

FÓSILES Y CLIMAS

PALEOCLIMATOLOGÍA

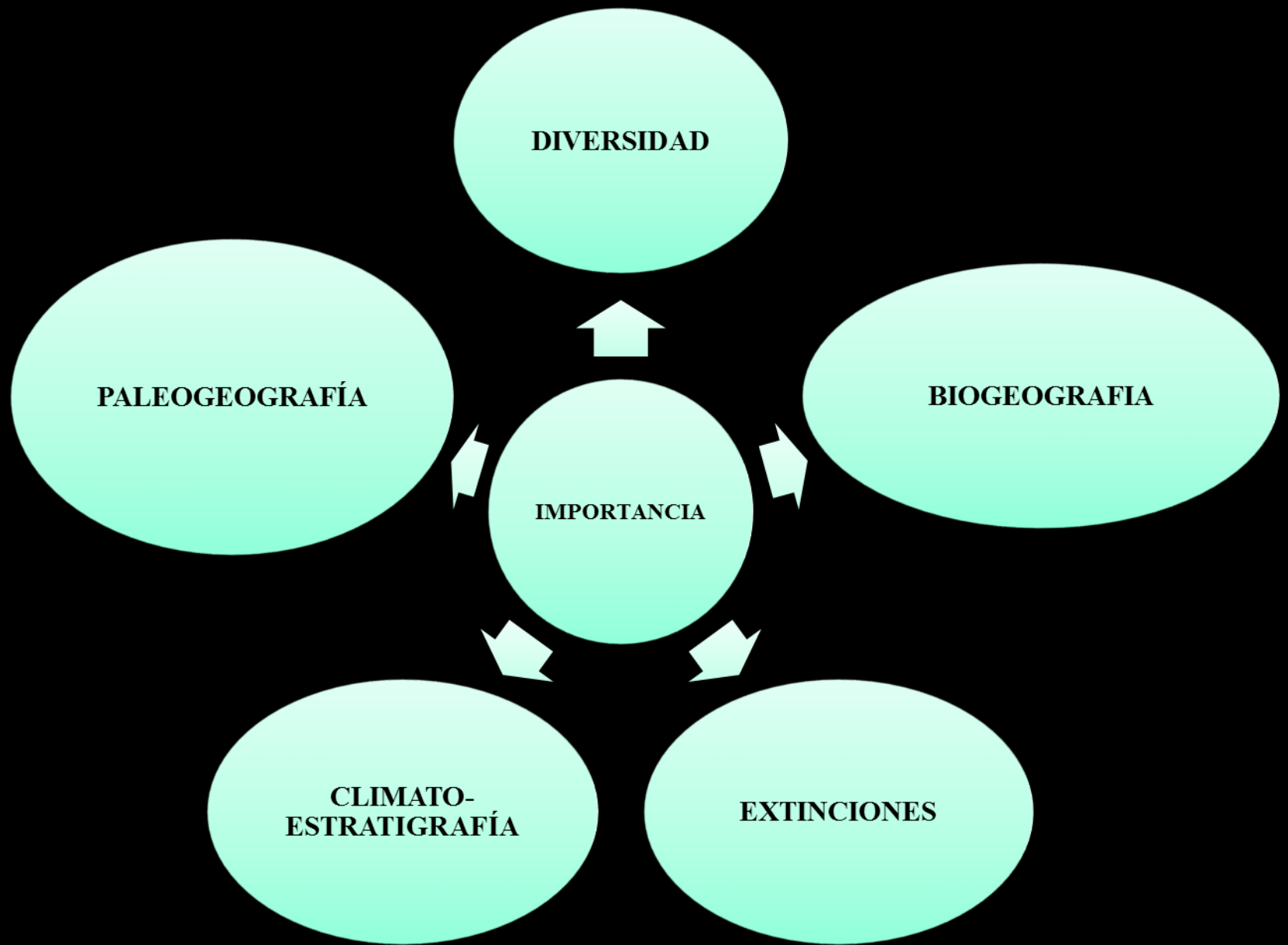
Previo a medición instrumental



OBJETIVOS

INFERENCIAS (APOYO EN FUENTES COMPLEMENTARIAS)

Martin Ubilla



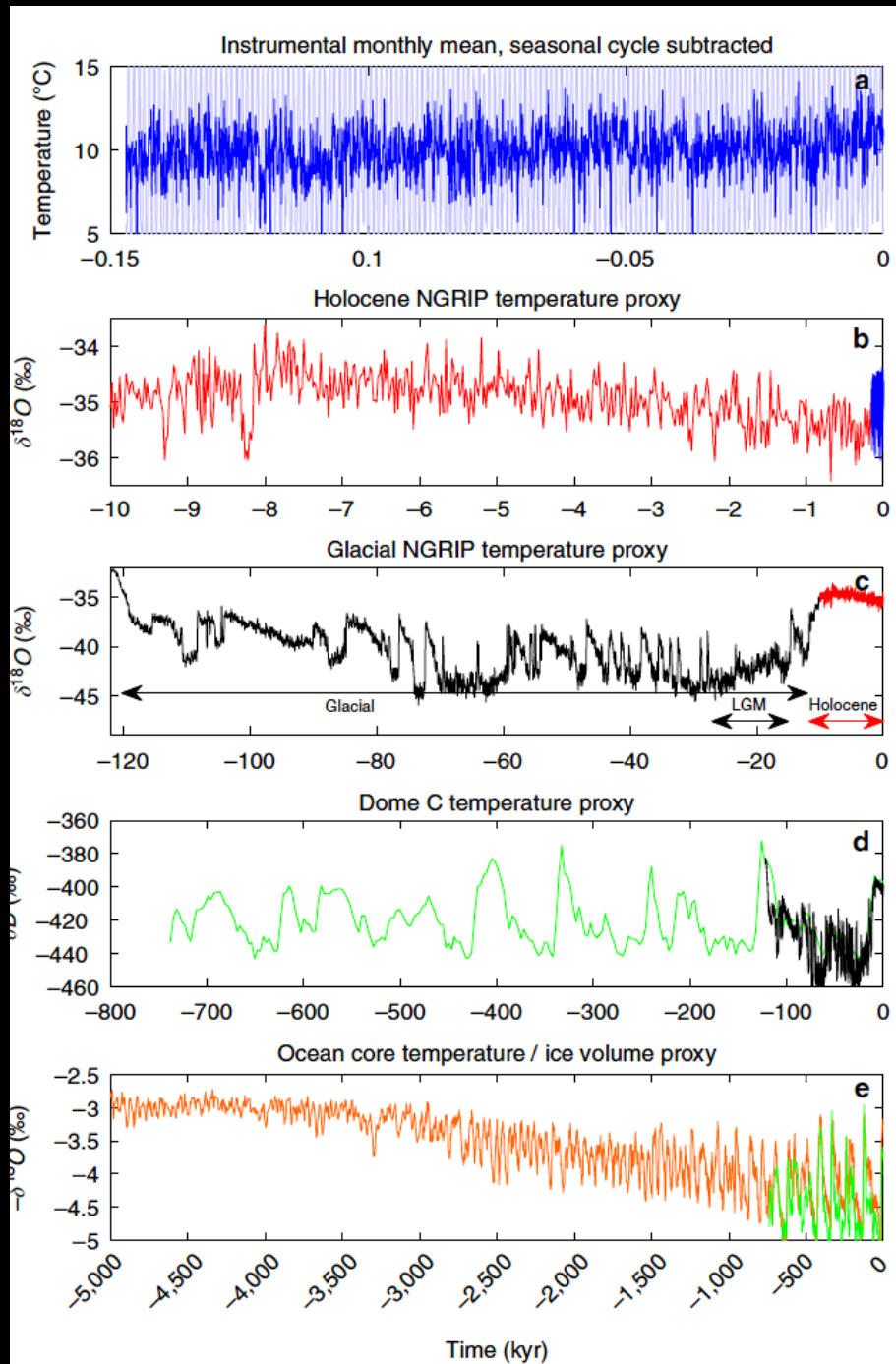
FONDOS MARINOS (continuidad estratigráfica)

DEPOSITOS CONTINENTALES **(factor erosión)**

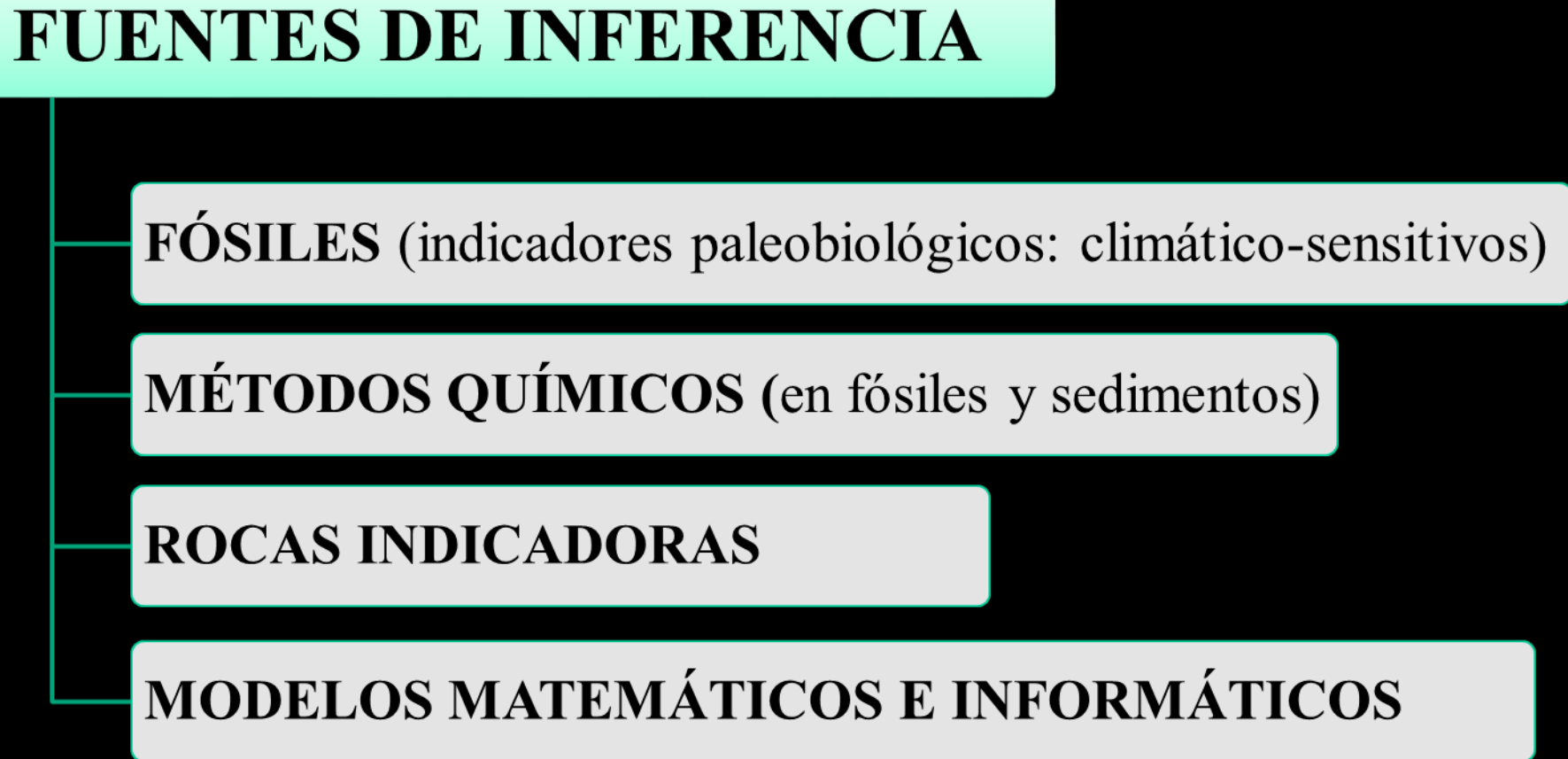
CONGRUENCIA DE DATOS

FACTORES CLIMÁTICOS Y POTENCIAL DE RECONSTRUCCIÓN

ESCALA DE TIEMPO: INTERPRETACIÓN DE VARIACION DE TEMPERATURA



FUENTES DE INFERENCIA



```
graph TD; A[FUENTES DE INFERENCIA] --- B[FÓSILES (indicadores paleobiológicos: climático-sensitivos)]; A --- C[MÉTODOS QUÍMICOS (en fósiles y sedimentos)]; A --- D[ROCAS INDICADORAS]; A --- E[MODELOS MATEMÁTICOS E INFORMÁTICOS]
```

FÓSILES (indicadores paleobiológicos: climático-sensitivos)

MÉTODOS QUÍMICOS (en fósiles y sedimentos)

ROCAS INDICADORAS

MODELOS MATEMÁTICOS E INFORMÁTICOS

FÓSILES

Grupos climático-sensitivos

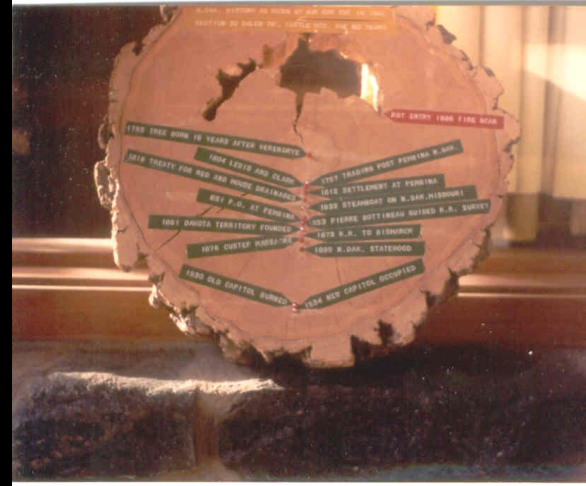
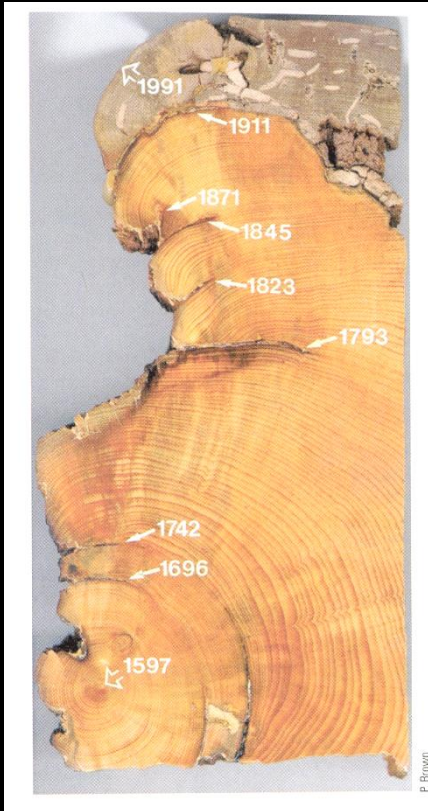
“Rango climático común”.

Búsqueda de congruencia de información basada en diferentes tipos de organismos.

INDICADORES PALEOBIÓTICOS

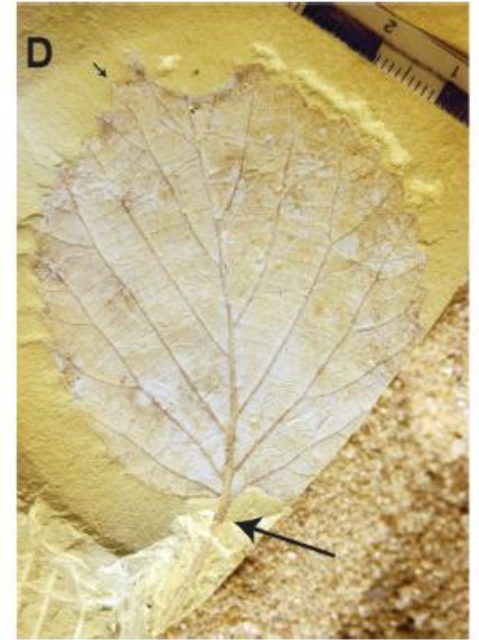
ANILLOS: dendroclimatología

Estacionalidad (tº y precipitaciones)



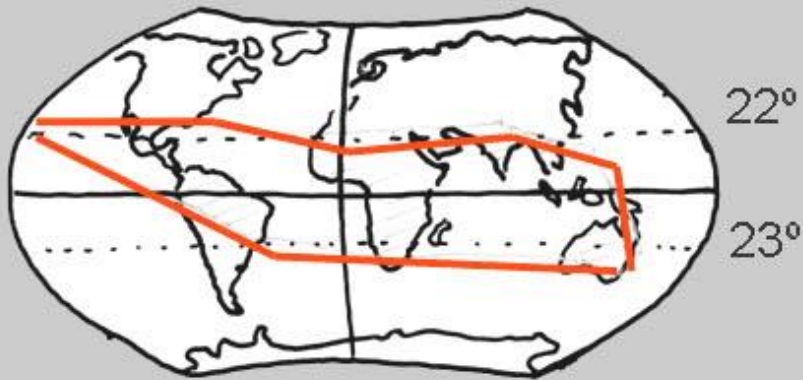
INDICADORES PALEOBIÓTICOS

FISIONOMÍA FOLIAR



% HOJAS CON BORDES ENTEROS

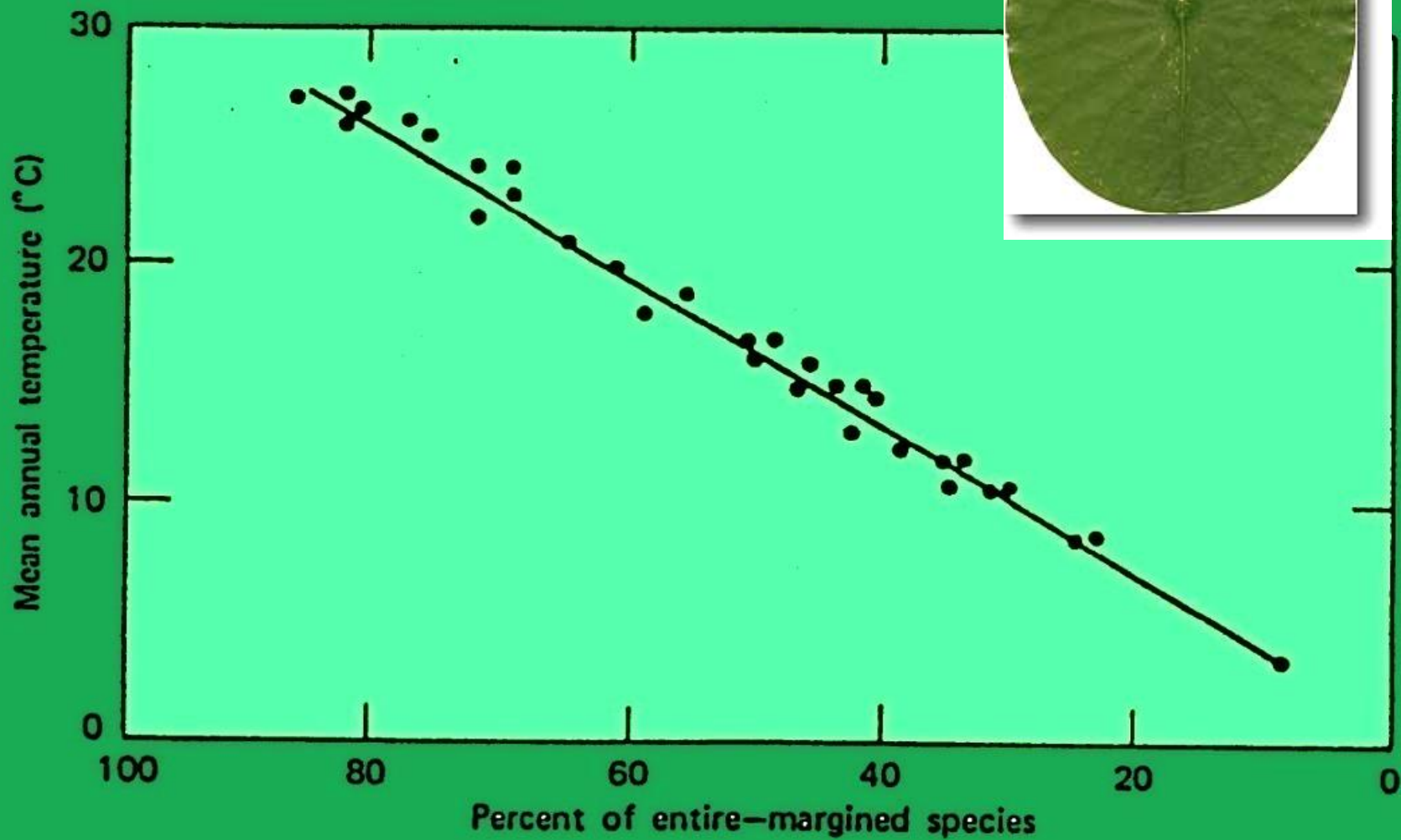
% hojas bordes enteros



areas actuales de vegetación

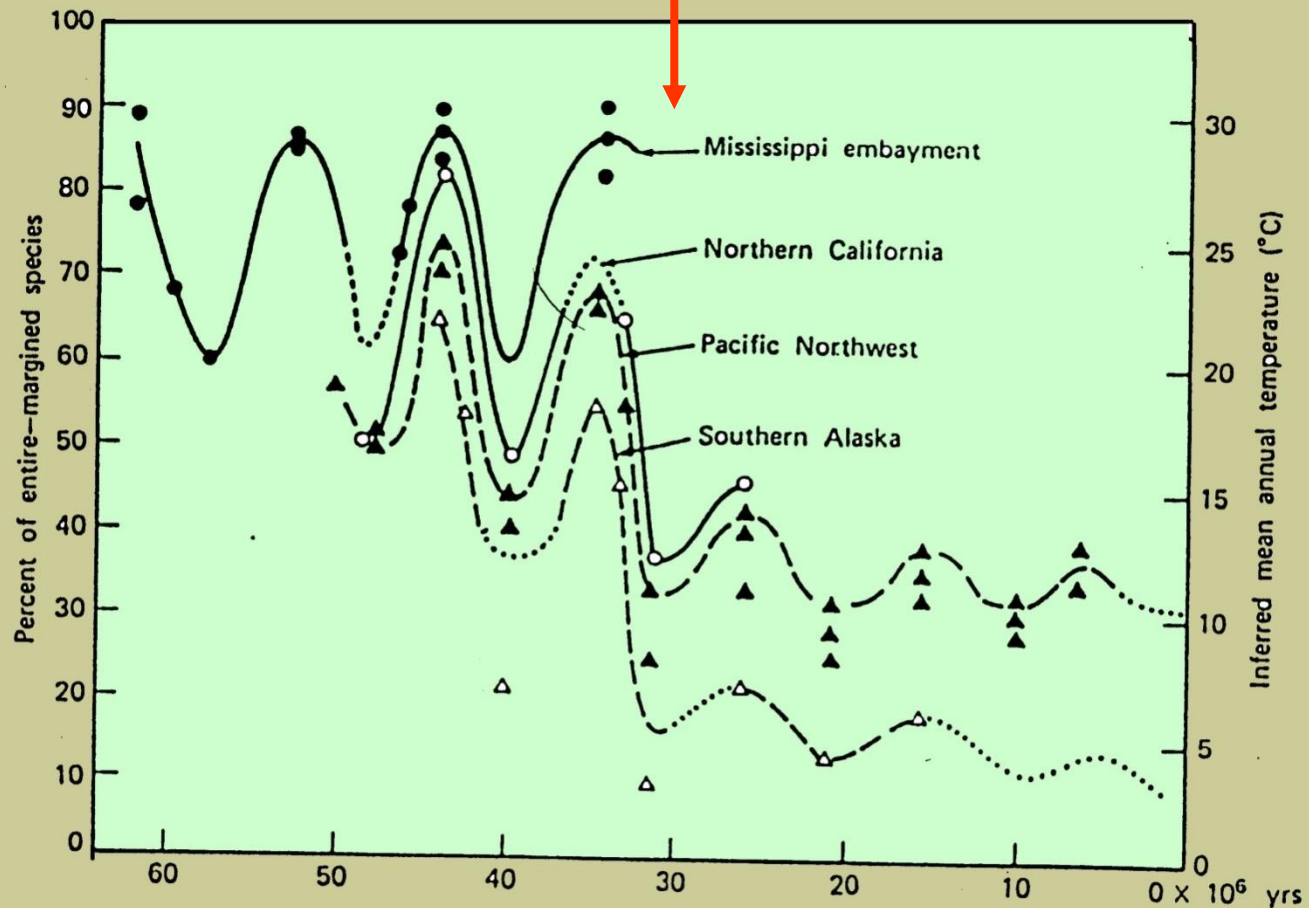
75 a 100 %





Norteamérica

Hojas bordes enteros



Paleocene	Eocene	Oligocene	Miocene	Plio-cene	Q
Paleogene			Neogene		

INDICADORES PALEOBIÓTICOS

CÁMARAS DE ESTIVACIÓN

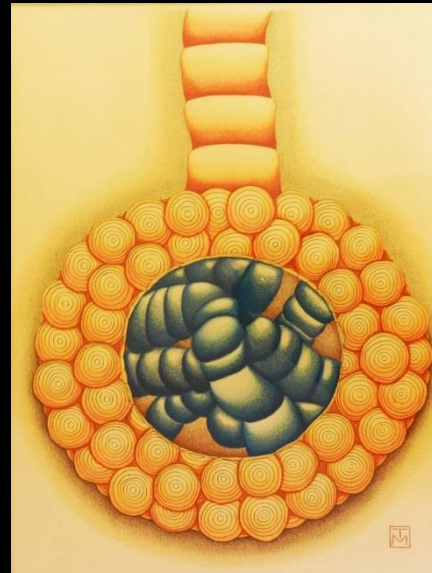
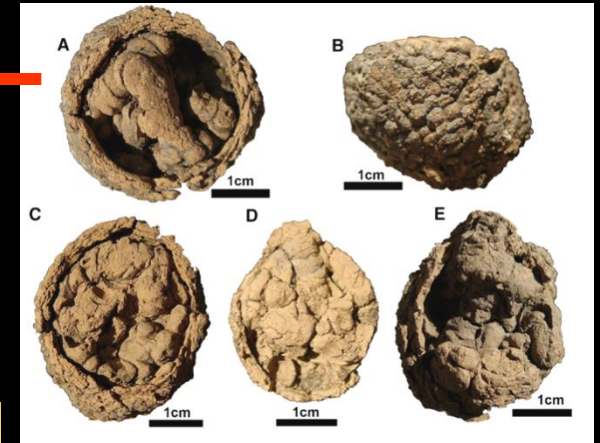
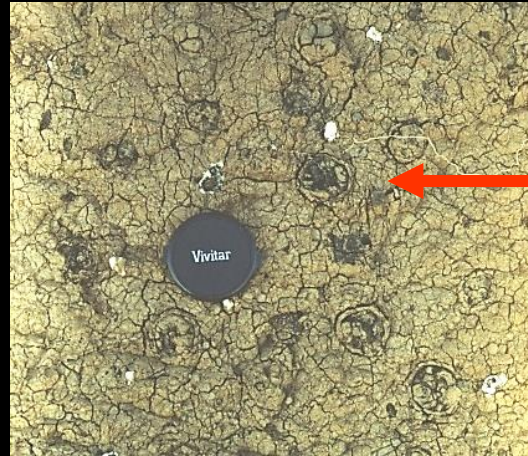
estructuras dentro del suelo

permite sobrevivencia en estación desfavorable

Ejemplo del cuaternario de Uruguay:

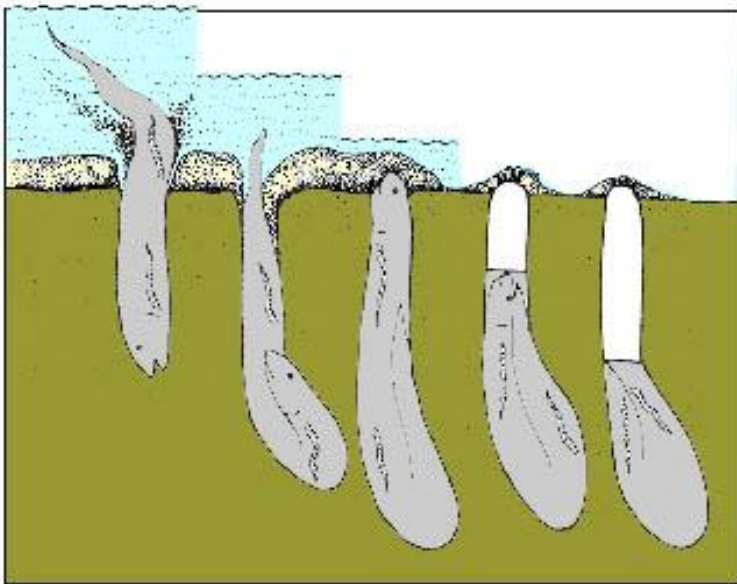
cámaras de lombrices

Estacionalidad/carencia lluvia
Suelo húmedo

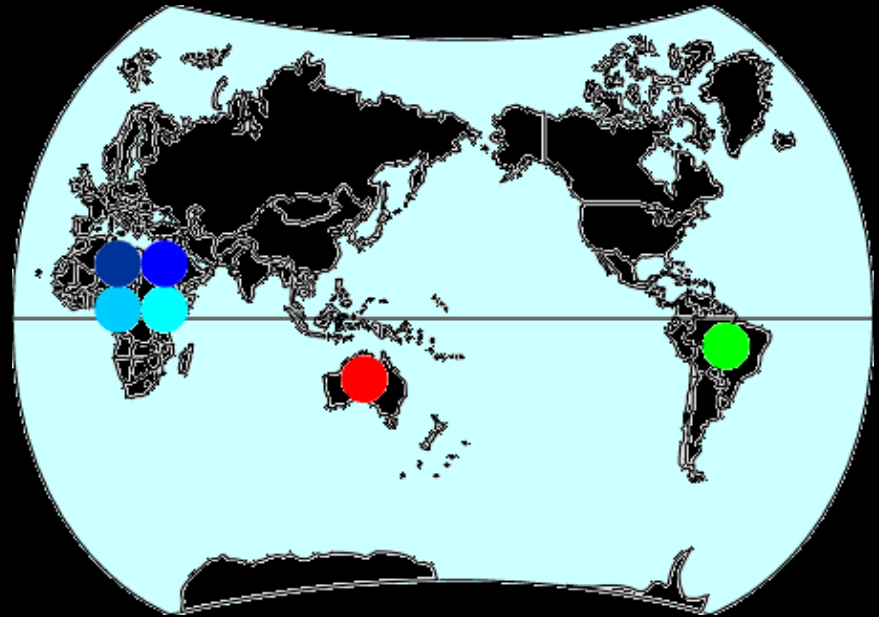


INDICADORES PALEOBIÓTICOS

Peces pulmonados (Dipnoos):
cálido y estacional (lluvia-seco)



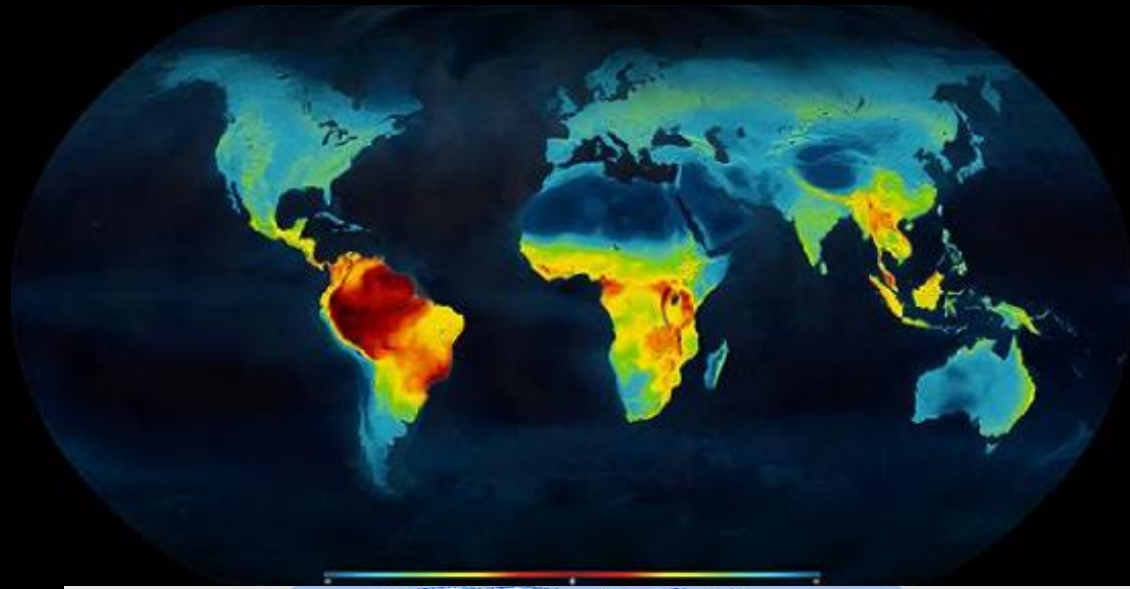
As the water level falls lungfish burrow into the bottom mud to form a cocoon and aestivate through the dry season.



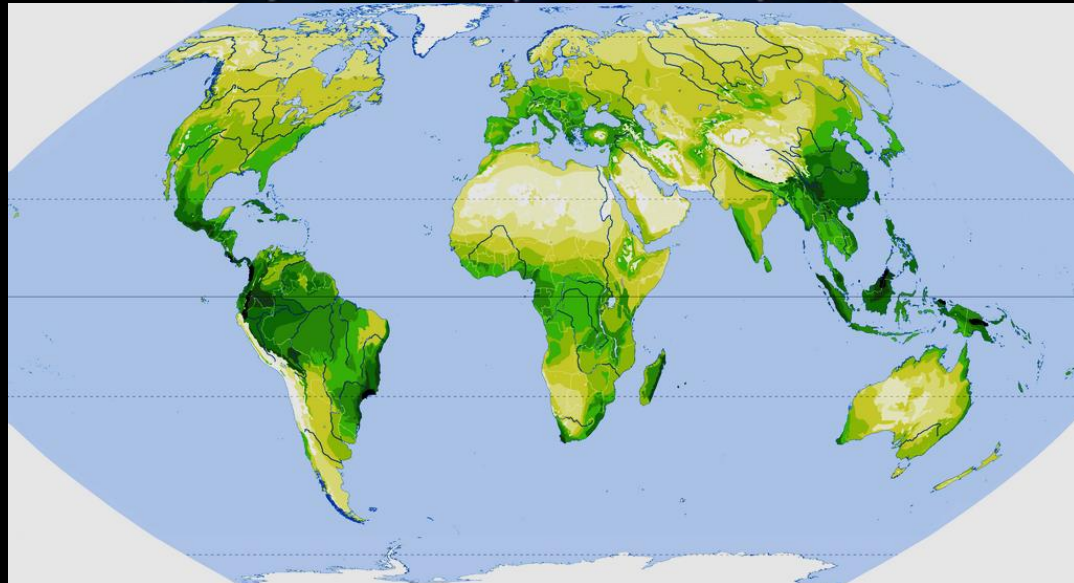
INDICADORES PALEOBIÓTICOS

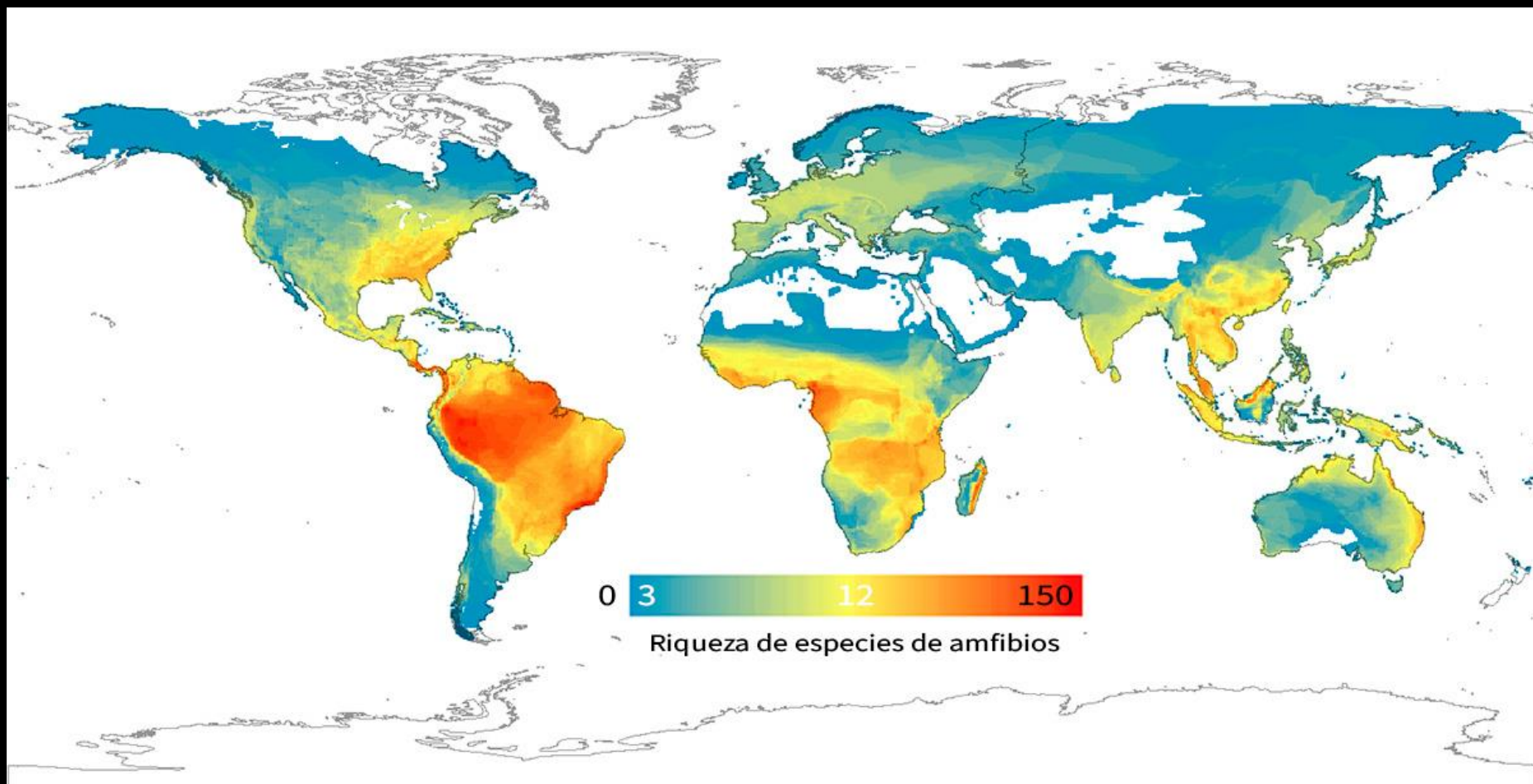
GRADIENTES DE DIVERSIDAD

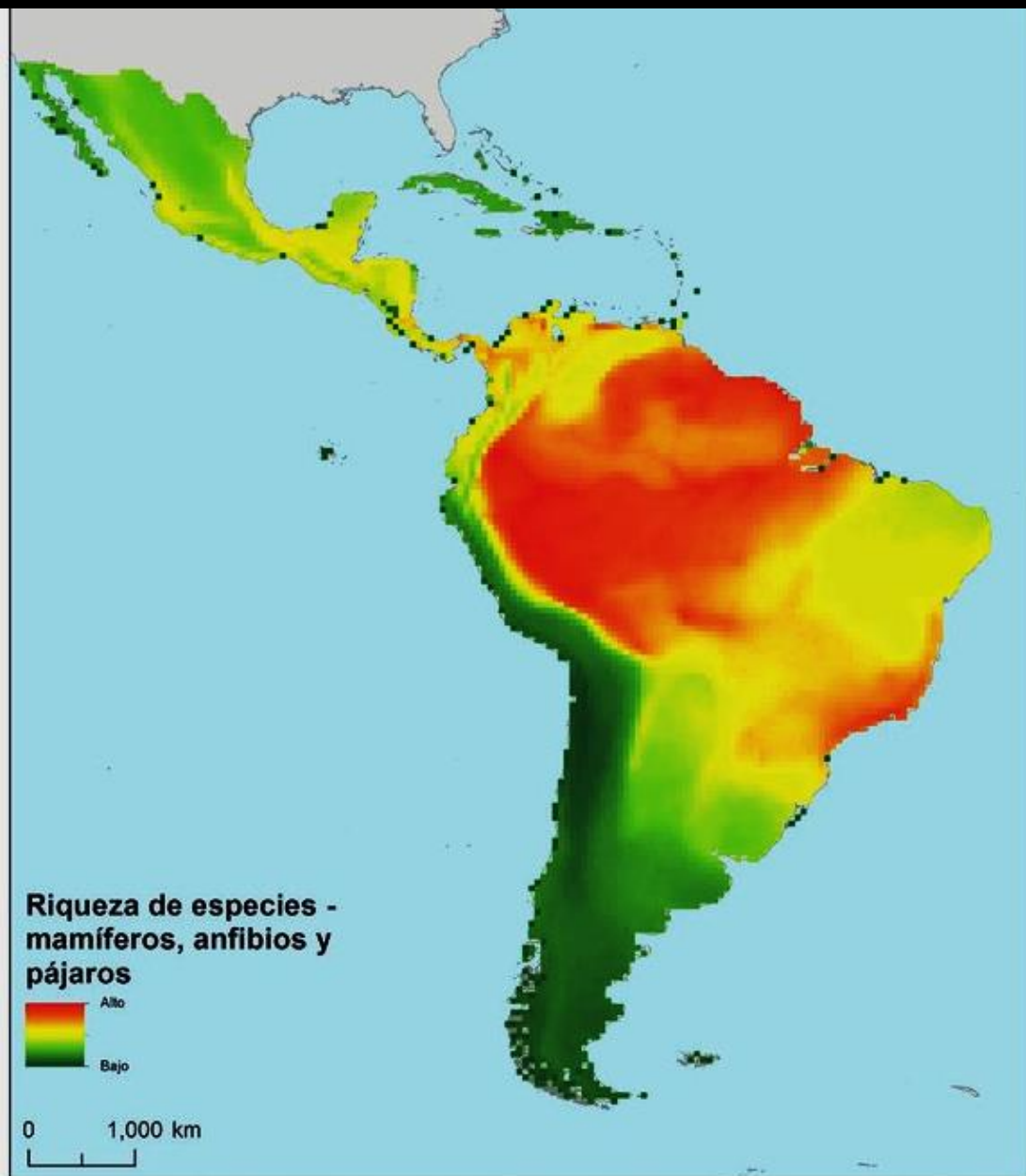
Vertebrados



Plantas







Las fronteras y nombres mostrados, y las designaciones empleadas en este mapa no implican aprobación o aceptación oficial por las Naciones Unidas

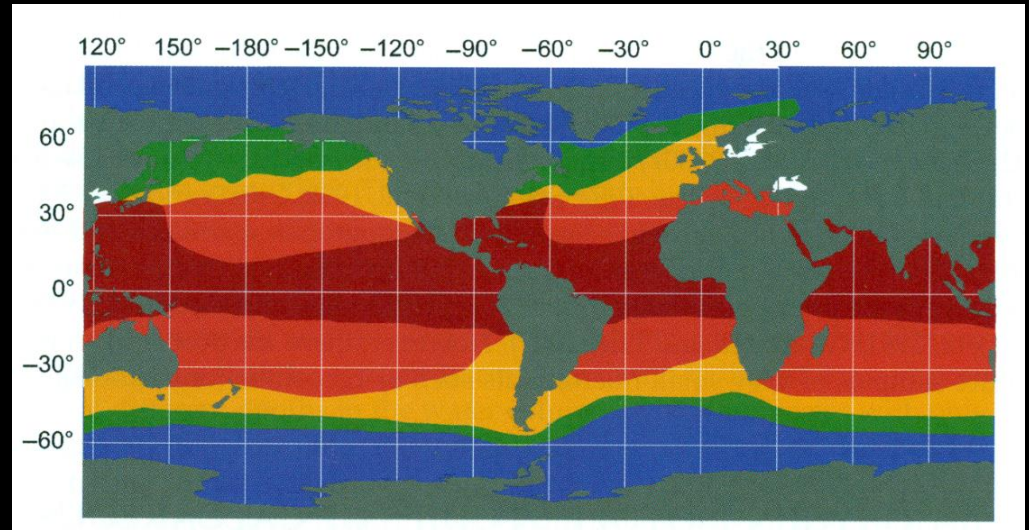
Foraminíferos:

Abundancia

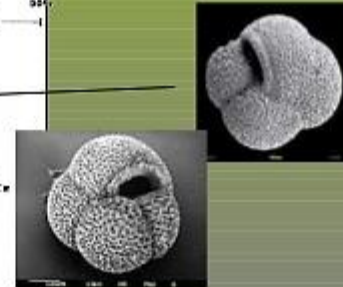
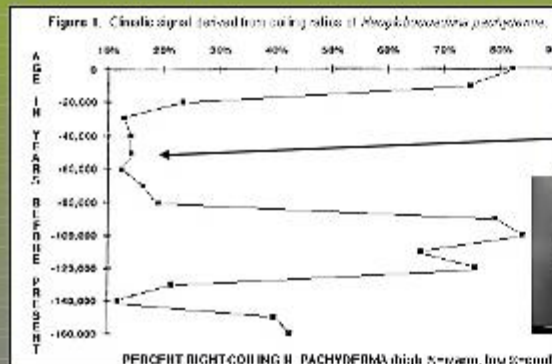
Temperatura

Distribución

Sentido del enrollamiento

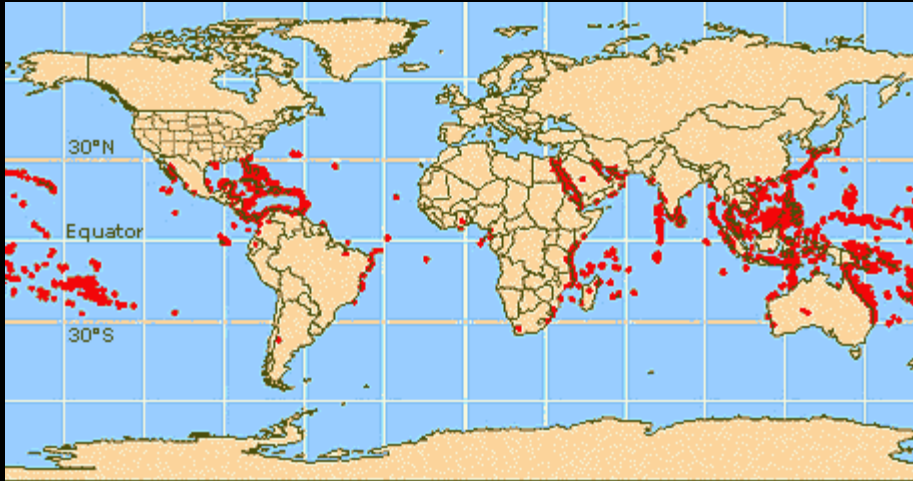


En épocas frías, la temperatura del agua es fría y el enrollamiento es hacia la izquierda y en épocas cálidas el enrollamiento es hacia la derecha.



INDICADORES PALEOBIÓTICOS

DISTRIBUCIÓN DE CORALES HERMATÍPICOS



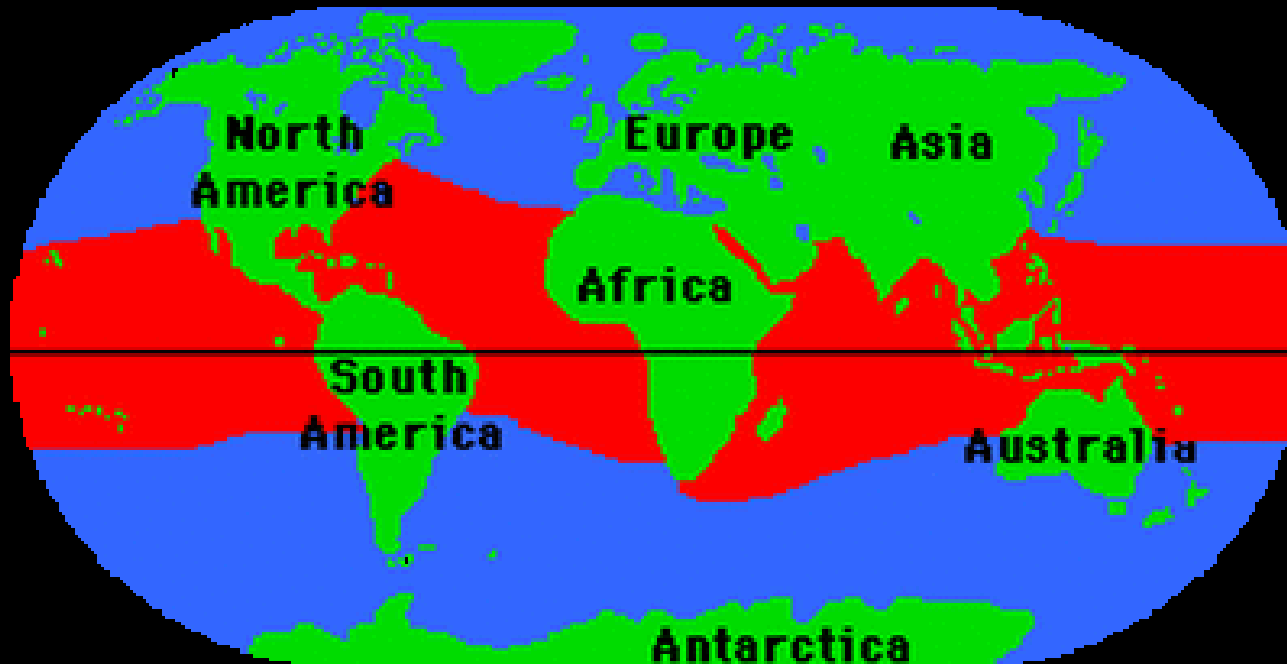
Indicadores de
Cálido



INDICADORES PALEOBIÓTICOS

Distribución del tiburón ballena

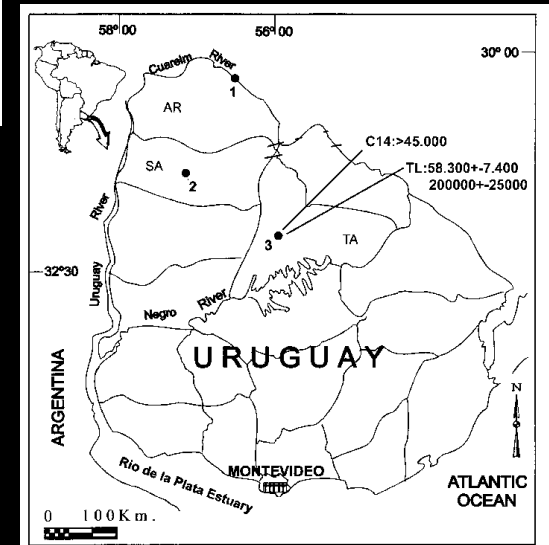
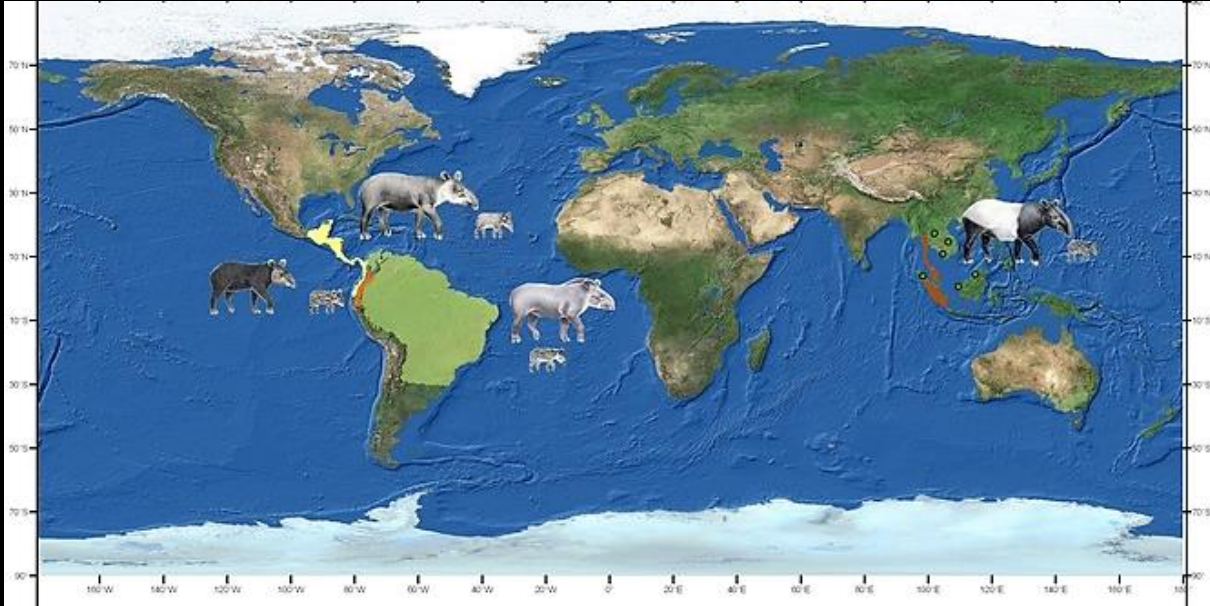
Whale shark distribution



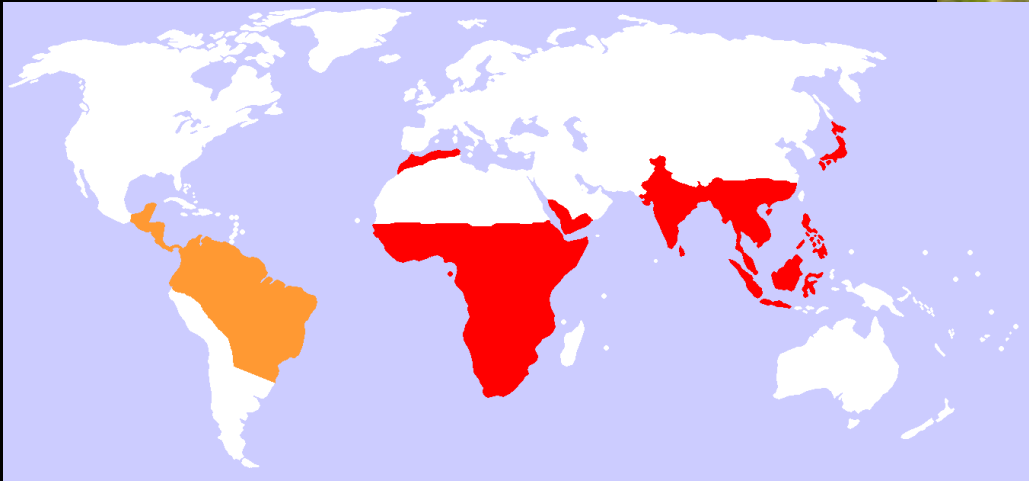
**Whale sharks inhabit warm oceans
and seas world-wide.**

INDICADORES PALEOBIÓTICOS

Tapires:
Pleistoceno
Norte de Uruguay



Monos:
asociados a florestas tropical y subtropical



INDICADORES PALEOBIÓTICOS

Migraciones latitudinales
en respuesta a cambios
climáticos

Pleistoceno final
Holoceno

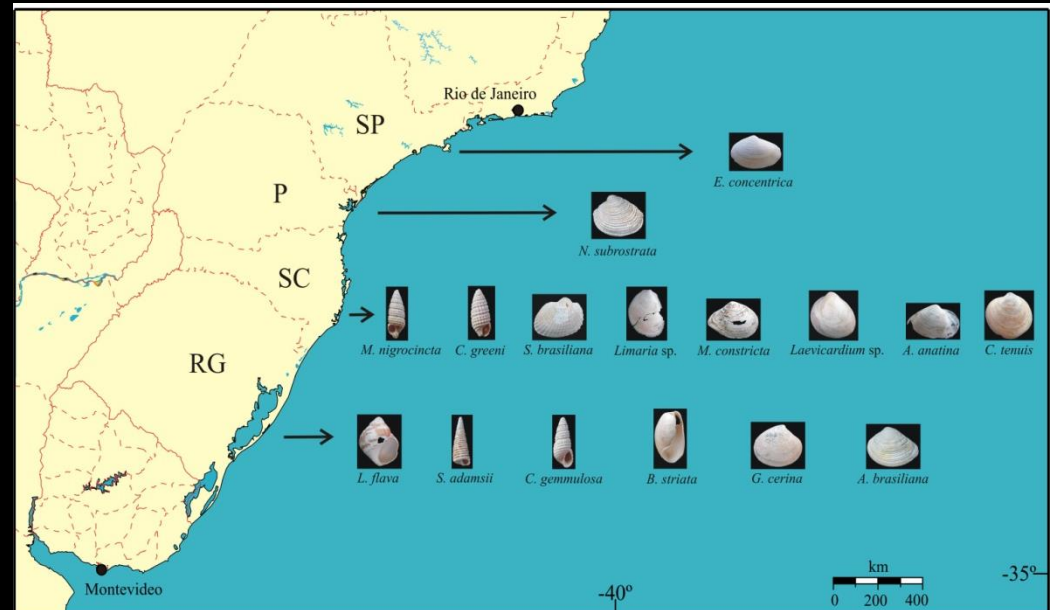
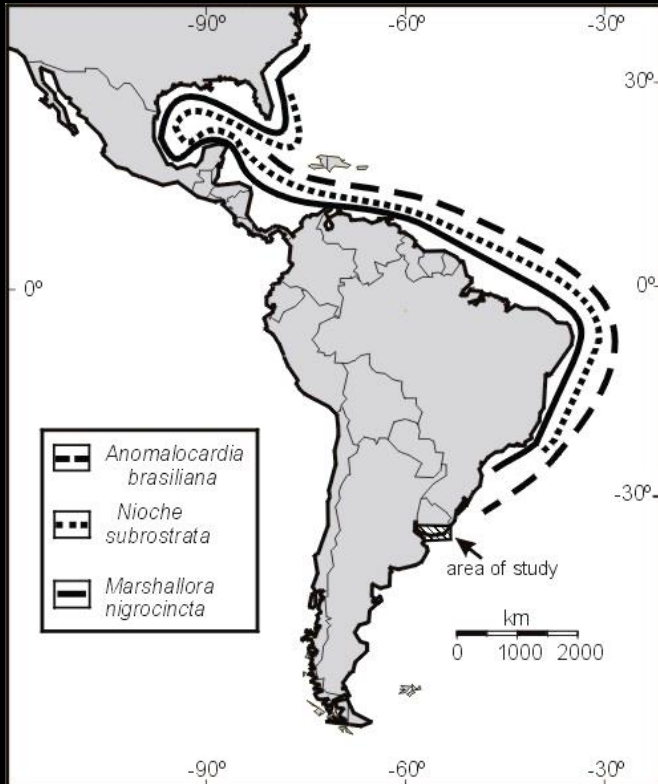


Figura 1. Límite austral de distribución de los moluscos de aguas cálidas del Cuaternario marino de Uruguay. SP: San Pablo; P: Paraná; SC: Santa Catarina; RG: Rio Grande del Sur.

INDICADORES BIÓTICOS MARINOS

Foraminíferos: bentónicos y planctónicos

Ostrácodos

Silíceos

Moluscos.

Corales

Algunos vertebrados (ej.: tiburones)

INDICADORES BIÓTICOS TERRESTRES Y DE AGUA DULCE

Polen

Ostrácodos

Vegetales (tropicales muy diferentes a fríos)

Moluscos.

Algunos **vertebrados** (monos en trópico)

MÉTODOS QUÍMICOS

Fósiles como muestras

Sedimentos como muestras

RELACIÓN CALCITA/ARAGONITA: tendencias

En función de capacidad de biomineralizar y de temperatura del agua.

En esqueletos calcáreos de:

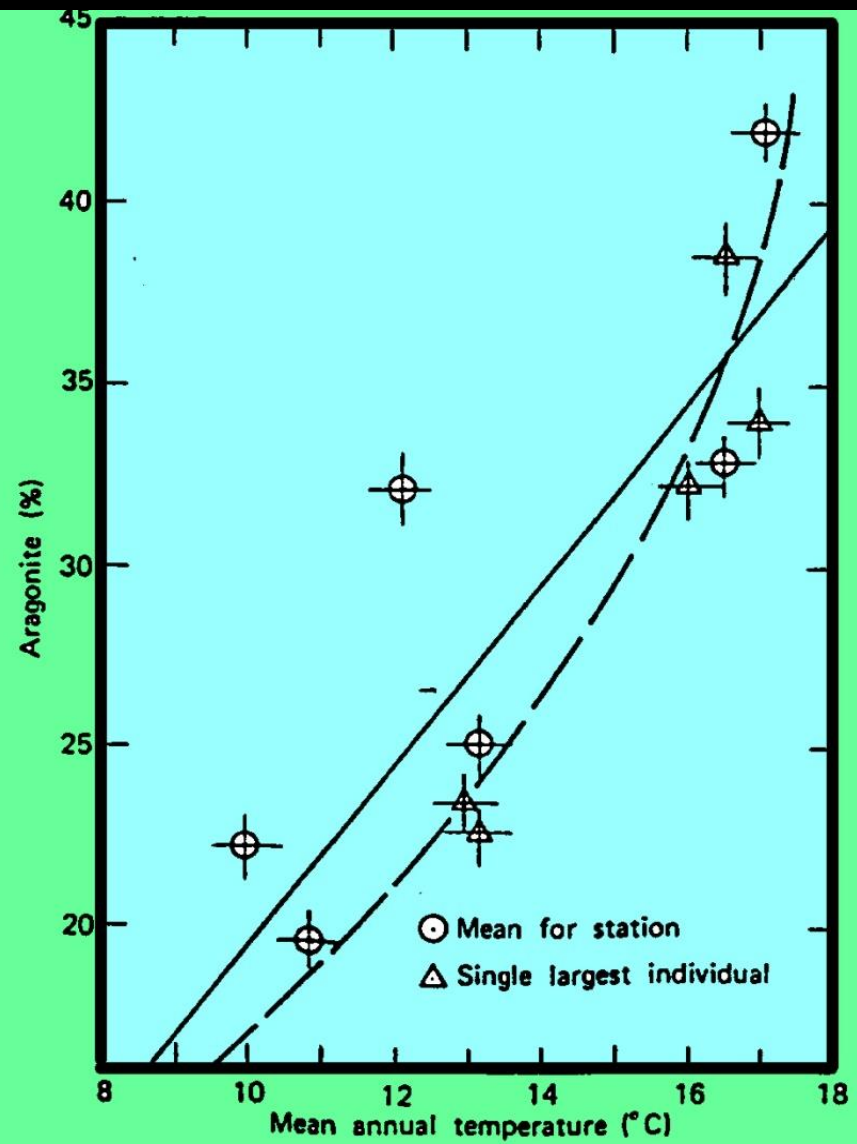
Algas marinas

Gasterópodos

Bivalvos



Bivalvos

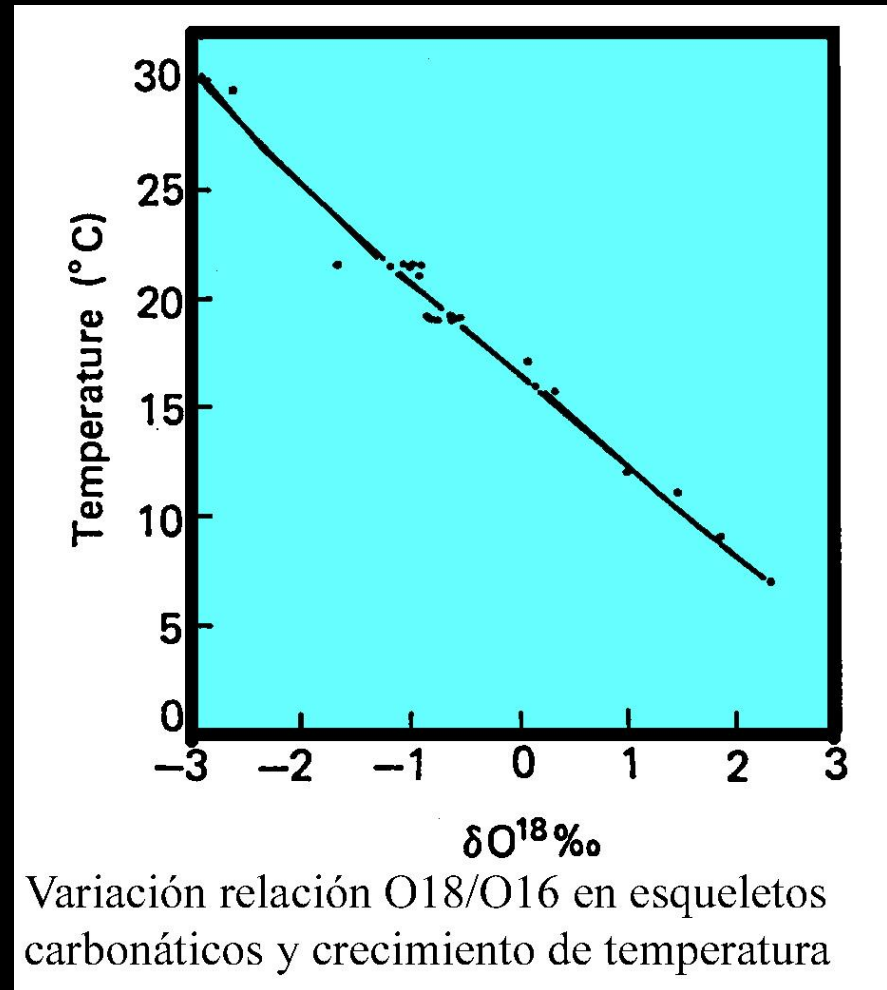


Variación % aragonita con temperatura media anual.

PROPORCIÓN 018/O16:

O18 > CON LA DISMINUCIÓN DE TEMPERATURA DEL AGUA

CLIMATOESTRATIGRAFÍA



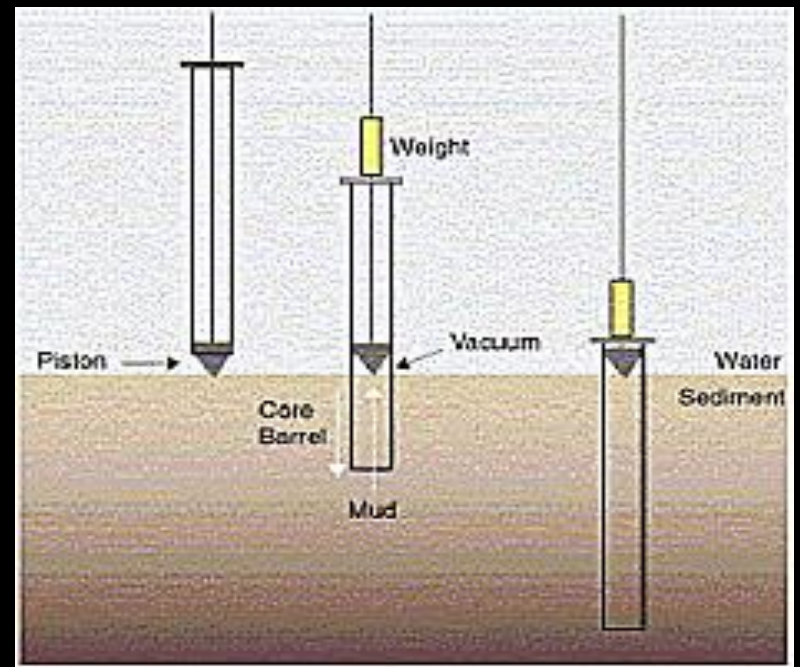
EN SEDIMENTOS, HIELO Y ESQUELETOS:

***Carbonáticos:* foraminíferos planctónicos y bentónicos;
corales, moluscos**

***Silíceos:* diatomeas y radiolarios**

***Fosfáticos:* huesos y dientes**

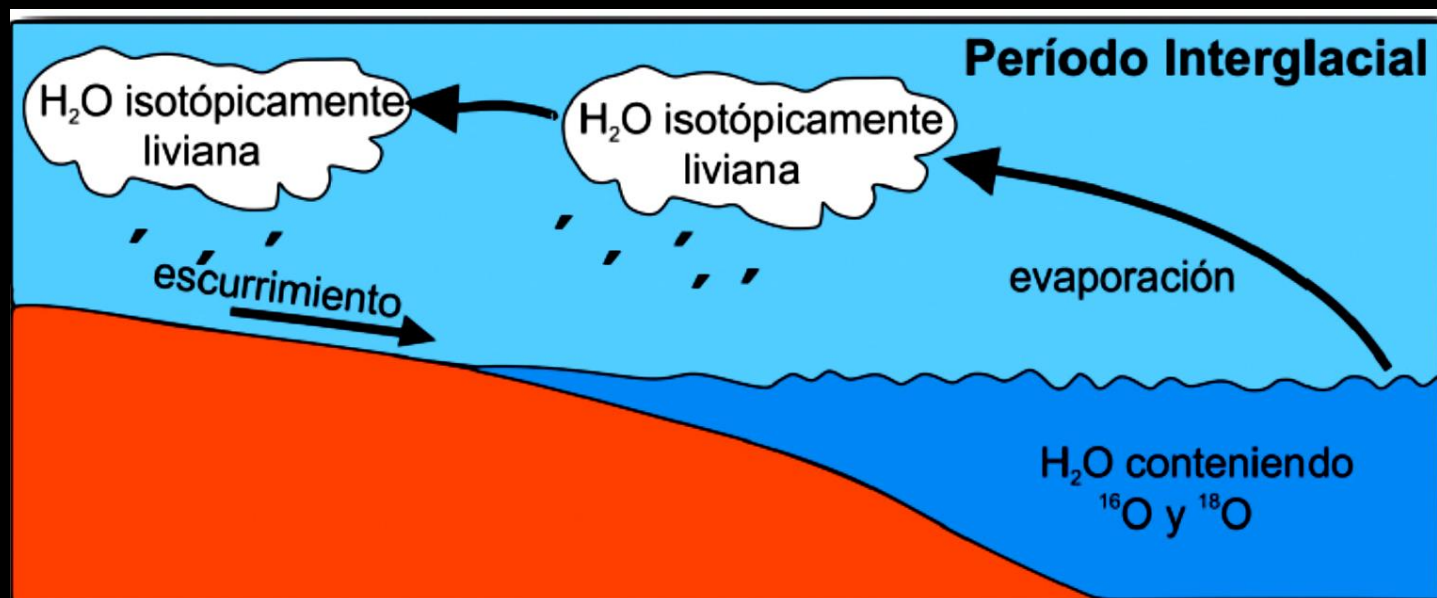
hielo



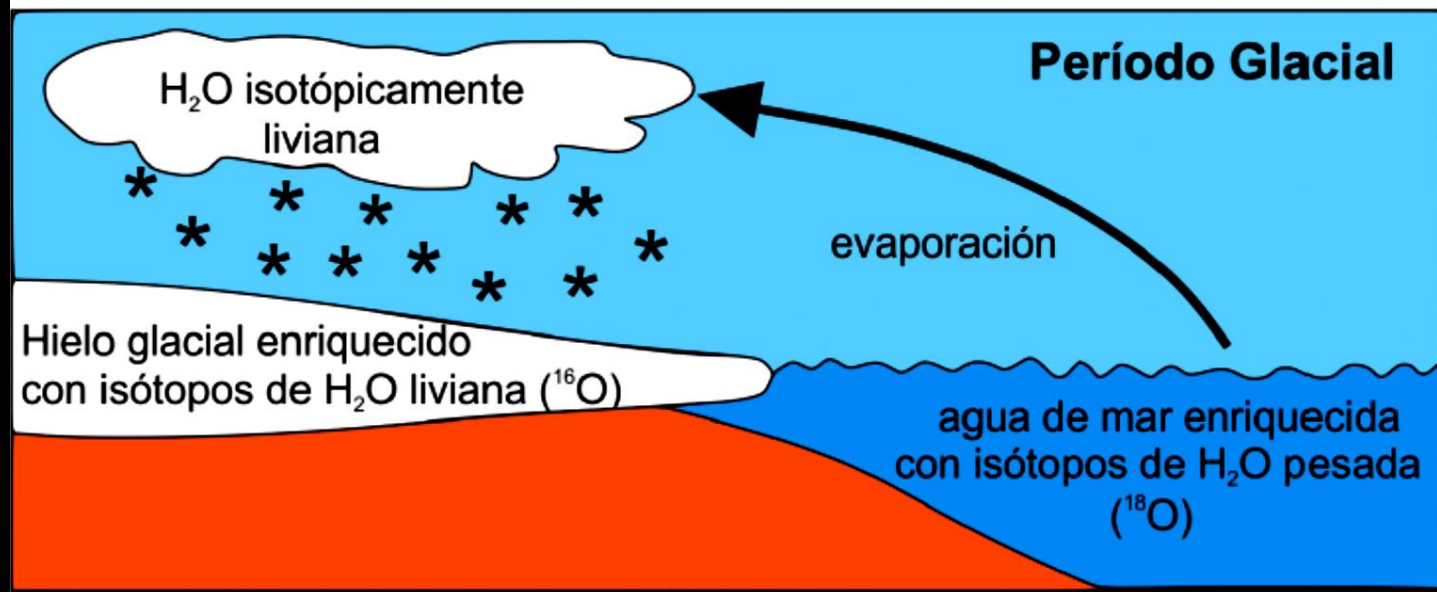
sedimento

Relación O18/O16

(cálido interglacial)



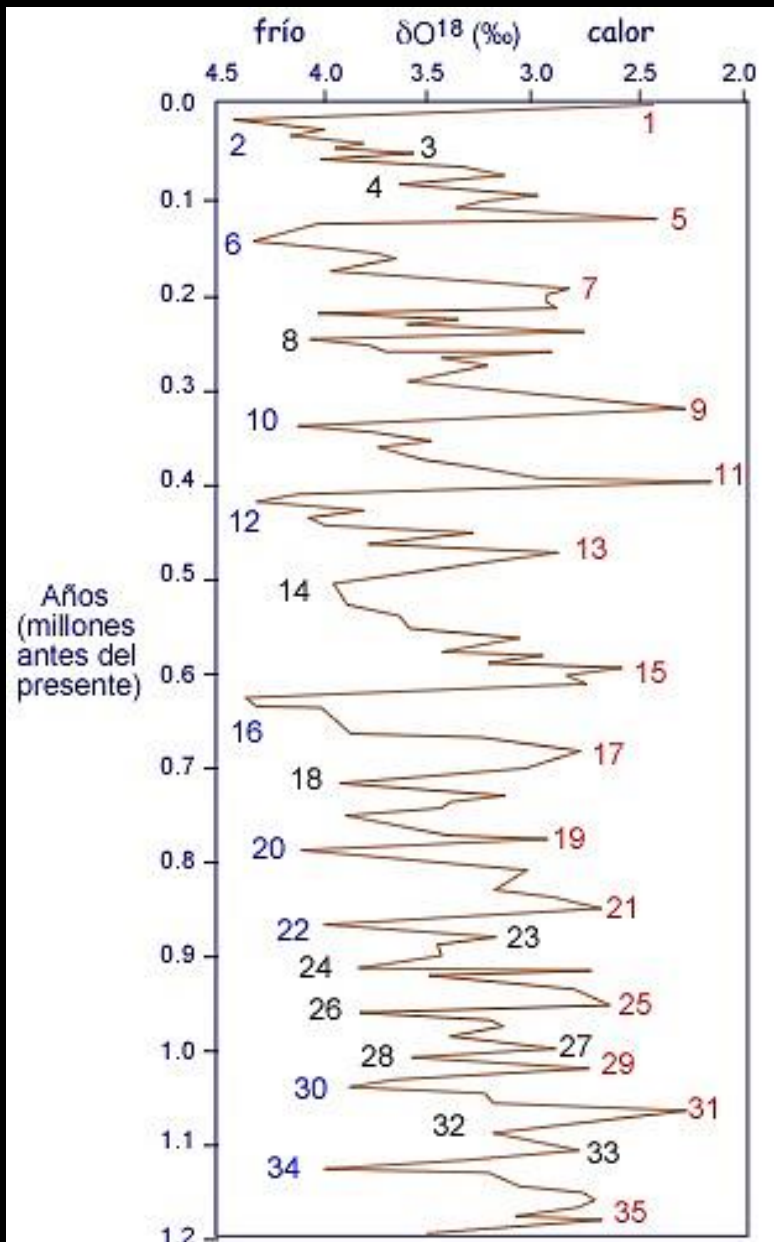
(frío glacial)



FRÍO

CÁLIDO

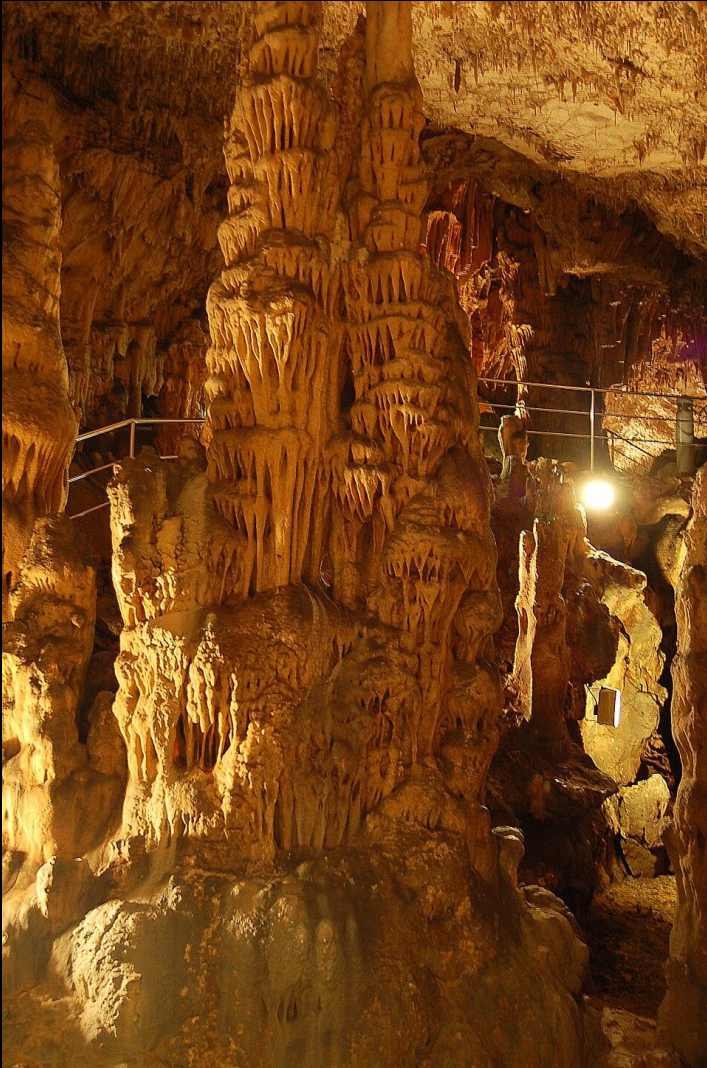
CLIMATOESTRATIGRAFÍA



PARES: FRÍOS

IMPARES: CÁLIDOS

ESPELEOTEMAS: estalactitas, estalagmitas



ROCAS INDICADORAS DE CLIMAS DEL PASADO

ROCAS INDICADORAS

TERRESTRES

CARBONATOS: cálido árido.



Artigas

Río Cuareim
Pleistoceno

ROCAS INDICADORAS

CARBÓN: humedad
(alta precipitación, baja evaporación, ambas)



ROCAS INDICADORAS

TILLITAS: glaciación, frío



ROCAS INDICADORAS

EVAPORITAS (salinos): seco y cálido



ROCAS INDICADORAS

ARENISCAS EÓLICAS: seco



Formación Tacuarembó

Jurásico-Cretácico

ROCAS INDICADORAS

Suelos tropicales ricos en hierro y aluminio, son Rojos:
cálido y húmedo

BAUXITAS

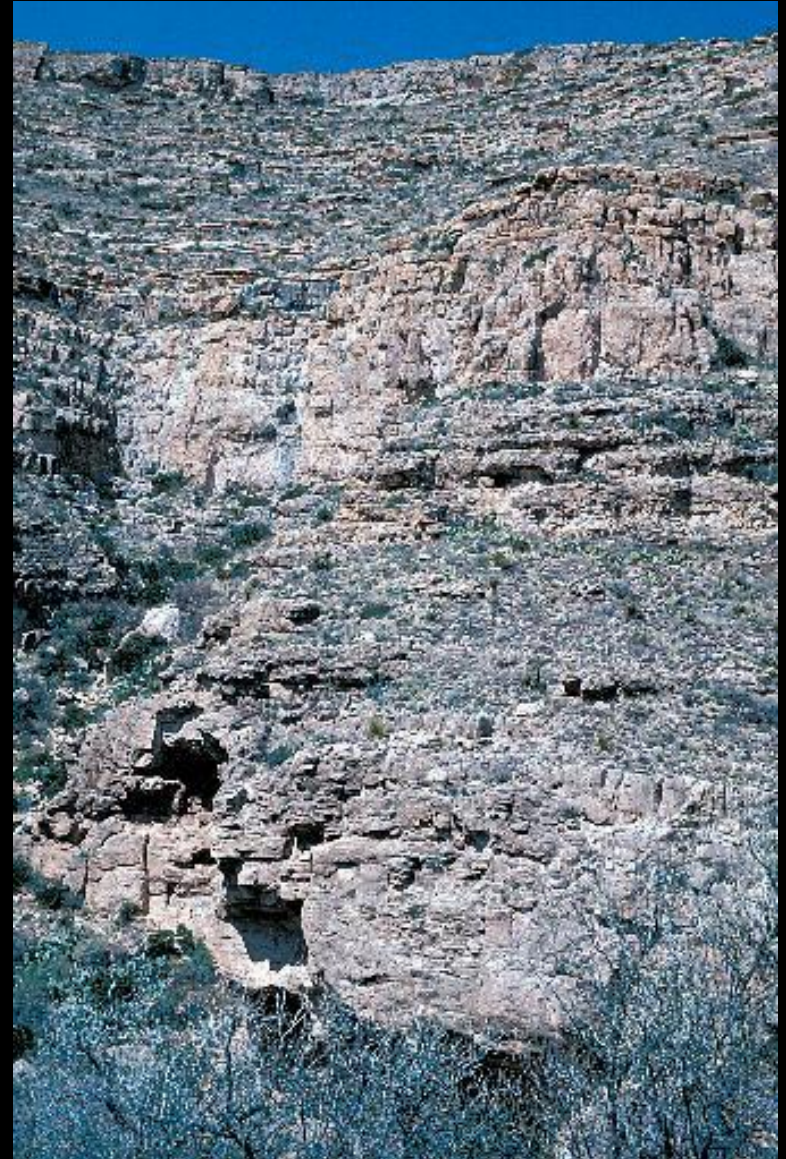


LATERITAS

ROCAS MARINAS Y CLIMAS

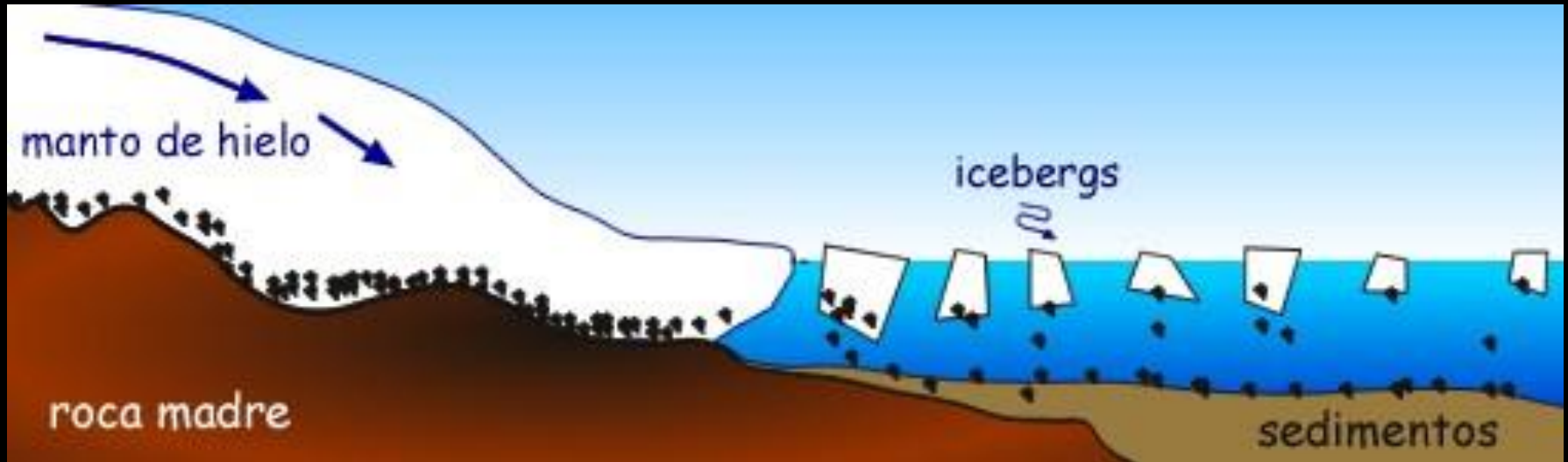
CARBONATOS: cálido

Arrecifes:
formados por organismos



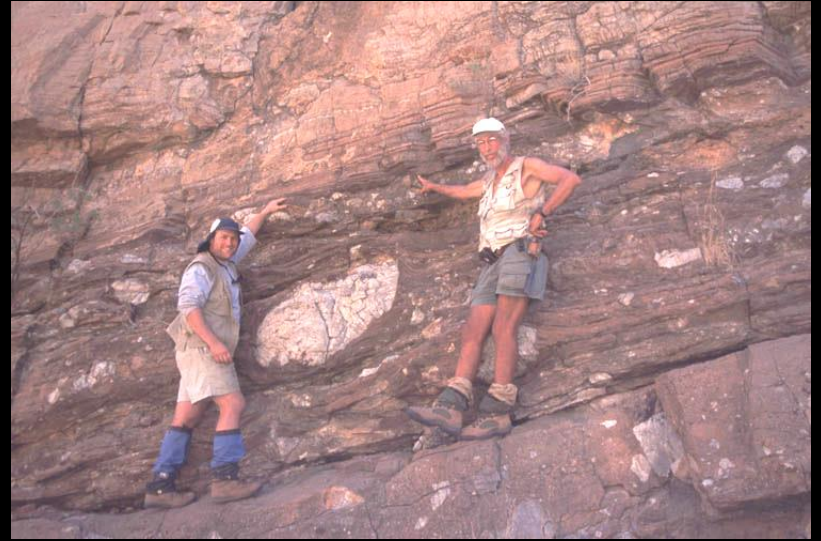
ROCAS MARINAS

DROPSTONES: frío, glaciales



ROCAS MARINAS

DROPSTONES

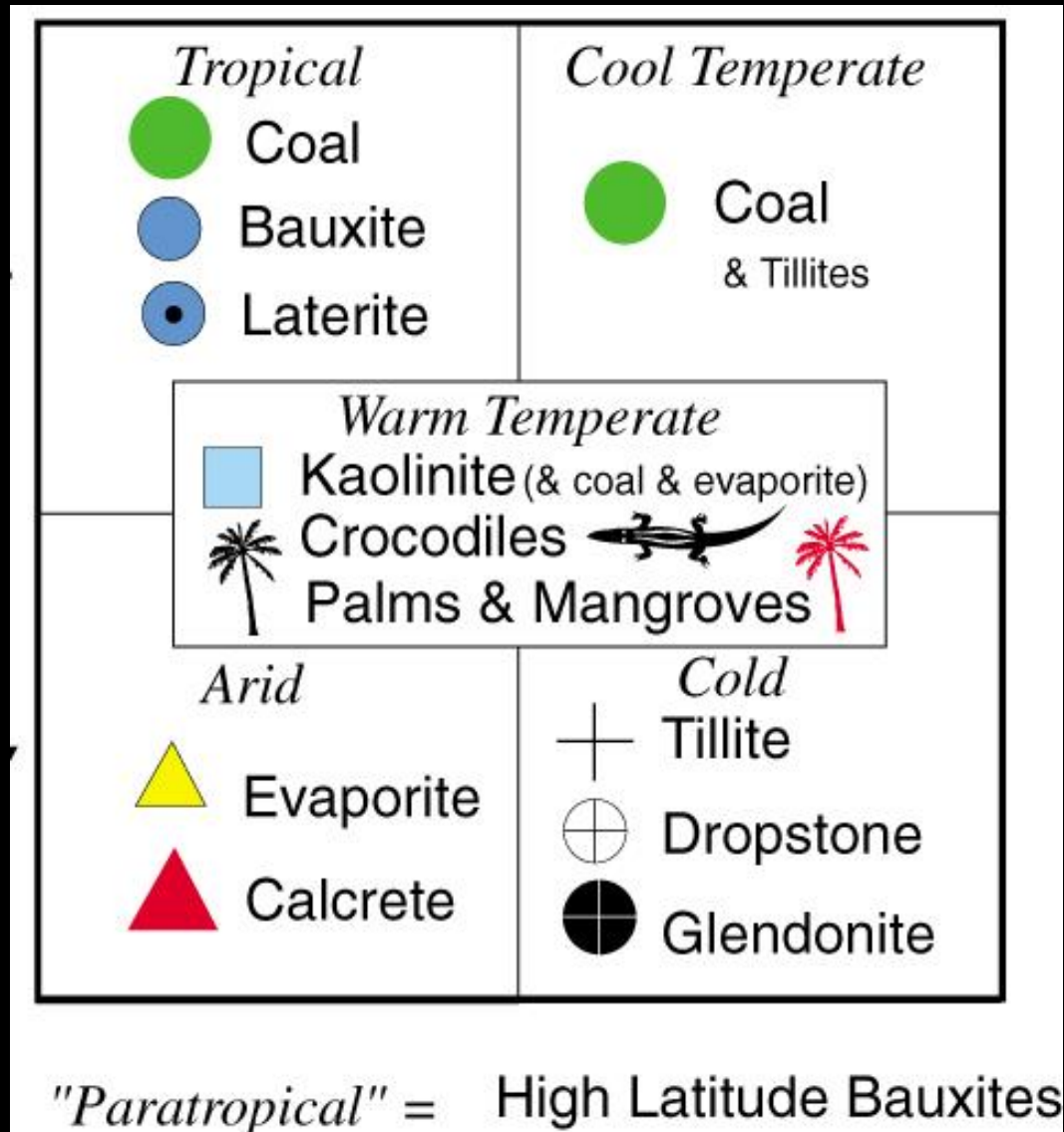


Cálido

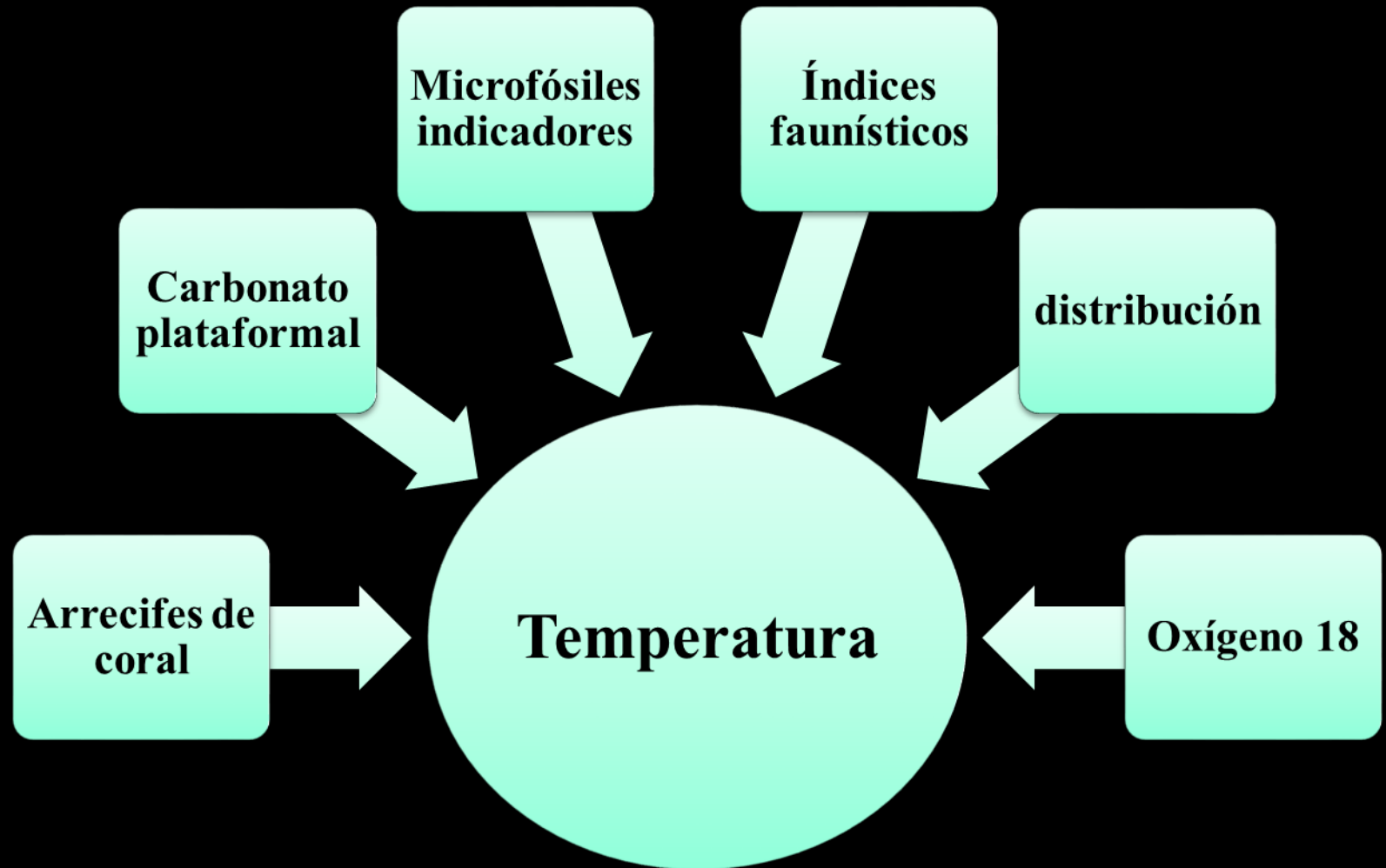
Frío

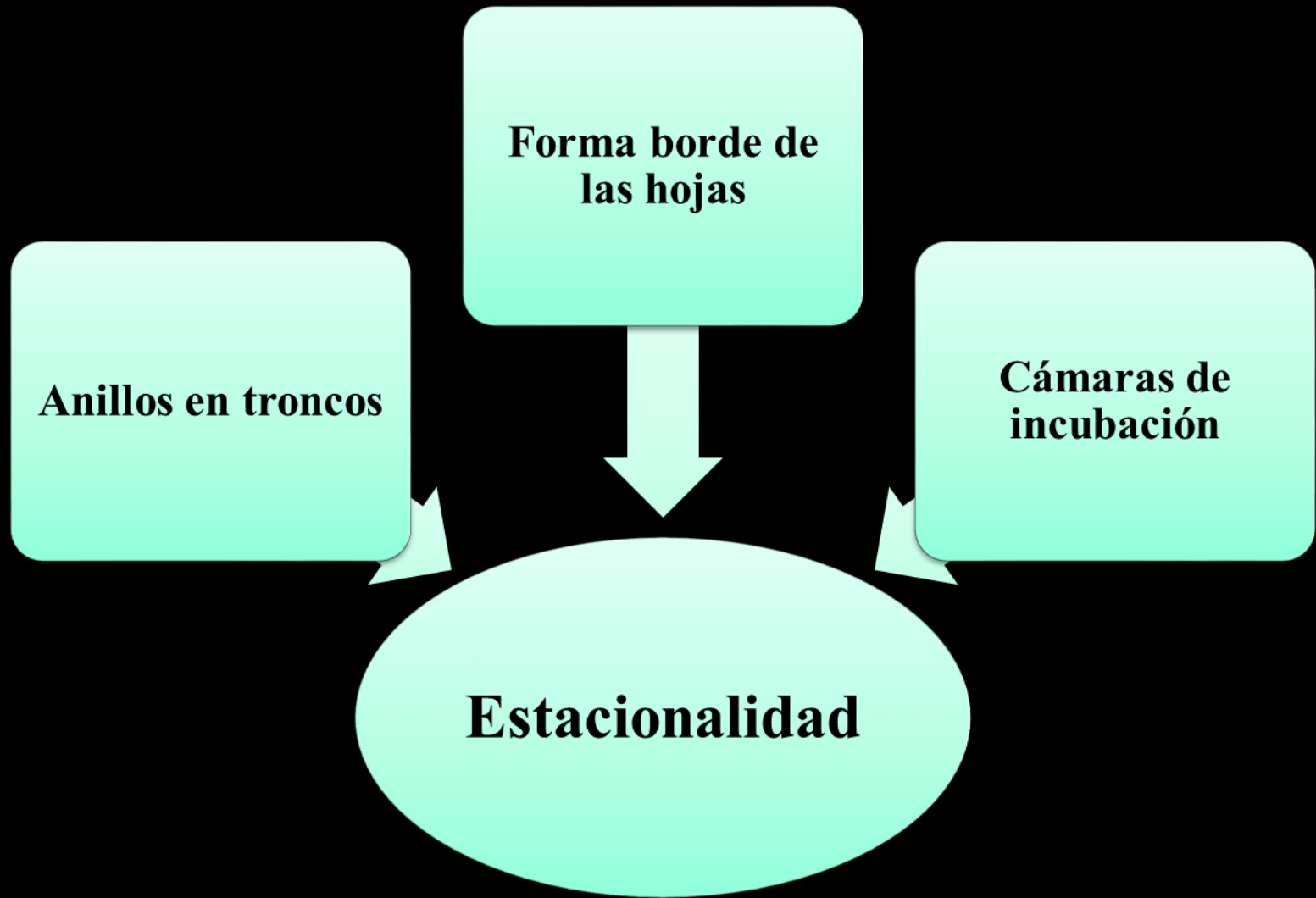
Húmedo

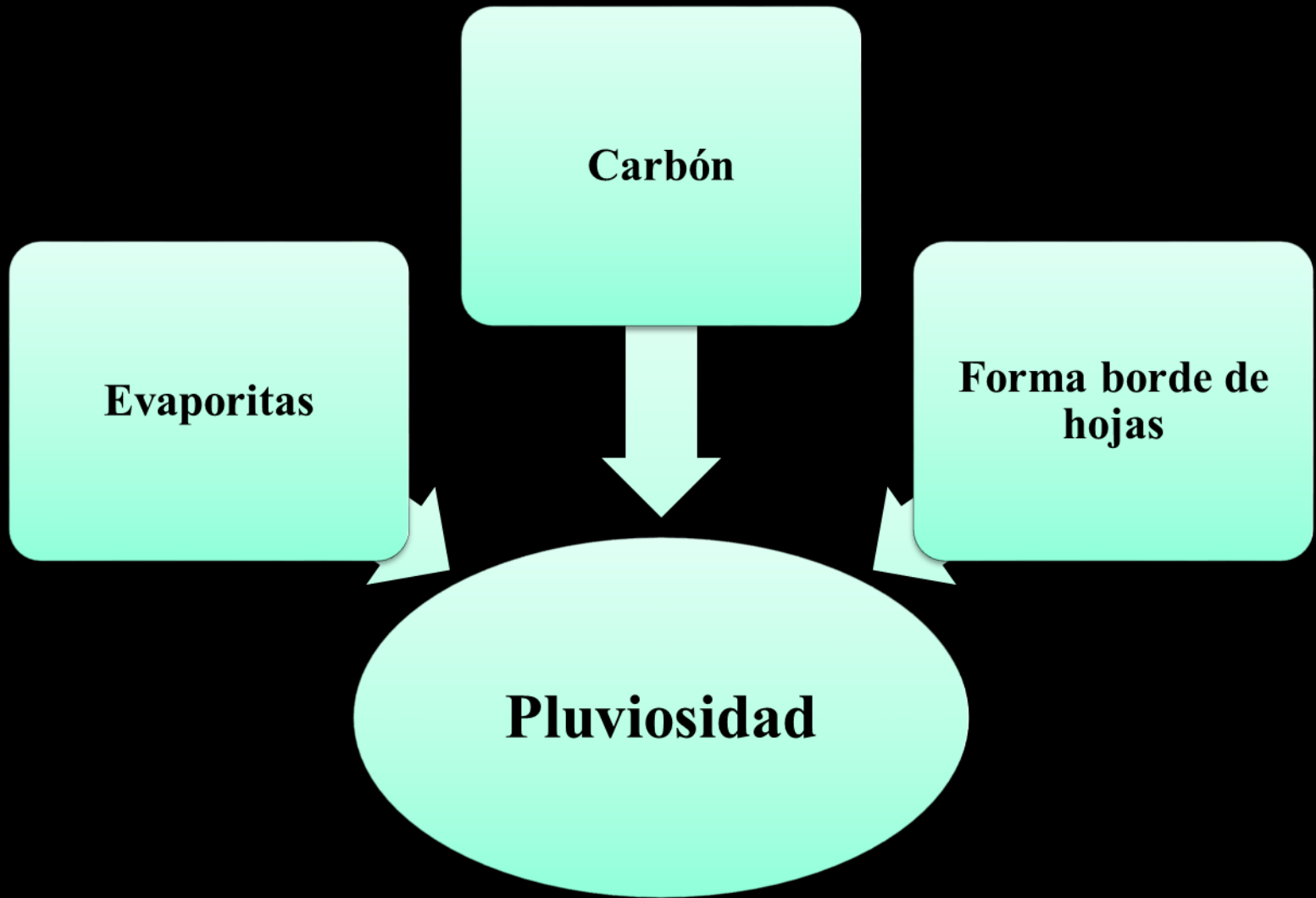
Seco



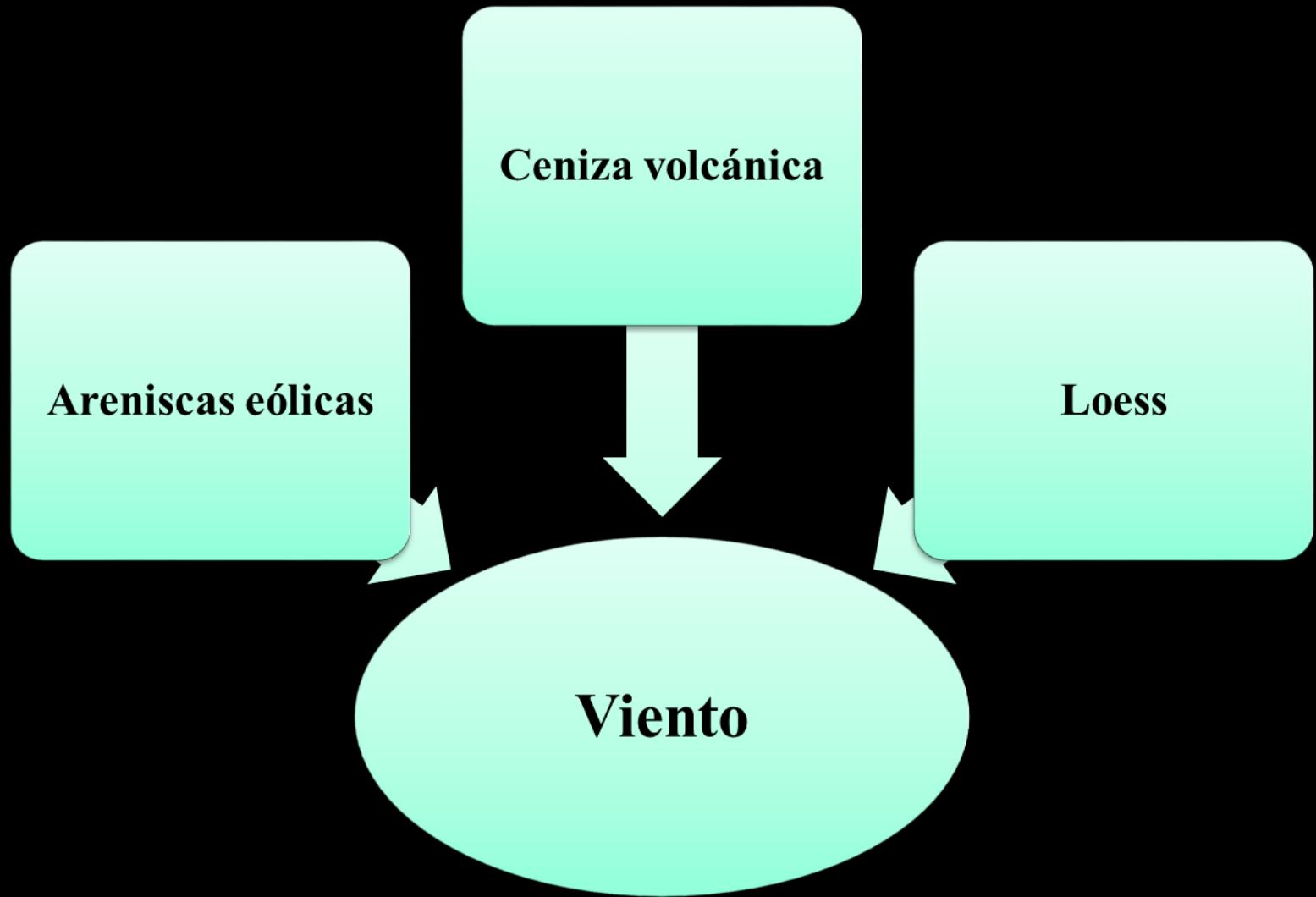
FACTORES CLIMÁTICOS QUE SE INFIEREN











Ceniza volcánica Viento



CAUSAS NATURALES DE CAMBIOS CLIMÁTICOS

Actividad volcánica “Grandes provincias ígneas”

Impacto de asteroides

Cambios en circulación oceánica

Variación solar y de la órbita terrestre.

Tectónica de placas

> En concentración de CO₂

GRANDES PROVINCIAS ÍGNEAS

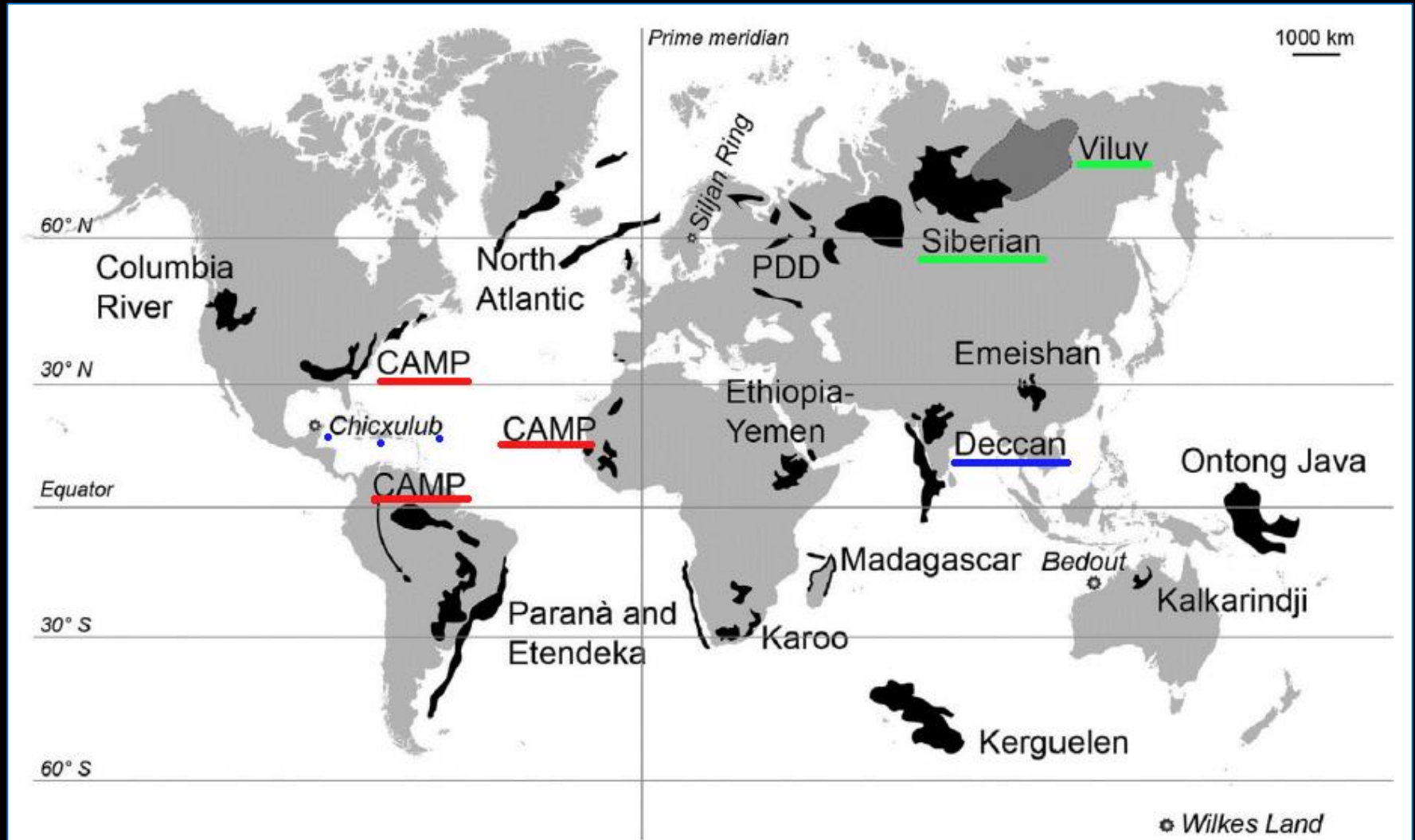
Rocas de origen ígneo o magmático (vulcanismo)
de gran extensión,
gran volumen
y larga duración (millones de años),
con pulsos cortos (1 a 5 MA) de mucha emisión de lava.

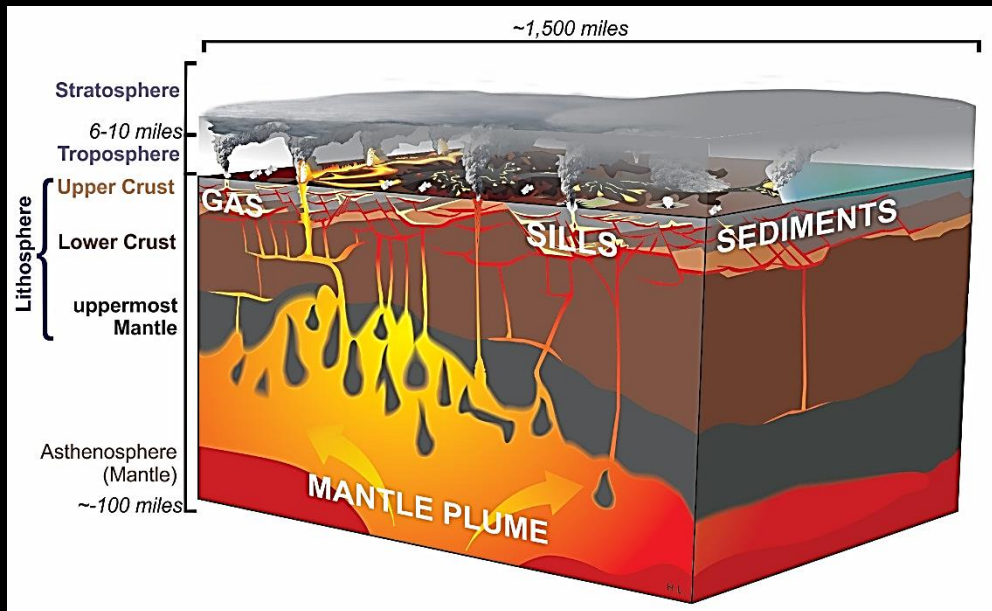
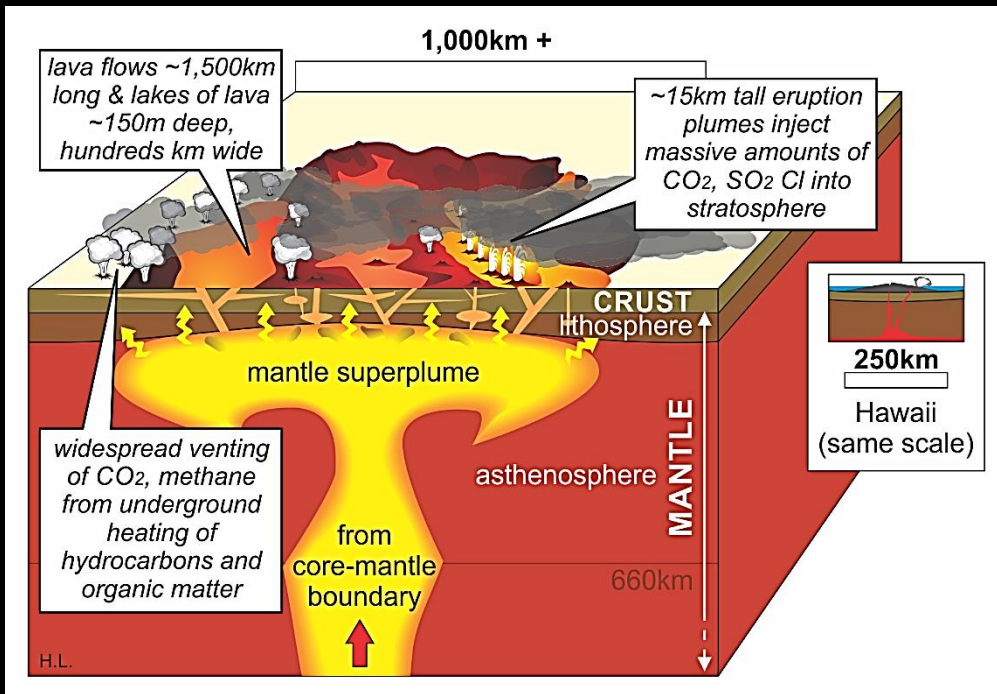
Dataciones resolución menor a 1 MA

CONTINENTALES: afecta cuencas marinas y atmósfera

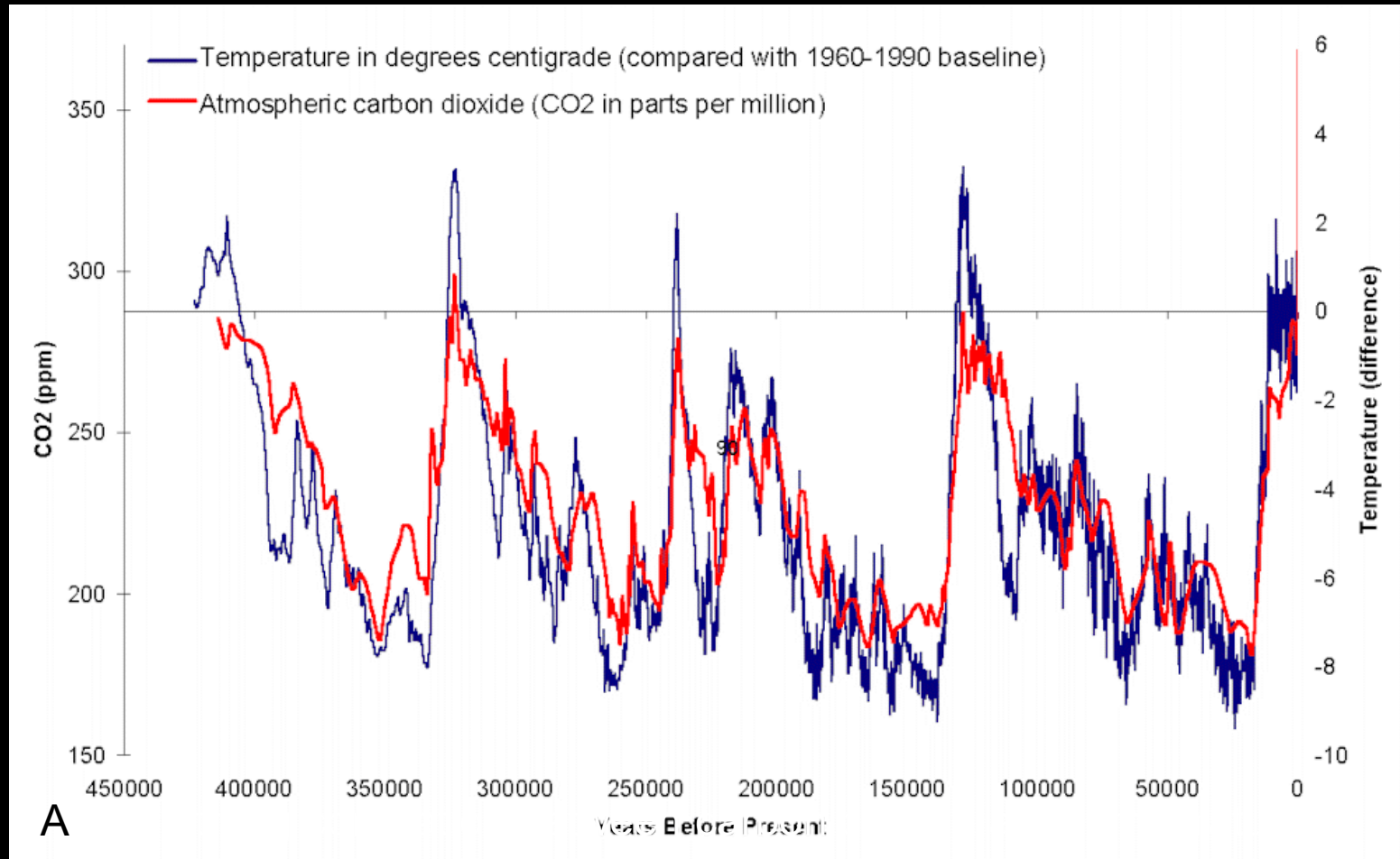
OCEÁNICAS: afecta a cuencas marinas

GRANDES PROVINCIAS ÍGNEAS





CO2 Y TEMPERATURA





Glaciar en Alaska

1941

2004

Lago Mar Chiquita

Argentina

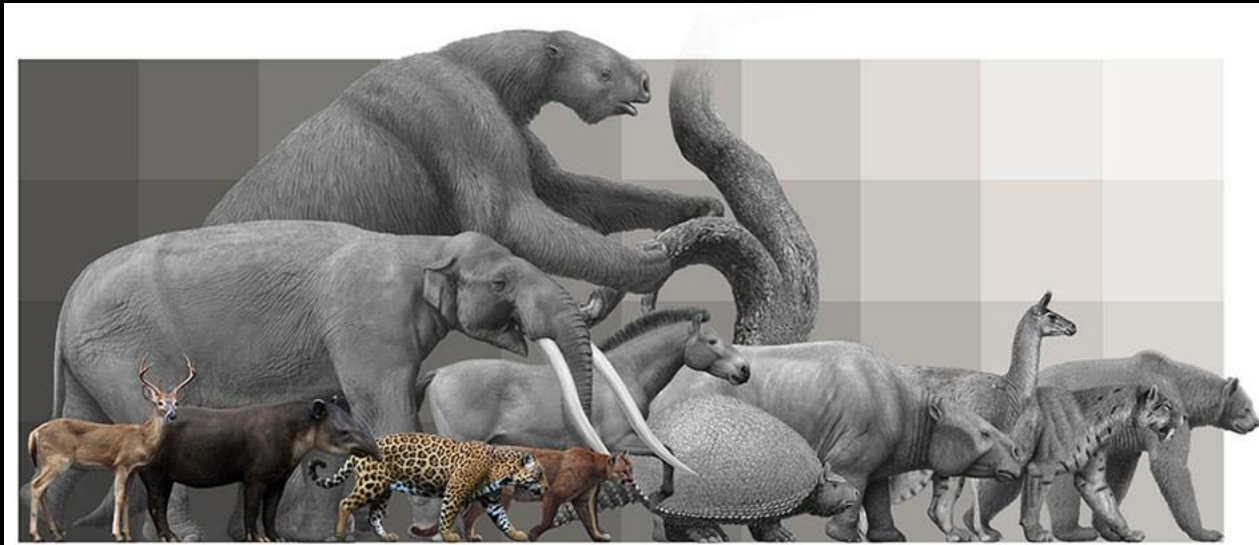
1998

2011





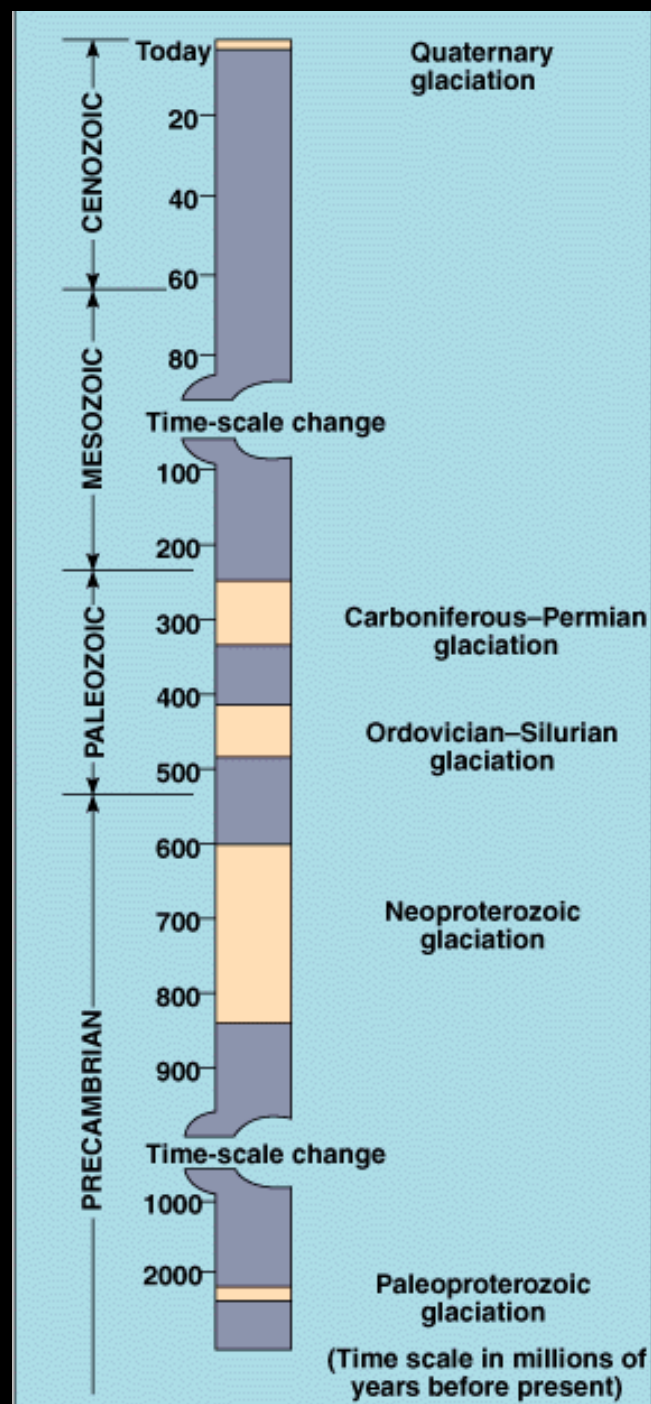
Cambios climáticos y Extinción de megafauna



EVOLUCIÓN DEL CLIMA

Y

LA HISTORIA GEOLÓGICA DE LA TIERRA



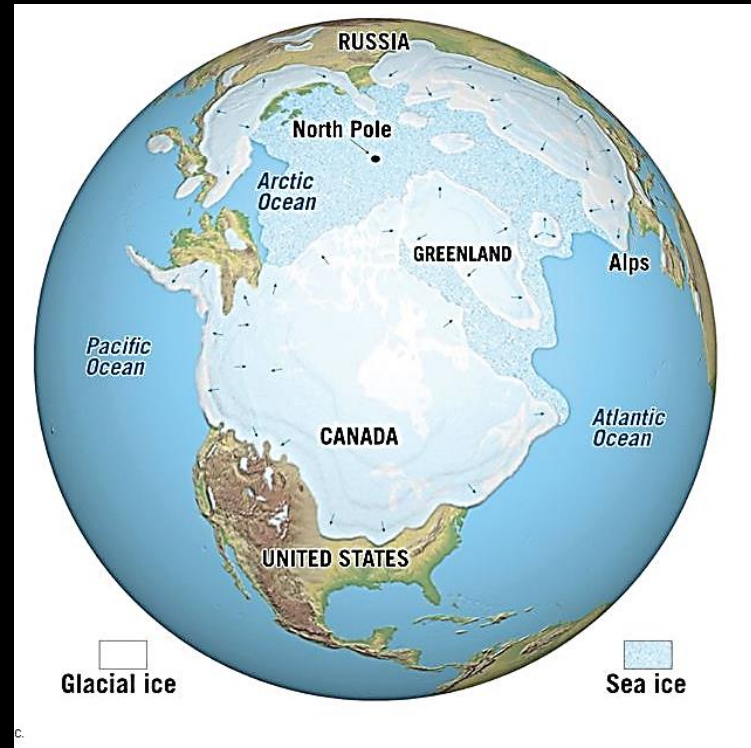
Grandes “edades” del hielo en la historia de la Tierra

GLACIACIONES



GLACIACIÓN:

INTERVALO DE TIEMPO EN EL QUE LA TEMPERATURA GLOBAL DE LA TIERRA DESCIEENDE PERMITIENDO EL DESARROLLO DE HIELO, CUBRIENDO PARTE DE CONTINENTES Y CUERPOS DE AGUA



CAUSAS DE LAS GLACIACIONES:

Astronómicas

Asteroides

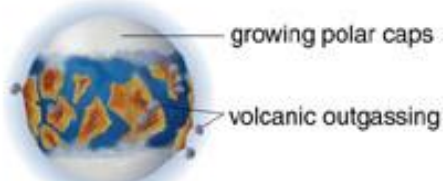
Actividad volcánica

Disposición de continentes

Etc.



An extended cold spell causes oceans to start freezing.



Lowered reflectivity causes further cooling, ending in "snowball Earth."



Frozen oceans stop CO₂ cycle so CO₂ outgassed by ongoing volcanism builds up in atmosphere.



Strong greenhouse effect melts "snowball Earth," results in "hothouse Earth."



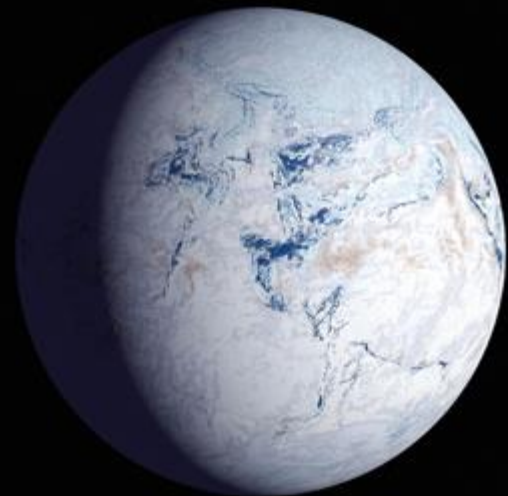
CO₂ cycle restarts, pulling CO₂ into oceans, reducing greenhouse effect to normal.



PRECÁMBRICO:

Tierra "bola de nieve"

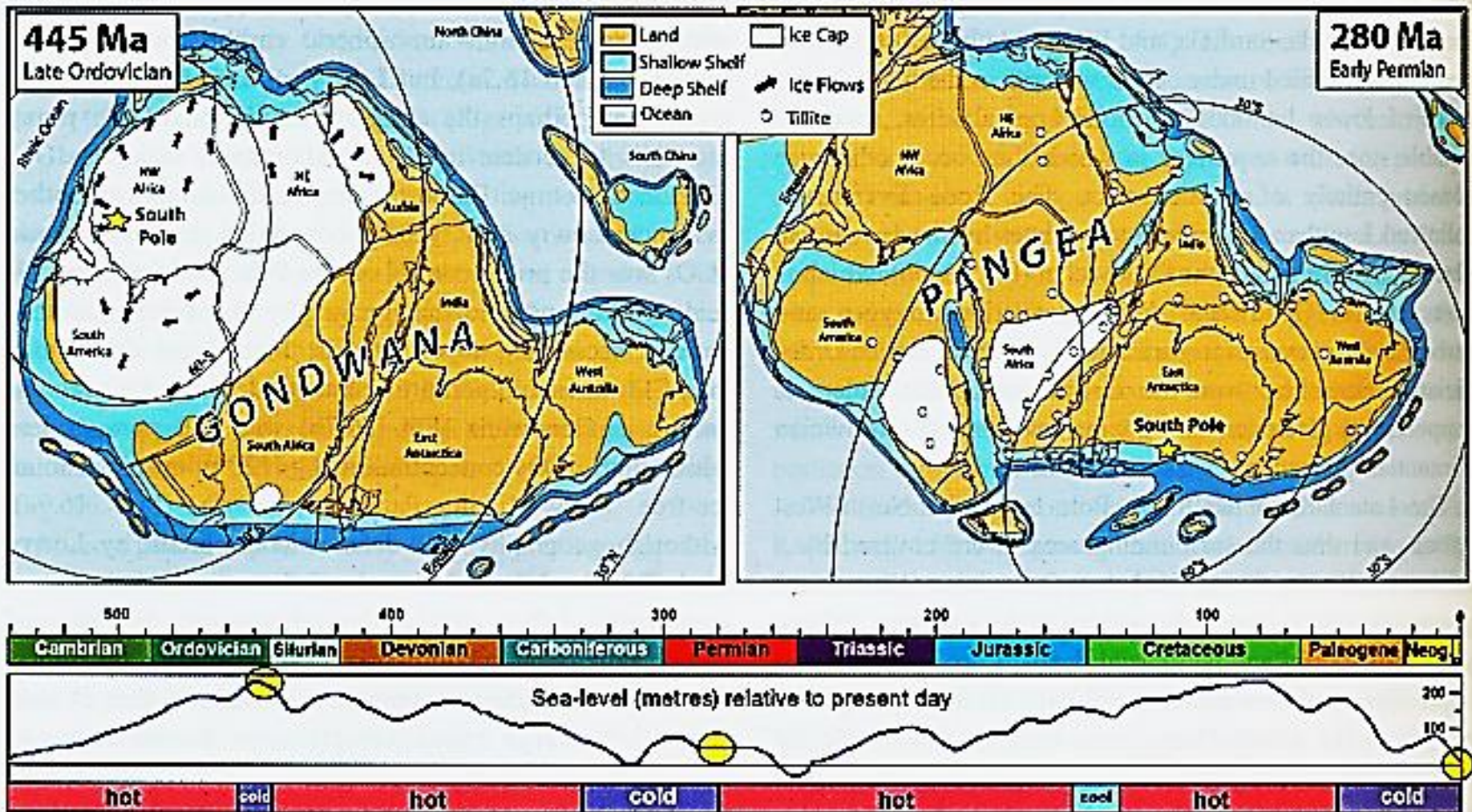
Se postulan diversos efectos: extinciones en Precámbrico



PALEOZOICO

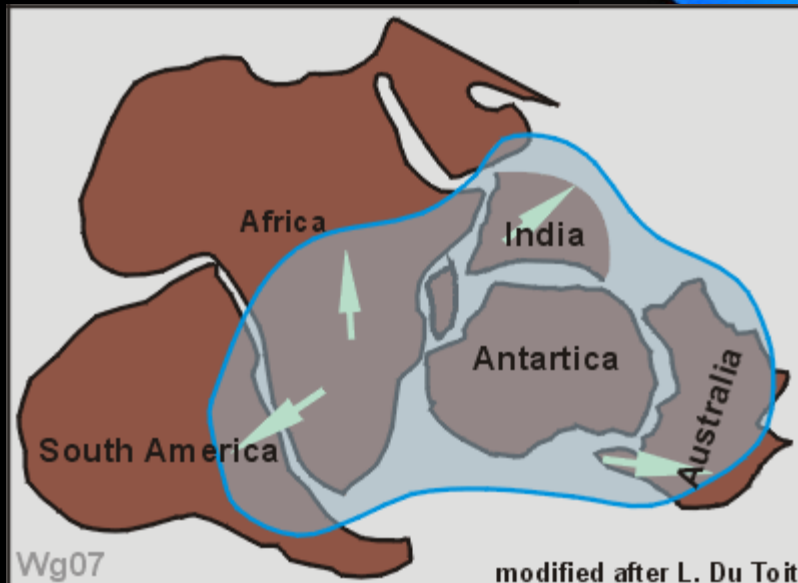
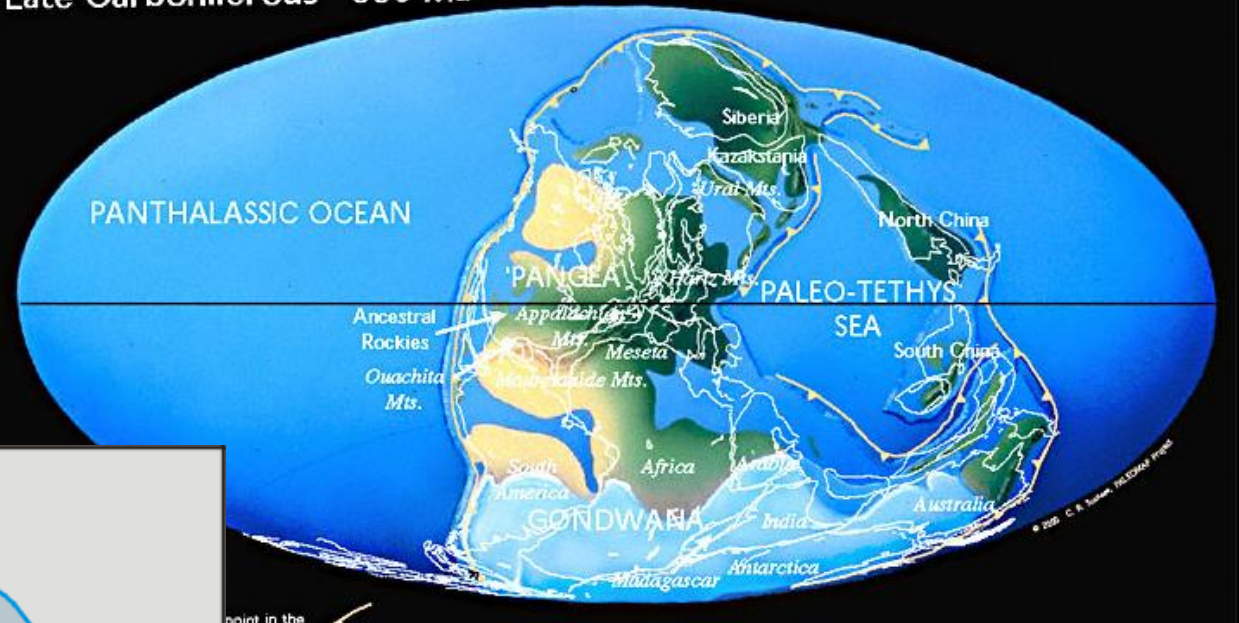
Glaciación Ordovícica

Glaciación Carbonífera-Pérmica



GLACIACIÓN CARBONÍFERO-PÉRMICA

Late Carboniferous 306 Ma



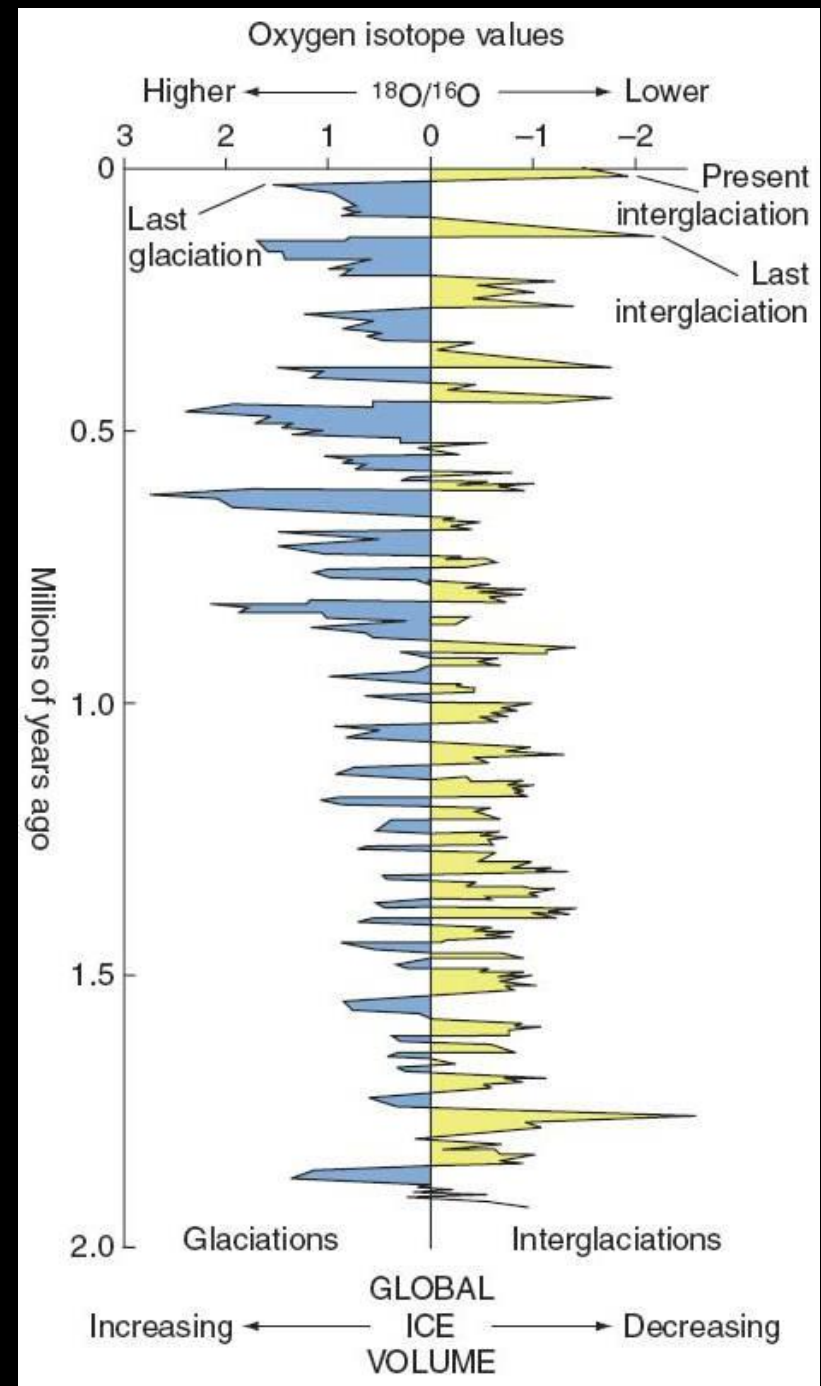
GLACIACIONES DEL CUATERNARIO E INTERGLACIALES

PLEISTOCENO:

últimos dos millones de años

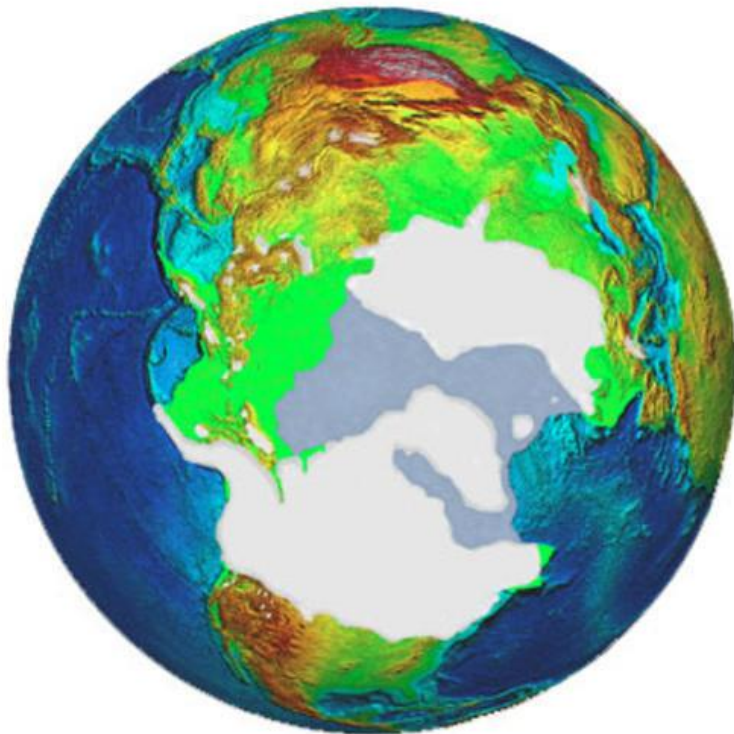
CICLOS GLACIALES Y CÁLIDOS ALTERNOS

CONTROL DE DESARROLLO DE
FLORESTA ,
ÁREAS ABIERTAS
Y ÁREAS ECOTONALES.

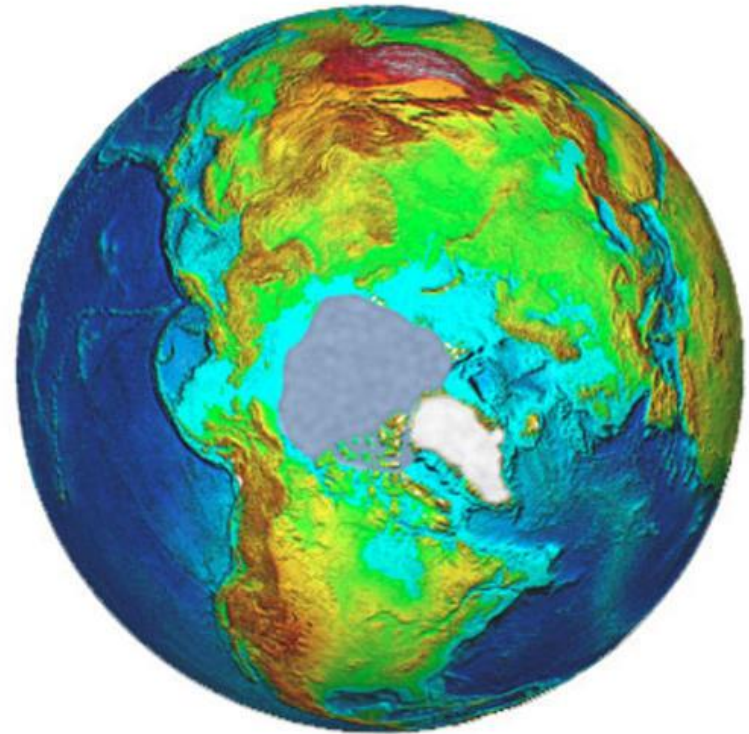


Glaciaciones en el Cuaternario: 22 a 18 mil años el máximo glacial

18,000 Years Ago

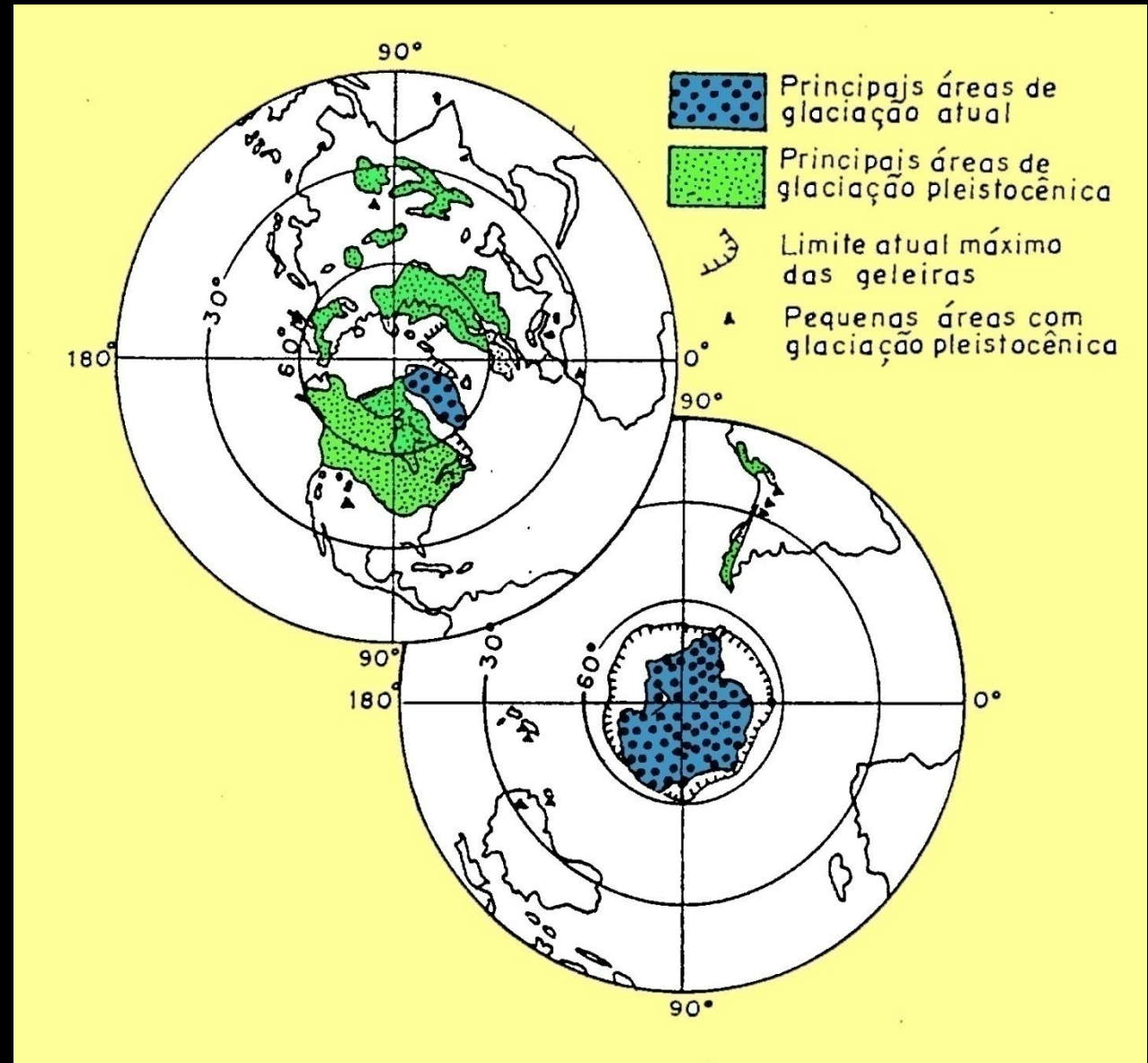


Modern Day



□ Glacial Ice □ Sea Ice

GLACIACION PLEISTOCENO TARDÍO (20 a 18 mil años atrás)



22.000 a 18.000 años atrás: máximo glacial

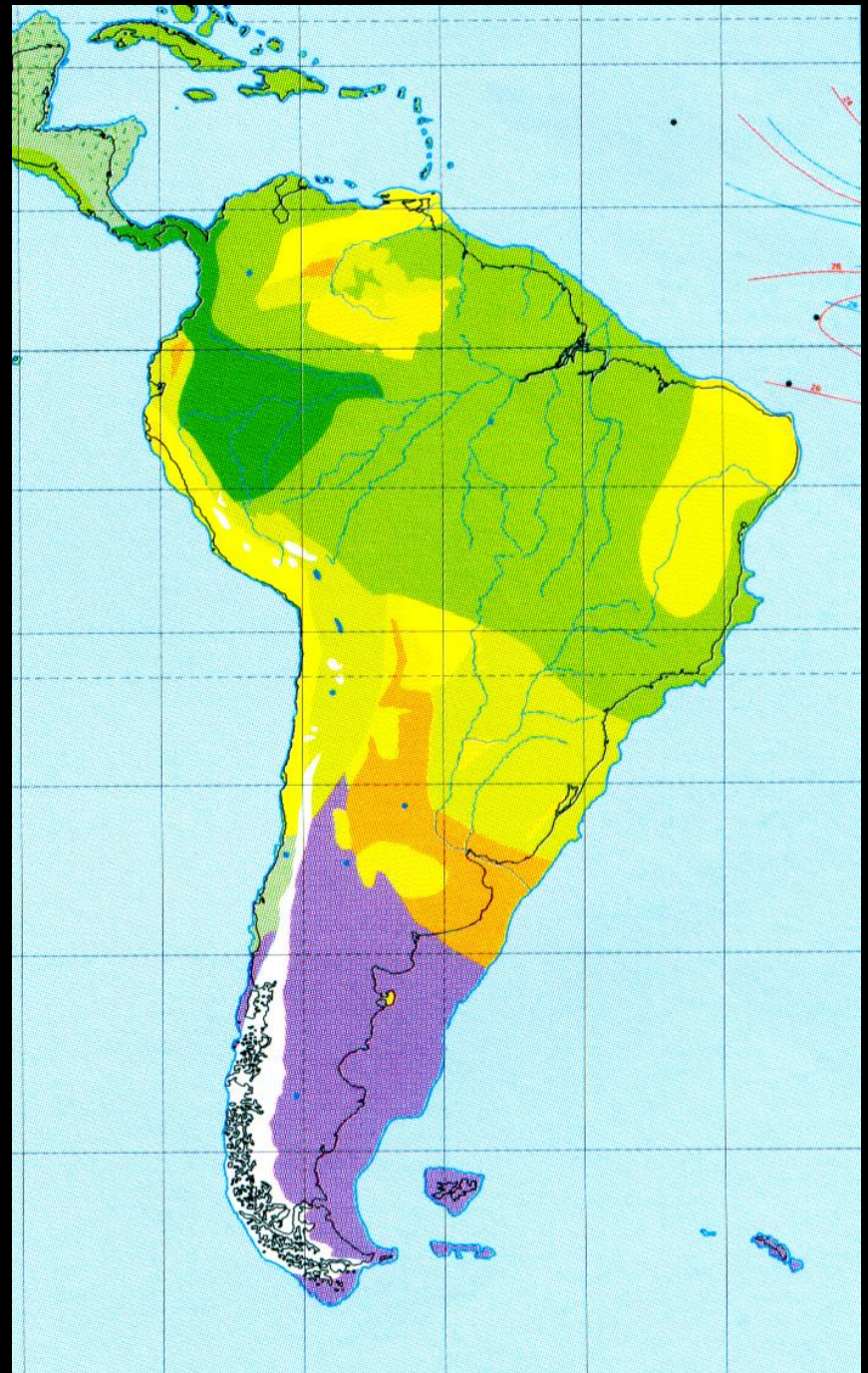


SUDAMÉRICA

ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL

18.000 AÑOS AP.

Expansión de áreas abiertas



La mayor parte del Fanerozoico la tierra
estuvo bajo clima cálido

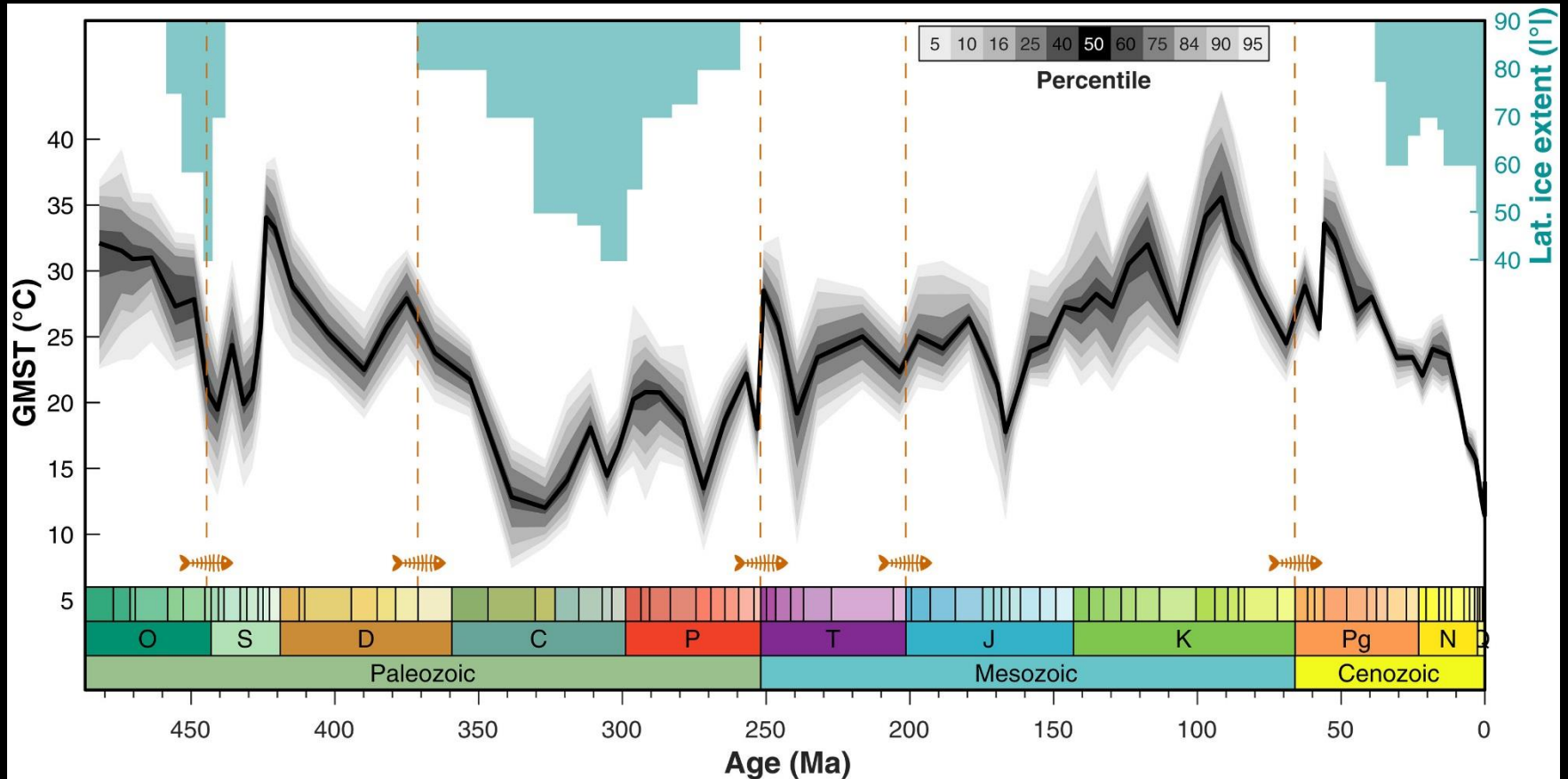
Se intercalan algunas glaciaciones:

- .- paleozoicas

- .- al final del Cenozoico

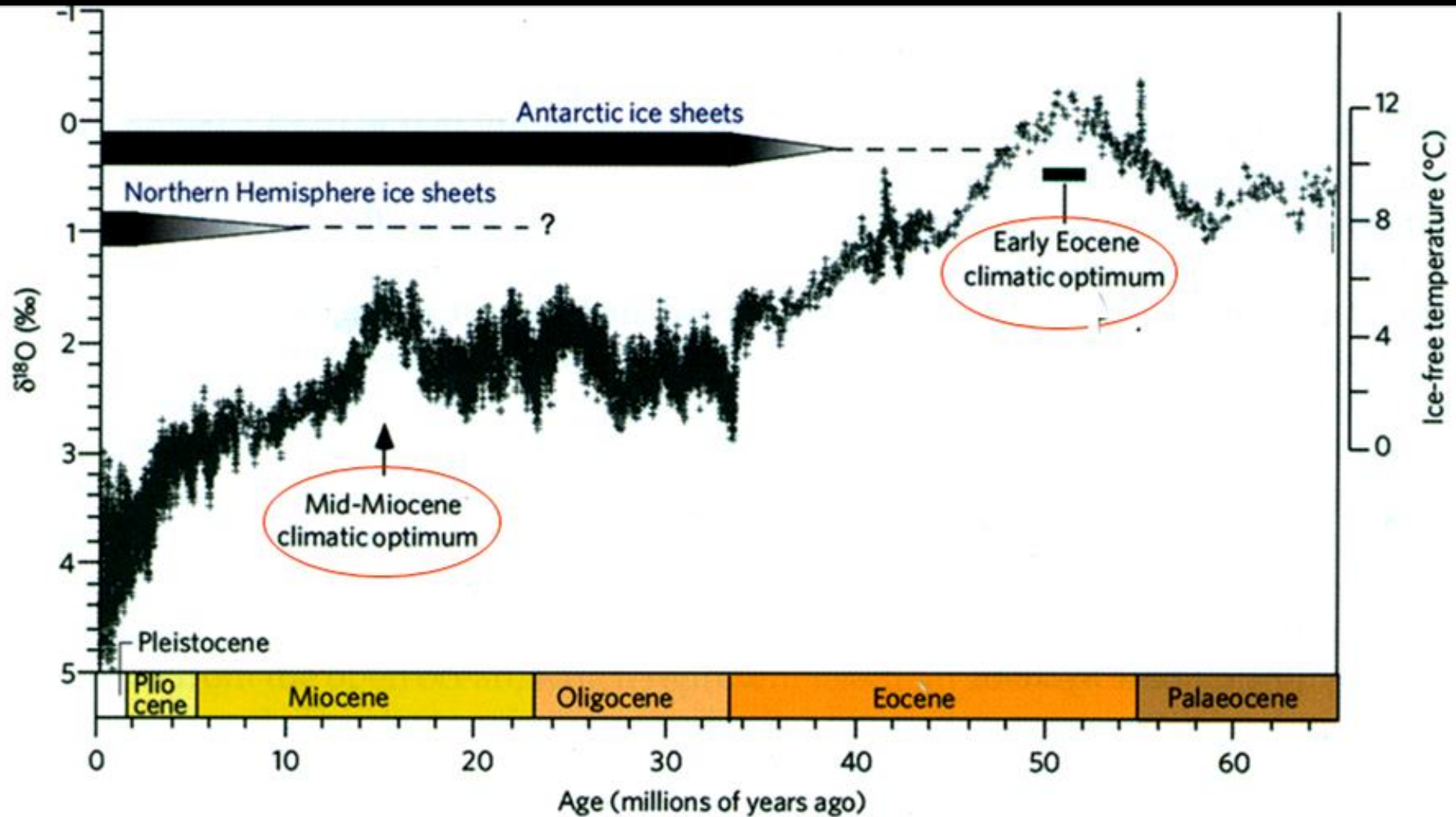
Rango : de 11 a 32 grados promedio

Historia de la temperatura en el Fanerozoico



Judd et al. 2024

CENOZOICO



Cuatro estadios climáticos en el Cenozoico basado en foraminíferos fósiles:

Cálido

Muy cálido

Frío

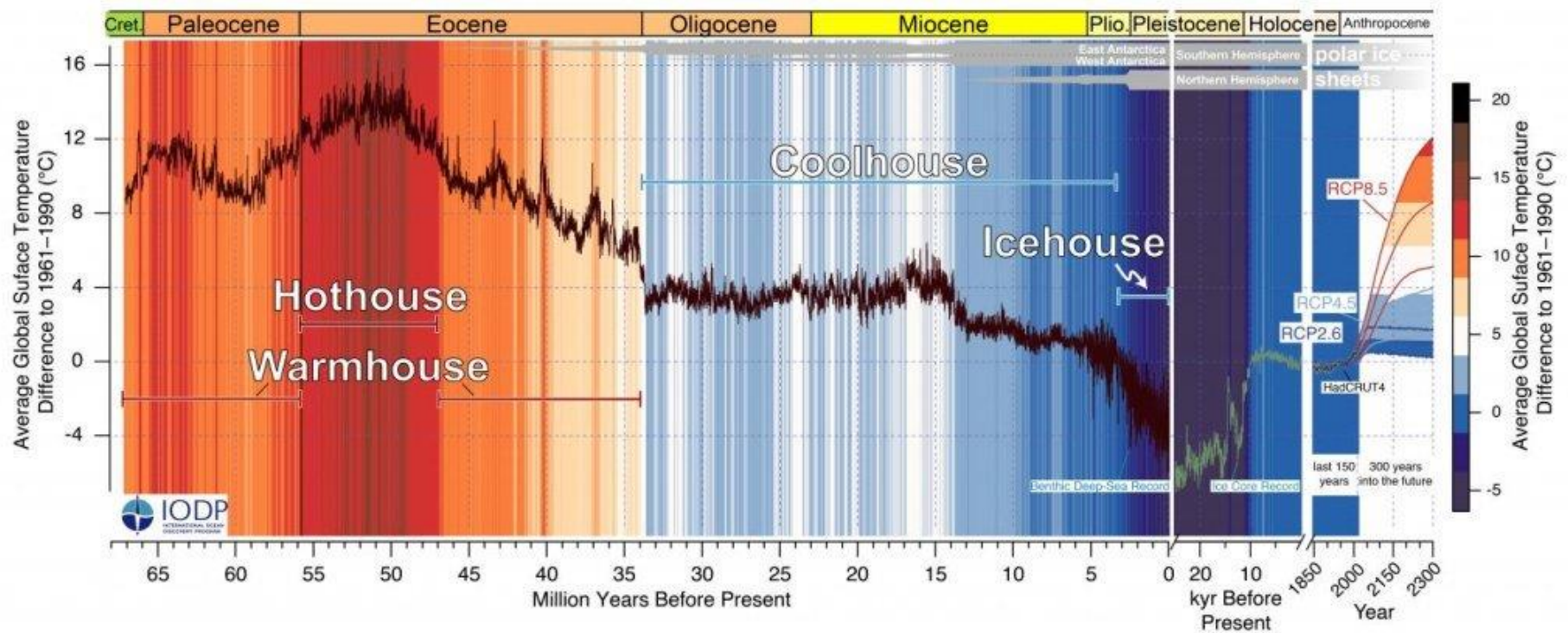
Muy frío

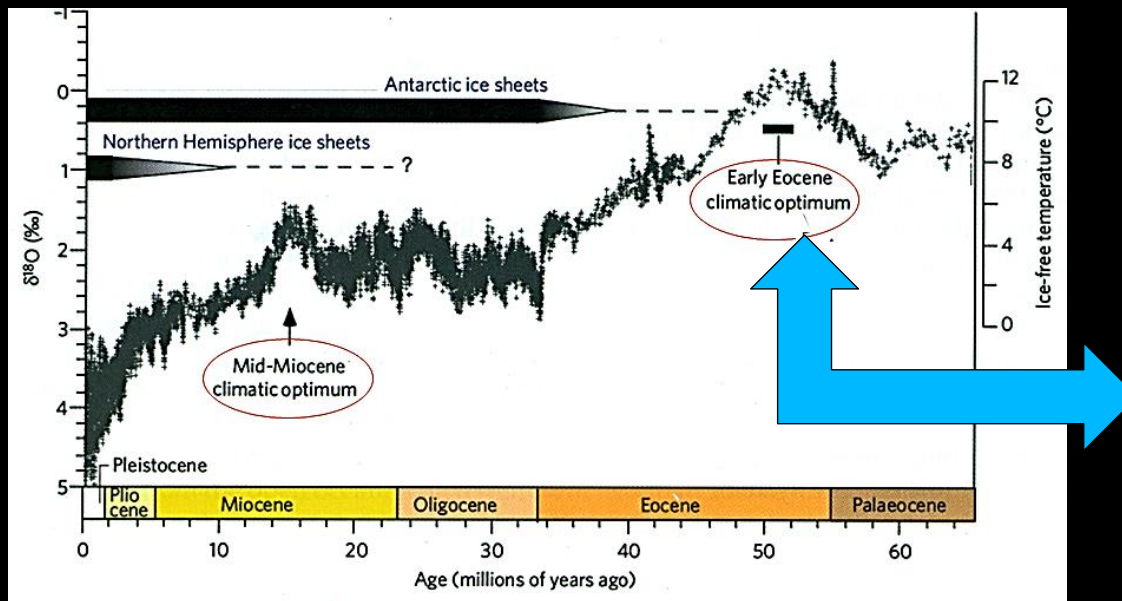
DOS FACTORES CONTROLARÍAN EL CLIMA:

.- variación de concentración de gases invernaderos : CO₂

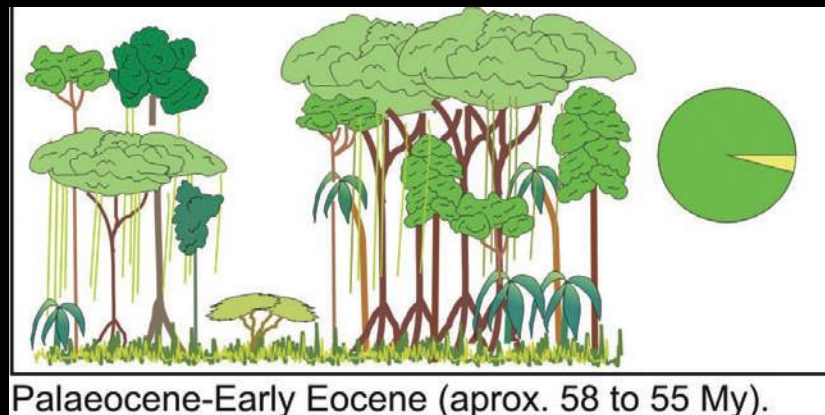
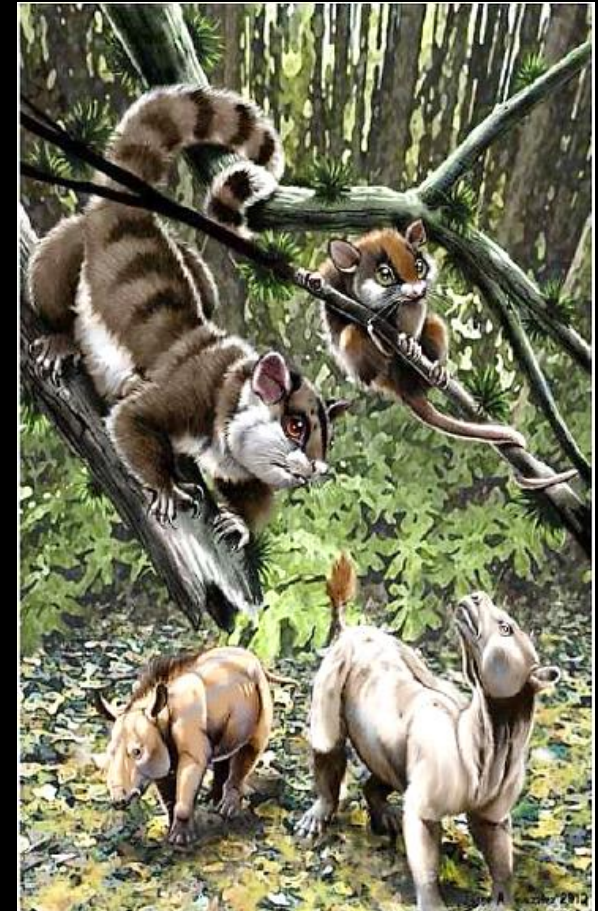
.-variación del volumen de casquetes de hielo

En respuesta a variación astronómica





FLORA Y FAUNA SA Y ANTÁRTIDA OESTE



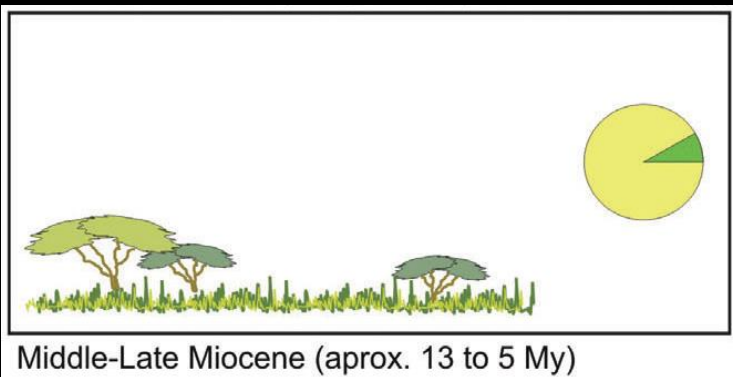
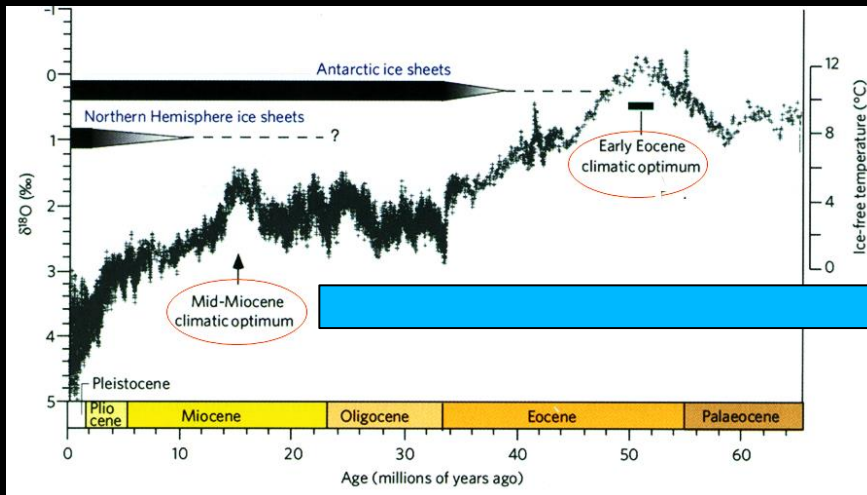
References:



Arid adapted taxa

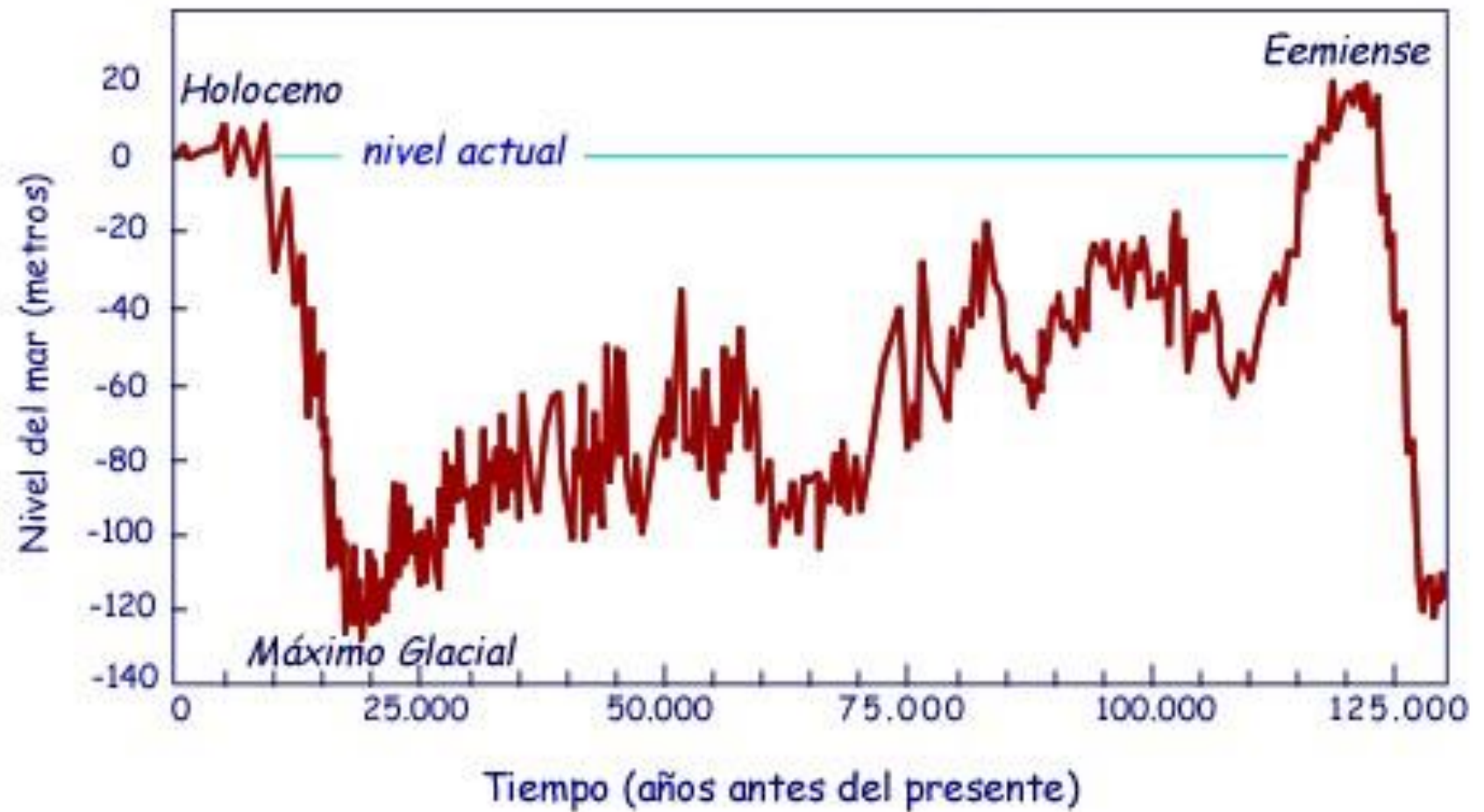


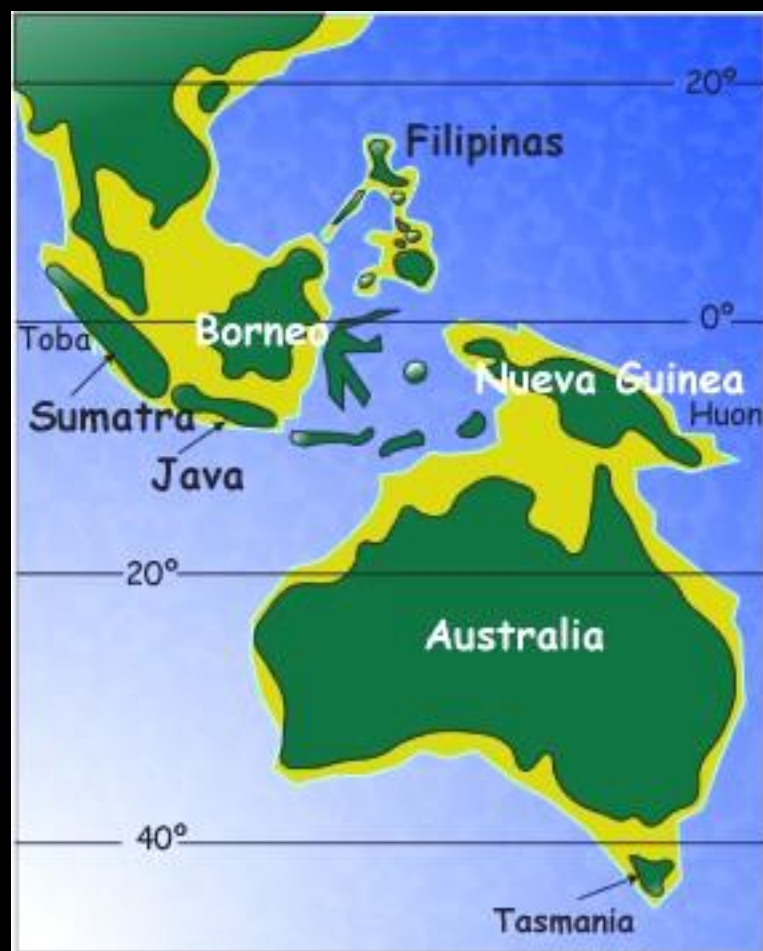
Forest taxa



References: Arid adapted taxa Forest taxa

NIVEL DEL MAR Y DESCENSO GLOBAL DE T°





Máximo Térmico Medieval (800 – 1200 ad)

Desaparición de Anasazi Colorado: sequías

