

Ciclo Biogeoquímico del Carbono

Dra. Margarita Caballero

Instituto de Geofísica, UNAM



Metabolismo

Autótrofo, sintetiza su biomasa a partir de C que viene del CO₂, y que obtiene energía de la luz (fototrofos).

Fotosíntesis anaerobia – no libera O₂ y usa otras fuentes alternativas de electrones como H₂S, etc. BACTERIA, ARCHAEA

Fotosíntesis aerobia – si libera O₂ ya que usa H₂O como fuente de electrones. CYANOBACTERIA Y EUKARIA (PLANTAS)

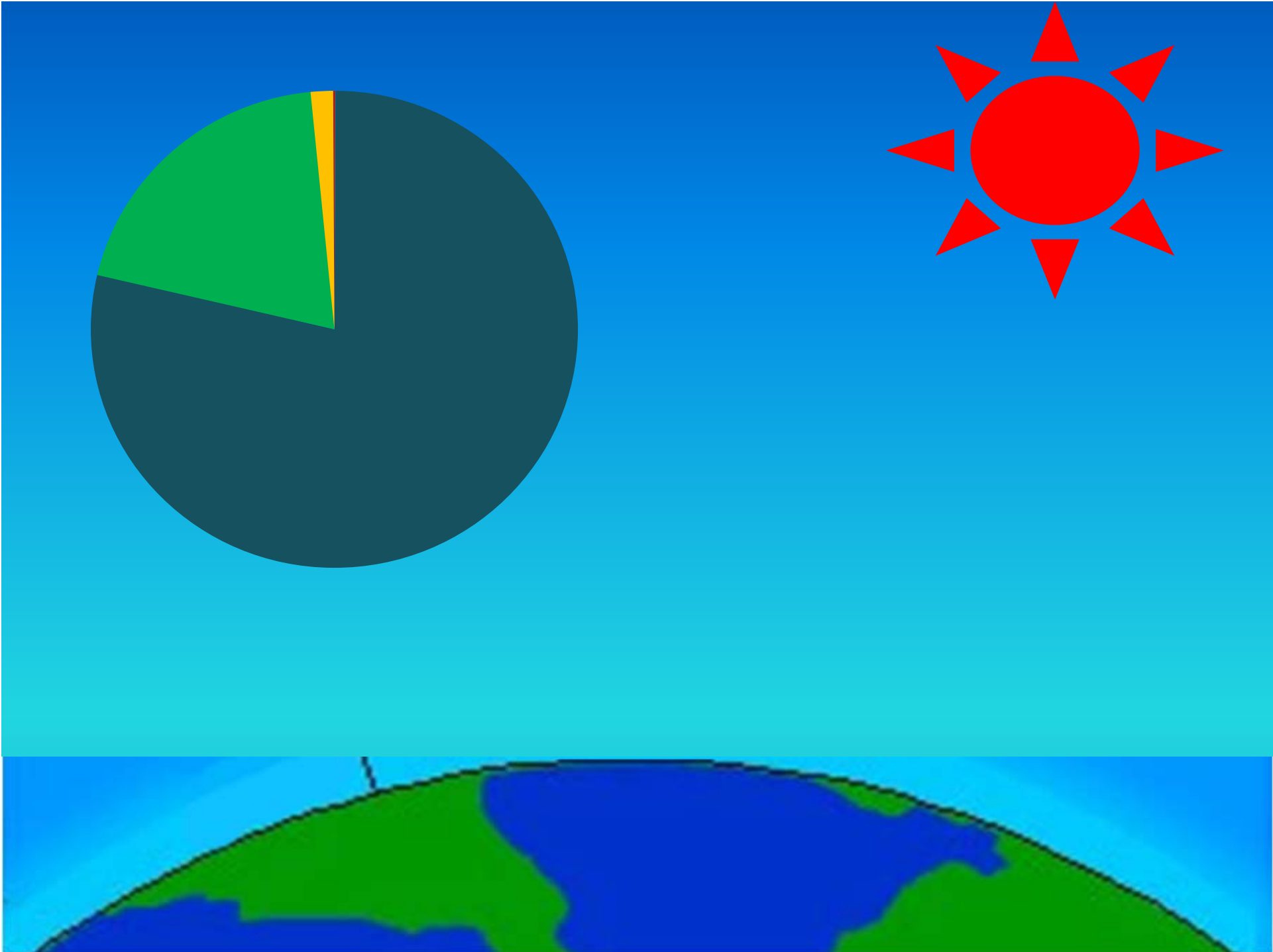
Hay otros tipos de metabolismos que realizan síntesis sin luz, usando sustancias químicas (inorgánicas = lithotrofos u orgánicas = organotrofos) como fuente de energía y ya sea CO₂ o sustancias orgánicas como fuente de C . . . ARCHAEA

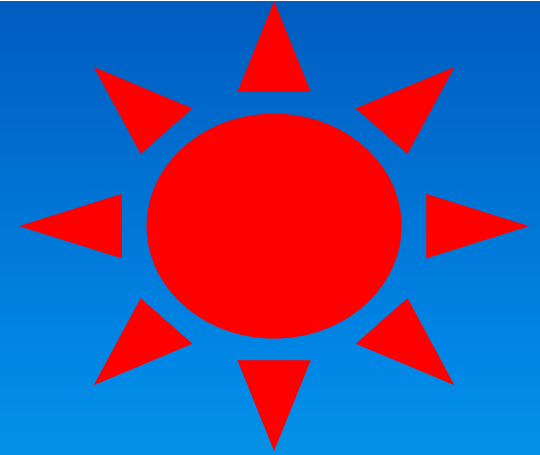
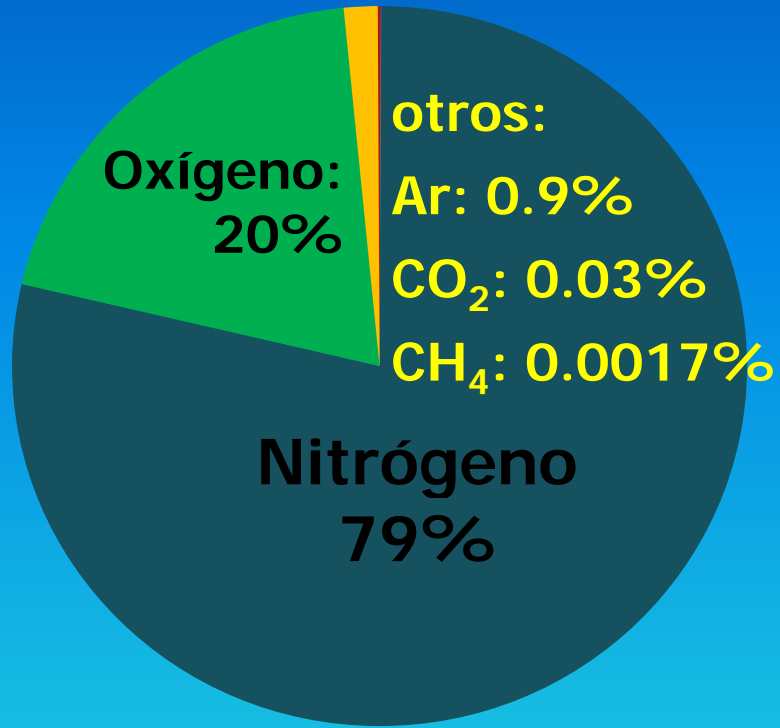
Heterótrofo, que sintetiza su biomasa a partir de C en moléculas orgánicas ya existentes.

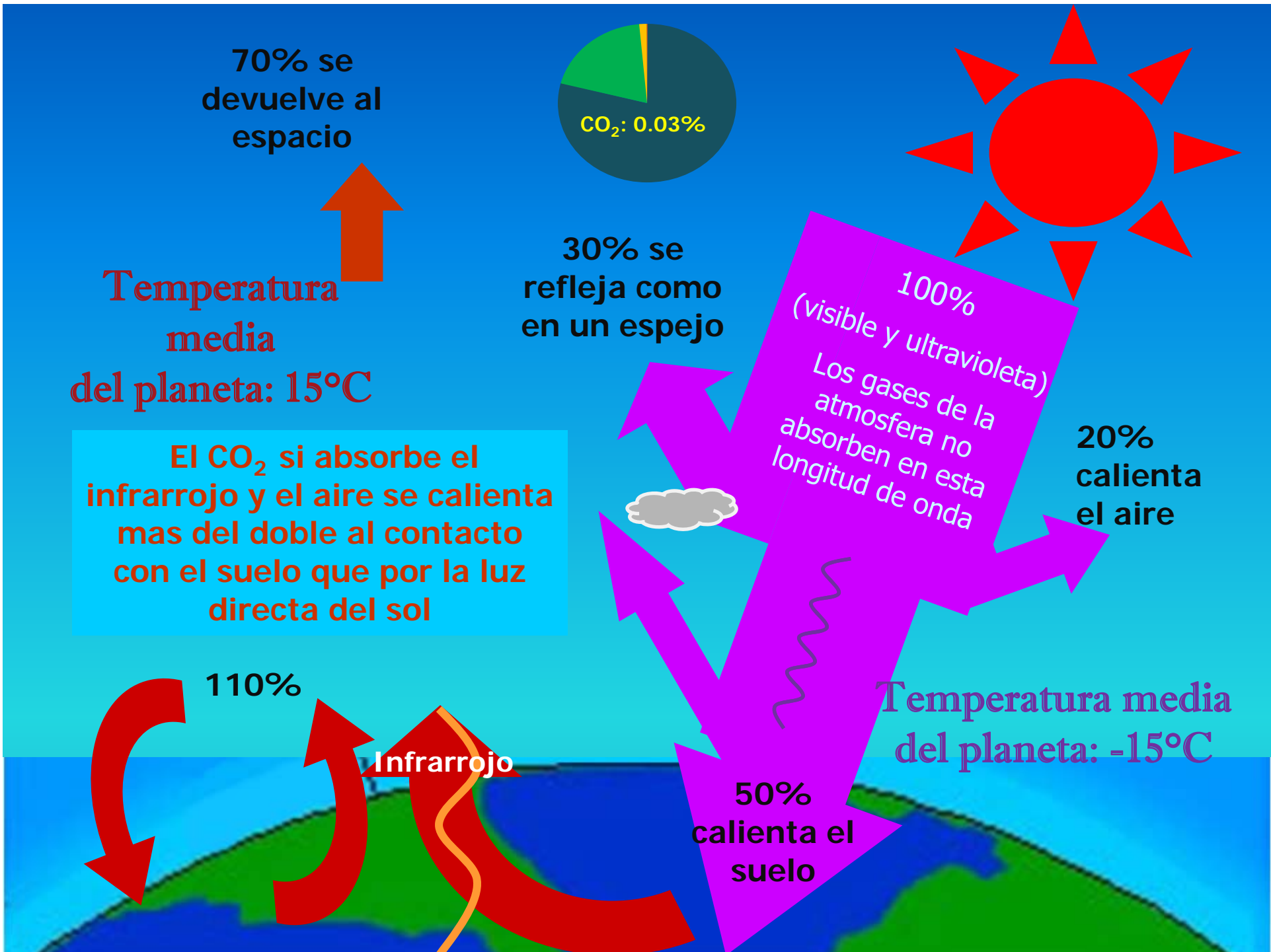
Glucólisis (2 ATP) - usa otras moléculas orgánicas o inorgánicas (nitrógeno, azufre) como receptores de electrones (anaerobio). BACTERIA, ARCHAEA

Respiración (36 ATP) – usa al oxígeno como receptor de electrones (aerobio), liberando CO₂ BACTERIA, ARCHAEA, EUKARIA (todos)

HAY MUCHOS TIPOS DE METABOLISMOS ENTRE BACTERIA Y ARCHAEA PERO SOLO DOS EN EUKARIA.

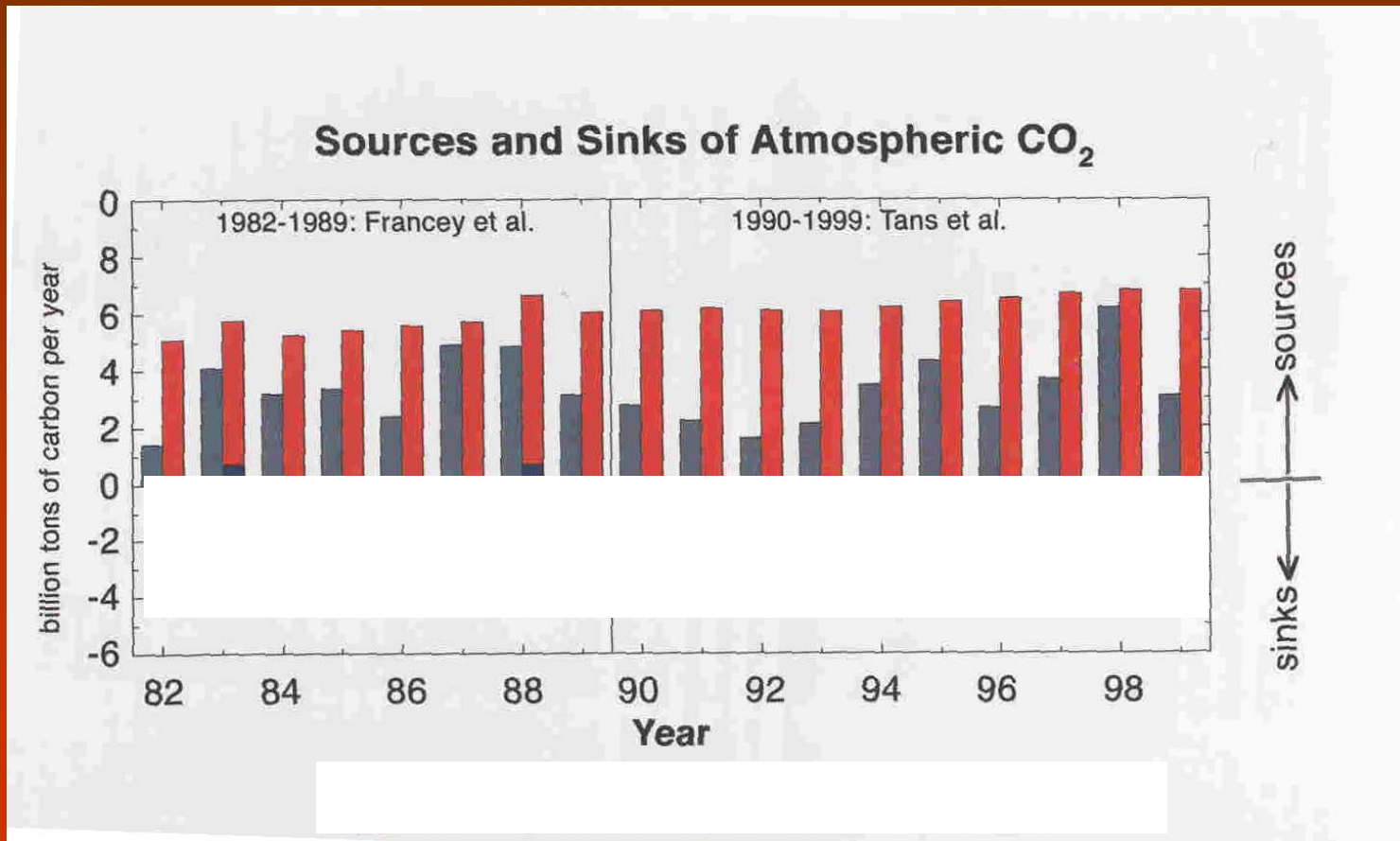






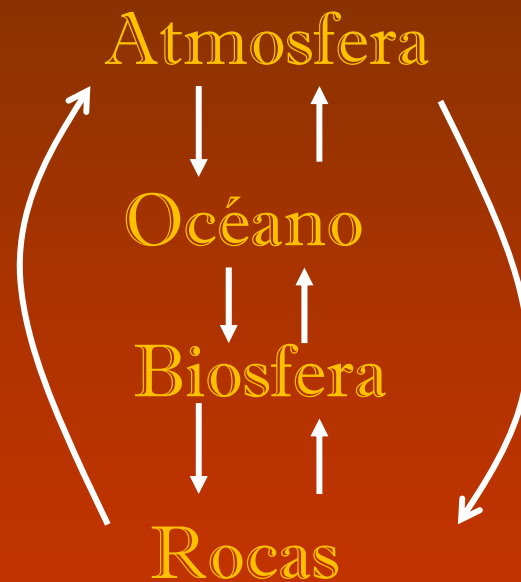
¿Que controla la cantidad de CO₂ en la atmosfera?

El Ciclo biogeoquímico del C



¿En donde esta el C en el planeta?

Depósitos, Reservoirs



(Re)Sumideros, Sinks

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

Océano

Biosfera

Rocas como combustibles fósiles

Rocas

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

CO₂ atmosfera hay 600 PgC

Océano

Biosfera

Rocas como combustibles fósiles

Rocas

Pg=10¹⁵g

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

CO₂ atmosfera hay 600 PgC

Océano

C disuelto en el mar (DIC)

39,000 PgC

Biosfera

Rocas como combustibles fósiles

Rocas

Pg=10¹⁵g

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

CO₂ atmosfera hay 600 PgC

Océano

C disuelto en el mar (DIC)

39,000 PgC

Biosfera

600 + 3,000 = 3,600 PgC
(biomasa terrestre+ suelo)

3 + 700 = 703 PgC
(biomasa marina y DOC)

Rocas como combustibles fósiles

Rocas

Pg=10¹⁵g

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

CO₂ atmosfera hay 600 PgC

Océano

C disuelto en el mar (DIC)

39,000 PgC

Biosfera

600 + 3,000 = 3,600 PgC
(biomasa terrestre+ suelo)

3 + 700 = 703 PgC
(biomasa marina y DOC)

Rocas como combustibles fósiles

1200 + 4800 = 6,000 PgC
(Carbón-Petróleo-gas+otros)

Rocas

C en rocas como carbonatos:
100,000,000 PgC

Pg=10¹⁵g

¿En donde esta el C en el planeta?

Atmosfera

CO₂ 600 PgC ← CH₄ 5 PgC

Océano

C disuelto en el mar (DIC)
39,000 PgC

Biosfera

600 + 3,000 = 3,600 PgC 3 + 700 = 703 PgC
(biomasa terrestre+ suelo) (biomasa marina y DOC)

Rocas como combustibles fósiles

1200 + 4800 = 6,000 PgC
(Carbón-Petróleo-gas+otros)

Rocas

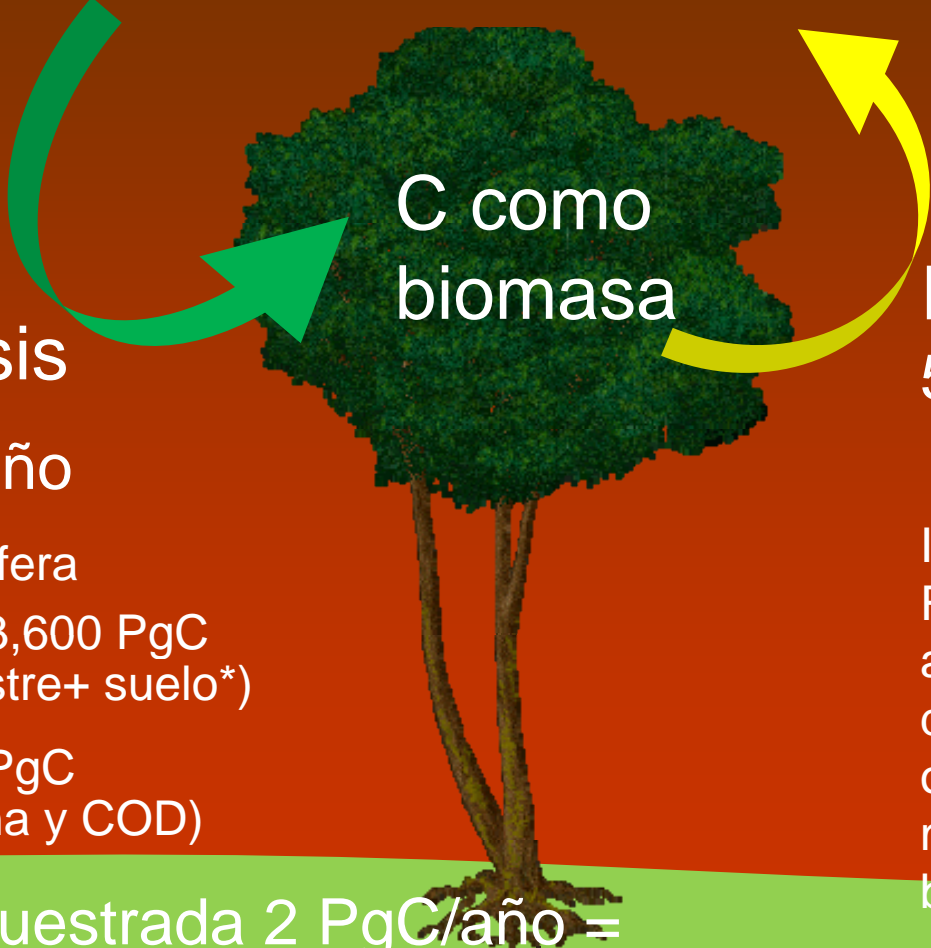
C en rocas como carbonatos:
100,000,000 PgC

Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: biosfera-atmosfera

CO₂ En atmosfera hay 600 PgC

C como
biomasa

A central illustration of a green tree with a brown trunk and roots. A thick green arrow curves from the left towards the tree's canopy, labeled 'fotosíntesis'. A thick yellow arrow curves from the tree's canopy towards the right, labeled 'Respiración'. The tree is set against a dark brown background with a light green ground area at the bottom.

fotosíntesis

57 PgC/año

C en biosfera

$600 + 3,000 = 3,600$ PgC
(biomasa terrestre+ suelo*)

$3 + 700 = 703$ PgC
(biomasa marina y COD)

Biomasa secuestrada 2 PgC/año =
enterramiento.

Respiración
52 PgC/año

Incluye:

Respiración de plantas y
animales así como la
degradación de materia
orgánica por
microorganismos (hongos y
bacterias)

*Suelo, permafrost y pantanos

Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: biosfera-atmosfera

CO₂ En atmosfera hay 600 PgC

C como
biomasa

~~fotosíntesis~~

~~57 PgC/año~~

C en biosfera

600 + 3,000 = 3,600 PgC
(biomasa terrestre+ suelo*)

3 + 700 = 703 PgC
(biomasa marina y COD)

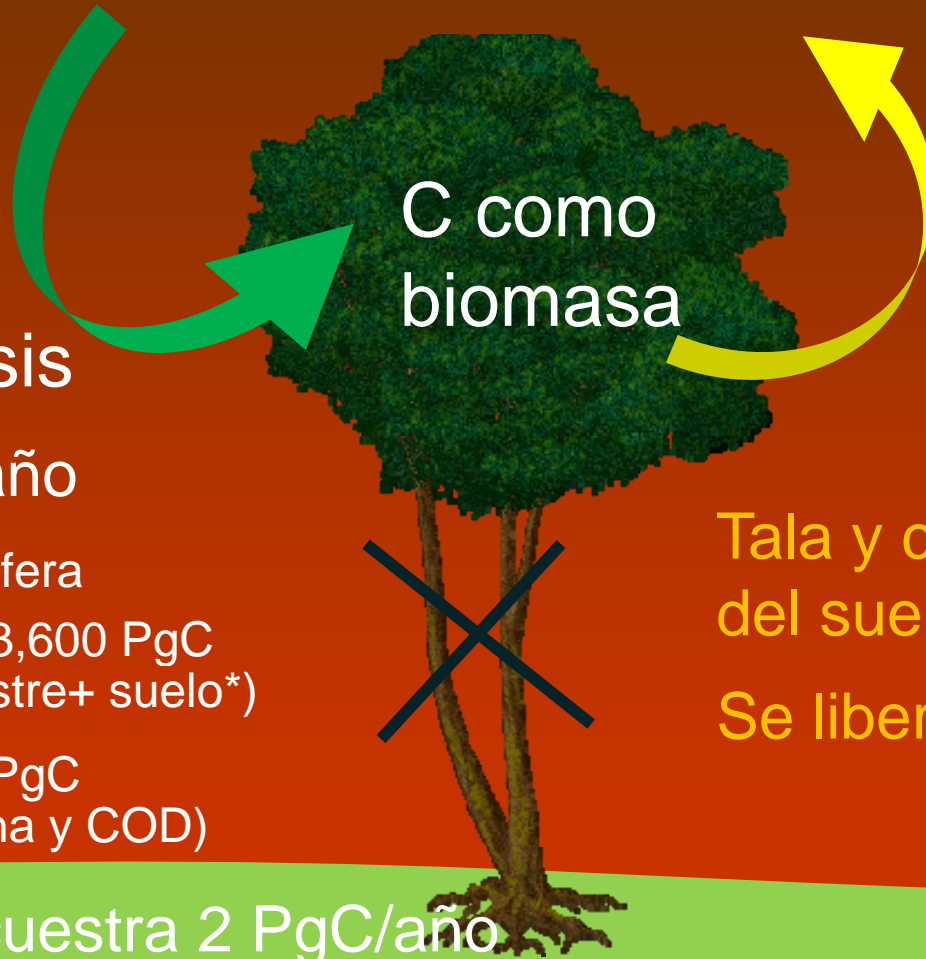
respiración
52 PgC/año

Tala y cambio de uso
del suelo

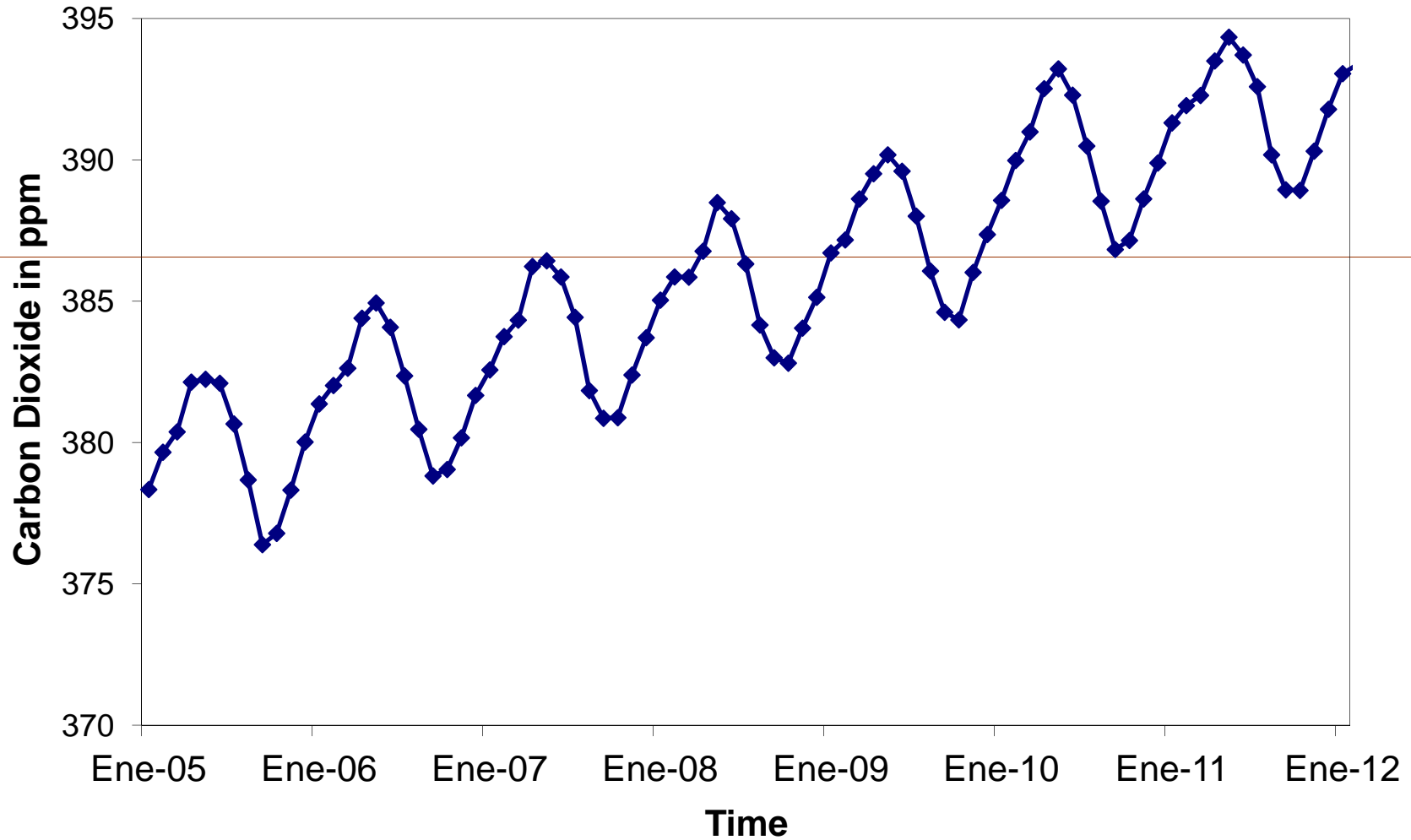
Se liberan 1.5 PgC/año

Biomasa secuestra 2 PgC/año
= enterramiento

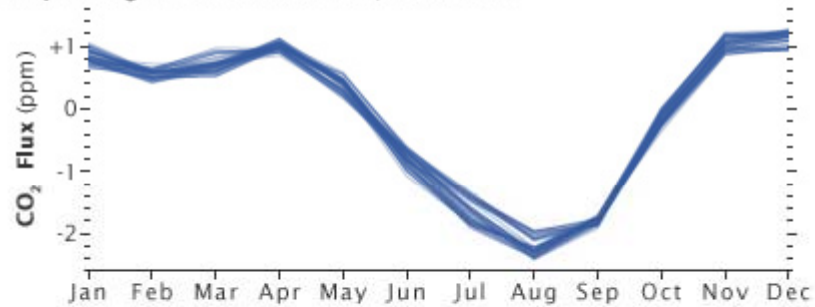
*Suelo, permafrost y pantanos



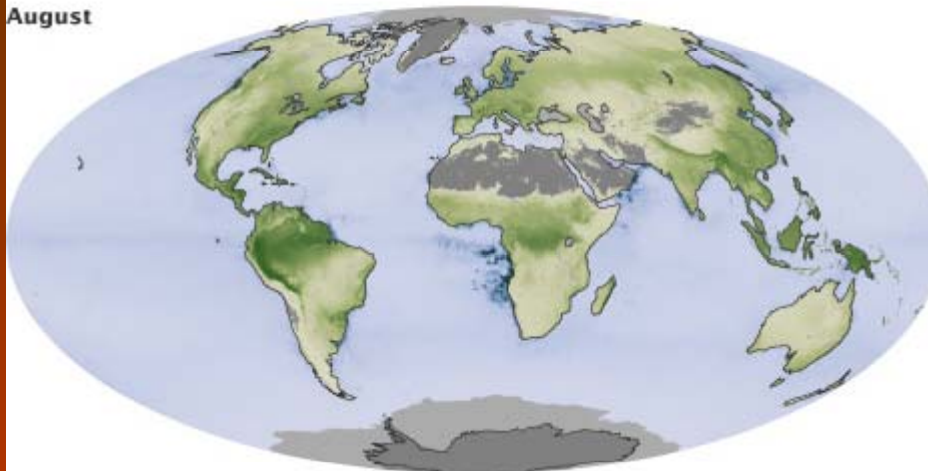
Keeling Mauna Loa CO2 Data (2005-2011)



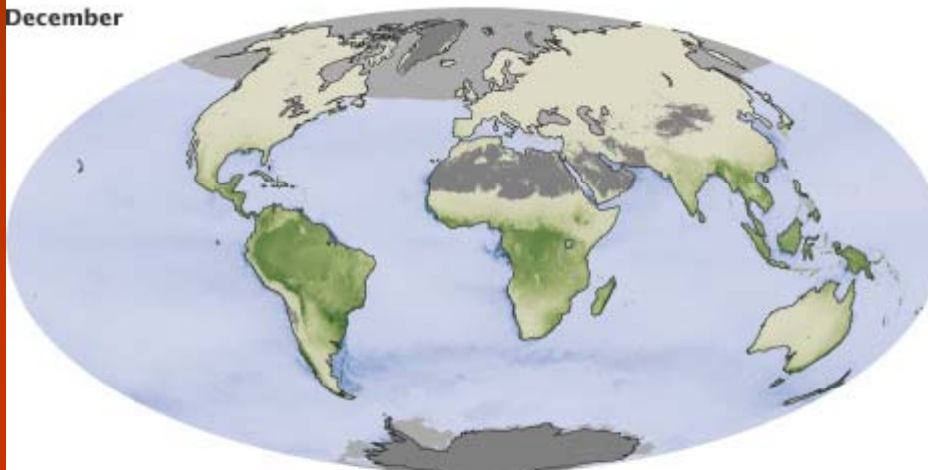
Monthly Change in Carbon Dioxide, 1959–2010



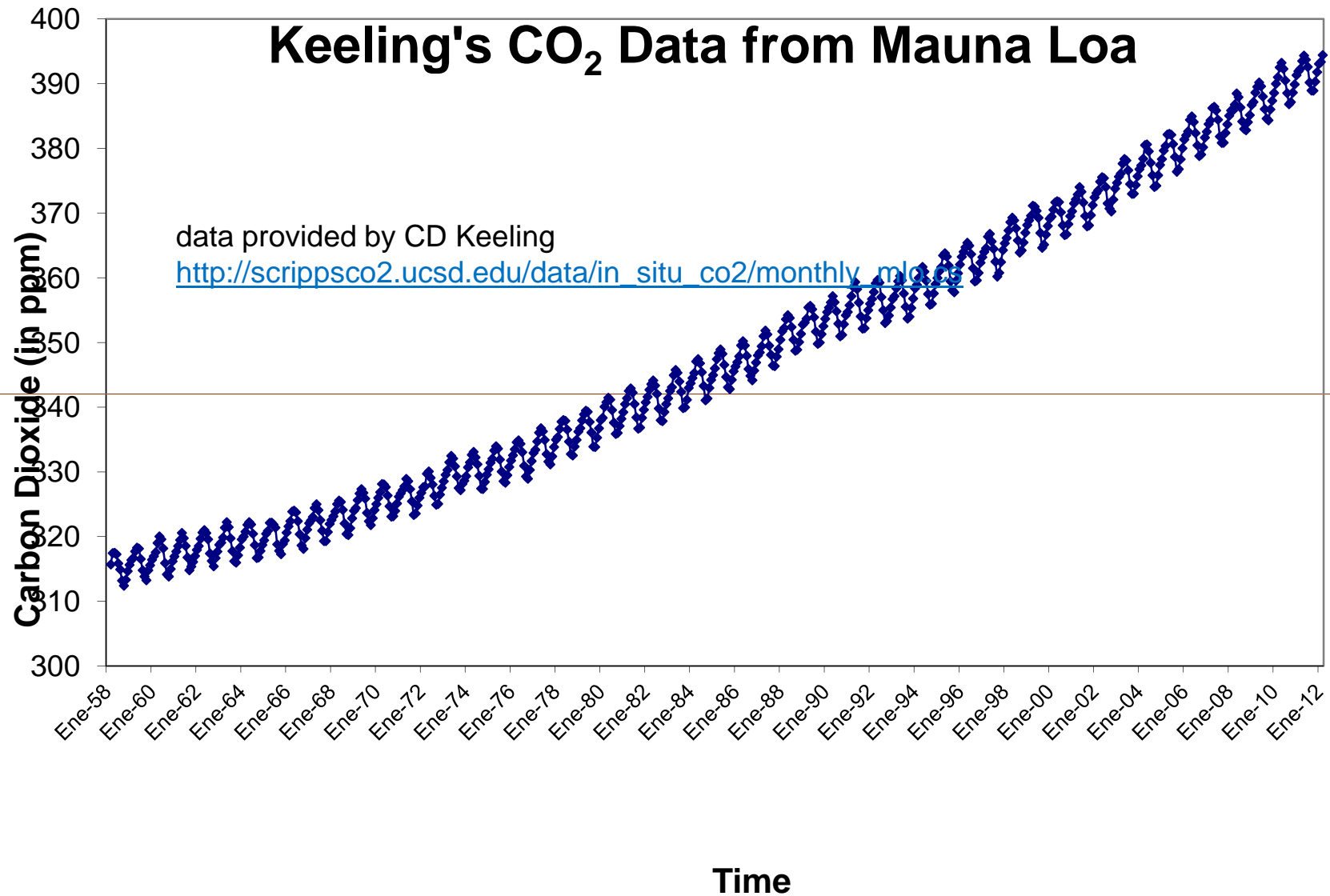
August

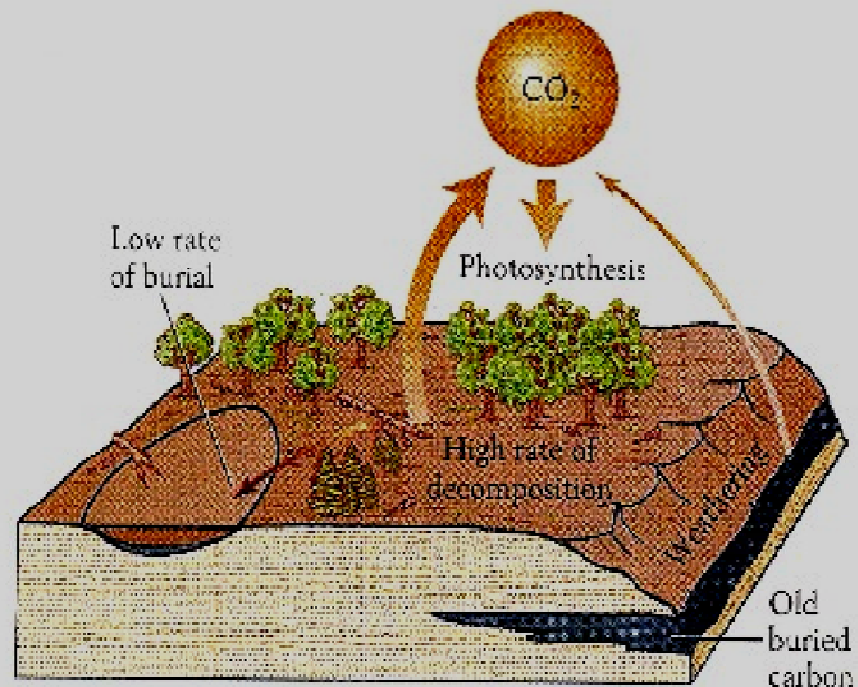


December

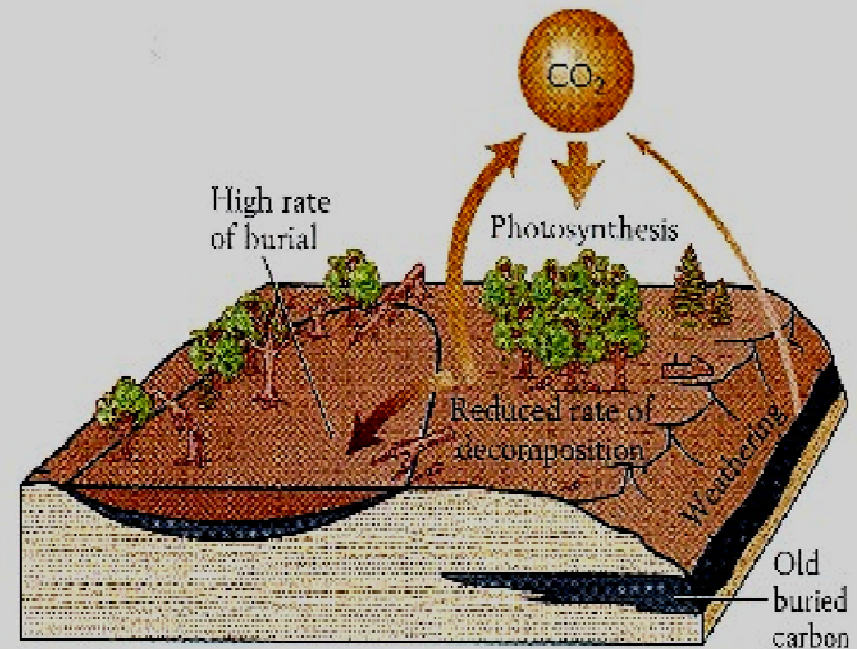


Keeling's CO₂ Data from Mauna Loa



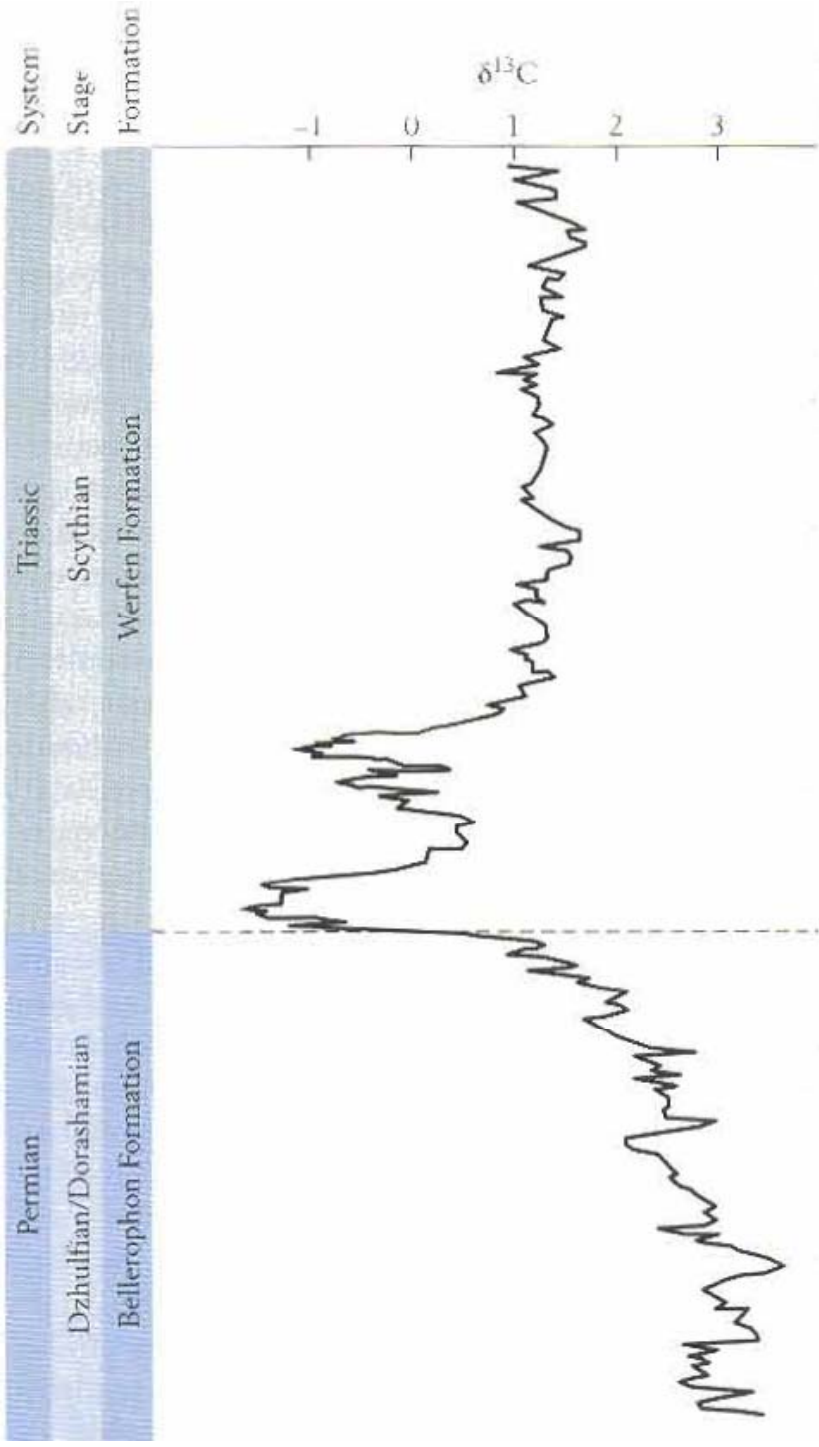


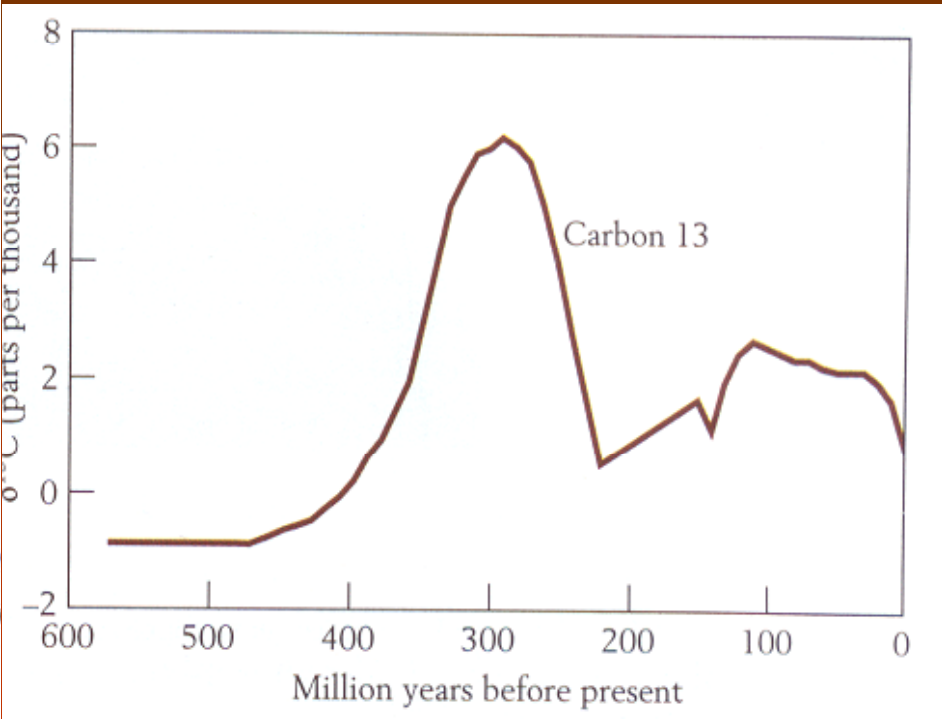
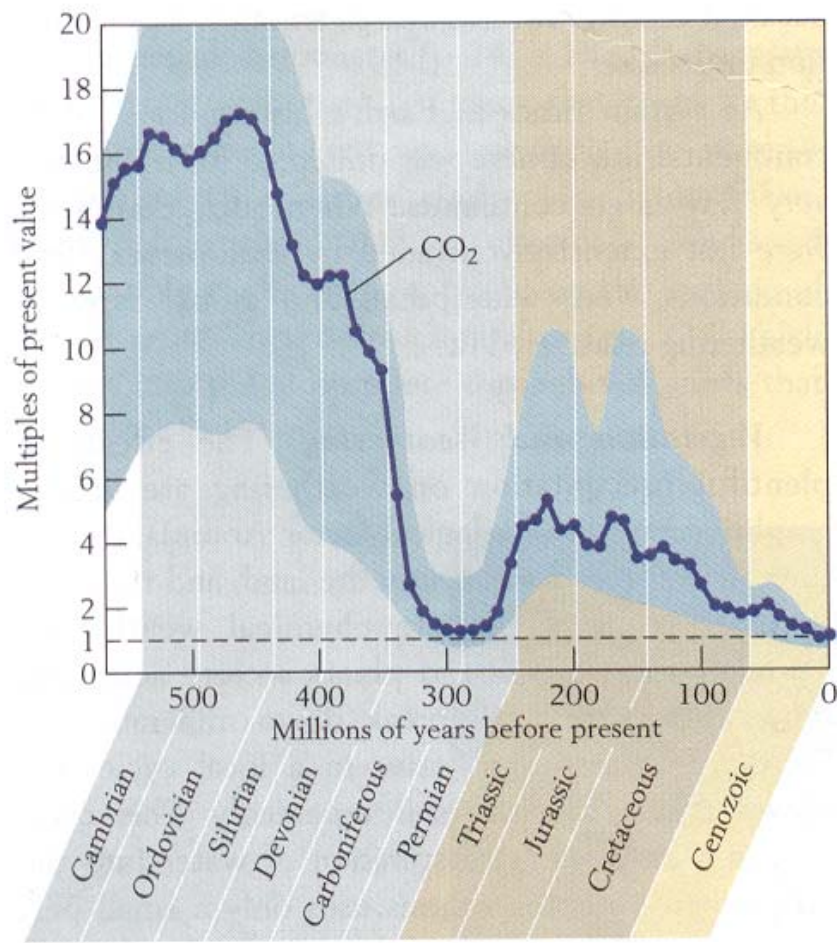
A



B

Menos CO₂, y mas pesado isotópicamente, esto es el $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ aumenta.





Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: combustibles fósiles-atmosfera

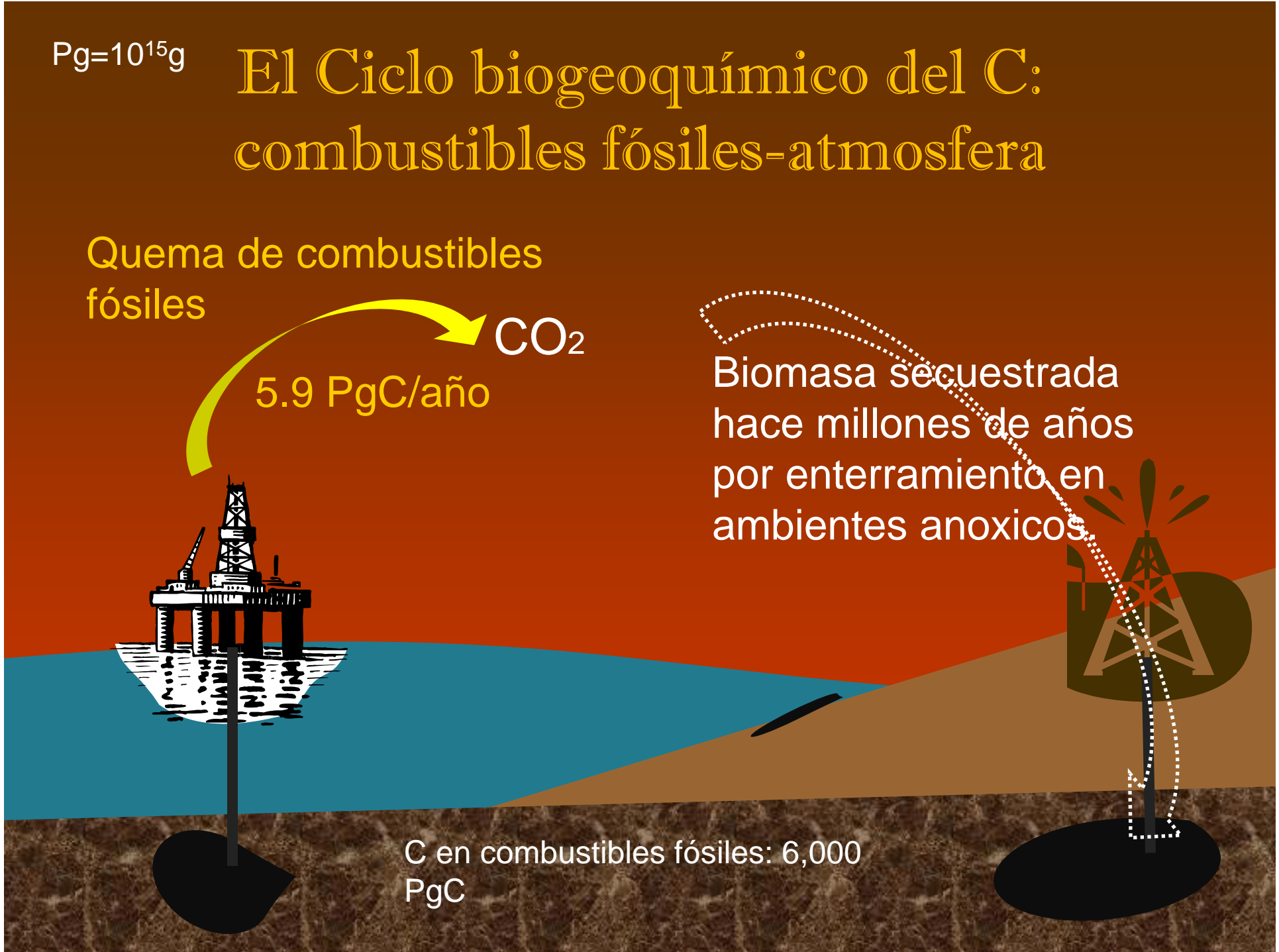
Quema de combustibles
fósiles

CO₂

5.9 PgC/año

Biomasa secuestrada
hace millones de años
por enterramiento en
ambientes anoxicos

C en combustibles fósiles: 6,000
PgC



Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: océano-atmosfera

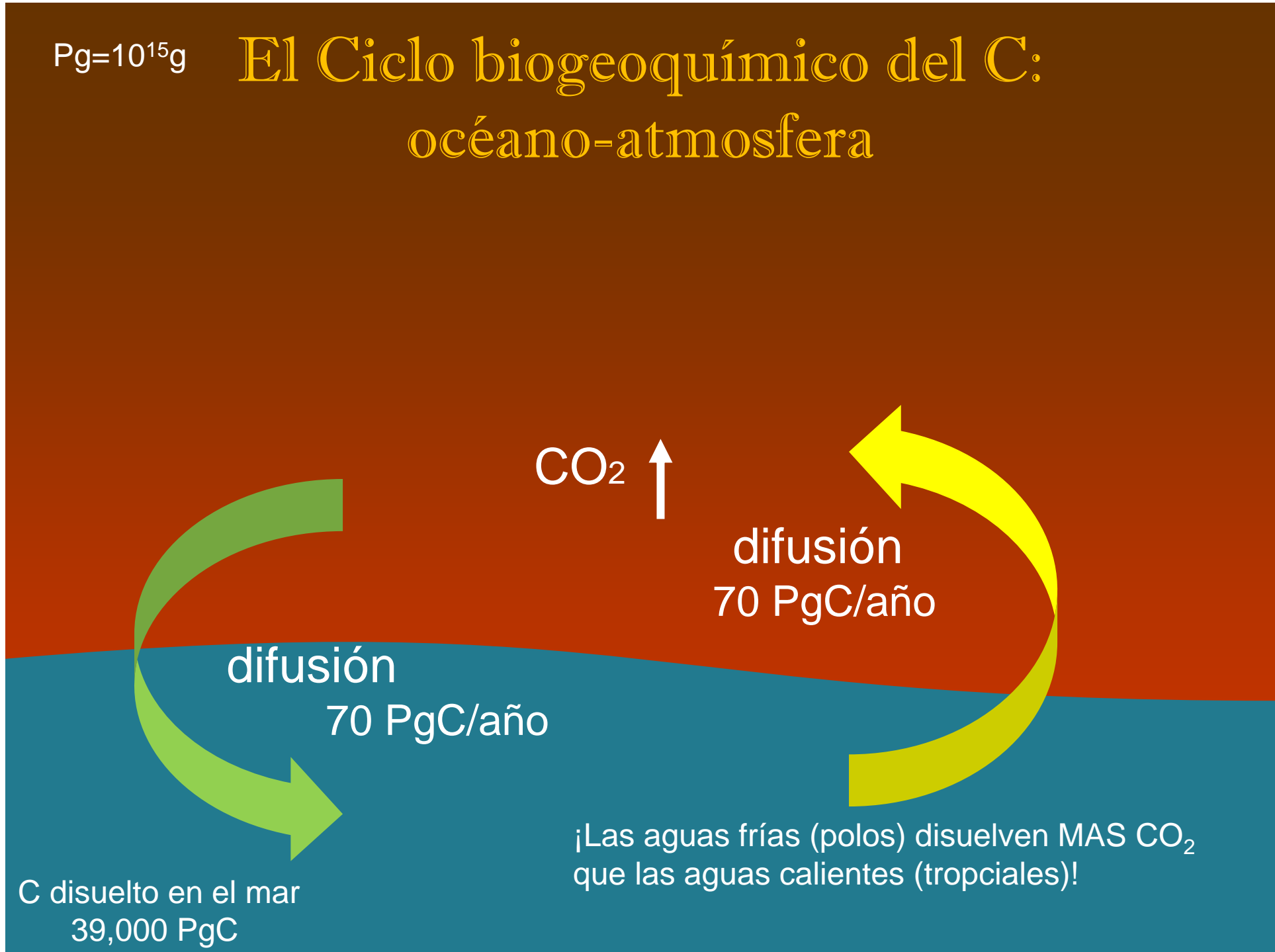
CO₂ ↑

difusión
70 PgC/año

difusión
70 PgC/año

¡Las aguas frías (polos) disuelven MAS CO₂
que las aguas calientes (tropicales)!

C disuelto en el mar
39,000 PgC

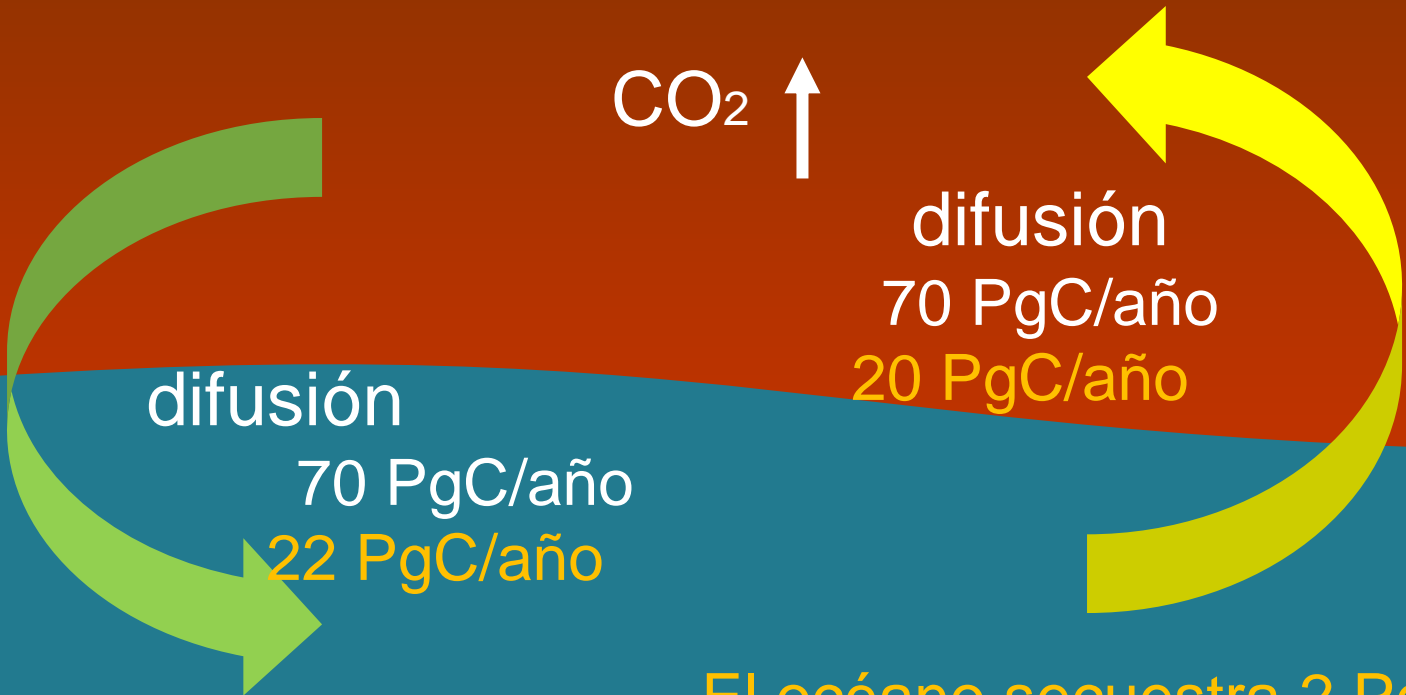


Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: océano-atmosfera

El aumento en el CO₂ atmosférico aumenta la presión parcial de este gas.

CO₂ ↑



El océano secuestra 2 PgC/año

C disuelto en el mar
39,000 PgC

Intemperismo químico:

Disolución del CO_2 y acidez del agua:



Intemperismo Químico (Albita):



Carbonatos o bicarbonatos disueltos en agua

Pg=10¹⁵g

El Ciclo biogeoquímico del C: rocas-ríos-océanos-rocas

Por procesos tectónicos la roca se funde liberando el CO₂



0.1 PgC/año CO₂

Quema de roca caliza para cemento 0.1 PgC/año

Lluvia ácida

Intemperismo químico pasa el CO₂ disuelto en la lluvia a carbonatos

Carbonatos forman rocas calizas en el fondo del mar

0.6 PgC/año

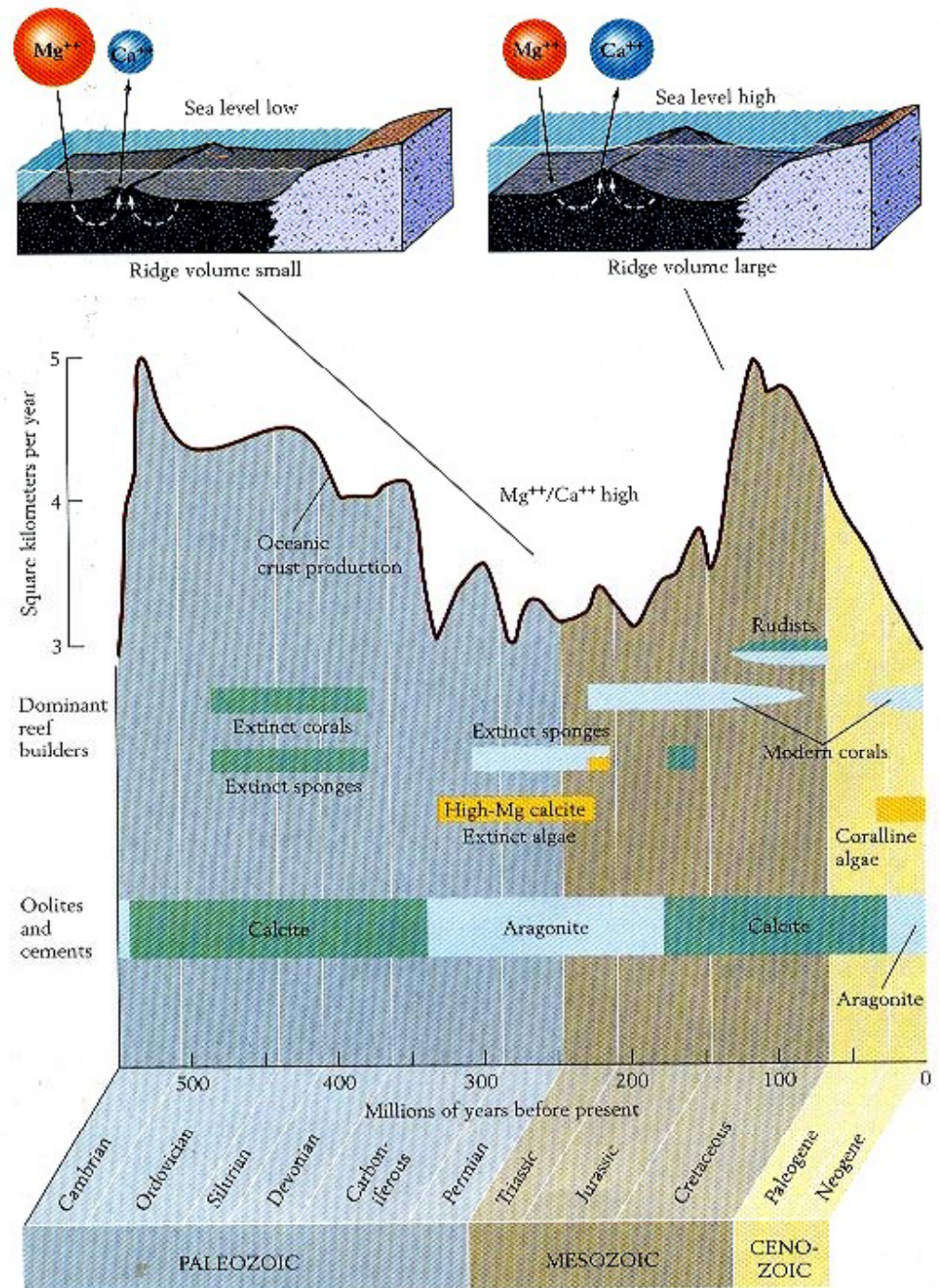
Las rocas secuestran 0.2 PgC/año

C en rocas como carbonatos:
100,000,000 PgC

La velocidad de la Tectónica de Placas es un control importante:

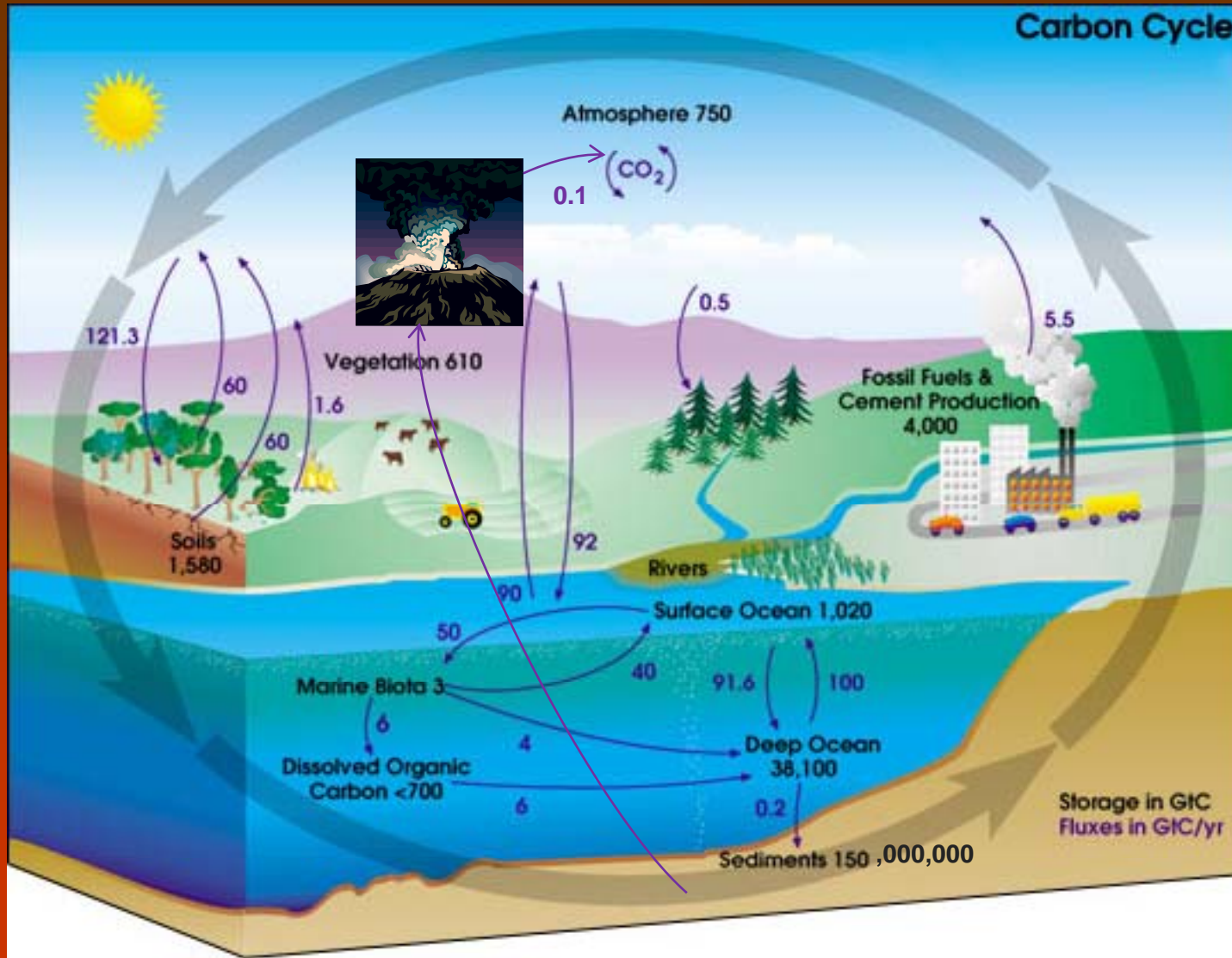
Mayor velocidad = volumen grande en la cordilleras oceánicas = mares mas someros y con aguas pobres en Mg y ricas en Ca = deposito de calcita

Caso opuesto, con mares ricos en Mg y pobres en Ca se deposita Calcita alta en Mg y Aragonita.

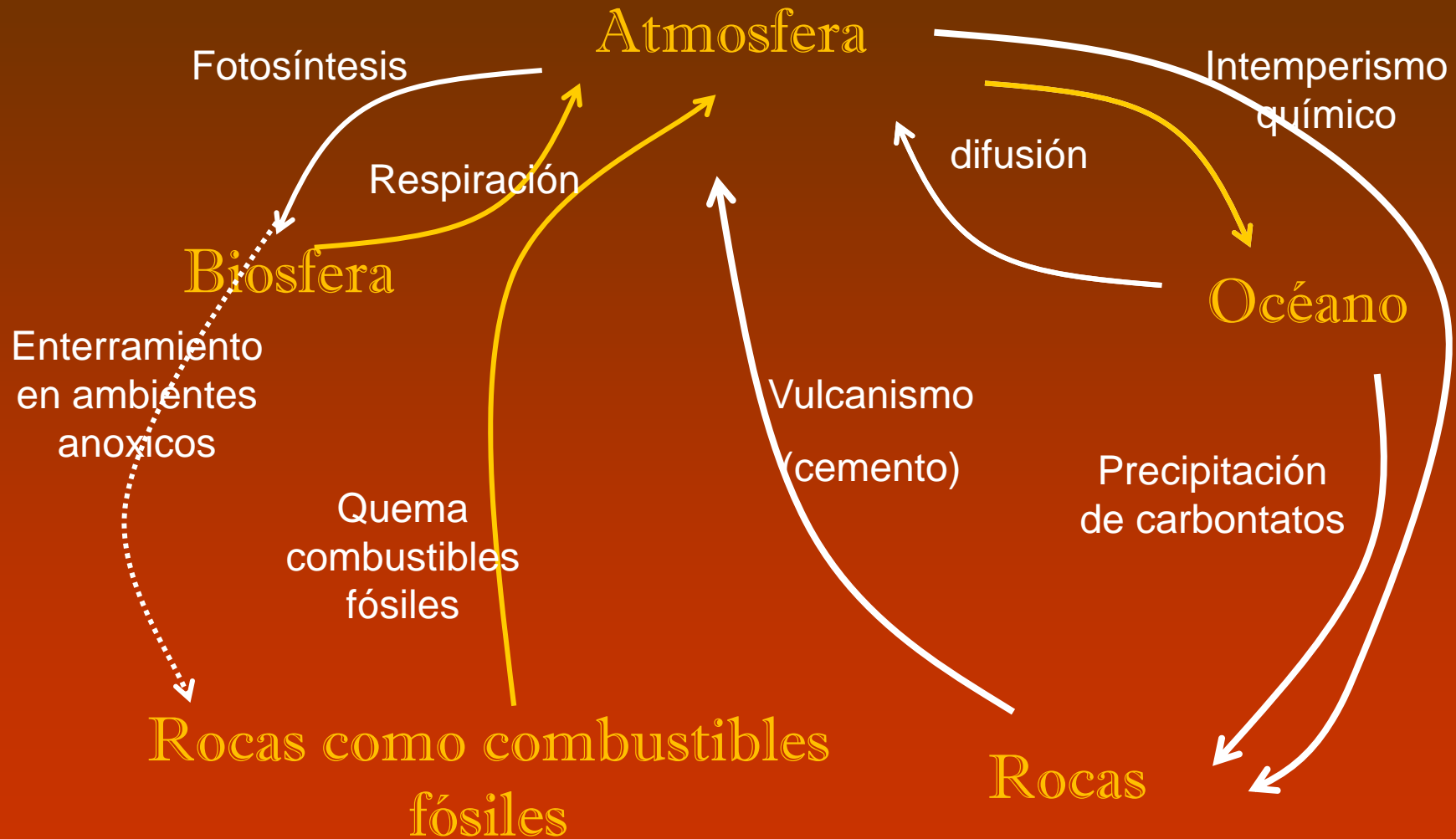


$Pg=10^{15}g$

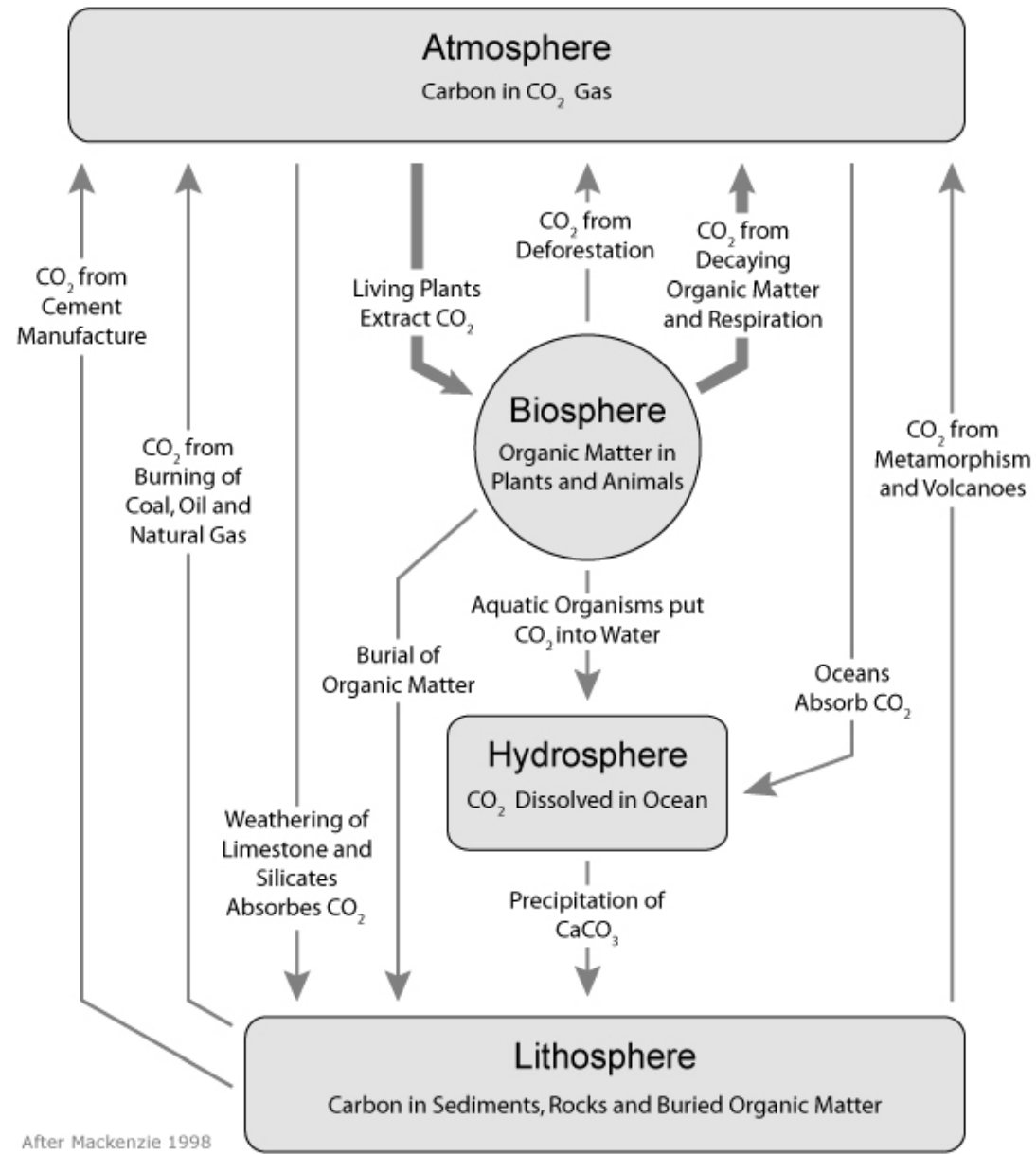
El Ciclo biogeoquímico del C



Ciclo biogeoquímico del Carbono



A SIMPLIFIED MODEL OF THE GLOBAL CARBON CYCLE



El Ciclo biogeoquímico del C: balance

Contribuciones naturales de CO₂ a la atmosfera:

0.1 PgC/año (vulcanismo)

Contribuciones antropogénicas de CO₂ a la atmosfera:

5.9 PgC/año (quema combustibles fósiles)

0.1 PgC/año (quema roca caliza)

1.5 PgC/año (tala y cambio de uso del suelo)

7.6 PgC/año (total)

Sumideros identificados

Océano: 2 PgC/año (pero puede disminuir o saturarse)

Biota: 2 PgC/año (pero en disminución por tala)

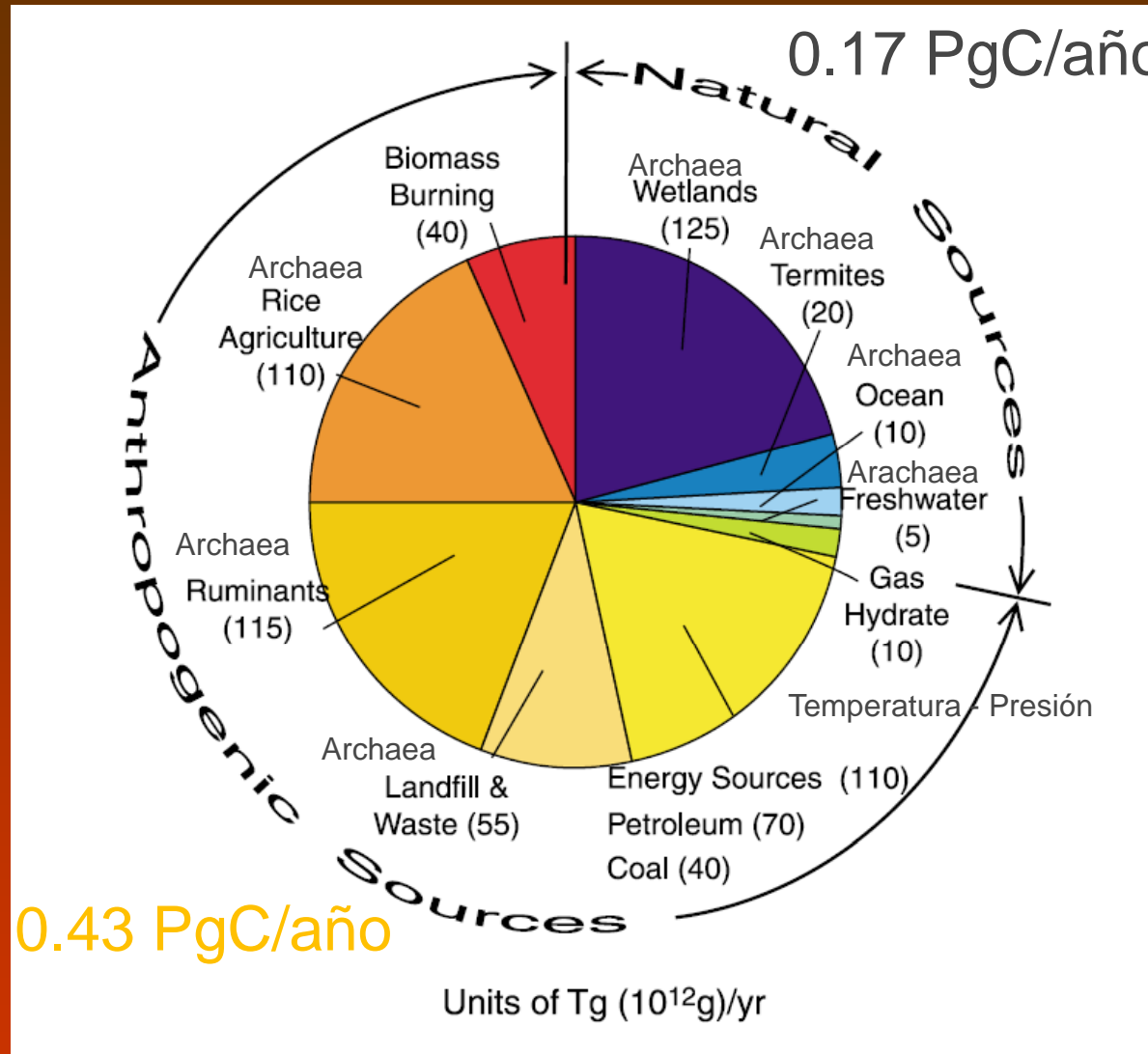
Rocas: 0.2 PgC/año (pero en disminución por tala)

4.2 PgC/año (total)

7.5 – 4.2 = 3.3 PgC/año (balance)

Pg=10¹⁵g

Vida media del CH₄ en la atmosfera = 8 años



$$0.17 + 0.43 = 0.6 \text{ PgC/año}$$

$$1850 = 0.75 \text{ ppm a } 1998 = 1.75 \text{ ppm}$$

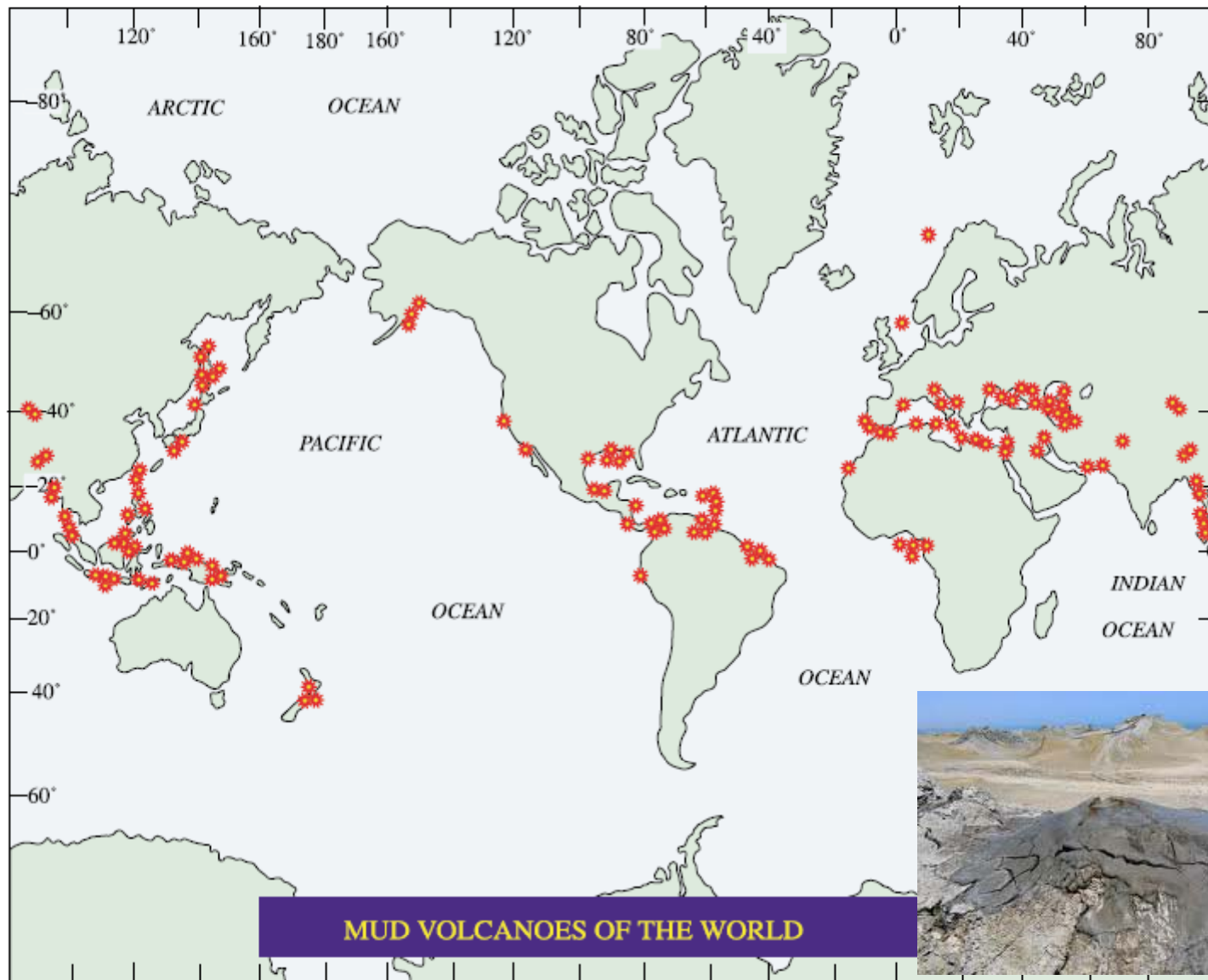
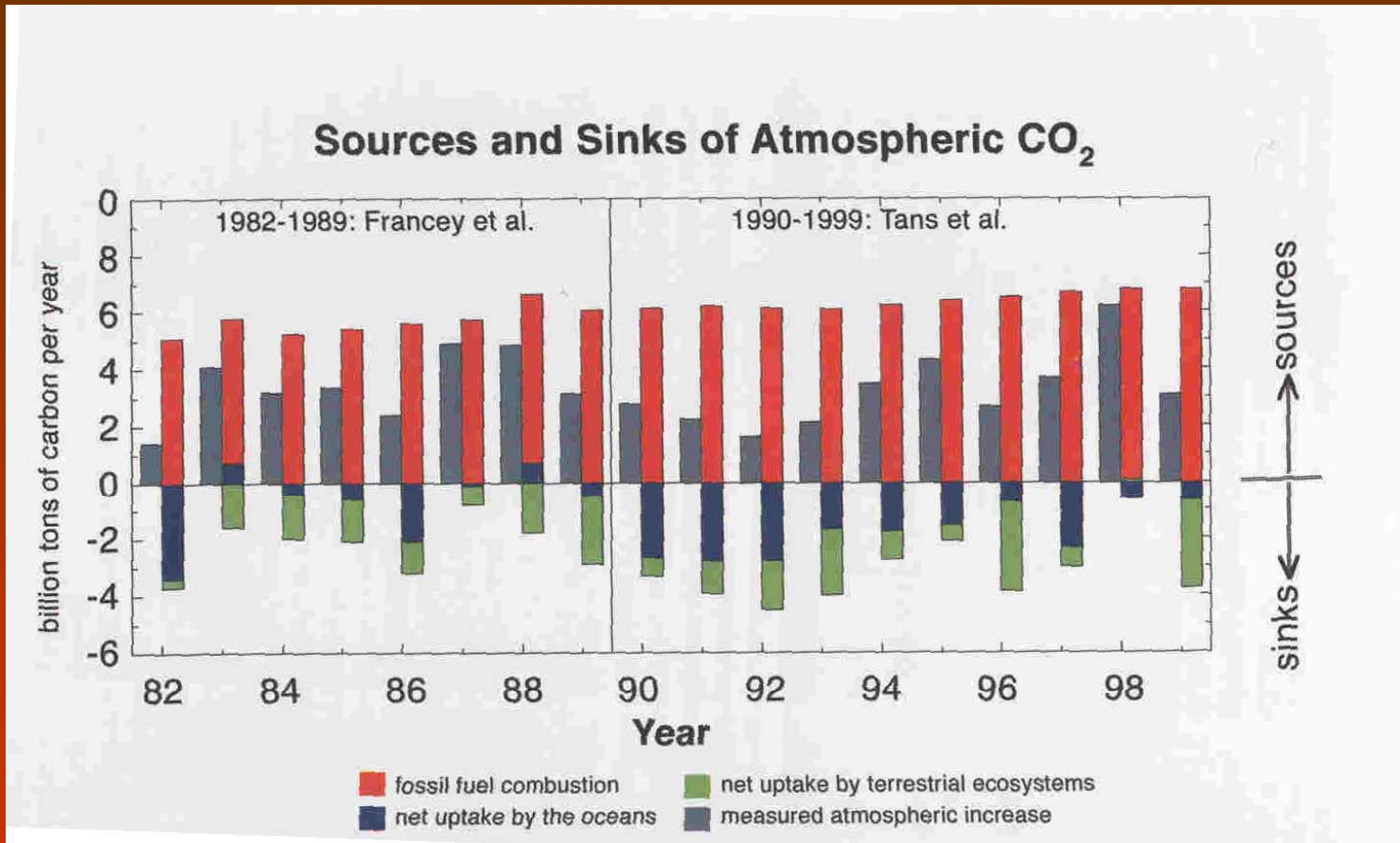


Fig. 4. Map showing the global distribution of onshore and offshore mud volcanoes. Redrawn and modified from Dimitrov (2002).

Pg=10¹⁵g=billion ton



El Ciclo biogeoquímico del C: biosfera-atmosfera

¿Fertilización?

CO₂ En atmosfera hay 600 PgC

C como
biomasa

A central illustration of a green tree with a brown trunk and roots. A green arrow curves from the left towards the tree's canopy, labeled 'fotosíntesis'. A yellow arrow curves from the tree's canopy towards the right, labeled 'respiración'. The tree is set against a dark brown background with a light green ground area at the bottom.

fotosíntesis

57 PgC/año

C en biosfera

$600 + 3,000 = 3,600$ PgC
(biomasa terrestre+ suelo*)

$3 + 700 = 703$ PgC
(biomasa marina y COD)

respiración
55 PgC/año

Tala y cambio de uso
del suelo

Se liberan 1.5 PgC/año

Biomasa secuestra 2 PgC/año

*Suelo, permafrost y pantanos

El Ciclo biogeoquímico del C: océano-atmosfera

¡El océano se puede saturar!

¡Un océano más caliente
disuelve menos CO₂!

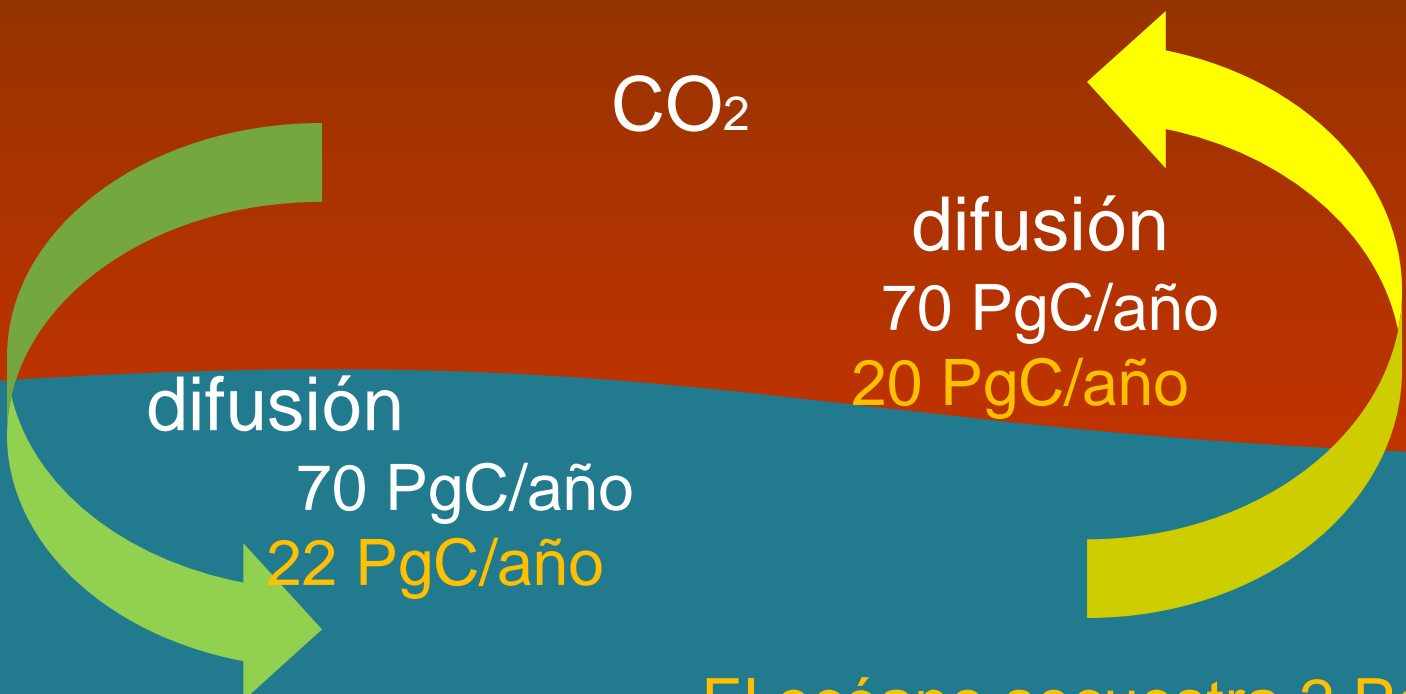
CO₂

difusión
70 PgC/año
22 PgC/año

difusión
70 PgC/año
20 PgC/año

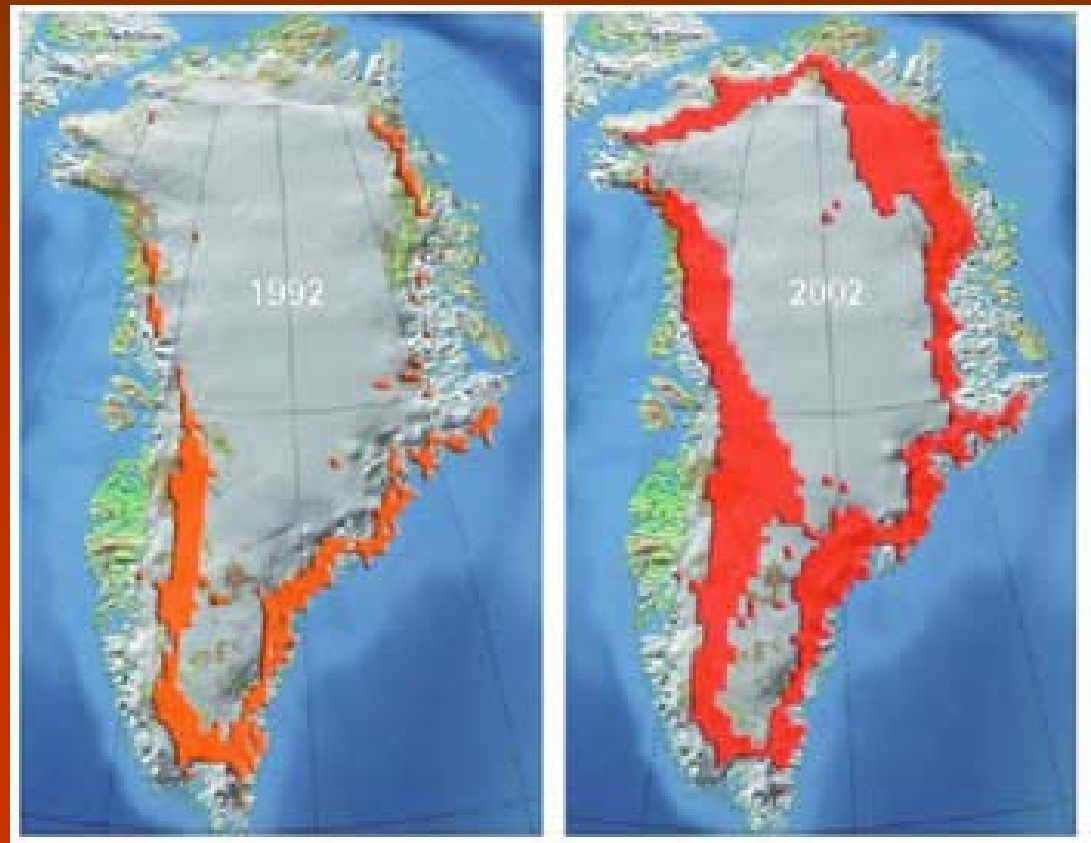
El océano secuestra 2 PgC/año

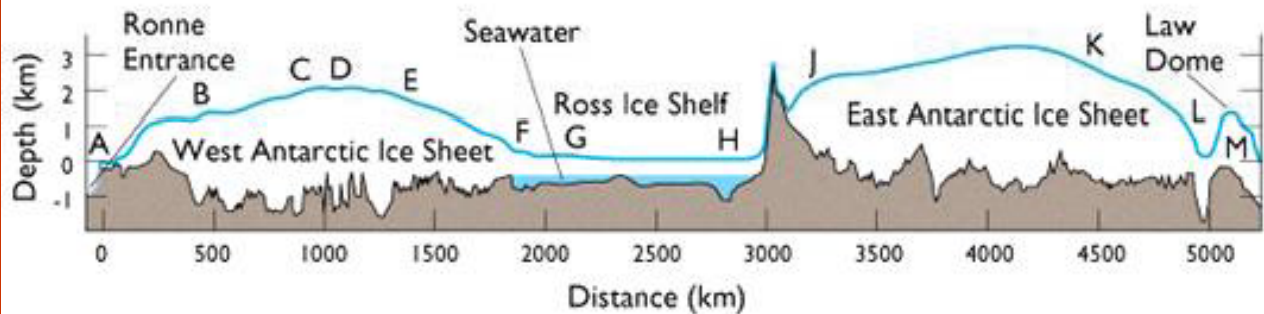
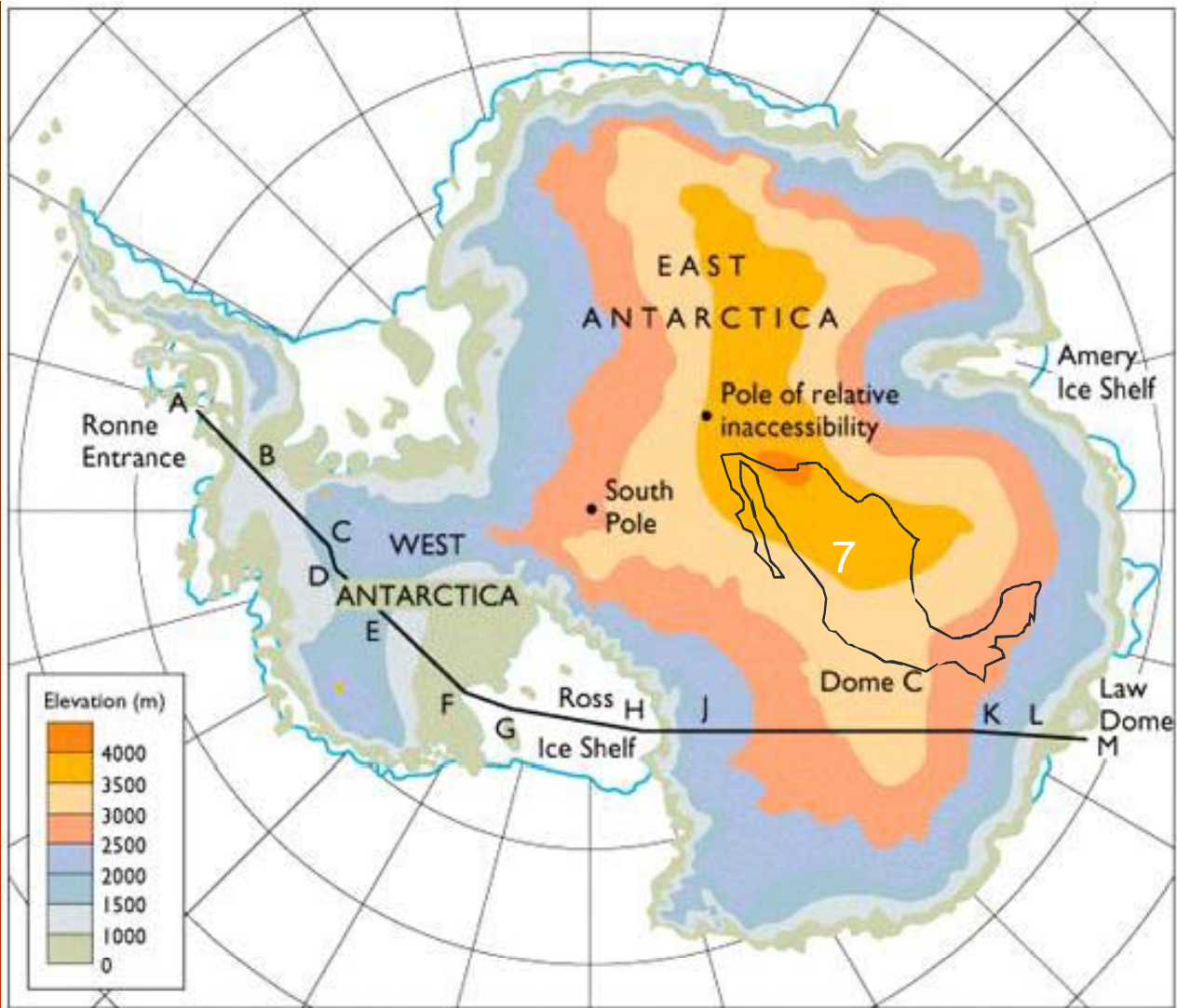
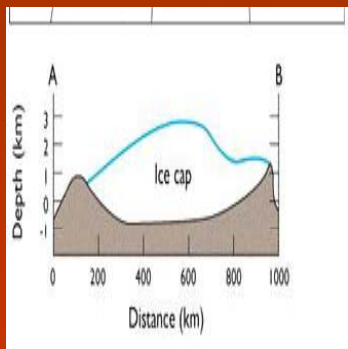
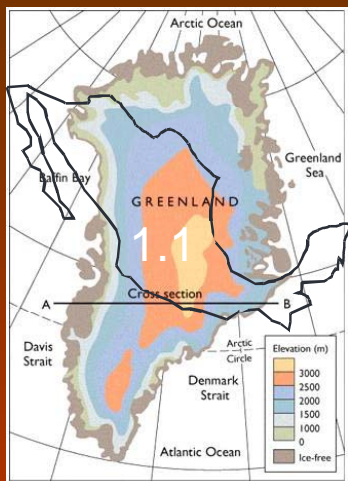
C disuelto en el mar
39,000 PgC

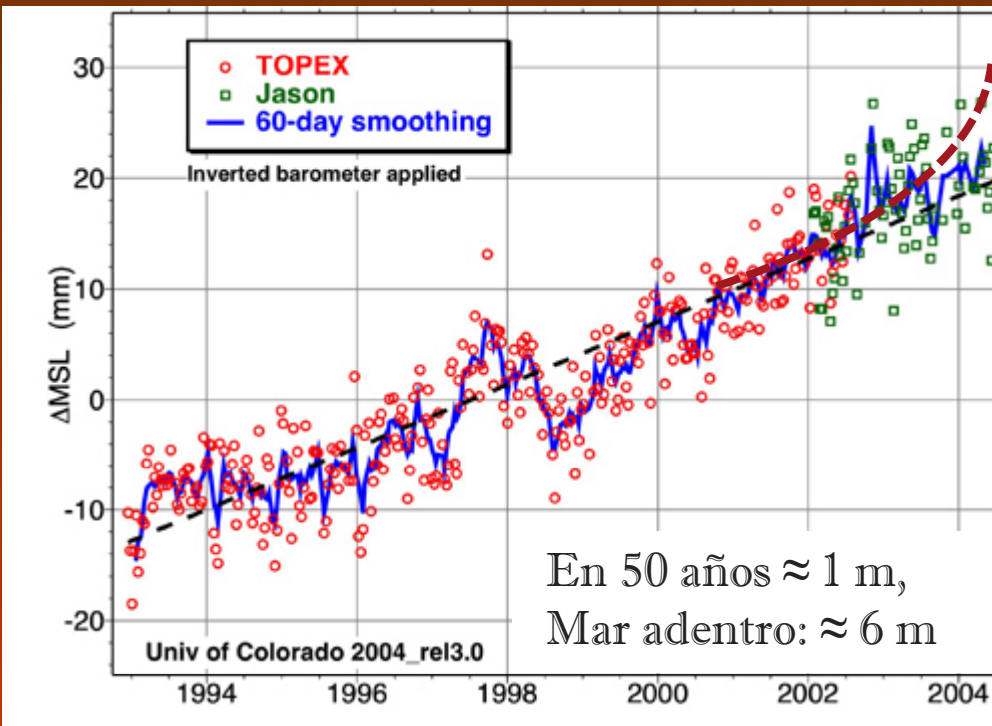


Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Deshielo y aumento en el nivel del mar, consecuencias para ciudades y países costeros.

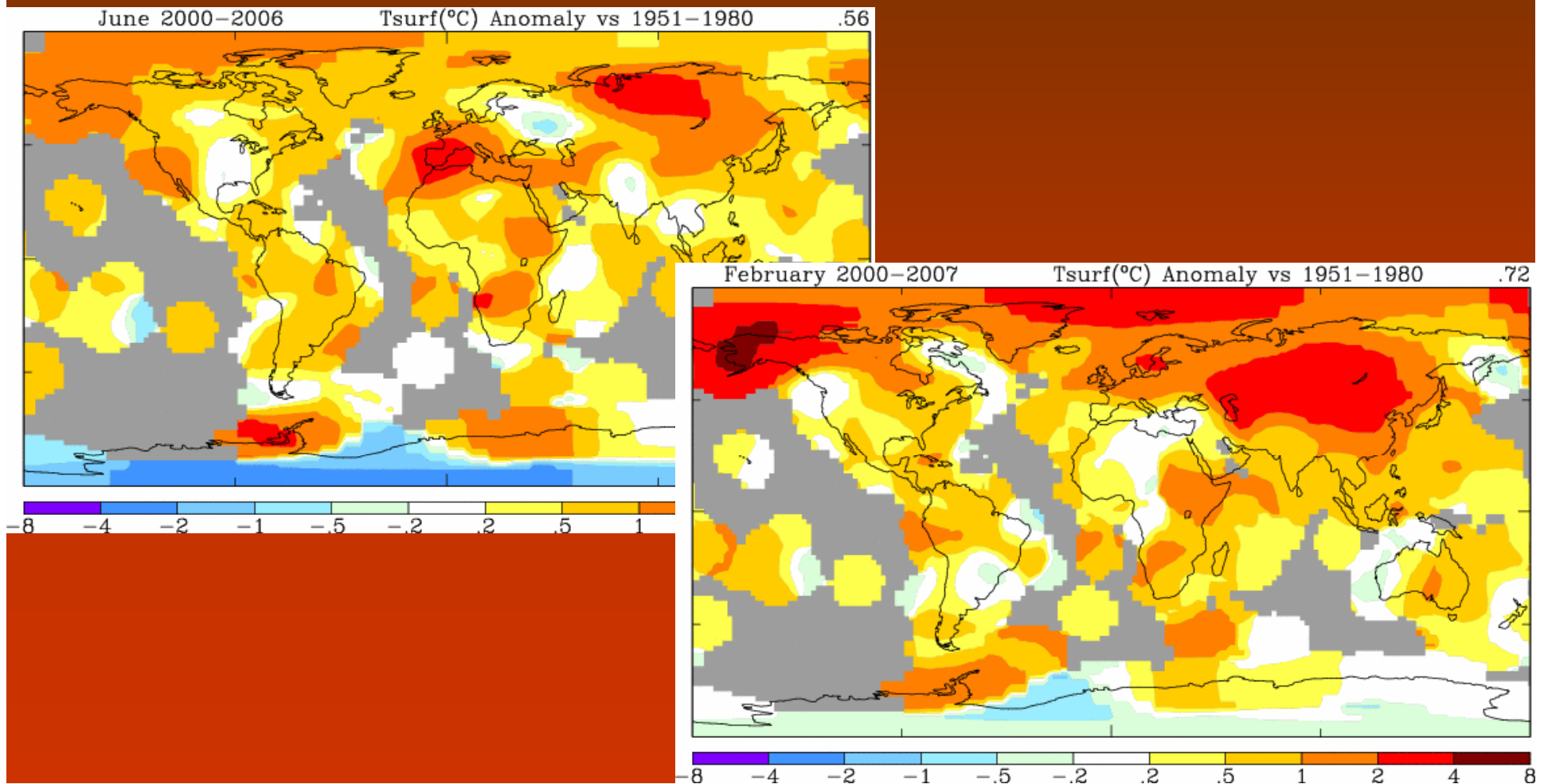






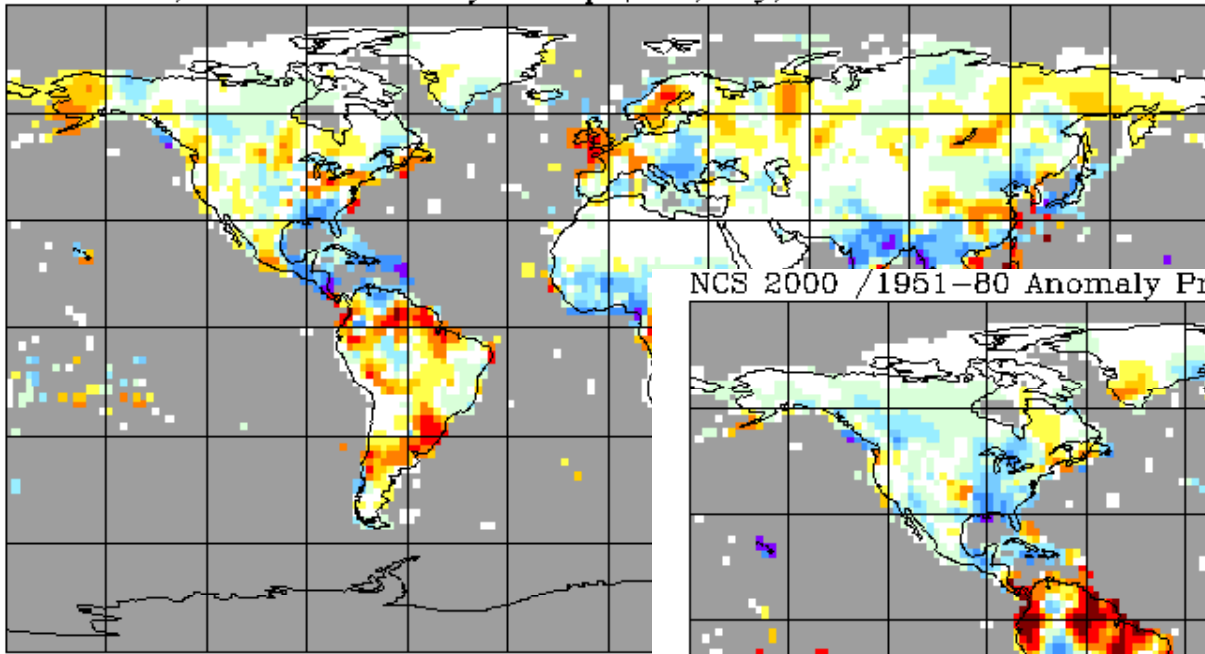
Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando agricultura, disponibilidad de agua para ciudades, frecuencia de huracanes, Niños, etc.

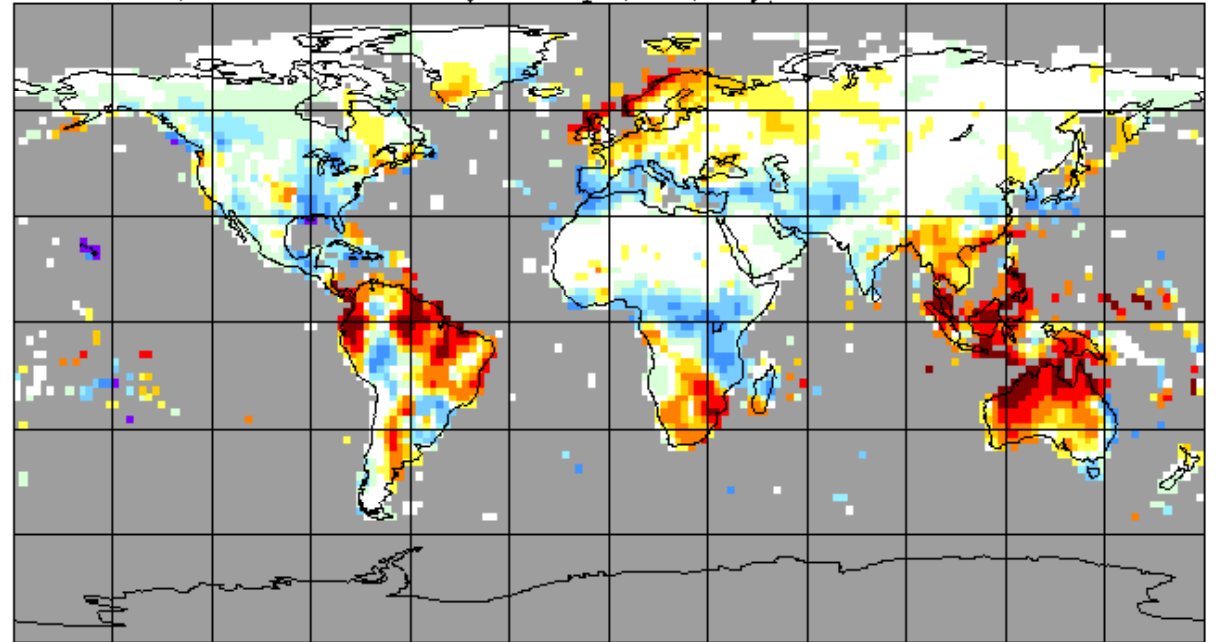


Efectos nocivos del Calentamiento Global: Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando agricultura, disponibilidad de agua para ciudades, frecuencia de huracanes, Niños, etc.

NWS 2000 / 1951-80 Anomaly Precip (mm/day) -0.05



NCS 2000 / 1951-80 Anomaly Precip (mm/day) .12

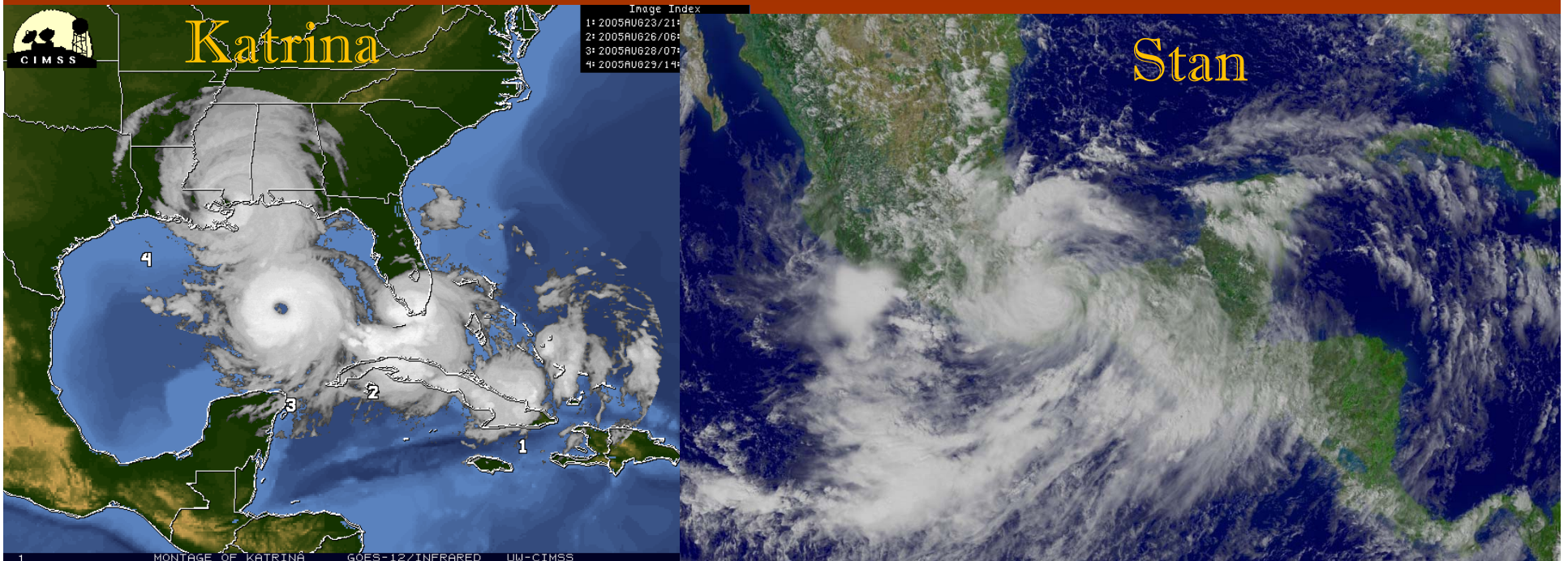


-4 -2 -1 -0.5 -0.3 -0.1

-4.5 -2 -1 -0.5 -0.3 -0.1 .1 .3 .5 1 2 4.9

Efectos nocivos del Calentamiento Global:

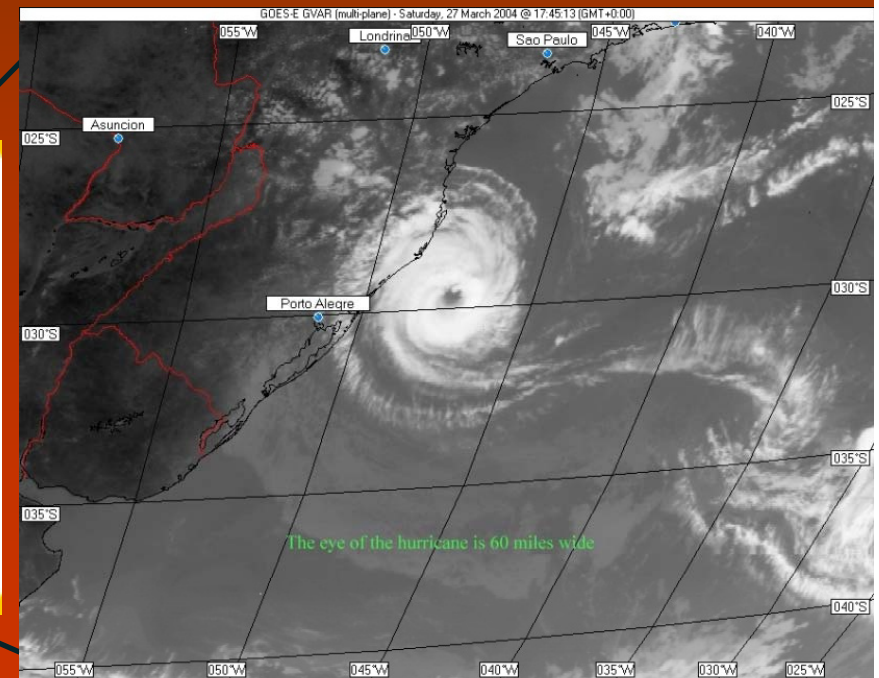
Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando agricultura, disponibilidad de agua para ciudades, frecuencia de huracanes, Niños, etc.



Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando agricultura, disponibilidad de agua para ciudades, frecuencia de huracanes, Niños, etc.

Catalina



No additional information.

Image Generated from the GTI Electronics Win2000 GOES GVAR USB Ground Station

Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando biodiversidad



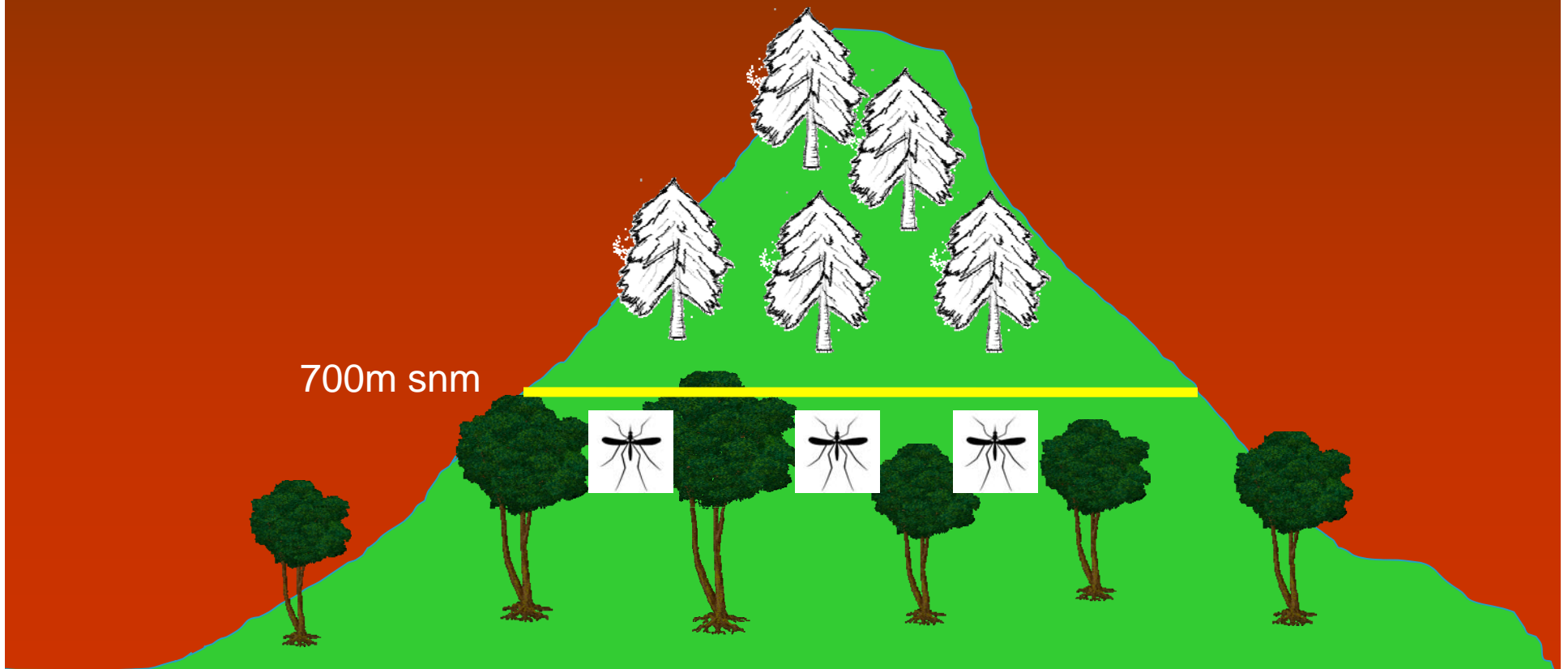
Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en los patrones de lluvia y climas a nivel mundial, afectando biodiversidad



Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en la distribución de enfermedades,
favoreciendo epidemias.



Efectos nocivos del Calentamiento Global:

Cambio en la distribución de enfermedades,
favoreciendo epidemias.

