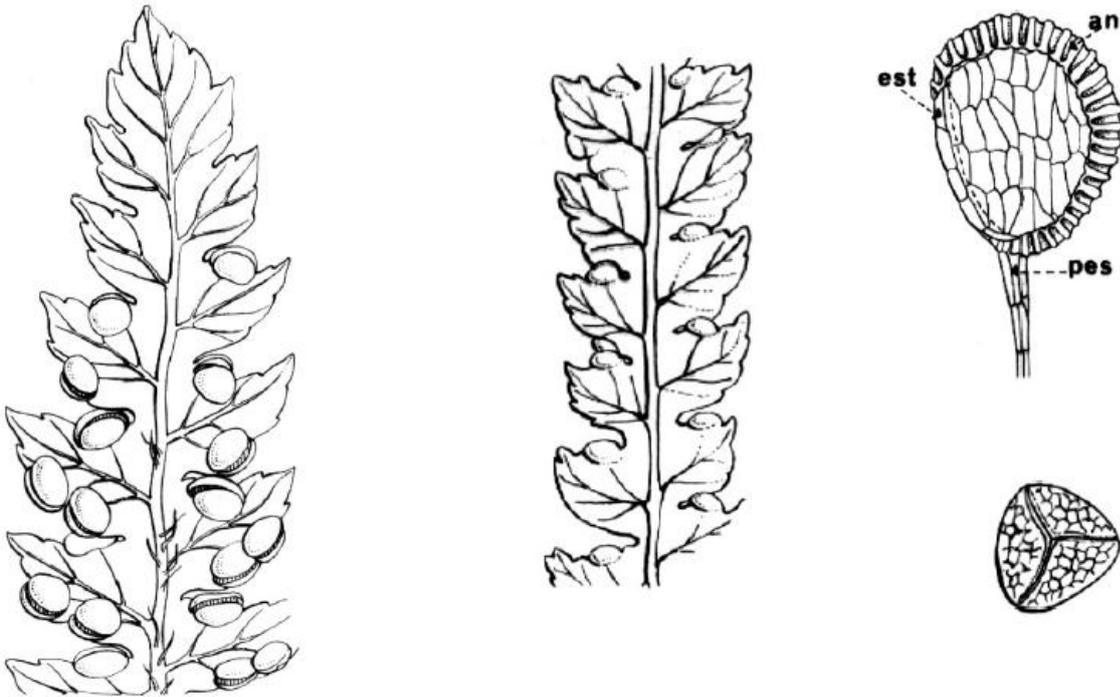
Esta familia también comprende a enormes helechos arborescentes. Sus tallos son carnosos reptantes o erectos, solenostélicos a dictiostélicos, con pelos largos y raíces caulógenas. Frondes próximas entre sí con pecíolo y raquis pilosos; lámina pinnada a pluripinnada con las pínulas de último orden generalmente frecuentemente pinnatífidas.

Los esporangios se disponen en soros redondeados y marginales, cubiertos por un indusio bivalvar. Esporas triletes.

Distribución: selvas tropicales de montaña y las forestas lluviosas tropicales.

Usos: algunas especies se cultivan como ornamentales y como soporte para el cultivo de orquídeas y otras plantas epífitas. La única especie nativa es **Dicksonia sellowiana** “Xaxin” de la selva misionera.

Dicksonia sellowiana “Xaxin”: Detalle de una fronde, esporangios y esporas.



Orden Polypodiales

Este orden se caracteriza por poseer un indusio lateral, peltado o, en algunos linajes, ausente. El pie del esporangio presenta de 1 a 3 células de grosor, a menudo es largo. El anillo de dehiscencia se encuentra interrumpido por el pie y por el estomio. La maduración de los esporangios es mixta.

Clave para diferenciar las familias del orden Polypodiales

1. Plantas desprovistas de indusio.

2. Soros protegidos por el margen reflejo de la hoja (falso indusio).

PTERIDACEAE

2'. Soros circulares desprovisto de indusio.

POLYPODIACEAE

1'. Plantas generalmente con indusio.

4. Plantas epífitas con los pecíolos articulados al rizoma o a las pinnas del raquis. Soros marginales con indusio reniforme.

NEPHROLEPIDACEAE

4'. Plantas terrestres, raro epífitas, con pecíolos no articulados al rizoma. Soros superficiales.

5. Soros alargados con indusio lateral.

ASPENIACEAE

5'. Soros circulares o subalargados, en cenosoros o cubriendo la superficie de la lámina.

6. Soros reunidos en largos cenosoros, con indusio lateral que se abre al centro de la lámina o pinna.

BLECHNACEAE

6'. Soros circulares o subalargados o con los esporangios cubriendo la superficie de la lámina.

7. Esporangios cubriendo toda la superficie de la lámina.

ELAPHOGLOSSACEAE

7'. Esporangios agrupados en soros definidos.

8. Pecíolo con varios hacecillos vasculares, indusio peltado o reniforme

DRYOPTERIDACEAE

8'. Pecíolos con dos haces vasculares unidos en U o V, soros circulares desnudos con indusio reniforme.

THELYPTERIDACEAE

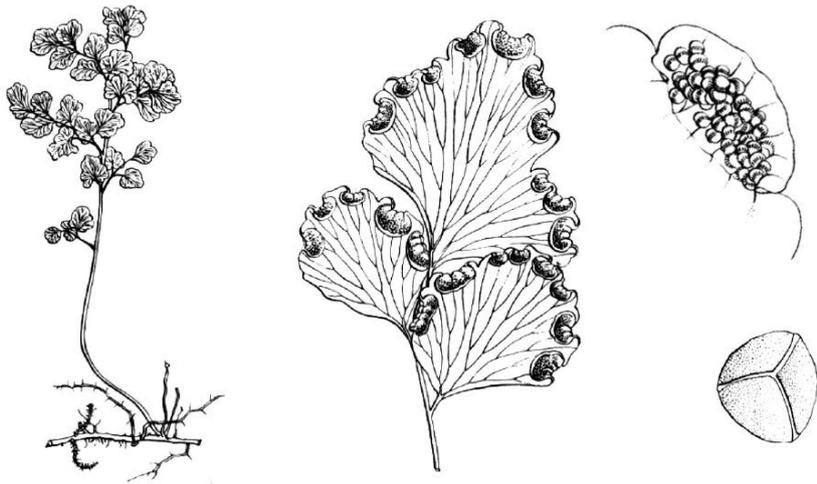
Familia Pteridaceae (34/870); [15/70].

Esta familia comprende helechos terrestres o epilíticos de variable tamaño y hábito. Los tallos son erectos o reptantes, cubiertos de pelos y escamas. Las frondes generalmente son pinnadas, a veces simples, monomorfas, parcial o totalmente dimorfas. Los esporangios se disponen en soros alargados a lo largo de los nervios, generalmente marginales o submarginales o bien reunidos en largos cenosoros; el indusio está ausente o bien es sustituido por el margen foliar de la hoja formando el falso indusio. Las esporas son triletes.

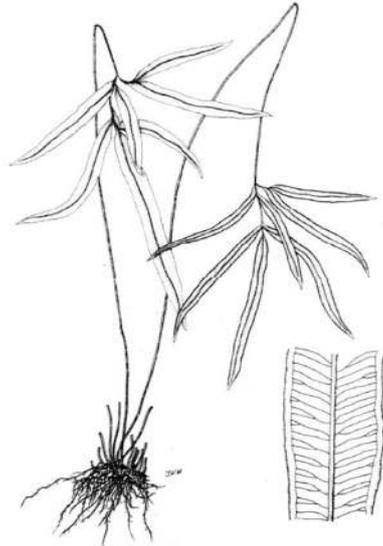
Distribución: esta es una de las familias más numerosas del orden, presentan una amplia distribución, pero centrada en las regiones tropicales. Viven en ambientes abiertos, rocosos o bien en bosques y selvas. En Argentina **Adiantum chilense** vive en los bosques andino-patagónicos y sierras del sur de Buenos Aires. **Pteris** con especies adventicias que suelen crecer en muros viejos en la región. Los géneros **Pellaea**, **Notholaena** y **Cheilanthes** son helechos xeromorfos de la región andina y sierras pampeanas.

Usos: Distintas especies de **Adiantum** "culandrillos" y de **Pteris** son cultivadas como ornamentales.

Adiantum sp: Aspecto general, detalles de una fronde y de un esporangio con el falso indusio.



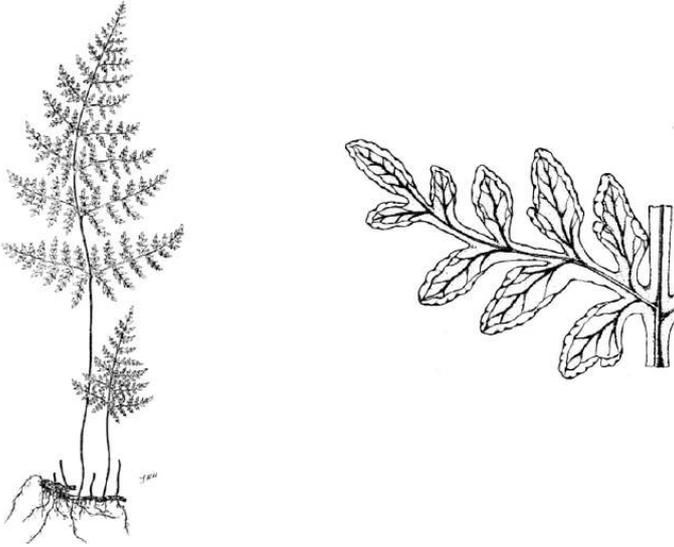
Pteris sp: Aspecto general, detalle de los cenosoros.



Pellaea sp



Cheilanthes sp



Notholaena sp



Familia Polypodiaceae (56/1200); [7/33].

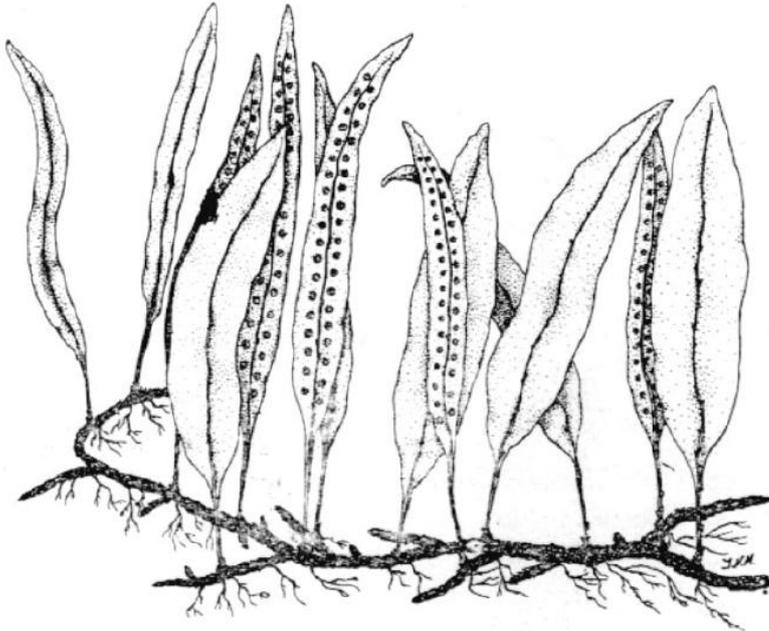
Junto con Pteridaceae, es una de las familias más numerosas de helechos (se la considera aquí en sentido estricto).

Comprende helechos terrestres, epífitos o epilíticos, con tallos largamente reptantes y cubiertos de escamas o bien glabros. Las frondes son simples pinnatífida o pinnada, monomorfa y, a veces, dimorfa. Los esporangios se agrupan en soros redondeados, desprovistos de indusio. Las esporas son monoletes.

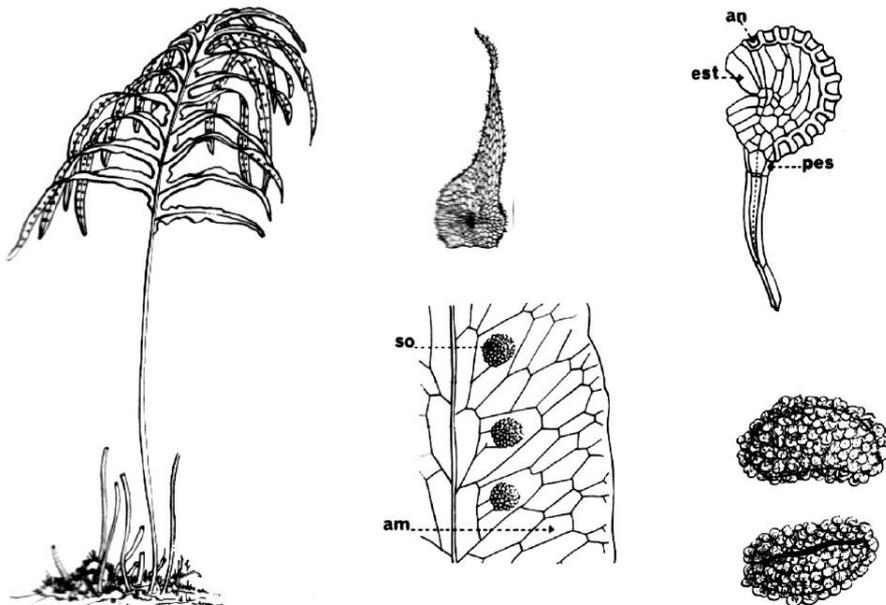
Distribución: Los miembros de esta familia ocupan una gran variedad de hábitats en zonas tropicales y subtropicales; son principalmente epífitas aunque las hay terrestres y propias de ambientes rocosos, abundan en las selvas tropicales de todo el mundo hasta 4000 metros de altura, también en zonas frías. En Argentina ***Microgramma mortoniana*** vive en la ribera platense como epífita en árboles nativos o cultivados, diversas especies de ***Polypodium*** en zonas serranas y selváticas.

Usos: Varias de sus especies son cultivadas como ornamentales entre ellas *Platycerium bifurcatum* “cuerno de alce” y diversas especies de *Polypodium*.

***Microgramma mortoniana*:** Aspecto general, observación de dimorfismo foliar, detalle de soros y esporangios.



***Polypodium sp.*:** Aspecto general. Detalle de frondes, soros, esporangios y esporas.



Familia Nephrolepidiaceae (1/30); [1/1].

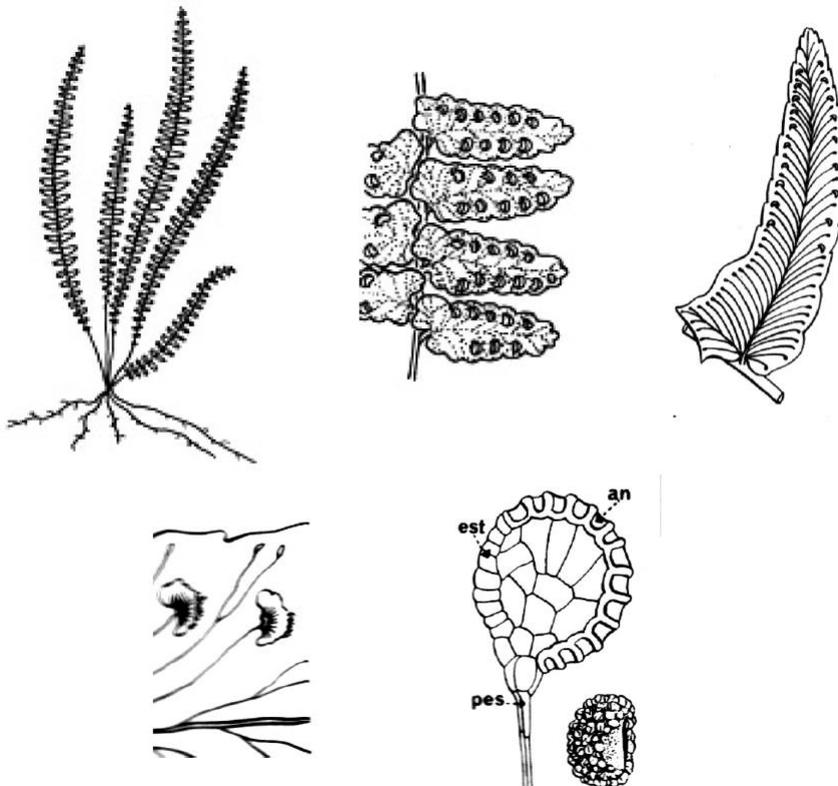
Esta familia comprende helechos terrestres, epífitos o epilíticos; los tallos son erectos, reptantes o estoloníferos y están cubiertos de escamas. Las frondes presentan generalmente una lámina pinnada, las pinnas son frecuentemente auriculadas.

Los esporangios se agrupan en soros marginales protegidos por un indusio de forma reniforme. Las esporas son monoletes.

Distribución, Usos: Las especies de esta familia suelen vivir en zonas cálidas de todo el mundo, pero centradas en el SE de Asia. En Argentina crece adventicio y epífita sobre las palmeras.

Nephrolepis cordifolia “helecho serrucho”. Esta especie, así como otras del género están entre los helechos más cultivados por su valor ornamental.

Nephrolepis cordifolia “helecho serrucho”: Aspecto general, detalle de las pinnas, esporangios y esporas.



Familia Aspleniaceae (1 – 10 / + 700); [1/34].

Comprende helechos terrestres, epífitos o epilíticos. Los tallos son reptantes y cortos, con escamas clatradas en los ápices y en las bases de los pecíolos. Las frondes se agrupan en roseta, la lámina es simple, lobado o más frecuentemente pinnada o bipinnada.

Los esporangios se disponen en soros alargados a lo largo de los nervios laterales, protegidos por un indusio lateral. Las esporas son monoletes.

Distribución: Esta familia presenta una distribución cosmopolita. A pesar de predominar en las zonas tropicales, muchas de sus especies se extienden a las zonas frías y secas. Varias especies de ***Asplenium*** viven en las selvas del NEA y NOA y en zonas serranas.

Usos: Entre las especies de valor ornamental se destaca ***Asplenium nidus*** “nido de pájaro”.

Asplenium sp.: Aspecto general, detalle de la fronde con los esporangios, esporas.



**

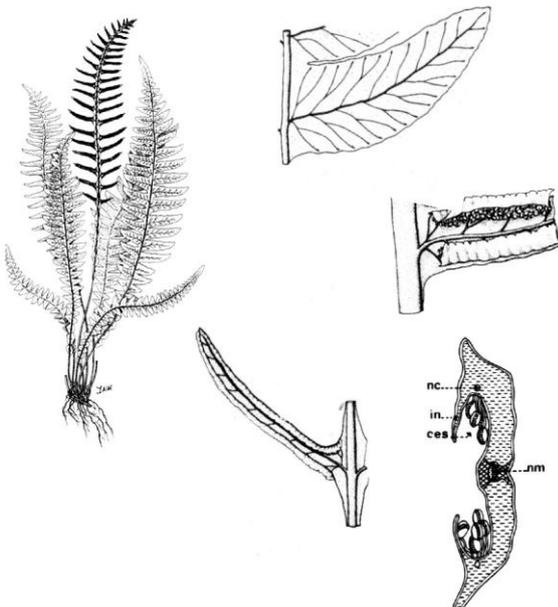
Familia Blechnaceae (9/239); [1/18].

Esta familia comprende helechos terrestres o epifíticos con tallos reptantes o erectos, a veces provistos de escamas o formando un pequeño tronco. Las frondes se disponen en forma esparcida, la lámina suele ser pinnada o pinnatífida, con frecuencia dimorfa.

Lo característico es que los esporangios se disponen en largos cenosoros. Las esporas son monoletes

Distribución: Es un grupo de amplia distribución geográfica de las zonas costeras a las altas montañas. En la Argentina solo está presente el género ***Blechnum***, desde el NE y NO a Tierra del Fuego.

Blechnum sp.: Aspecto general, detalle de lámina y cenosoros.



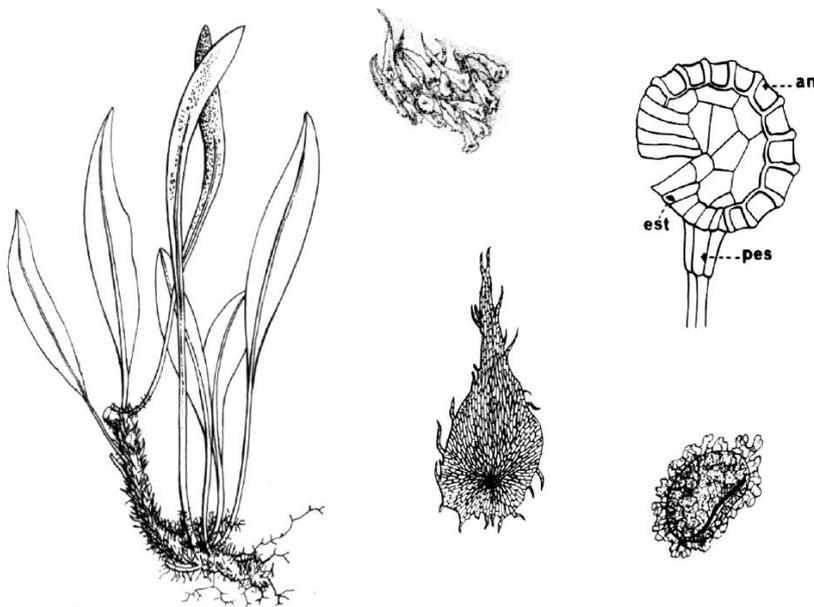
Familia Elaphoglossaceae (6/525); [2/14].

Familia de helechos terrestres, epífitos o epilíticos con tallos cortos o largamente reptantes a erectos, con escamas. Las frondes tienen el pecíolo con escamas, la lámina es simple, pinnada raro bipinnada, dimorfa.

Los esporangios no se agrupan en soros definidos, sino que cubren casi por completo el envés de la hoja (condición acrosticoide). Las esporas son monoletes.

Distribución: pantropical, pero se extiende también a zonas templadas de ambos hemisferios, ***Elaphoglossum***, principalmente de zonas serranas.

Elaphoglossum sp: Aspecto general, escama, esporangio y espora.



Familia Dryopteridaceae (45/1738); [2/34].

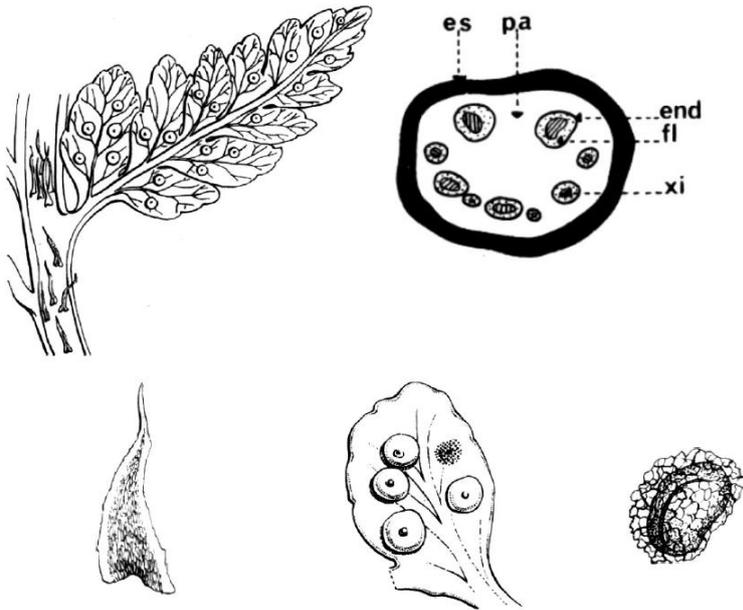
Esta inmensa familia comprende helechos terrestres o epilíticos, raro epífitos, los tallos son erectos ascendentes u ocasionalmente reptantes, con escamas no clatradas en ápices y pecíolos. Las frondes están próximas entre si o esparcidas; la base del pecíolo es generalmente persistente y presenta 2 o más haces vasculares; la lámina es homomorfa, raro dimorfa, pinnada.

Los esporangios se agrupan en soros redondeados o alargados, con indusio central peltado o reniforme, en ocasiones lateral, raro ausente. Las esporas son monoletes.

Distribución: cosmopolita, frecuente en zonas rocosas especialmente en las montañas de zonas templadas. En la Argentina en selvas del NOA y zonas serranas.

Usos: Algunas de sus especies como ***Dryopteris filix-mas*** tienen uso medicinal ***Rumohra adiantiformis***, frecuente en arreglos florales.

Rumohra adiantiformis: Detalle de frondes, esporangios, esporas y haces vasculares.



Familia Thelypteridaceae (5 – 30 /950); [2/34].

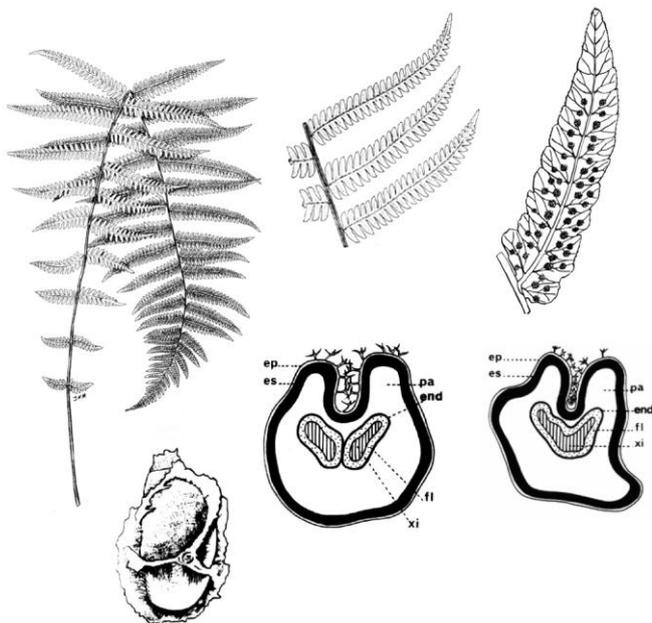
Comprende principalmente helechos terrestres con tallos reptantes o erectos, con escamas no clatradas en los ápices. Las frondes son próximas o dispersas entre sí, con escamas en la base del pecíolo; este presenta 2 haces vasculares que se unen distalmente en forma de U o V en sección transversal. Las láminas son pinnadas.

Los esporangios se agrupan en soros redondeados o alargados, con indusio reniforme o ausente. Las esporas son monoletes.

Distribución: Familia de distribución tropical y subtropical, en Argentina en las selvas hasta la ribera platense.

Usos: Varias especies de ***Thelypteris*** tienen valor ornamental.

***Thelypteris* sp.**: Detalle de la fronde y de los haces vasculares.

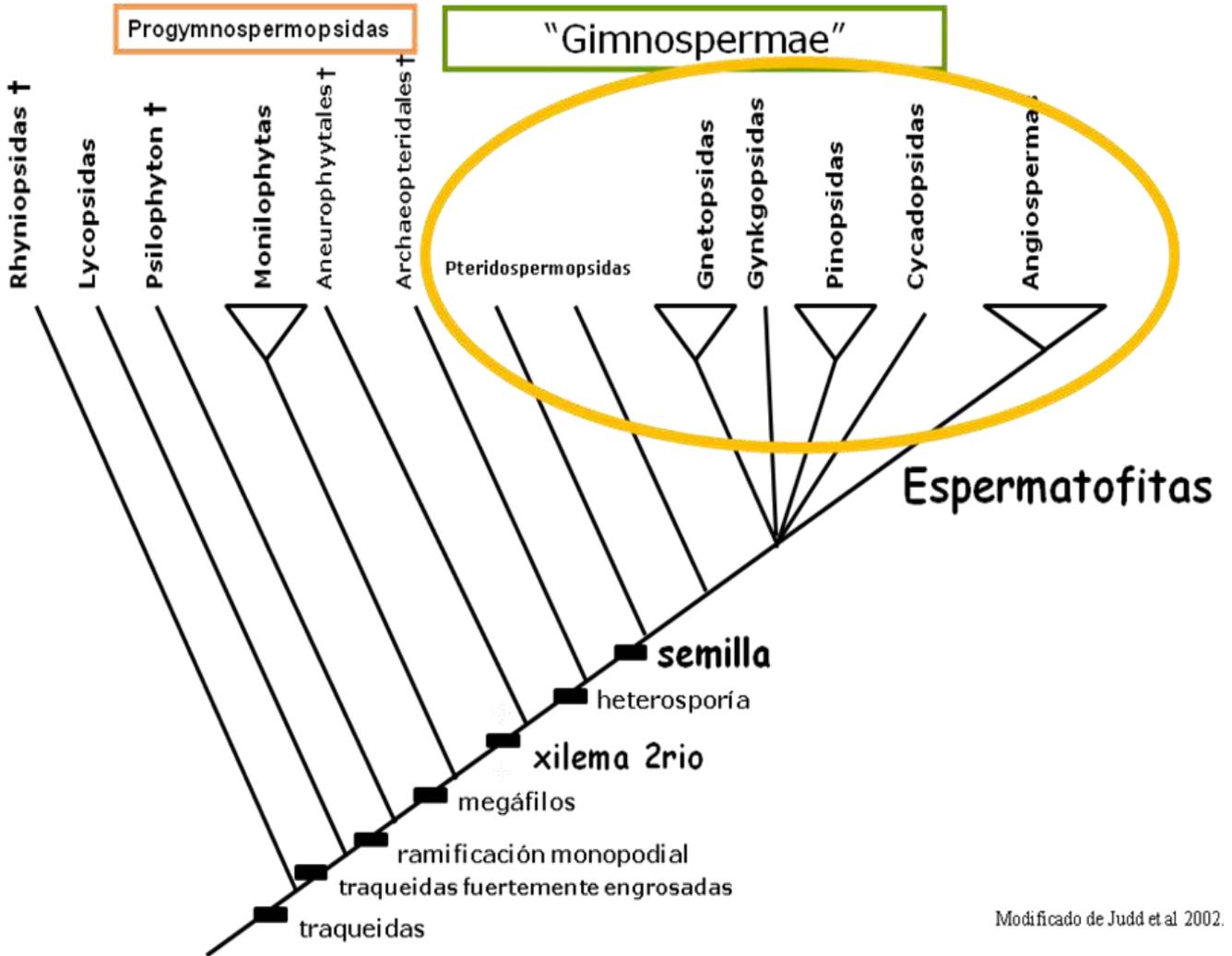


LINEA EUPHYLLOPHYTINA

SUBDIVISIÓN ESPERMATOFITAS (Plantas con semilla):

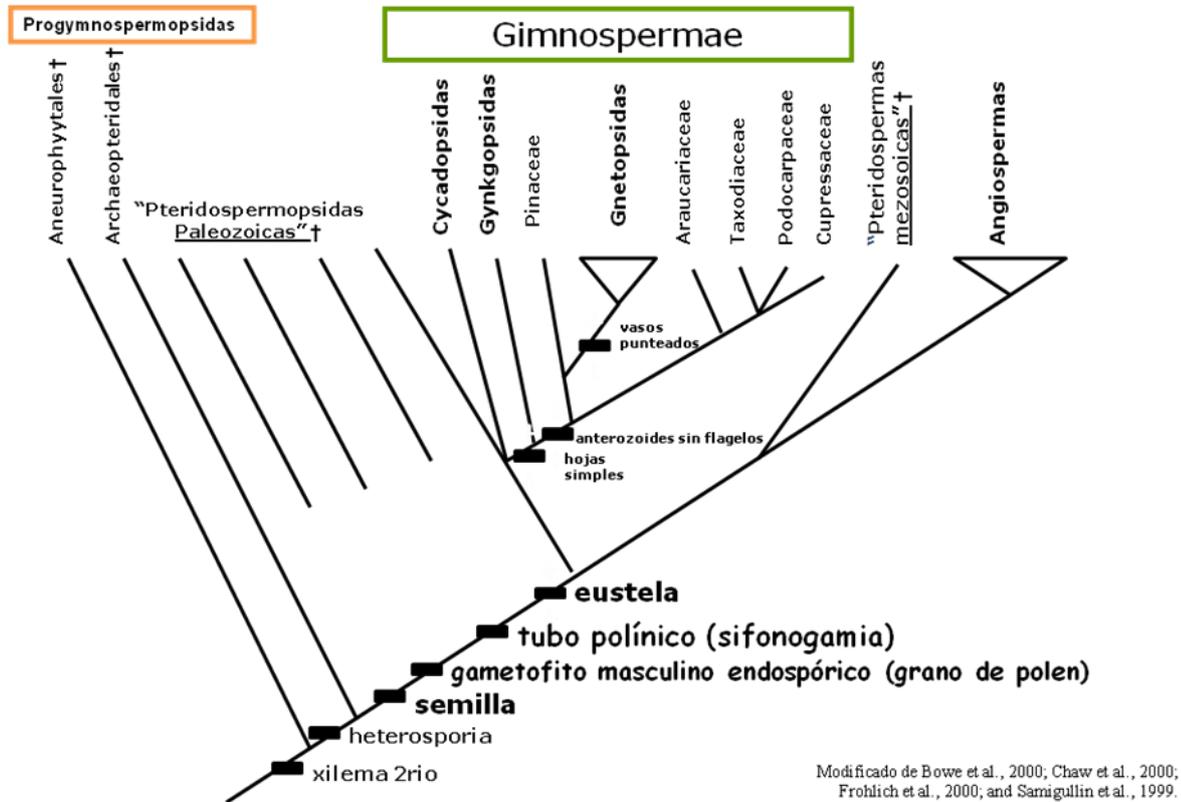
- GYMNASPERMAS

Filogenia de las Tracheophyta



Modificado de Judd et al. 2002.

Filogenia de las Lygnophytas



Clave para diferenciar las clases de Gimnospermas

1. Plantas con leño gimnospérmico.
 2. Plantas sin semillas (esporangios con producción libre de esporas). Fósiles exclusivamente.

PROGYMNOSPERMOPSIDA (†)
 - 2'. Plantas con semillas.
 3. Plantas con aspecto de helechos; microsporangios fusionados en un sinangio. Fósiles exclusivamente.

PTERIDOSPERMOPSIDA (†)
 - 3'. Plantas con aspecto distinto de helechos; microsporangios libres. Fósiles y vivientes.
 4. Tallo no ramificado (estípote); hojas pinnadas.

CYCADOPSIDA
 - 4'. Tallo generalmente ramificado; hojas simples o lobadas.

5. Hojas de lámina ancha, flabeladas, a menudo bilobadas o recortadas; anterozoides ciliados

GINKGOPSIDA

5'. Hojas generalmente lineares o aciculares, a veces reducidas; anterozoides no ciliados.

PINOPSIDA

1'. Plantas con leño angiospérmico (con tráqueas).

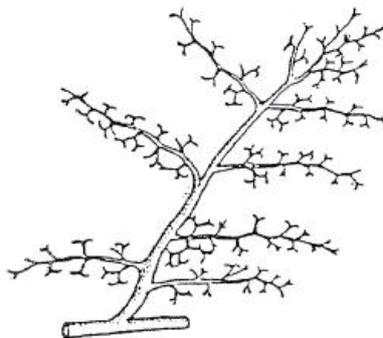
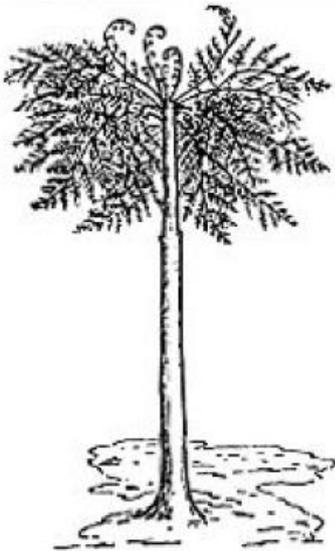
GNETOPSIDA

CLASE PROGYMNOSPERMOPSIDA (†) (Devónico-Carbonífero inferior).

Este grupo se considera intermedio entre las Pteridofitas y las plantas con semillas (Espermatofitas). Fueron los primeros árboles verdaderos, con tejido de crecimiento secundario muy parecidos al de las Gimnospermas actuales (con cambium bifacial). Se pueden dividir en dos órdenes que señalan sus tendencias evolutivas. El orden Aneurophytales del Devónico se caracteriza por la disposición espiralada de las ramificaciones, con apéndices tridimensionales no laminares, frecuentemente recurvados y esporangios fusiformes de disposición terminal en cortas ramitas. Las Archaeopteridales del Devónico medio ya poseían hojas laminares, opuestas, los esporangios fusiformes se ubican en la cara adaxial de las últimas ramificaciones semejjando un estróbilo.

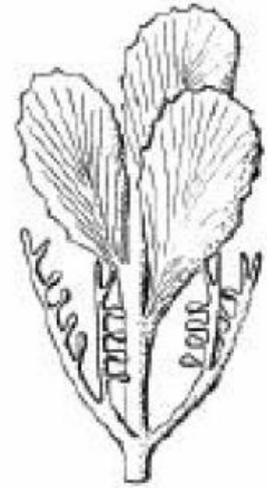
Orden Aneurophytales (Devónico medio a superior).

Aneurophyton.



Orden Archeopteridales (Devónico superior-Carbonífero).

Archeopteris.



CLASE PINOPSIDA

Árboles o arbustos, ramificados, con leño pinoxílicos. Las hojas son simples de disposición opuesta o espiralada. Cada hoja está recorrida por una o dos venas, aunque en hojas más anchas, se hallan en mayor número. Los estomas son haplocélicos. Son plantas monoicas o dioicas. Los conos femeninos se componen de brácteas o escamas ovulíferas dispuestas espiraladamente. Cada escama ovulífera nace de la axila de una bráctea tectriz y porta uno o más óvulos (rudimentos seminales) en su cara adaxial. Los granos de polen son monosacados (Tsuga), bisacados (Pinus) o inaperturados (Araucaria).

Clave para diferenciar los órdenes de la clase Pinopsida.

1. Conos femeninos con muchas escamas ovulíferas por bráctea. Fósiles exclusivamente.

2. Varias escamas fértiles cada una con 1 óvulo pendulo.

Cordaitales (†)

2'. Sólo una escama fértil con 1 óvulo invertido.

Voltziales(†)

1'. Conos femeninos con una escama ovulífera por bráctea. Fósiles y actuales.

3. Semillas situadas en estróbilos o conos. Leños con canales resiníferos. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz presente.

Coniferales

3'. Semillas con cubierta carnosa, no dispuestos en conos. Leño sin canales resiníferos. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz ausente.

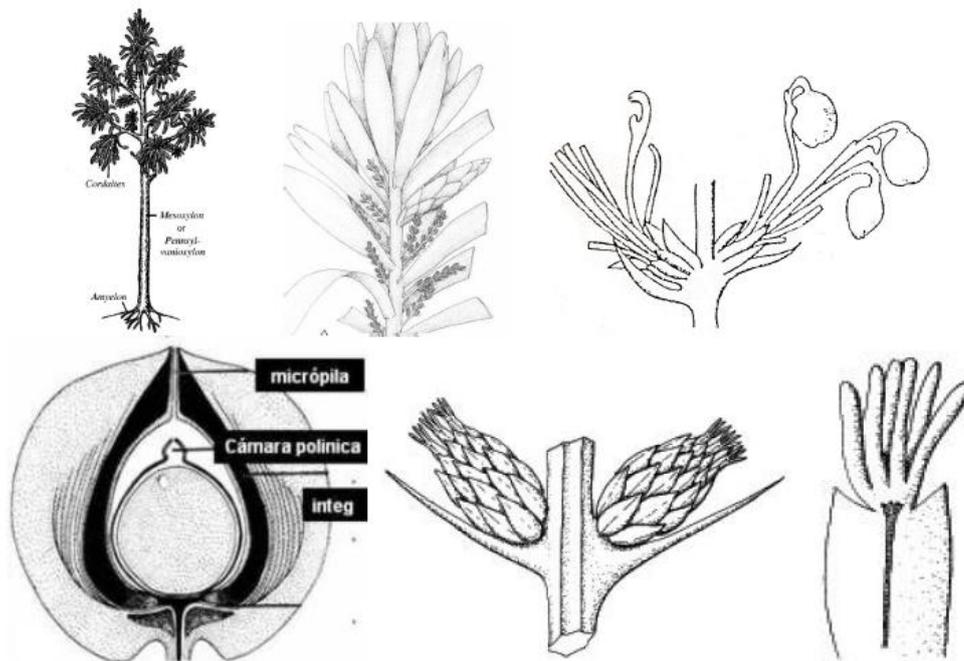
Taxales

Orden Cordaitales (†).

Árboles de hasta 30 m de altura. Las hojas son delgadas, ensiformes, a veces de 1 m de longitud, la venación es dicotómica.

Las estructuras reproductivas son estróbilos laxos compuestos, dispuestos en las axilas de las hojas. Cada estróbilo está compuesto por dos filas de brácteas. En la axila de cada bráctea se encuentra una corta ramificación que presenta apéndices llamados escamas, dispuestas en espiral. Las escamas fértiles de los conos femeninos sostienen cada una 1 óvulo terminal y pendulo. Las semillas son pequeñas y cordiformes, con el tegumento formando un ala, este es libre con respecto a la nucela, con excepción de la parte basal y con frecuencia la nucela presenta una prolongación en forma de pico. Por su morfología general las semillas de este grupo son muy parecidas a las Pteridospermas.

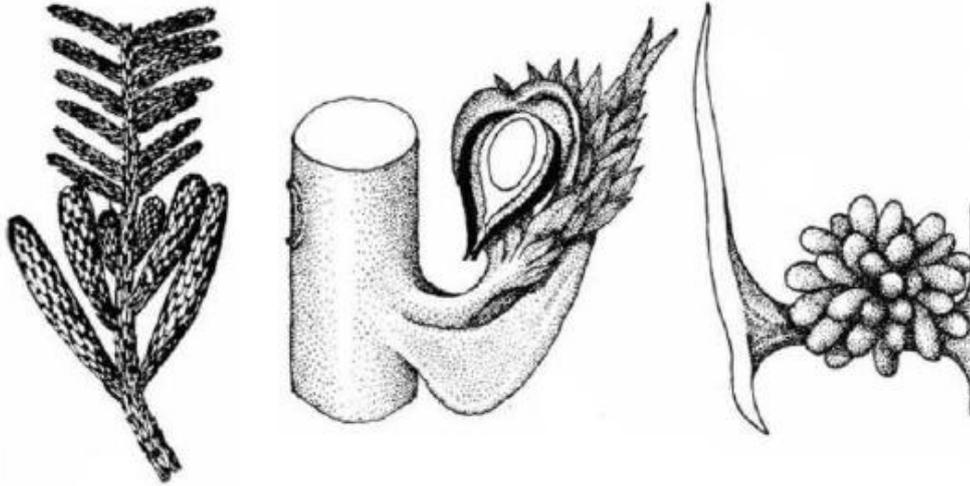
Cordaites



Orden Voltziales (†) (Carbonífero superior-Cretácico).

Comprende plantas que podrían ser consideradas como antecesoras de las coníferas actuales (con excepción de la familia Taxaceae). Árboles constituidos por un eje principal con ramas laterales dispuestas en forma pinnada. Presentan dos tipos de hojas: las de las ramas pequeñas son escamiformes o aciculares y enteras; las del eje principal y ramas mayores son más largas y aplanadas que la de las ramas pequeñas, con frecuencia bifurcada en el extremo. Los conos femeninos suelen estar en la parte superior del árbol: son compactos, con un eje central que sostiene muchas brácteas de ápice bifurcado dispuestas en espiral. En la axila de cada bráctea hay un pequeño brote con escamas y solo una de ellas es fértil, uniovulada con el óvulo invertido. Los conos masculinos se componen de un eje central con los microsporofilos en espiral. Sobre la superficie abaxial de cada esporofilo se encuentran numerosos esporangios parcialmente recubiertos por una prolongación del mismo esporofilo. Los granos de polen tienen una sola vesícula alar (monosacados).

Voltziales (†)



Orden Coniferales (Carbonífero-actualidad).

Morfología vegetativa: Las coníferas son típicamente arborescentes, con unos pocos géneros arbustivos. Sus tallos son monopodiales, con una ramificación verticilada o espiralada. Algunos géneros tienen sus ramas diferenciadas en macroblastos y braquiblastos. Las hojas presentan variación en tamaño, estructura y forma: aciculares, uninervias y de sección tetragonal; lanceoladas y aplanadas; escamiformes, reducidas y dispuestas apretadamente sobre el tallo; y menos comúnmente, hojas anchas, aplanadas con nerviación dicotómica. Son comúnmente perennifolias y algunas caducifolias (ej.: *Larix*, *Taxodium*). Casi todas las hojas poseen una cutícula gruesa y una epidermis con estomas hundidos, a veces dispuesto en bandas longitudinales. Es común la presencia de canales resiníferos en hojas y tallos.

Morfología reproductiva: Son plantas generalmente monoicas (diclino-monoicas), a veces dioicas. En general los sacos polínicos (microsporangios) y los óvulos (primordios seminales o rudimentos seminales) se disponen en estructuras reproductivas denominadas conos o estróbilos. Los conos masculinos están formados por microsporofilos dispuestos espiraladamente alrededor de un eje central y llevan microsporangios en su cara abaxial. El número de microsporangios varía de 2 a 15. En la mayoría de los granos de polen la exina forma vesículas aéreas para la polinización. Todas las coníferas son anemófilas. Los conos femeninos están formados por brácteas estériles o tectrices con una escama (o bráctea) ovulífera en sus axilas, la cual lleva de 1 a numerosos óvulos. Las brácteas tectrices se disponen en verticilos o espiraladamente alrededor de un eje central y pueden o no soldarse a su escama ovulífera. La bráctea y la escama varían en forma y tamaño. Los óvulos están unidos en la superficie adaxial de la escama en número que varía de 1 a 7. Tienen un único tegumento (compuesto de 3 capas) libre o parcialmente soldado a la nucela. No existe cámara polínica ni pico micropilar. En algunas especies la semilla va unida a un ala que ayuda a la dispersión por el viento. En otros casos las semillas están cubiertas por una proliferación carnosa llamada arilo o epimacio.

Clave para diferenciar las familias del orden Coniferales.

1. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz con sólo la escama desarrollada y carnosa, soldada al tegumento del óvulo (epimacio).

Familia Podocarpaceae

1'. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz desarrollado.

2. Escama ovulífera uniovulada. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz parcialmente soldado.

Familia Araucariaceae

2'. Escama ovulífera con 2 a numerosos óvulos.

3. Escama ovulífera siempre biovulada. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz libre o parcialmente soldado en la base.

Familia Pinaceae

3'. Escama ovulífera con 2 a numerosos óvulos. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz completamente soldado.

4. Hojas opuestas, decusadas o en verticilos.

Familia Cupressaceae

4'. Hojas dispuestas en forma espiralada.

Familia Taxodiaceae

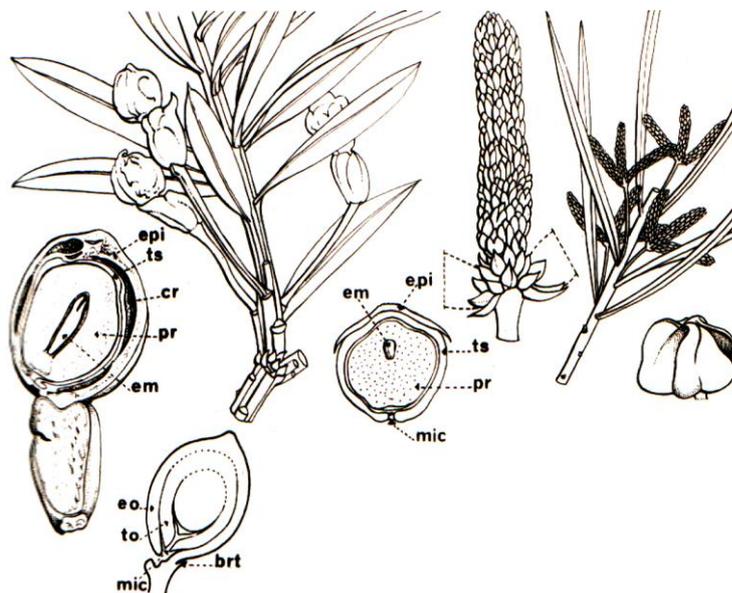
Familia Podocarpaceae (Triásico-actualidad) (7/100), (4/6).

Árboles o arbustos de hasta 60 metros de altura, levemente resinosos. Hojas dispuestas en espiral o subopuestas, lineares u ovadas, planas, de margen entero, coriáceas, uninervias. Dioicos o raramente monoicos.

Estróbilos terminales o axilares. Estróbilos masculinos cilíndricos, con numerosos esporofilos peltados, cada uno con dos sacos polínicos. Estróbilos femeninos pedunculados, formados por muchas o pocas brácteas tectrices que sostienen a las escamas ovulíferas, de las que a veces, sólo una se hace fértil portando un único óvulo del lado adaxial (Podocarpus). La escama ovulífera se desarrolla en una excrescencia carnosa (epimacio) connada a la semilla. En algunos casos (Podocarpus) las brácteas basales se fusionan y forman un pie carnoso.

Distribución: Familia característica del Hemisferio Sur. En Argentina: *Podocarpus nubigenus* "mañiu macho" en los bosques andino-patagónicos, *P. parlatorei* "pino del cerro" en los bosques serranos del NO y *P. lambertii* "pinheirinho" en la selva paranaense; *Saxegothaea conspicua* "mañiu hembra", *Prumnopytys andina* "lleuque" y *Lepidothamnus fonkii* "ciprés enano" en los bosques subantárticos.

Podocarpus parlatorei "pino del cerro"



Saxegothaea conspicua “mañiu hembra”



Podocarpus nubigenus “mañiu macho”

Distribución: En Argentina desde Puerto Blest (Río Negro) hasta Lago Menéndez (Chubut). En Chile desde aproximadamente los 39° hasta los 48° S, encontrándose las principales poblaciones en la Isla Chiloé.

Familia **Araucariaceae** (Triásico-actualidad) (2/48), (1/2).

Árboles de gran porte, monopodiales, con ramas verticiladas, de forma cónica cuando jóvenes, con copas planas y cupuliformes cuando adultos, con desramazón natural. Hojas espiraladas, imbricadas, grandes, lanceoladas, punzantes, coriáceas, perennes.

Generalmente dioicos. Estróbilos masculinos cilíndricos, grandes, con numerosos microsporofilos espinescentes, cada uno con 4 a numerosos sacos polínicos lineares, abaxiales. Estróbilos femeninos muy grandes, con bráctea y escamas ovulíferas soldadas hasta el ápice (lígula) de las escamas. Presentan un óvulo por escama. Las semillas son grandes, cónicas, con alas pequeñas y estrechas.

Distribución: Incluye 2 géneros **Araucaria** y **Agathis**. Familia originaria del Hemisferio Sur con la excepción de algunas especies de **Agathis** que habitan el archipiélago Malayo y las Islas Filipinas. **Araucaria** en Oceanía (más de 15 especies, ej.: **A. bidwillii** y **A. heterophylla**) y América del sur (sólo dos especies: **A. araucana** “pehuén”, de los bosques subantárticos y **A. angustifolia** “pino Paraná” de la selva paranaense). **Agathis** en Oceanía y Filipinas.

Usos: todas las especies son ornamentales y forestales, uso etnobotánico de las semillas.

Clave para diferenciar las especies de la familia Araucariaceae

1. Hojas escamiformes o lanceoladas, muy punzantes. Óvulos soldados al complejo escama ovulífera-bráctea tectriz

2. Ramas gruesas. Hojas ovado-lanceoladas, 1,5-2,5 cm de ancho. Apéndices del complejo escama ovulífera-bráctea tectriz largos.

Araucaria araucana.

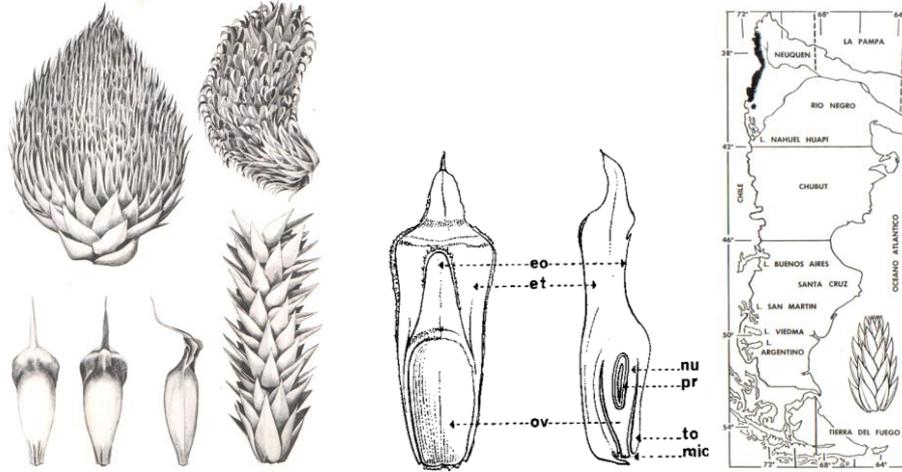
2'. Ramas delgadas. Hojas lanceoladas, de menos de 1 cm de ancho. Apéndices del complejo escama ovulífera-bráctea tectriz cortos.

Araucaria angustifolia

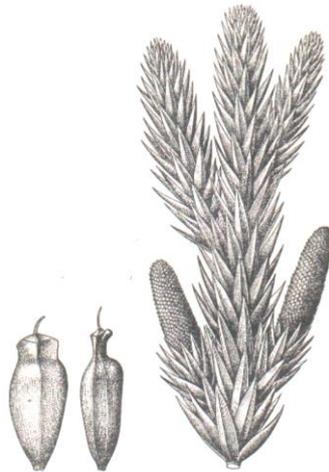
1'. Hojas elípticas o lanceolado-elípticas, no punzantes. Óvulos no soldados al complejo escama ovulífera-bráctea tectriz

Agathis.

***Araucaria araucana* “pehuén”**



***Araucaria angustifolia* “pino Paraná”**



***Agathis alba* “árbol de cristal”**



Familia **Pinaceae** (9/210).

Árboles monopódicos, con ramas originalmente verticiladas, raramente arbustos, de forma cónica cuando jóvenes y con copa cupuliforme cuando viejos. Hojas espiraladas, sobre ramas

largas, monomorfas y aciculares o lineares (ej.: **Abies**, **Picea**) o dimorfas (ej.: **Pinus** con catáfilos membranosos sobre las ramas largas y hojas aciculares, fasciculadas sobre los braquiblastos).

Plantas monoicas. Los estróbilos masculinos son relativamente pequeños pero numerosos, cilíndricos con numerosos microsporofilos peltados, espiralados, con dos sacos polínicos abaxiales. Los estróbilos femeninos presentan las escamas ovulíferas en espiral, sostenida por brácteas tectrices menos desarrolladas. Con dos óvulos por escama ovulífera. Semillas con una sola ala, a veces reducida.

Distribución: Familia del Hemisferio Norte, llegando en América a Cuba, México y Guatemala.

Usos: Diversas especies de **Pinus** (**P. radiata** “pino insigne”, **P. canariensis** “pino de las Canarias”, **P. pinaster** “pino marítimo”, **P. pinea** “pino piñonero”, **P. halepensis** “pino de alepo”, **P. ellioti**, **P. taeda**) son cultivadas como forestales, ornamentales y para la fabricación de pasta celulósica. **Cedrus atlantica** “cedro del Atlas”, **C. deodara** “cedro de Himalaya”, ornamentales. Diversas especies de **Abies** y de **Picea** “abetos” son ornamentales y de una de ellas se extraen el bálsamo de Canadá y productos químicos como la trementina. **Pseudotsuga menziesii** “abeto de Douglas o pino de Oregon” es forestal y ornamental, naturalizada en Bariloche. **Larix decidua** “alerce” es ornamental y **Tsuga canadensis** “abeto de Canadá”, es ornamental poco cultivado.

Clave para diferenciar los géneros de la familia Pinaceae.

1. Plantas con macroblastos y braquiblastos.
 2. Cada braquiblasto con 2-5 hojas. **Pinus**
 - 2'. Cada braquiblasto con más de 5 hojas.
 3. Hojas caducas. Conos femeninos persistentes sobre las ramas que no se desintegran al madurar. **Larix**
 - 3'. Hojas persistentes. Conos femeninos caedizos y que se desarticulan al madurar. **Cedrus**
- 1'. Plantas sin diferenciación entre macroblastos y braquiblastos.
 4. Conos femeninos erectos y que se desintegran al madurar. **Abies**
 - 4'. Conos femeninos péndulos y que no se desintegran al madurar.
 5. Hojas punzantes, de sección cuadrangular. **Picea**
 - 5'. Hojas no punzantes, de sección no cuadrangular.
 6. Bráctea tectriz trífida, exserta. **Pseudotsuga**
 - 6'. Bráctea tectriz no trífida, incluida. **Tsuga**

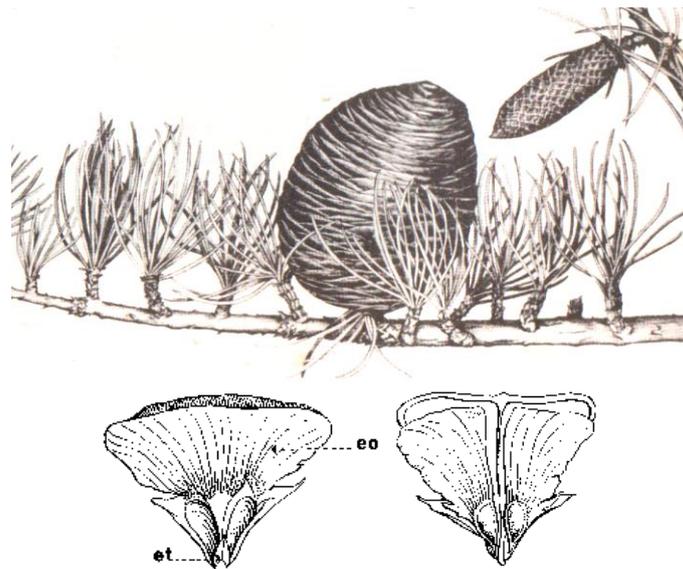
Pinus.



Larix.



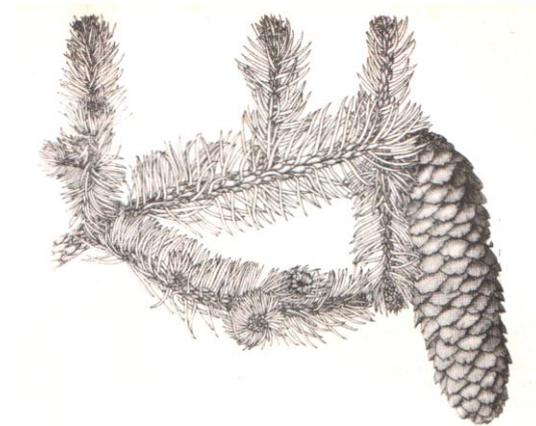
Cedrus.



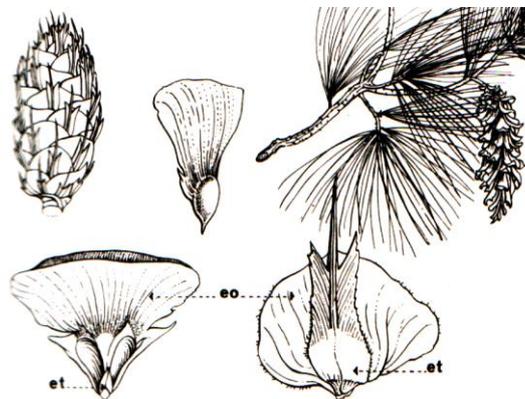
Abies.



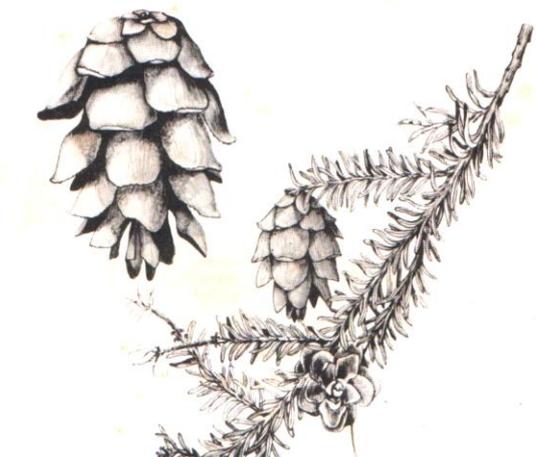
Picea.



Pseudotsuga.



Tsuga.



Familia **Cupressaceae** (28/155), (3/3).

Árboles o arbustos. Hojas decusadas o verticiladas, generalmente escamiformes, a veces con dimorfismos foliar según la edad (formas juveniles con hojas aciculares y formas adultas con escamiformes), persistentes, frecuentemente con una glándula dorsal.

Plantas monoicas o dioicas. Los estróbilos son axilares o terminales. Estróbilos masculinos pequeños, oblongos, con microsporofilos peltados, decusados o espiralados, cada uno con 2-6 sacos polínicos. Estróbilos femeninos, globosos, compuestos, las brácteas tectrices soldadas con las escamas ovulíferas, las cuales pueden disponerse decusadas o en espiral, libres sólo en la parte apical. Escamas ovulíferas gruesas, peltadas o basifijas, valvadas o imbricadas. Conos femeninos maduros leñosos o carnosos (gálbulos en **Juniperus**), con 1-20 óvulos por escama ovulífera. Semillas aladas o no.

Distribución: en zonas templadas o templado-cálidas de ambos hemisferios. Las 3 especies nativas son: **Austrocedrus chilensis** “ciprés de la cordillera”, **Fitzroya cupressoides** “alerce” y **Pilgerodendron uviferum** “ciprés de las guaitecas” de los bosques andino-patagónicos.

Usos: se cultivan diversas especies de **Cupressus** “cipreses” (ej.: **C. sempervirens**, **C. lusitanica**, **C. macrocarpa**, **C. arizona**) como ornamentales y forestales; especies de **Thuja** “tuyas” para cercos vivos; **Juniperus** “enebros” (**J. virginiana**), como ornamentales o los conos carnosos o gálbulos de algunas de sus especies son utilizados en la fabricación de ginebra.

Clave para diferenciar las especies argentinas de la familia Cupressaceae

1. Hojas opuestas, decusadas.

2. Hojas dimorfas.

Austrocedrus chilensis.

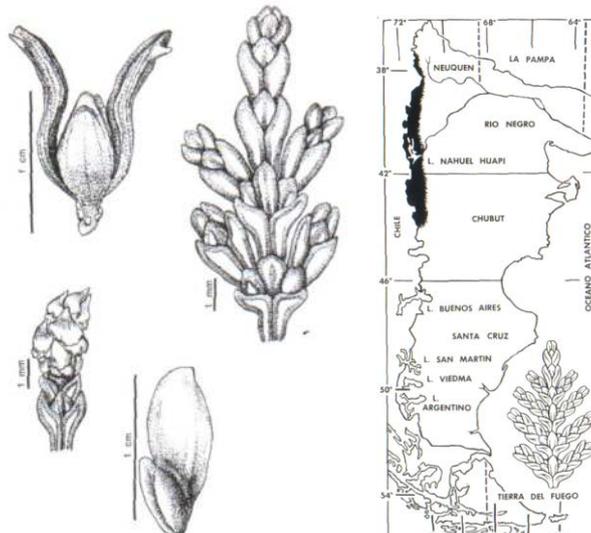
2'. Hojas homomorfas.

Pilgerodendron uviferum.

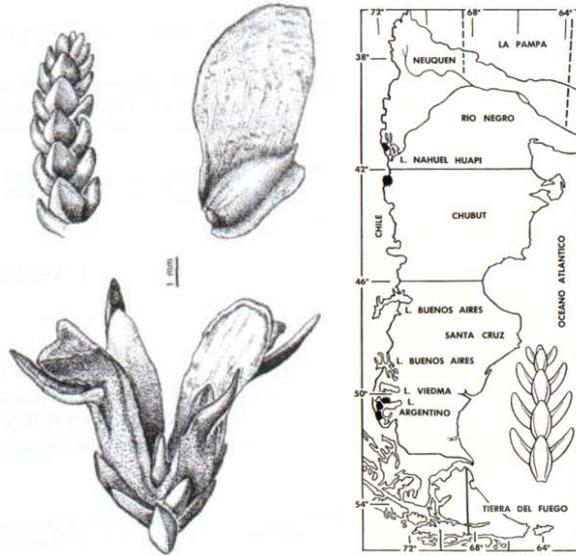
1'. Hojas en verticilos trímeros.

Fitzroya cupressoides.

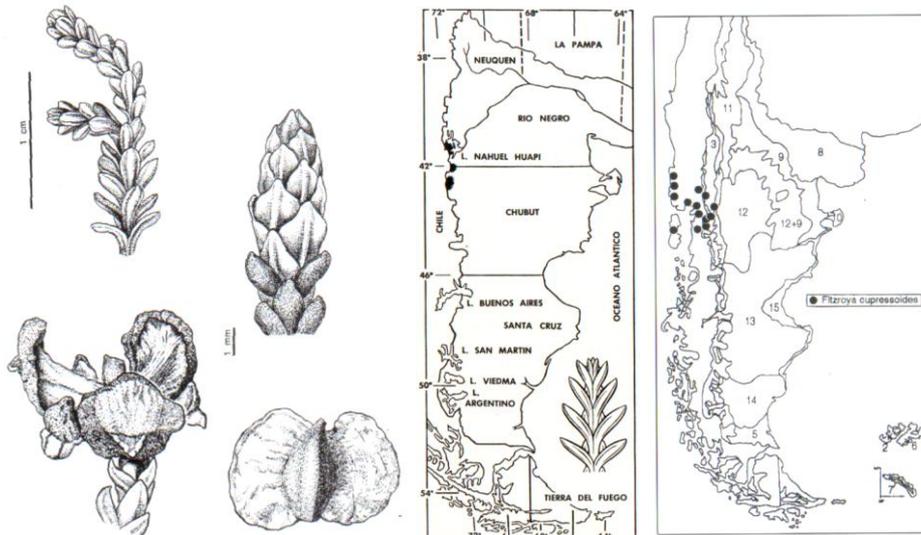
Austrocedrus chilensis “ciprés de la cordillera”,



Pilgerodendron uviferum “ciprés de las guaitecas”



Fitzroya cupressoides “alerce”



Clave para diferenciar algunos géneros exóticos de la familia Cupressaceae.

- 1. Conos femeninos leñosos a la madurez, dehiscentes.
 - 2. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz peltado, escutiforme.

Cupressus

- 2'. Complejo escama ovulífera-bráctea tectriz basifijo.

Thuja

- 1'. Conos femeninos carnosos (gálbulos) a la madurez, indehiscentes.

Juniperus

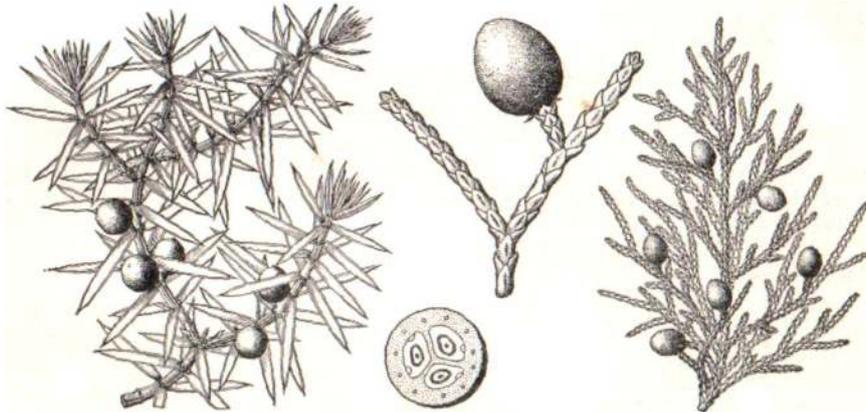
Cupressus



Thuja



Juniperus



Familia Taxodiaceae.

Árboles generalmente de gran porte, con las hojas homomorfas o dimorfas, dispuestas en espiral o en verticilos, siguiendo la dirección de las ramas o extendidas en dos planos divergentes.

Plantas monoicas. Estróbilos masculinos solitarios, en glomérulos o amplias panojas terminales con los microsporofilos escamosos, dispuestos en forma espiralada, llevando en su base 2-9 sacos polínicos cada uno. Estróbilos femeninos solitarios, terminales o laterales, compuesto de numerosas escamas espiraladas, leñosas o coriáceas, imbricadas o valvadas, con 2-12 óvulos cada una. Semillas provistas de un ala pequeña.

Distribución: Unas 16 especies distribuidas en zonas templadas y subtropicales del Hemisferio Norte, con un género en el Hemisferio Sur (**Athrotaxis**, de Tasmania).

Usos: **Taxodium distichum** "ciprés calvo o ciprés de los pantanos" (originaria de América boreal) es cultivado en el delta del Paraná para la protección de las costas, posee raíces aéreas o

neumatóforos. **Cryptomeria japónica** (originaria de China y Japón), **Sequoia sempervirens** “redwood” (originaria de Oregón y California) y **Sequoiadendrum giganteum** “sequoia o big-tree” (originaria de California) son forestales y ornamentales.

Clave para diferenciar algunos géneros de la familia Taxodiaceae.

1. Conos femeninos con el complejo escama ovulífera-bráctea tectriz provisto de un borde superior de 4-5 dientes.

Cryptomeria

1'. Conos femeninos con el complejo escama ovulífera-bráctea tectriz desprovisto de dientes.

2. Hojas gráciles, caedizas. Estructuras masculinas en panojas.

Taxodium

2'. Hojas coriáceas, persistentes. Estructuras masculinas solitarias.

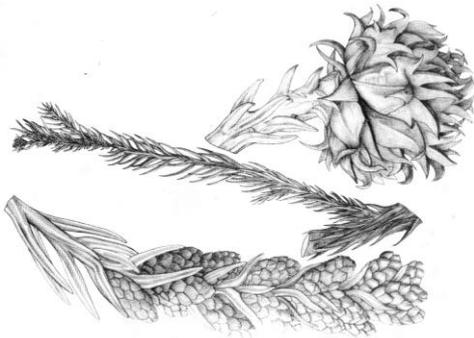
3. Hojas dimorfas, las de las ramitas terminales en dos planos divergentes.

Sequoia

3'. Hojas homomorfas, dispuestas en espiral y siguiendo la dirección de las ramitas.

Sequoiadendron

Cryptomeria.



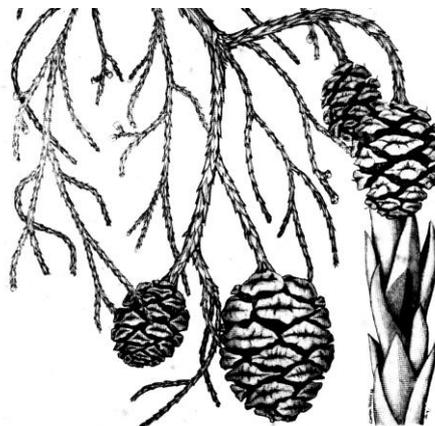
Sequoia.



Taxodium.



Sequoiadendron



Orden **Taxales**.

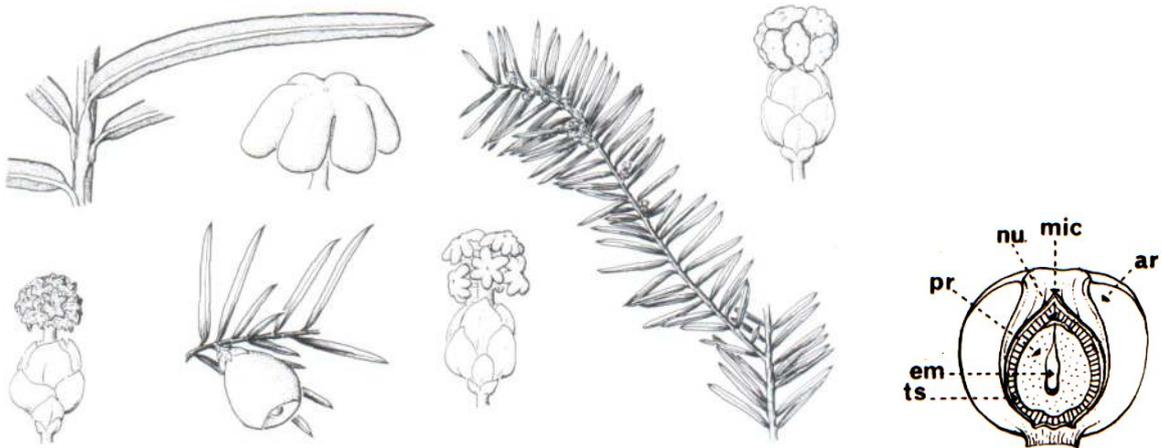
Familia **Taxaceae** (Jurásico inferior-actualidad).

Pequeños árboles o arbustos, con hojas persistentes, opuestas, dispuestas en espiral y organizadas en dos filas, con el limbo linear o lanceolado. No tienen conductos resiníferos en el leño ni en las hojas.

No presentan complejo escama ovulífera-bráctea tectriz. Las estructuras reproductivas masculinas están formadas por esporofilos peltados con un ápice engrosado que lleva 3-9 microsporangios o sacos polínicos. Los granos de polen son esféricos. Los óvulos son solitarios y terminales, y no forman conos. Cada óvulo está rodeado por un arilo carnoso cuyo origen ha sido interpretado de diferentes maneras. Algunos autores consideran el arilo como una modificación de una de las últimas hojas de la rama.

Distribución: grupo boreal, sin representantes indígenas.

Taxus baccata “tejo”



CLASE GINKGOPSIDA.

1. Hojas divididas en segmentos filiformes, agrupados sobre un eje corto y escamoso. Fósiles.

Orden Czekanowskiales

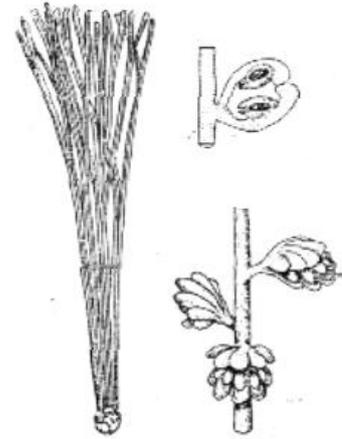
1'. Hojas enteras o lobuladas, sobre macroblastos y braquiblastos. Fósiles y vivientes.

Orden Ginkgoales

Orden **Czekanowskiales**.

Algunos autores consideran este grupo como proangiospermas del Juráico y Cretácico más que plantas relacionadas con la clase **Ginkgopsida**.

En **Czekanowoskia** las hojas son uninervias, divididas en segmentos filiformes y nacen en grupos en el ápice de un corto pie con escamas.



Czekanowskia.

Orden **Ginkgoales**.

Este orden está representado por una sola especie viviente (**Ginkgo biloba**), el resto son fósiles. Árboles de hasta 30 metros de altura, con crecimiento monopodial, caducifolios. Tiene dos clases de ramas, los braquiblastos y los macroblastos. Los macroblastos tienen crecimiento indefinido, poseen hojas esparcidas y constituyen las ramas principales del árbol. Los braquiblastos tienen crecimiento definido, se forman sobre los macroblastos durante el segundo año de crecimiento y originan una roseta de hojas. Las hojas pueden ser sésiles y con el limbo dividido dicotómicamente (**Baiera**) o pecioladas y con el limbo muy recortado (**Trichopitys**) o lobuladas (**Ginkgoites** y **Ginkgo**). La venación es usualmente dicotómica. El leño es pinóxico en macroblastos y manoxílico en braquiblastos.

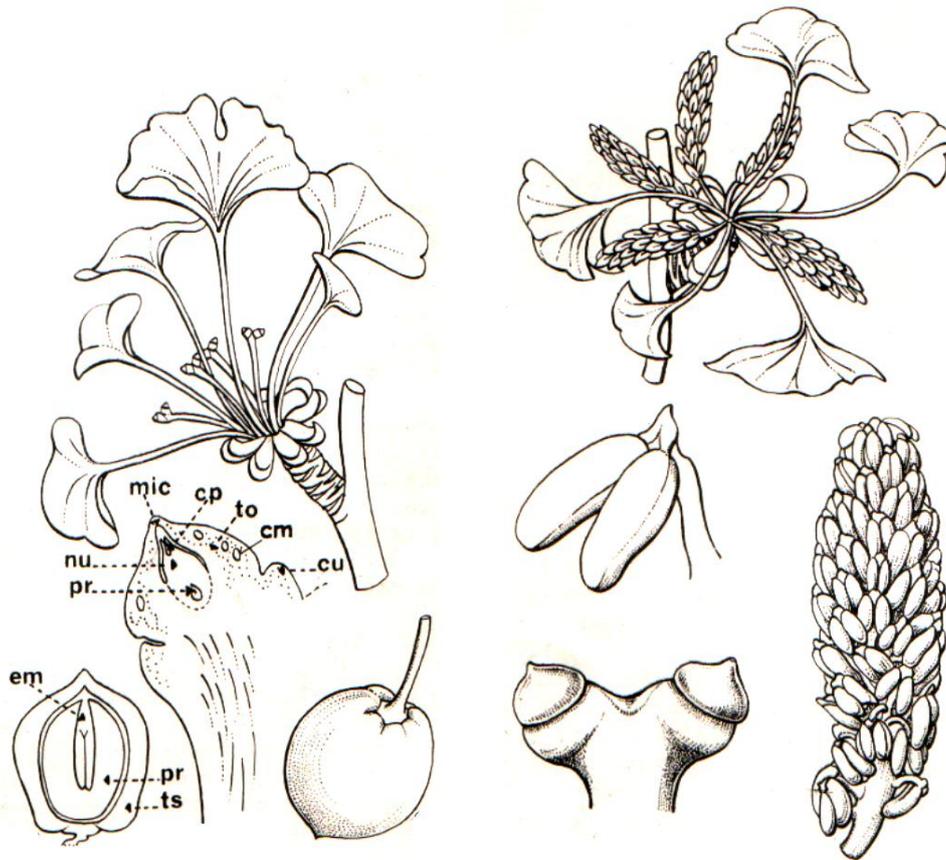
Son plantas dioicas. Los esporangios masculinos (microsporangios o sacos polínicos) se disponen en estróbilos laxos. Cada estróbilo está constituido por esporofilos dispuestos en espiral sobre el eje central. Cada esporofilo posee un pedúnculo curvado que sostiene dos esporangios en su extremo. Los granos de polen son circulares o elípticos con una sola cicatriz longitudinal (monosulcados). Las estructuras femeninas se disponen sobre pedúnculos. Cada pedúnculo se divide dicotómicamente y porta en su ápice un óvulo. Cada óvulo posee un tegumento que lo rodea de 3 capas como en las Cycadophytas. La capa externa contiene ácido butírico que le da el típico olor desagradable.

Familia **Ginkgoaceae**.

Ginkgoites (†) (Pérmico de Chubut, Triásico de Neuquén y Mendoza, Cretácico inferior de Santa Cruz).

Hay una sola especie viviente, **Ginkgo biloba** o “árbol de los 40 escudos”, con poblaciones relictuales en China pero muy difundida en todo el mundo como árbol ornamental y medicinal.

Ginkgo biloba.



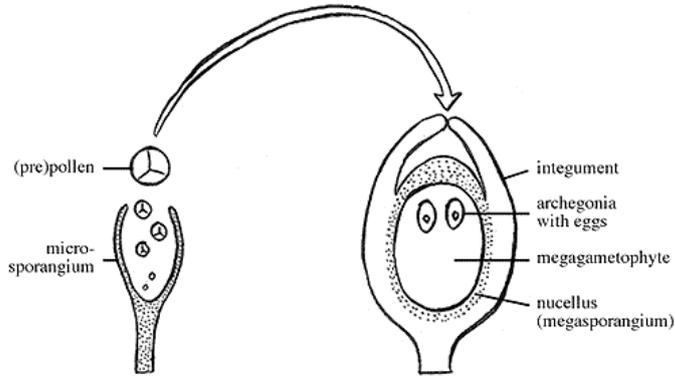
CLASE PTERIDOSPERMOPSIDA= LYGINOPTERIDOPSIDA (†) (Devónico superior-Triásico)

Este grupo de plantas comparte características vegetativas con los helechos y las cicas. Algunas tenían apariencia de helechos actuales arborescentes mientras que otras eran plantas trepadoras. Los óvulos y microsporangios se ubican sobre hojas modificadas o no y esta característica las diferencia de las coníferas cuyas estructuras reproductivas se agrupan en conos. Los óvulos de algunas Pteridospermas son parecidos a los de las modernas cicas pero los microsporangios (eusporangios) se diferencian de estas en que forman sinangios. Por esta combinación de caracteres muchos autores llaman a este grupo los “helechos con semilla”. Es común hallar una protostela en los tallos, pero algunos poseen eustela.

Orden Lyginopteridales (†) (Carbonífero).

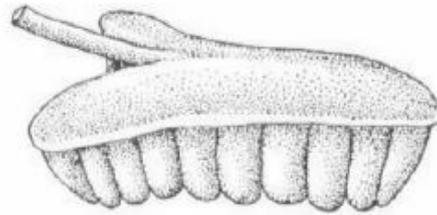
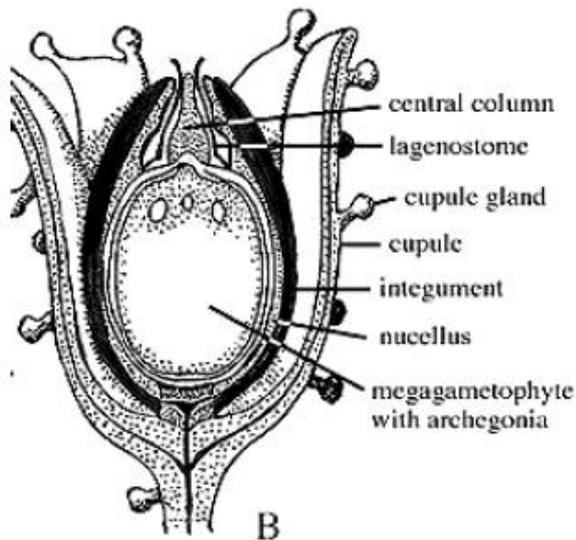
Plantas trepadoras con frondes de tipo de los helechos, con ramificaciones bipinnadas. La superficie de los tallos, hojas y cúpulas están cubiertas por glándulas pedunculadas de cabeza globulosa. En algunos géneros las ramificaciones terminan en una cúpula con forma de tulipán, profundamente lobulada que encierra un óvulo. Aparentemente estos lóbulos se curvaban hacia fuera para permitir la caída del óvulo maduro. Cada óvulo está formado por un gametofito encerrado por el nucela. Esta está a su vez rodeada por un tegumento simple que deja una estrecha abertura, el micropilo. En esta zona la nucela se proyecta hacia el extremo formando un pico que penetra en una cavidad, la cámara polínica. La porción inferior del integumento esta

fusionada a la nucela, excepto a la región distal. Los órganos polínicos se encuentran en el ápice de las ramas fértiles. El polen producido por los órganos se conoce con el nombre de “**prepolen**”, intermedio entre las esporas de las pteridófitas y el verdadero polen de las gimnospermas, donde retiene el carácter plesiomórfico de la marca trilete, así entonces el término polen es funcional, no morfológico.



Lagenostoma sp

Crossotheca sp

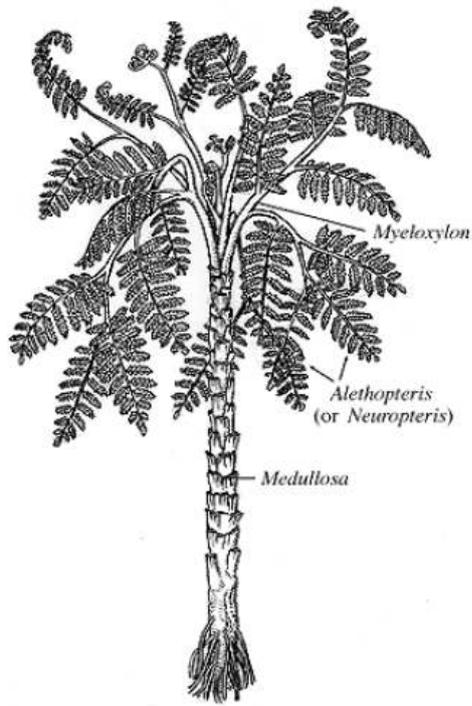


Orden Medullosales (†) (Carbonífero inferior-Pérmico).

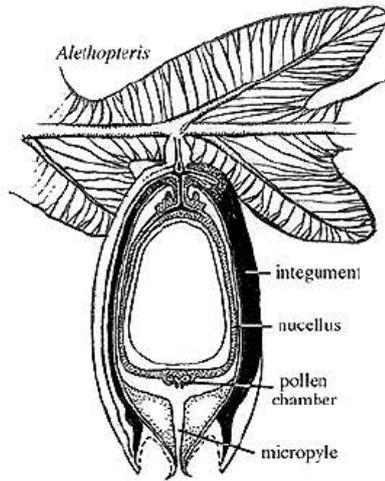
Plantas de hasta 4,5 metros de altura, con aspecto de helecho arborecente. Tallo de tipo polistélico cubierto por bases foliares. Las frondes están ramificadas dicotómicamente.

El integumento se compone de tres capas como en *Cycas* y *Ginkgo* actuales; consiste en una endotesta interna, una capa media fibrosa o esclerotesta y una capa interna parenquimatosa o sarcotesta. El integumento no se suelda a la nucela excepto en la base y se arquea sobre la cámara polínica formando el micrópilo. La nucela posee una cámara polínica en su extremo distal. Los órganos polínicos son grandes sinangios y consisten en esporangios ubicados radial o simétricamente alrededor de un orificio central; en algunos géneros esta estructura adquiere una forma acampanada. En general los granos de polen tienen un solo surco, recordando los granos de las Cycadophytas.

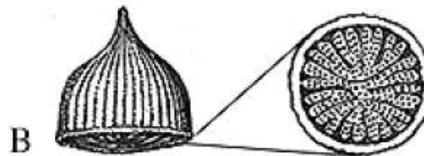
Medullosa sp



Alethopteris sp con *Pachytesta* sp



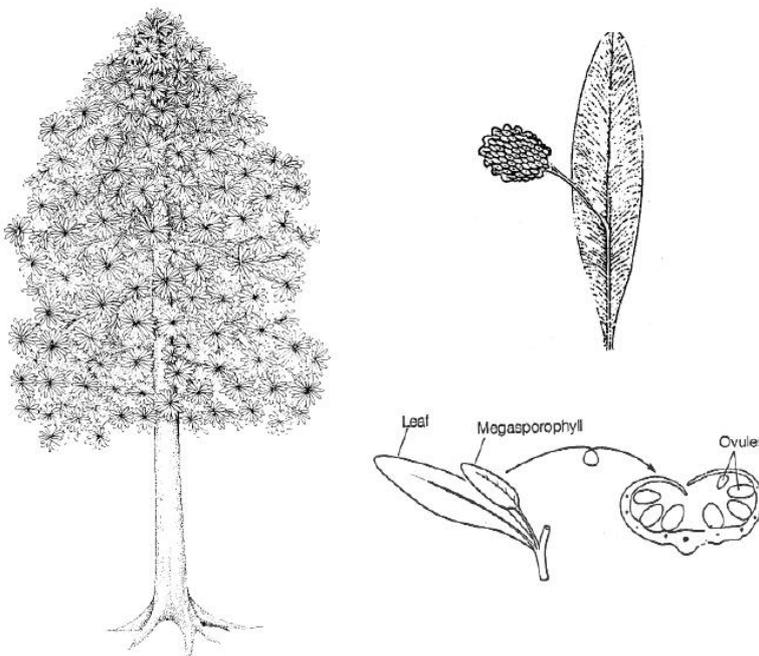
Dolerotheca sp



Orden Glossopteridales (†) (Carbonífero-Pérmico).

Árboles de hojas deciduas; las que se disponen de forma alterna o helicoidal, con venación reticulada.

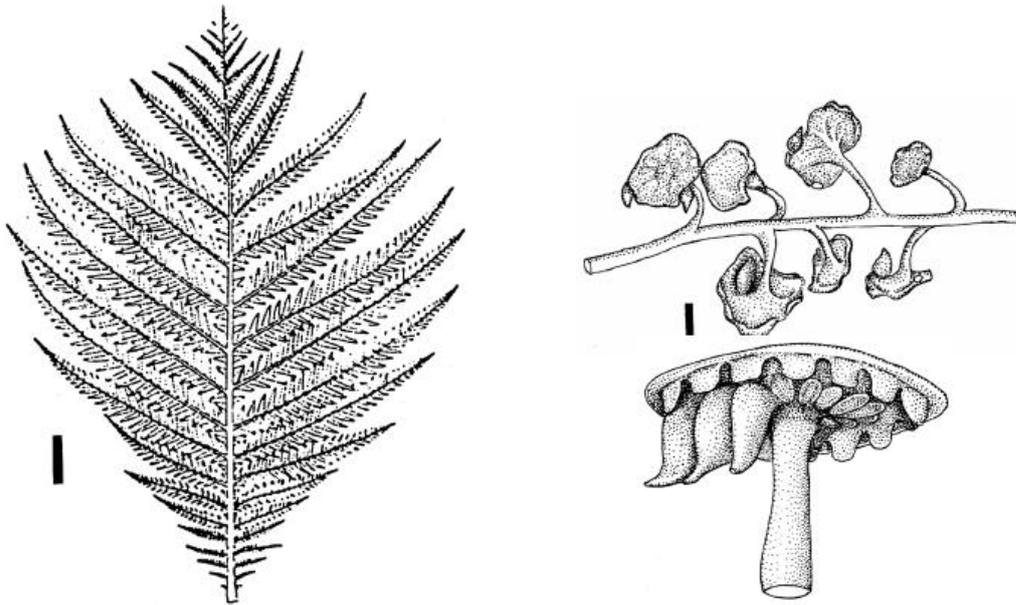
Glossopteris sp



Orden Peltaspermales (†) (Triásico).

No se conoce bien su morfología general. Las estructuras ovulíferas son características: entre 10 y 20 óvulos se disponen en un anillo sobre la cara inferior de una estructura peltada, estas estructuras se disponen en forma espiralada sobre un eje central. Los órganos polínicos están ramificados en forma pinnada de manera tal que cortas ramificados portan dos filas de sacos polínicos péndulos. En algunos géneros el polen posee sacos.

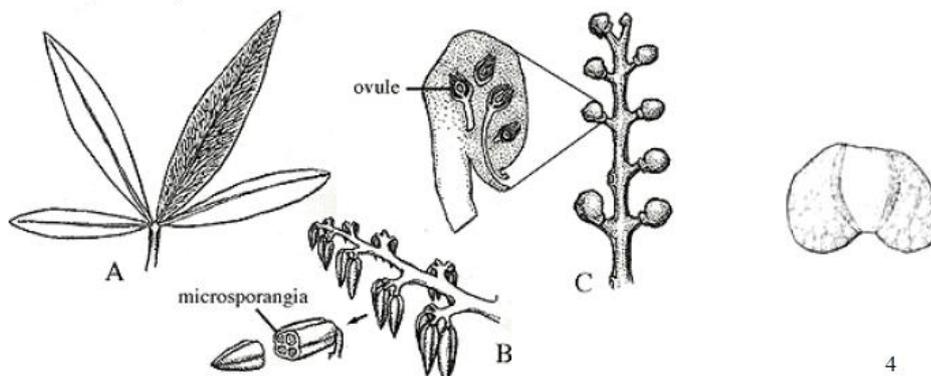
Lepidopteris sp



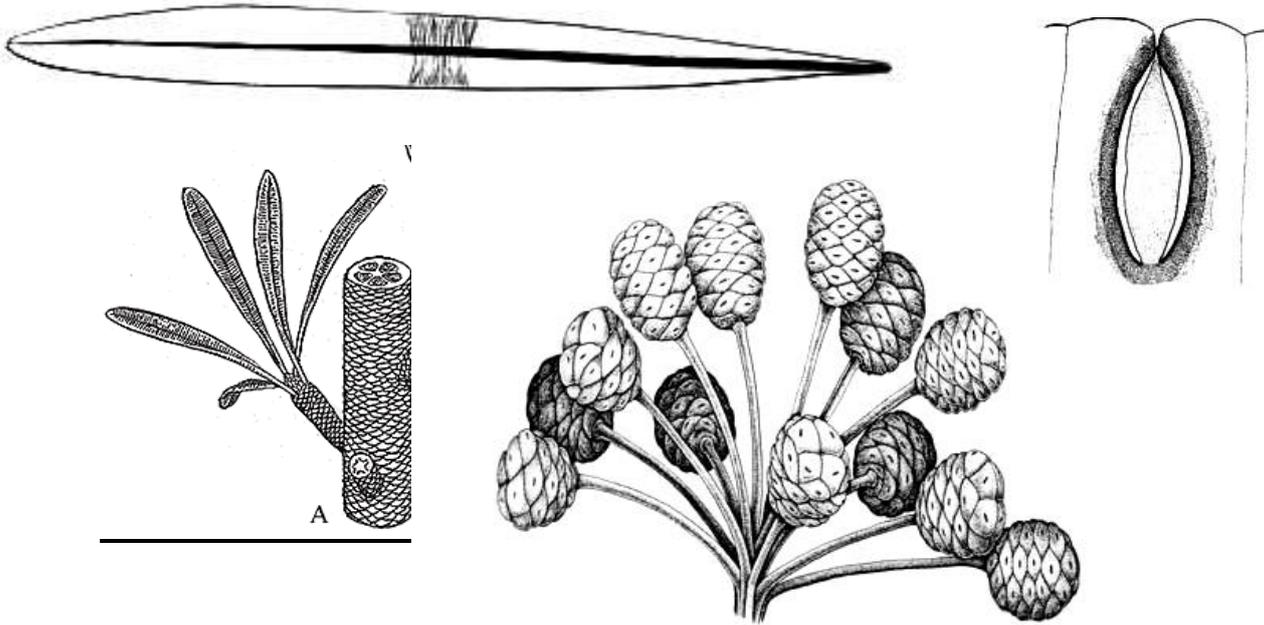
Orden Caytoniales (†) (Triásico-Cretácico)

Poseen 3 características importantes: hojas palmatipartidas con venación reticulada, esporangios tetraloculares y estructuras copulares recurvadas. Estas estructuras consisten en un eje con cortas ramificaciones pinnadas, cada una de las cuales sostiene una estructura cupular. Cada estructura cupular está invertida o recurvada y como resultado de ello queda una proyección a modo de labio situado cerca de la base. Un corte transversal de la cúpula muestra muchos óvulos que se conectan al exterior mediante canales que atraviesan el labio. Las estructuras masculinas son sinangios con polen sacado.

Caytonia sp



Orden Pentoxylales (†) (Jurásico)



CLASE CYCADOPSIDA (†) (Carbonífero superior-Cretácico superior)

En su mayoría las cicas parecen pequeñas palmeras, algunas de hasta 18 metros de altura, con troncos no ramificados de tipo monoxílico. Las hojas están dispuestas espiraladamente a manera de corona en el ápice del tallo; durante su desarrollo exhiben prefoliación circinada. En algunos casos entran muchas venas por la base foliar y luego se dicotomizan, en otros casos solo entra una vena media. Los haces vasculares en el pecíolo se disponen adoptando la letra omega.

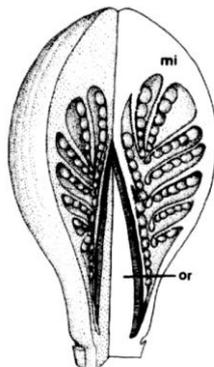
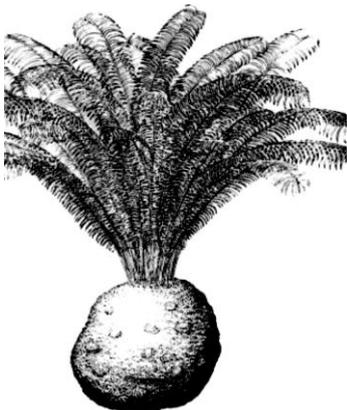
Las semillas y microsporangios se disponen en estróbilos en plantas separadas. Los microsporangios (eusporangios) son abaxiales, con dehiscencia longitudinal. Los granos de polen son monocarpados. El óvulo está rodeado de un integumento de 3 capas, endotesta, esclerotesta y sarcotesta, estos se fusionan con el nucela excepto en la parte distal del óvulo o micrópila.

Orden Cycadeoidales (= Bennettiales)

Familia Cycadeoidaceae

Los tallos constituyen troncos cortos en forma de barril, en general no se ramifican. Las hojas son frondes pinnadas distribuidas en forma de corona en la parte apical del tronco.

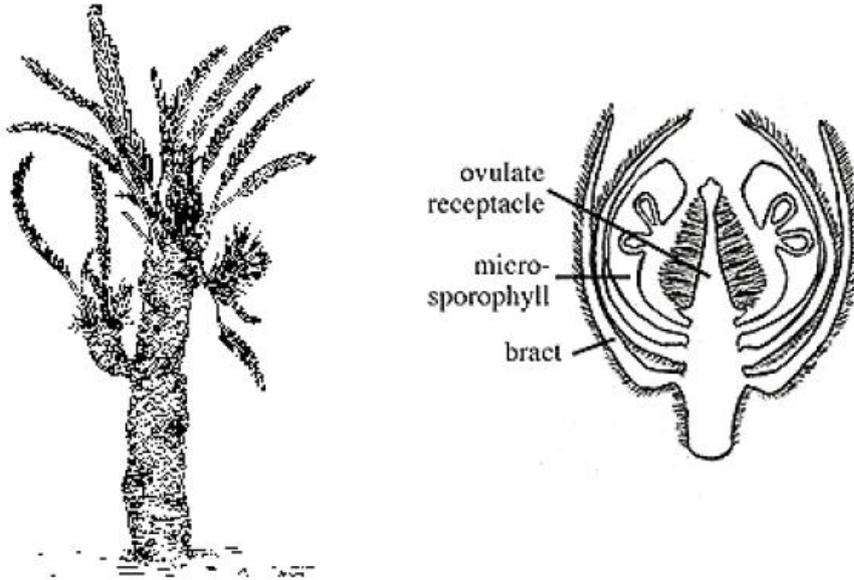
Las estructuras reproductivas masculinas y femeninas se encuentran sobre el receptáculo en un mismo cono. Las masculinas en segmentos carnosos en cuyo interior se encuentran 2 sacos polínicos. Las femeninas están incluidas dentro de escamas interseminales.



Familia Williamsoniaceae

Troncos alargados, columnares, ramificado con verticilos de hojas en el ápice de cada rama; las hojas son frondes pinnadas.

Las estructuras reproductoras pueden ser unisexuales o hermafroditas. Las semillas están incluidas en un receptáculo envueltas por escamas interseminales excepto en la zona micropilar, mientras que los sacos polínicos se hallan libres sobre apéndices pinnados o reunidos en sinangios.



Orden Cycadales

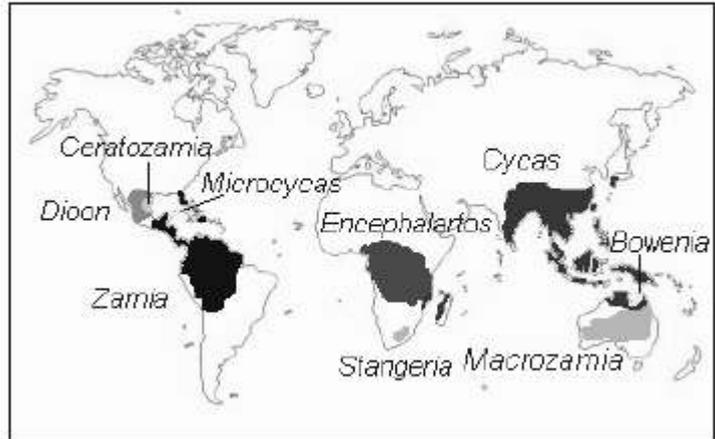
Por su aspecto general recuerdan a una palmera o a un helecho arborescente. El tallo puede ser corto o bulboso o alto y columniforme. Las hojas son grandes y pinnadas (excepcionalmente bipinnadas), formando una corona distal. La nerviación parece paralela a primera vista, pero en realidad es dicotómica. En un CT del tallo se observa que la medula y la corteza son relativamente gruesas y el cilindro vascular es fino. Una característica importante es la disposición de los rastros foliares denominados ceñido. Cada rastro foliar sube ligeramente al atravesar el córtex, arrojándose cada vez más a los demás rastros antes de penetrar en la base foliar. Es común que exista crecimiento secundario.

Todos los géneros son dioicos; excepto en **Cycas** las unidades reproductoras están agrupadas en estróbilos, en el ápice del tallo. En algunos casos llegan a medir 70 cm. de longitud y a pesar 30 Kg. Los conos masculinos son más pequeños que los femeninos y se componen de esporofilos dispuestos espiraladamente sobre un eje central. En la cara abaxial de los esporofilos se agrupan los esporangios en número de 3 a 6 constituyendo "soros". Los granos de polen son esféricos o elípticos con una cicatriz.

Los conos femeninos son compactos y están constituidos por esporofilos dispuestos en espiral. **Cycas** poseen una roseta de esporofilos que se parecen a hojas pinnadas reducidas; **Dioon** tiene esporofilos enteros dispuestos laxamente. La reducción en la complejidad de los esporofilos viene acompañada de la reducción en el número de óvulos. Los óvulos se ubican sobre la superficie adaxial de los esporofilos.

Distribución: zonas tropicales.

Usos: *Cycas revoluta* y otras especies son cultivadas como ornamentales, de sus médulas se extrae una fécula comestible.



Clave para separar las familias de orden Cycadales.

1. Estructuras reproductivas femeninas en megasporofilos pinnados y herbáceos.
Hojas uninervias.

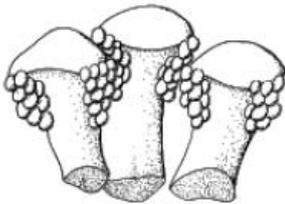
CYCADACEAE

1'. Estructuras reproductivas femeninas en estróbilos. Megasporofilos leñosos.
Hojas plurinervias.

ZAMIACEAE

Familia Cycadaceae

Cycas revoluta "cica". Detalle de la hoja y de las estructuras reproductivas masculinas y femeninas.



Familia Zamiaceae

Encephalartos horridus. Aspecto general, detalle de una hoja y estróbilo masculino.



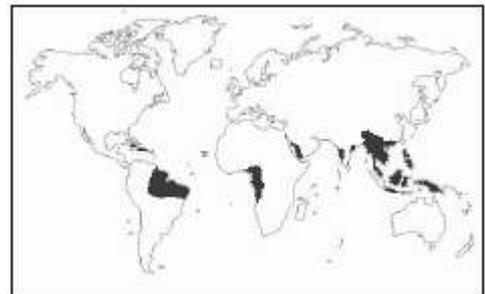
CLASE GNETOPSIDA (= CLAMIDOSPERMAS)

Esta división posee algunas características distintas: tipos de vasos primitivos en el xilema secundario; estróbilos compuestos, una estructura secundaria que rodea el tegumento del óvulo, hojas compuestas o verticiladas y ausencia de canales resiníferos. Comprende 3 órdenes monotípicos.

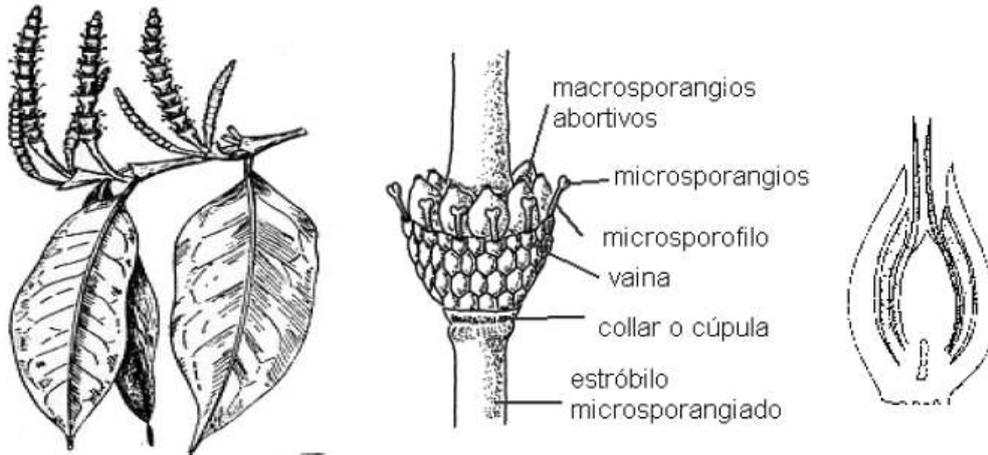
Orden Gnetales. (1/30)

En su mayoría son lianas, también hay arbustos y muy pocos árboles. Las hojas son opuestas, con el limbo ensanchado y nerviación pinnada. El estróbilo masculino es de tipo compuesto. El estróbilo primario está formado por verticilos de brácteas; cada bráctea encierra al estróbilo secundario formado por bractéolas soldadas formando un collar. El collar rodea al macrosporofilo con estructura de sinandro. Los granos de polen son pequeños y circulares. El estróbilo femenino es también compuesto; los estróbilos se disponen en verticilos en las axilas de pequeñas brácteas. El estróbilo secundario posee un par de bractéolas externas y un par interno, denominadas integumento externo. El verdadero integumento (interno) se prolonga en un pico micropilar. **Gnetum** constituye un caso único pues no forma arquegonios, sino que uno o más núcleos libres actúan directamente como óvulos.

Distribución: Trópicos de Asia, África y América.



Gnetum. Aspecto general, estructuras reproductivas.

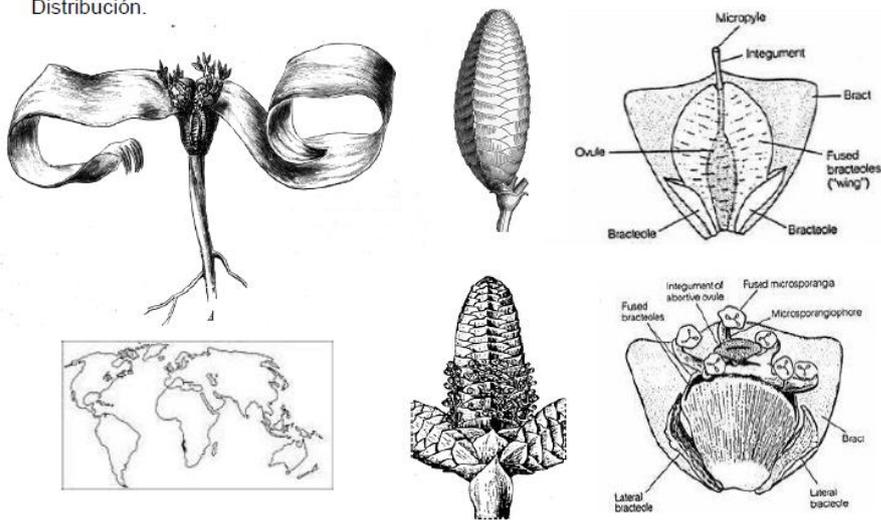


Orden Welwitschiales (1/1)

Hay una sola especie que vive en una pequeña región del SO de África. (Desierto de Namibia) Esta planta xerófita esta formado por un tallo muy cortó en forma de copa, de hasta 1 metro de diámetro. Solo tiene 2 hojas, anchas y acintadas que crecen en el borde del tallo hacia afuera y pueden alcanzar una longitud de 2 metros. Un meristema basal permite su crecimiento, esta posición es una característica que solo se encuentra en *Welwitschia*.

Las estructuras reproductivas están constituidas por estróbilos compuestos sostenidos por pedúnculos ramificados en el tallo. En los conos masculinos cada ramificación lleva un estróbilo primario con brácteas imbricadas y cada una de ellas recubre un estróbilo. Este se compone de un pedúnculo, 2 pares de bractéolas opuestas, 6 microsporangios tipo sinandro y un óvulo estéril. Los estróbilos femeninos se hallan sobre pedúnculos ramificados, pero en distintos individuos, y guardan las mismas características del orden anterior.

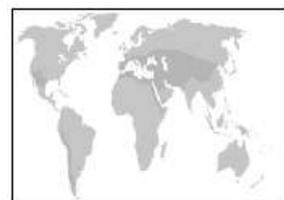
Welwitschia mirabilis. Aspecto general, como femenino y masculino, detalle. Distribución.



Orden Ephedrales. (1/35), [1/9]

Arbustos xerófitos de hasta 2 metros de altura, ramificados. Las ramas llevan 2-4 hojas en cada nudo, opuestas o verticiladas. Las hojas son caducas y muy reducidas, de manera que la fotosíntesis la realizan tallos y ramas.

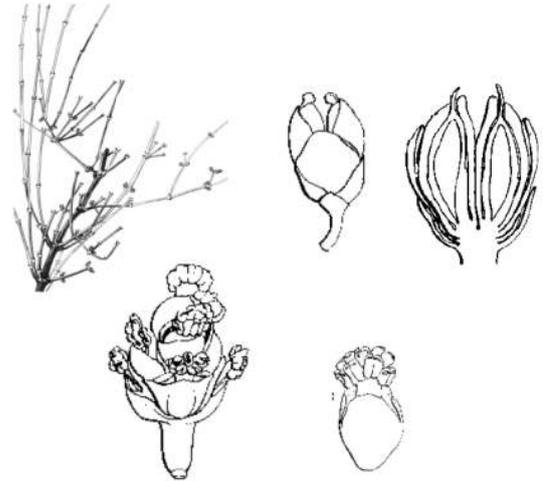
En general son plantas dioicas. Los estróbilos masculinos están unidos a pedúnculos que parten de los nudos. Cada estróbilo posee 2-8 pares de brácteas opuestas, situadas sobre un eje central. Excepto el par basal, cada una de las brácteas recubre 2



escamas membranosas o bractéolas. Entre estas emerge un brote que porta de 1-8 esporangios, cada uno de los cuales se abre por un poro terminal. Los granos de polen son fusiformes y provistos de surcos longitudinales que se extienden de polo a polo. Los estróbilos femeninos son parecidos a los masculinos. Están sostenidos por pedúnculos en los nudos y formados por 4-7 pares de brácteas opuestas. Un corto brote sostiene un óvulo terminal que esta recubierto por un involucro, considerado homologo a las bractéolas masculinas. Por dentro del involucro el integumento del óvulo se ha alargado formando un tubo micro pilar.

Distribución: en Argentina están presentes *Ephedra ochreatea* “solupe, fruta del piche”, *E. tweediana*, *E. triandra* “tramontana”, *E. frustillata* “pingo-pingo”. Centro Norte de Argentina hasta la Patagonia, en lugares áridos y semiáridos. También se presentan en bosques en galería.

Ephedra Aspecto general, detalle de estructuras reproductivas.



LINEA EUPHYLLOPHYTINA

SUBDIVISION ESPERMATOFITAS (Plantas con semilla)

- **ANGIOSPERMAS** = Plantas con flores
(2 clases, 11 subclases, 81 órdenes, 380 familias y alrededor de 220.000 especies)

Las Angiospermas incluye a todas las plantas con flores. Este grupo natural contiene dos grandes subgrupos: las Monocotiledóneas (Clase **LILIOPSIDA**) y las Dicotiledóneas (Clase **MAGNOLIOPSIDA**). Los caracteres diferenciales se encuentran resumidos en la tabla siguiente:

	DICOTILEDÓNEAS (MAGNOLIOPSIDA)	MONOCOTILEDONEAS (LILIOPSIDA)
Cotiledones	2 (raro 1,3 o 4)	1 (embrión a veces indiferenciado)
Venación foliar	Penninervada, palmatinervada	Paralelinervada
Cámbium intrafascicular	Presente	Ausente
Haces Vasculares	En anillo continuo (eustela)	H. vasculares dispersos (atactostela)
Polen	3-aperturado (1-iaperturado en familias primitivas)	Uniaperturado
Piezas florales (excepto	Tetrámeras o pentámeras	Trímeras

carpelos)		
Sistema radicular	Axonomorfo (pivotante)	Fasciculado
Hábito	Alrededor 50% leñosas	Sólo 10 % leñosas

La mayoría de los sistemáticos concuerda en que las Monocotiledóneas fueron filéticamente derivadas de las Dicotiledóneas tempranamente en la evolución de las Angiospermas. Cronquist (1968) cree que las Monocotiledóneas surgieron de un ancestro primitivo sin tráqueas semejante a las Nymphaeales actuales. Si este punto de vista es correcto, las Monocotiledóneas tuvieron un origen acuático, a partir del cual se diversificaron numerosas líneas evolutivas. De este modo, las primeras Monocotiledóneas habrían tenido flores con gineceo dialicarpelar, tépalos indiferenciados y polen monocarpado, careciendo de cambium funcional y vasos xilemáticos. Otros como Cheadle (1953), utilizando evidencias de vasos xilemáticos, han rechazado la idea de un origen acuático, sugieren en lugar de ello, que las Monocotiledóneas surgieron de las Dicotiledóneas terrestres, leñosas que carecían de vasos xilemáticos.

De todos modos, los caracteres que separan a Mono de Dicotiledóneas son considerados secundariamente derivados, aunque con una sola excepción: el polen monocarpado de las Monocotiledóneas es compartido por ciertas Dicotiledóneas vivientes, lo mismo que sus ancestros gimnospermas. Se suman a la evidencia morfológica, datos de bioquímica comparada que apuntan a un origen de las Monocotiledóneas a partir de las Dicotiledóneas.

MORFOLOGÍA VEGETATIVA

Son plantas vasculares generalmente con raíces, tallos y hojas, el cilindro central del tallo con haces vasculares dispersos (atactostela) con traza foliar (eustela). Xilema formado por vasos al menos en raíces, floema con tubos cribosos y células acompañantes.

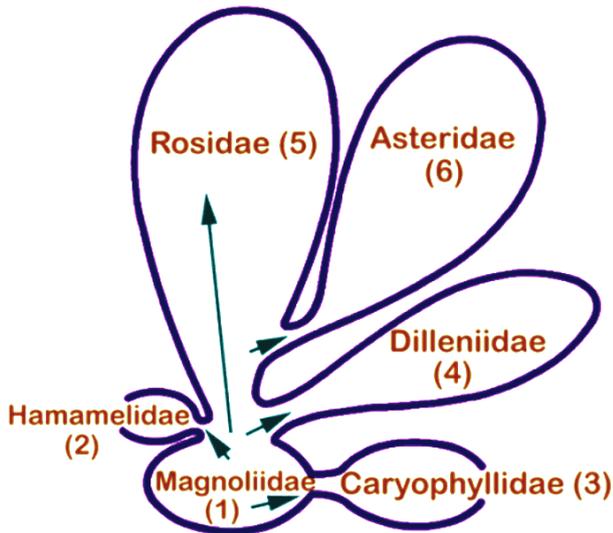
MORFOLOGÍA REPRODUCTIVA

Presentan estructuras sexuales agregadas y asociadas con hojas especializadas para formar flores. En la forma más típica, la flor consta de un verticilo externo de miembros del perianto, los sépalos (cuyo conjunto forma el cáliz) y el verticilo interno, los pétalos (conformando la corona). Los ciclos reproductivos están representados por el androceo y el gineceo, constituidos por estambres y carpelos respectivamente. Cada estambre (microsporofilo) consiste en un filamento y una antera, la cual contiene 4 sacos polínicos (microsporangios), el gametofito masculino está representado por el grano de polen (2 o 3-nucleado). Los carpelos (megasporofilos), unidos o separados, se diferencian en ovario, estilo y estigma; el ovario encierra uno o más óvulos (rudimentos seminales), cada uno de los cuales contiene un gametofito femenino consistente en un saco embrionario sin arquegonio, típicamente 8-nucleado.

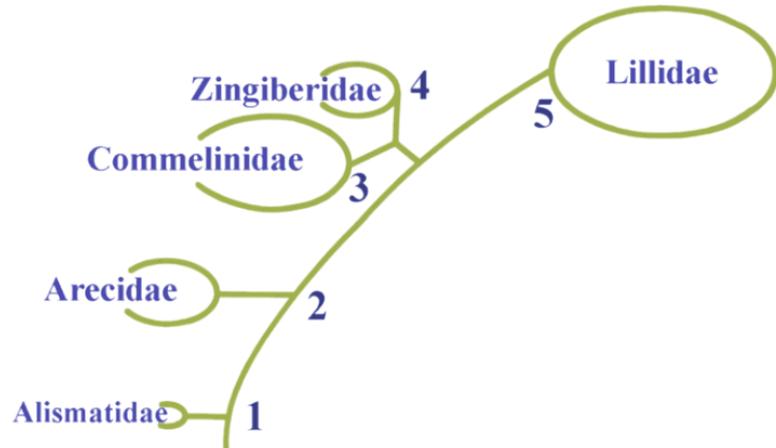
El ovario (a veces asociado con otras estructuras) madura para formar un fruto dehiscente o indehiscente conteniendo una o más semillas.

CLASIFICACION DE LAS ANGIOSPERMAS (Cronquist, 1981)

Clase Magnoliopsida



Clase Liliopsida



CLASE MAGNOLIOPSIDA

Plantas herbáceas o leñosas, generalmente con crecimiento secundario. Haces vasculares dispuestos en un anillo (eustela). Hojas pinnati o palmatinervias, lámina claramente diferenciada del pecíolo, en general sin base envainadora. Partes florales en verticilos 4-meros o 5-meros (en ocasiones en número indefinido). Granos de polen 3-aperturados o derivados de este tipo (1-aperturados sólo en las familias primitivas). Embrión con 2 cotiledones.

Clave para diferenciar las subclases de la Clase Magnoliopsida.

1. Polen uniaperturado (o derivado de este tipo). Perianto generalmente manifiesto. Estambres numerosas. Gineceo dialicarpelar.

MAGNOLIIDAE

1'. Polen triaperturado (o derivado de este tipo)

2. Flores con perianto reducido o ausente, en general unisexuales, a menudo reunidas en amentos.

HAMAMELIDAE

2'. Flores con perianto manifiesto, en general hermafroditas, raramente reunidas en amentos

3. Flores dialipétalas. Estambres usualmente más de 5. Óvulos bitegumentados.

4. Estambres de maduración centrífuga. Óvulos de placentación central, basal o parietal (raro axilar).

5. Plantas con betalaínas. Polen trinucleado. Placentación central o basal. Semillas con perisperma.

CARYOPHYLLIDAE

5'. Plantas con antocianinas. Polen binucleado. Placentación parietal o axilar. Semillas sin perisperma

DILLENIIDAE

4'. Estambres de maduración centrípeta. Óvulos de placentación axilar.

ROSIDAE

3'. Flores gamopétalas. Estambres 2-5. Óvulos unitegumentados.

ASTERIDAE

SUBCLASE MAGNOLIIDAE

Plantas relativamente arcaicas, con flores polipétalas o apétalas, en general con perianto evidente, con numerosos estambres (a veces laminares o acintados) de secuencia de maduración centripeta; granos de polen típicamente 2-nucleados y 1-aperturados (o derivados de este tipo); óvulos 2-tegumentados, endosperma crasinucelado. Gineceo dialicarpelar, semillas con embrión pequeño y endosperma abundante. Plantas con frecuencia acumulando alcaloides isoquímicos o aceites esenciales.

Comprende cerca de 12.000 especies, más de 2/3 de las cuales se concentran en los órdenes **Magnoliales**, **Laurales** y **Ranunculales**.

Clave para diferenciar los órdenes de la Subclase Magnoliidae.

1. Plantas con aceites esenciales en el tejido parenquimático. Pétalos homólogos a sépalos y brácteas. Polen 1-aperturado.
 2. Plantas leñosas
 3. Flores grandes, solitarias o en inflorescencias con pocas flores. **MAGNOLIALES**
 - 3'. Flores pequeñas, en inflorescencias, con numerosas flores. **LAURALES**
 - 2'. Plantas en general herbáceas.
 4. Flores muy pequeñas, con perianto reducido o ausente, agrupadas en espigas, a veces carnosas. **PIPERALES**
 - 4'. Flores grandes, con cáliz gamosépalo corolino. **ARISTOLOCHIALES**
- 1'. Plantas sin aceites esenciales. Pétalos aparentemente de origen estaminoidal. Polen 1 o 3-aperturado
 5. Plantas acuáticas sin vasos **NYMPHAEALES**
 - 5'. Plantas terrestres con vasos
 6. Gineceo dialicarpelar o unicarpelar. Sépalos más de 2. **RANUNCULALES**
 - 6'. Gineceo gamocarpelar. Sépalos 2. **PAPAVERALES**

Orden Magnoliales

Clave para diferenciar las familias del orden Magnoliales

1. Hoja con estípulas **MAGNOLIACEAE**
- 1'. Hojas sin estípulas

2. Leño sin tráqueas. Perianto no dispuesto en verticilos trímeros

WINTERACEAE

2'. Leño con tráqueas. Perianto dispuesto en verticilos trímeros

ANNONACEAE

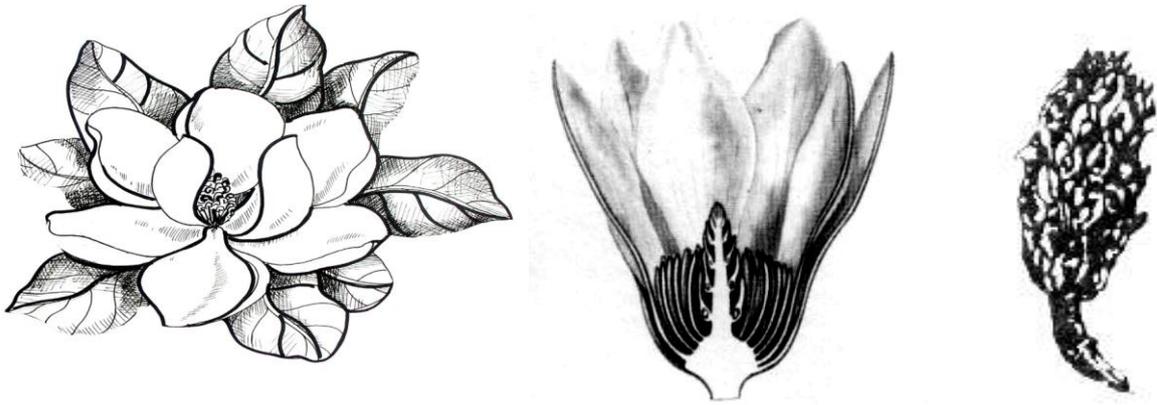
Familia Magnoliaceae (12/220)

Árboles. Hojas alternas, con estípulas grandes y caducas. Flores solitarias, terminales, actinomorfas, grandes. Tépalos numerosos, acíclicos. Receptáculo elongado. Estambres infinitos, dispuestos en espiral alrededor de la parte basal del receptáculo. Carpelos infinitos, libres, dispuestos en espiral a lo largo de la mayor parte del receptáculo, cada uno estrechándose más o menos en un estilo; placentación parietal, óvulos generalmente 2. Fruto polifolículo o polisámara. Semillas con exotesta carposa.

Distribución: Regiones tropicales, subtropicales y templado-cálidas. Distribución discontinua en el E y SE de Asia y desde Norteamérica hasta el S de Brasil.

Usos: Se cultivan como ornamentales diversas especies de los géneros *Magnolia* (*M. grandiflora* y *M. liliflora* “Magnolias”) y *Liriodendron* (*L. tulipifera* “Tulipanero”).

Magnolia sp. “magnolia”. Aspecto general. Flor. Fruto. Disposición de los tépalos.



Liriodendron tulipifera “tulipanero”. Aspecto general. Flor. Fruto.



Familia Winteraceae (9/1000); [1/2]

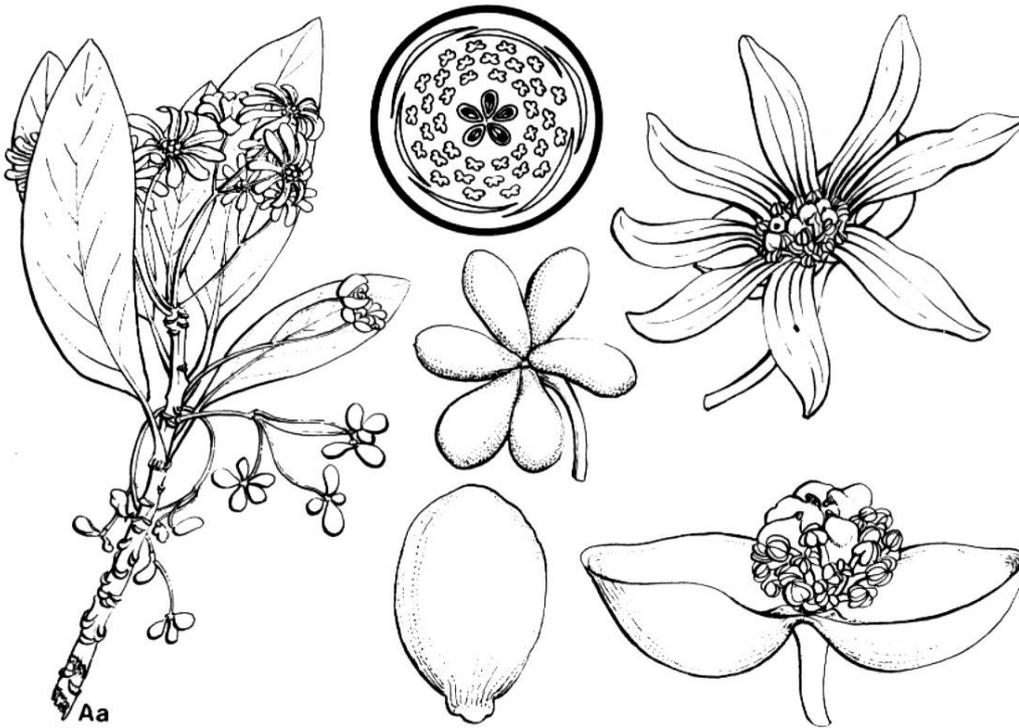
Árboles o arbustos. Hojas alteras, coriáceas, con puntos glandulares. Flores frecuentemente en cimas umbeladas. Sépalos 2-3, soldados en la yema foral. Pétalos 0-infinitos, libres, acíclicos. Estambres infinitos, anteras cortas. Carpelos 1-10, libres, estilo corto o estigma sésil, óvulos infinitos. Fruto compuesto por folículos bacciformes. Vasos ausentes.

Distribución: Principalmente en las islas del Pacífico Sudoeste y la porción adyacente de Australia.

Drimys, sin embargo, se encuentra desde México hasta el Estrecho de Magallanes (*D. brasiliensis* en Misiones y *D. winteri* “canelo”, “boigue” en los bosques subantárticos).

Usos: *Drimys winteri* es una planta ornamental y medicinal (antiescorbútica), es el árbol sagrado para los araucanos.

Drimys winteri “canelo, chanclo, boigue”. Aspecto general. Flor. Fruto.



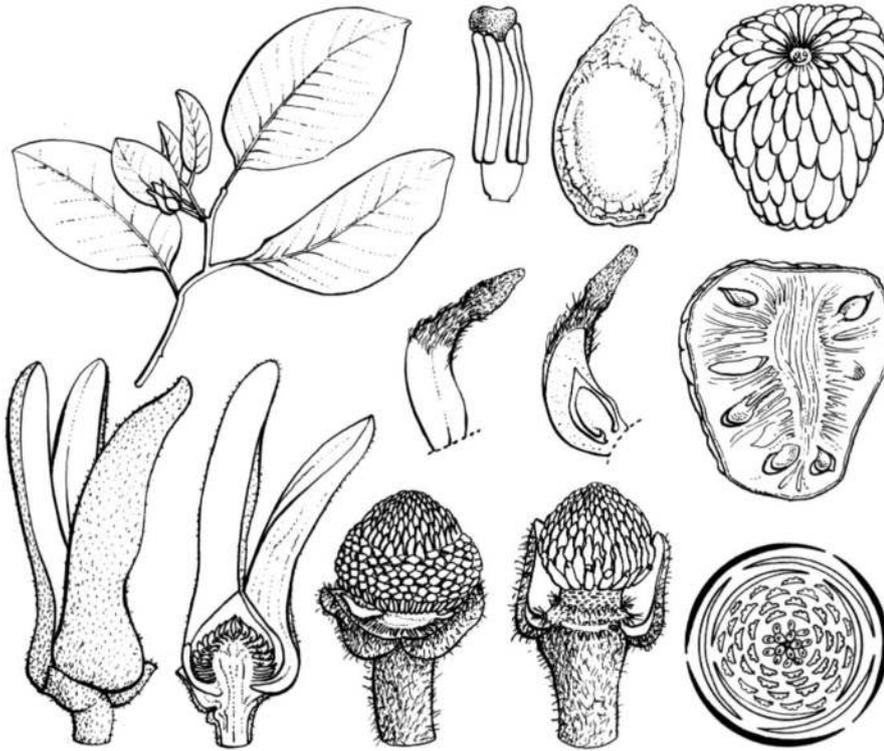
Familia Annonaceae

Árboles o arbustos. Hojas alteras, enteras, dísticas. Flores axilares o internodiales (raras veces terminales) solitarias o en ripidios (raramente paniculadas). Sépalos 3 (-4), libres o soldados. Pétalos 6 u 8, en 2 verticilos, libres (raramente soldados). Estambres infinitos, espiralados, el conectivo diferenciado en una dilatación apical. Carpelos infinitos, libres, con estigma sésil o más o menos estrechándose en un estilo, placentación basal o parietal, óvulos 1-varios. Fruto apocárpico (menos frecuentemente sincárpico), cada carpelo carnoso e indehiscente. Semillas grandes, a veces ariladas.

Distribución: Regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo.

Usos: *Annona cherimonia* “Chirimoya” y especies afines son árboles frutales propios de América tropical. *Rollinia emarginata* “Arachichú” del N de Argentina, también tiene frutos comestibles.

Annona cherimolia “chirimoya”. Aspecto general. Flor. Detalle del estambre. Fruto.



Orden Laurales

Familia Lauraceae (30-50/2.000); [4/16]

Árboles o arbustos con corteza y follaje aromáticos. Hojas alternas, enteras. Inflorescencias paniculadas. Flores bisexuales o unisexuales (plantas monoicas). Tépalos 6, en 2 verticilos, soldados. Estambres en (2) 3-4 verticilos, a veces 1-2 verticilos estaminoidales con glándulas, dehiscentes por (1) 2 ó 4 valvas. Ovario semi-ífero, 1-locular, estilo y estigma 1; placentación apical, óvulo 1. Fruto baya o drupa, en general, parcialmente rodeado por una cúpula (receptáculo y tubo floral acrescentes) de color vistoso.

Distribución: Ampliamente extendida en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. En la Argentina está representada en las selvas del NO (*Phoebe porphyria* “laurel de la falda”), del NE (*Ocotea acutifolia* “laurel blanco”, *Nectandra falcifolia* “laurel del río” y en los bosques subantárticos (*Persea lingue* “lingue”).

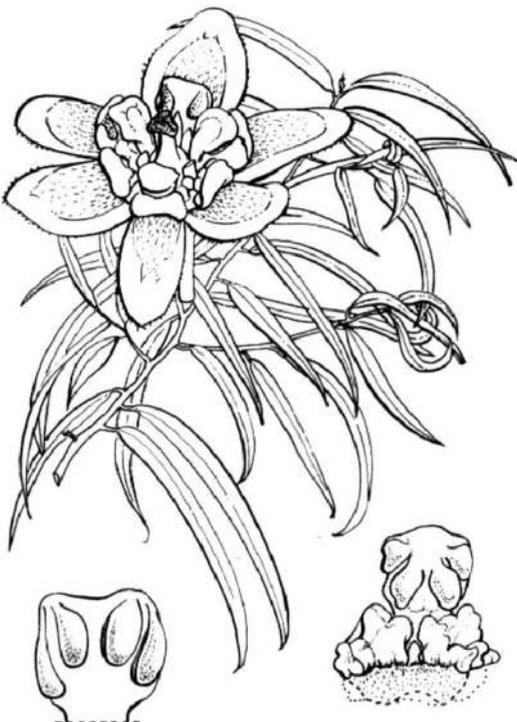
Usos: Familia con varios representantes de utilidad como *Laurus nobilis* “laurel”, ornamental y aromática, *Cinnamomum zeylanicum* “canelo”, aromática, *C. camphora* “alcanforero” y

ornamental y medicinal, *C. glanduliferum* “falso alcañorero”, ornamental *Persea americana* “palto”, frutal.

Ocotea acutifolia “laurel blanco”. Aspecto general. Flor masculina. Estambre.



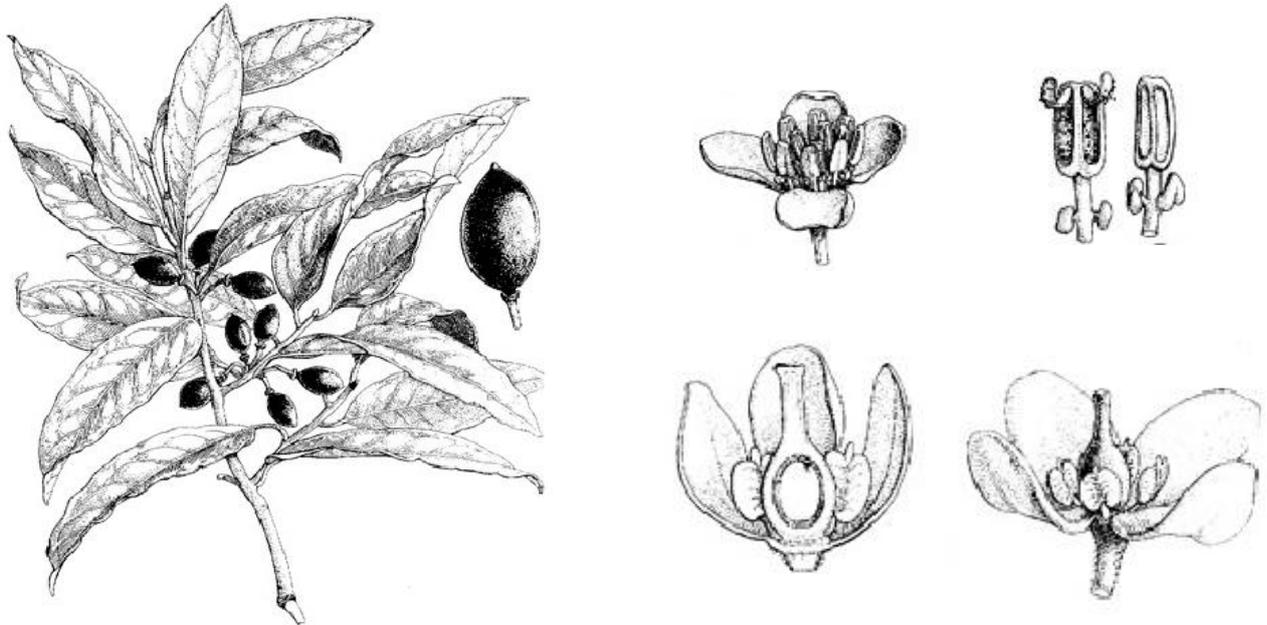
Nectandra falcifolia “laurel del río”. Aspecto general.
Flor. Detalle del estambre.



Phoebe porphyria “laurel de la falda”. Aspecto general. Flor. Fruto. Distribución.



Laurus nobilis “laurel”. Aspecto general. Detalle del estambre.



Cinnamomum camphora “alcanforero”. Aspecto general. Posición de la glándula. Detalle del estambre.



Persea americana “palta”. Detalle de la hoja y estambre. Fruto.



Orden Piperales

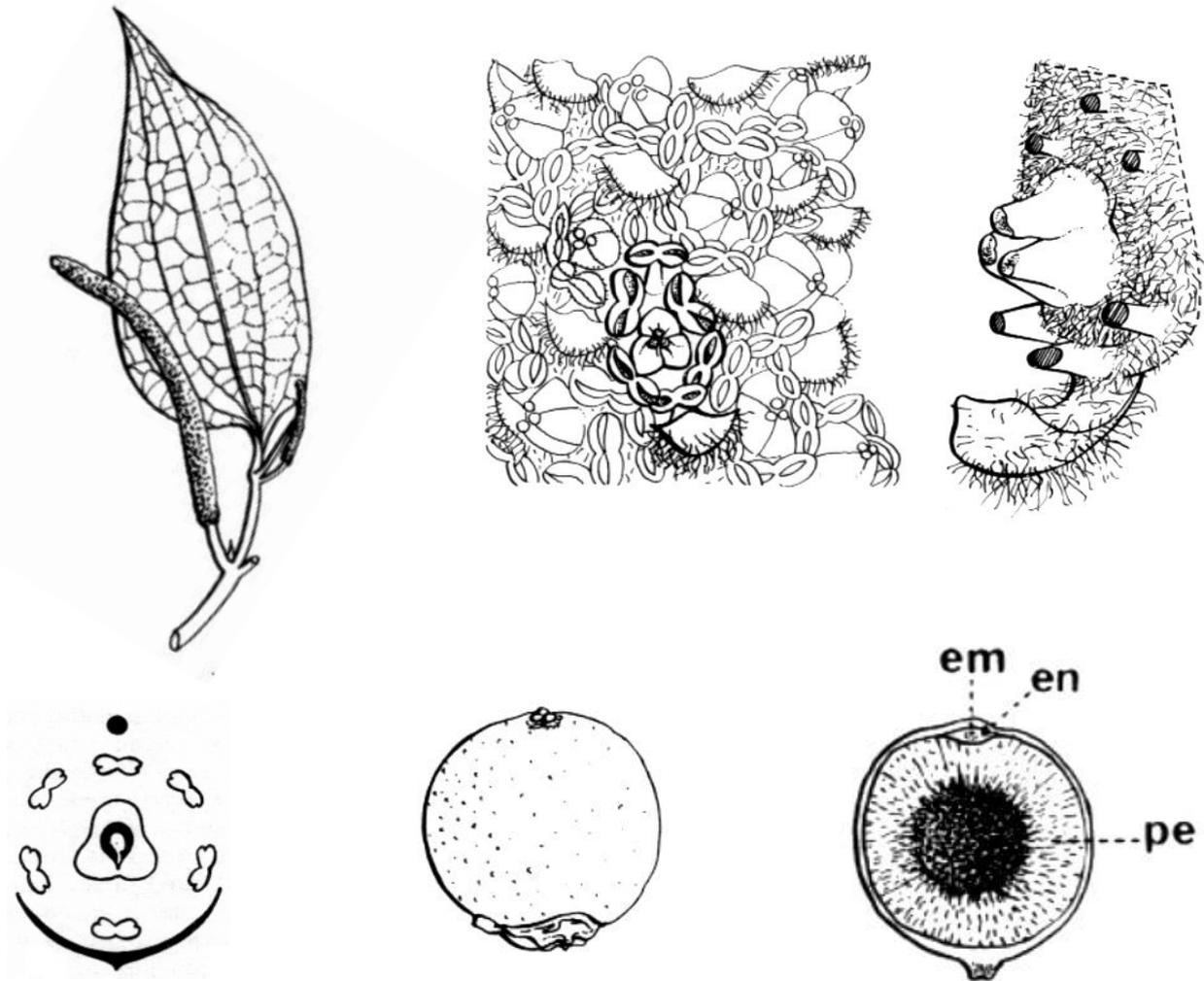
Familia Piperaceae (10/14000-2000); [2/42]

Árboles pequeños, arbustos o hierbas terrestres o epífitas (raramente trepadoras) con nudos engrosados. Hojas alternas (ocasionalmente opuestas o verticiladas), pinnatinervias o palmatinervias. Flores perfectas, numerosas, dispuestas en espigas, a veces carnosas; perianto ausente; estambres 2-6; ovario súpero, 1-locular, estilo 1 o ausente, estigmas 1-5, placentación basal, óvulo 1. Fruto en drupa. Semilla 1, embrión muy pequeño, perisperma abundante.

Distribución: Regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo.

Usos: Los frutos de *Piper nigrum* proporcionan la pimienta negra (inmaduros) y blanca (maduros). Varias especies de *Peperomia* son cultivadas como ornamentales.

Piper sp. "pimienta". Aspecto general. Detalle de la inflorescencia. Flor. Fruto.



Orden Aristolochiales

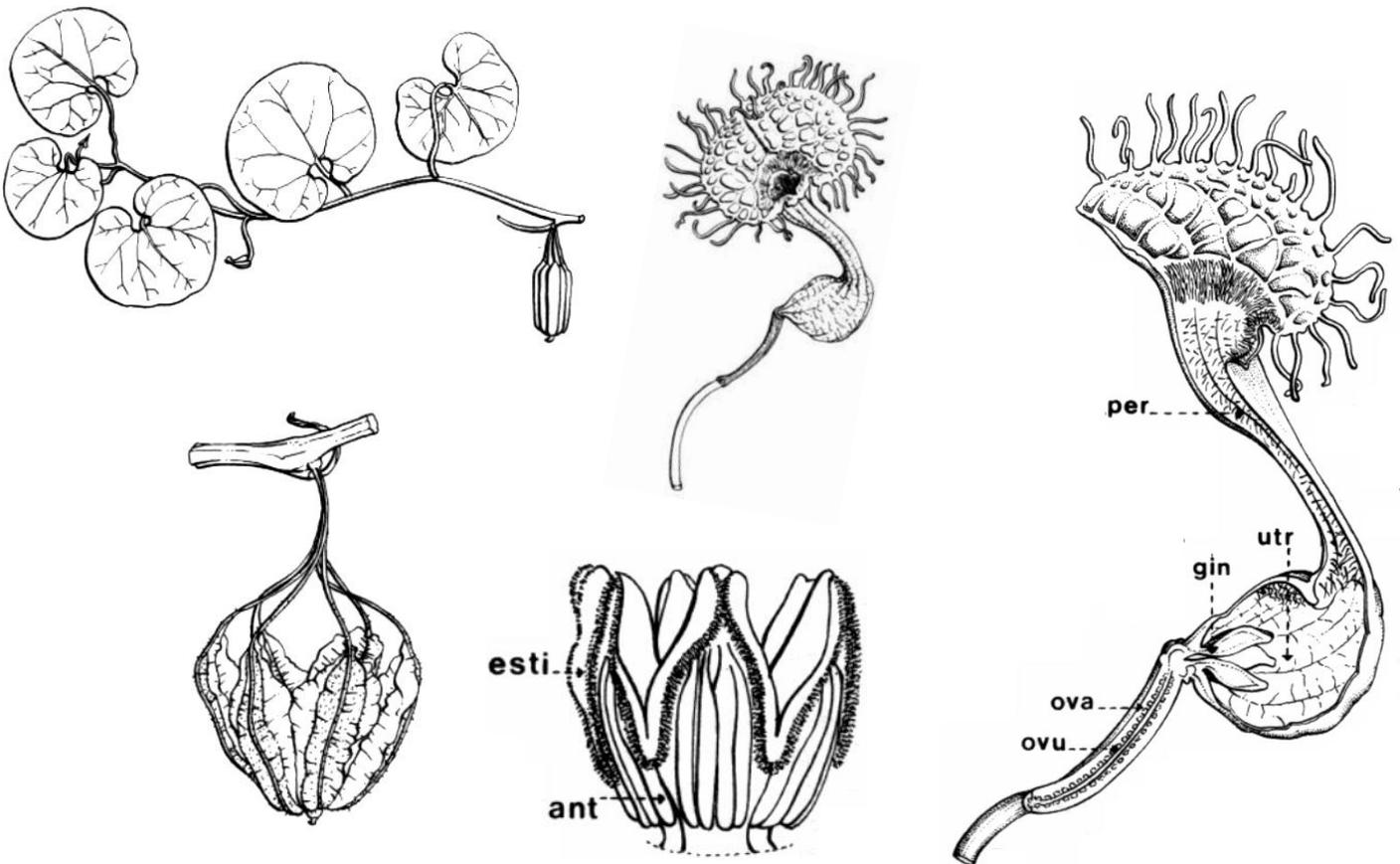
Familia Aristolochiaceae (8-10/600); [2/24]

Trepadoras leñosas o herbáceas (raramente arbustos o pequeños árboles), con células oleíferas. Hojas alternas, palmatinervias. Inflorescencias axilares, racimosas (entonces las flores solitarias) o cimosas (entonces las flores dispuestas en ripidios). Flores zigomorfas, variando desde pequeñas a grandes y vistosas, con olor fétido. Tépalos soldados en un tubo inflado en la base, limbo vistosamente coloreado. Estambres 5-6, o 6, placentación submarginal. Óvulos infinitos por lóculo. Fruto en cápsula septicida, péndula. Semillas infinitas, embrión muy pequeño, endosperma abundante.

Distribución: Principalmente en regiones tropicales.

Usos: Diversas especies de *Aristolochia*, como *A. fimbriada* “patito” (NE. Argentino hasta la ribera bonaerense) y *A. grandiflora*, se cultivan como ornamentales. Otras son consideradas plantas medicinales.

***Aristolochia* sp.** “patitio”. Aspecto general. Flor. Detalle del ginostemo. Fruto.



Orden Nymphaeales

CLAVE PARA DIFERENCIAR LAS FAMILIAS DEL ORDEN NYMPHAEALES

1. Plantas arraigadas al sustrato. Hojas pecioladas. Flores hermafroditas, con perianto evidente.

2. Plantas rizomatosas. Hojas isomorfas, enteras. Flores grandes con infinitos pétalos.

NYMPHAEACEAE

2'. Plantas no rizomatosas. Hojas dimorfas, enteras (las flotantes) y profundamente divididas (las sumergidas). Flores pequeñas con 3-4 pétalos.

CABOMBACEAE

1'. Plantas libres, sumergidas. Hojas sésiles. Flores unisexuales, con perianto reducido e inconspicuo.

CERATOPHYLLACEAE

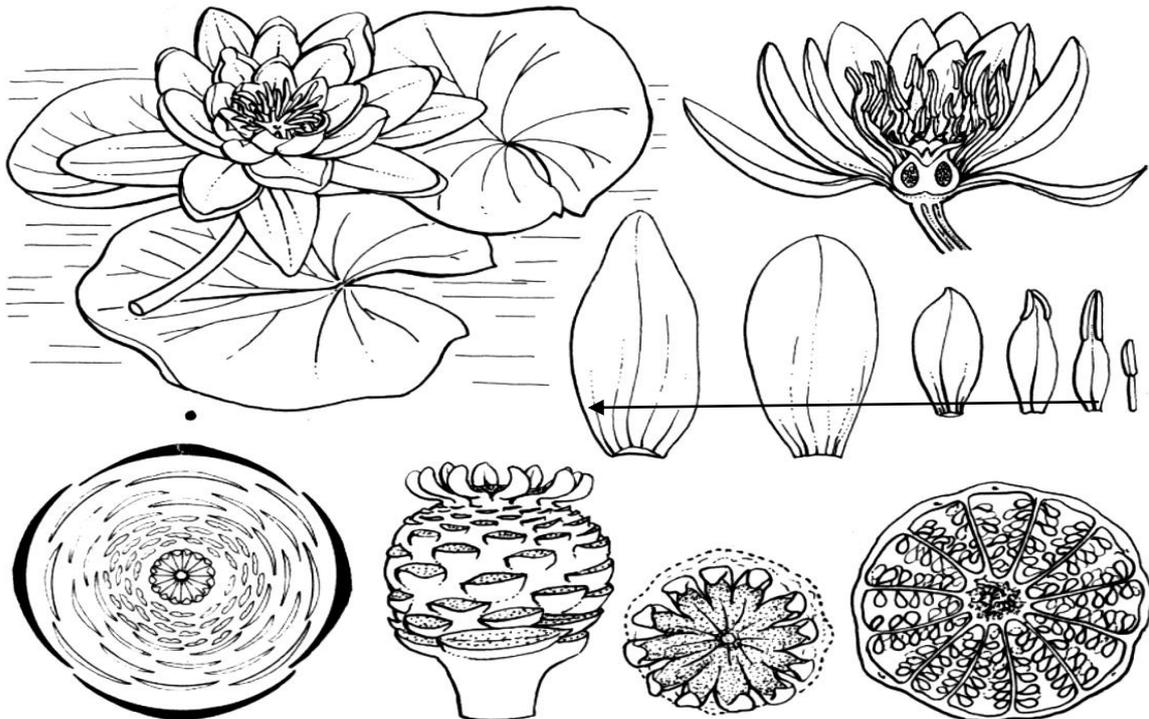
Familia Nymphaeaceae

Hierbas acuáticas, con rizoma desarrollado. Hojas flotantes, peltadas o no, con pecíolo largo. Flores solitarias, grandes, con pedúnculo largo. Sépalos 3-6, libres, verdes o coloreados. Pétalos infinitos, frecuentemente transformados en estambres. Estambres infinitos. Ovario súpero o ínfero, 5-locular, estigmas sésiles, en número igual de lóculos; placentación laminar, óvulos infinitos. Fruto en baya.

Distribución: Cosmopolita. Son muy representativas diversas especies de los géneros *Nymphaea* (*N. lotus* "loto" de Egipto y *N. amazonum* del NE argentino hasta el Delta) y *Victoria* (*V. cruziana* "irupé" del NE argentino y *V. amazonica*).

Usos: Varias especies son ornamentales

Nymphaea sp. Aspecto general. Detalle de transición de estambres a pétalos. CT de ovario.



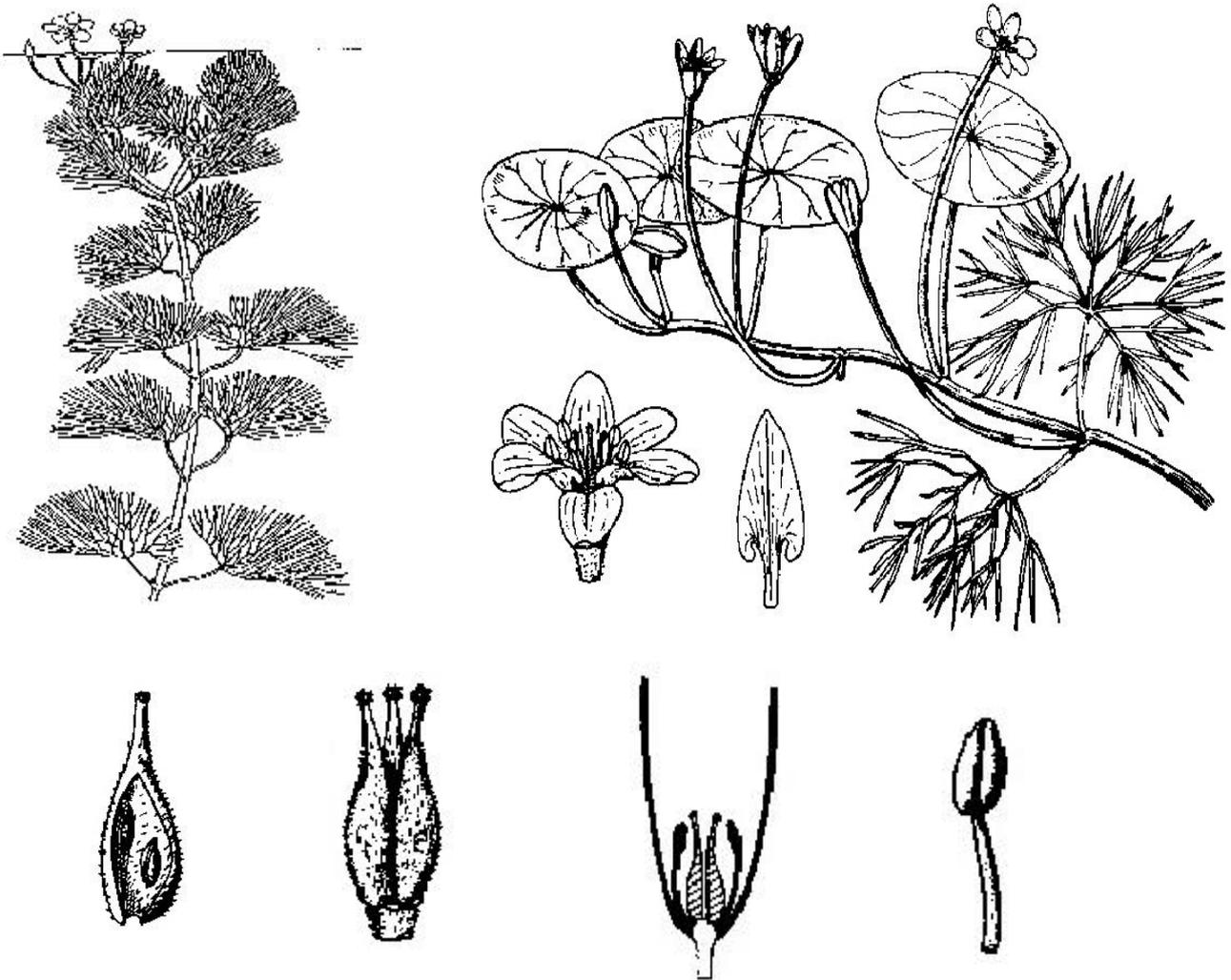
Familia Cabombaceae (2/8); [1/1]

Hierbas acuáticas con rizomas y tallos sumergidos. Hojas dimorfas, las flotantes enteras y peltadas, las sumergidas filiformes-laciniadas. Sépalos 3-4. Estambres 3 a infinitos. Carpelos libres, 1-infinitos, estilo 1, estigma simple, placentación laminar-apical, óvulos 1-3. Fruto agregado indehiscente.

Distribución: En regiones tropicales y templado cálidas principalmente del Nuevo Mundo.

Usos: *Cabomba australis* “cabomba” es muy cultivada como planta de acuario.

Cabomba australis “cabomba”. Aspecto general. Detalle de las hojas flotantes. Flor. Detalle de gineceo. Fruto. Semilla.



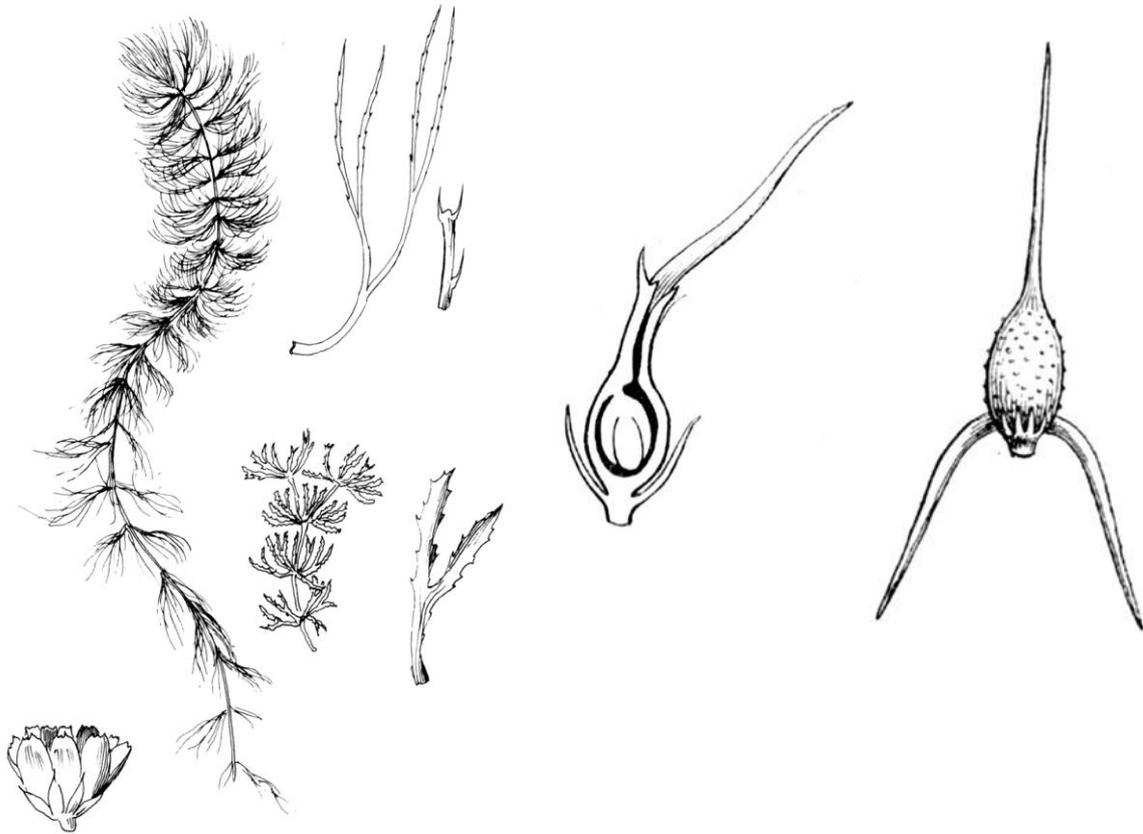
Familia Ceratophyllaceae (1/6); [1/1].

Hierbas acuáticas, sumergidas, sin raíces, con tallos articulados. Hojas verticiladas, divididas dicotómicamente, denticuladas. Monoicas. Flores pequeñas, axilares, solitarias. Perianto bracteóide, de 8-15 segmentos lineares soldados en la base. Estambres infinitos, filamento corto. Ovario súpero, 1-locular, estilo 1, estigma decurrente, placentación laminar mediana, óvulo 1. Fruto en aquenio, estilo persistente.

Distribución: Cosmopolita.

Usos: *Ceratophyllum demersum* “cola de zorro” se cultiva como planta de acuario.

Ceratophyllum demersum “cola de zorro”. Aspecto general. Detalle de hoja. Flores femenina y masculina. Detalle de estambre. Fruto.



Orden Ranunculales

CLAVE PARA DIFERENCIAR LAS FAMILIAS DEL ORDEN RANUNCULALES

1. Hierbas o enredaderas leñosas, sin espinas. Estambres y carpelos infinitos.

RANUNCULACEAE

1'. Arbustos en general espinosos. Estambres 6 con anteras fenestradas, carpelos 1.

BERBERIDACEAE

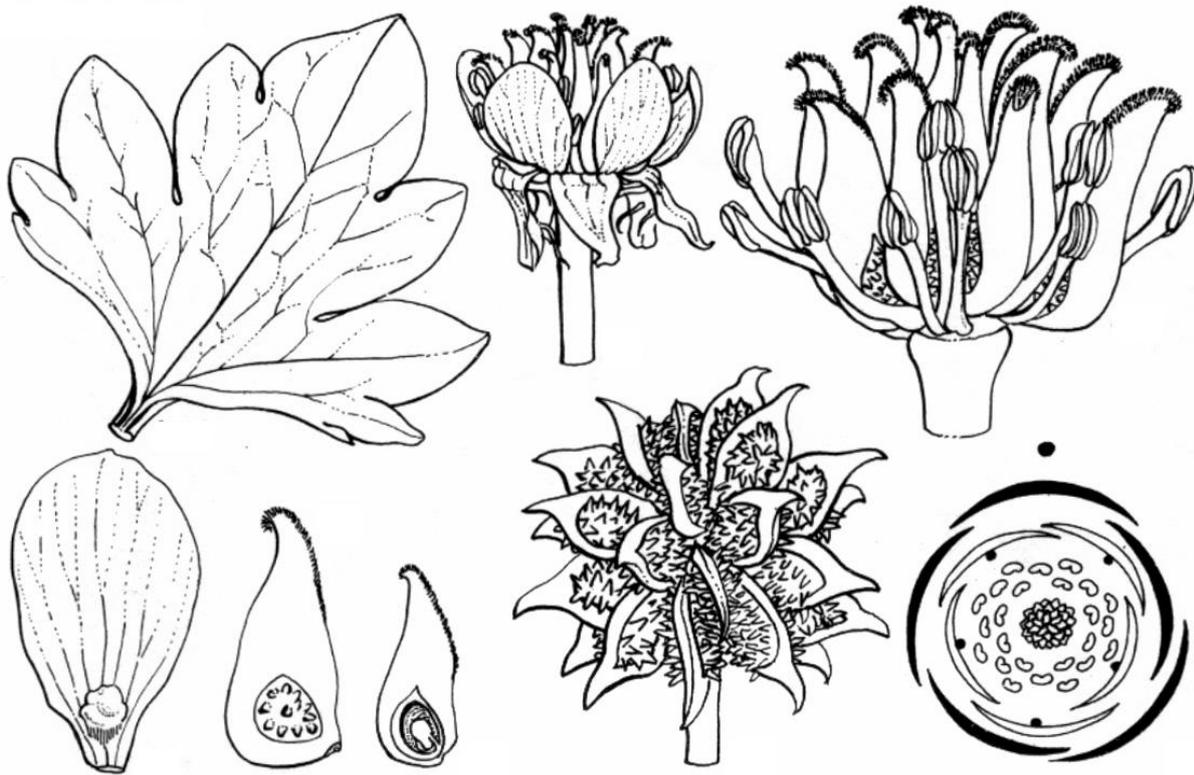
Familia Ranunculaceae

Hierbas (ocasionalmente trepadoras leñosas). Hojas alternas u opuestas, simples o compuestas. Inflorescencias cimosas o flores solitarias, terminales o axilares. Sépalos 3-5, petaloides en los géneros apétalos, generalmente caducos. Pétalos 0-5 (infinitos), libres, usualmente de origen estaminoidal, con un nectario cerca de la base. Estambres 5-infinitos. Carpelos libres, infinitos, con 1 estilo o con el estigma sésil, placentación parietal a lo largo de la sutura ventral, óvulos 1-infinitos por carpelo. Fruto poliaquenio o polifolículo, a veces con un largo estilo plumoso.

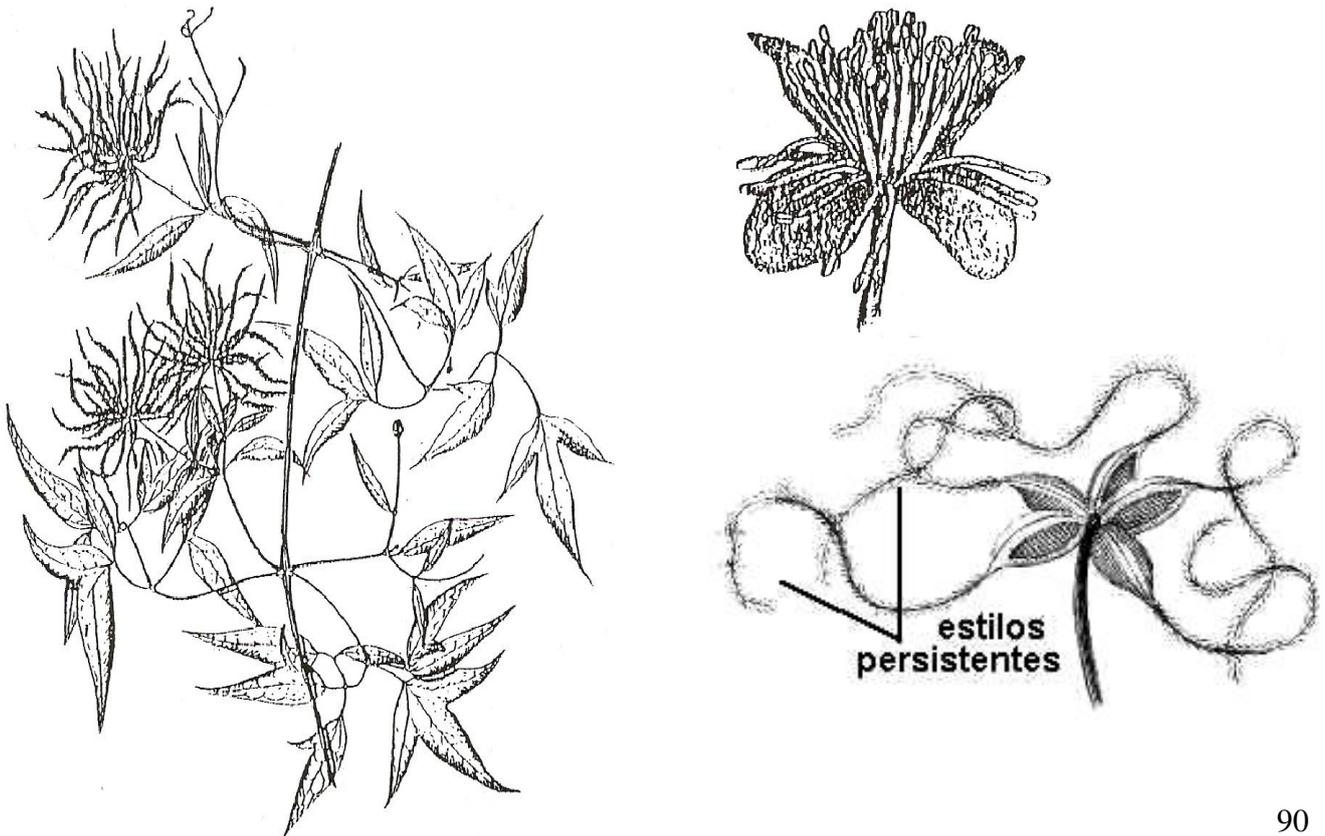
Distribución: Ampliamente extendida, especialmente en regiones templadas y templado frías del Hemisferio Norte.

Usos: Numerosas especies se cultivan como ornamentales, principalmente de los géneros ***Ranunculus*** “marimoña”, ***Delphinium*** “espuela de caballero”, ***Anemone*** “anémona”, ***Aquilegia*** “aguileña”, “colombina”, ***Helleborus*** “elébora”, ***Clematis*** “cabello de ángel”. Algunas especies se consideran medicinales.

Ranunculus sp. Aspecto general. Flor. Detalle de pétalo con nectario. Fruto.



Clematis sp. Aspecto general.



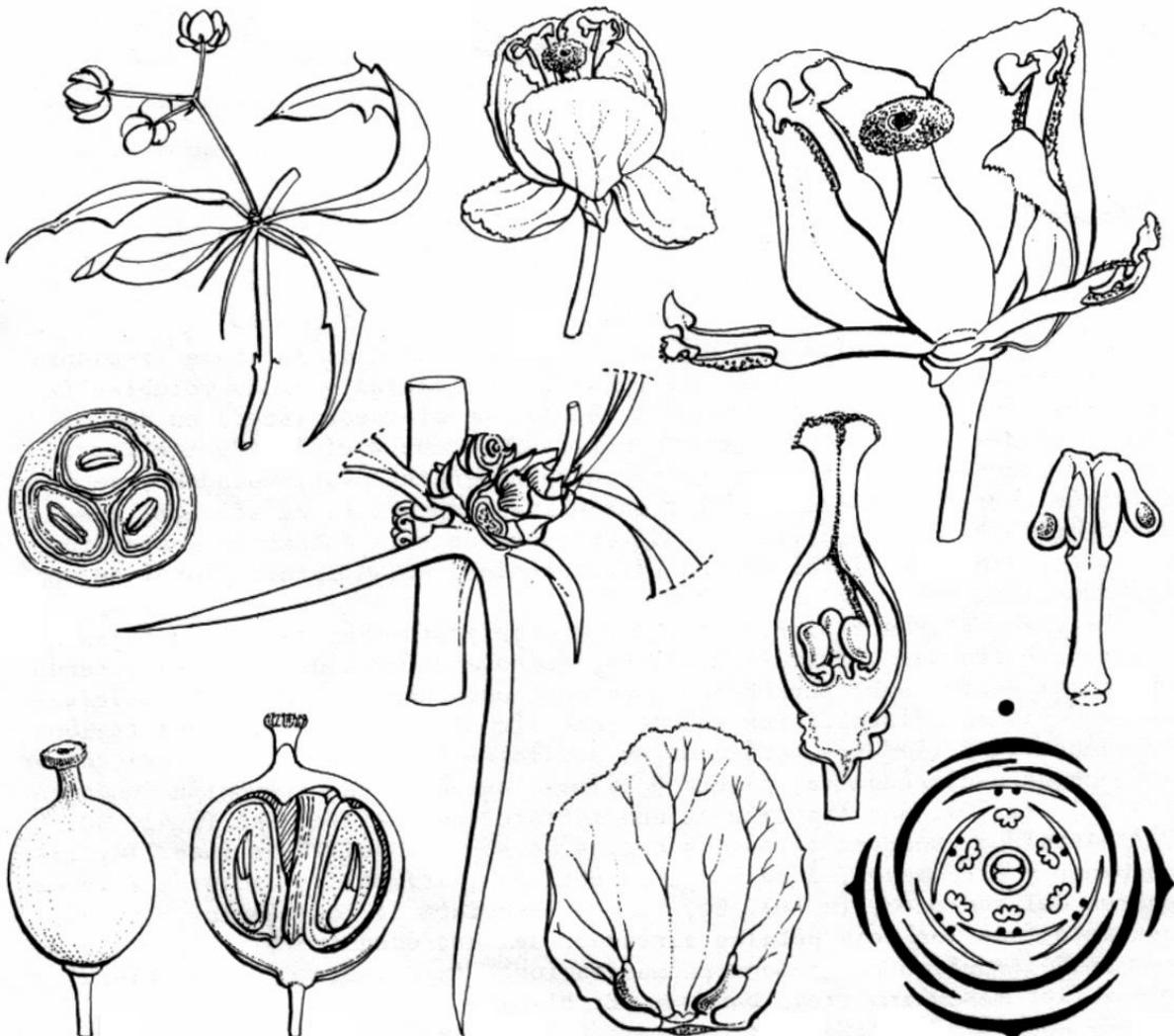
Familia Berberidaceae (13/650); [1/26]

Arbustos frecuentemente con espinas. Hojas alternas, pinnadas o simples, con o sin estípulas. Inflorescencias racimosas. Sépalos 6, en 2 verticilos, libres, con nectarios en la base. Estambres 6, con dehiscencia fenestrada por 2 valvas. Ovario súpero, 1-carpelar, 1-locular, estilo 1 (corto o ausente), estigma 1, placentación basal, óvulo pocos. Fruto en baya.

Distribución: Especialmente en regiones templadas del Hemisferio Norte. **Berberis**, se encuentra a lo largo de los Andes sudamericanos hasta el Estrecho de Magallanes, en la Argentina crecen entre otras, **B. ruscifolia** “uvilla”, “espinas amarillas”, **B. buxifolia** “calafate”, **B. darwinii** “michay”

Usos: Los frutos **Berberis buxifolia** se emplean para la elaboración de dulces. **Nandina domestica** es planta ornamental.

Berberis sp. Braquiblasto. Flor. Detalle de pétalo con nectarios. Estambre. Fruto.



Orden Papaverales

CLAVE PARA DIFERENCIAR LAS FAMILIAS DEL ORDEN PAPAVERALES

1. Plantas con látex. Flores actinomorfas. Estambres infinitos

PAPAVERACEAE

1'. Plantas sin látex. Flores zigomorfas. Estambres usualmente 6, diadelfos

FUMARIACEAE

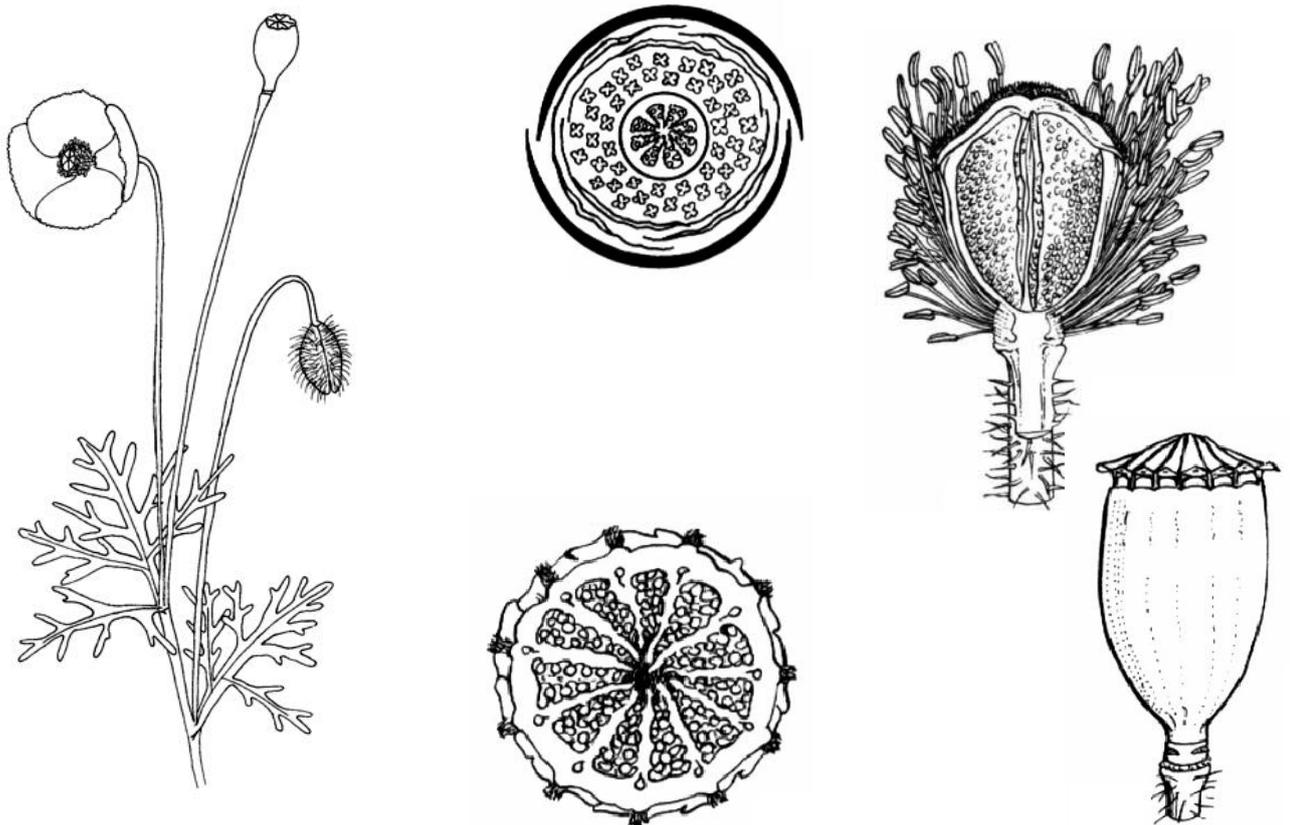
Familia Papaveraceae (25/200); [4/7].

Arbustos o hierbas frecuentemente espinosas, con látex. Hojas alternas, en general profundamente lobadas. Inflorescencias cimosas, racimosas o flores solitarias. Sépalos 2, libres, caducos. Pétalos 4-6 o indefinidos (raro ausentes), en 2 verticilos, libres. Estambres usualmente infinitos, libres. Ovario súpero, 1-locular, estigmas 2 a infinitos, sésiles, óvulos infinitos (con placentación parietal) o 1 (con placentación basal). Fruto en cápsula, dehiscente por valvas o poros. Semillas frecuentemente ariladas, con embrión pequeño y endosperma abundante.

Distribución: Principalmente en regiones tropicales y templadas del Hemisferio Norte.

Usos: ***Papaver rhoeas*** “amapola” y ***P. somniferum*** “adormidera” son ornamentales, del látex de esta última se extrae el opio. ***Eschscholtzia californica*** “flor del ferrocarril”, es asimismo planta ornamental. Otras, como ***Bocona pearcei*** “suncho amargo”, del NO argentino y ***Argemone mexicana*** “cardo santo”, “cardo blando”, son consideradas medicinales.

Papaver somniferum “adormidera”. Aspecto general. CL de flor. CT de ovario. Fruto.



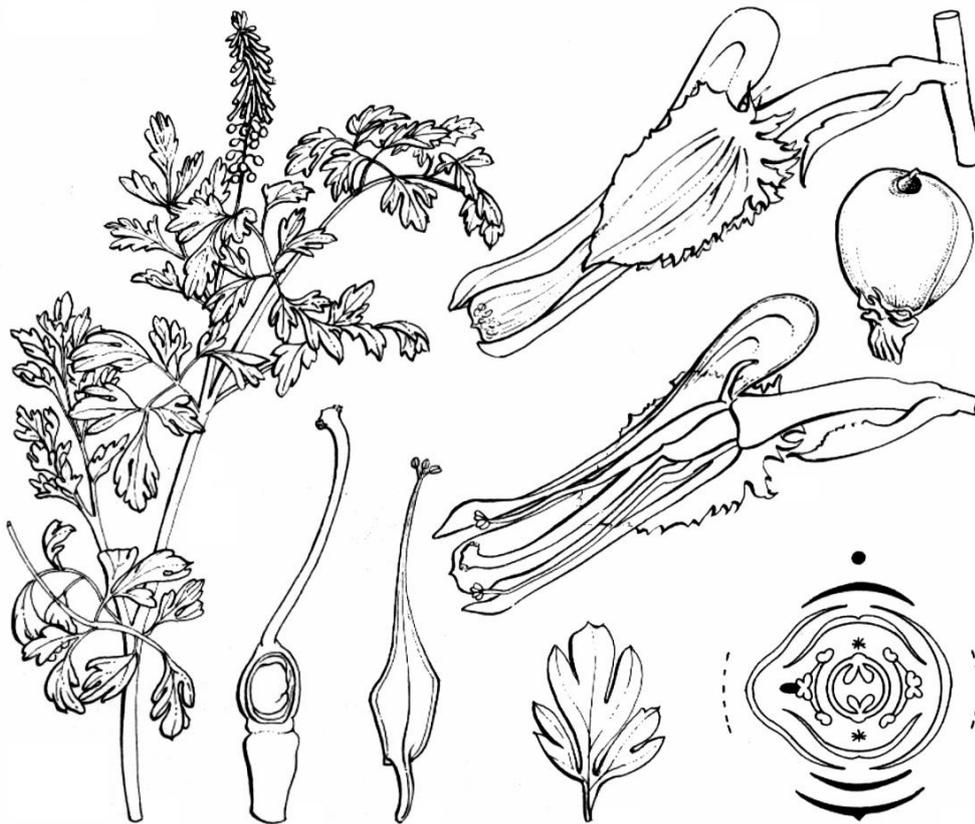
Familia Fumariaceae (19/400), [1/6]

Hierbas. Hojas alternas, más o menos divididas. Flores marcadamente zigomorfas, en inflorescencias cimosas o racimosas. Sépalos 2, bracteiformes, caducos. Pétalos 4, en 2 series, los exteriores con un prominente espolón. Estambres usualmente 6, diadelfos. Ovario súpero, 1-locular, estilo 1 (breve), estigmas 1-2, placentación parietal, óvulos 2-infinitos. Fruto en cápsula. Semillas generalmente ariladas, con embrión pequeño y endosperma abundante.

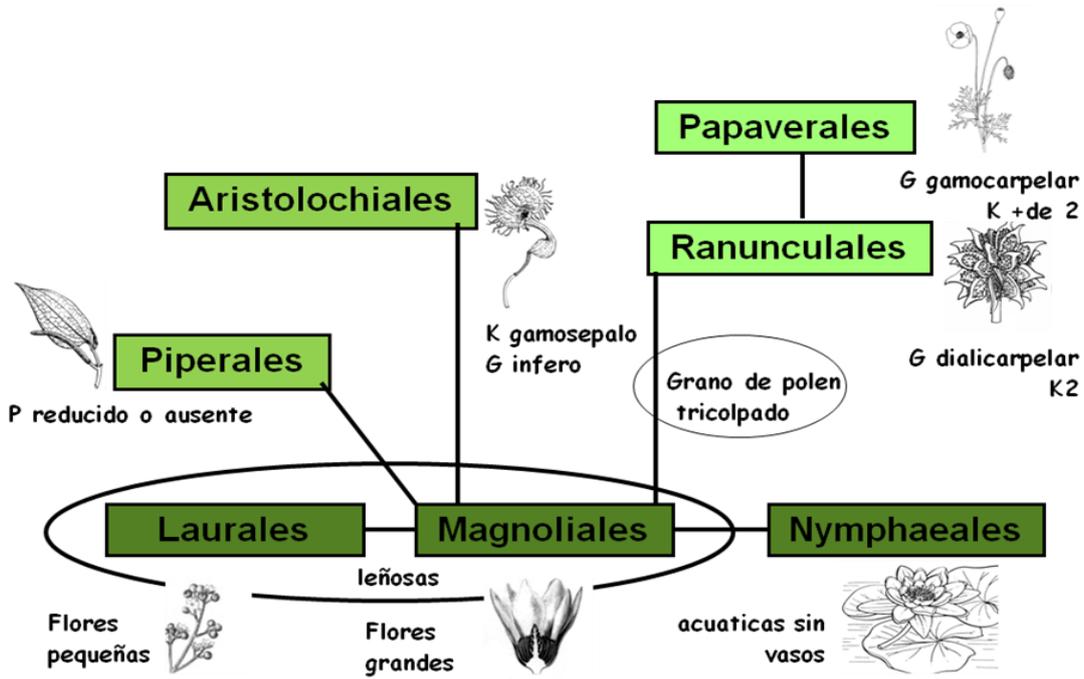
Distribución: Principalmente en regiones templadas del Hemisferio Norte, también en Sudáfrica.

Usos: *Dicentra spectabilis* “corazón de la Virgen” y *Corydalis lutea* son plantas ornamentales. Diversas especies de *Fumaria* como *F. capreolata* y *F. officinalis*, “flor de pajarito”, plantas adventicias muy extendidas, se consideran medicinales.

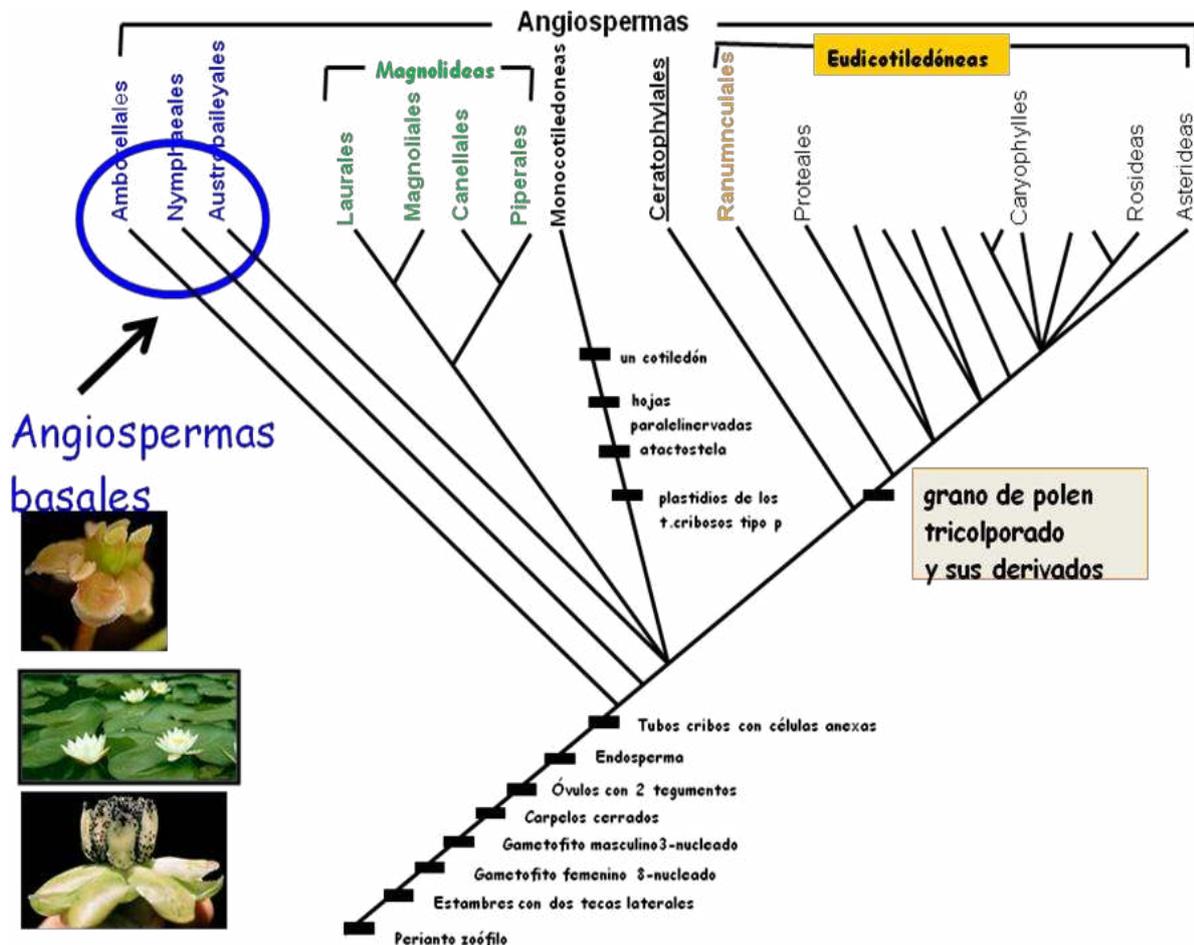
Fumaria sp. Aspecto general. Flor. Detalle de estambre. Fruto.

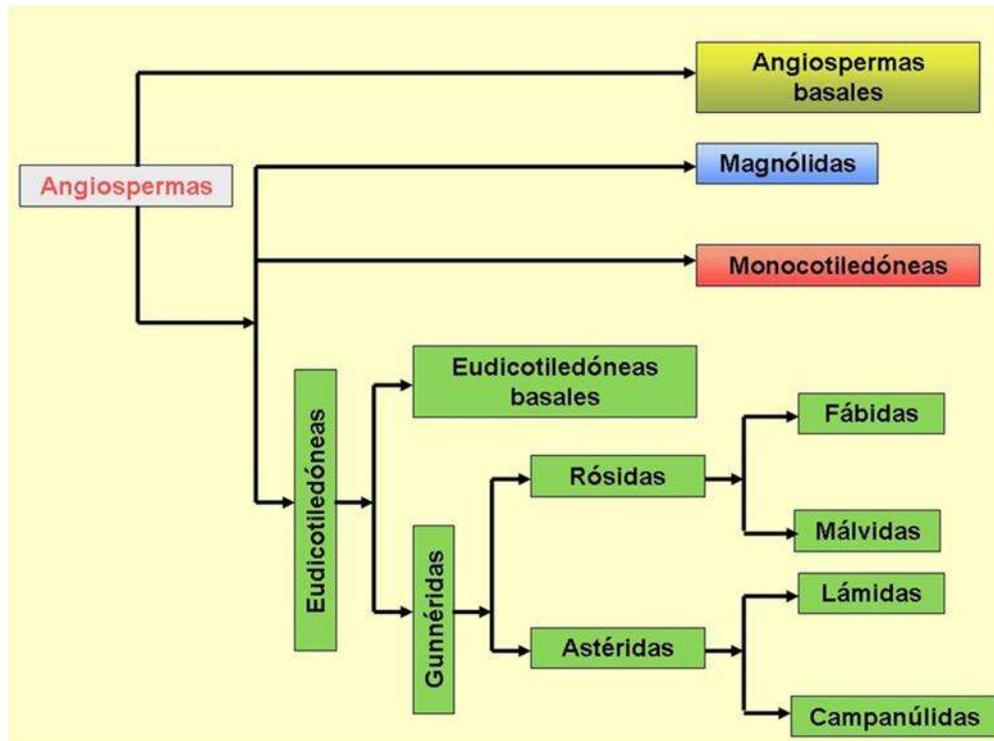


Subclase Magnoliidae – Cronquist 1981



Angiosperm Phylogenetic Group (APG II) - 2003





Angiosperm Phylogenetic Group (APG III) - 2009

Angiospermas basales

Ordenes

- Amborellales
- Austrobaileyales
- Nymphaeales

Magnolideas

Ordenes

- Magnoliales
- Laurales
- Piperales (= Aristolochiales)
- Canellales

Orden Ceratophyllales

Eudicotiledóneas basales:

Ordenes

- Ranunculales (= Papaverales)