

Curso Intensivo Intersemestral  
(Paleo)Bio Indicadores Neotropicales

# Indicadores Biologicos

Palinomorfos

Dra. Susana Sosa Nájera

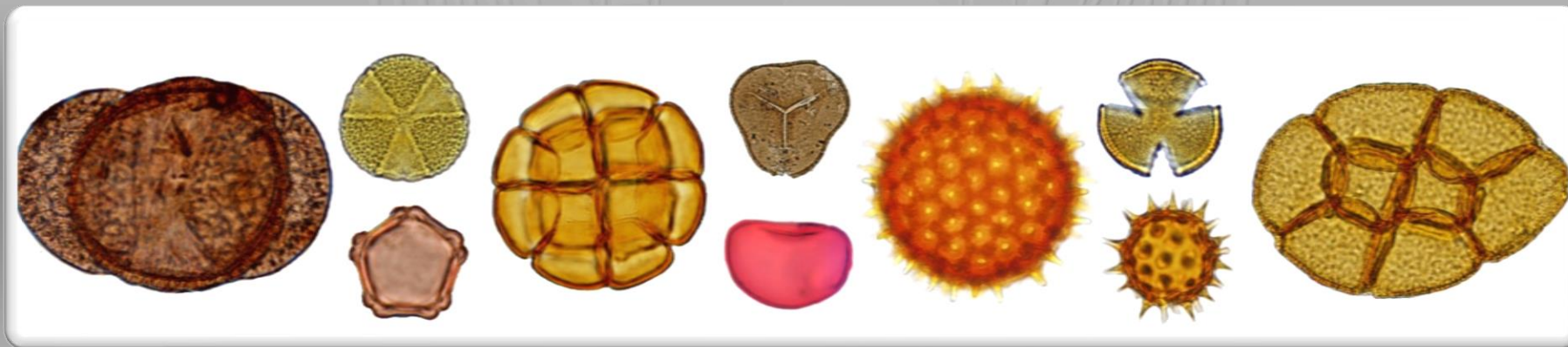
Laboratorio de Paleoecología y Paleoclimatología, Instituto de Geología, UNAM



POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

## ¿Qué es la Palinología?

Hyde y Williams (1944) instituyen la palabra Palinología que proviene del griego **Palunein** que significa rociar y que es análoga a la palabra latina **Pollen** que significa polvo fino y logos que significa estudio. Lo que Hyde y Willims querian señalar al utilizar la palabra Palinología es el estudio **de granos de polen** de plantas productoras de semillas, **esporas** y otros restos microscópicos tanto actuales como fósiles y al conjunto de éstos se les denomina **palinomorfos**.



# ¿Que son los palinomorfos?

Los palinomorfos son estructuras microscopicas menores de 500 micras que pueden pertenecer a distintos grupo de plantas y animales.

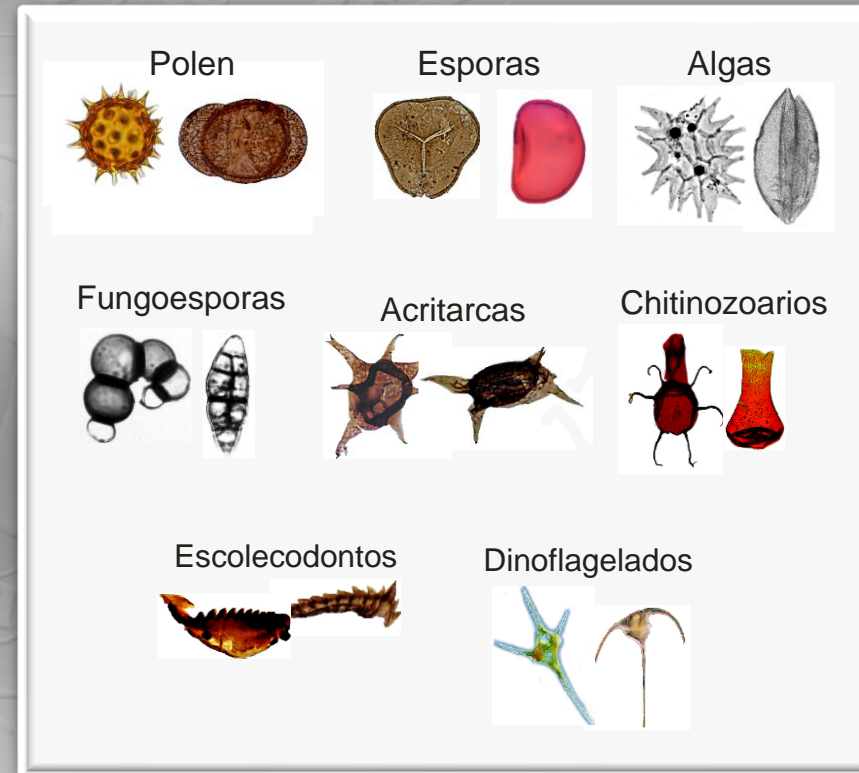
Han sido clasificados en 2 grupos de acuerdo a su origen:

1) los palinomorfos marinos (acritarcas, algas, dinoflagelados, microforaminíferos, scolecodontos y quitinozoos)

2) palinomorfos continentales (granos de polen, esporas y fungoesporas).

Los palinomorfos se caracterizan por tener una pared que puede estar compuesta de esporopolenina, quitina o pseudoquitina, resistente a diferentes procesos de degradación por agentes biológicos, al deterioro por el transporte (viento, agua o insectos) y geológicos (diagenéticos).

## Diferentes tipos de palinomorfos



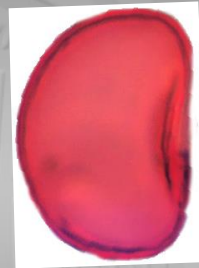
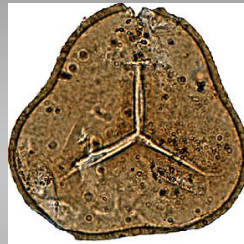
# Aplicaciones de la palinología

La Palinología es una disciplina científica que tiene muchas aplicaciones en la biología, en los aspectos taxonómicos, en las ciencias de la tierra, cambio climático, en la paleontología y la bioestratigrafía. En la ciencia forense, el estudio de las mieles, alergias y la industria del petróleo entre otras.



## ¿Qué son las esporas?

Es una unidad reproductiva, típica de la reproducción asexual que puede ser unicelular, no necesita fecundarse para originar un nuevo individuo y se desarrolla completamente después de un estado de latencia o hibernación.



## ¿Qué plantas producen esporas?

Anthoceros



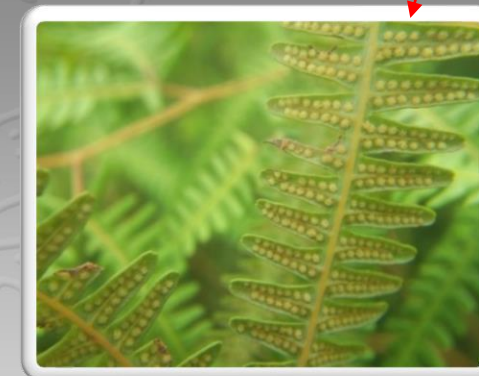
Briófitas



## ¿Dónde se forman?

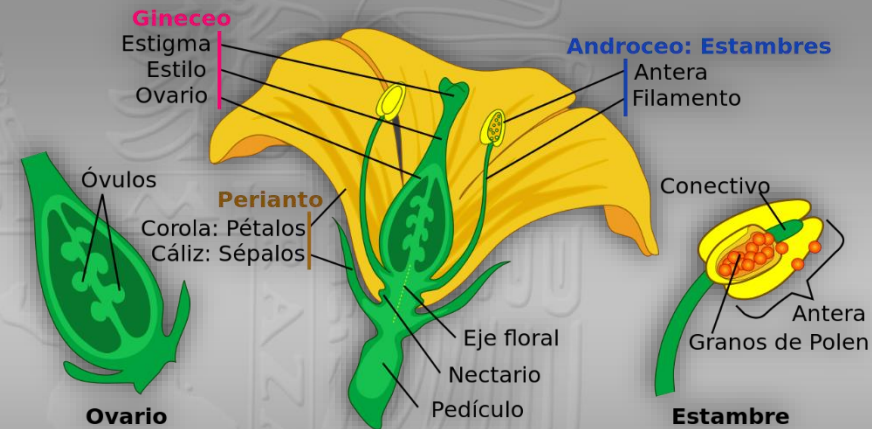
Las esporas se localizan dentro de una capsula llamada **esporangio** los que a su vez están agrupados en **soros** los cuales se localizan en los bordes o enveses de una fronda fértil en helechos verdaderos.

Pteridofitas



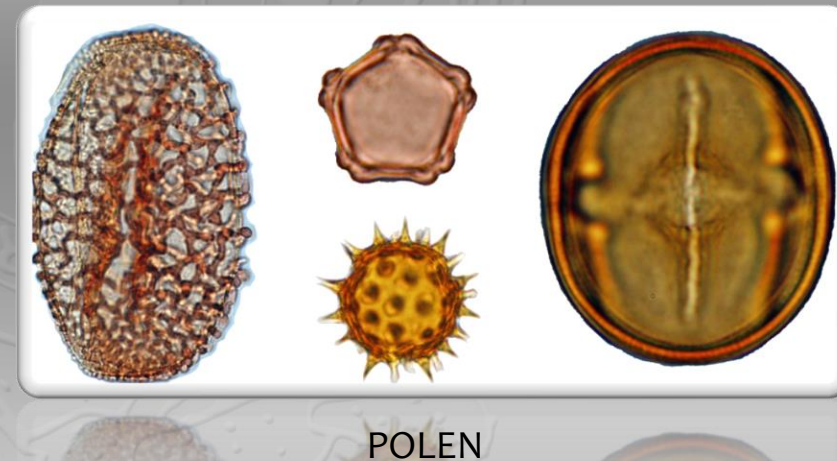
## ¿Qué es el Polen?

Es el **microgametofito** masculino que forma parte de los ciclos de vida de las plantas con semillas



## ¿Dónde se generan?

En las angiospermas, el desarrollo del polen se da en los **microesporangios** que se ubican en las **anteras**, las cuales son las estructuras reproductoras masculinas.



# ¿Que plantas producen granos de polen?

Gimnospermas



Angiospermas

Monocotiledóneas



Dicotiledóneas



# Terminología

Debemos tener un lenguaje común para poder conocer y entender las descripciones de los granos de polen

Los granos de polen se deben describir según la secuencia siguiente:

Mónada

Tétrada

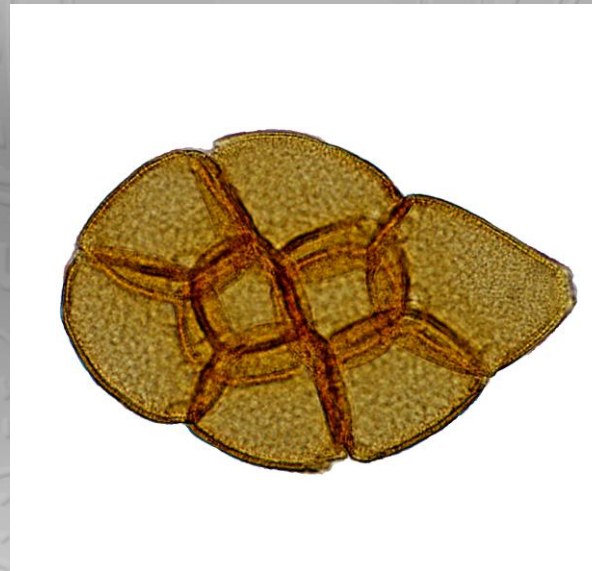
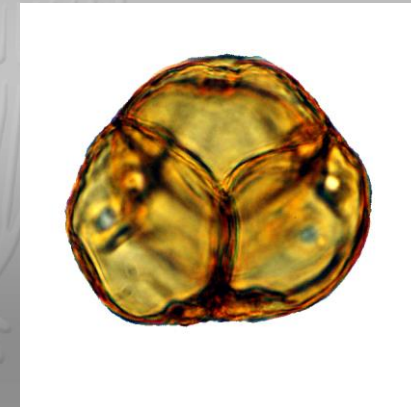
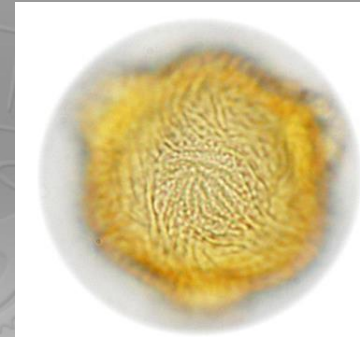
Poliada

Tipo de abertura y número de aberturas

Ornamentación y estructura

Forma

Tamaño

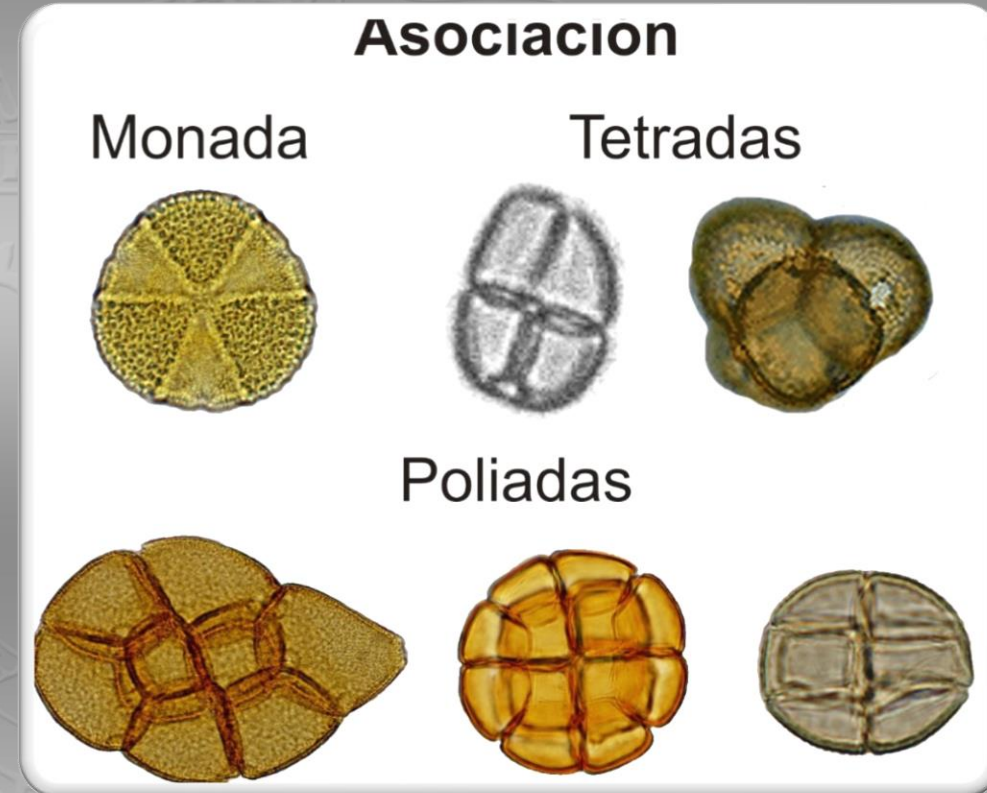




# Morfología Polínica

Las esporas y los granos de polen se forman en múltiplos de cuatro, siguiendo las divisiones meióticas. Durante el desarrollo las cuatro monadas se unen formando una **tétrada**.

En la mayoría de las plantas las tétradas se disocian para ser liberadas de la antera de forma individual (monadas), o pueden dispersarse como tétradas (cuatro monadas) o como poliadas (más de cuatro monadas).



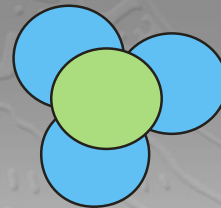
En esporas las únicas tétradas son tetragonal y tetrahédrica



En monocotiledóneas es más común la romboidal y tetragonal

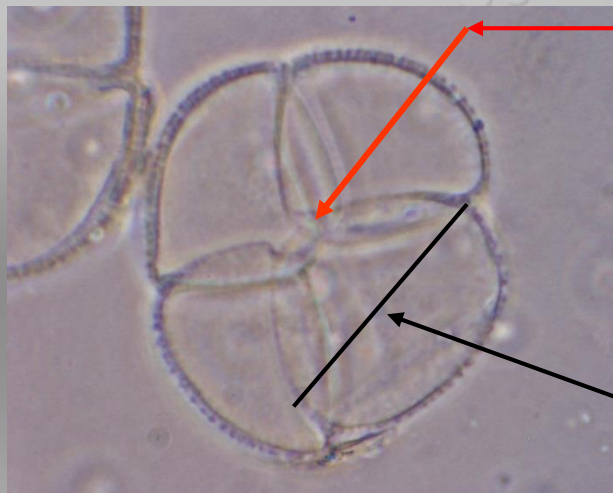


En dicotiledóneas la tétrada más común es la tetrahédrica



# Ejes

Las tétradas tienen dos ejes, los cuales nos sirven de referencia para entender la orientación de la o las **aberturas**, así como para definir la **forma** de los granos de polen de acuerdo a la relación longitud del eje polar/longitud del eje ecuatorial **P/E**

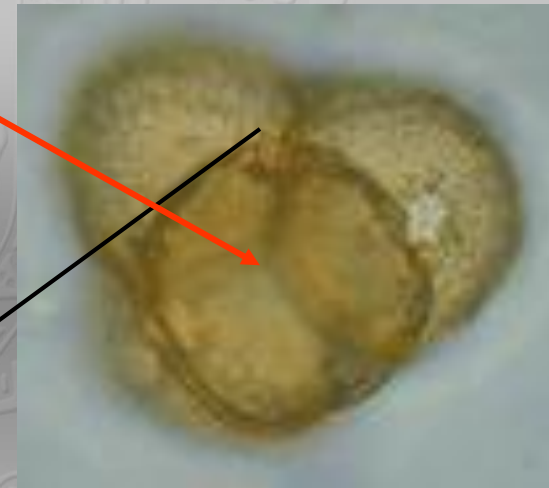


## Eje polar

(va del centro de la mónada al centro de la tétrada)

## Eje ecuatorial

Es perpendicular al eje polar



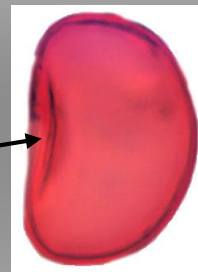
# Aberturas

Son áreas por donde sale el material genético.

En el caso de las esporas, en las zonas de contacto se producen adelgazamientos o cicatrices que son las aberturas. Las hay de dos tipos: Monoletes y Triletes.

Espora Monolete

Abertura o  
 marca  
 monolete



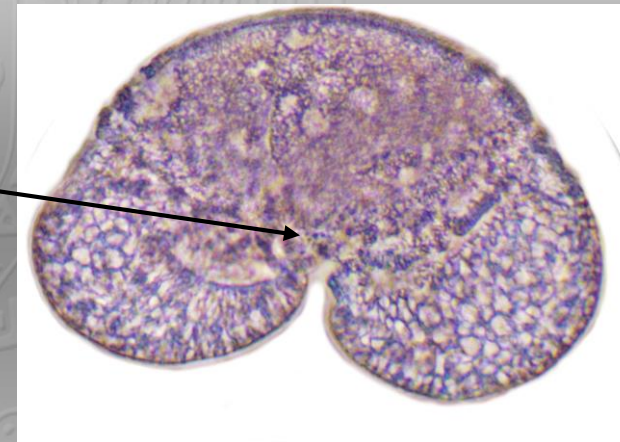
Espora Trilete

Abertura  
 ó marca  
 trilete



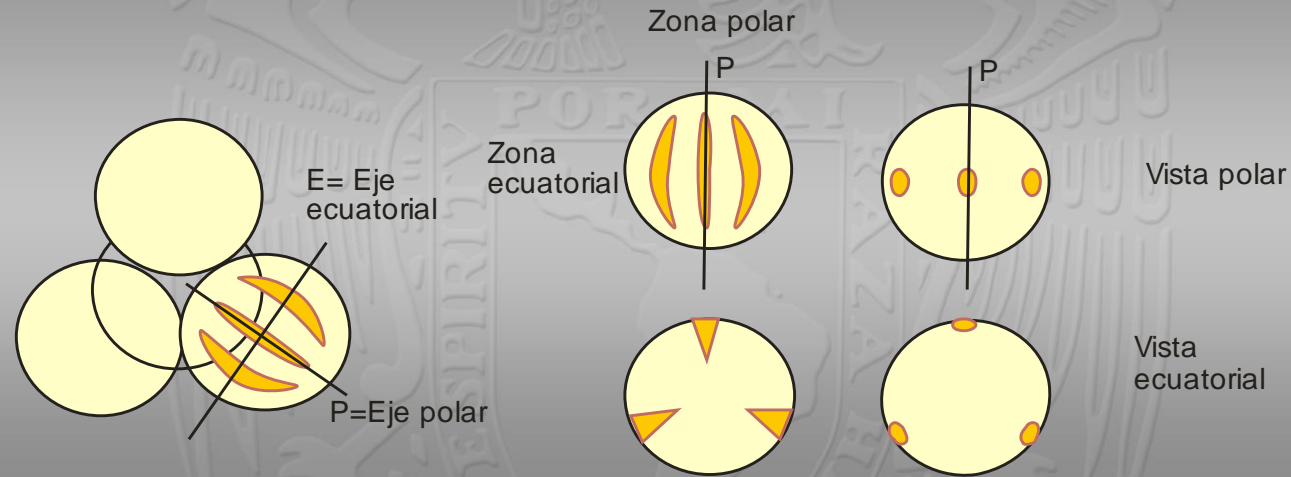
Polen de Gimnosperma

Sulco



Las aberturas en las esporas se sitúan en el área **Polar proximal**, mientras que en el polen de **Gimnospermas** se encuentran en el **área polar distal** y son llamadas **sulcos**.

Las aberturas también tienen otras funciones como: hormomegata y reconocimiento de señales químicas



Las aberturas en el polen de angiospermas se sitúan en el área **Ecuatorial**

Un carácter morfológico que nos ayuda a clasificar toda la enorme diversidad morfológica

La clasificación de las aberturas depende de su posición, forma, número y tamaño

# Tipos de aberturas en angiospermas

Aberturas  
circulares  
llamadas  
**POROS**



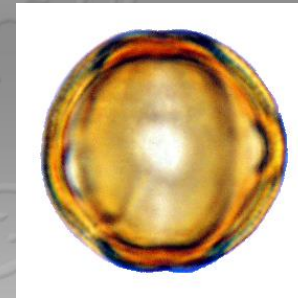
*Paspalum plicatulum*

Aberturas  
alargadas  
llamadas  
**COLPOS**



*Diospyros verae-crucis*

Aberturas compuestas  
(**COLPOS+POROS**) llamadas  
**COLPOROS**



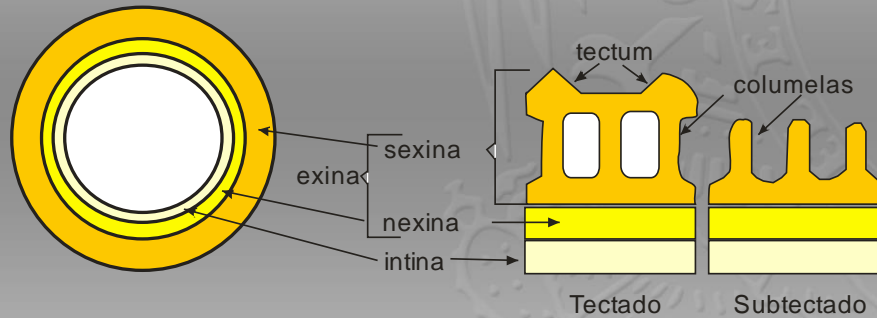
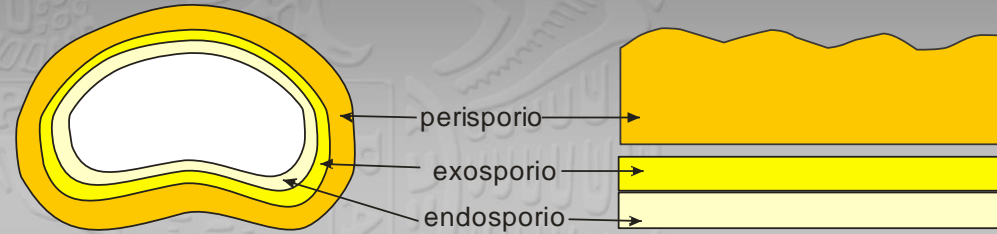
*Bucida buceras*

# Número de aberturas en angiospermas

|                                    | Prefijo  | Tipo de abertura<br>(poro, colpo, colporo) Ejemplos: |
|------------------------------------|----------|--|
| 1                                  | mono     | Monoporado, monocolpado, monocolporado               |
| 2                                  | di       | Diporado, dicolpado                                  |
| 3                                  | tri      | Triporado, tricolpado, tricolporado                  |
| 4                                  | tetra    | Tetraporado, tetracolpado, tetracolporado            |
| 5                                  | penta    | Pentaporado, pentacolpado, pentacolporado            |
| Número de aberturas                | estéfano | Estefanoporado, estefanocolpado, estefanocolporado   |
| En la periferia del grano de polen | peri     | Periporado, pericolpado, pericolporado               |

# Estratificación de la Pared

La pared de las esporas presenta tres capas: el **Endosporio** que es la capa mas interna y el **exosporio** que es la capa exterior de la espora. La capa llamada **perisporio** puede o no estar presente debido a que esta se degrada con mucha facilidad.



La **exina** es la estructura morfológica de interés taxonómico en la cual se pueden distinguir dos capas: la **sexina** y la **nexina** (parte interna no esculpida). La **sexina** es la capa externa generalmente esculpida y se conforma por las **columelas** y el **tectum** (techo), que puede ser continuo (tectado), discontinuo (subtectado) e incluso estar ausente (intectado/atectado).



# Ornamentación

En las esporas y en los granos de polen es muy frecuente que aparezca un relieve superficial debido a los denominados elementos esculturales, los cuales son constantes dentro de la misma especie, por lo que son una buena característica para diferenciar los diversos granos de polen y esporas.

Los principales elementos esculturales son: espinas, verrugas, baculas, gemas, clavos, etc.) la disposición de éstos elementos dá el relieve ó escultura con los siguientes tipos ornamentales: estriado, reticulado, rugulado, microreticulado,

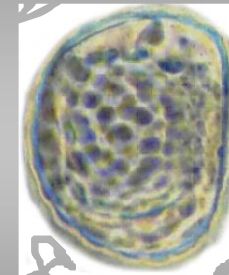
Reticulado



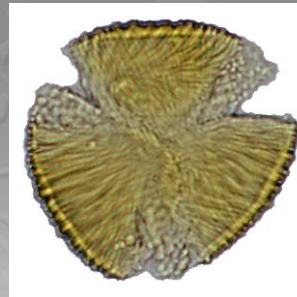
Equinado



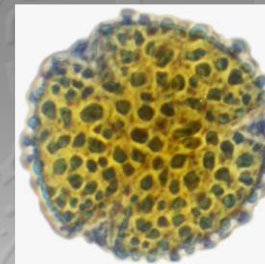
Verrugado



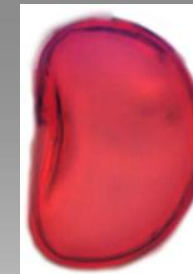
Estriado



Gemado



Psilado

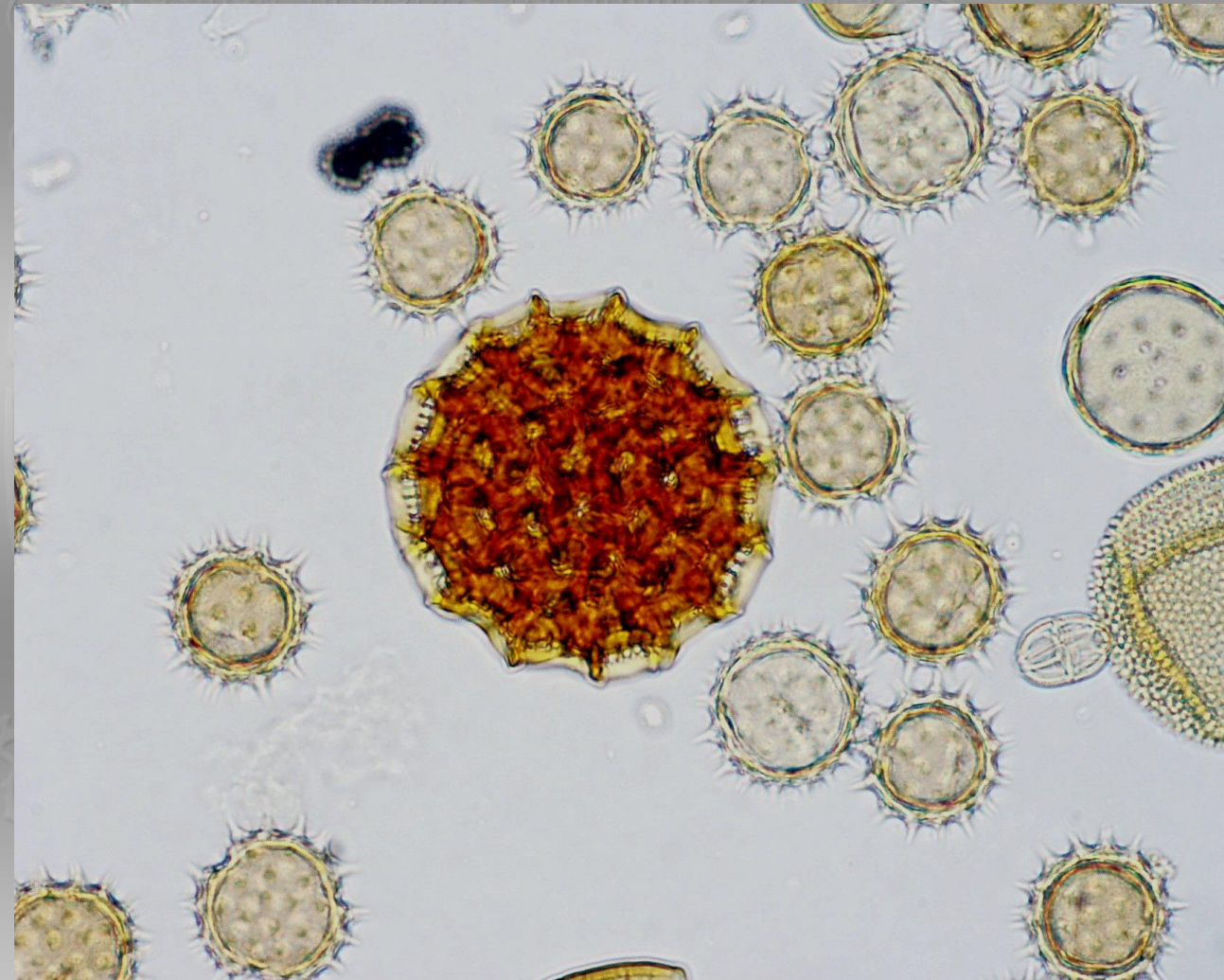


# Tamaño

¿Cual es el tamaño  
de los palinomorfos?

De 5 a 500 micras

Generalmente los  
encontramos entre  
20 y 70 micras



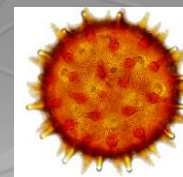
# Forma

La **forma** puede describirse en función de la figura geométrica a la que se asemeje. Se cuantifica con base al índice que resulta de dividir la longitud del eje polar (**P**) entre la longitud del eje ecuatorial (**E**), posteriormente se ubica el resultado en el siguiente lista para saber si la forma del grano de polen esta entre oblado, esferoidal o prolado.

$$\text{Forma} = \frac{\text{Eje Polar}}{\text{Eje Ecuatorial}}$$



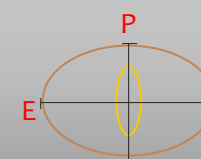
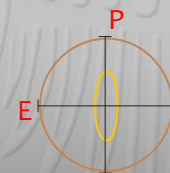
Prolado



Esferoidal



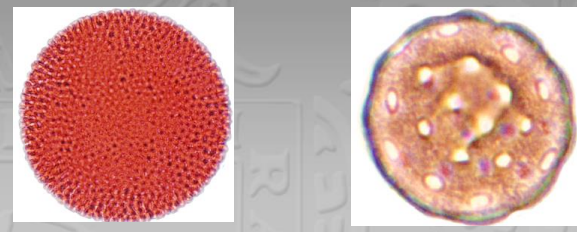
Oblado



| Forma      | P/E       |
|------------|-----------|
| Perprolado | >2        |
| Prolado    | 2-1.33    |
| Subprolado | 1.33-1.14 |
| Esferoidal | 1.14-0.88 |
| Suboblado  | 0.88-0.75 |
| Oblado     | 0.75-0.5  |
| Peroblado  | <0.50     |

# Polaridad

Apolar.- no se sabe cual es el polo polar proximal, ni el distal ni el ecuador



Isopolar.- el polo polar proximal y distal son iguales



Heteropolar.- los polos polar proximal y distal son diferentes



## Ventajas de la Palinología

Se encuentran casi en todas partes

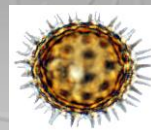
Son abundantes: En una preparación es común encontrar hasta 5000 granos de polen.

Se preservan por mucho tiempo

Resistentes a la degradación química, mecánica y biológica

Son conservadores en su morfología

Atribuidos a un taxón específico de más o menos fácil identificación



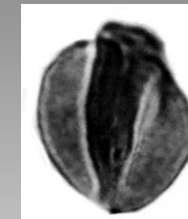
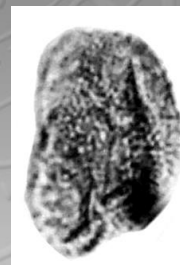
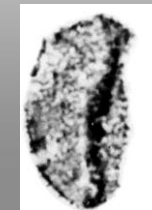
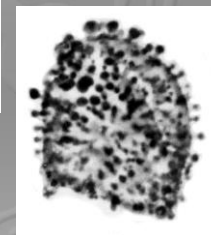
## Desventajas de la Palinología

Tamaño pequeño como el del limo, a veces difíciles de separar

Sensibles a la oxidación

Sensibles a temperaturas y presiones altas

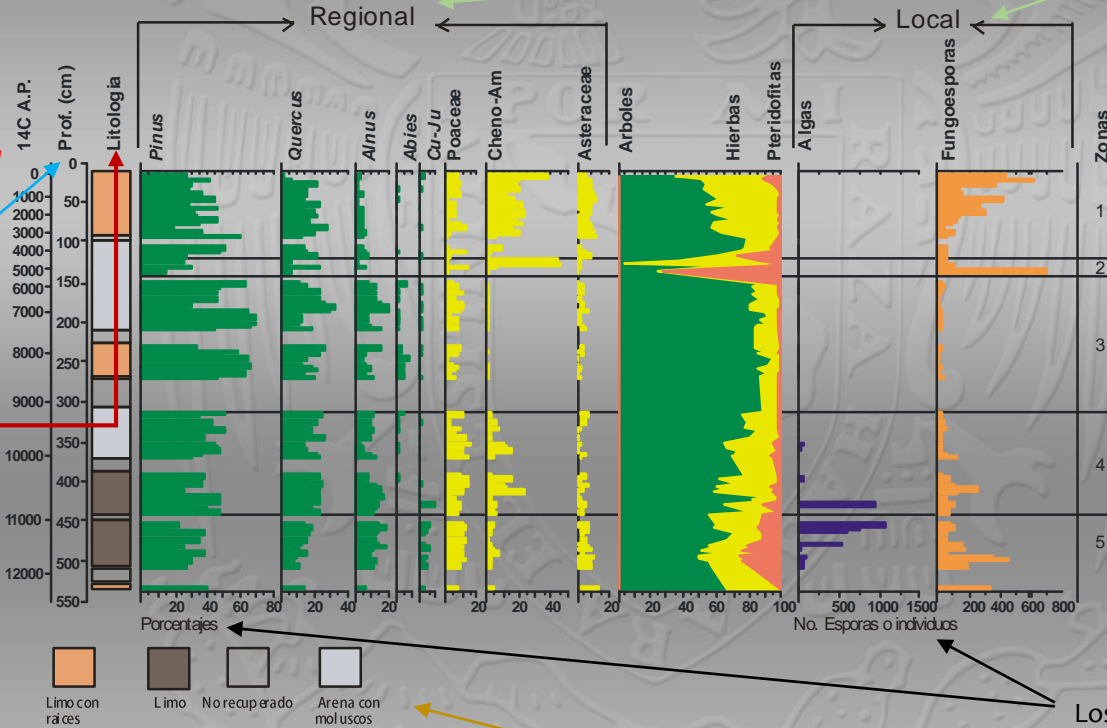
En la identificación no siempre se llega a especie



# ¿Como se presentan los datos palinológicos?

## En Gráficas

En las gráficas, Se puede observar de derecha a izquierda, la cronoestratigrafía (fechamientos de radiocarbón), la escala de profundidad, la litoestratigrafía (columna estratigráfica) y la bioestratigrafía (diagramas de polen regional y local (familias, géneros y/o especies)).



En la parte superior se pueden o no hacer agrupaciones como la forma de vida, el tipo de vegetación y/o grupos ecológicos, etc.

Hacia el final se observan las zonas polínicas, que son grupos no ecológicos que representan taxa que ocurren juntos en tiempo y facilitan la interpretación del diagrama.

Los datos pueden presentarse como porcentajes, acumulación o concentración polínica

En la parte inferior se puede observar la litología

**Análisis palinológico:** es la técnica mas ampliamente utilizada para generar datos “históricos” de la vegetación.

El supuesto es que: la abundancia de polen está relacionada con la abundancia de la planta en la vegetación.

Para realizar una **correcta** interpretación hay que tener en cuenta varios factores entre los que se encuentran:

La correlación general entre la ecología de la polinización y la producción de polen.

Polinización anemófila (por viento) = las plantas generan mas polen asegurando la polinización

Polinización entomológica (por insectos) = plantas generan menos polen

Polinización hidrófila (agua) = generan mas polen.



sobre-representación: la abundancia de polen es mucho mayor que la planta.

sub-representación: no hay polen aunque este la planta; la abundancia del polen es menor que el de la planta

# PRESERVACION



Los granos de polen varían en su resistencia a la degradación.

Pared del polen delgada (**poca esporopolenina**) tienden a **no preservarse**.

Ambiente de depositación.- Acido, anóxico, con temperatura y humedad constante preservan mejor el polen.

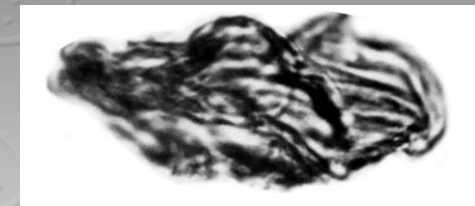
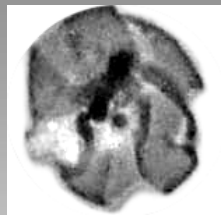
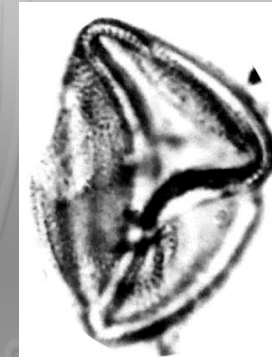


## Diferentes clases de deterioración:

Degradada: por oxidación antes de la sedimentación final.

Corroída: por oxidación por bacterias y hongos.

Rotos: por transporte aluvial o ciclos de humedad y sequía



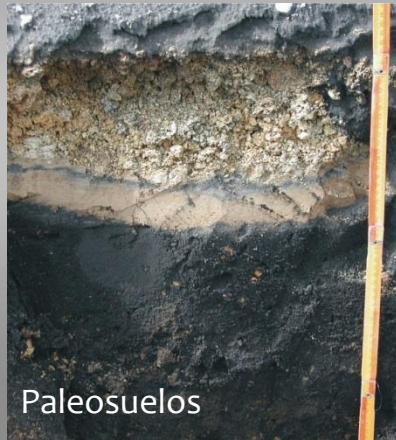


# AMBIENTES DE DEPOSITO

Es un área de la superficie de la Tierra donde el sedimento es depositado.

Se definen por sus características físicas, químicas y biológicas

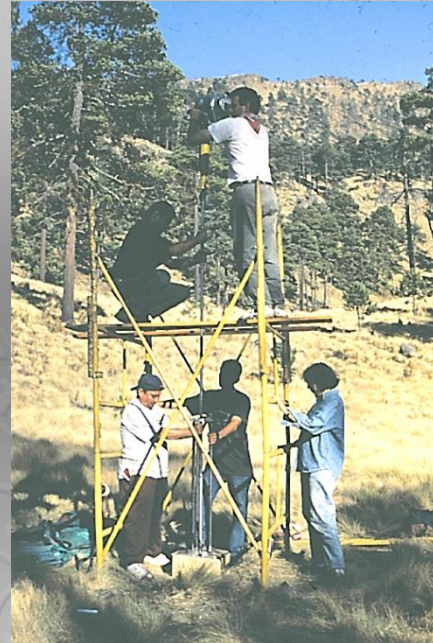
Ambientes ácidos, anóxicos y con temperatura y humedad constantes son los mejores ambientes de depósito



Paleosuelos



Deltas de ríos



Paleolagos



Lagos



Manglares



Sedimentos oceánicos