



# PALEOBOTÁNICA

# ÍNDICE

- Introducción y conceptos generales
- Formas de preservación vegetal
- Tafonomía vegetal

# Introducción - conceptos generales

- Características particulares de los vegetales
- Calidad del registro fósil vegetal
- Asociación vegetal fósil

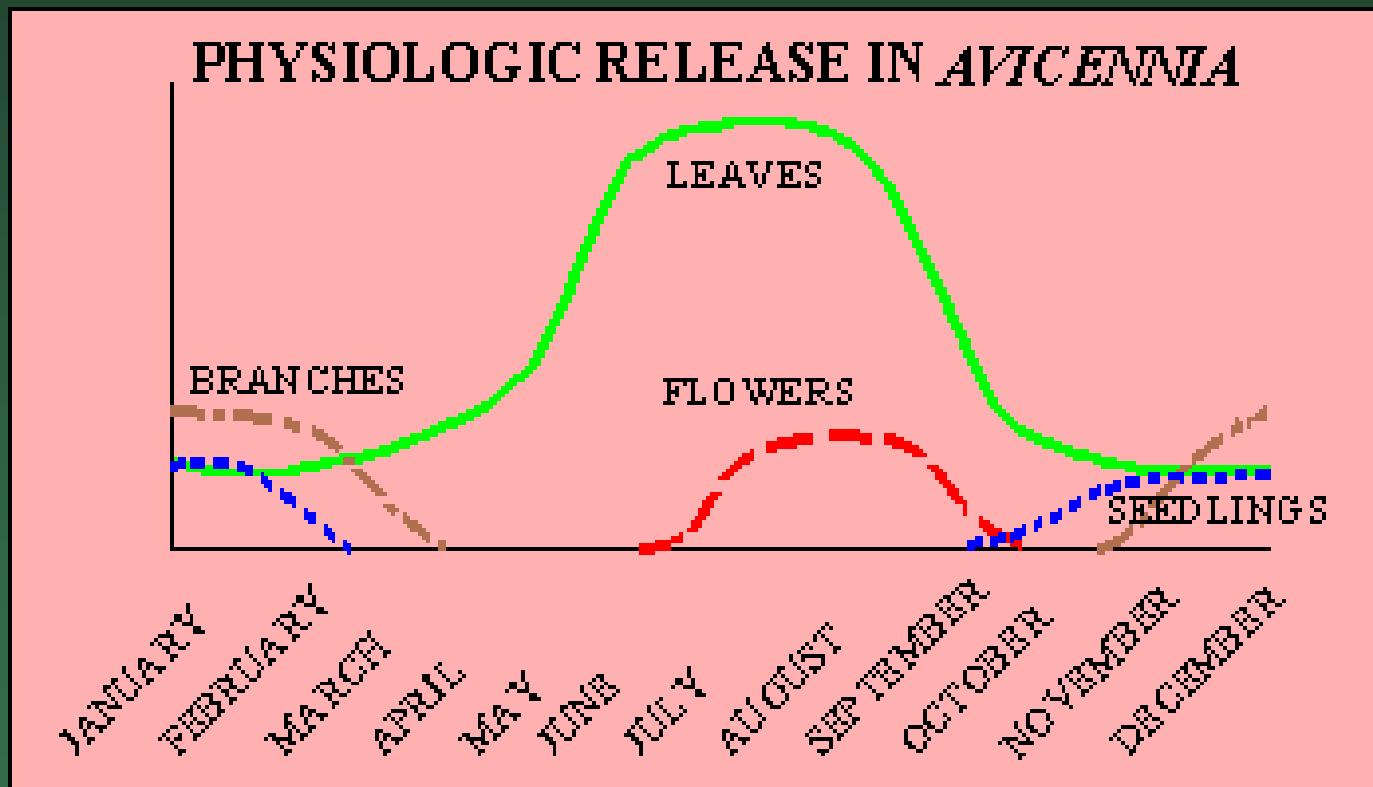
# Introducción - conceptos generales

## Características particulares de los vegetales

- Ciclo de vida
- Diferentes potenciales de preservación y transporte
- Diferente constitución química de órganos

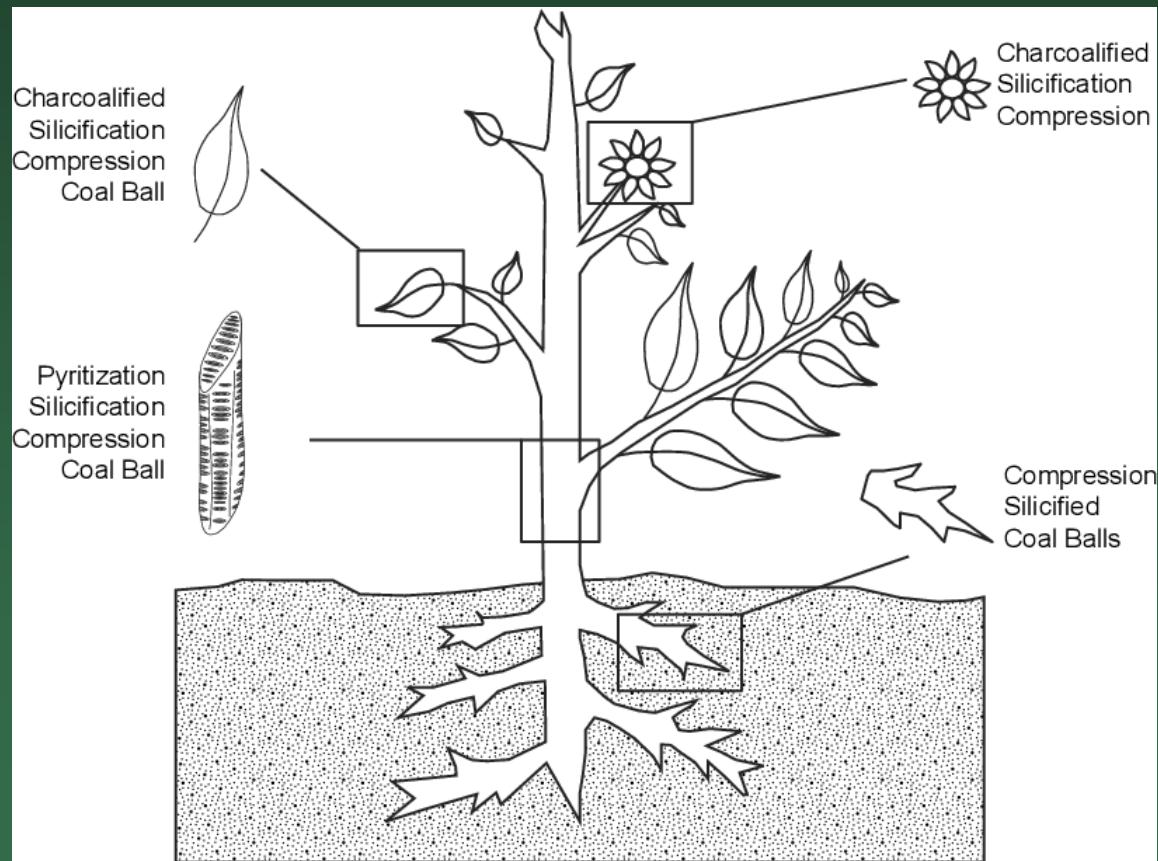
# Características particulares de los vegetales

- Ciclo de vida



# Características particulares de los vegetales

- Diferentes potenciales de preservación y transporte



# Dispersión

Densidad relativa (peso por unidad de área)

Forma

Tamaño

Posición en la cobertura vegetal

Carácter (hojas perenne vs caduca)



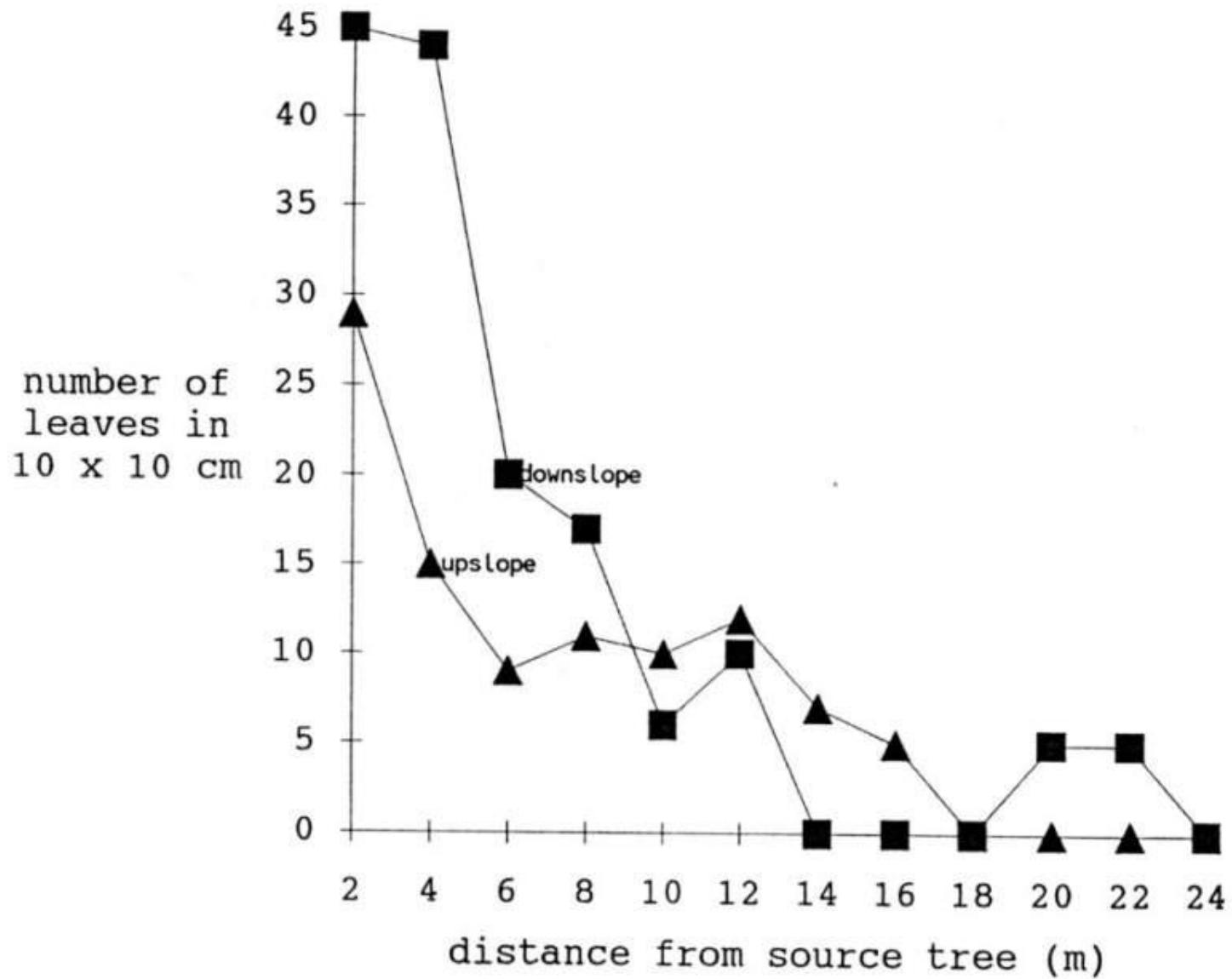
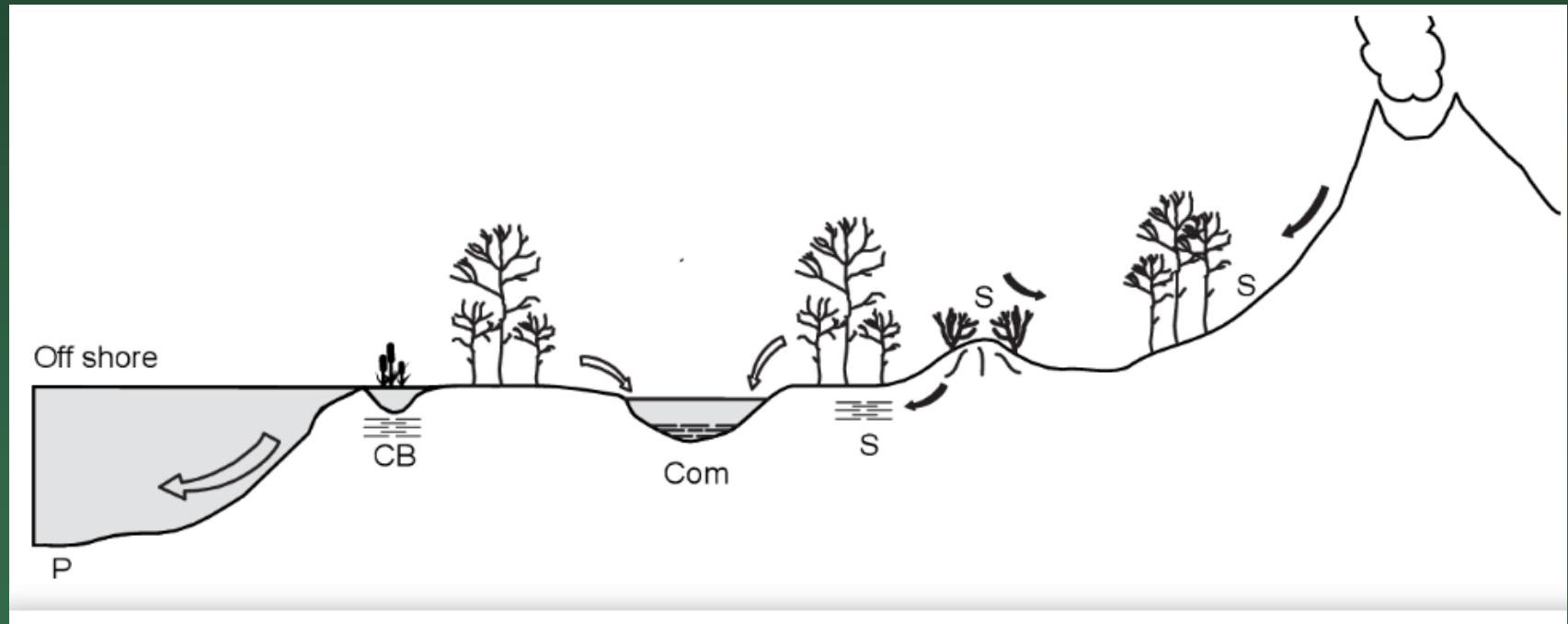


Figure 7.3 Number of leaves found in forest floor-litter at distance from the source tree (*Prumnopitys amara* — Podocarpaceae) in  $10 \times 10$  cm quadrats along two transects—upslope and downslope—in Complex Notophyll Vine Forest (*sensu* Webb, 1959).

# Características particulares de los vegetales

- Diferentes potenciales de preservación y transporte



# Características particulares de los vegetales

- Diferente constitución química de órganos

TEJIDO/ESTRUCTURA	COMPUESTO ORGÁNICO RESISTENTE	PARTES DE LA PLANTA
Exina	Esporopolenina <sup>1</sup>	Pared externa de esporas y granos de polen
Cutícula	Cutina <sup>2</sup>	Capa cerosa externa que recubre la superficie de varias partes aéreas de las plantas (tallos jóvenes, hojas y estructuras reproductivas)
Xilema	Lignina <sup>3</sup> y celulosa <sup>4</sup>	Porción leñosa del sistema conductor (la lignina refuerza las paredes celulósicas)

Potencial de preservación: 1 > 2 > 3 > 4

TABLE II. Potential for Preservation of Biopolymers in Depositional Environments<sup>a</sup>

Biomolecule	Source	Preservation potential <sup>b</sup>	Conditions believed to enhance preservation
Nucleic acid			
DNA	All organisms	-	In bone/bound to clays
RNA	All organisms	-	
Protein			
Albumin	Animals	-	In frozen tissue, bone
Collagen	Animals	-/+	As intracrystalline inclusions
Osteocalcin	Animals; bones and teeth	+	
Keratin	Animals	-/+	In peat
Skeletal glycoproteins	Animals; shells, bones, teeth	+	As intracrystalline inclusions
Amino acids	All organisms	-	In kerogens?
Carbohydrate			
Starch	Vascular plants; some algae; bacteria	-	
Glycogen	Animals	-	
Cellulose	Vascular plants; some fungi	-/+	
Chitin	Arthropods; fungi; algae	+	
Simple sugars	All organisms	-	In kerogens?
Lipid			
Glycolipids	Plants; algae; eubacteria	++	Bound to kerogen
Lipopolysaccharides	Gram-negative eubacteria	++	Bound to kerogen
Resistant biopolymer			
Resins	Vascular plants	+++	
Lignins	Vascular plants	++++	
Sporopollenin	Vascular plants	+++	
Cutan	Vascular plants	++++	
Suberan	Vascular plants	++++	

<sup>a</sup>Modified from Tegelaar (1990).

<sup>b</sup>Estimate of the preservation potential of various biopolymers, ranging from - (very labile) to + + + + (not believed to be degraded in any depositional environment).

## ASOCIACIÓN VEGETAL FÓSIL

**Definición: acumulación de plantas o partes de plantas, derivadas de uno o muchos individuos, que están incluidas en un volumen de sedimentos depositados bajo más o menos las mismas condiciones.**

# ASOCIACIÓN VEGETAL FÓSIL

## CLASIFICACIÓN

Caracteres observables e inferibles

- Configuración (capas, lentes, concreciones, etc.)
- Transporte (autóctonos, parautóctonos, alóctonos)
- Afinidad a órganos específicos (semillas, hojas, etc.)
- Afinidad con taxa definidos (familias, géneros, etc.)
- Modo de preservación (moldes, mineralización, etc.)
- Abundancia relativa de especies (mono, oligo, polidominantes)
- Formación del yacimiento (catastrófica/gradual)
- Grado de fragmentación (enteros, rotos)
- Paleoambiente (lacustre, marino, continental)

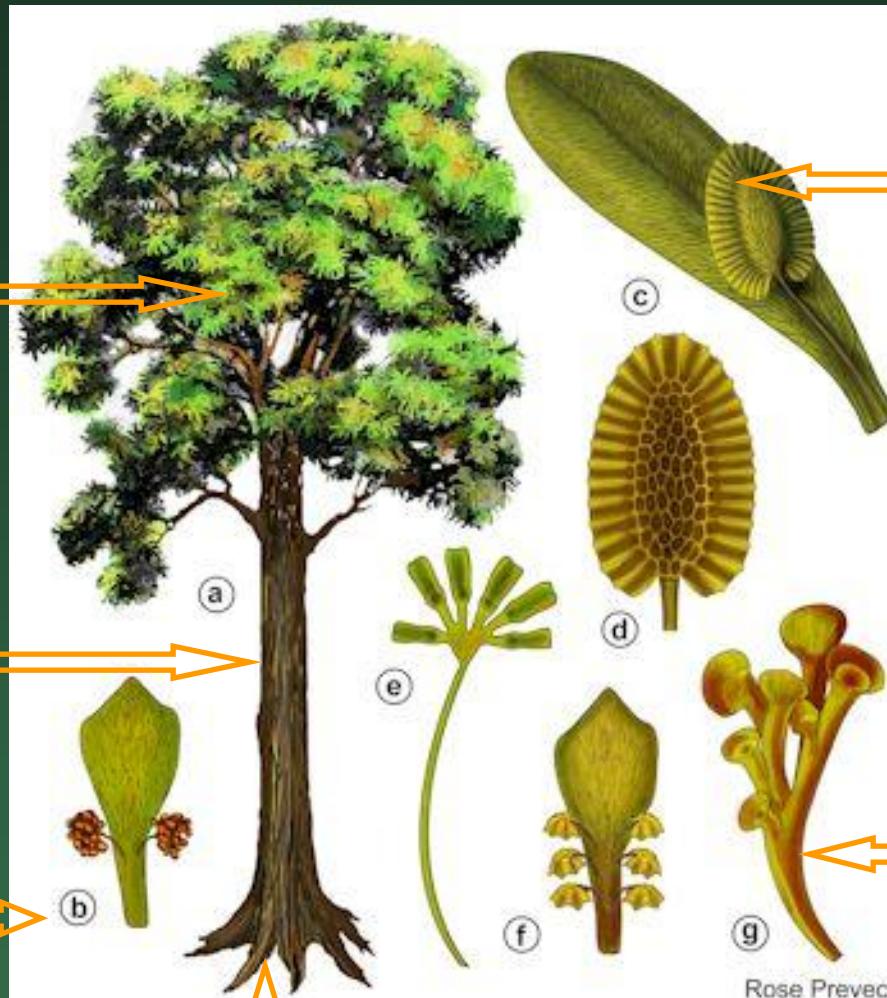
# PARATAXONOMÍA

*Glossopteris  
communis*  
(hojas / tallos)

*Araucarioxylon  
bengalense*  
(madera)

*Eretmonia  
hinjridaensis*  
(microesporangio)

*Vertebraria australis* (raíces)



*Stephanostoma  
crystalinum*  
(semillas / óvulos  
aislados)

*Dictyopteridium  
sporiferum*  
(megaesporofito  
y estructuras  
repr. femeninas)

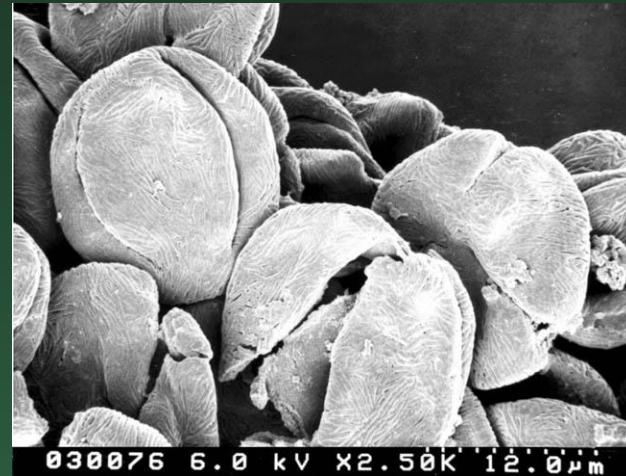
*Protohaploxylinus  
limpidus*  
(granos de polen)

# ¿ Cómo reconstruimos una especie vegetal ?



Compresiones de hoja y fruto de Betulaceae  
Oligoceno de Norteamérica

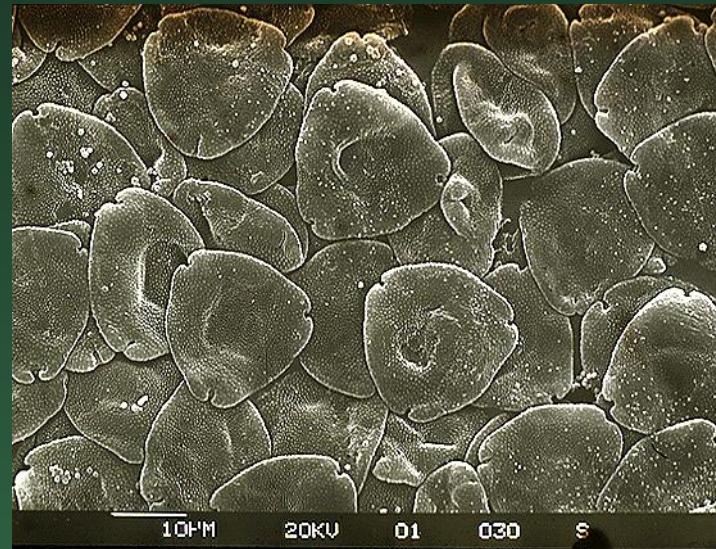
# Conexión tisular



Flor, polen y frutos de  
*Landeenia sapindacea*

Eoceno de Norteamérica

# Conexión tisular



Compresión de hoja, inflorescencia con flores estaminada y polen de Juglandaceae.

Paleoceno de Norteamérica

# PARATAXONOMÍA

***Dictyopteridium  
sporiferum***



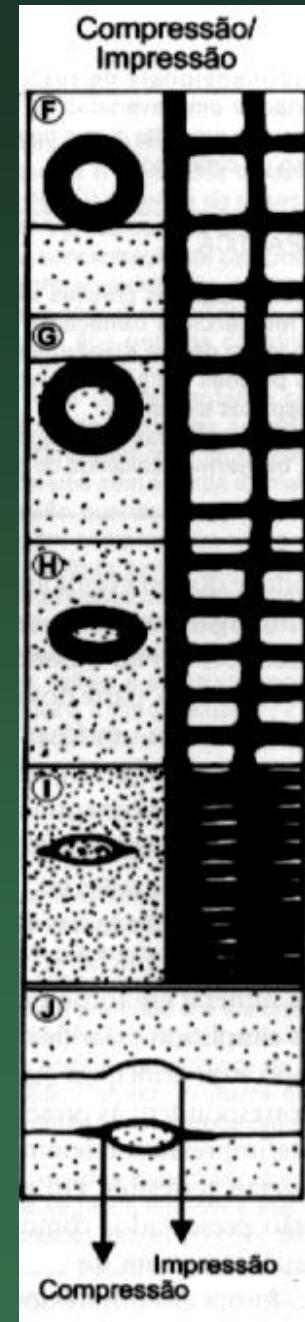
Rose Prevec

# FORMAS DE PRESERVACIÓN VEGETAL

- Compresión
- Impresión
- Moldes (externo, interno, contramolde)
- Mineralización (petrificación y permineralización)
- Petrificación
- Carbonización por fuego
- Momificación

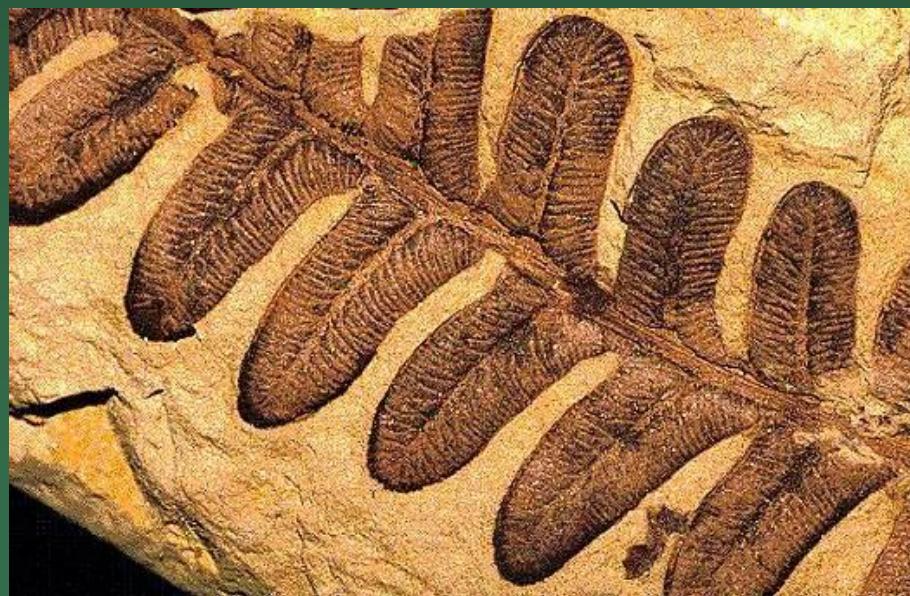
# Compresión

- Forma más abundante de preservación vegetal
- Partes de plantas que luego del enterramiento han sufrido deformación física (2D).
- El órgano es aplastado por el peso de los sedimentos y si presión y temperatura aumentan, el porcentaje de C también (H y O son expulsados como agua, CO<sub>2</sub> y gases como metano)
- Sólo queda una película carbonosa (cutícula)
- Excelentes registros de la forma exterior (células epidérmicas, estomas, venación), especialmente en estructuras planas
- No brindan información de estructura interna
- Preservación local
- Forma de preservación muy común en hojas



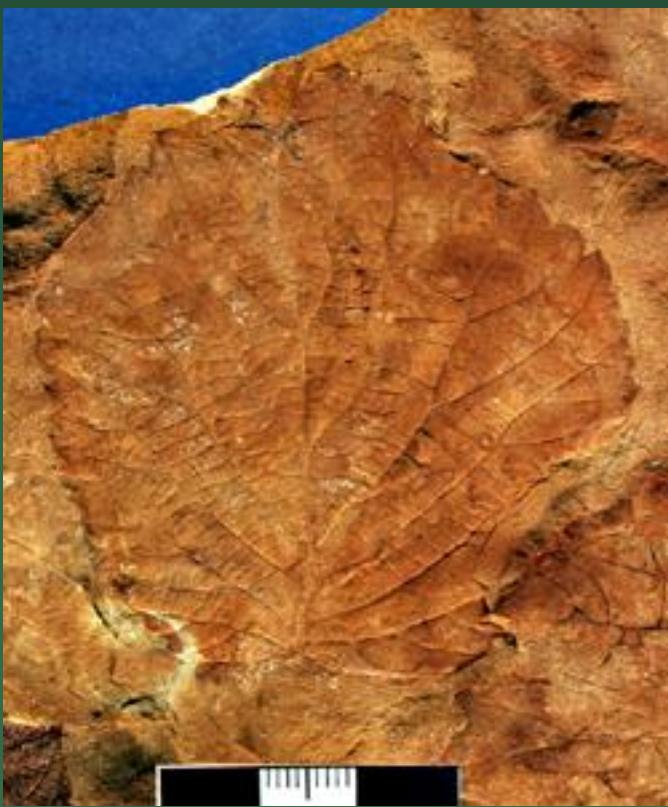


Official Publication of the Botanical Society of America, Inc.



# Impresión

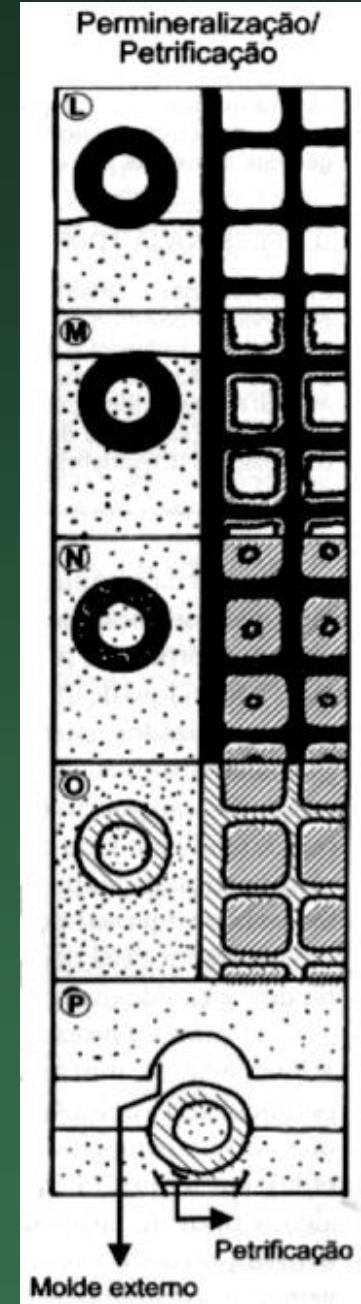
- Marcas bidimensionales en sedimentos de plantas o sus partes
  - Generalmente en sedimentos muy finos
  - Carecen de materia orgánica
  - Pueden mostrar algo de estructura externa
  - Forma de preservación muy común en hojas
- Junto a la compresión, son las formas más abundantes de preservación de megafósiles vegetales, tanto geográfica como estratigráficamente, desde el Silúrico.
- Ninguno de los dos tienen capacidad de retrabajamiento y transporte



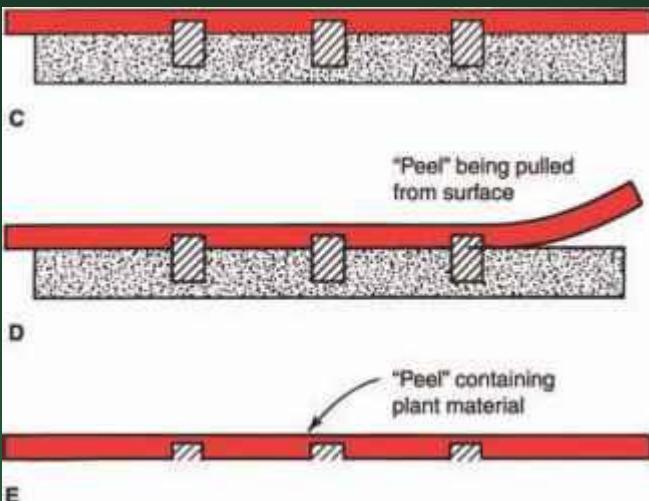


# Mineralización

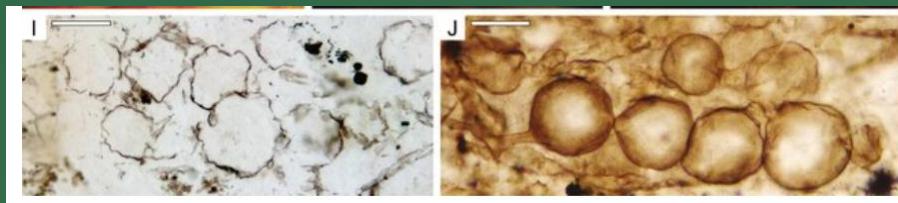
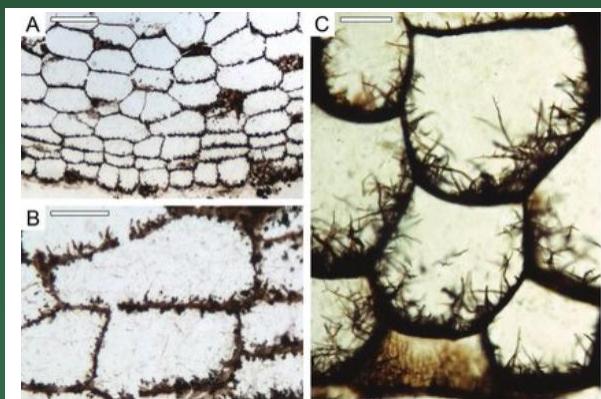
- Ocurre frecuentemente
- Información anatómica, tisular y celular 3D
- Los troncos se preservan más frecuentemente de esta forma
- Implican la impregnación de tejidos con fluidos que contienen minerales en suspensión (en 2 etapas)
- $\text{CaCO}_3 > \text{Si} >$  Pirlita
- Formas de estudio: lámina delgada o peel
- Con capacidad de retrabajamiento y transporte; limitada por las dimensiones



# Peel



# Lámina delgada





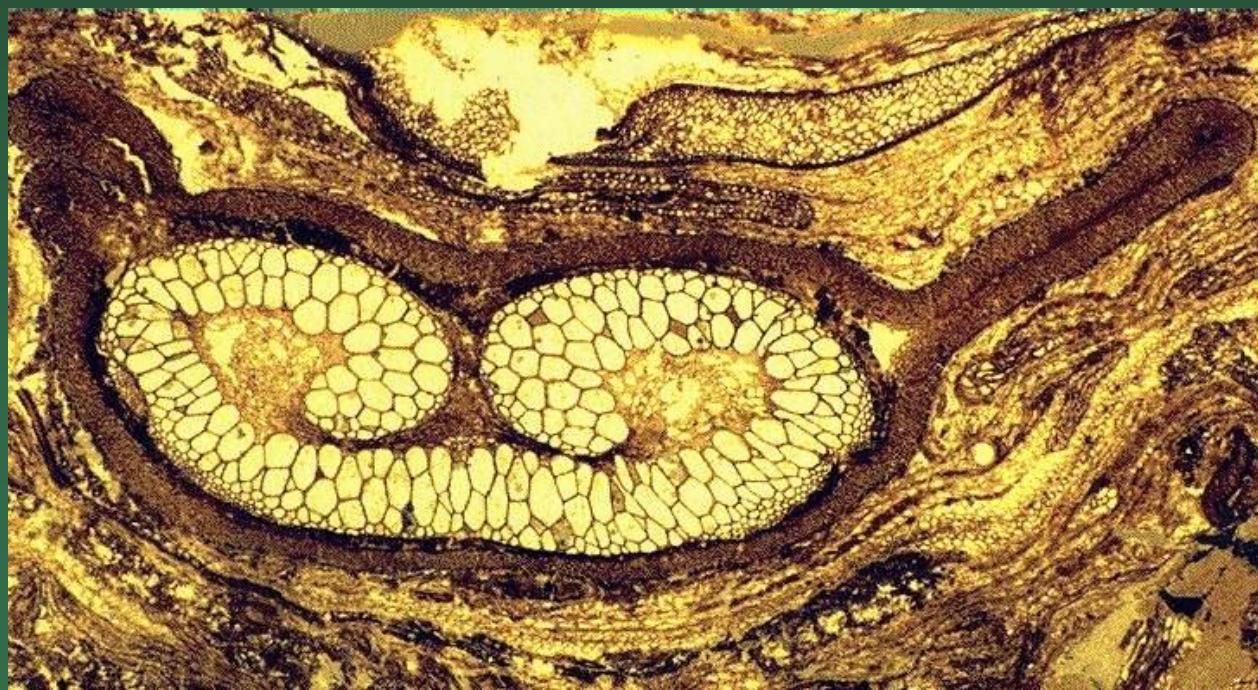


**Tejido celular**

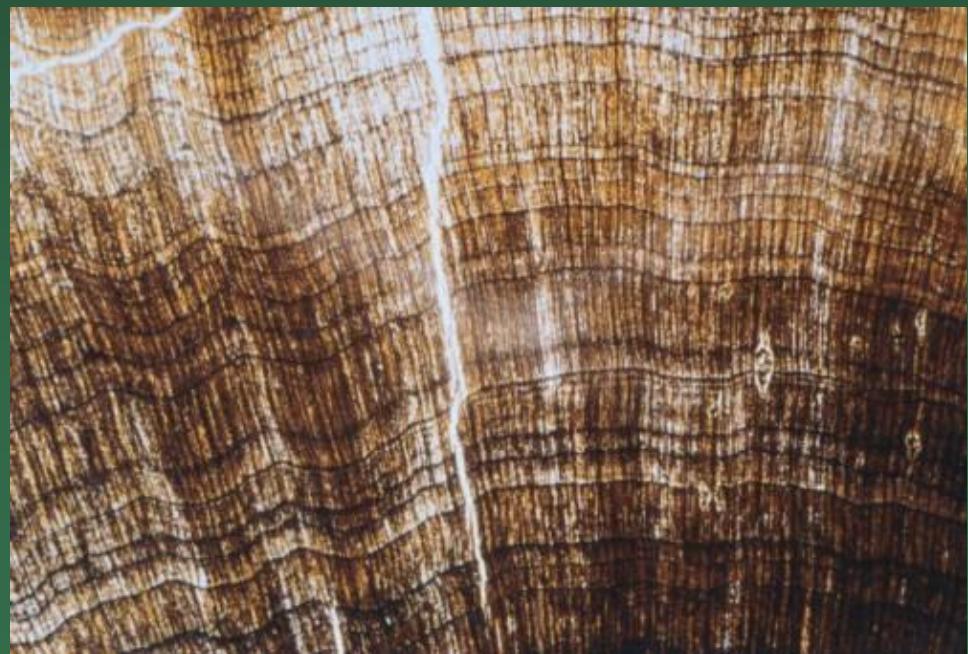




© W.P. Armstrong 2001

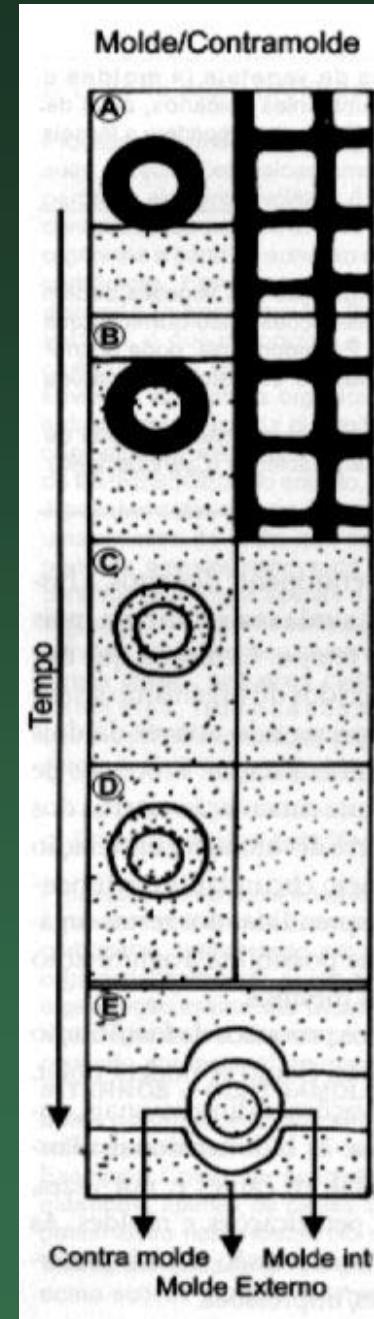


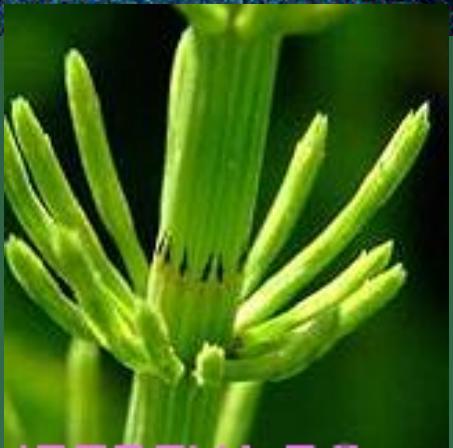




# Moldes

- Moldes externos, internos, contramoldes
- Se forma por la deposición de sedimentos en cavidades formadas por la descomposición de parte o todos los tejidos de un órgano
- Más comunes en tallos y raíces
- Útiles en la reconstrucción de la morfología 3D, pero no en aspectos estructurales
- Pueden mostrar parte de la morfología interna de órganos
- Dependiendo del tipo y consolidación, con o sin capacidad de retrabajamiento y transporte



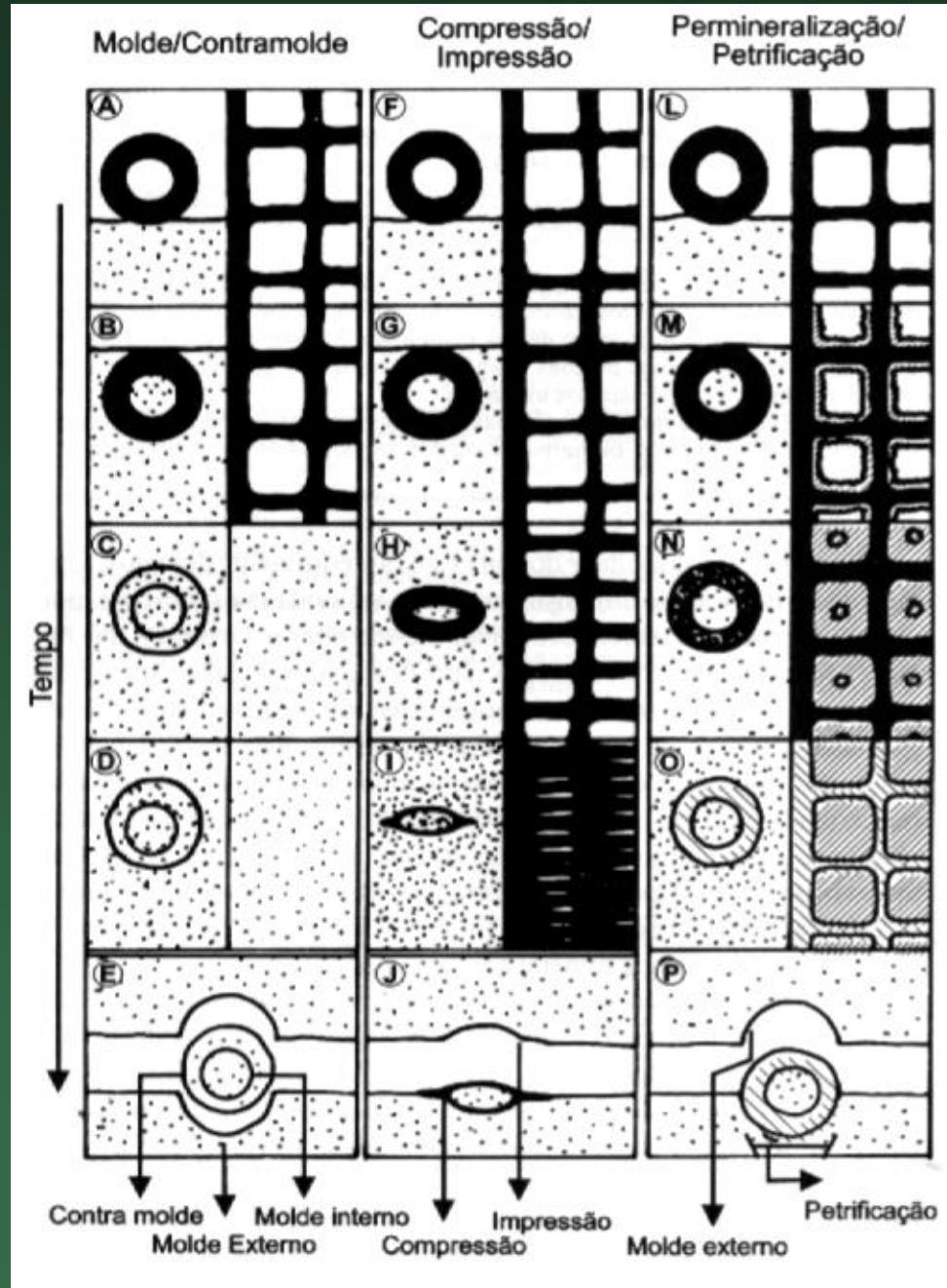


**Licópsida**



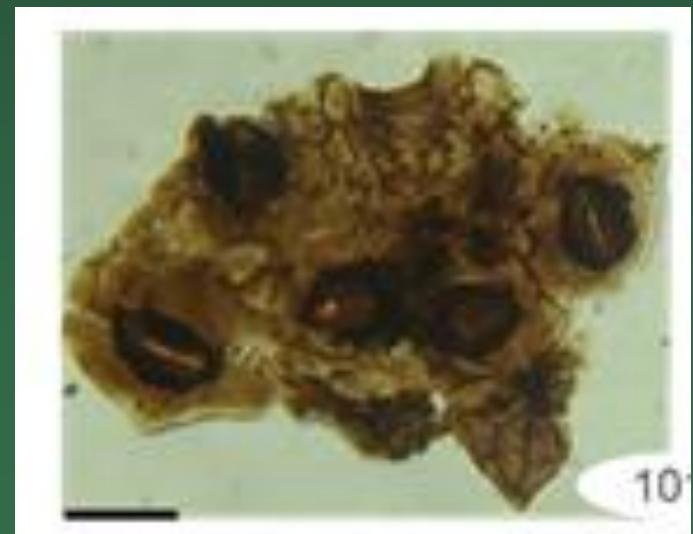
**Conífera**





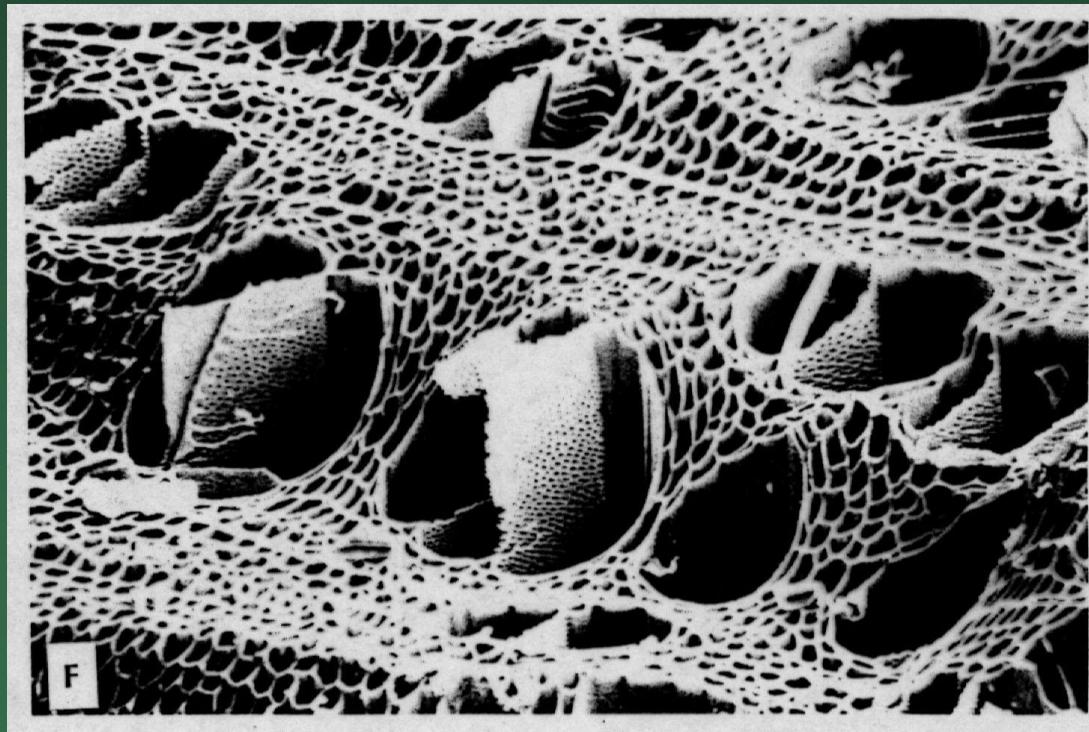
# Material original (partes “duras”) / Momificación

- Partes “duras” de material original
- Deshidratación y degradación de órganos internos o contenido celular
- Se da especialmente en esporas y granos de polen (también es interpretado como preservación de material original)

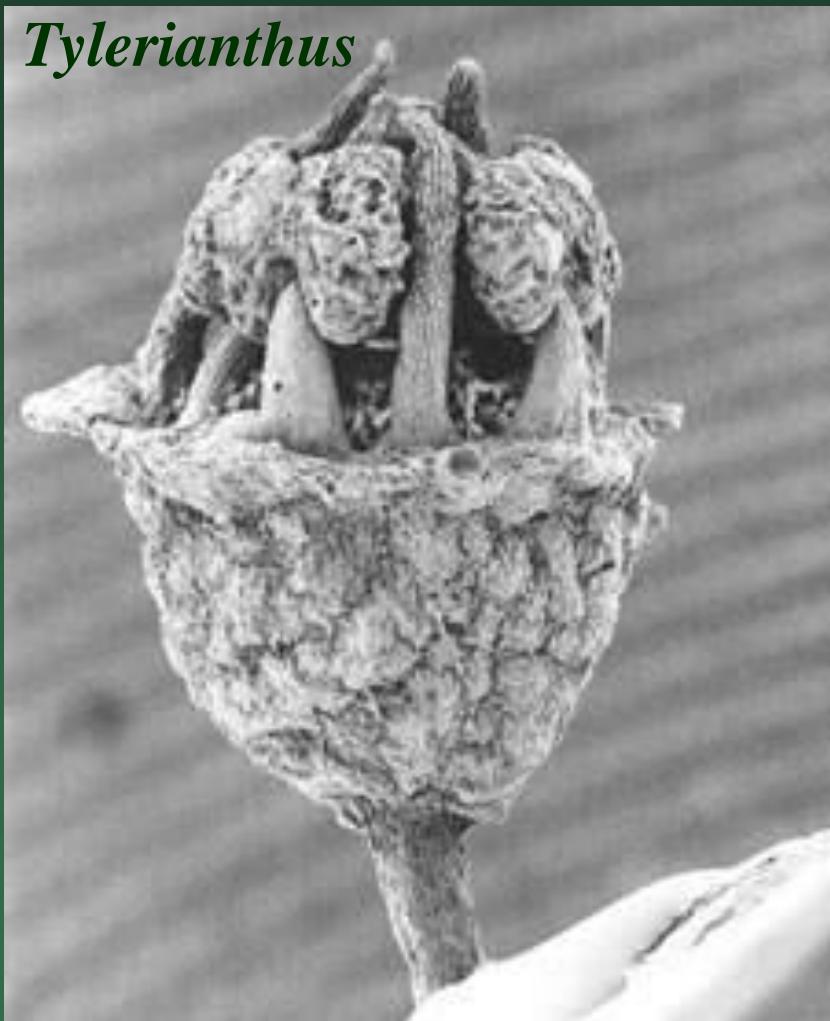


# Carbonización por fuego

- Preservación anatómica 3D con detalle estructural
- Sin capacidad de retrabajamiento; gran capacidad de flotación



*Tylerianthus*



*Hamamelido*



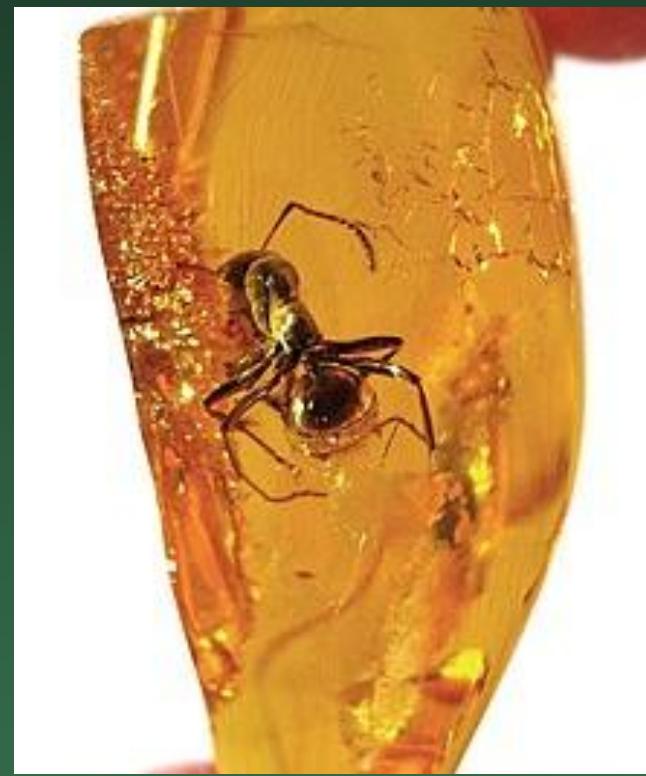
*Mabelia connatifilia*



# Ámbar

- Forma de preservación de la resina vegetal
- Gran capacidad de retrabajamiento y de flotación





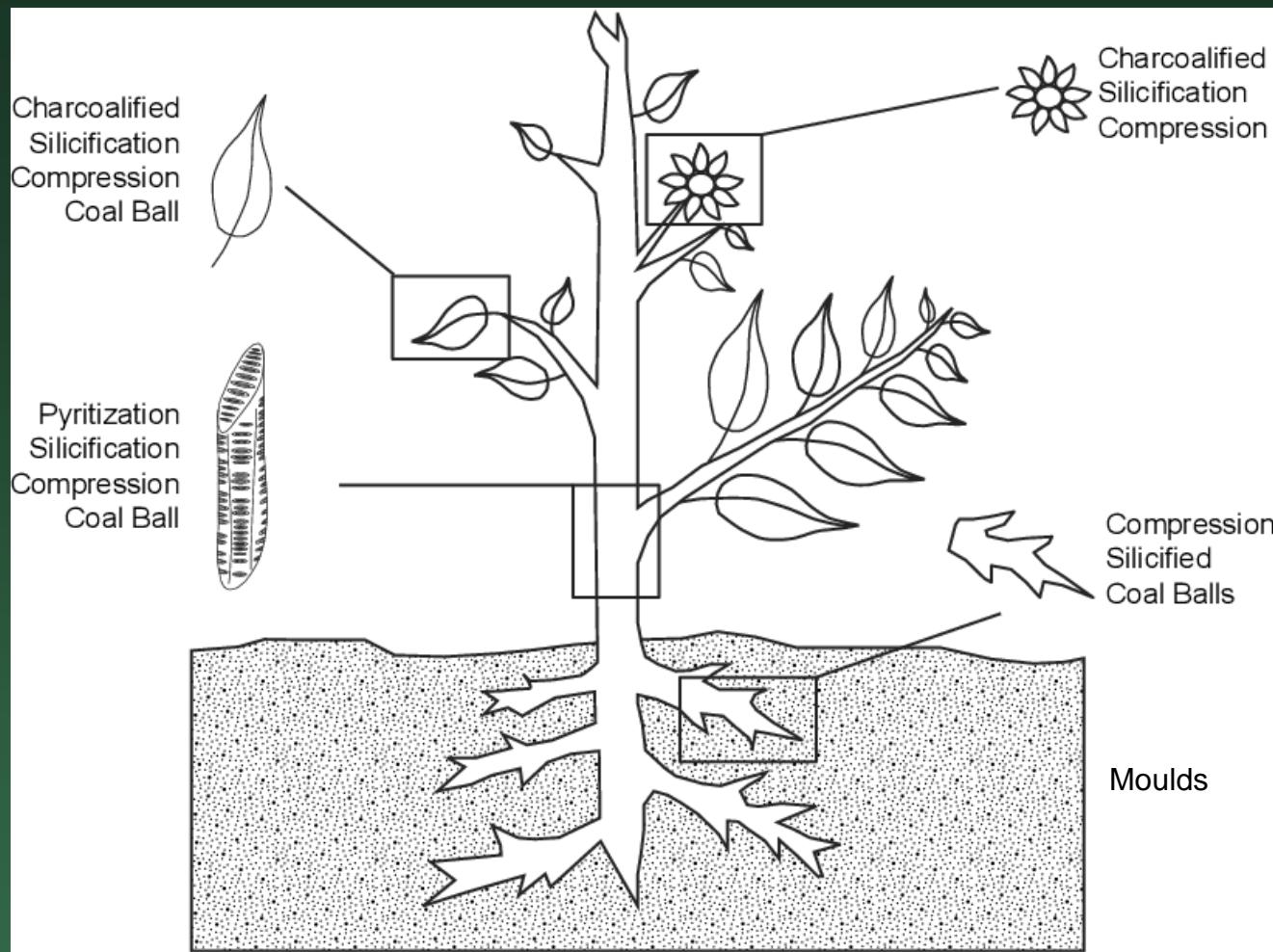


TABLE 1.—Examples of plant Lagerstätten with different types of preservation through time. Clades: A = Angiosperms; Be = Bennettitales; Br = Bryophytes; Co = Conifers; Ex = Extinct seed plants; F = Ferns; Gn = Gnetales; Gk = Ginkgo; L = Lycophytes; Pt = Pteridophytes; R = Rhyniophytes; Sp = Sphenopsids; Un = Unknown affiliation; Zo = Zosterophylls. Preservation: Car = Carbonate coal balls; Com = compression; Con = concretion; IO = iron oxides; Py = pyritization; S = silicification. [Collapse](#)

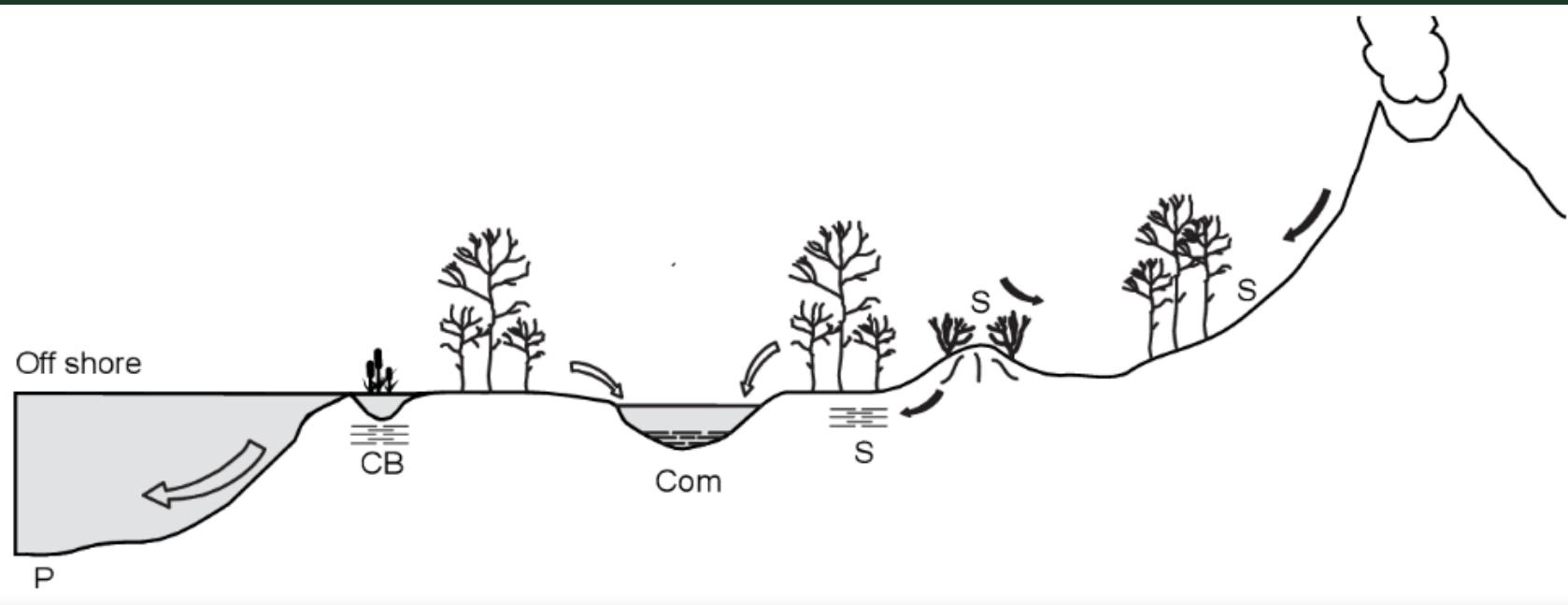


FIGURE 1.—Cross-section through a hypothetical landscape showing different depositional environments and associated taphonomic pathways. White and gray arrows indicate transport of plant organs. Black arrows indicate transport of silica for silicification, which can occur through the flow of silica-rich ground water, in situ in hot spring environments, or through silica from volcanic ash. P = pyritization; CB = coal balls; Com = compressionimpression; S = silicification. [Collapse](#)

Published in 2014

## THE EXCEPTIONAL PRESERVATION OF PLANT FOSSILS: A REVIEW OF TAPHONOMIC PATHWAYS AND BIASES IN THE FOSSIL RECORD

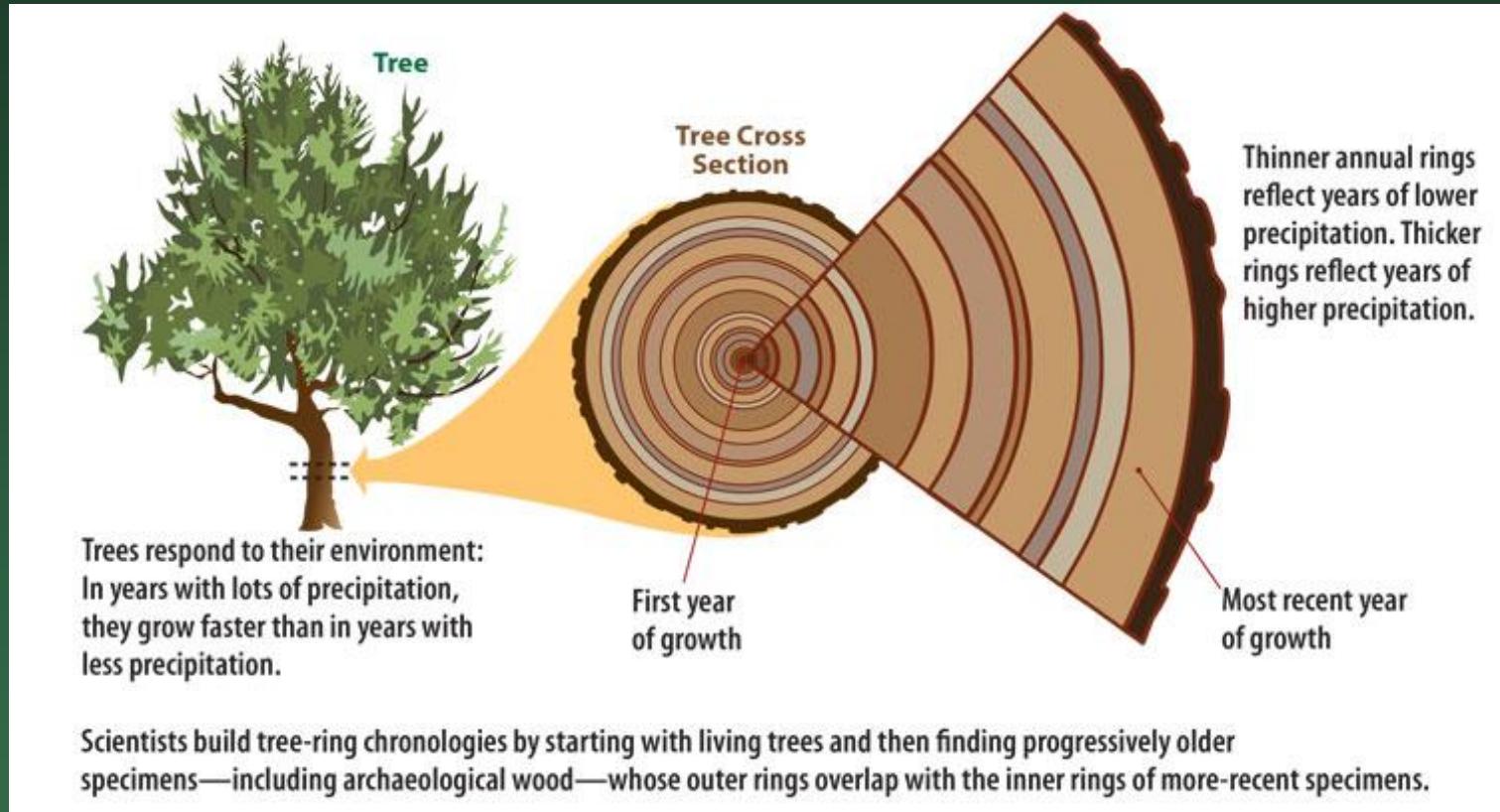
Emma R. Locatelli



# Aplicaciones: PALEOCLIMATOLOGÍA

Importancia de los vegetales como indicadores  
paleoambientales

# DENDROCLIMATOLOGÍA

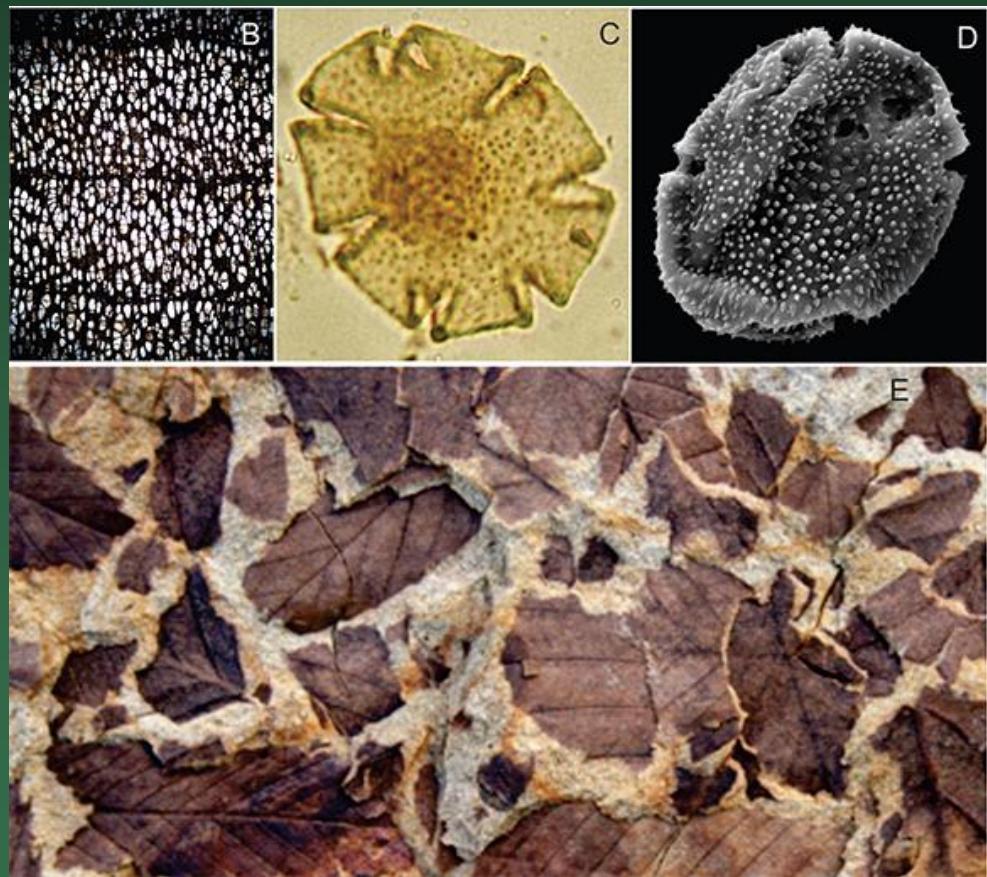


# PVC / AME

Tabla 1. Comparación entre los métodos del Pariente Vivo más Cercano y Aproximación Morfológico Estructural.

Método	Criterios	Ventajas	Desventajas
Pariente Vivo más Cercano (PVC)	<ul style="list-style-type: none"><li>•Taxonómico</li><li>•Tolerancias ambientales históricamente conservadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Útil en conjuntos fósiles relativamente reciente</li><li>•Cualquier parte de la planta es útil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Estructuras aisladas</li><li>•Dificultad en la determinación taxonómica</li><li>•No considera la evolución ecológica de los linajes</li><li>•Énfasis en uno o pocos taxa</li><li>•Determinación de parámetros exclusivamente cualitativa</li></ul>
Aproximación Morfológico Estructural (AME)	<ul style="list-style-type: none"><li>•Estructuras cuya expresión es fuertemente modelada por el ambiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•No necesaria la determinación taxonómica</li><li>•Independiente de las afinidades taxonómicas</li><li>•Reconoce el cambio de las tolerancias</li><li>•Toma en cuenta todo el conjunto de estructuras para sus inferencias</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Las estructuras anatómicas parecen no relacionarse de la misma manera con el ambiente a través del tiempo.</li><li>•Los resultados se encuentran directamente relacionados a las técnicas de muestreo y al tipo de método empleado para obtenerlos y analizarlos.</li></ul>

# PVC



# PVC / AME

## *Plantas fósiles e inferencia paleoclimática*

43

Tabla 1. Comparación entre los métodos del Pariente Vivo más Cercano y Aproximación Morfológico Estructural.

Método	Criterios	Ventajas	Desventajas
Pariente Vivo más Cercano (PVC)	<ul style="list-style-type: none"><li>•Taxonómico</li><li>•Tolerancias ambientales históricamente conservadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Útil en conjuntos fósiles relativamente reciente</li><li>•Cualquier parte de la planta es útil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Estructuras aisladas</li><li>•Dificultad en la determinación taxonómica</li><li>•No considera la evolución ecológica de los linajes</li><li>•Énfasis en uno o pocos taxa</li><li>•Determinación de parámetros exclusivamente cualitativa</li></ul>
Aproximación Morfológico Estructural (AME)	<ul style="list-style-type: none"><li>•Estructuras cuya expresión es fuertemente modelada por el ambiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•No necesaria la determinación taxonómica</li><li>•Independiente de las afinidades taxonómicas</li><li>•Reconoce el cambio de las tolerancias</li><li>•Toma en cuenta todo el conjunto de estructuras para sus inferencias</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Las estructuras anatómicas parecen no relacionarse de la misma manera con el ambiente a través del tiempo.</li><li>•Los resultados se encuentran directamente relacionados a las técnicas de muestreo y al tipo de método empleado para obtenerlos y analizarlos.</li></ul>

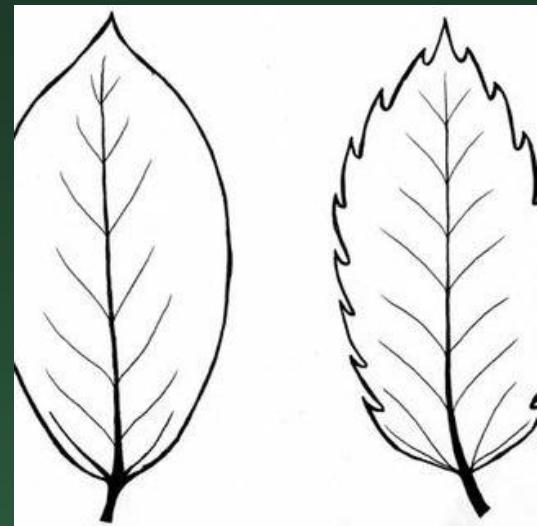
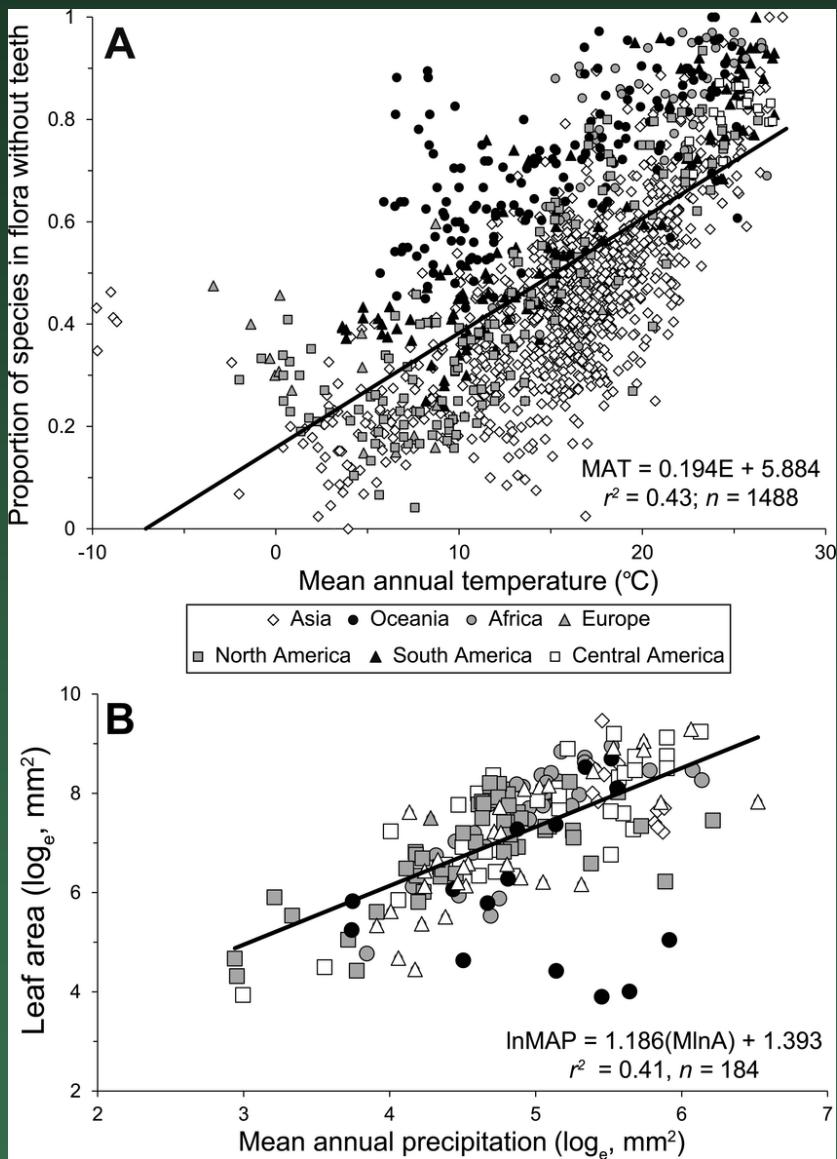
AME



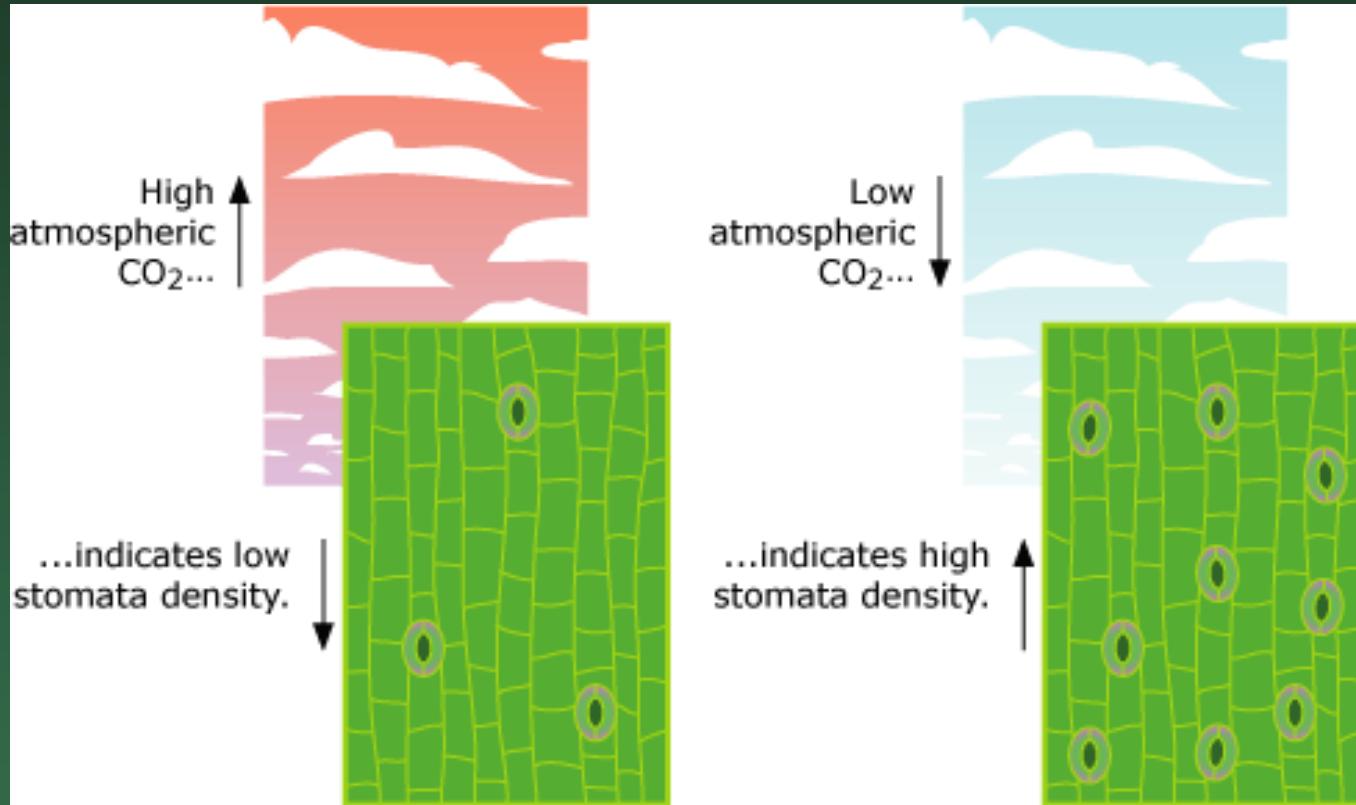
# ÍNDICES: FISIONOMÍA DE LAS HOJAS

Márgenes  
enteros vs.  
dentados

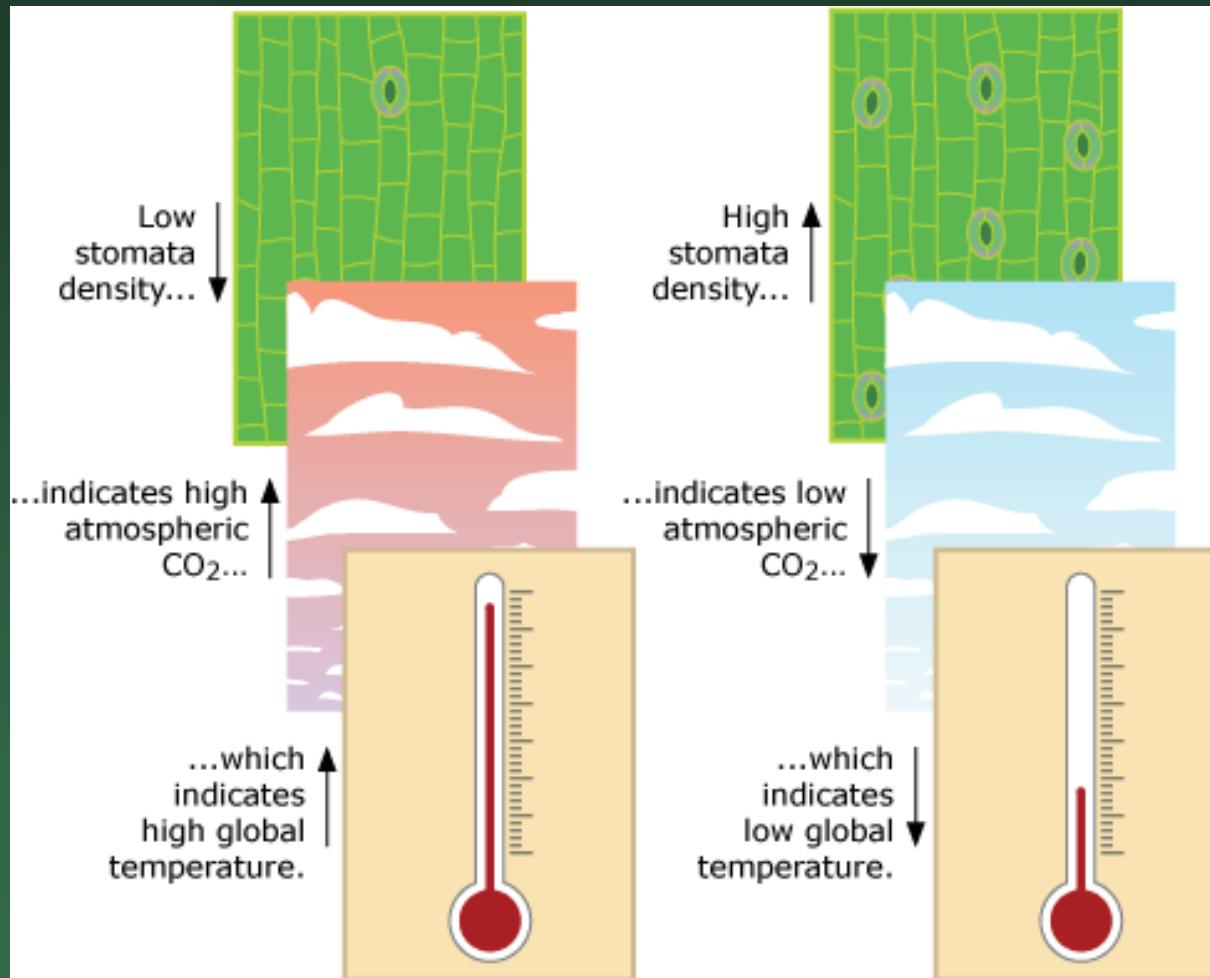
Área de la  
hoja



# ÍNDICE: DENSIDAD DE ESTOMAS



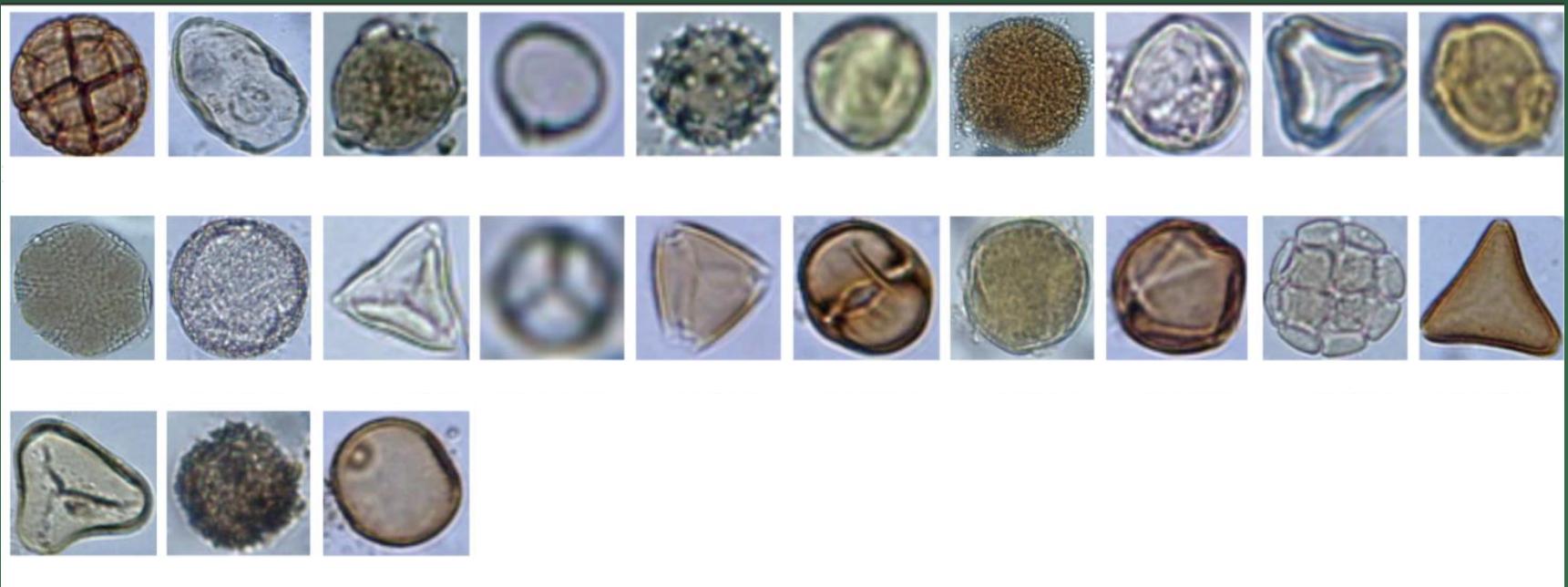
## ÍNDICE: DENSIDAD DE ESTOMAS (2)



# ÍNDICE: ASOCIACIONES POLÍNICAS

Polen herbáceo vs. arbóreo:

- relación aridez - humedad
- áreas abiertas – cerradas
- regional – local



# PALEOCLIMATOLOGÍA (síntesis)

## Características de las hojas:

- márgenes de las hojas
- tamaño y forma de hoja
- ápices
- textura de las hojas
- cutículas

## Anatomía de la madera:

- anillos

## Polen:

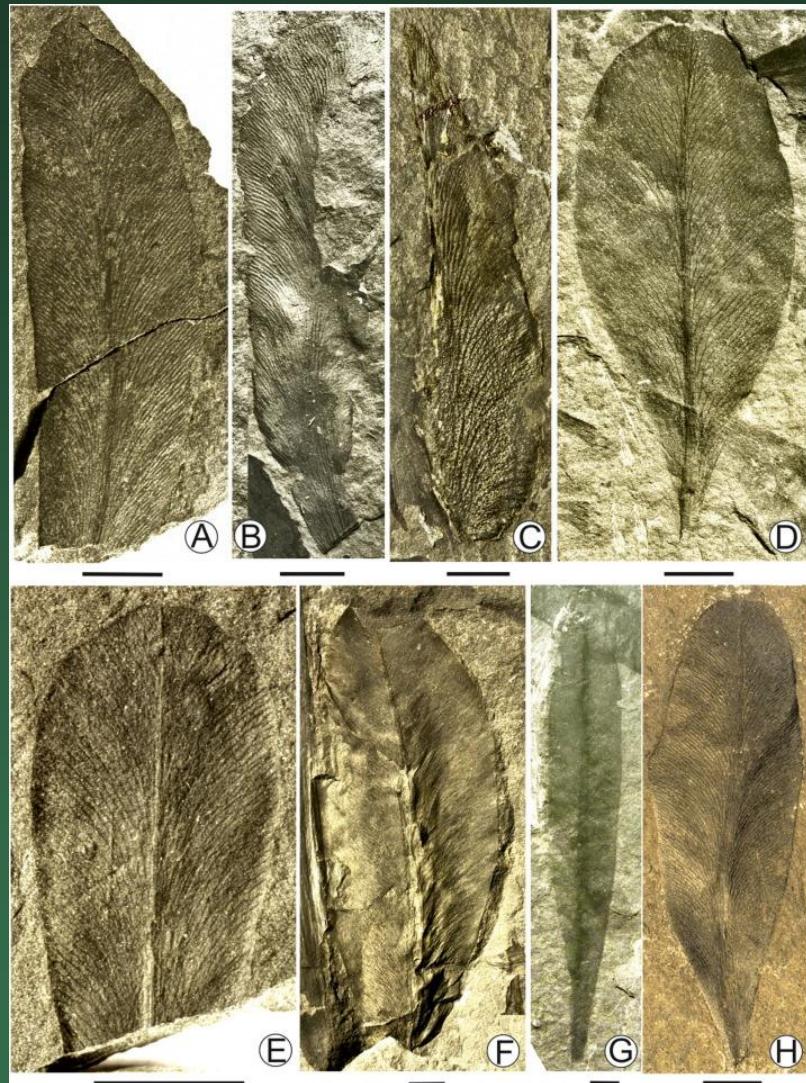
- polen herbáceo vs. Arbóreo
- relación aridez-humedad
- áreas abiertas – cerradas
- regional – local

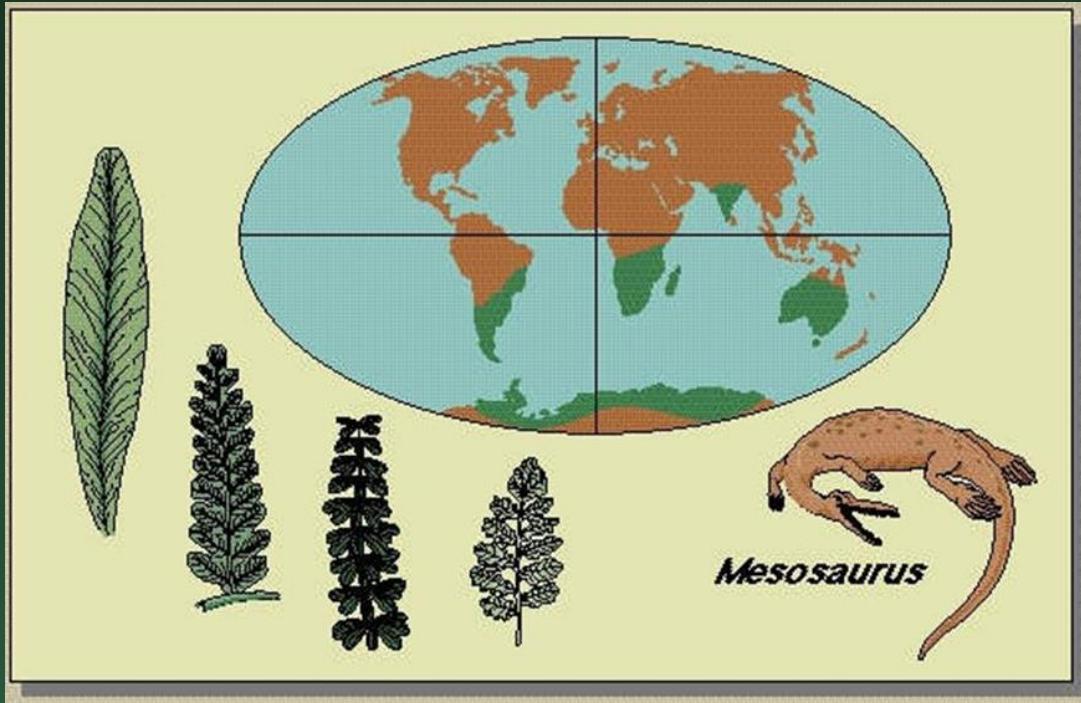
## Métodos interpretativos:

- Morfologías adaptadas a ambientes particulares (AME)
- Pariente vivo más cercano (PVC)

# PALEOBIOGEOGRAFÍA

Flora de *Glossopteris*





(b) Evidence of Rock units

