

## **Diversidad 2: Pteridófitas y Espermatófitas**

***UNIDAD 14: Algas verdes, briófitas y plantas vasculares sin semillas***

***Subunidad C: Plantas vasculares sin semillas***

- Ciclos de vida

***UNIDAD 15: Plantas vasculares con semillas o espermatófitas***

***Subunidad A: Gimnospermas***

- Ciclos de vida de un pino

***Subunidad B: Angiospermas***

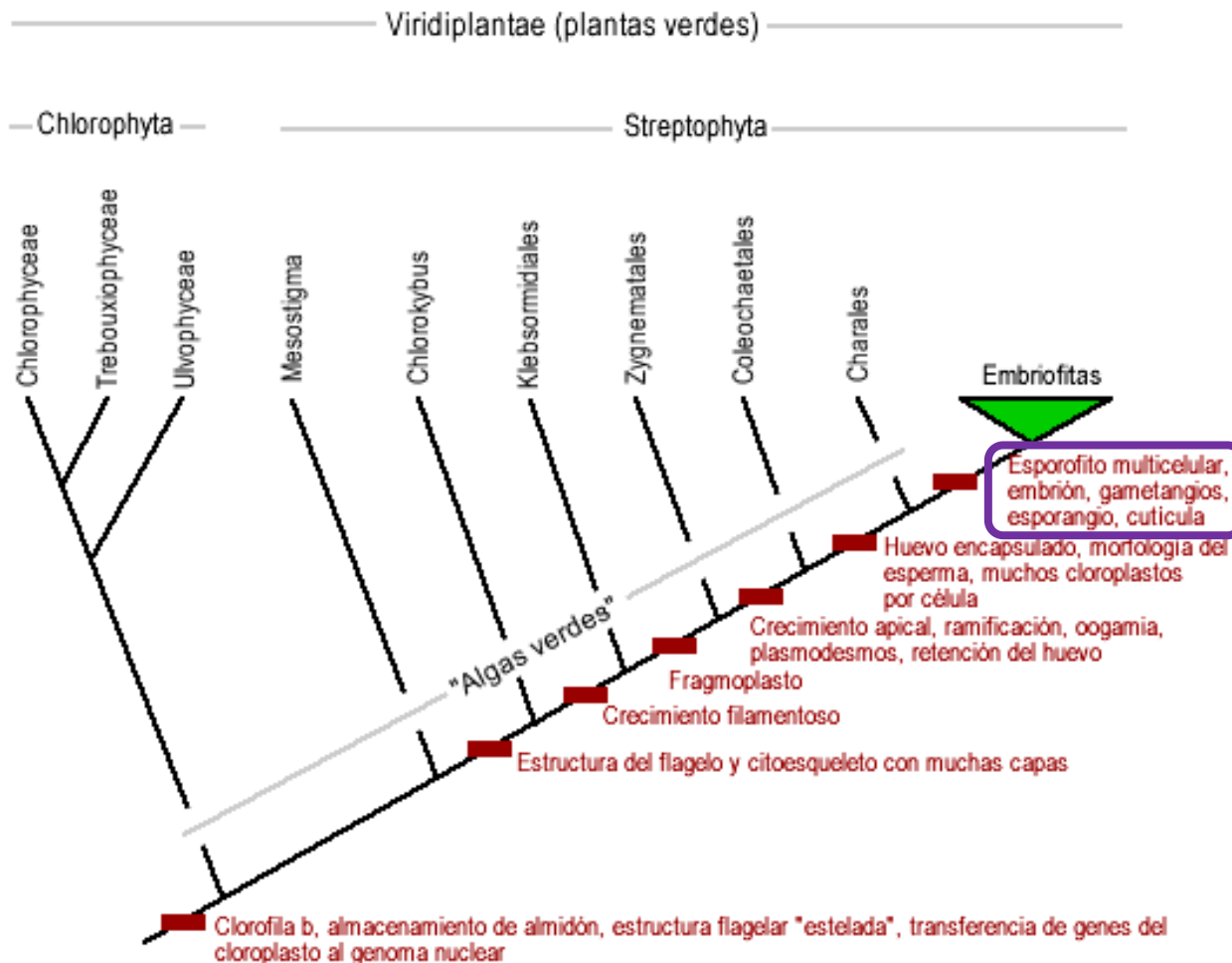
- Ciclo de vida de una dicotiledónea.

***Subunidad C: Clase Dicotiledóneas y Clase Monocotiledóneas***

- Generalidades. Características diferenciales.



# Viridiplantae = Plantas verdes



Las plantas verdes comprenden a lo que comúnmente se conoce como **algas verdes y plantas terrestres**

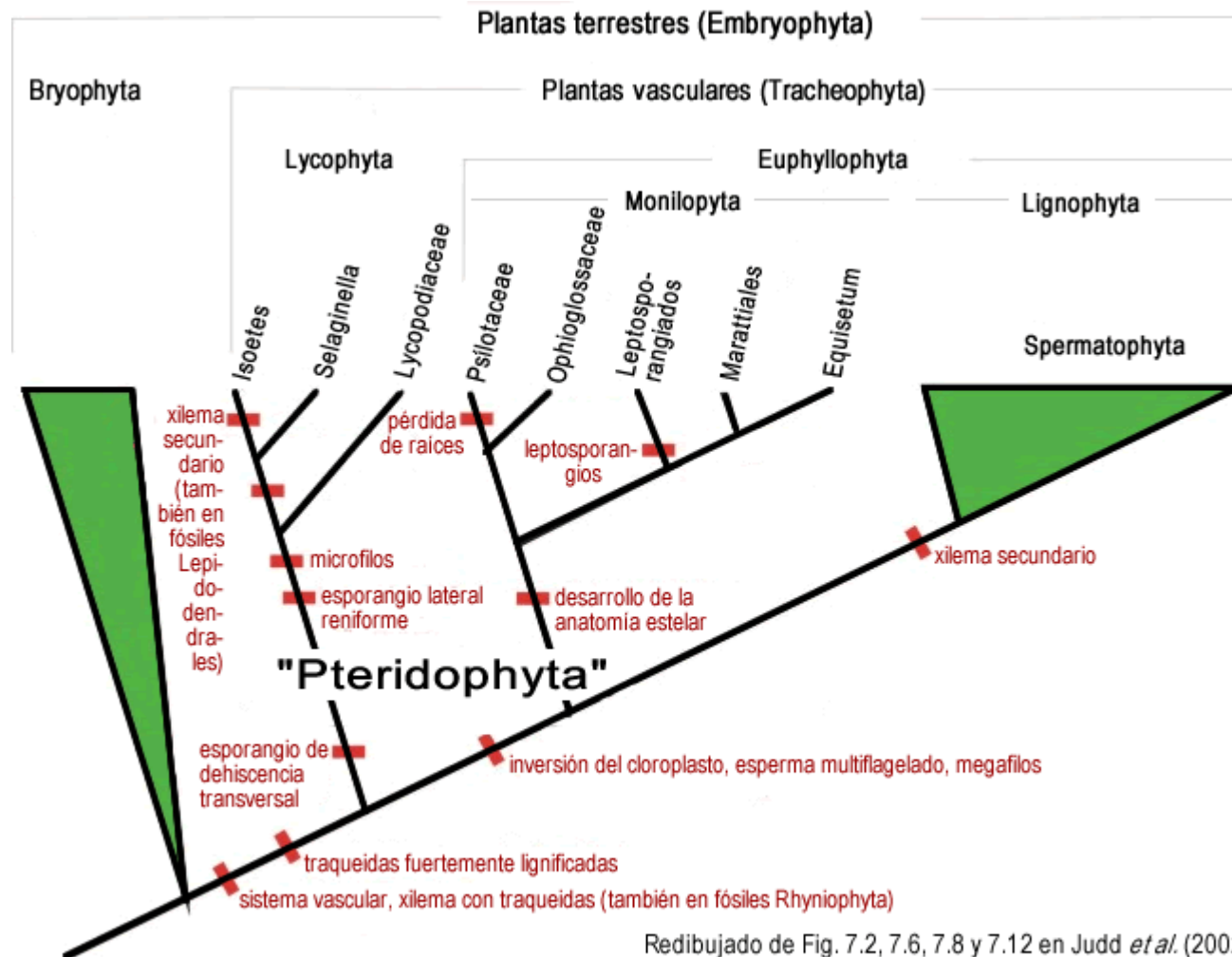
# Embryophyta



## Embryophyta o "plantas terrestres"

- Clado monofilético
- Descendientes de ciertas algas verdes.
- Poseen adaptaciones para la vida fuera del agua, y que son por lo tanto los responsables de la colonización de la tierra por parte de las plantas.
- Comprende a todas las plantas terrestres: las hepáticas, los antoceros, los musgos, los lycopodiófitos, los helechos, y las plantas con semilla

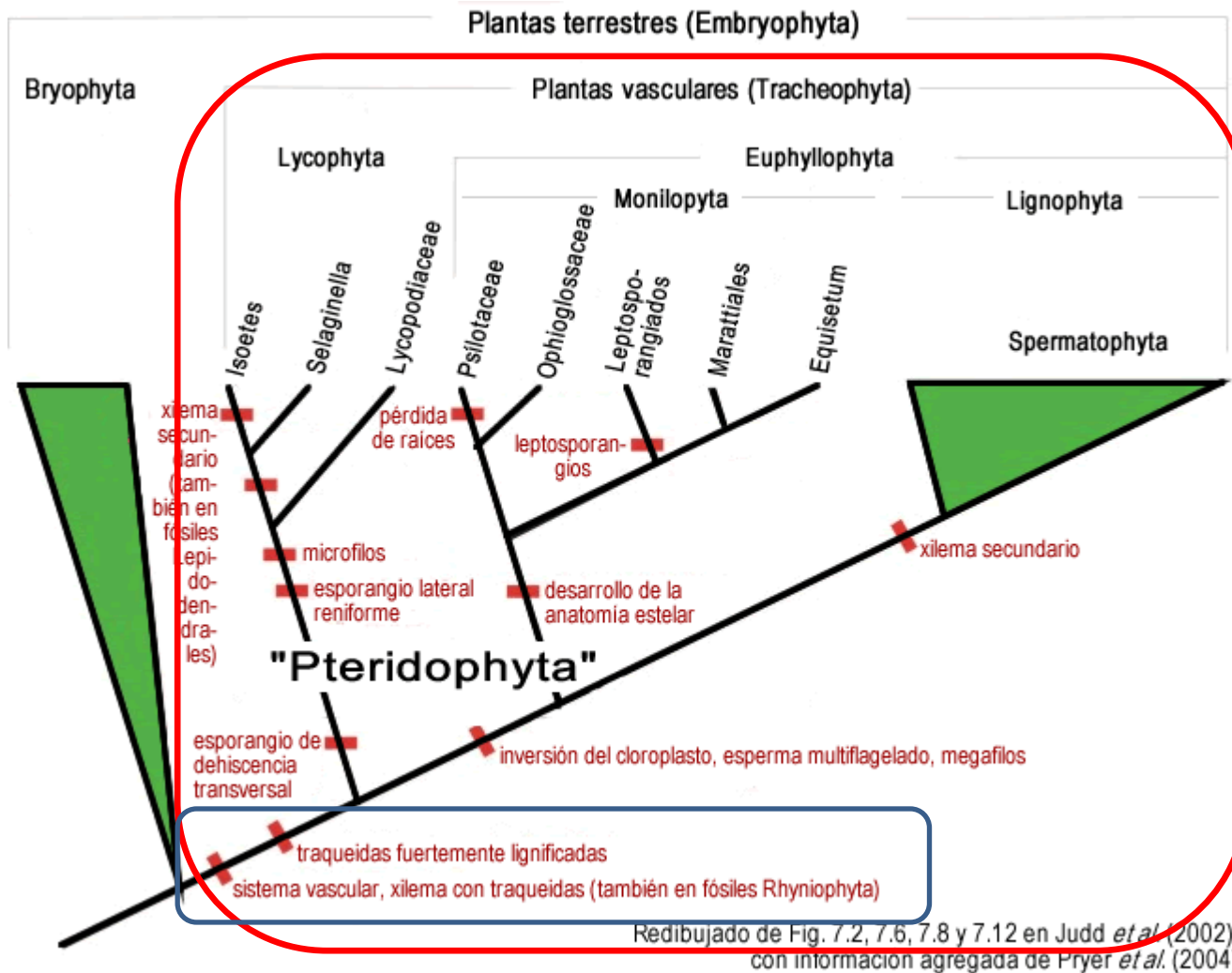
# Embryophyta



Redibujado de Fig. 7.2, 7.6, 7.8 y 7.12 en Judd *et al.* (2002),  
 con información agregada de Pryer *et al.* (2004)

traducido de [http://www.botany.utoronto.ca/Courses/BOT307/D\\_Families/307Dpterido.html](http://www.botany.utoronto.ca/Courses/BOT307/D_Families/307Dpterido.html)

# Traqueófitas



Plantas vasculares = Traqueófitas o Cormófitas

# Traqueófitas (o Cormófitas)

Pteridophyta

Spermatophyta

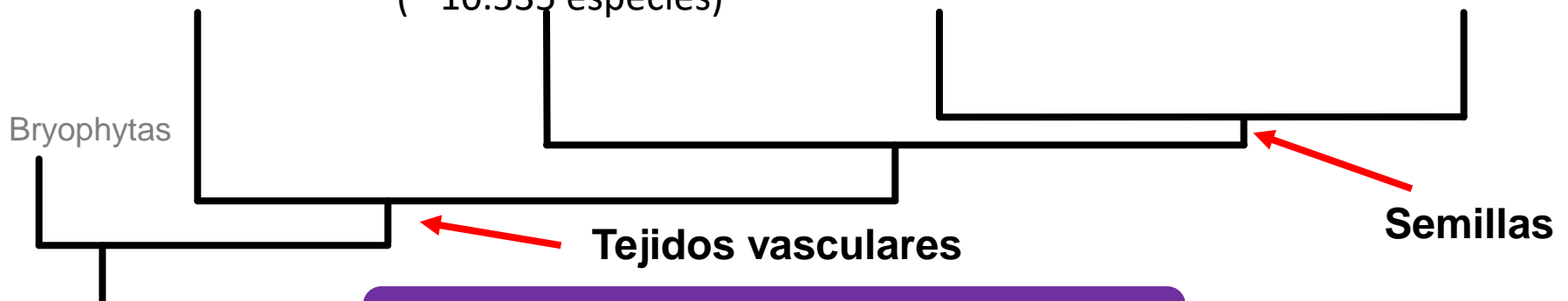


Lycophytas  
(~ 1.300 especies)

Polypodiophyta  
(helechos)  
(~ 10.535 especies)

Gimnospermas  
(~ 1.000 especies)

Angiospermas  
(~ 350.000 especies)



Los tejidos vasculares permitieron que las plantas vasculares crecieran en altura

Photos by [Tom Donald](#)

© 2013 American Society of Plant Biologists

# Pterydophyta: generalidades

## Pteridofitas (helechos)



- Plantas vasculares
- Sin semillas
- Grupo parafilético compuesto por dos grupos monofiléticos distintos (Christenhusz & Chase 2014):
  - **Lycophyta**, que contiene a las pteridofitas más antiguas con microfilos, y
  - **Polypodiophyta**, que reúne a las pteridofitas con megafilos

# Pteridófitas: generalidades

- El término **Pteridophyta** fue propuesto por Colm (1872) a partir de *Pteris* del griego "helecho"
- Plantas cormófitas con **sistema vascular simple y primitivo** (traqueidas y células cribosas), que se dispersan por esporas.
- **Alternancia de generaciones** bien manifiesta e independiente en tiempo y espacio, con **predominio del esporofito**



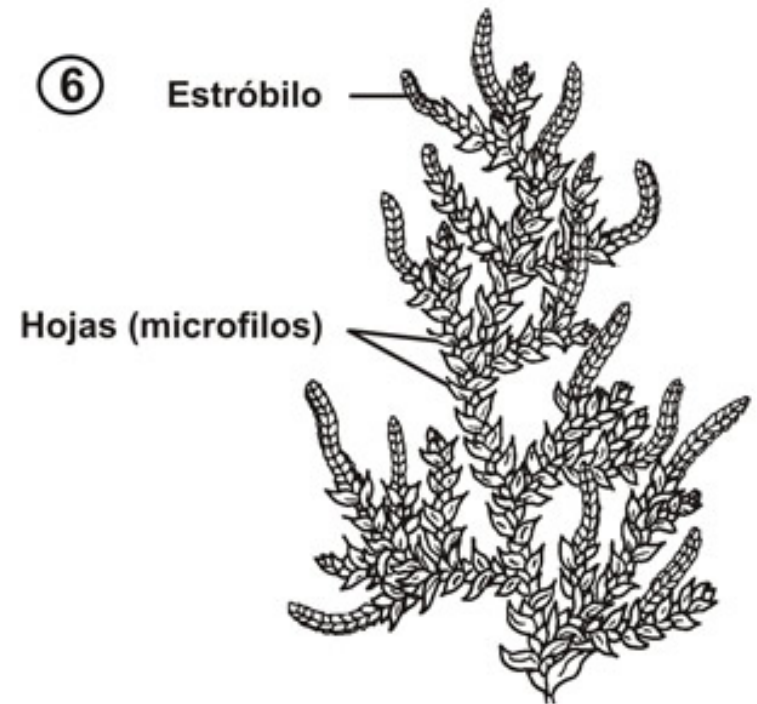
*Equisetum*



# Pteridófitas

- El antepasado común a los briófitos y plantas vasculares fue probablemente un alga verde pluricelular.
- De acuerdo a los registros fósiles las plantas vasculares se diversificaron en el período Devónico (408-360 millones de años) , al principio se desarrollaron plantas desprovistas de hojas y luego evolucionaron hacia formas más complejas.
- Todas producían esporas y colonizaron los ambientes terrestres.
- Diversidad: 13.000 especies aprox.

*Selaginella sp.*



# Pteridófitas: características

## En función del tipo de esporas:

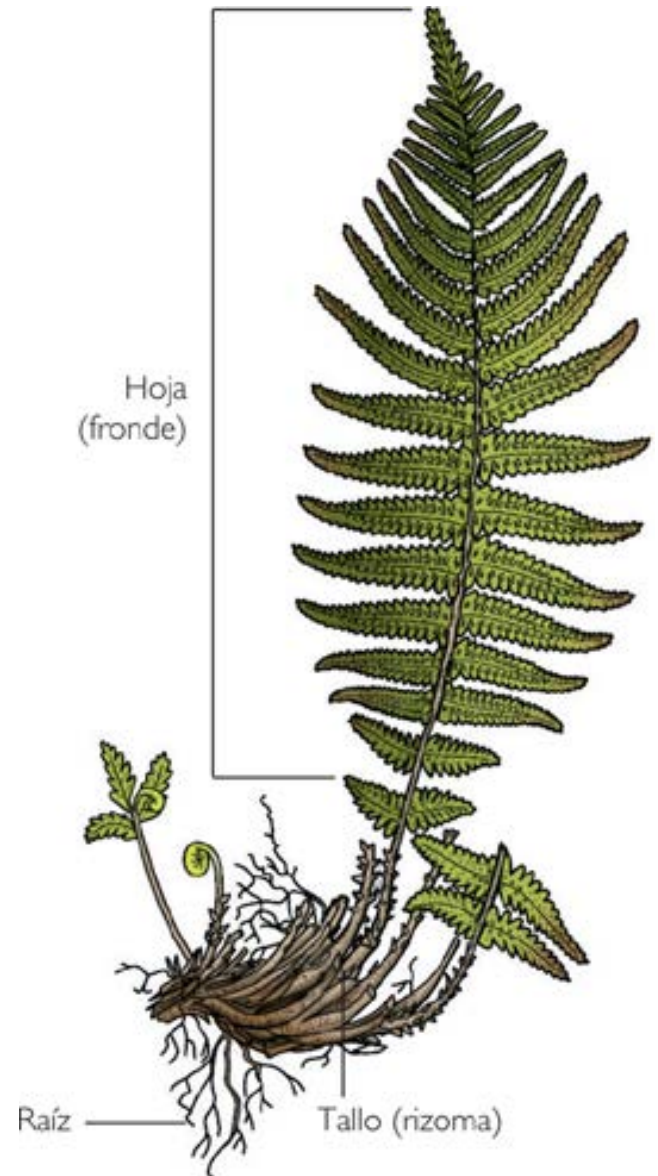
- **Homospóricas:** producen **un solo tipo de espora** que da lugar a un **gametofito libre bisexual** (mayoría de las Pteridófitas)
- **Heterospóricas:** producen **micrósporas y megásporas** que al germinar dan lugar a **gametofitos masculinos y gametofitos femeninos**. Gametofitos de tamaño reducido en comparación al de las homospóricas

# Pteridófitas: características

- **cormófitas con alternancia de generaciones heteromorfas bien manifiesta:**
  - el **esporófito** es un cormo primitivo, que posee vástago con tallo y generalmente también hojas (microfilos o megafilos), y raíces siempre adventicias. **Generación dominante e independiente**
  - el **gametófito** puede ser bisexual (en homospóricas) y unisexuales de tamaño reducido y dependientes de las reservas del esporófito en heterospóricas
- **xilema primitivo** compuesto por **traqueidas**
- **floema primitivo** compuesto por **células cribosas**
- el xilema y el floema forman haces vasculares ubicados en un cilindro central rodeado de la corteza primaria o endodermis, rodeada de epidermis con cutícula y estomas, que se mantiene a lo largo de toda la vida del esporofito
- **sin crecimiento secundario.**

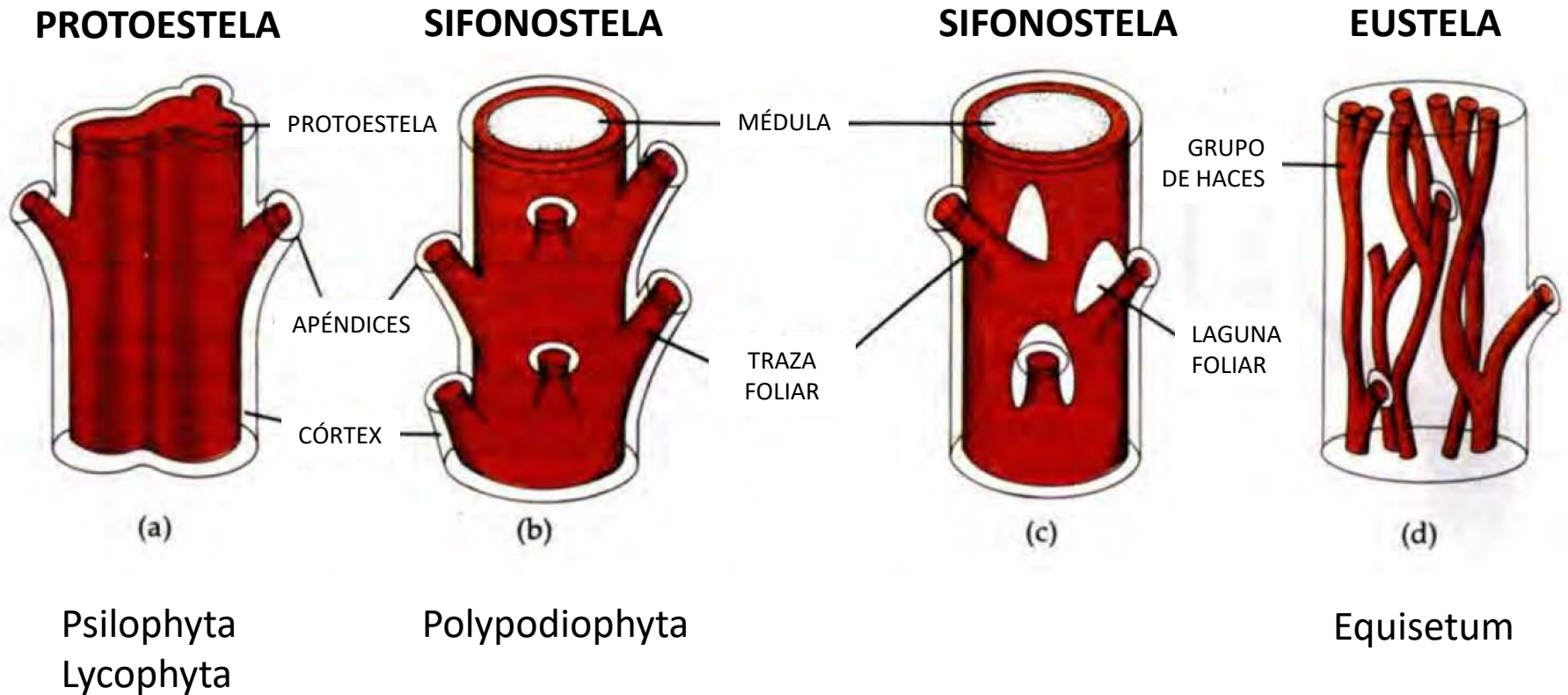
# Pteridófitas: características

- Raíz: primaria, pronto reemplazada por otras de origen caulinar
- Rizoma: rastrero o erecto
- Verdadero tallo en algunas especies arbóreas
- Hojas normales (trofofilos) pequeñas uninervias (microfilos) a bien desarrolladas con mayor nerviación (megáfilos)
- Hojas fértiles (esporofilos) iguales o diferentes a las estériles, con un esporangio en la base adaxial o varios en la cara ventral o abaxial



# Pteridófitas: características

- Estelas variables



# Pteridófitas



*Equisetum arvense*



*Pteridium aquilinum*



*Selaginella sp.*



*Dryopteris filix-mas*

# Pteridófitas: ejemplos locales de Mendoza

- En Mendoza: 14 familias, 17 géneros con 39 taxones pertenecientes a las subclases Lycopodiidae (Lycopodophyta) y Equisetidae, Ophioglossidae y Polypodiidae (Polipodiophyta) (Arana et al. 2011)
- **Mediana composición** muy probablemente asociada por la rigurosidad de las condiciones climáticas y la escasa disponibilidad de agua (las Pteridófitas dependen de ella para su reproducción sexual).
- Las especies están **concentradas en la zona cordillerana**, algunas de ellas alcanzan el límite austral de distribución, mientras que para otras esta región constituye el límite septentrional.

## LICOFITAS Y HELECHOS DE MENDOZA

*Lycopodiidae, Equisetidae, Ophioglossidae y Polypodiidae*

Por Marcelo Arana<sup>1</sup>, César Bianco<sup>2</sup>, Eduardo Martínez Carretero<sup>3</sup>  
y Antonia Oggero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orientación Plantas Vasculares, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 km 601, X5804ZAB, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. E-mail: marana@eva.unrc.edu.ar

<sup>2</sup>Botánica Sistemática, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

<sup>3</sup>Geobotánica y Fitogeografía, IADIZA, CONICET

Los helechos y licofitas tradicionalmente han sido considerados una división del Reino Plantae conocida como Pteridophyta. Esta clasificación puede llegar a ser valiosa a los fines prácticos, pero es totalmente artificial y parafilética, no refleja las relaciones de parentesco entre los miembros de este grupo, ya que las pteridofitas constituyen un grupo heterogéneo de plantas que no comparten una historia evolutiva común. Actualmente, sobre la base de estudios moleculares y morfológicos se ha separado a las pteridofitas en dos grupos: las licofitas y los helechos. Varios análisis filogenéticos han establecido que las licofitas son el grupo hermano de todas las demás plantas vasculares y que se originaron en el Paleozoico (Duff & Nickrent, 1999; Kenrick & Crane, 1997; Kranz & Huss, 1996; Pryer *et al.*, 2004; Raubeson & Jansen, 1992; Wolf *et al.*, 2005), mientras que los helechos son más cercanos a las plantas con semilla (Pryer *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2006).

De acuerdo al sistema de clasificación propuesto por Chase & Reveal (2009) y por Christenhusz *et al.* (2011), las licofitas son una entidad monofilética conformando la subclase Lycopodiidae, mientras que los helechos conforman cuatro subclases: Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae y Polypodiidae. Todas las subclases están clasificadas dentro de la clase Equisetopsida, clado monofilético que abarca la totalidad de las denominadas “embriofitas” o “plantas terrestres”, incluyendo musgos, hepáticas y plantas con semillas (Chase & Reveal, 2009; Arana & Bianco, 2011).

Los helechos y licofitas son las plantas vasculares más antiguas y su origen puede rastrearse desde el Silúrico, 425 millones de años atrás, a partir del descubrimiento del fósil *Cooksonia pertoni* (Raven *et al.*, 1999). Son plantas con un ciclo de vida con alternancia de generacio-

# Pteridófitas: ejemplos locales de Mendoza

## Polipodiophyta (helechos en sentido amplio)

Familias

### 1. *Equisetaceae*

- Hierbas perennes, tallos subterráneos rastreros, tallos aéreos fotosintéticos. Nudos y entrenudos marcados. Epidermis silicificada. Hojas reducidas escamiformes. Esporas generadas en esporangióforos formando un estróbilo terminal.
- Asociadas a ambientes húmedos, laderas serranas húmedas, orillas de canales, diques, etc.

Dos especies nativas y una exótica en Mendoza

- *Equisetum bogotense* «cola de caballo»  
Tallos macizos, simples o escasamente ramificados.
- *Equisetum giganteum* «cola de caballo»  
Tallos huecos, muy ramificados
- *Equisetum xylochaetum* «cola de caballo»  
Especie tropical y subtropical, sólo alcanza los 35º latitud sur. En Mendoza se encuentra en los departamentos de Santa Rosa, Junín, Godoy Cruz y Malargüe.





# Pteridófitas: ejemplos locales de Mendoza

## Polipodiophyta (helechos en sentido amplio)

### Familias

#### 1. *Equisetaceae*

Todos los *Equisetum* producen efectos venenosos en los animales vacunos una vez ingeridos debido a la gran cantidad de silicio (hasta 13%) que contienen. Producen diarreas sanguíneas, abortos y enflaquecimiento.



Figura 3. *Equisetum bogotense*; A) planta x 0,25; a) detalle de un verticilo x 0,5; b) estróbilos cerrado x 2; c) estróbilos abierto x 2; d) esporangióforos x 4; e) esporas, con los eláteres enrollados y libres x 1000. (De Arana & Bianco, 2011)

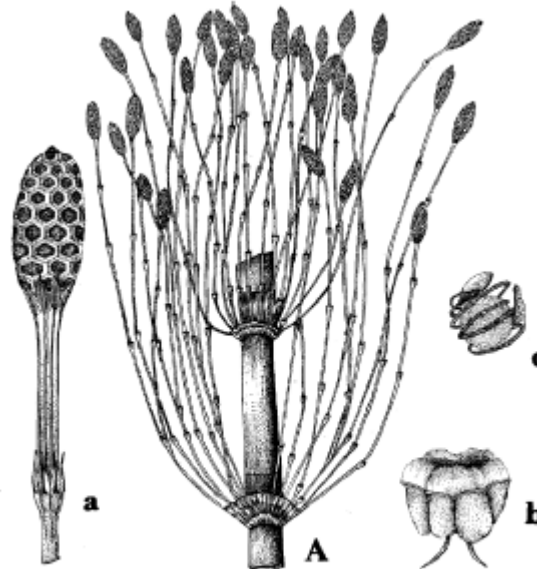


Figura 4. *Equisetum giganteum*; A) trozo de planta x 0,1; a) estróbilos cerrado x 1; b) esporangióforo, vista lateral x 10; c) esporas con eláteres enrollados x 300. (de Arana & Bianco, 2011)



*Equisetum xylochaetum*

# Pteridófitas: ejemplos locales de Mendoza

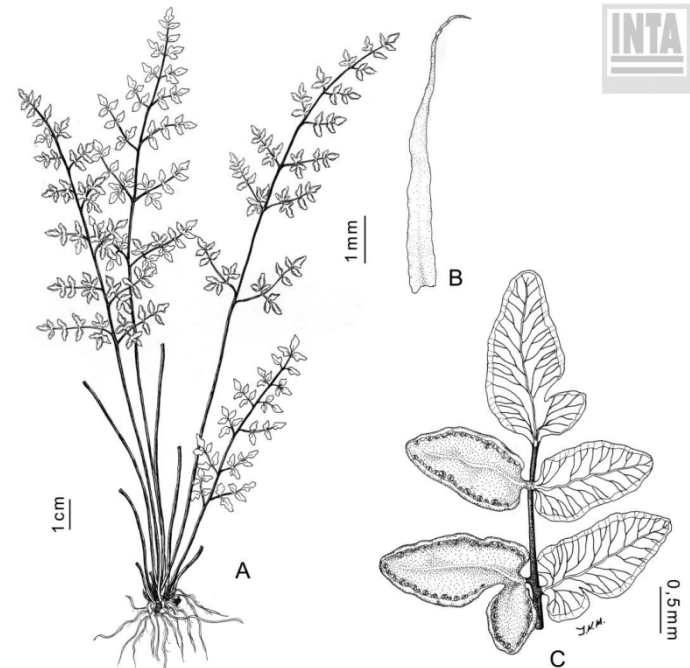
## Polipodiophyta (helechos en sentido amplio)

Familias

### 2. *Adiantaceae*

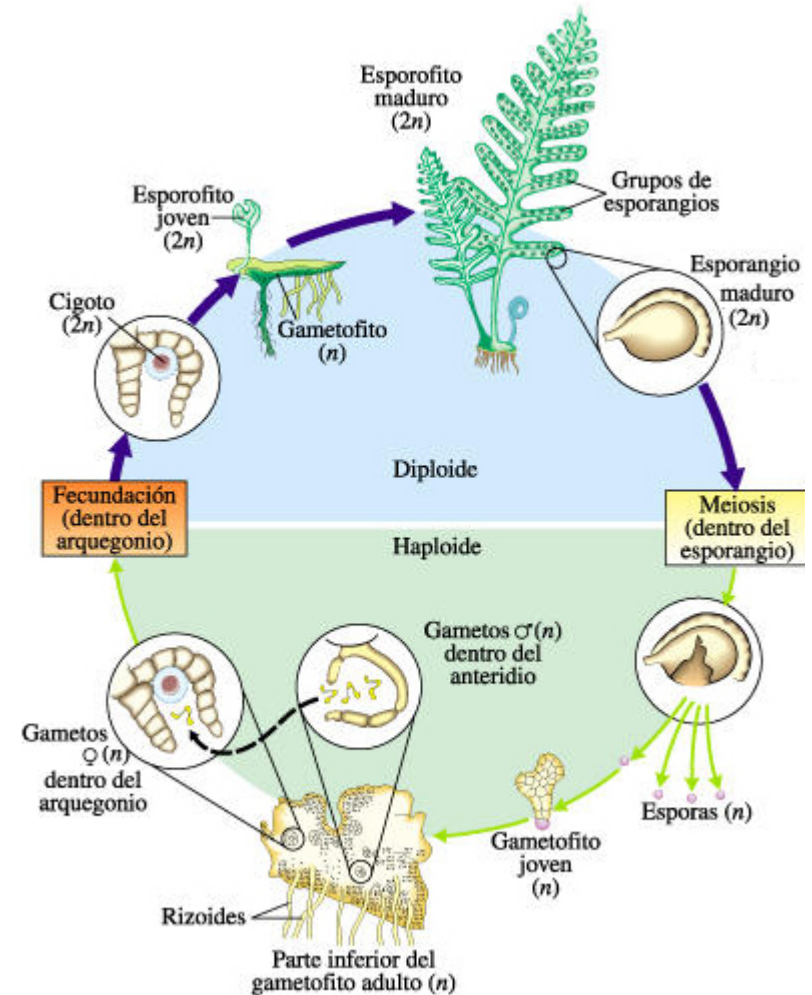
*Argyroschisma nivea* var. *Tenera*

- Helecho saxícola (que crece entre rocas). Es la especie más frecuente en Mendoza, se la encuentra en Las Heras, Luján, San Carlos, San Rafael, Tunuyán, donde crece en las grietas de las rocas.



# Pteridófitas: ciclo de vida (homospórico)

- **esporas** ( $n$ ) (formadas en esporangios) como unidades de dispersión que germinan y originan al gametofito ( $n$ ) o **prótalo** (cuerpo sin organización),
- allí se forman los **arquegonios** (órgano sexual pluricelular que originará la gameta femenina inmóvil), y los **anteridios** (órgano pluricelular donde se formarán las gametas masculinas móviles flageladas o anterozoides),
- fecundación dependiente del agua.
- **El embrión ( $2n$ ) se desarrolla sobre el gametofito directamente después de la formación del cigoto** y no entra en latencia, y dará origen al vástago con raíces adventicias (esporofito,  $2n$ ).
- **Predomina la fase esporofítica** (diploide)



Esquema de

[http://www.fisicanet.com.ar/biologia/informacion\\_genetica/ap10\\_meiosis\\_en\\_distintos\\_ciclos\\_vitales.php](http://www.fisicanet.com.ar/biologia/informacion_genetica/ap10_meiosis_en_distintos_ciclos_vitales.php)

# Pteridófitas: ciclo de vida (homospórico)

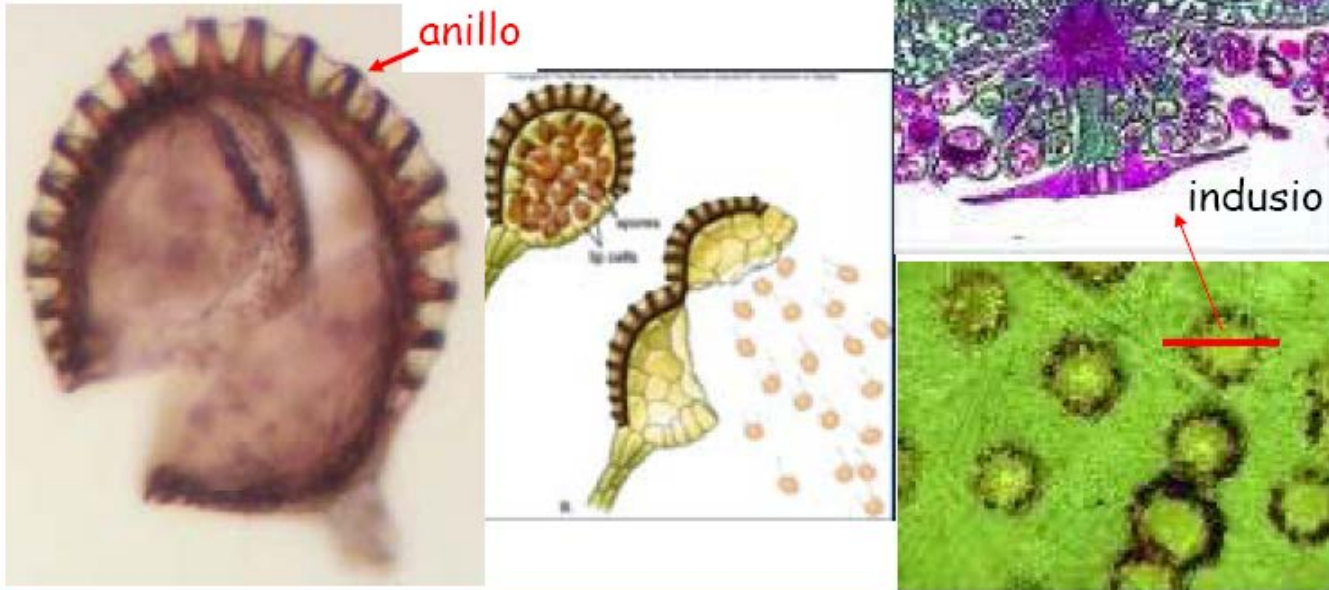


# Pteridófitas: soros

**Soros:** agrupaciones de esporangios que aparecen en el envés de las hojas de los helechos

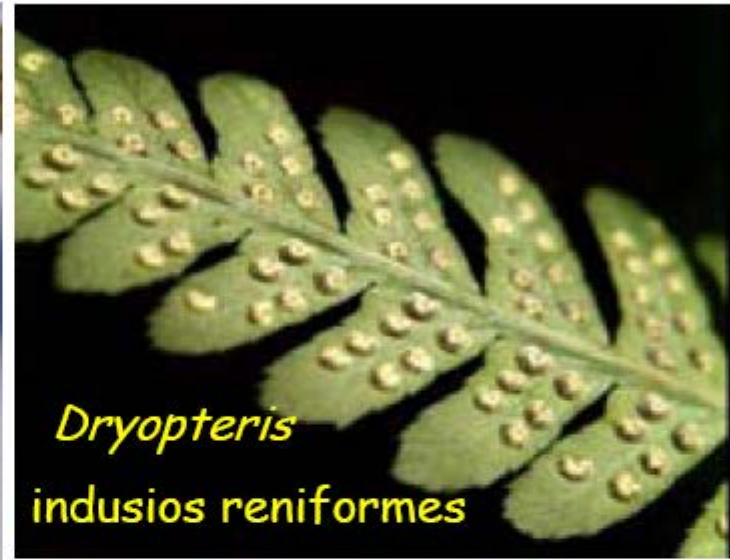
## Div. Pteridophyta: O. Filicales

**Leptosporangios**, con mecanismo de dehiscencia (**anillo**)  
Marginales o abaxiales, generalmente agrupados en soros  
Soros desnudos, protegidos por indusio o por el borde de la hoja (pseudindusio).

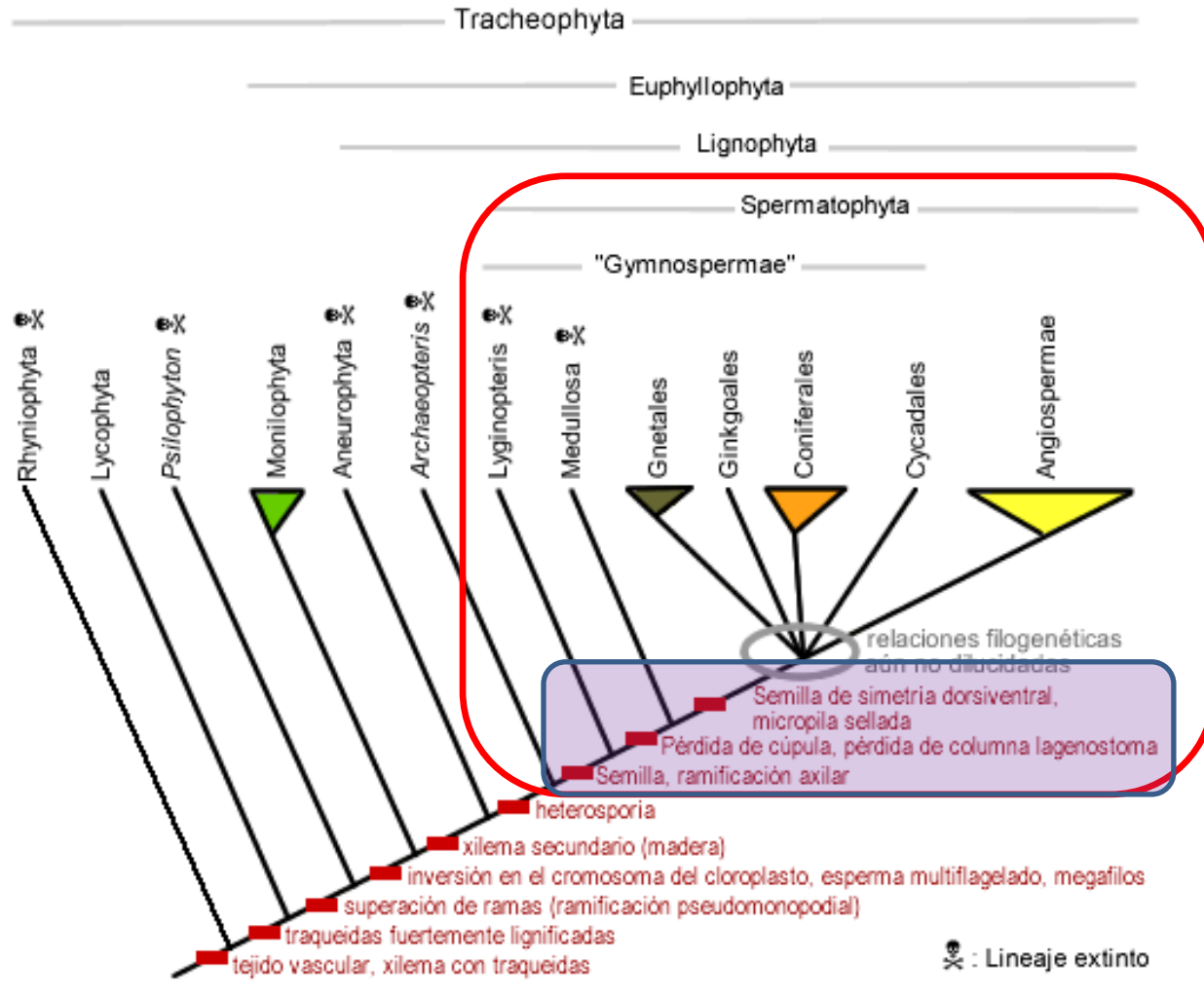


# Pteridófitas: soros

La forma del indusio y del soro sirve para diferenciar los géneros



# Traqueófitas



Dibujado a partir de Figuras 7.8 y 7.12 en Judd *et al.* (2002)

# Spermatophyta

## Espermatofitas

del griego σπέρμα ("sperma", semilla), y φυτόν ("fiton", que significa planta)

- Plantas vasculares
- Semillas
- Ramificación axilar.
- 270.000 especies





# Espermatófitas

## SINONIMIA

- **Espermatofitas**: plantas con semillas
- **Espermatofitas Sifonógamas**: plantas con semillas y que desarrollan un tubo polínico
- **Antófitas**: plantas con flores
- **Fanerógamas**: *faneros*: visible y *gamia*: unión sexual

## 2 Divisiones:

- Óvulos desnudos: **Gimnospermas**
- Óvulos protegidos: **Angiospermas**

# Gimnospermas (o división Pinophyta)

- Del griego “*gymnos*”: desnudo y “*sperma*” semilla
- 109 géneros con 1200 especies
- Óvulos no protegidos, sobre carpelos abiertos, sin estilo ni estigma.
- No tienen un verdadero fruto: cono o estróbilo
- Endosperma formado antes de la fecundación (prótalo femenino).
- Presencia de arquegonios (gametangio femenino)
- Polen con varias células vegetativas o sus núcleos.
- Fecundación simple.
- Polinización anemófila.
- Flores siempre unisexuales.
- Xilema con traqueidas.
- Leñosas.

# Gimnospermas

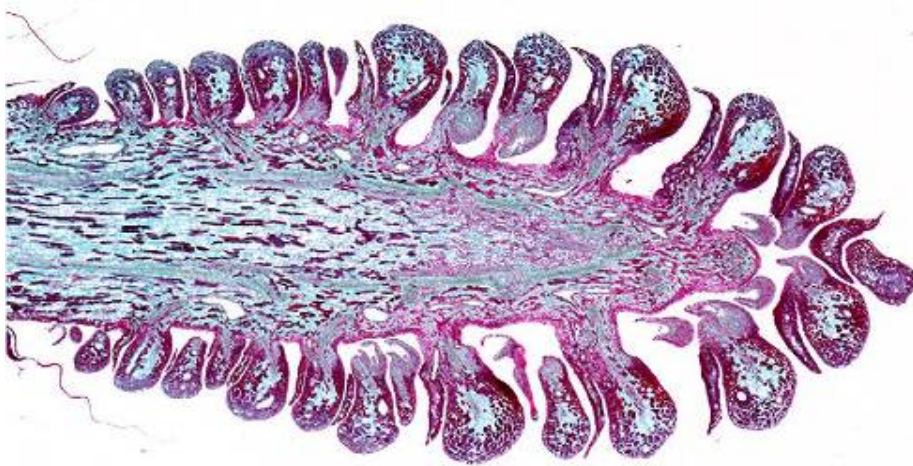
## Estróbilos femeninos o conos

- Óvulos no protegidos
- insertos sobre hojas especializadas o protegidos por brácteas en estructuras estrobiliformes diversas (conos).
- Aparece la semilla, estructura que protege al embrión

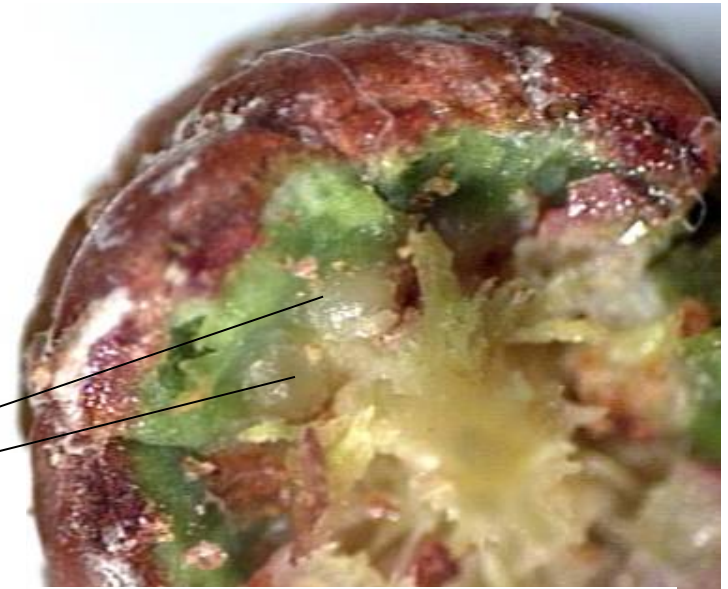
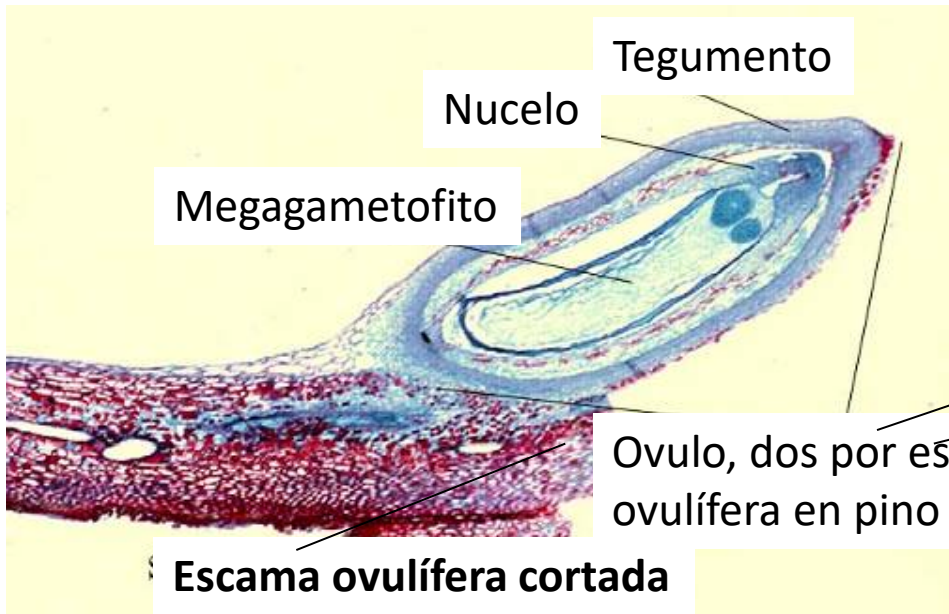
6 meses    17 meses    22 meses    Cono maduro



# Gimnospermas: conos femeninos

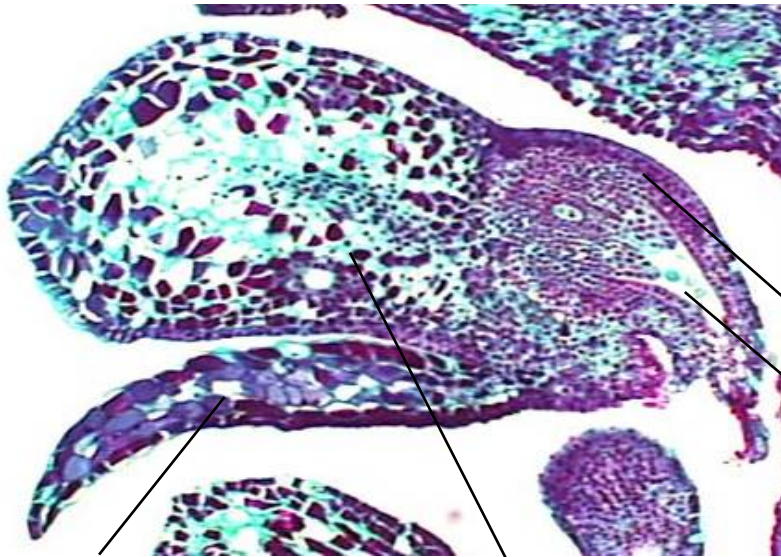


Corte longitudinal de un estróbilo de pino

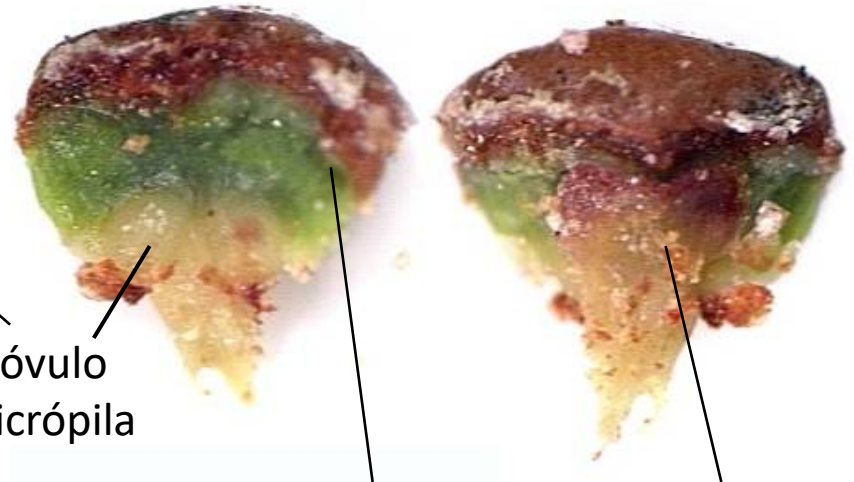


Corte longitudinal de un óvulo

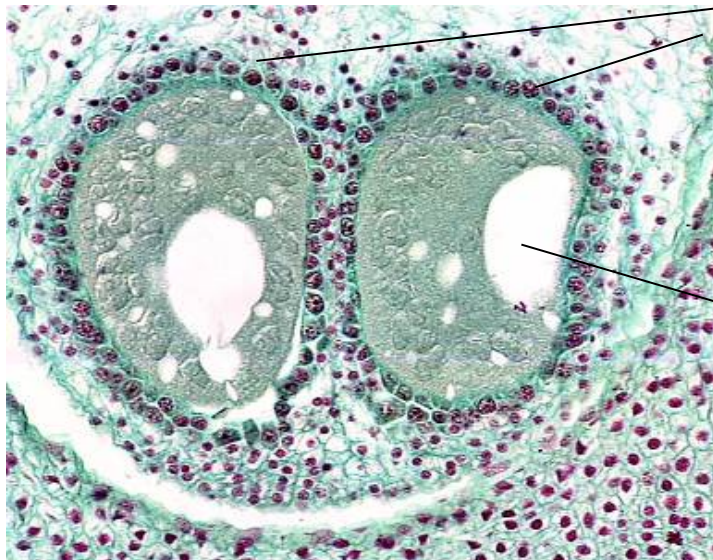
# Gimnospermas: conos femeninos



Escama tectriz Escama ovuífera



Escama ovuífera Escama tectriz



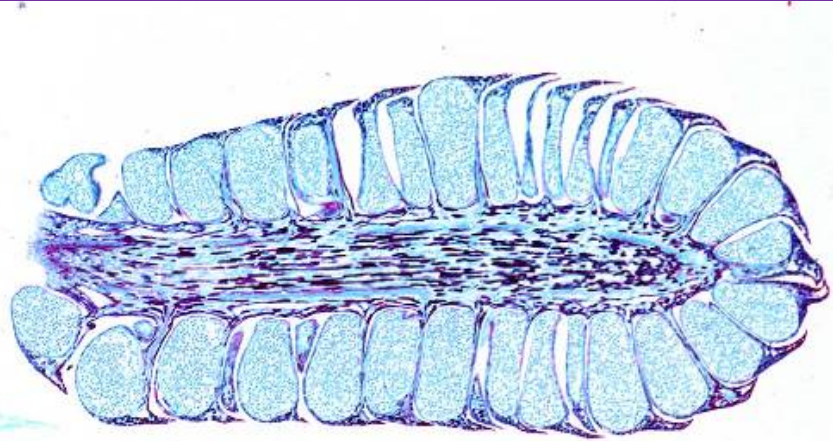
arquegonios

gametas



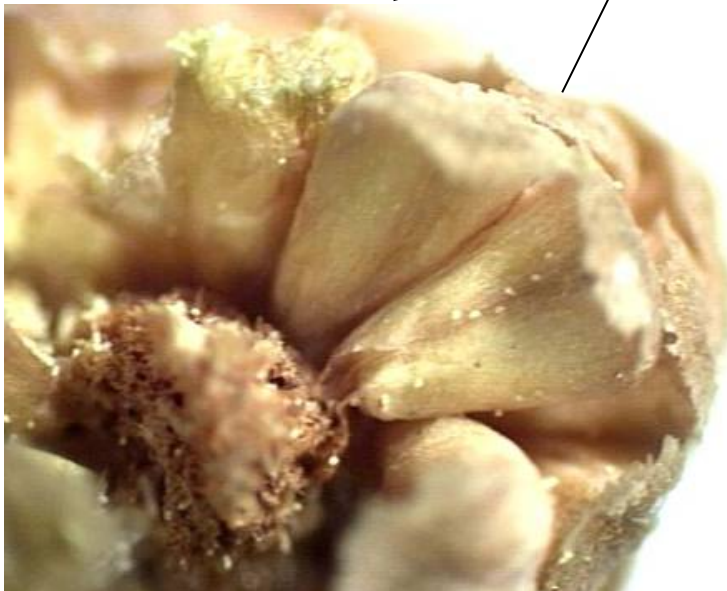
prótalo

# Gimnospermas: conos masculinos



**Estróbilos masculinos en el extremo de las ramas de pino y corte longitudinal**

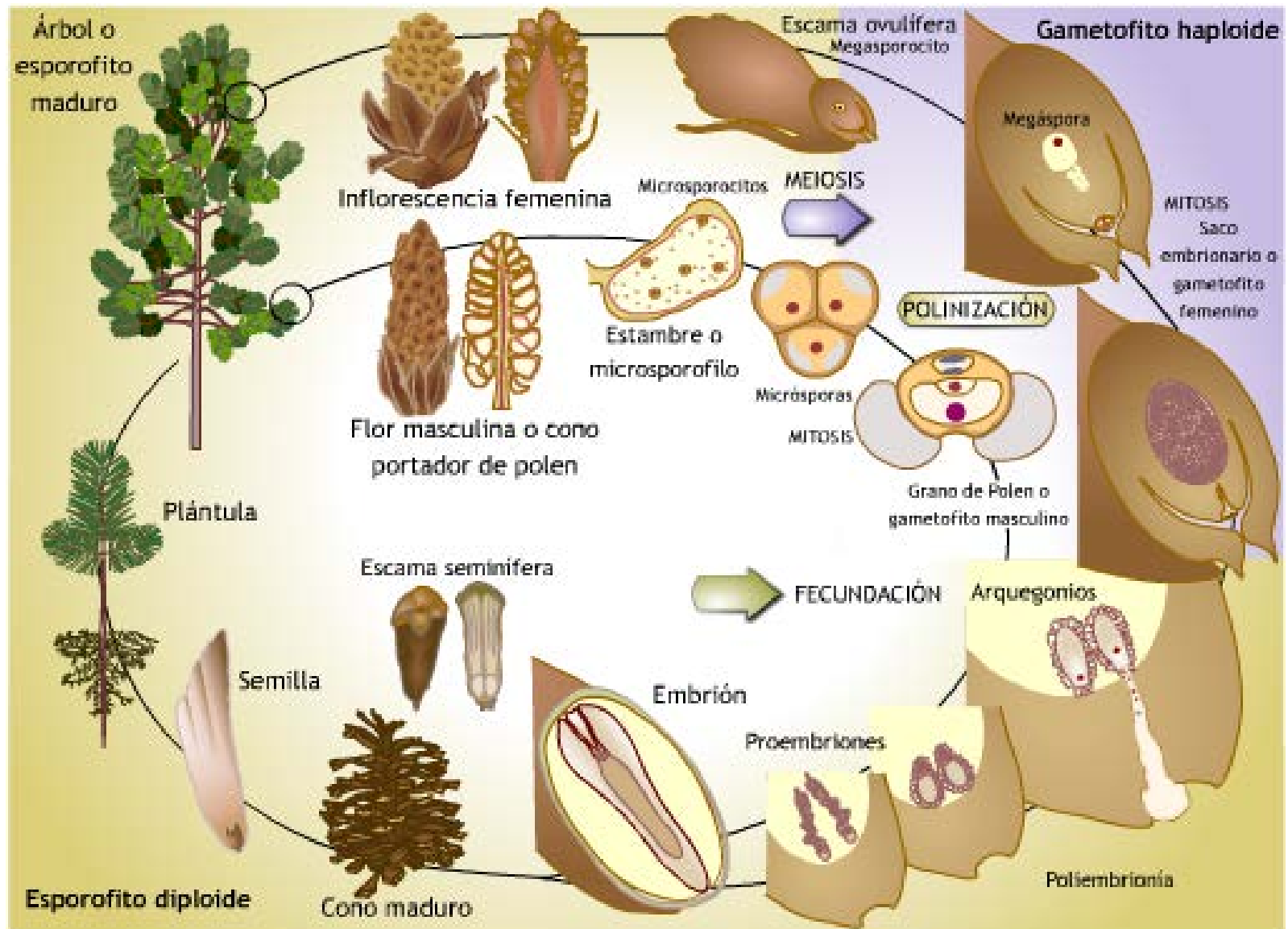
Brácteas con sacos esporígenos



Núcleos

Granos de polen con vesículas

# Gimnospermas: ciclo de vida



# Gimnospermas: ciclo de vida

- Las flores carecen de perianto y los órganos sexuales son macro y microsporofilos.
- La oosfera se encuentra hacia la micrópila de un prótalo, tejido haploide y pluricelular formado en la nucela del óvulo.
- **No se produce la doble fecundación** de la gametas ya que en el prótalo no hay núcleos polares y el **tejido de reserva es el mismo prótalo haploide**.
- Se llama albumen primario porque se halla preformado antes de la conjugación de la oósfera u ovocélula con uno de los anterozoides.
- El embrión puede tener hasta 18 cotiledones.
- **Polinización:** anemófila con excepción de las especies del género *Ephedra* (en la actualidad se las considera como un remanente de un grupo más amplio que dominaba el Mesozoico (260 a 150 millones de años))

Esporofito diploide

Cono maduro

Pohembrioma



# Gimnospermas

Bosque de *Araucaria* hace 230 millones de años



# Gimnospermas

Bosque fósil de *Araucaria* o Bosque de Darwin  
Agua de la Zorra – Paramillos de Uspallata, Mendoza



# Gimnospermas

Bosque puro de *Araucaria araucana* en Rahue (Neuquén)



Bosque mixto de *Araucaria araucana* - *Nothofagus pumilio* en Paso Tromen (Neuquén)



# Gimnospermas: ejemplos nativos de Mendoza

## Familia Ephedraceae

Un único género presente: *Ephedra*

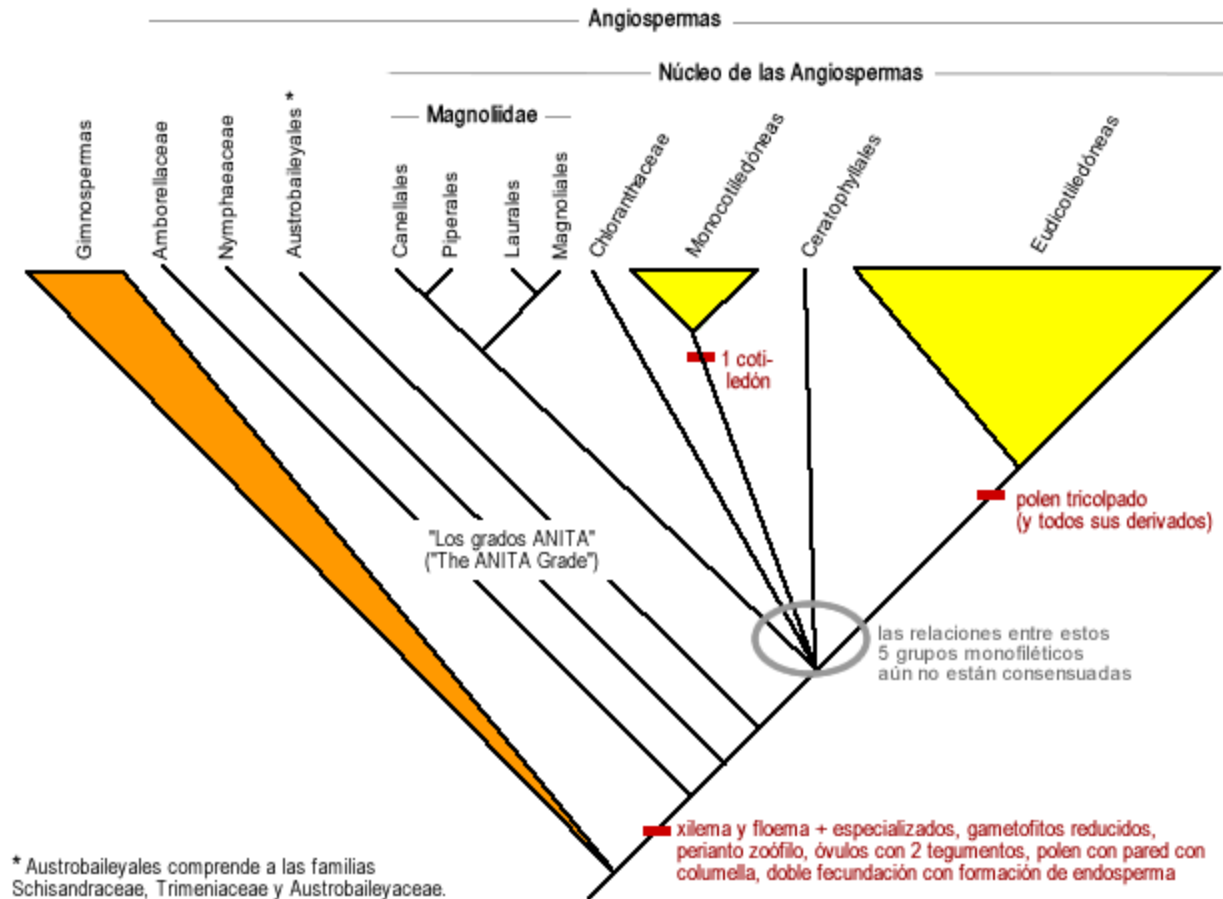


- *Ephedra triandra* "solupe negro"  
Arbusto dioico de hasta 2 m de altura, a veces apoyante o como sub-arbusto amatorralado de 60 m de altura y varios metros de diámetro a causa de la propagación de sus rizoma. Ramas flexuosas, semirectas o péndulas, estriadas, de hasta 2 mm de diámetro
- *Ephedra ochreatea* "frutilla de campo"  
Arbusto dioico, hasta 1 m de alto; ramas jóvenes erectas, muy gruesas de 1,5-3 mm de diámetro



Son buenas forrajeras naturales y sus pseudofrutos son comestibles. Algunas especies con grandes rizomas han servido para la estabilización de suelos móviles.

# Espermatófitas



Dibujado y traducido a partir de A.P.G. (2003) con modificaciones para consensuarlo con Qiu *et al* (2005)

# Magniophyta o Angiospermae

## Angiospermas

proviene de dos palabras griegas: αγγειον (angión- vaso, ánfora) y σπέρμα (sperma, semilla); así, este término compuesto significa "semillas envasadas"



- plantas vasculares
- productoras de semillas
- flores poseen verticilos o espirales ordenados de sépalos, pétalos, estambres y carpelos
- presencia de fruto
- xilema secundario sólo en Dicotiledóneas.

Fuente Wikipedia  
([http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Primula\\_aka.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Primula_aka.jpg))

# Angiospermas

18.000 especies de importancia económica

12.000 ornamentales

6.000 agrícolas, forestales, hortícolas, industriales

arroz

trigo

maíz

caña de azúcar

sorgo

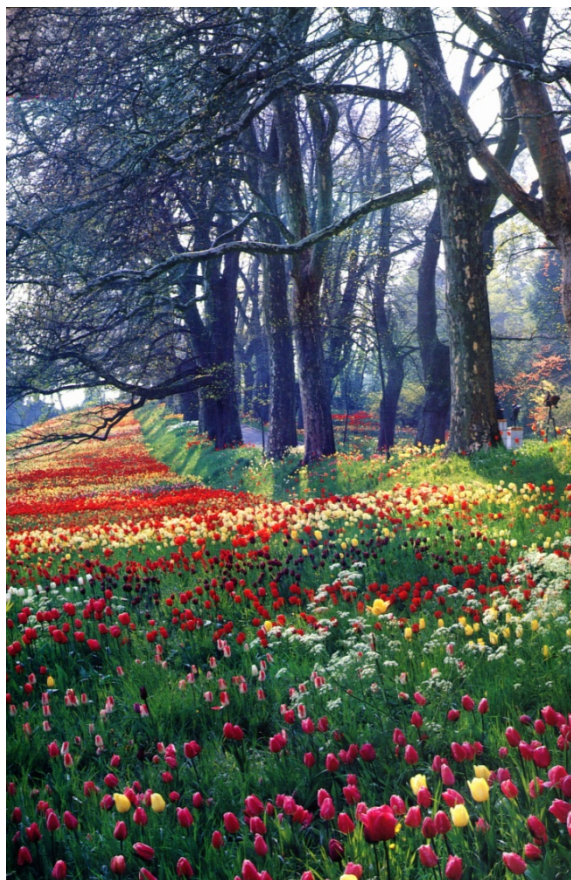
avena

remolacha azucarera

papa

batata

soja

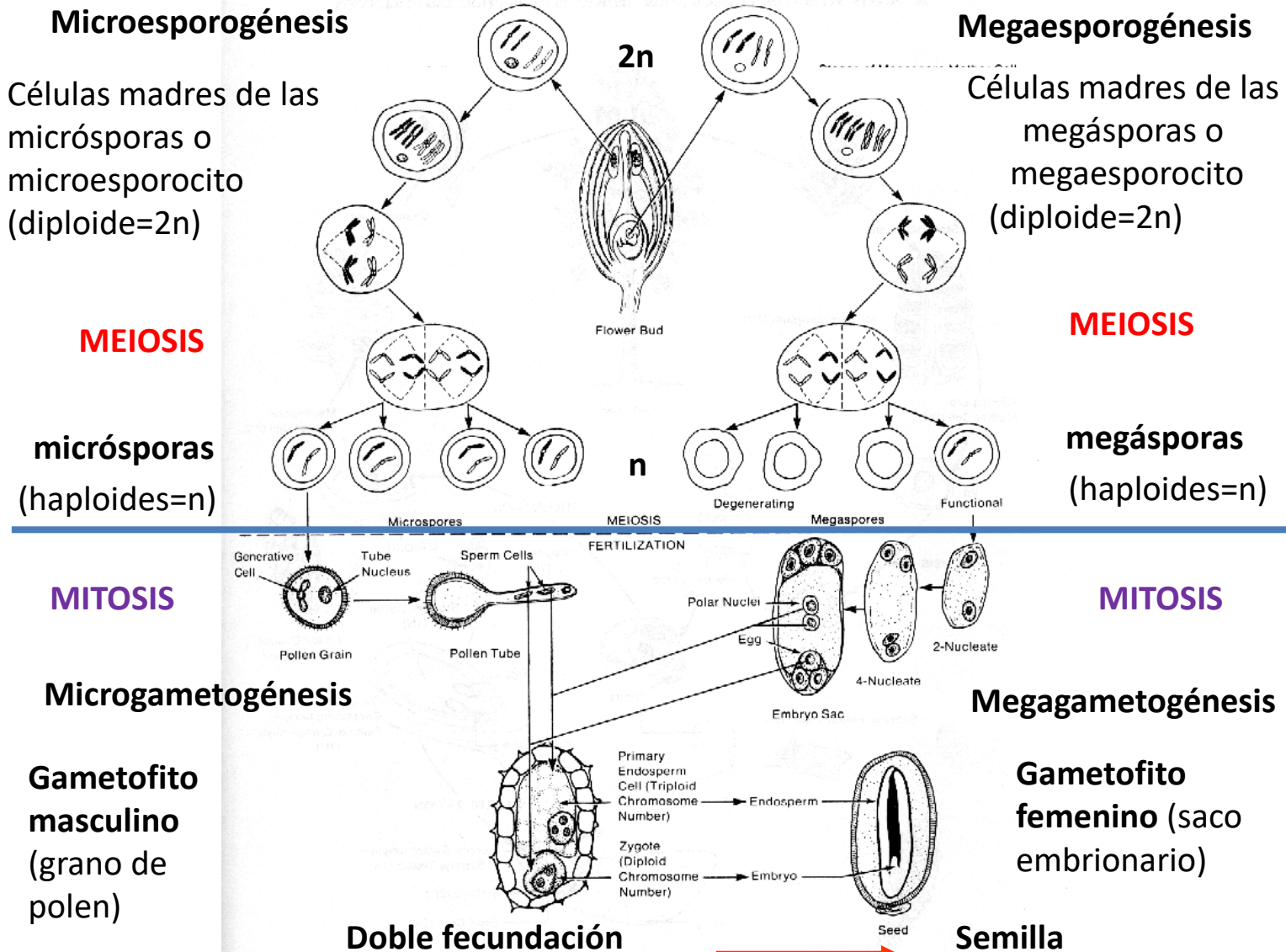


# Angiospermas

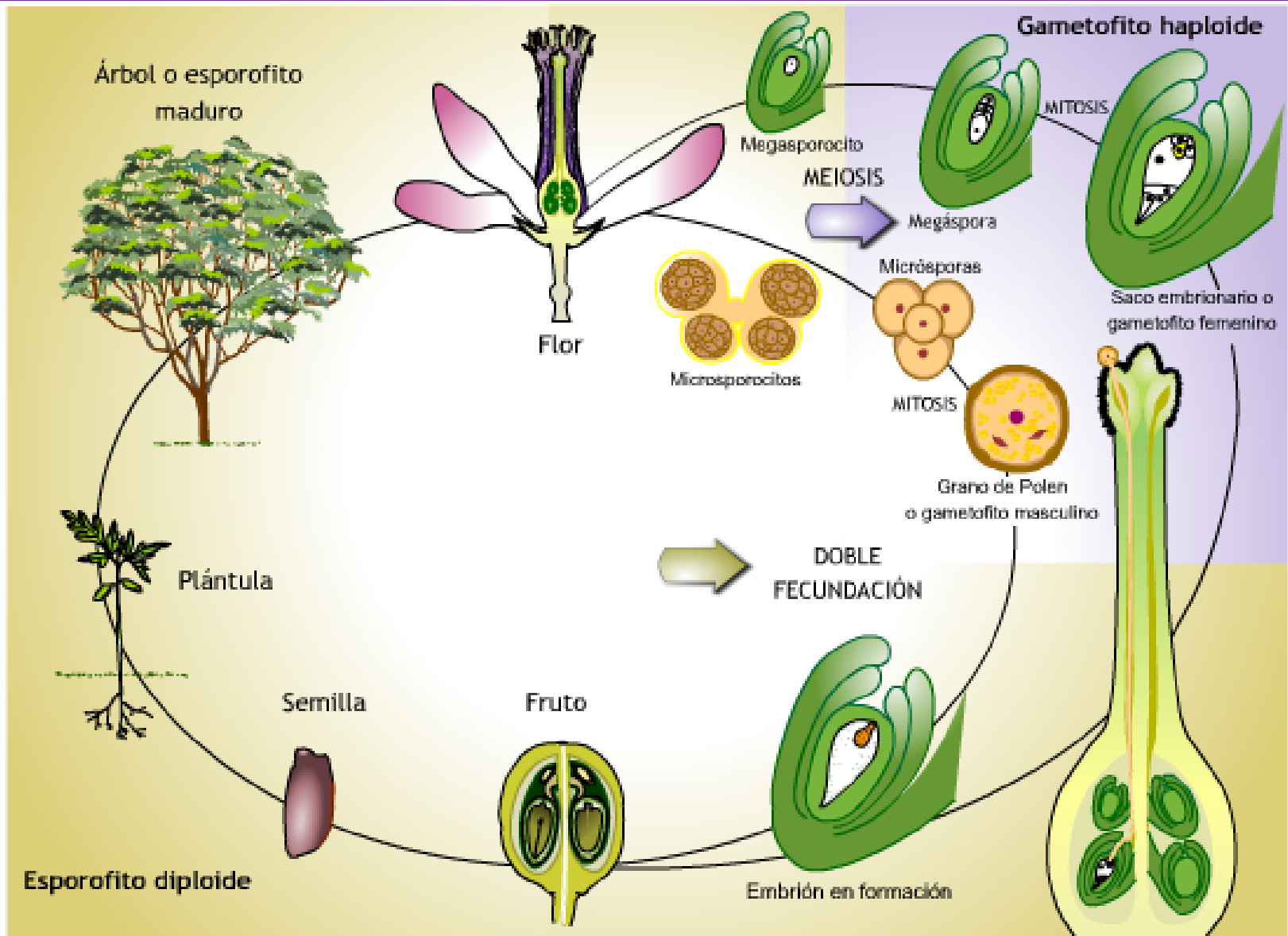
- óvulos encerrado en ovario → fruto
- oófera/ovocélula en saco embrionario
- endosperma formado después de fecundación → fecundación doble
- polen con un núcleo vegetativo y uno generativo
- leñosas o herbáceas
- xilema con vasos
- flores con o sin perianto
- flores hermafroditas o unisexuales
- polinización de distintos tipos
- semillas con uno o dos cotiledones



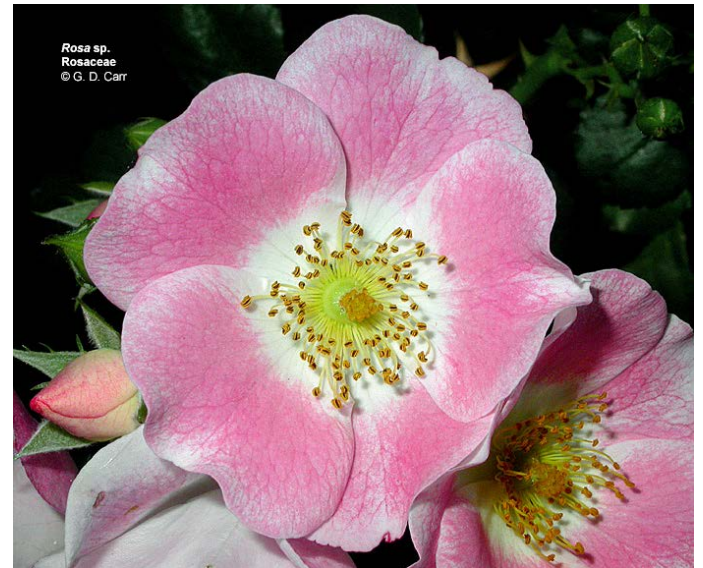
# Reproducción sexual en Angiospermas



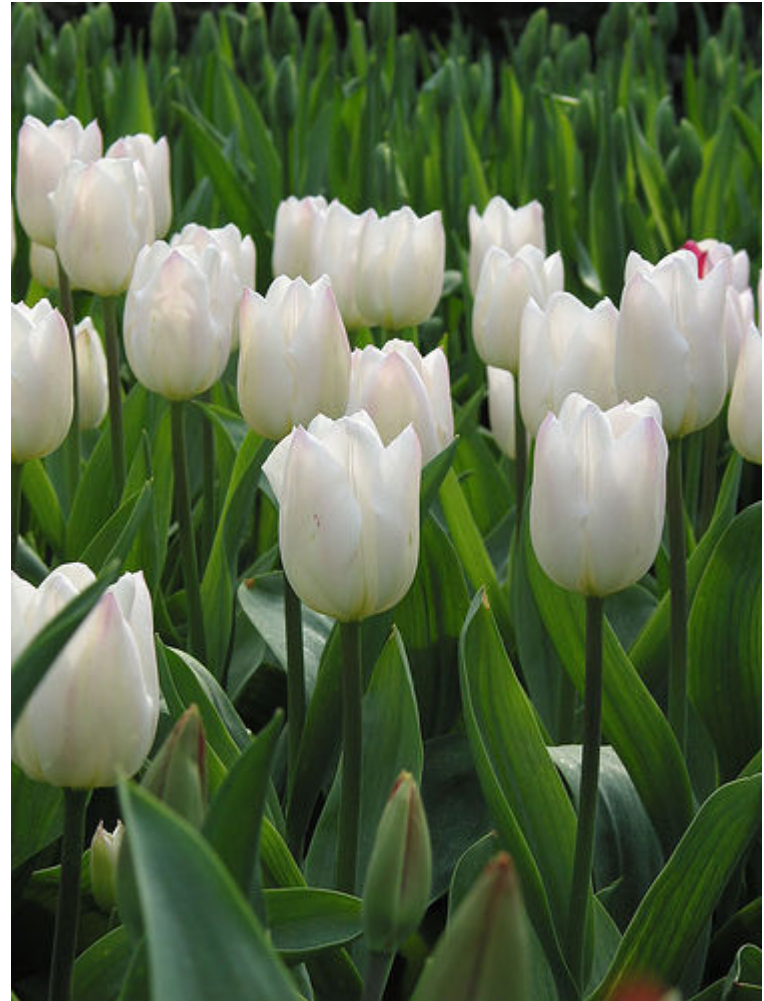
# Angiospermas: ciclo de vida



# Angiospermas: Clase Dicotiledóneas o Magniolópsida



# Angiospermas: Clase Monocotiledóneas o Liliópsida



# Angiospermas: clases

	<b>DICOTILEDÓNEAS</b>	<b>MONOCOTILEDÓNEAS</b>
<b>embrión</b>	2 cotiledones	1 cotiledón
<b>flores</b>	4-5-meras	3-meras
<b>hojas</b>	simples o compuestas sin vaina, retinervadas	simples con vaina, paralelinervadas
<b>haz vascular</b>	abierto o cerrado	cerrado
<b>tipo estela</b>	eustela	atactostela
<b>citocinesis</b>	simultánea	sucesiva
<b>raíz</b>	normal pivotante	adventicia en cabellera

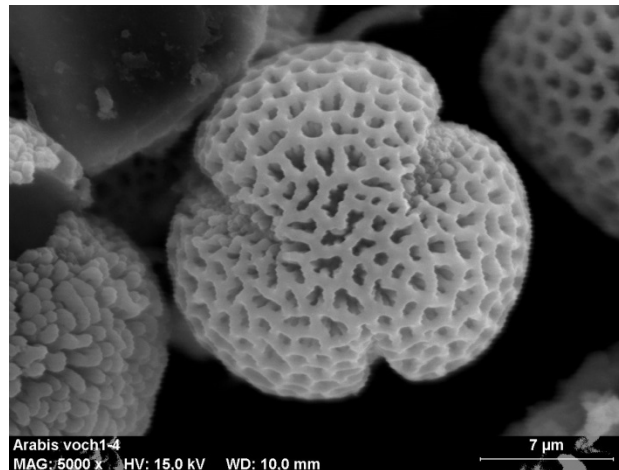
# Angiospermas: clases

## DICOTILEDÓNEAS

grano de polen

tricolpado

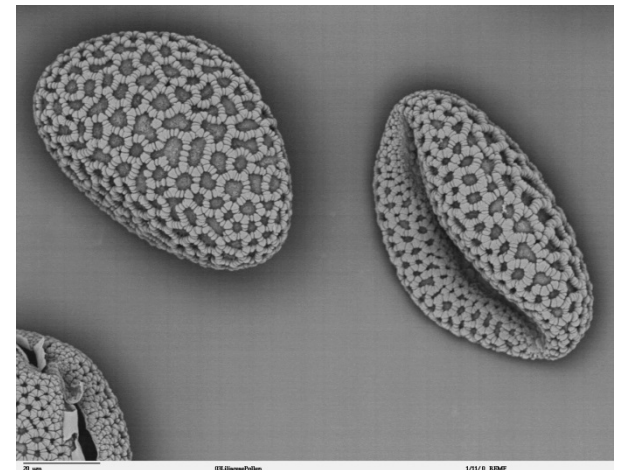
grano de polen con tres aperturas o surcos (colpo). Ej. grano de polen de *Arabis* sp.



## MONOCOTILEDÓNEAS

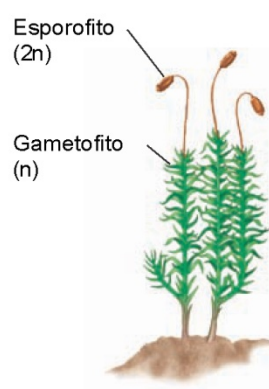

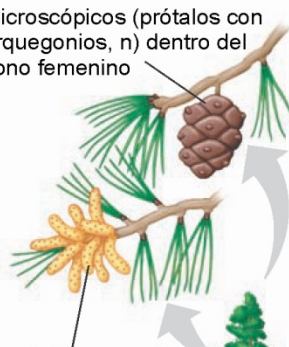

monocolpado

grano de polen con una sola apertura o surco (colpo). Ej. grano de polen de *Lilium auratum*



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/>

# Comparación de ciclos de embriófitas

EMBRIÓFITAS (Plantas terrestres)			
		Traqueófitas/Cormófitas	
Briófitas		Pteridófitas	Espermatófitas (Gimnospermas y Angiospermas)
<b>Gametofito</b>	Dominante	Reducido, independiente (fotosintético y de vida libre)	Reducido (usualmente microscópico), dependiente del tejido esporofítico que lo rodea.
<b>Esporofito</b>	Reducido, dependiente del gametofito para su nutrición	Dominante	Dominante
<b>Ejemplo</b>	 <p>Esporofito (2n) Gametofito (n)</p>	 <p>Esporofito (2n) Gametofito (n)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Gimnospermas</b></p> <p>Gametofitos femeninos microscópicos (prótalos con arquegonios, n) dentro del cono femenino</p>  <p>Gametofitos masculinos microscópicos (granos de polen maduro, n) dentro de cono masculino</p> <p>Esporofito (2n)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Angiospermas</b></p> <p>Gametofitos femeninos microscópicos (sacos embrionarios, n) dentro de los ovarios</p>  <p>Gametofitos masculinos microscópicos (granos de polen maduro, n) dentro de sacos polínicos</p> <p>Esporofito (2n)</p> </div> </div>

## **Diversidad 2: Pteridófitas y Espermatófitas**

***UNIDAD 14: Algas verdes, briófitas y plantas vasculares sin semillas***

***Subunidad C: Plantas vasculares sin semillas***

- Ciclos de vida

***UNIDAD 15: Plantas vasculares con semillas o espermatófitas***

***Subunidad A: Gimnospermas***

- Ciclos de vida de un pino

***Subunidad B: Angiospermas***

- Ciclo de vida de una dicotiledónea.

***Subunidad C: Clase Dicotiledóneas y Clase Monocotiledóneas***

- Generalidades. Características diferenciales.





# Biología Vegetal 2019

## FCEN - UNCuyo

Ahora, Uds...

Cuéntenos: - ¿Qué encontraron en esta materia?

**Fin**