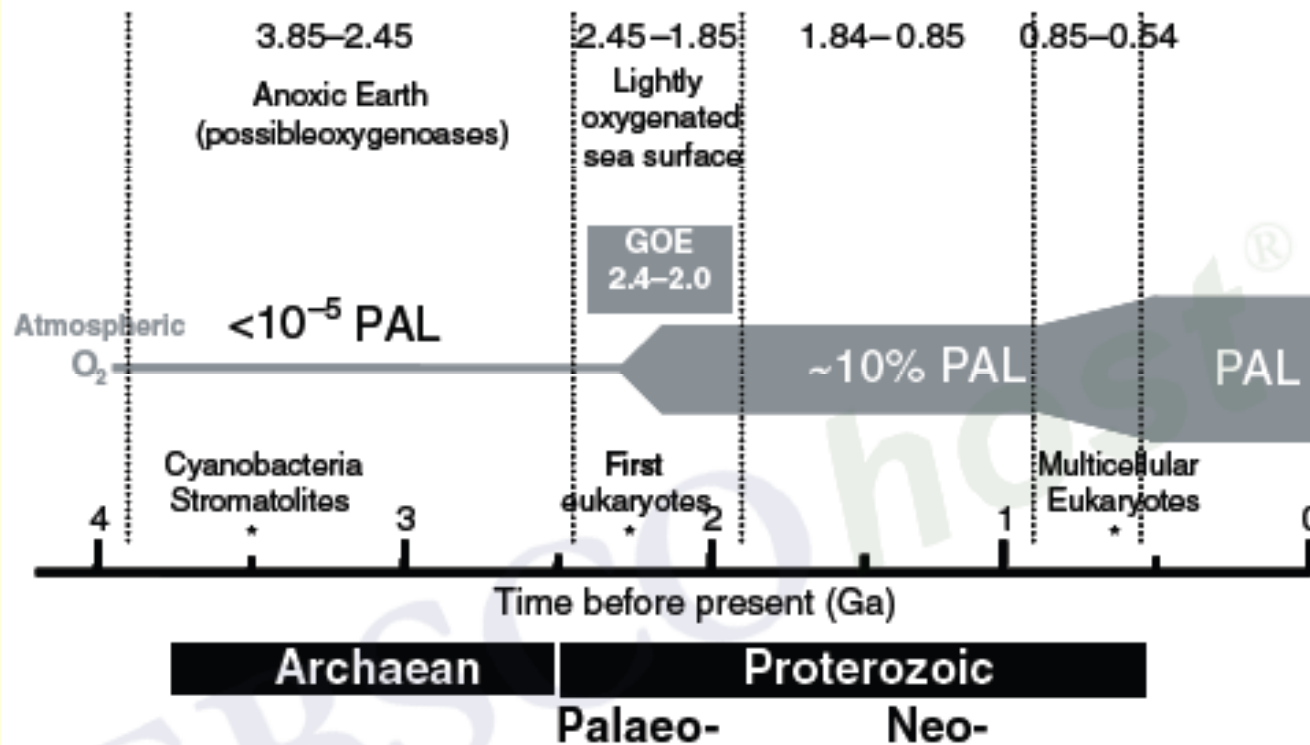


# ARQUEANO/PROTEROZOICO

## 2,500 ma

1. C fixation (isotope signatures)
2. Methanogenesis (isotope signatures)
3. Fe oxidation (BIF)
4. Anoxygenic photosynthesis
5. Denitrification
6. Sulphur reduction (isotope signatures)
7. N fixation
8. Oxygenic photosynthesis
9. Oxygen respiration



# ARQUEANO/PROTEROZOICO

## 2,500 ma

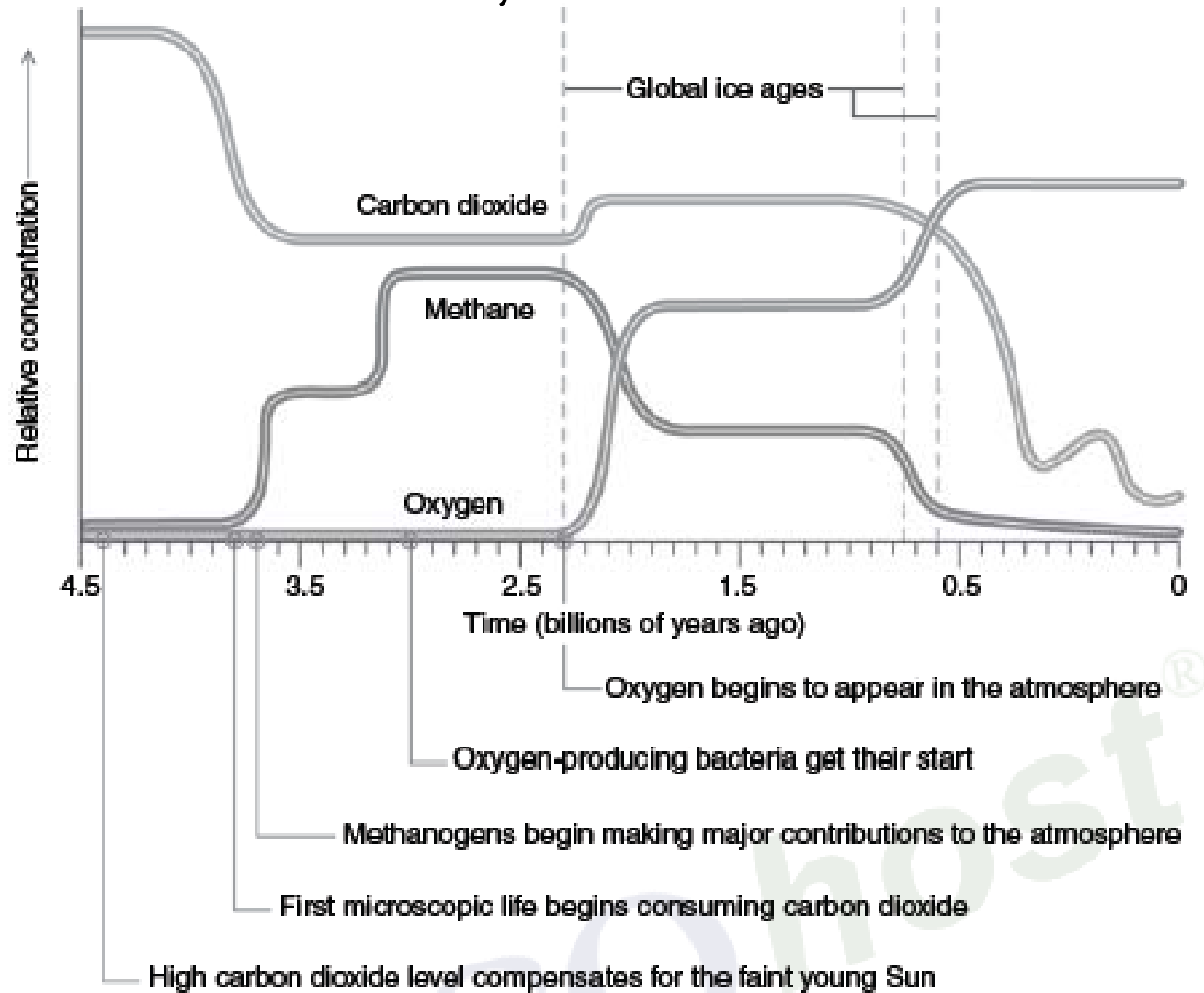
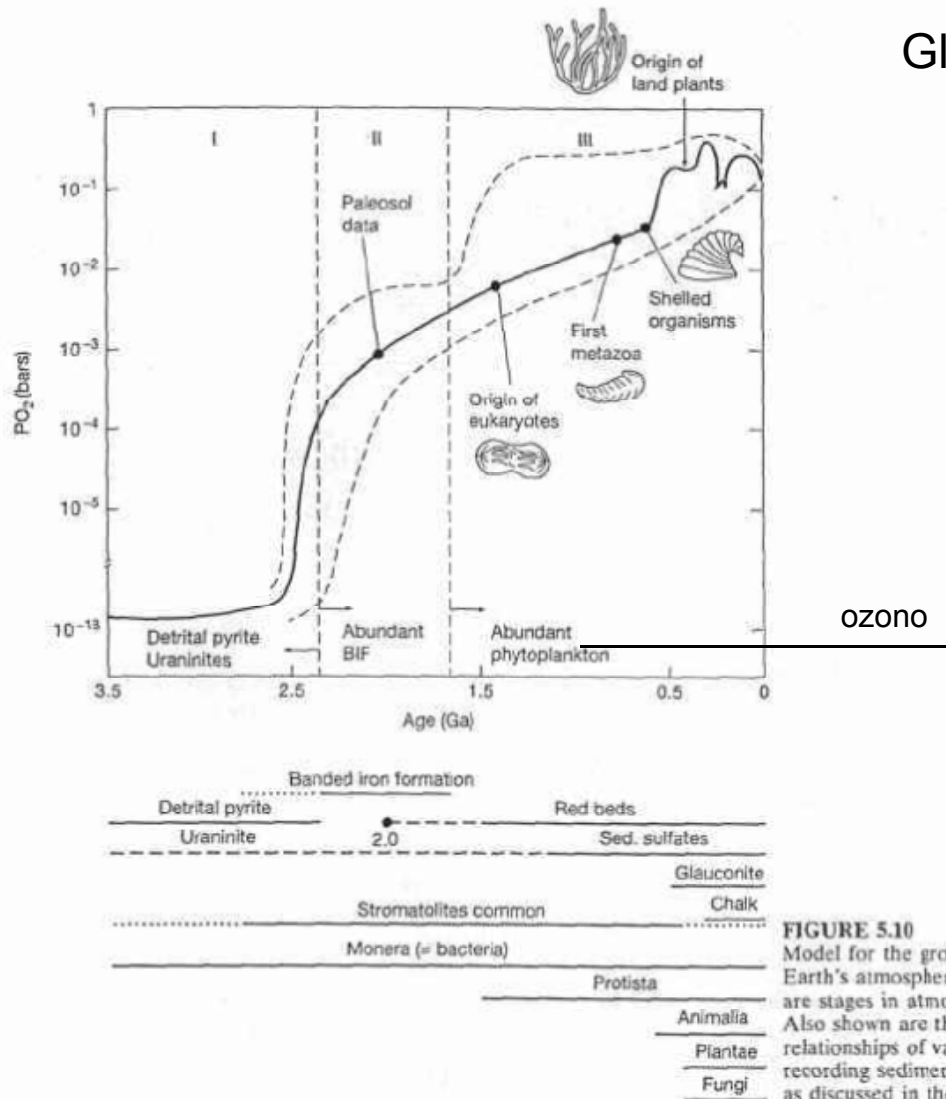


Figure 12.3. Temporal evolution of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and O<sub>2</sub>; adapted From Kasting (2004) and Anbar and Knoll (2002).

# PROTEROZOICO

## 2,500- 540 ma

Glaciación 2,900 ma – solo Sudáfrica



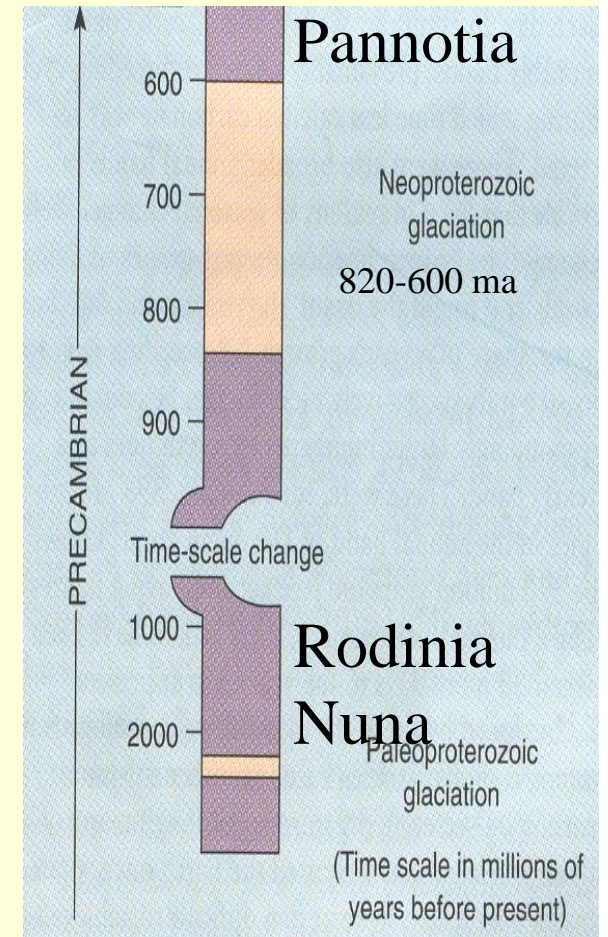
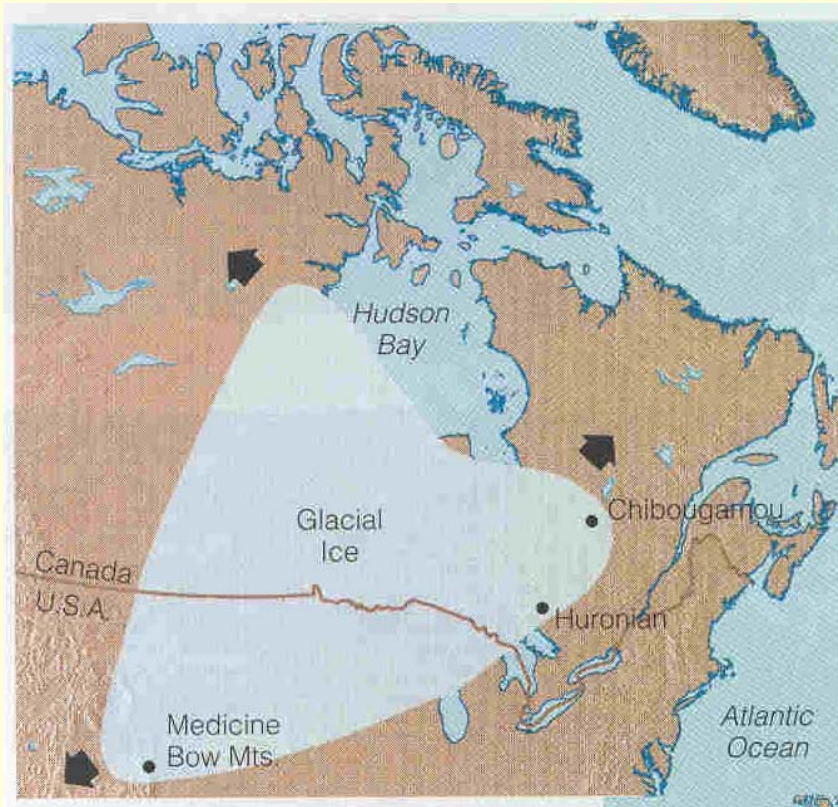
Glaciación Huroniana (2400 – 2200 ma), justo cuando el oxígeno aumenta, fotosíntesis más intensa hace que  $\text{CO}_2$  se capture en biomasa y oxida el  $\text{CH}_4$ , además oxígeno libre debió poner en crisis a bacterias metanogénicas que son anaerobias reduciendo el metano en atmósfera.

**FIGURE 5.10**  
Model for the growth of oxygen in Earth's atmosphere. I, II, and III are stages in atmosphere evolution. Also shown are the time relationships of various oxygen-recording sediments and organisms as discussed in the text.

# PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

- Glaciación Huroniana o paleoproterozoica ca. 2,400 ma



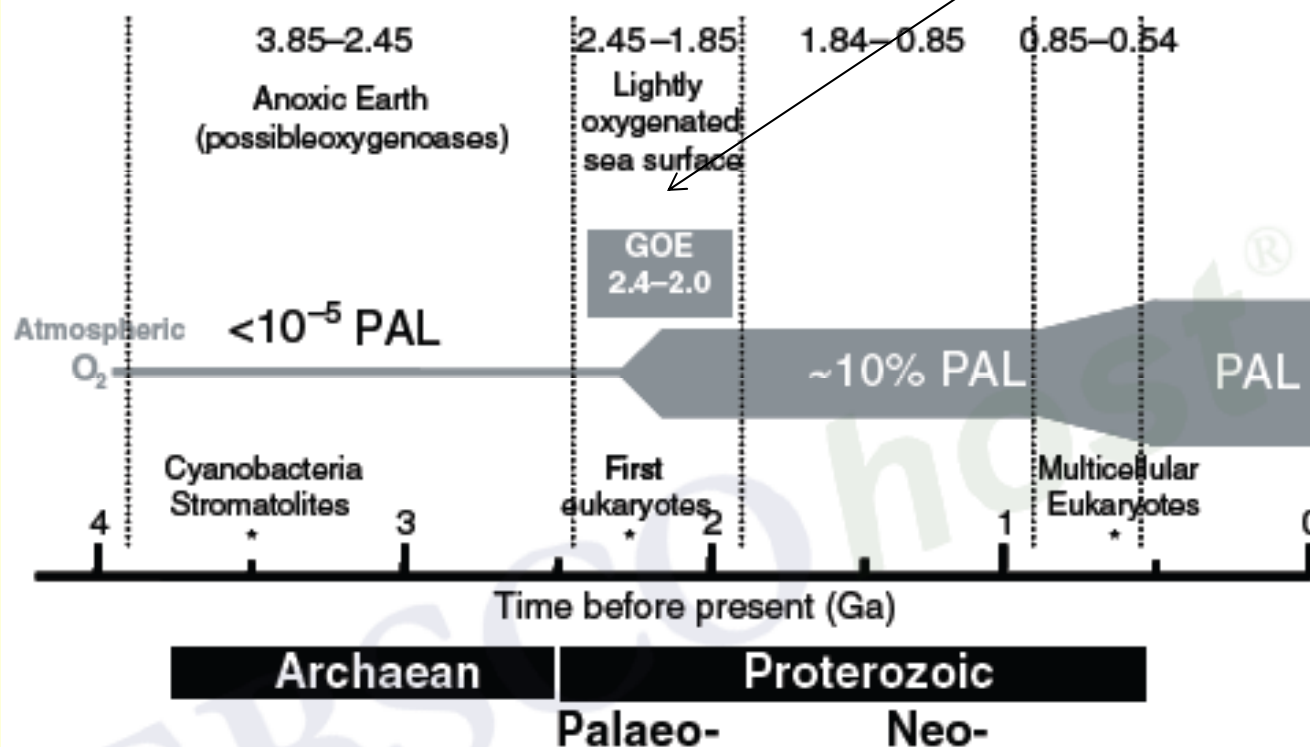
- Snowball events?

# PROTEROZOICO

## 2,500 – 540 ma

1. C fixation (isotope signatures)
2. Methanogenesis (isotope signatures)
3. Fe oxidation (BIF)
4. Anoxygenic photosynthesis
5. Denitrification
6. Sulphur reduction (isotope signatures)
7. N fixation
8. Oxygenic photosynthesis
9. Oxygen respiration

**Evento de oxigenación global**  
**2,400 a 2,000 ma**



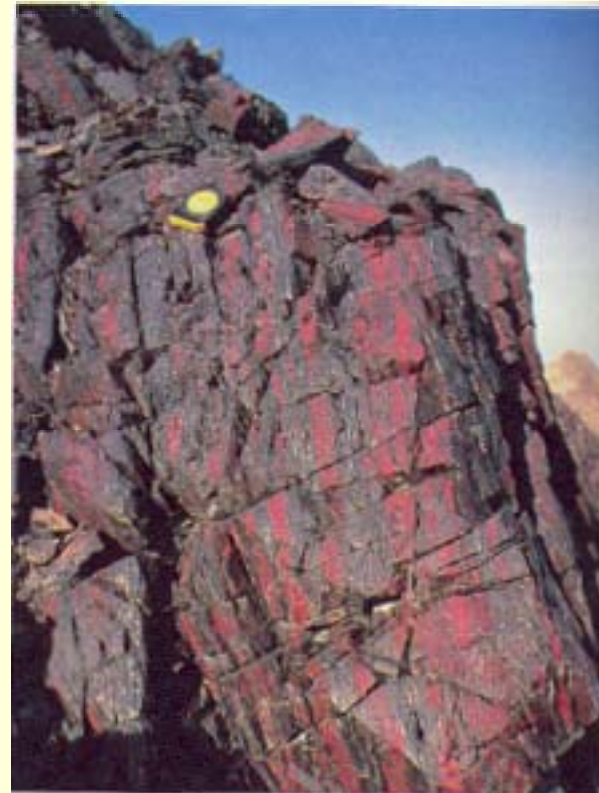
# PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

- Formaciones de Fe bandeado ( $\text{FeO}_3$ ) máximo entre 2,000 a 1,800 ma.



**Figure 12-8** A weakly metamorphosed banded iron formation, about 2 billion years old, in northern Michigan.



# PROTEROZOICO

## 2,500 ma

Continentes 60% área actual, estables, tectónica de placas “normal”  
Formaciones de hierro bandeado y estromatolitos muy abundantes (max. 1,200 ma)

Lechos rojos abundantes < 2,400 a 1,500 ma. rocas cementadas con óxidos de Fe.

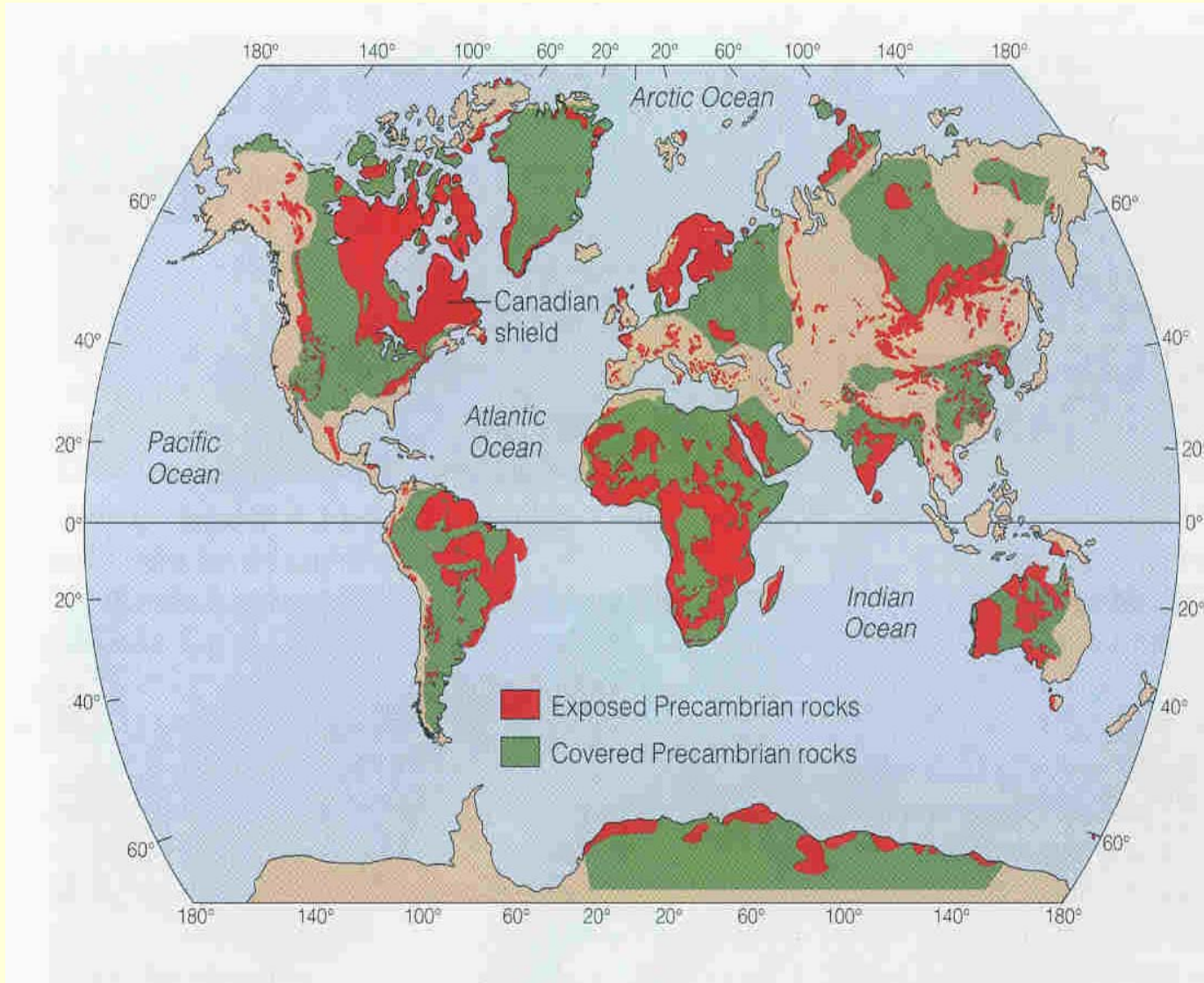
Depósitos de carbonatos y sulfatos (yesos) en mares someros (plataformas), márgenes pasivas. Ambientes de plataforma, ciclo del intemperismo de los silicatos establecido.

Ya casi no hay uranita después de 2,300 ma. Ni pirita en suelos después de 2,000 ma. Abundan Lateritas 2,300 ma

El gran evento oxidativo: 2,400 ma llevó a la atmosfera aun ~ 2% de contenido de O<sub>2</sub>

# PROTEROZOICO

## 2,500- 540 ma





# Estromatolitos



# Estromatolitos



# PROTEROZOICO

2,500-540 ma

- Dominan arrecifes de estromatolitos
- ca. 2,000 ma: O<sub>2</sub> atm. llega a nivel actual  
Innovación: respiración  $2+34=36\text{ATP}$
- Eucariontes ca. 2,000 ma. ( $> 50\mu\text{m}$ )

Sagan 1967 Origin of Mitosing Cells, *Journal of Theoretical Biology* 14(3):225-274

Tras 15 veces de haber sido rechazado!!

Teoría de la endosimbiosis para cloroplastos, mitocondrias y flagelos.



# PROTEROZOICO

## 2,500-540 ma

- Eucariontes ca. 2,000 ma.

Tamaño (> 50µm)

Membranas como Aparato de Golgi y retículo endoplásmico (liso y rugoso).

Núcleo, histonas, cromosomas, mitosis.

RECOMBINACIÓN GENÉTICA =

REPRODUCCION SEXUAL

mRNA – splicing (reducción exones)

Afinidades genéticas por Archaea . . . .

Mitocondrias: doble membrana, DNA circular sin histonas,  
mRNA tipo bacteriano

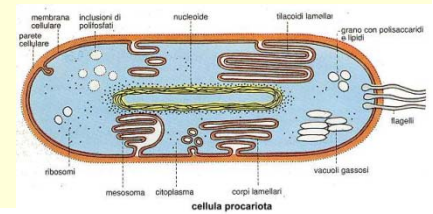
Cloroplastos: doble membrana (y hasta 4),  
DNA circular sin histonas, mRNA tipo bacteriano

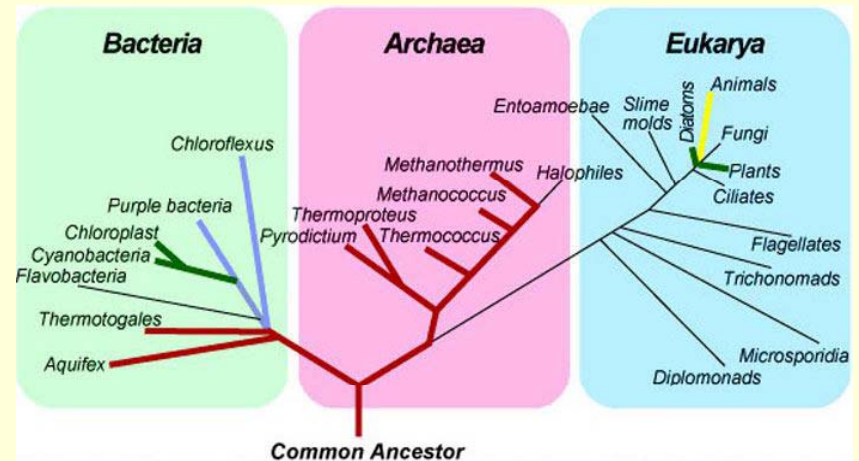
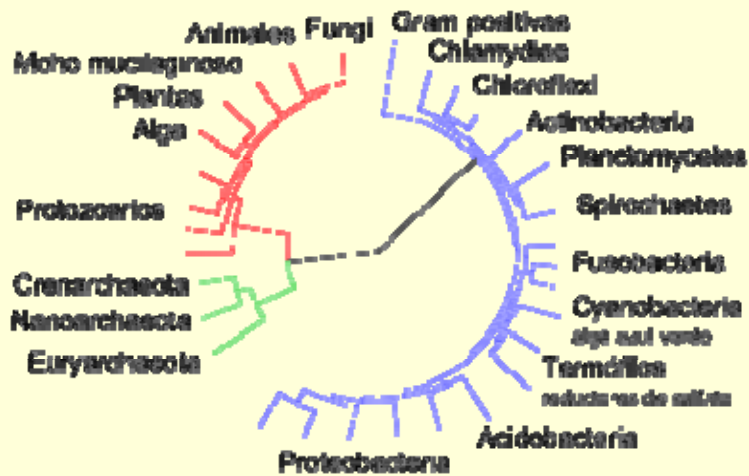
Mitocondrias ->  $\alpha$ -proteobacteria

Cloroplastos -> Cyanobacteria

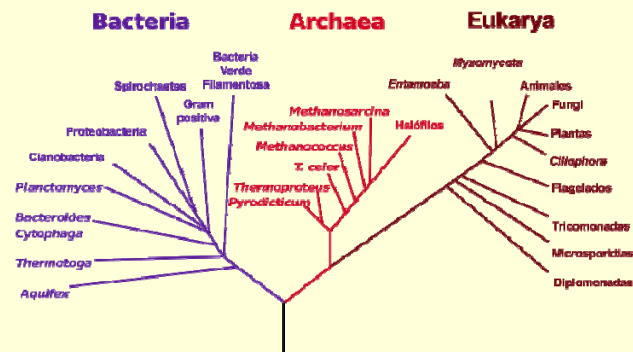
Núcleo -> Archaea ? Origen núcleo?

Archaea o protoarchaeae que fagocita una bacteria ??





### Árbol Filogenético de la Vida



# PROTEROZOICO

2,500-540 ma

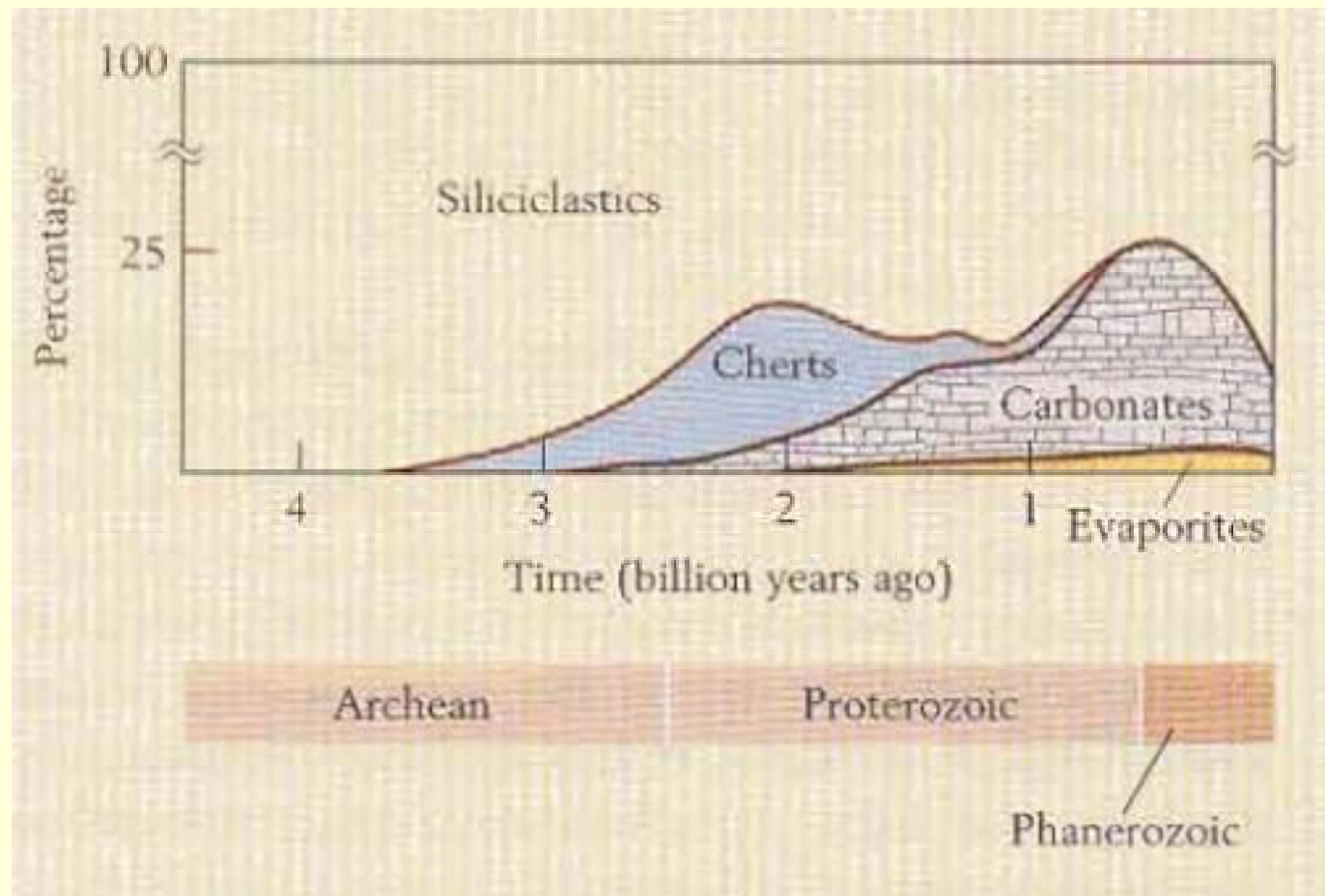
- Dominan arrecifes de estromatolitos
- ca. 2,000 ma: O<sub>2</sub> atm. llega a nivel actual Innovación: respiración 2+34=36ATP
- Eucariontes ca. 2,000
- Fósiles eucariontes mas antiguos: 1,800 ma
- Algas verdes 1,750 ma.  
Acritarcas 1,500-675 ma.  
Algas pluricelulares 1,200 ma  
Protozoarios 800 ma.  
Animales pluricelulares?  
Reloj molecular indica 900-700 ma  
Ediacara 600 ma



# PROTEROZOICO

2,500 - 540 ma

Abundantes rocas calizas de plataforma, ciclo de intemperismo de silicatos bien establecido.



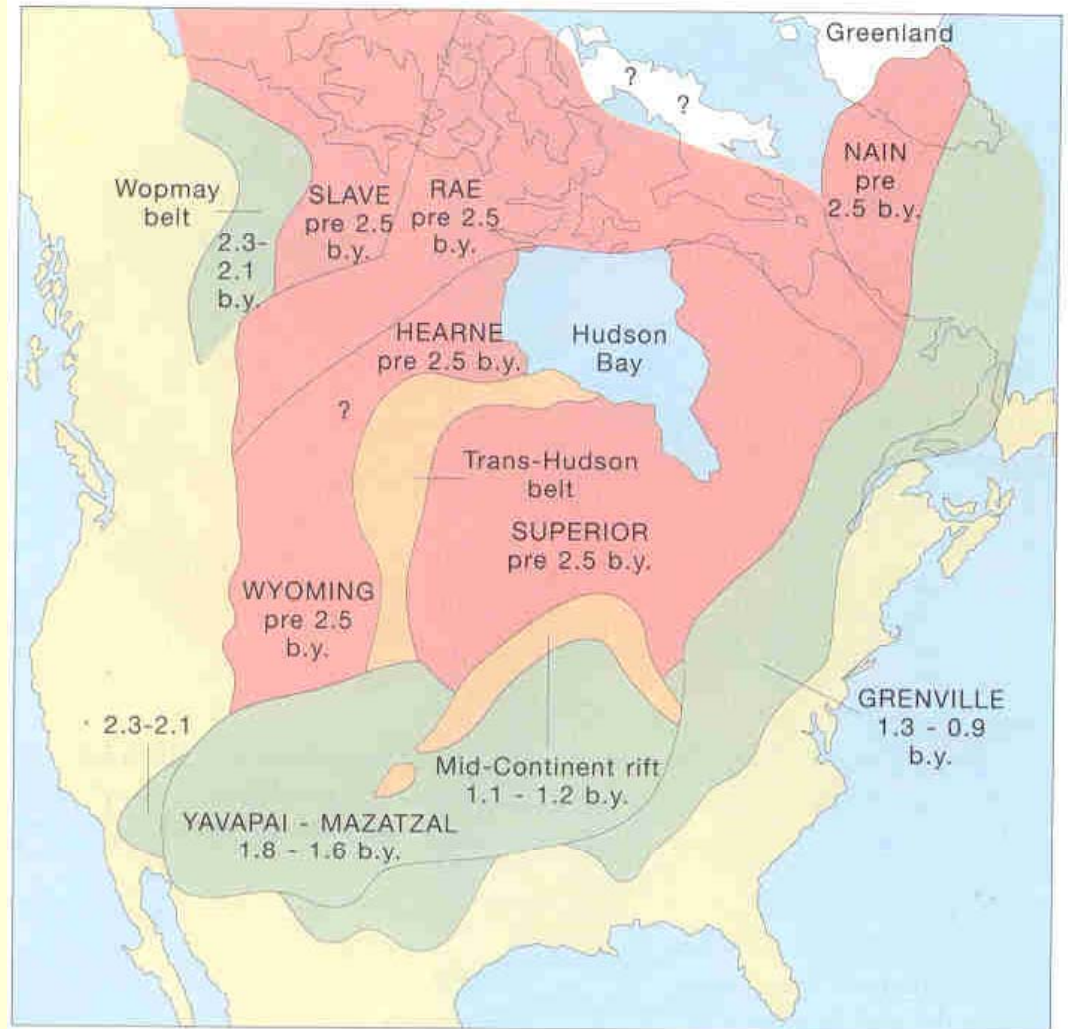
# PROTEROZOICO

2,500 - 540 ma

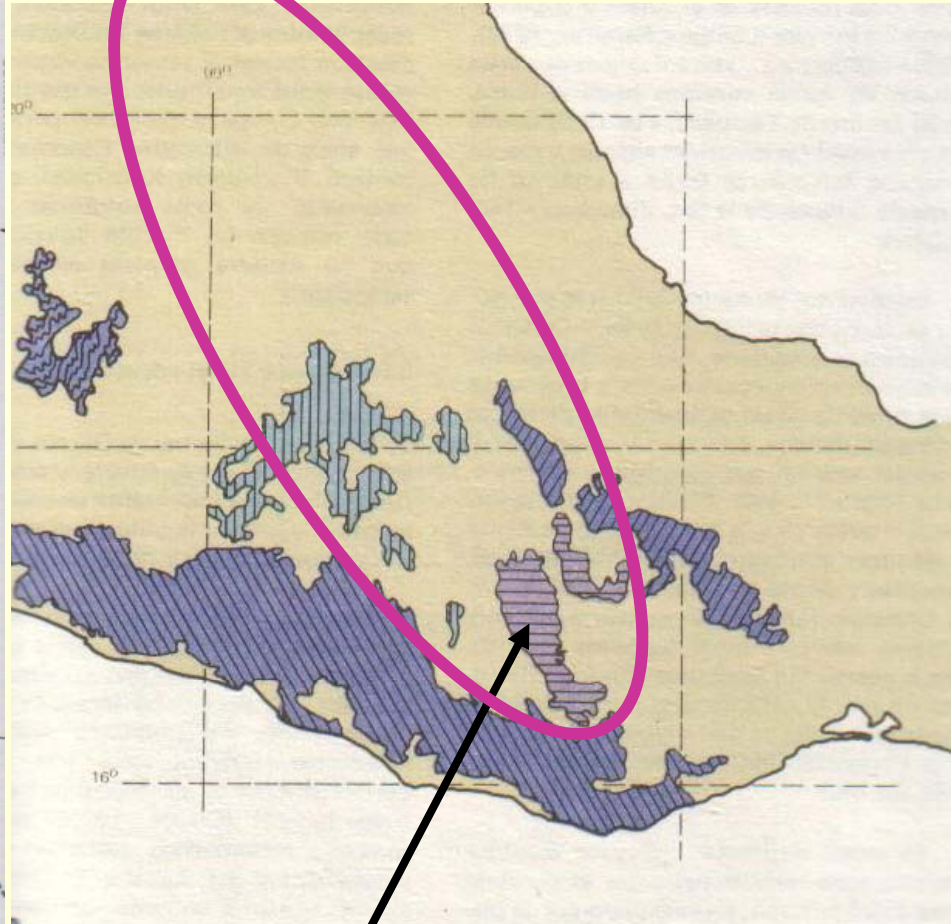
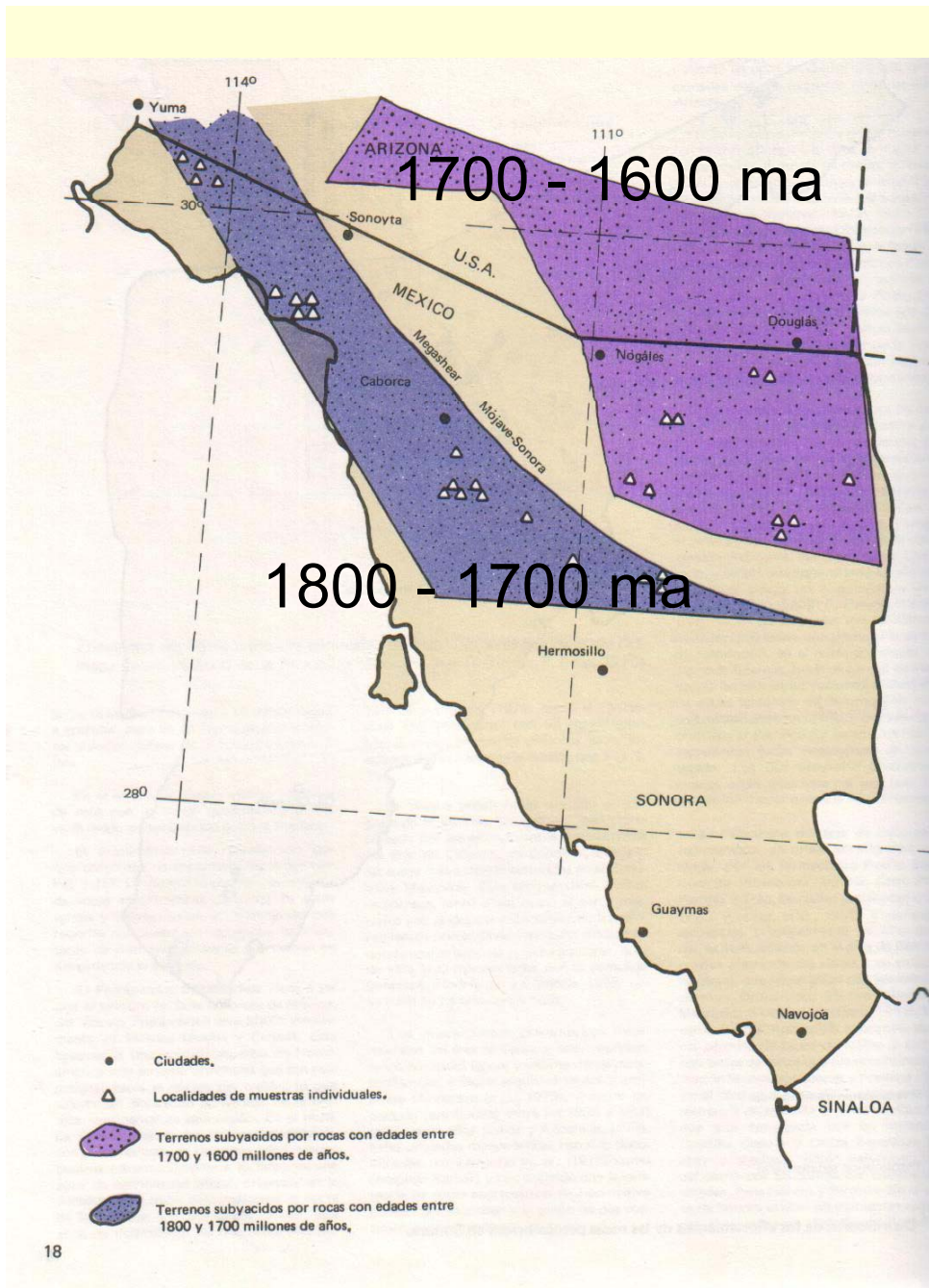
1,900-1,800 ma. supercontinente Nuna?, Siberia como núcleo. Orogenias Yavapai y Mazatal-Pecos (sur de USA-norte Mexico)

1,100 ma, supercontinente Rodinia, Laurentia como núcleo Orogenia Grenvilliana, sureste Canada, USA y norte México hasta Oaxaca

650 ma supercontinente Pannotia ? (Orogenia Panafricana)







Complejo Oaxaqueño

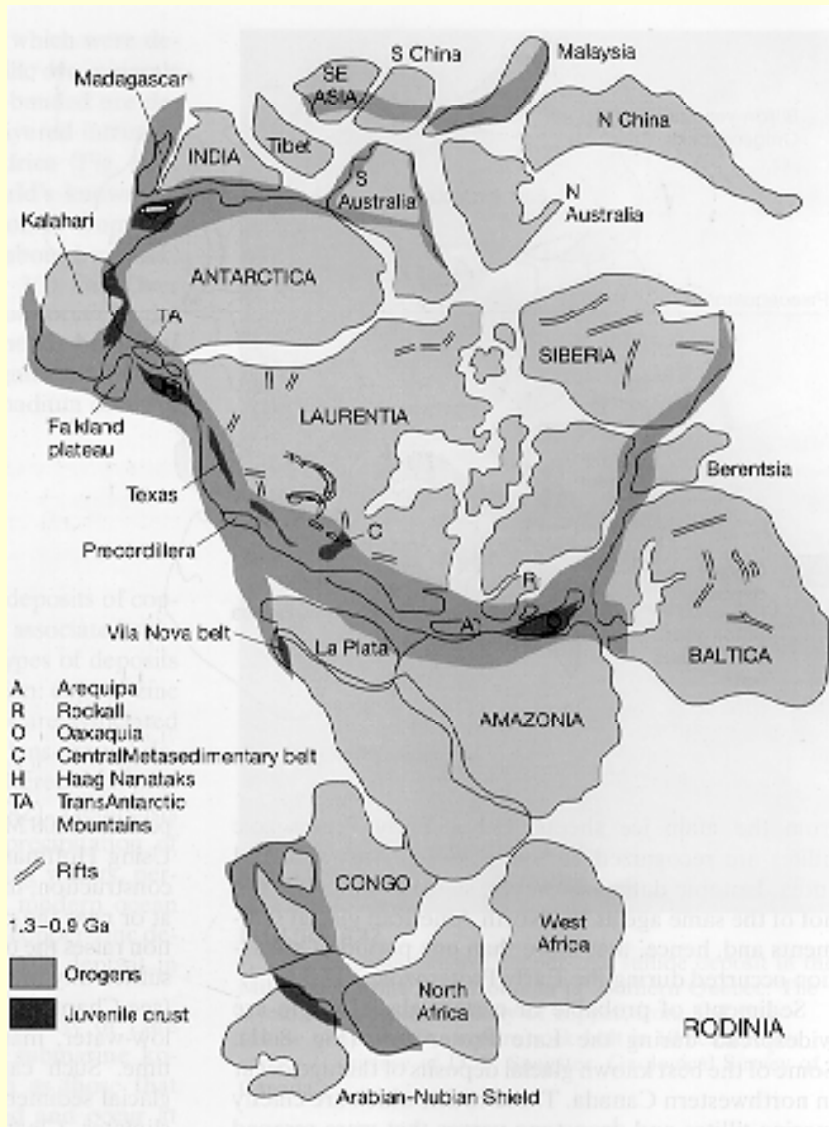
1100-980 Ma

Rodinia 1,100 ma



# PROTEROZOICO

## 2,500- 540 ma



1,100 ma, supercontinente  
Rodinia, Laurentia como núcleo  
Orogenia Grenvilliana

Se disgrega ca. 800 ma

- Glaciación Neoproterozoica  
800-600 ma:  
Casa de Hielo “Snowball”
- Fósiles de Ediacara  
ca. 630 ma.

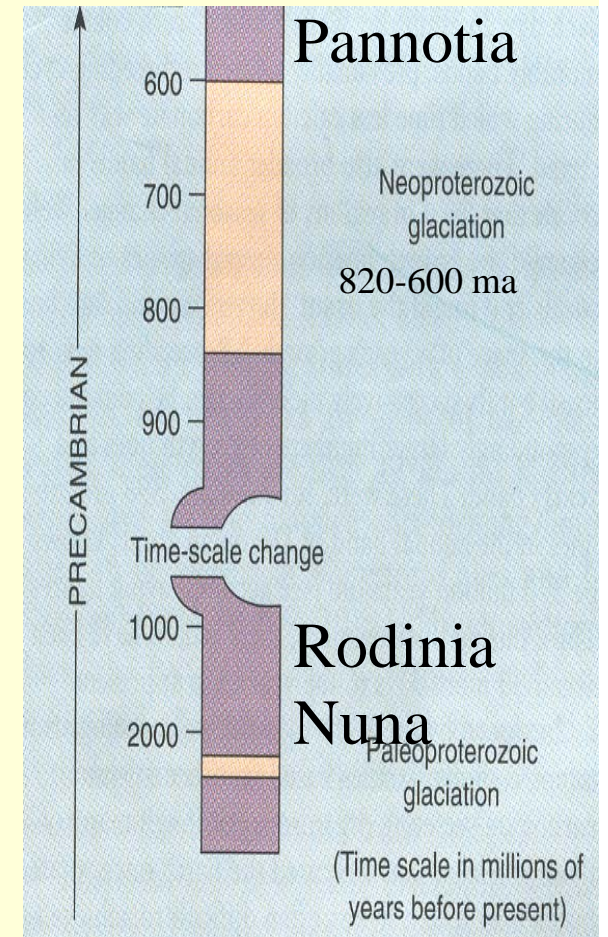
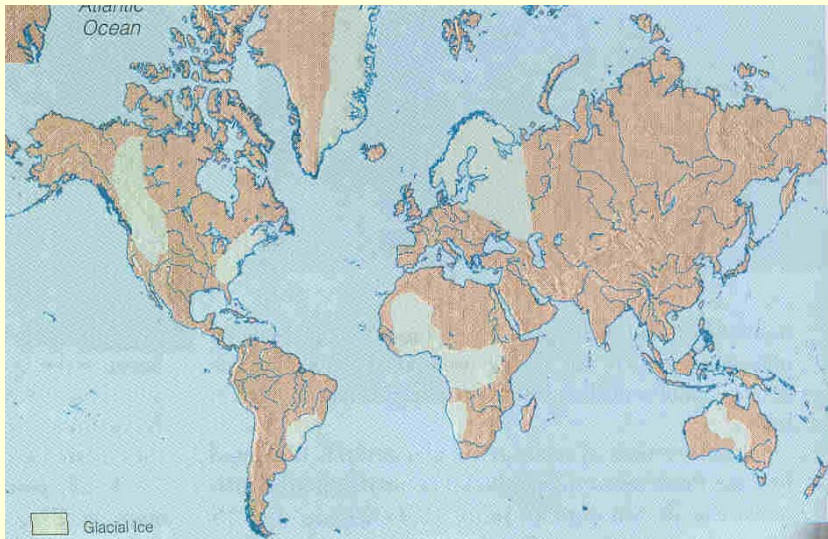
## Walker 2003 Ice Magic

1. Cuál es la idea principal que discute este artículo
2. Que significa "Snow Ball Earth" y cuándo ocurrió - explicar
3. Que es la fauna de Ediacara y cuando ocurrió- explicar
- ... 4. Que es la Explosión Cámbrica (Cambrian Explosion) y cuando ocurrió- explicar
5. Porque la existencia de algas pluricelulares que datan de 1,200 ma puede ser o puede no ser un problema para la teoría discutida en el artículo.
6. A que se refiere el término reloj molecular?
7. Que resultados relativos al reloj molecular se refieren en el artículo?
8. Que mecanismos se discuten para explicar el origen de los metazoarios?

# PROTEROZOICO

## 2,500- 540 ma

- Glaciación Neoproterozoica  
900-600 ma: Casa de Hielo  
“Snowball”



# PROTEROZOICO

## 2,500-540 ma

- Glaciación Neoproterozoica 800-600 ma: Casa de Hielo “Snowball”
- Sol 7% menos intenso todavía,
- Tres eventos: 715 (global), 635 (global), 550 (solo N.America)

Evidencias glaciares en latitudes y altitudes muy bajas  
 $\delta^{13}\text{C}$  indican alteración ciclo del C, inicio de fotosíntesis  
aumento biomasa y  $\text{O}_2$  (baja de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ ?)

Tilitas y diamictitas sobreyacidas por carbonatos

Slushball vs. snowball

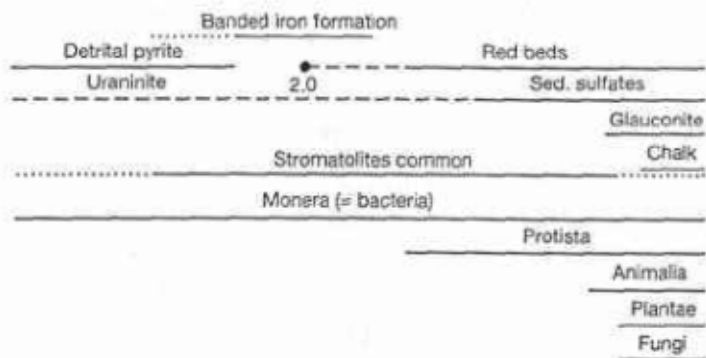
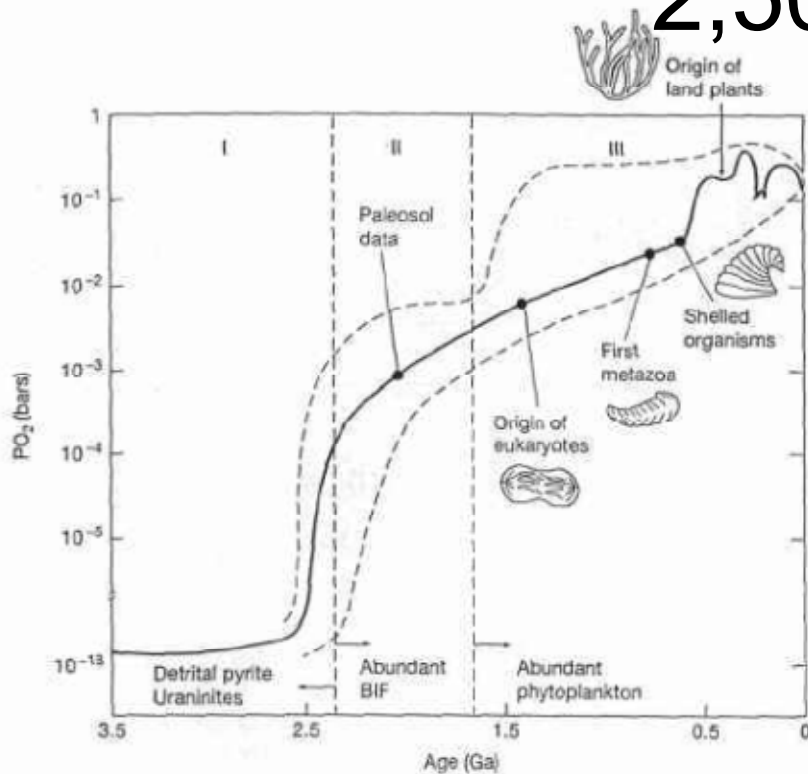
Retroalimentación albedo (aumento de 30 a 60 - 80%), el hielo se vuelve autosustentable. . .

Retroalimentación vulcanismo e intemperismo: el  $\text{CO}_2$  se acumula en atmósfera al continuar el vulcanismo pero reducirse el intemperismo químico por temperatura y por estar cubiertas las rocas con hielo.



# PROTEROZOICO

## 2,500-540 ma



**FIGURE 5.10**  
Model for the growth of oxygen in Earth's atmosphere. I, II, and III are stages in atmosphere evolution. Also shown are the time relationships of various oxygen-recording sediments and organisms as discussed in the text.

Origen de la pluricelularidad

- Algas ca. 1,200 ma?
- Animales 900 a 700 ma. al final del Snowball Earth?
- Selección y radiación en nuevos nichos por cambios climáticos frío-cálido.
- Niveles de oxígeno - colágeno

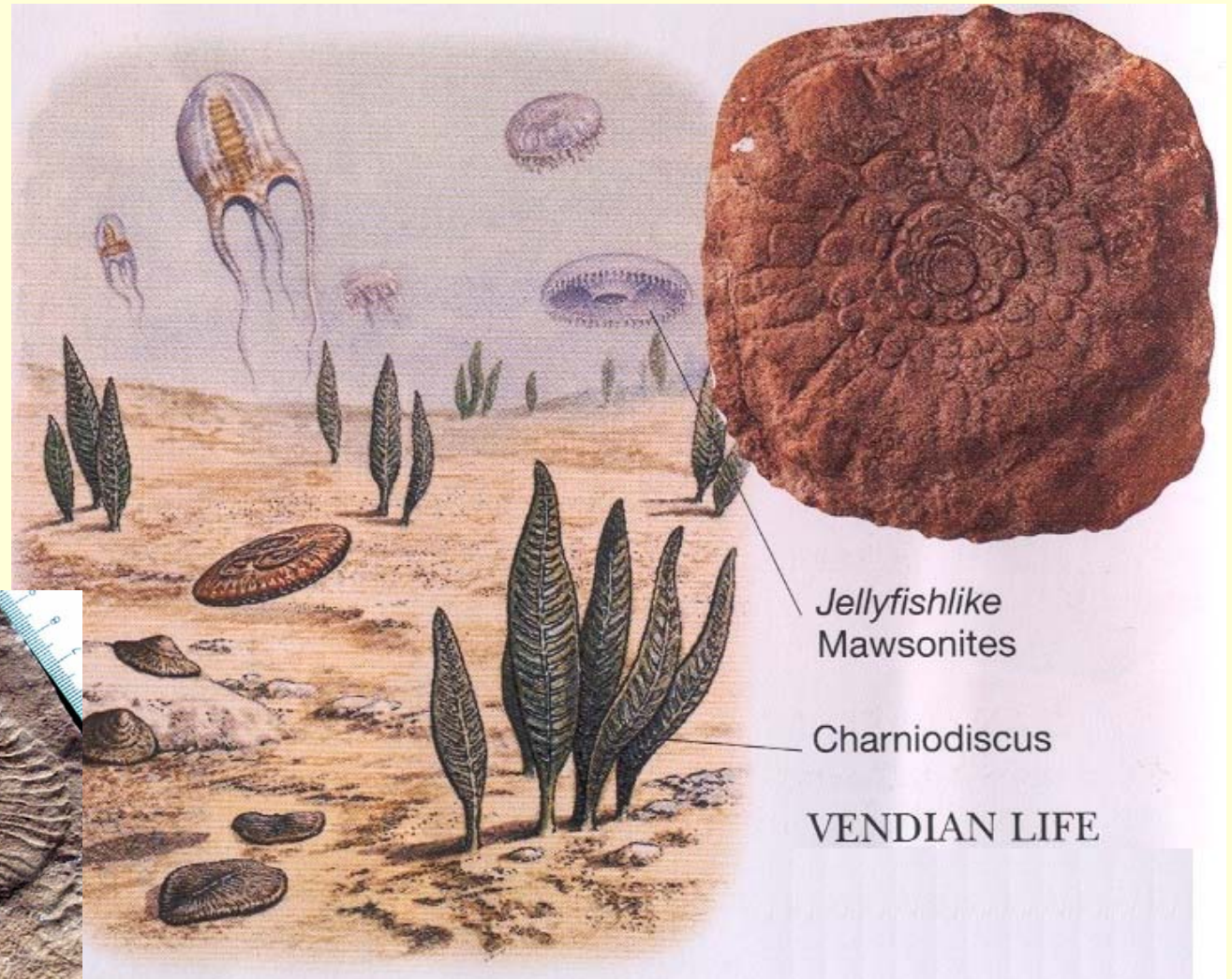
Fauna Vendiana, ca. 630 ma  
Formación Ediacara Hills (Australia)





# Fauna Vendiana, ca. 630 ma

## Formación Ediacara Hills (Australia)



*Dickinsonia*



Jellyfishlike  
Mawsonites

Charniodiscus

VENDIAN LIFE

# PROTEROZOICO / FANEROZOICO

## 540 ma

- Glaciación Neoproterozoica termina,
- La fauna de Ediacara presente en todo el mundo.
- Fauna de Ediacara se extingue hacia los 540 ma.
- Esta extinción marca el final del Proterozoico y el inicio del Fanerozoico.

