

# Gimnospermas



*Farmacobotánica*  
*Fac. de Cs. Naturales y Cs. de la Salud*  
*Departamento de Biología y Ambiente*  
*U.N.P.S.J.B*

# SPERMATOPHYTA

griego "sperma"= semilla  
"fiton"= planta

Evidencias morfológicas de la monofilia:

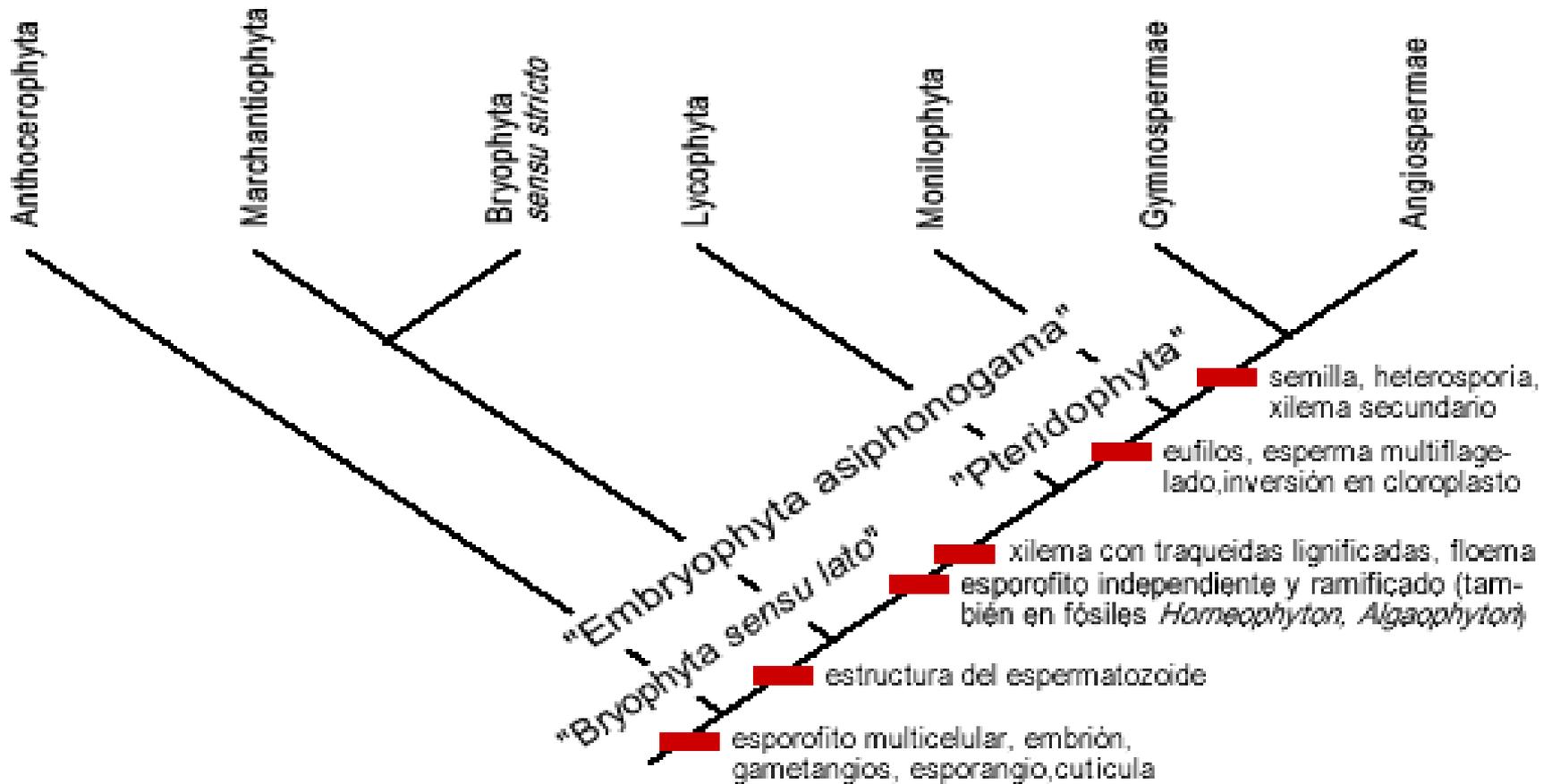
- **semilla**
  - **producción de madera o "xilema secundario" generado en el meristema secundario llamado "cámbium".**
  - **ramificación axilar**, en comparación con la ramificación dicotómica de sus ancestros eufilofitos
- ✓ La reproducción se produce con formación de flores y semillas.
- ✓ Por la posesión de flores estas plantas se denominan fanerógamas o **antófitos**.
- ✓ La división *Spermatophyta* tiene dos subdivisiones: **Gimnospermae y Angiospermae**.

# Embryophyta (plantas terrestres)

## Tracheophyta (plantas vasculares)

### Euphyllophyta

### Spermatophyta





270.000 sp. vivientes (Judd *et al.* 2002).

**Angiospermas o plantas con flores periantadas**, subclado con mayor diversidad.

Otros subclados, agrupados como gimnospermas, son las **cicadas**, los **ginkgos**, las **coníferas** y los **gnetales**.

## **División Spermatophyta (270.000 especies).**

Dos subdivisiones: **Gimnospermae y Angiospermae.**

### **Espermatófitos-embriófitos-cormófitos**

- Alternancia de generaciones heteromorfa
- Alternancia de fases nucleares, **diplohaplonte, con esporófito diploide y gametófito haploide**
- Gametofito reducido
- Son heterospóreos.

### **Subdivisión Gymnospermae (760 especies).**

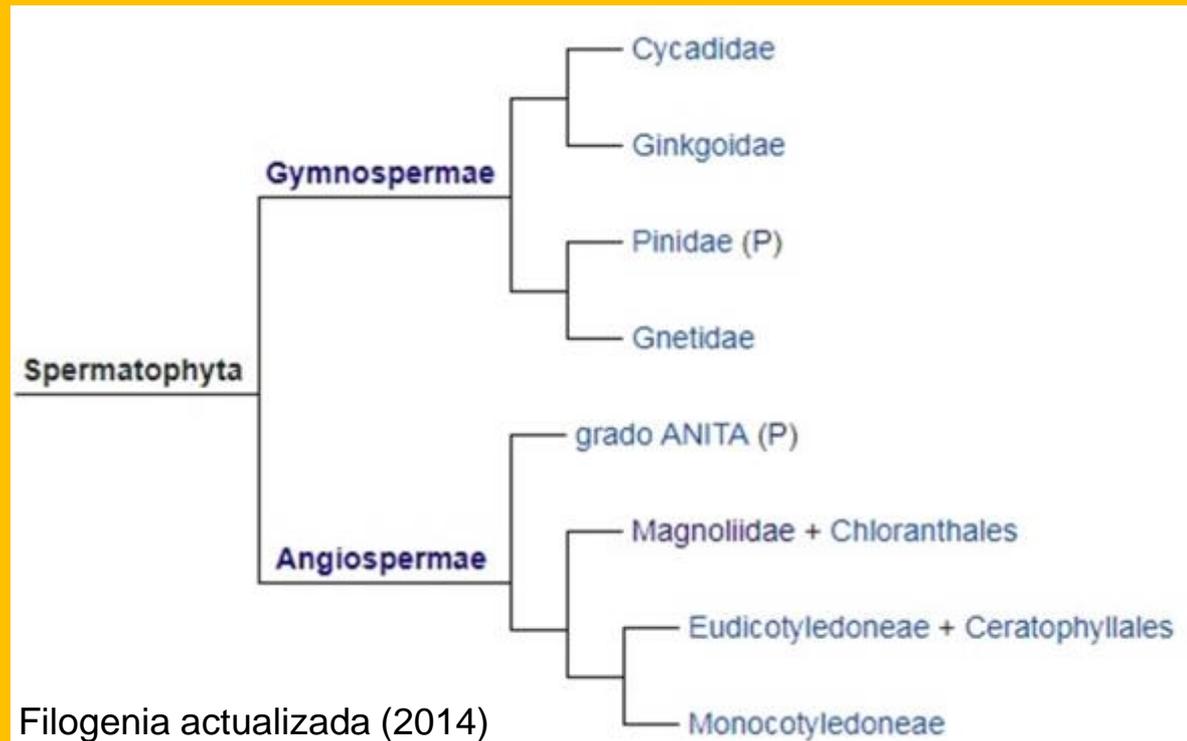
**Sus semillas se encuentran desnudas en la axila de brácteas o directamente sobre el eje de la inflorescencia. Incluye los pinos, abetos, cipreses, *Cycas*, *Ginkgo*, etc.**

- **División: Pinophyta y Magnoliophyta** (Cronquist, 1984)
- Según proponen Cronquist, Takht. & Zimmerm. ex Reveal, (1996).  
Hay 4 subdivisiones:
- **Cycadophytina**
- **Ginkgophytina**
- **Gnetophytina**
- **Pinophytina** ( 7 clases, 12 órdenes y 14 familias.)
- El sistema de clasificación de las gimnospermas vivientes de Christenhusz et al. (2011) considera los cuatro grupos de gimnospermas actuales como

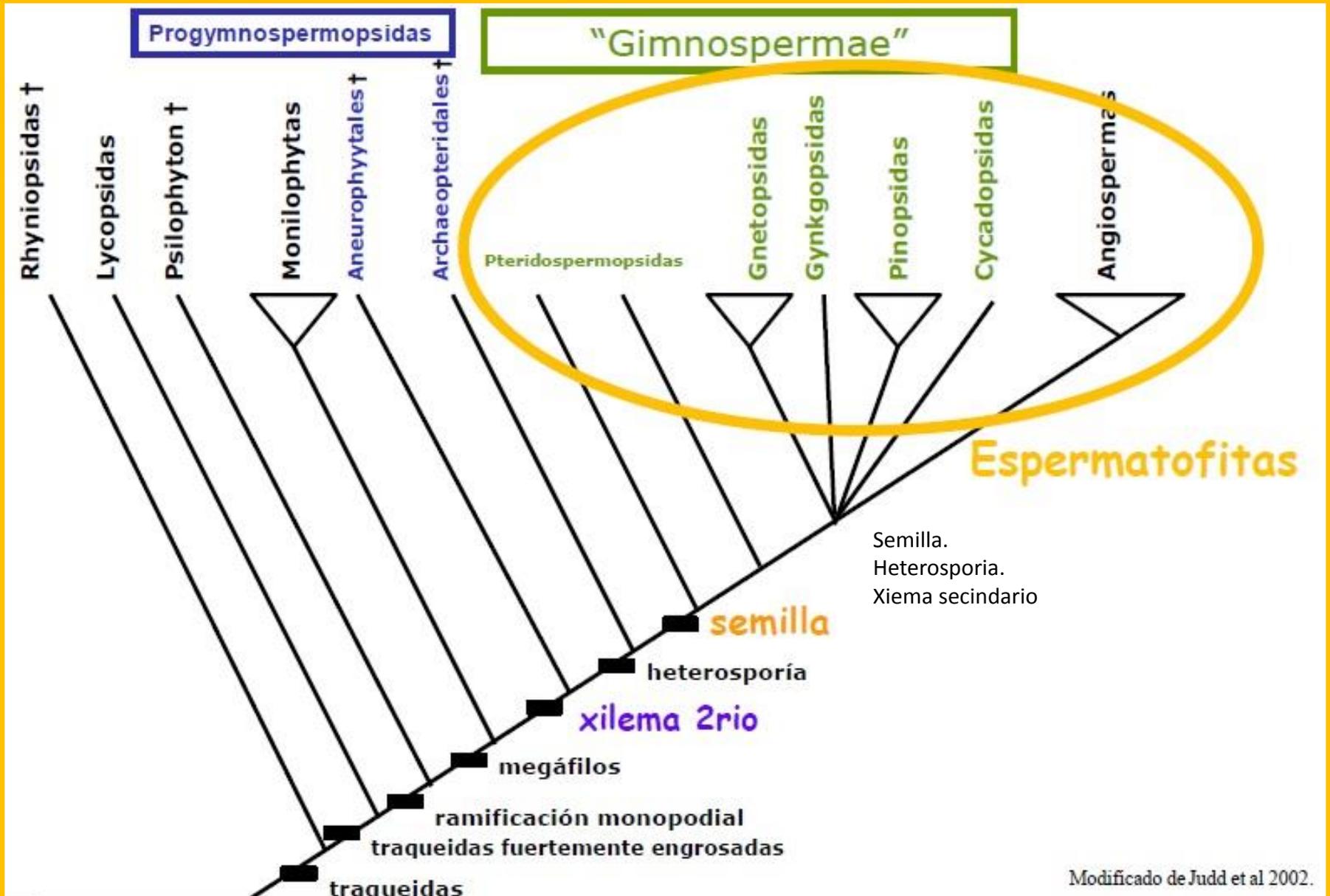
subclases de las plantas terrestres (Embryopsida, Chase & Reveal, 2009).

## Subclases

- I. Cycadidae
- II. Ginkgoideae
- III. Gnetidae
- IV. Pinidae



# Filogenia de Tracheophyta



## Progymnospermae

Es una extinta división de plantas, antecesoras de las modernas plantas con semilla (Spermatophyta).

Estas plantas exhibían un crecimiento monopódico con xilema secundario lignificado

Vivieron desde el Devónico Medio hasta el Carbonífero Inferior, cuando se extinguieron

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

# Progimnospermas

***Archaeopteris***, un árbol fósil con hojas de tipo helecho encontrado en todo el mundo desde el **Devónico Superior** al **Carbonífero Inferior**.

Anatomía de gimnospermas y reproducción por esporas, como en pteridofitas.

Arbustivo o arborescente con un patrón de ramificación lateral pero sin la producción de yemas axiales, madera picnoxílica (escaso tejido parenquimático), floema y xilema secundarios



Heterosporados

- Leño picnoxílico
- Frondes con planación y foliac

**Leño secundario +  
Reproducción peridofítica**

# Gimnospermas

- Plantas leñosas - perennes - arbóreas - arbustivas
- Plantas vasculares con raíces, tallos y hojas; el cilindro central por lo general con lagunas foliares.
- Semillas producidas en megasporofilas o en escamas ovulíferas
- Gametofito femenino multicelular. Gametofito parásito del esporofito
- Leño: traqueidas
- Sacos polínicos y primordios seminales dispuestos en estructuras estrobiliformes (conos, estrobilos)
- La mayoría diclino-monoico, producen dos tipos de conos en el mismo pie. Algunos ejemplares son diclino dioicos como *Araucaria araucana*
- Óvulos desnudos, carecen de perianto. Los óvulos más o menos expuestos al aire y los granos de polen pueden ser llevados directamente a la micrópila. Oosfera en el interior de arquegonio
- Plantas anemófilas
- Megasporofilos- microsporofilos

# I. Subclase Cycadidae Orden Cycadales

Abundantes durante el Mesozoico, disminuyeron en Cretácico y Terciario

Distribución: en los trópicos y subtrópicos, generalmente en lugares áridos y bien drenados, en áreas restringidas y se encuentran en regresión.

**Química:** las hojas de muchas especies son venenosas, en Australia fue casi exterminada una especie para proteger el ganado.

**Usos:** Ornamentales: *Cycas revoluta*.

Alimentación, localmente se usa el almidón de la médula y del córtex del tallo como alimento.

Látex de interés comercial en Asia (*Cycas*).

**HOJAS:** compuestas, grandes y pinnadas, prefoliación circinada, protegida por gruesa cutícula.

**TALLO:** sin ramificar, gran médula-corteza desarrollada - tej. vascular escaso. cilindro central: sifonostele-lagunas foliares bien desarrolladas

**RAIZ:** Un eje principal



# Familia Cycadaceae

- 
- ❖ pinnadamente compuestas, grandes y apelonadas en espiral en el ápice del tallo (o como helechos, con tallo subterráneo y hojas pinnadamente compuestas)
  - ❖ Similar a palmeras- hojas palmadas

# *Cycas revoluta*

macrosporofilo

Aspecto de los conos masculinos

Detalle de un esporófilo en el que comienzan a desarrollarse los óvulos.

Aspecto de los esporófilos femeninos

Aspecto de los óvulos

Son plantas dioicas (plantas ♀ y ♂ separadas) y tienen las estructuras reproductoras agrupadas en conos. Estos están formados por hojas especializadas (esporofilos) dispuestas en espiral en lo alto del tronco. Los microsporofilos tienen un gran número de sacos polínicos (microsporangios). Los macrosporofilos llevan varios óvulos de gran tamaño en los bordes

# CYCADATAE "CYCADATAS"

Hoja carpelar = macrosporofilo = megasporofilo



*Cycas revoluta* "cica"

Microesporofilo con sacos polínicos en la cara abaxial

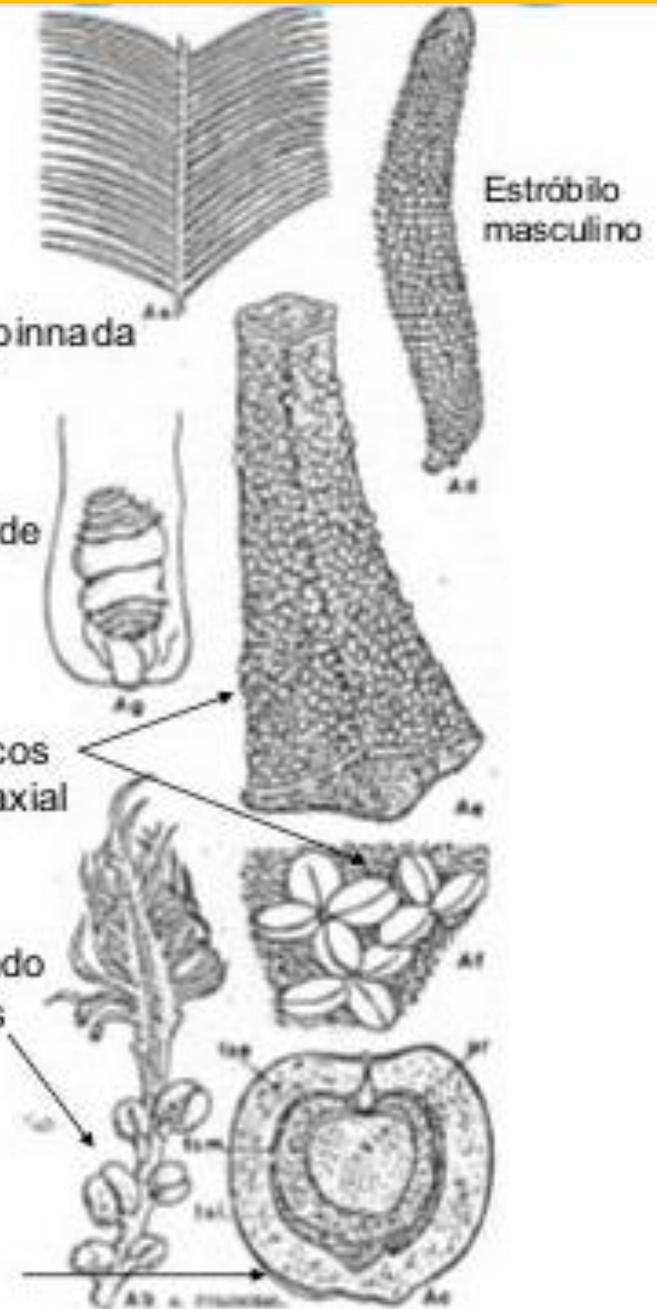
Megaesporofilo pinnado con óvulos desnudos

óvulo desarrollado, corte longitudinal

Hoja pinnada

Anterozoide ciliado

Estróbilo masculino



## II. Subclase Ginkgoidae Orden Ginkgoales



Familia Ginkgoaceae

*Ginkgo*

**Nombre común:** Ginkgo, Árbol de los cuarenta escudos.

**Lugar de origen:** China.

**Etimología:** *Ginkgo* proviene de su nombre nativo *yinkuo*. *Biloba* se refiere a los dos lóbulos de la hoja.  
Un fósil viviente pues el único representante vivo de un antiguo orden de gimnospermas ya extinguidas



Hojas simples, de color verde claro, tornándose amarillas en el otoño.

forma de abanico, con dos lóbulos que la dividen, largamente pecioladas; su nerviación es paralela.

Alterna o dispuestas en racimos de 3-5 hojas.



Árbol caducifolio de ramificación abierta, con la copa piramidal, sus ramas, generalmente rectas y empinadas, son gruesas y rígidas. Puede alcanzar más de 30 m de altura.

Corteza es de color pardo grisáceo o pardo oscuro, con surcos y hendiduras



Flores dioicas. Estróbilo masculino: racimo amentáceo corto de microsporangios dispuestos en pares. Las femeninas solitarias, ovulos producidos en pares en la punta de largos pedúnculos. Polinización anemófila

Hojas simples y pequeñas, flabeliformes. En macroblastos profundamente bilobuladas. En los braquiblastos enteras o débilmente bilobuladas  
Nerviación dicótoma

Fruto en drupa, redondo o elipsoide, de unos 2-3 cm de diámetro, amarillento, con la pulpa comestible. Contiene 1-2 semillas. amarillentas, de olor fétido.

# *Ginkgo biloba* L. (Ginkgoaceae)

Parte usada: hoja

## Propiedades:

Vasorregulador: vasodilatador arteriolar, vasoconstrictor venoso y reforzador de la resistencia capilar.

Antiagregante plaquetario y antitrombótico: ginkgólidos B inhibe el factor activador de plaquetas.

Antioxidante y captador de radicales libres.

Neuroprotector: mejora la transmisión colinérgica y captación y transporte de glucosa y ATP.

## Usos:

Insuficiencia circulatoria cerebral, trastornos vasculares periféricos: várices, flebitis, hemorroides.

Prevención de arteriosclerosis y tromboembolismo.

Déficit cognitivo y problemas de concentración

## Presentaciones:

extracto estandarizado en flavonoides (24%) y en compuestos terpénicos (6%).



# III. Subclase Gnetidae

## Orden Ephedrales

Una sola familia: Ephedraceae. Plantas arbustivas, erguidas, trepadoras o rastreras, con las ramas equisetiformes, hojas reducidas a escamas, dispuestas en verticilos, unidas basalmente donde forman una vaina pequeña que rodea al tallo. Flores las masculinas reunidas en estróbilos sésiles o pedunculados. Estróbilos femeninos, compuesto de brácteas decusadas, las superiores son fértiles, donde se ubican 2-4 óvulos.



Foto: Adriana Balder



***Ephedra***, con alrededor de 40 especies distribuidas en los desiertos de todo el mundo

***Ephedra*** del cual se extrae un alcaloide *efedrina*, hipertensor, estimulante del Sistema Nervioso Central

***Ephedra sinica*** [STAPF](#)



# Familia Ephedraceae

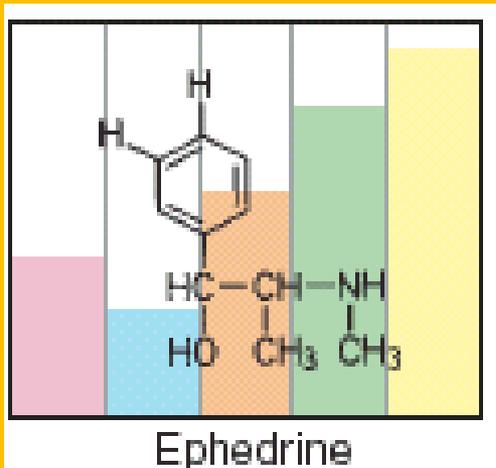
## *Ephedra*

### Grupos químicos:

protoalcaloides

flavonoides, taninos

ac. esenciales



**Propiedades:** simpáticomimético, alta liposolubilidad, atravieza la barrera hematoencefálica. Relaja la musc. lisa bronquial.

Aumenta la fuerza contráctil y gasto cardíaco. Vasoconstricción periférica.

Hiperglucemia, luego hipog.

Incrementa el rendimiento físico con la cafeína.

**Usos:** descongestionante nasal por vía sistémica y tópica. En asma, alergias.

**Presentaciones:** planta seca en tisanas, extractos, fitoterápicos, medicamentos.

***Ephedra chilensis* C. Presl**



**Nombre vulgar: sulupe**



***Ephedra ochreatea* Miers**

# IV, Subclase Pinidae (coníferas)

## Orden Pinales

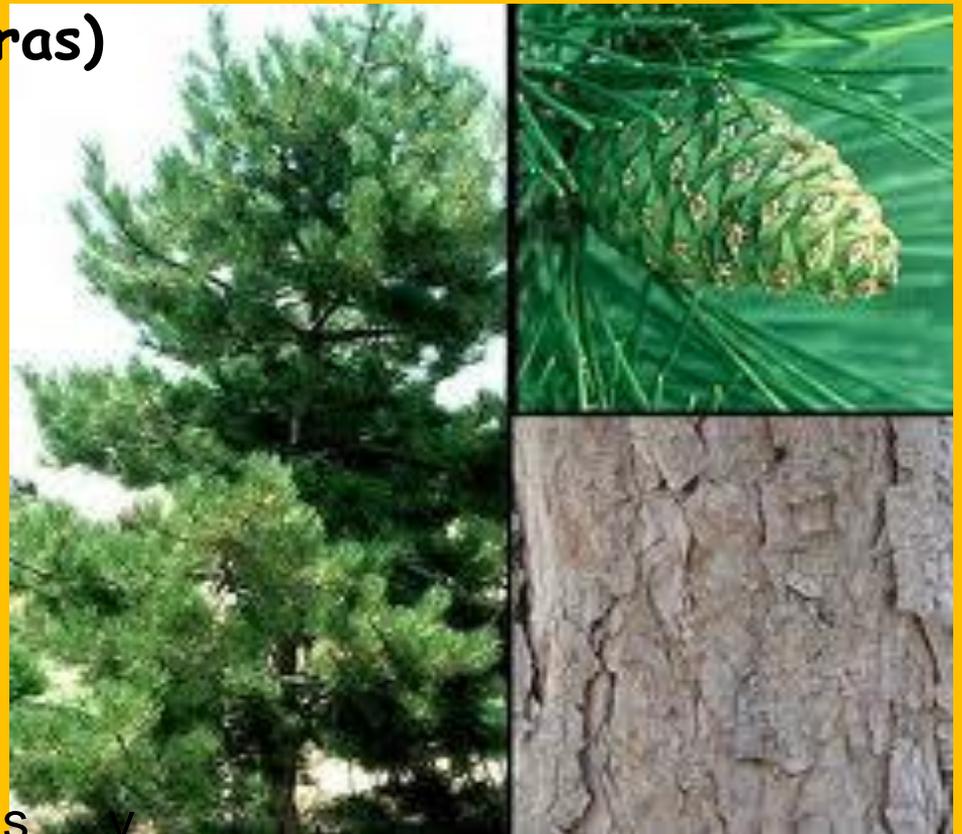
**Familia Pinaceae:** Son árboles. En general de hojas perennes, simples, aciculares o lineales, solitarias, espiraladas o agrupadas en fascículos, en ramitas cortas “braquiblastos”.

**Canales resiníferos:** hojas, corteza, a veces leño.

**Hojas:** escamiformes anchas y aplanadas

**El “fruto” es un cono o estróbilo formado por escamas biovuladas, protegidas por brácteas a veces muy desarrolladas.**

Géneros tales como *Pinus*, *Abies*, *Cedrus*, *Larix*, etc. se utilizan por sus maderas.



# Familia Pinaceae



El término Gimnospermas significa, semillas desnudas y sirve para designar el carácter por el cual los óvulos (megasporangios) nacen en una posición expuesta sobre esporofilos o estructuras equivalentes. En contraste, las Angiospermas o plantas con flores desarrollan sus óvulos y semillas dentro de un ovario.

# CONÍFERAS

Por la presencia de conos, estructuras especializadas que protegen los óvulos y semillas y también favorecen la polinización y dispersión. La mayoría tienen follaje perenne.

## SEQUOIA (*Sequoia sempervirens*)

*Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl. (= *Taxodium sempervirens* Lamb.)  
Gimnosperma de la familia Taxodiácea

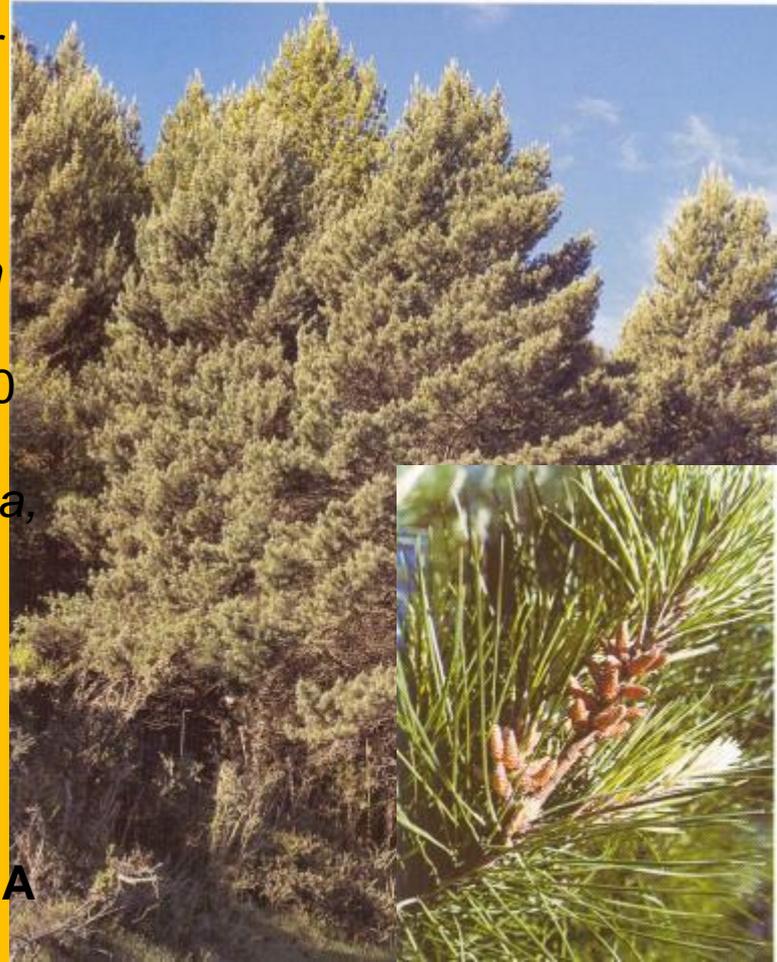


Son en su mayoría árboles que pueden alcanzar un extraordinario desarrollo (por ejemplo *Sequoiadendron giganteum* de California 90-100 m de altura). *Sequoia gigantea*, 4000 años

**BOSQUE DE  
NORTE AMÉRICA**

## PINO BLANCO (*Pinus strobus*)

*Pinus strobus* L. Gimnosperma de la familia Pináceas.  
Otro nombre común: pino.



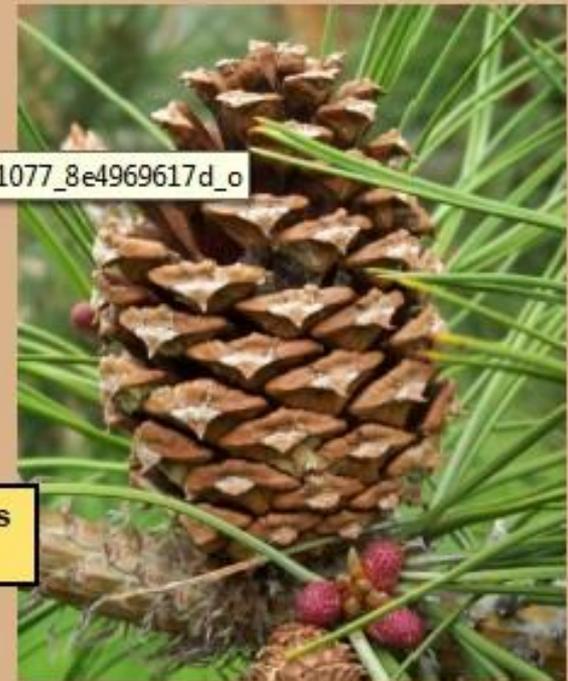
árboles de ramificación monopodial,



Pinus sp.



Braquiblastos con 2 a 5 acículas de + 5 cm de largo

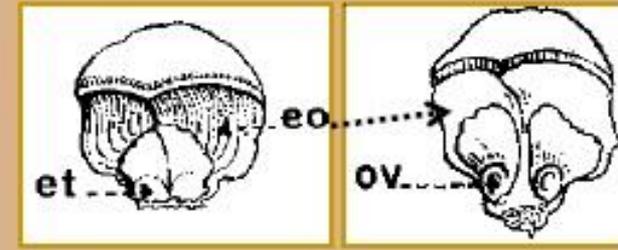


2974381077\_8e4969617d\_o

Cono ♀ Eo 2 ovulada



Estróbilos ♂



Eo + Bt parcialmente fusionadas o libres



FAM. PINÁCEAS  
*Pinus halepensis* Miller

*Pinus pinea*  
Flor Masculina

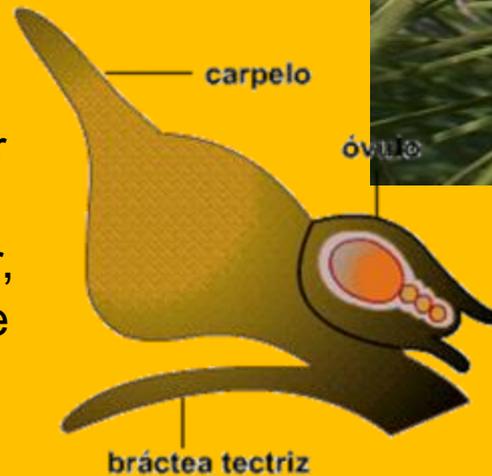


© - josef hlasek  
www.hlasek.com

Los conos masculinos son simples con una bráctea en cuya cara ventral se disponen los sacos polínicos

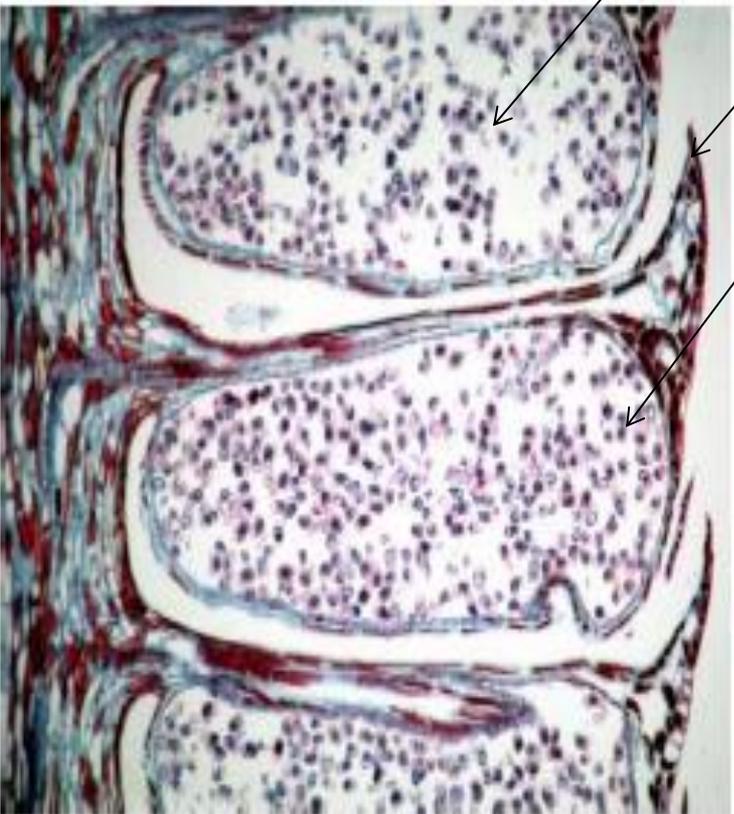
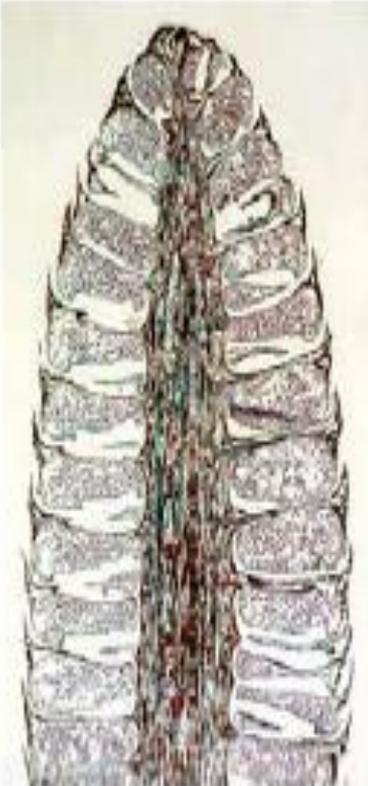


Estróbilos femeninos leñosos compuestos por verticilos de un par de escamas, la más externa o escama tectriz, de origen foliar y la escama ovulífera que se dispone en la axila de la anterior, de origen caulinar y sobre la que se disponen dos óvulos



Eo y et parcialmente fusionada o libres

Los conos masculinos llevan microsporófilos en espiral con microsporangios (sacos polínicos) en la cara abaxial. El polen puede tener sacos aéreos para favorecer la dispersión por el viento.



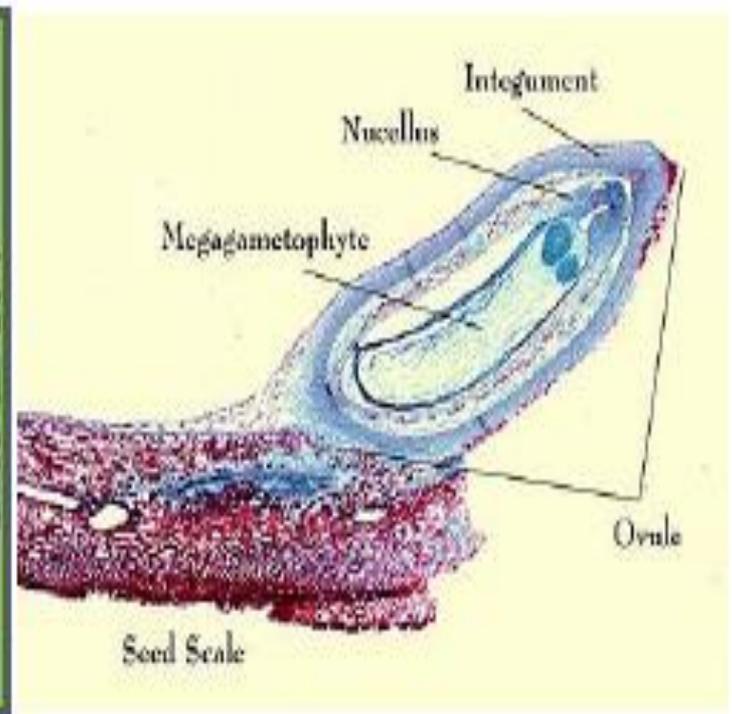
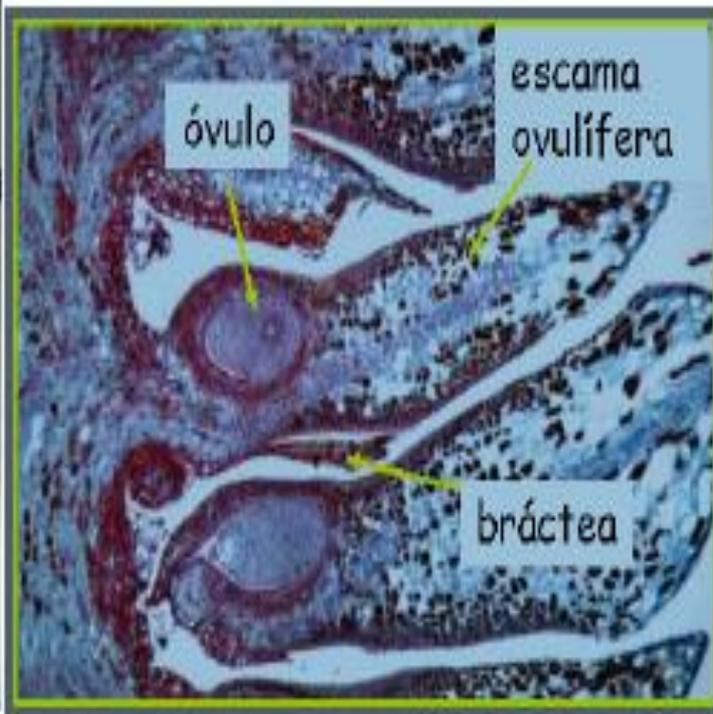
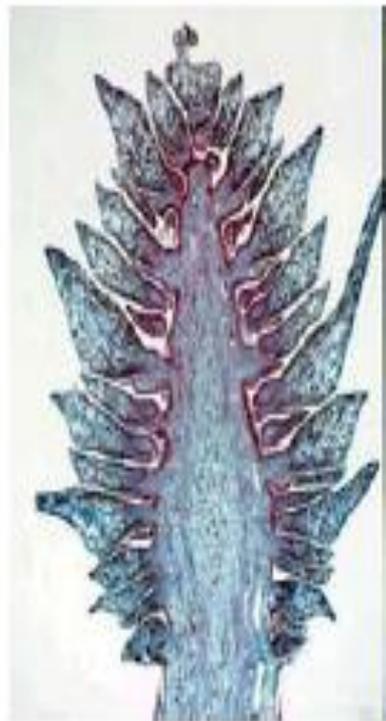
microsporas

microsporofilo

microsporangio

sacos aéreos

Los conos femeninos tienen escamas ovulíferas y brácteas (escamas tectrices) dispuestas sobre un eje. Son leñosos (ej. *Pinus*) o carnosos (ej. *Juniperus*). El óvulo se dispone sobre la cara adaxial de la escama ovulífera.



# Familia Cupressaceae

Árboles o arbustos, tiene hojas opuestas o verticiladas, escuamiformes. Con conos femeninos globosos, con numerosas brácteas llevando uno o más óvulos cada uno. Cono maduros leñosos o carnosos

Semillas aladas o ápteras. Flores masculinas amentiformes, terminales con numerosas anteras.

*Fitzroya*, *Cupresus*, *Austrocedrus*, *Thuja* y *Juniperus* se utilizan con diversos propósitos forestales.



1. Aspecto general del árbol
2. Rama con estróbilo maduro.
3. Estróbilos abiertos con las semillas.



# Genero *Cupressus*

n.v.: cipres

Ramas con hojas  
escuamiformes en  
+ de un plano: ramas  
cilíndricas



Eo+Bt fusionadas y peltadas

Fam. Cupressaceae

*Juniperus communis* L.



Juniperus sp. "enebro"



Hojas aciculares

17b Juniperus distintas hojas

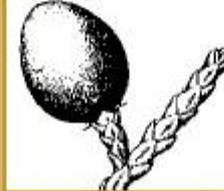
Hojas escuamiformes

Conos femeninos carnosos (gálbulos) a la madurez, indehiscentes



Conos ♀

CT cono ♀



Eo + Bt soldadas y carnosas

Sus astringentes conos, son demasiado amargos para consumirlos crudos, por lo que se venden secos para condimentar carnes, salsas y rellenos. También se utiliza para aromatizar la ginebra (bebida)

Las bayas de enebro han sido utilizadas como medicina en muchas culturas, actúan como desinfectante de las vías urinarias. Fueron utilizadas por los indios navajos como un remedio herbal para la diabetes..

FAM. CUPRESÁCEAS

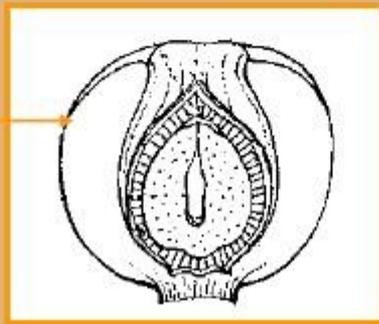


*Cupressus sempervirens* L.

# Fam. Taxaceae Genero *Taxus*



Arilo carnoso



Estructura



Estructura



El genero *Taxus* (tejo) tiene gran importancia, ya que a partir de *Taxus brevifolia* se obtiene taxol (paclitaxel). Una potente sustancia antitumoral, empleada contra el cáncer de ovario y pecho

# Familia Araucariaceae

Son árboles o arbustos, hojas espiraladas, escamiformes, lineales, imbricadas.

Con conos globosos de brácteas en espiral, con una semilla en cada bráctea. Son nativas del Hemisferio Sur.

Son utilizadas por el ámbar que proporcionan, su oleorresina, su madera.



**Alternancia de generaciones gametofítica y esporofítica** se da en forma enmascarada, ya que el gametofito se desarrolla por completo dentro de las estructuras del esporofito

**Ciclo de vida heterospórico:**

-el esporofito da esporas femeninas dentro de las cuales se **desarrolla el gametofito femenino**

- y esporas masculinas dentro de las cuales se **desarrolla el gametofito masculino**

**Megasporofila:** Hoja (esporofila) que lleva megasporangios

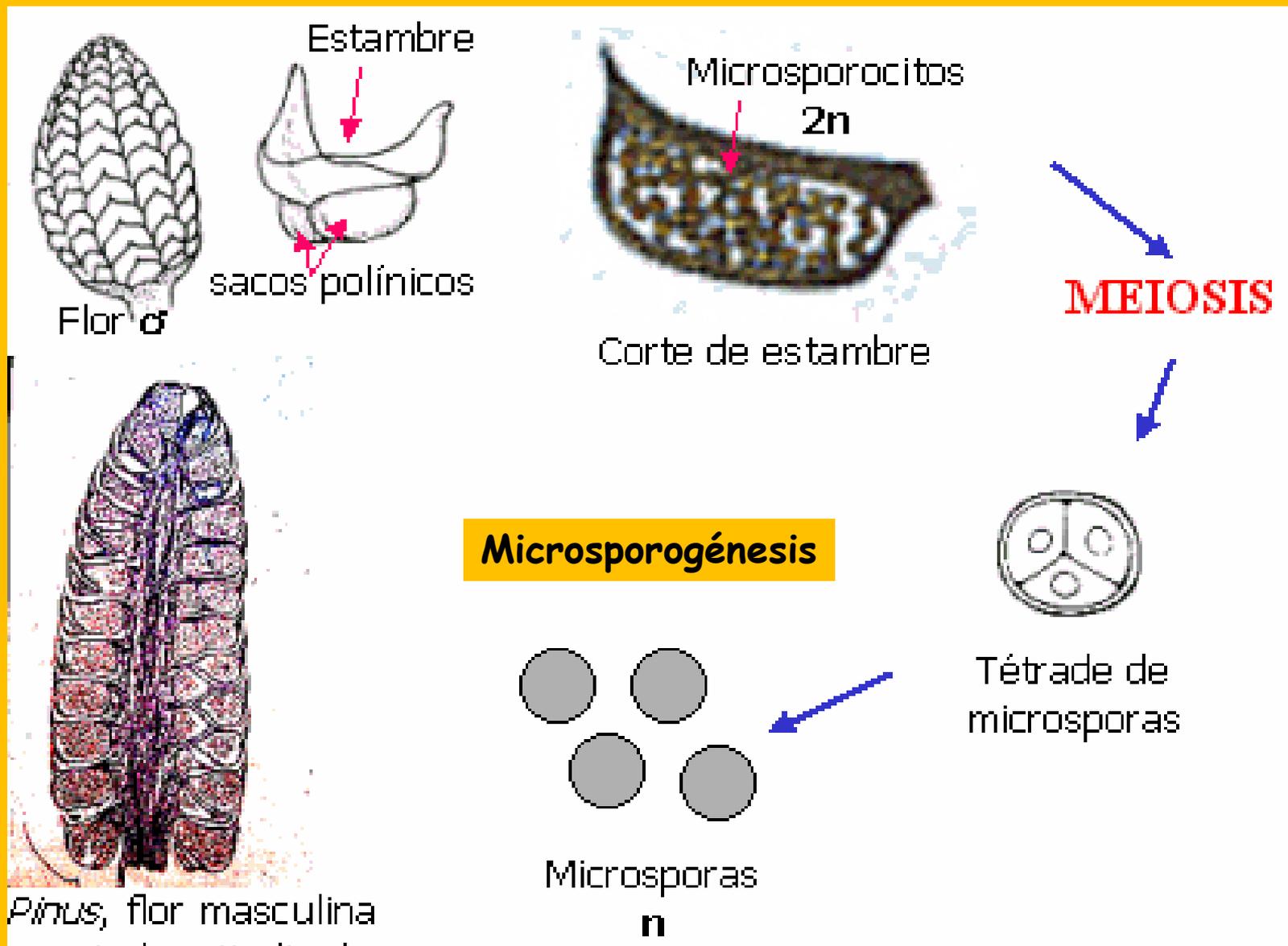
**Microsporofila :**Hoja (esporofila) que lleva microsporangios

**Megasporangio (= nucela):** se originan cuatro **megásporas** (Espora que origina el gametofito femenino)

**Microsporangio:** sacos polinicos, **micrósporas** (granos de polen uninucleados)

**Gametofito femenino = Saco embrionario.** Gametófito femenino forma la ovocélula - La megáspora permanece en el megasporangio y **sobre la planta madre esporofítica**

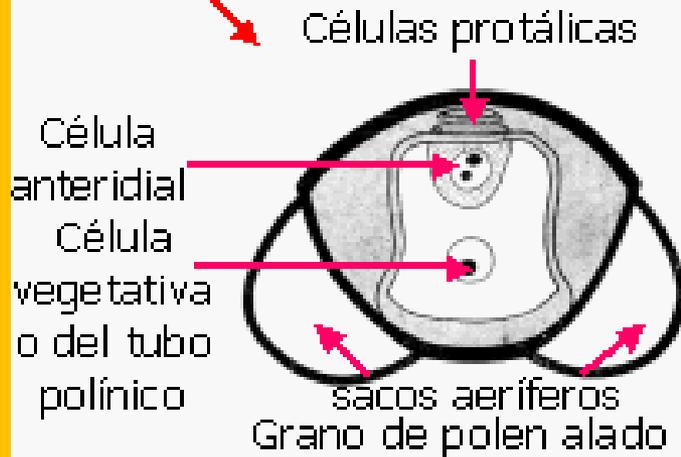
**Gametofito masculino:** grano de polen pluricelular forma espermatozoides flagelados o cél. espermáticas sin flagelos.



estambres (microsporófilos), c/u 2 sacos polínicos (microesporangios) .  
 microsporocitos o células madres del polen que por meiosis forman c/u 4  
 micrósporas o granos de polen uninucleados.

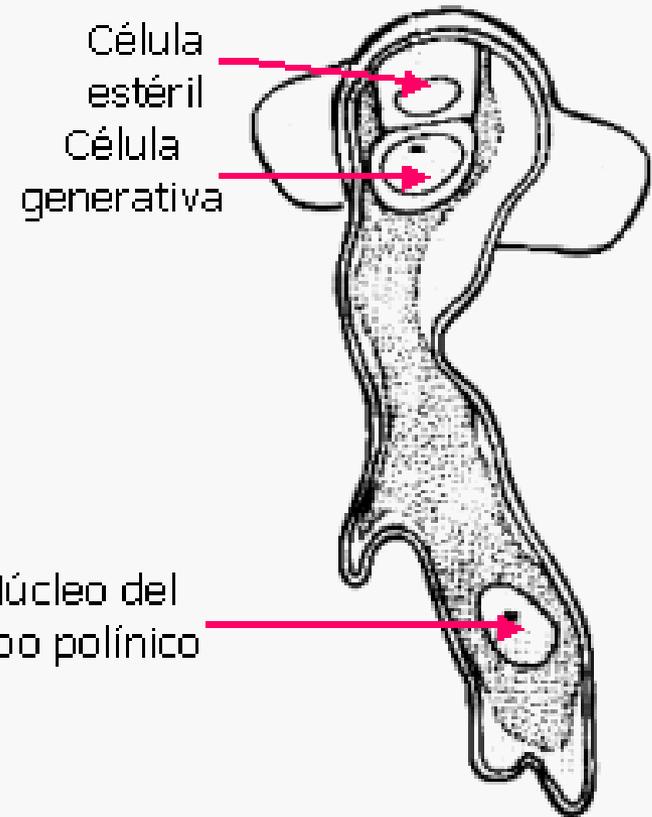
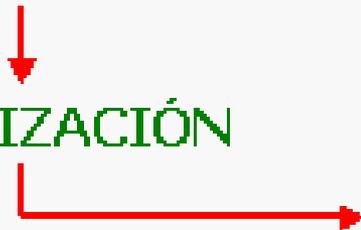
Microspora  
 $n$

*Pinus*



GAMETOFITO ♂ INMADURO

POLINIZACIÓN

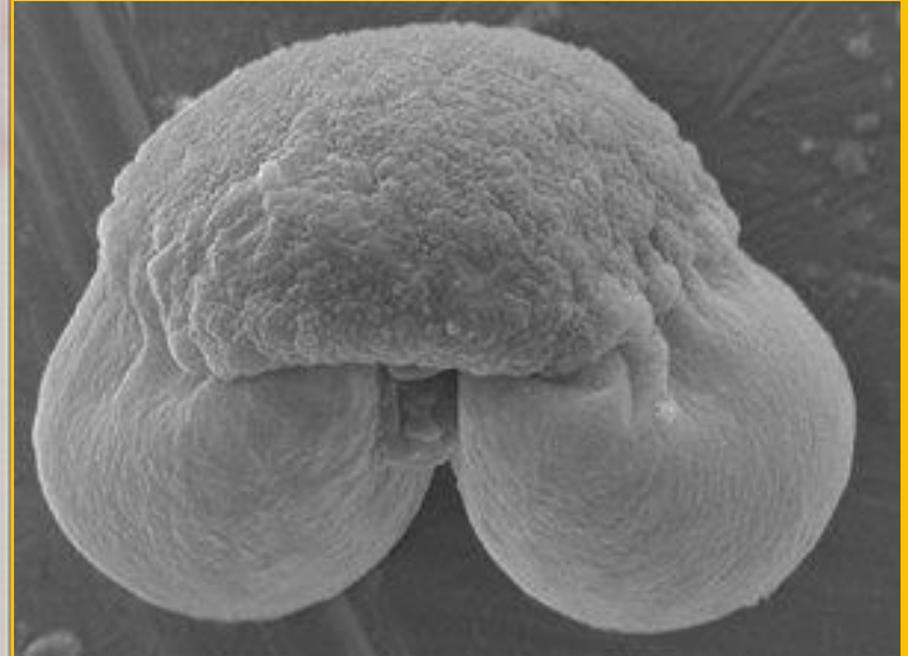


Grano de polen germinado

GAMETOFITO MASCULINO

En su interior se produce la **microgametogénesis**: la **célula anteridial** se divide dando **dos células**, una **célula estéril** (pedicular) y una **célula generativa o gametogénica**, que se divide a su vez para dar **dos gametos masculinos**.

El gametófito masculino maduro consta pues de varias células



*Pinus*: grano de polen maduro es alado, y contiene cuatro células formadas por divisiones mitóticas de la micróspora: **dos células protálicas**, una **célula anteridial o generativa** y una **célula del tubo polínico**. En este estado es liberado de las anteras y se produce la polinización.

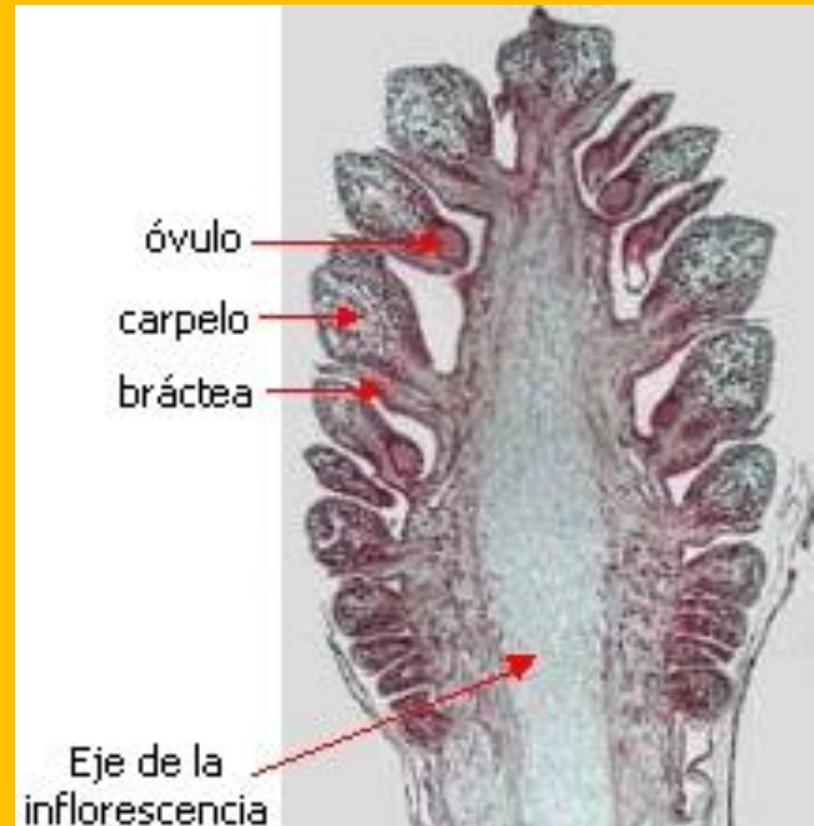
En *Pinus*, unos meses después de la polinización, el grano de polen germina, y el **tubo polínico** se abre paso a través de la nucela hasta el gametófito femenino.

# Megaesporogénesis

Las brácteas se disponen helicoidalmente alrededor del eje de la inflorescencia o estróbilo. La “flor” es desnuda, está constituida solo por una escama ovulífera.

Cada escama ovulífera (carpelo) lleva 2 óvulos en su cara superior; cada óvulo consiste de la nucela rodeada por un tegumento y con el micrópilo orientado hacia el eje de la inflorescencia.

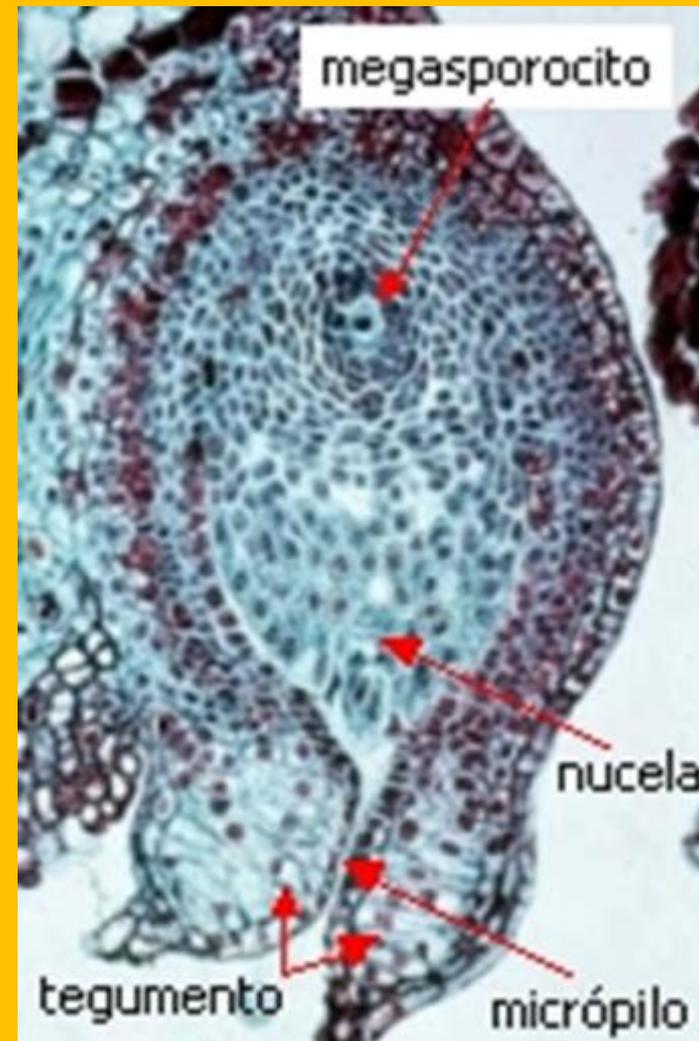
La nucela, es diploide ( $2n$ ), es decir que forma parte del esporofito, y es el equivalente del **megasporangio**.



En cada **megasporangio** se diferencia **una sola célula madre de las megásporas o megasporocito**.

Después de la polinización el megasporocito se divide por **meiosis**, formando una **tétrade lineal de megásporas**.

Las tres orientadas hacia el micrópilo abortan, y sólo **la ubicada más profundamente es funcional**

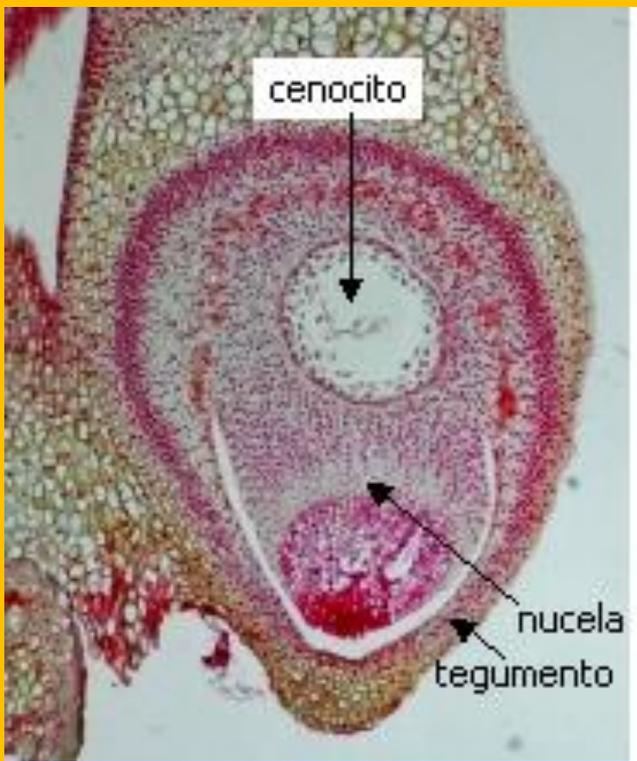


Corte longitudinal óvulo

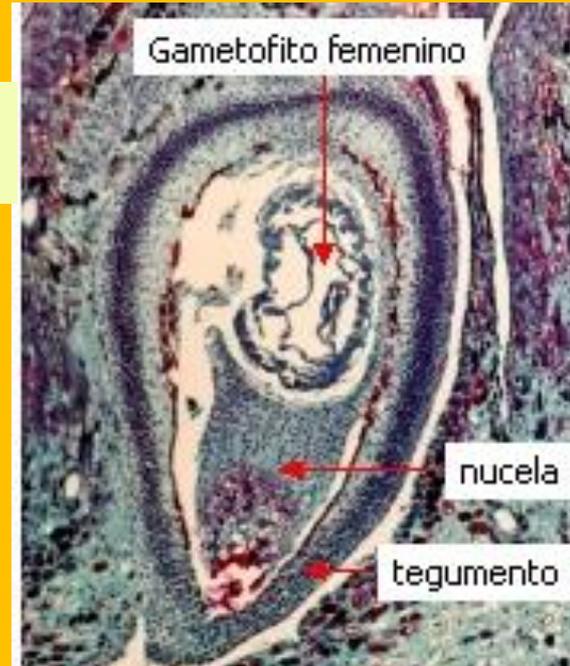
# Megagametogénesis

*Pinus*: óvulos con gametófitos femeninos en formación

La megáspora funcional se divide por **mitosis** muchas veces, iniciando la formación del **gametofito femenino**.



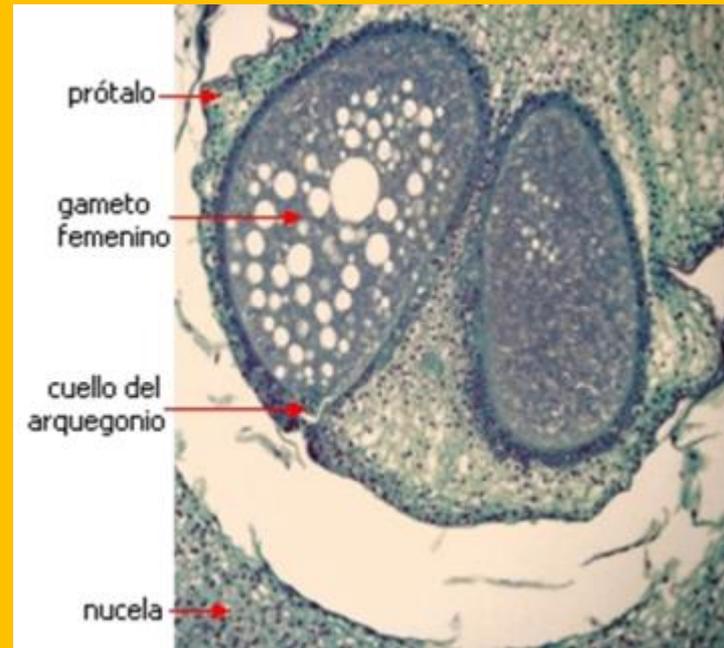
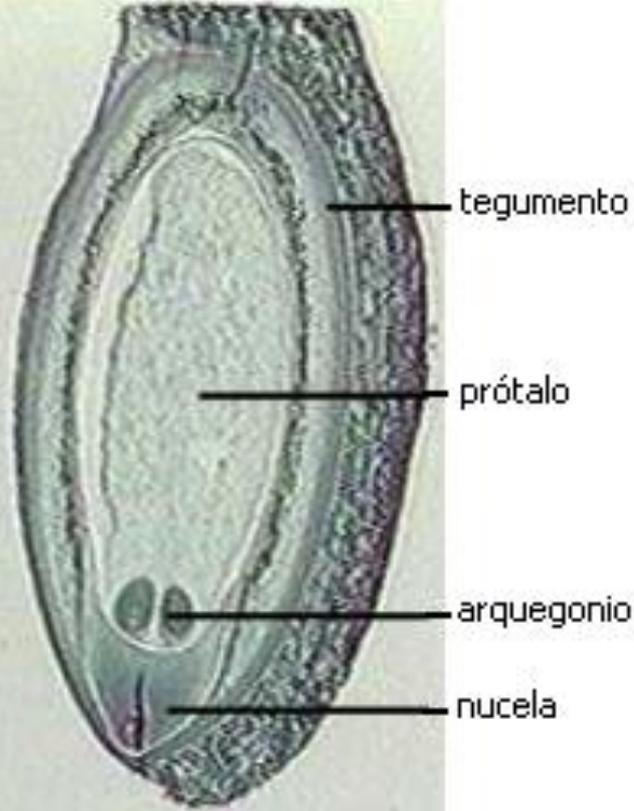
En divisiones nucleares libres



Inicio de la formación de paredes celulares

Inicialmente hay una **etapa de divisiones nucleares libres**, sin formar paredes celulares, hasta constituir un **cenocito con unos 2.000 núcleos**. En este estado pasa el invierno, y en la primavera siguiente reanuda el crecimiento

Entonces comienza la formación de paredes entre los núcleos del cenocito, constituyendo el endosperma primario o prótalo (haploide) que se desarrolla por completo dentro del nucelo y a expensas de éste

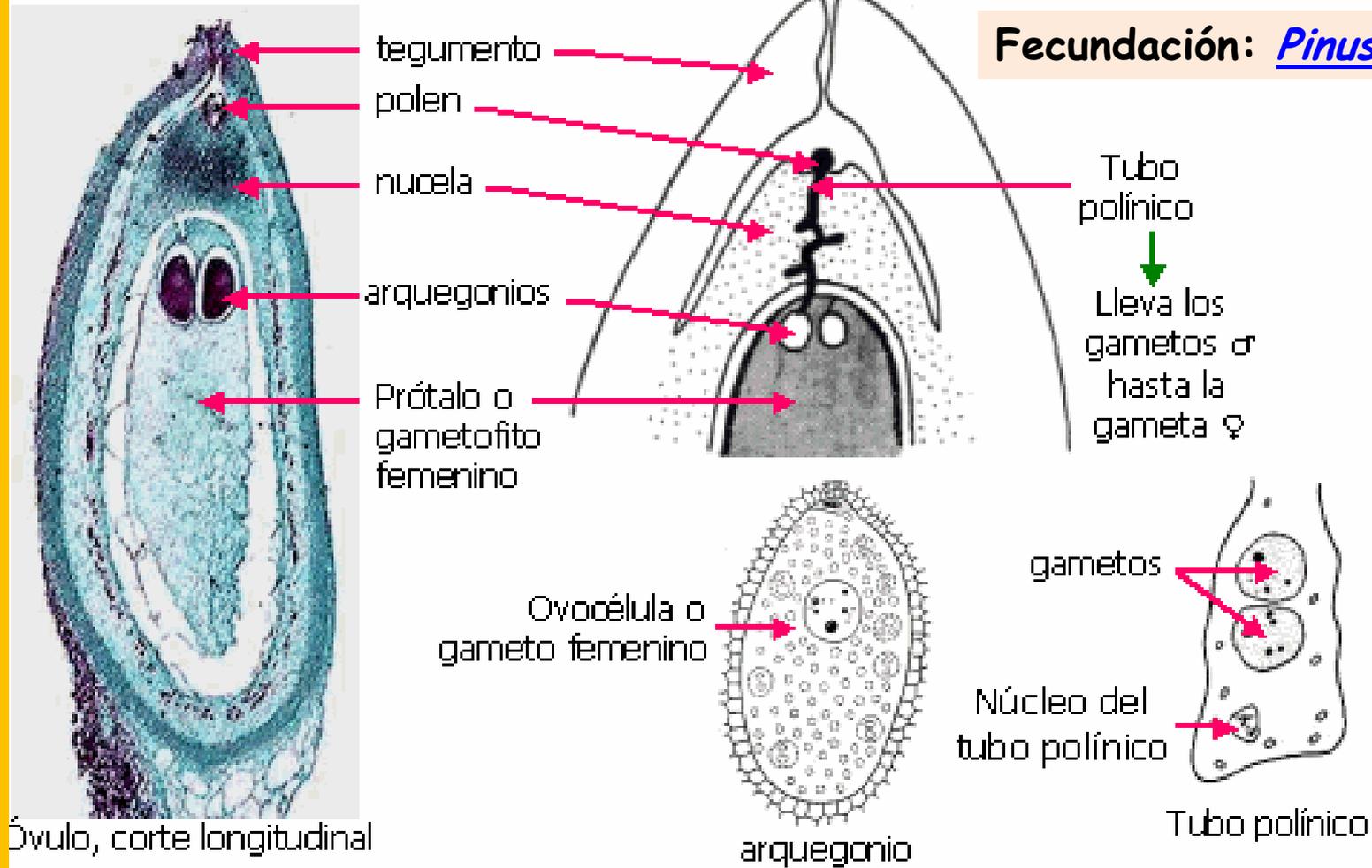


Gametofito femenino maduro

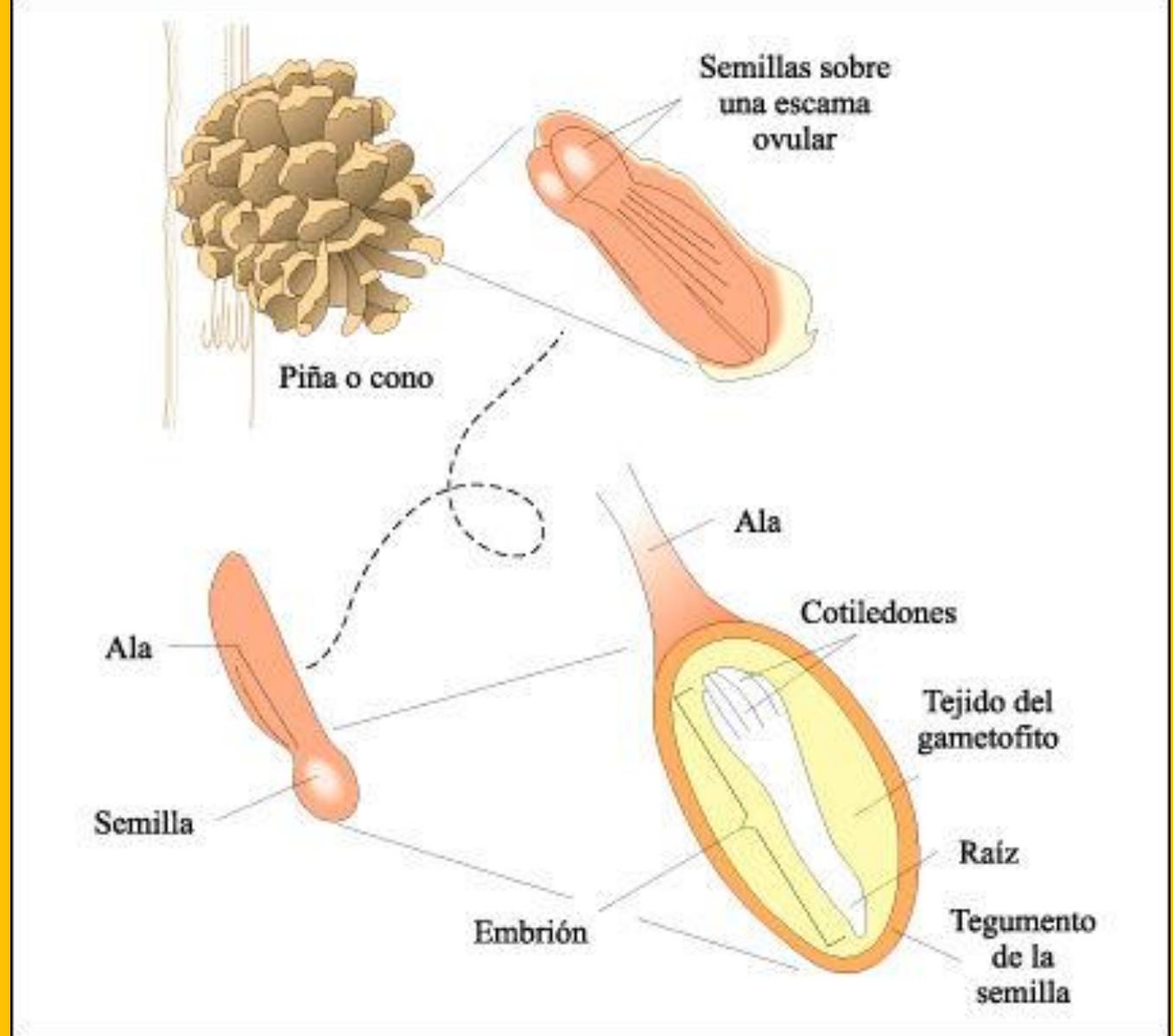
Una vez que termina la formación de paredes celulares, en el prótalo se forman **2 ó 3 arquegonios** hacia el extremo micropilar.

Cada **arquegonio** está formado por una **ovocélula u oosfera** (gameto femenino), por encima del cual están las **células del canal del cuello** y una **célula del canal del vientre** ubicada en el centro. **El gametófito femenino maduro está constituido por alrededor de 2.000 células y comprende: prótalo, arquegonios y oósfera.**

## Fecundación: Pinus.

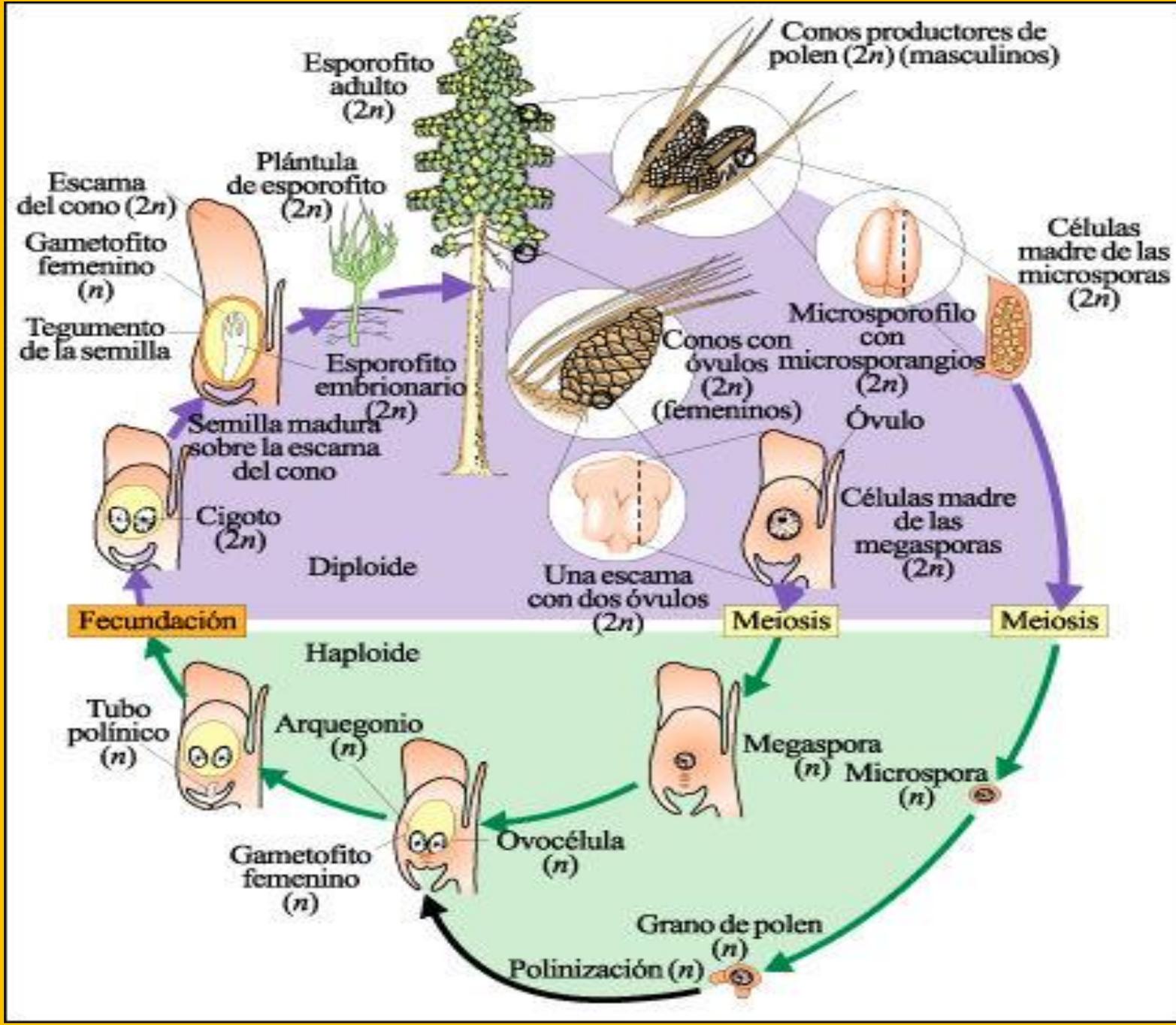


- El tubo polínico crece lentamente, abriéndose paso a través de la nucela del óvulo.
- Cuando llega hasta el gametofito femenino, se abre paso entre las células del cuello del arquegonio, penetra en la ovocélula o gameta femenina y descarga en ella su contenido.
- Allí ocurre la **fecundación**: uno de los gametos se une con el núcleo de la ovocélula y el otro degenera, igual que el núcleo vegetativo y las demás células del arquegonio.



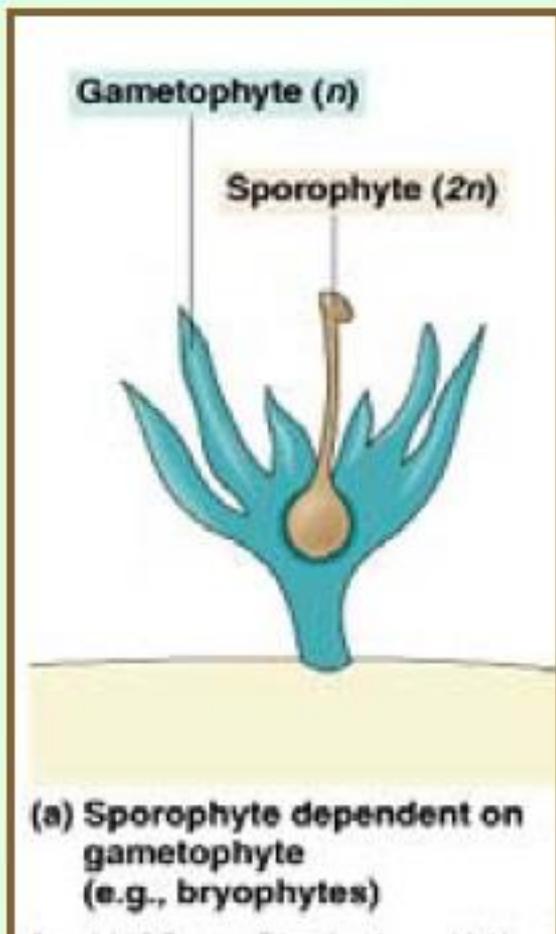
**Semillas protaladas**  
**Fecundación simple**

En pino hay predominio del esporofito sobre el gametofito. El gametofito está constituido por el protalo y el tubo polínico y es siempre parásito del esporofito (contrario a Briofitas)

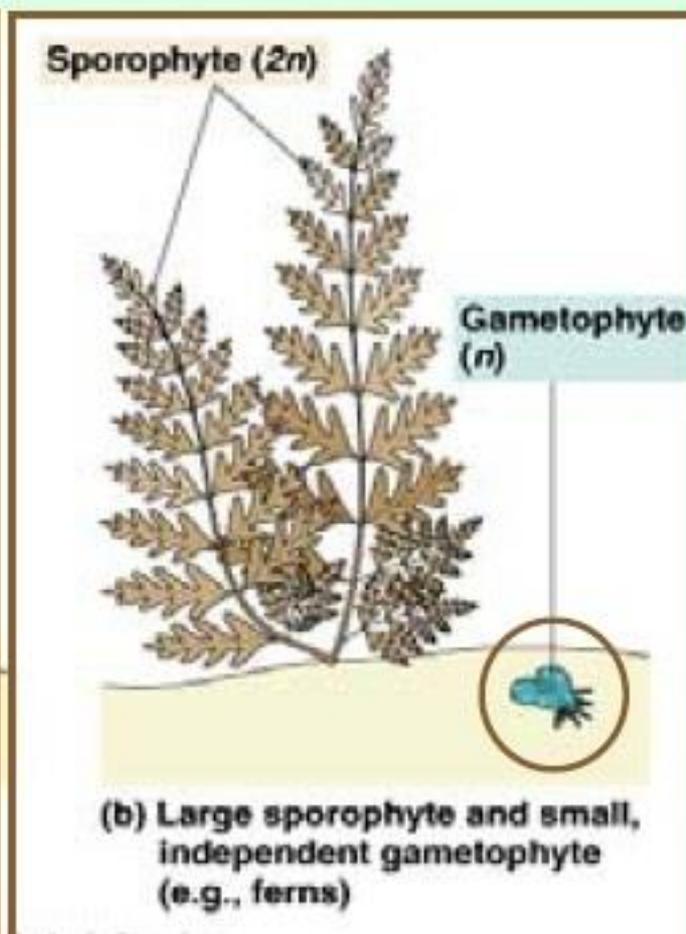


En las plantas vasculares con semillas, el esporofito sigue siendo dominante e independiente, pero el gametofito **se reduce mucho** y **pasa a vivir unido y protegido por el esporofito**.

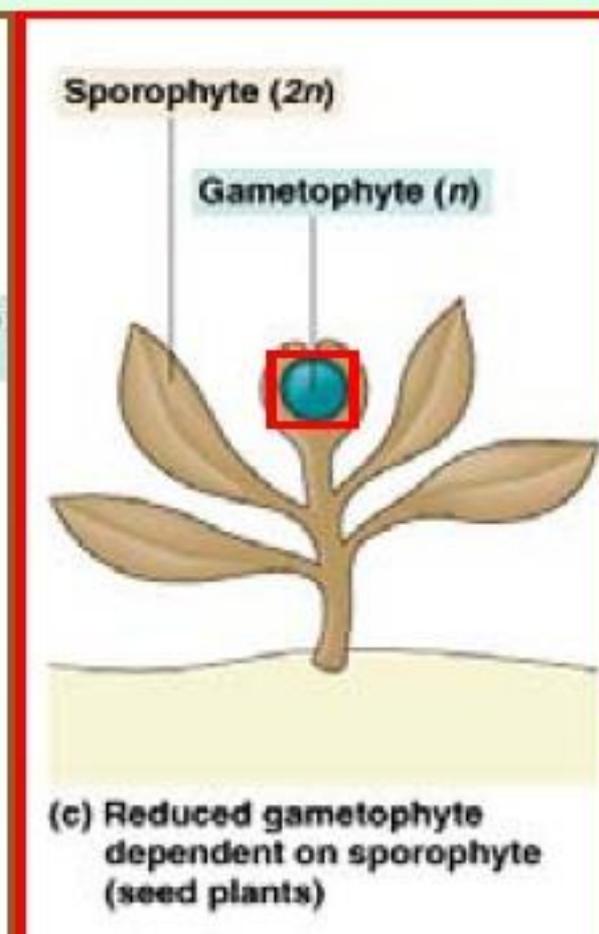
Briófitos  
(no vasculares)



Pteridófitos  
(vasculares, sin semillas)



Gimnospermas y Angiospermas  
(vasculares, con semillas)



	<b>GIMNOSPERMAS</b>	<b>ANGIOSPERMAS</b>
<b>CUERPO VEGETATIVO</b>	predominan formas leñosas	formas herbáceas y leñosas
<b>RAMIFICACIÓN</b>	monopódica	simpódica
<b>LEÑO</b>	formado por traqueidas	generalmente tráqueas y traqueidas
<b>GAMETOFITO</b>	masculino formado por varias células, femenino pluricelular	masculino 2(3) células femenino 8 células ó menos
<b>GAMETAS MASCULINAS</b>	Flageladas móviles	No hay gametas, hay solo núcleos espermáticos.
<b>ÓVULO</b>	desnudo unitégmicos	encerrado en el ovario frecuentemente bitégmicos
<b>POLINIZACIÓN</b>	anemófila, directa polen captado por el óvulo	entomófila, indirecta polen captado por el estigma
<b>FECUNDACIÓN</b>	simple arquegonio presente	doble ausente
<b>SEMILLAS</b>	Desnuda. numerosos cotiledones sut. de reserva materna haploide	incluida en el fruto 2 cotiledones ó 1
<b>REPRODUCCIÓN SEXUAL</b>	Muy lenta	rápida