

GF3003

Introducción a la Meteorología y Oceanografía

Ciencias Atmosféricas

Laura Gallardo Klenner

Departamento de Geofísica de la
Universidad de Chile

Otoño 2011

LGK 2011

HOY

- Aviso
- Sistema climático
 - Clima
 - Forzantes naturales
 - Evolución del clima



Aviso: Control 1

- 6 de Abril de 2011, 18-20 hrs
- Entra:
 - Sistema climático
 - Estructura y composición
 - Radiación

**(Más planificación, ahora
sí la próxima semana)**



Más específicamente, el/la alumno/a será capaz de:

- **Identificar los componentes del sistema climático y describir interacciones**
- **Describir la asociación entre parámetros orbitales y clima**
- **Reconocer y describir forzantes climáticas naturales y antrópicas**



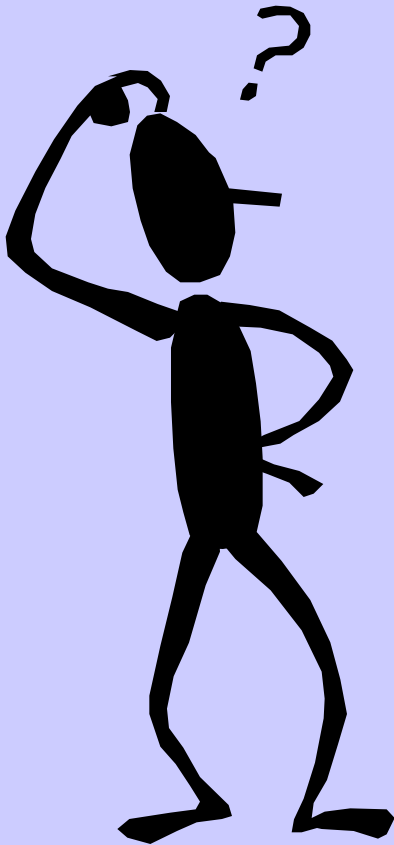
Sistema Climático

- Clima
 - ¿qué es?
 - Clima (*climate*) vs. Tiempo (*weather*)
- Forzantes naturales
 - Parámetros orbitales (Milankovitch)
 - Volcanes
- Forzantes antrópicas
 - Gases de efecto invernadero
 - Aerosoles
- Evolución del clima
 - Desde el X-ceno al antropoceno



Χλιμα

- Χονδιχιονεσ
ατμοσφριχασ □ μεδιασ□
εν υνα ρεγι ςν. Προμεδιοσ
χαλχυλαδοσ σοβρε
μυχηοσ αλοσ (30). Ελ
χλιμα δετερμινα μυχηα δε
λασ χαραχτριστιχασ
εχολογιχασ (βιο-
γεογραφία) εινχλυσο
σοχιαλεσ ψ εχονομιχασ δε
υνα ρεγι ςν.

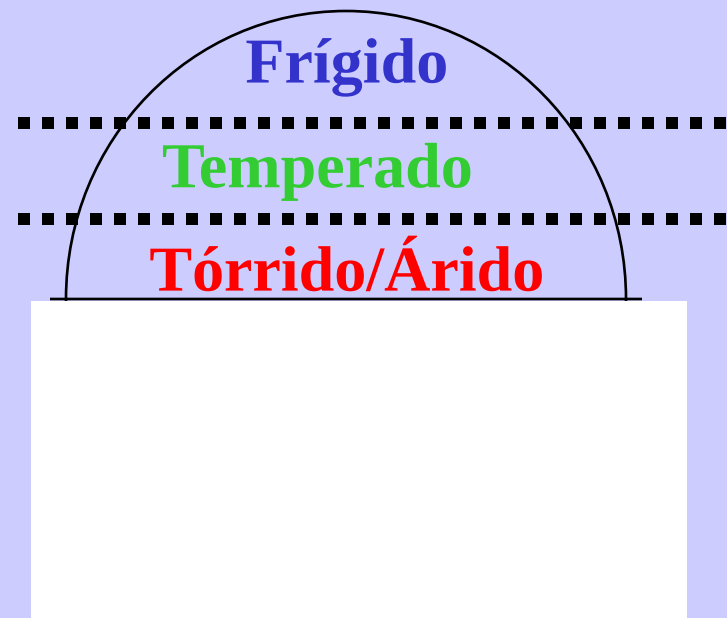
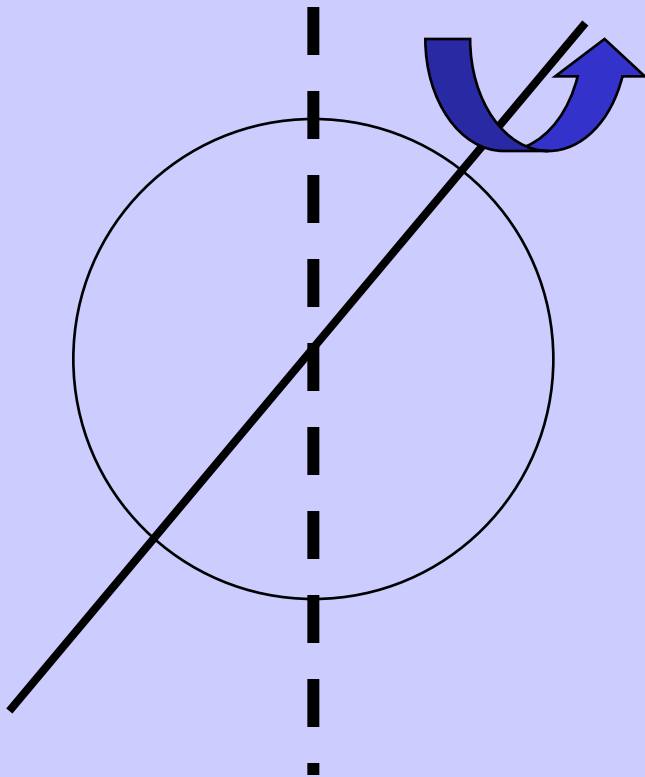


Clima

(Del lat. *clima*, y este del gr. κλίμα).

clima...κλίμα...=inclinación

Ω



Teorema

$\forall$ *idea* $\exists$ *grieg@s* $\in$ *Grecia Clásica*
que la dijeron primero

Corolario: leer las fuentes originales



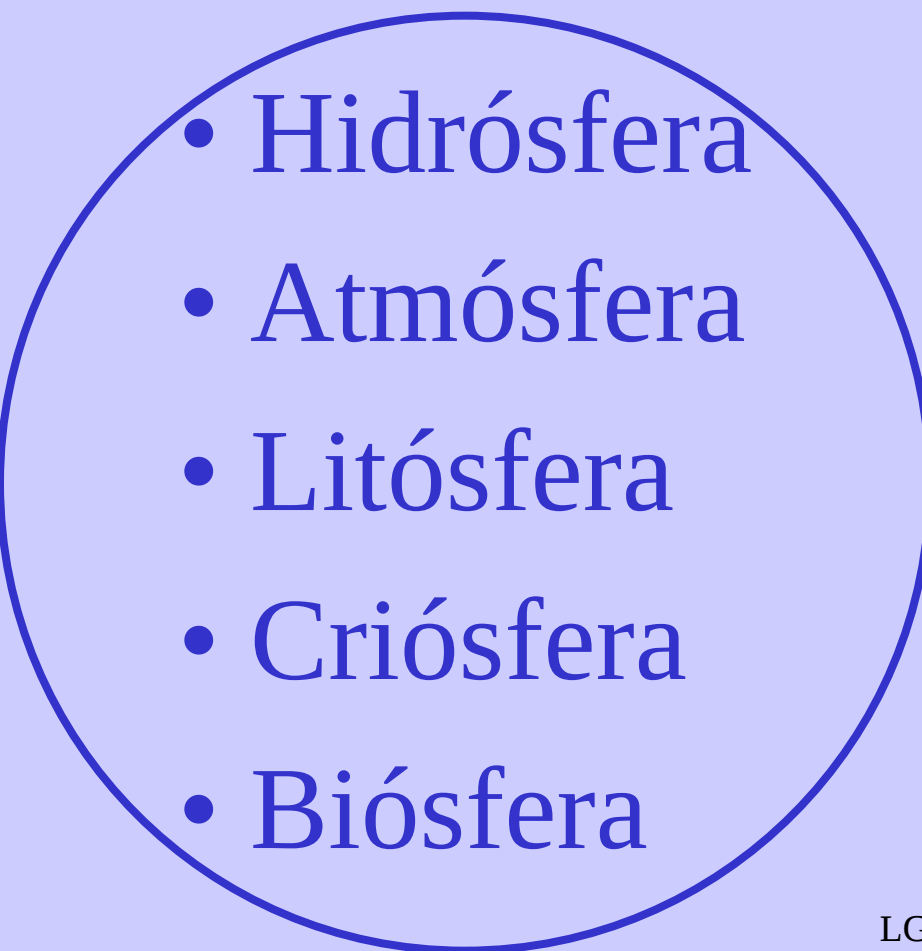


Componentes del clima

- Nubes
- Cerros
- Mar
- Volcanes
- Hielo
- Lagos
- Ríos
- Nieve
- Gente
- Plantas
- etc, etc, etc....

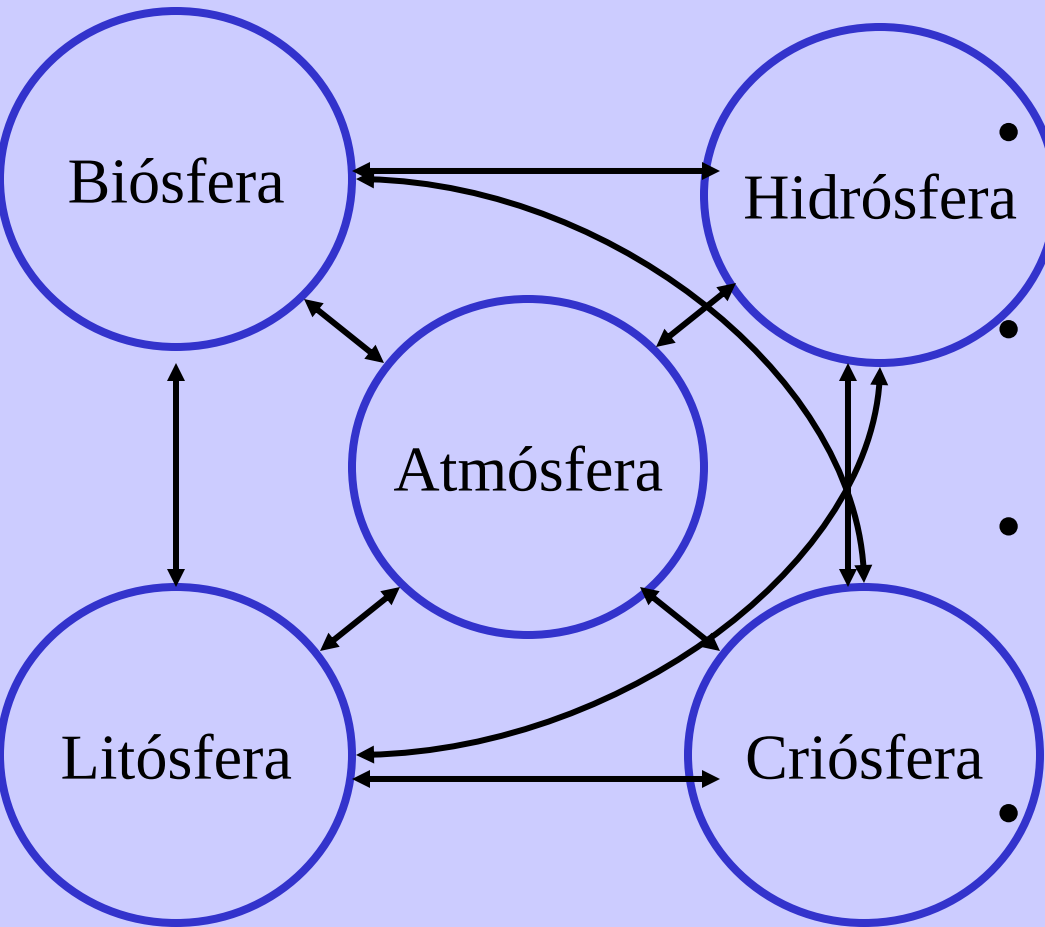
- Hidrósfera
- Atmósfera
- Litósfera
- Criósfera
- Biósfera

¿Cuáles “esferas” vinculan estos procesos? ¿Cómo?

- 
- Hidrósfera
 - Atmósfera
 - Litósfera
 - Criósfera
 - Biósfera

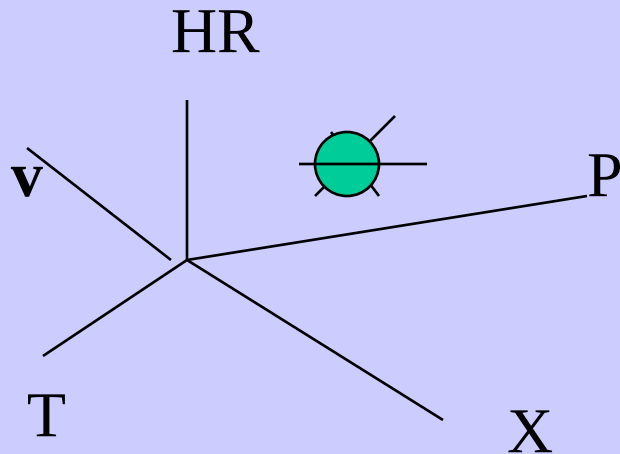
- Fotosíntesis
- Erupción pliniana
- Evapotranspiración
- Crecimiento urbano
- Transporte aéreo
- Respiración vegetal
- Rompimiento de olas
- Actividad solar

Interacciones y cambios...



- ... en la composición de la atmósfera
- ... en suelos, orografía, vegetación, albedo, etc.
- ... en las cuencas hídricas, salinidad del mar, etc.
- ... en la radiación solar

Clima: descripción estadística del estado atmosférico y sus consecuencias en un período de tiempo



Clima:

$$C = C(X_i \pm \sigma_i)$$

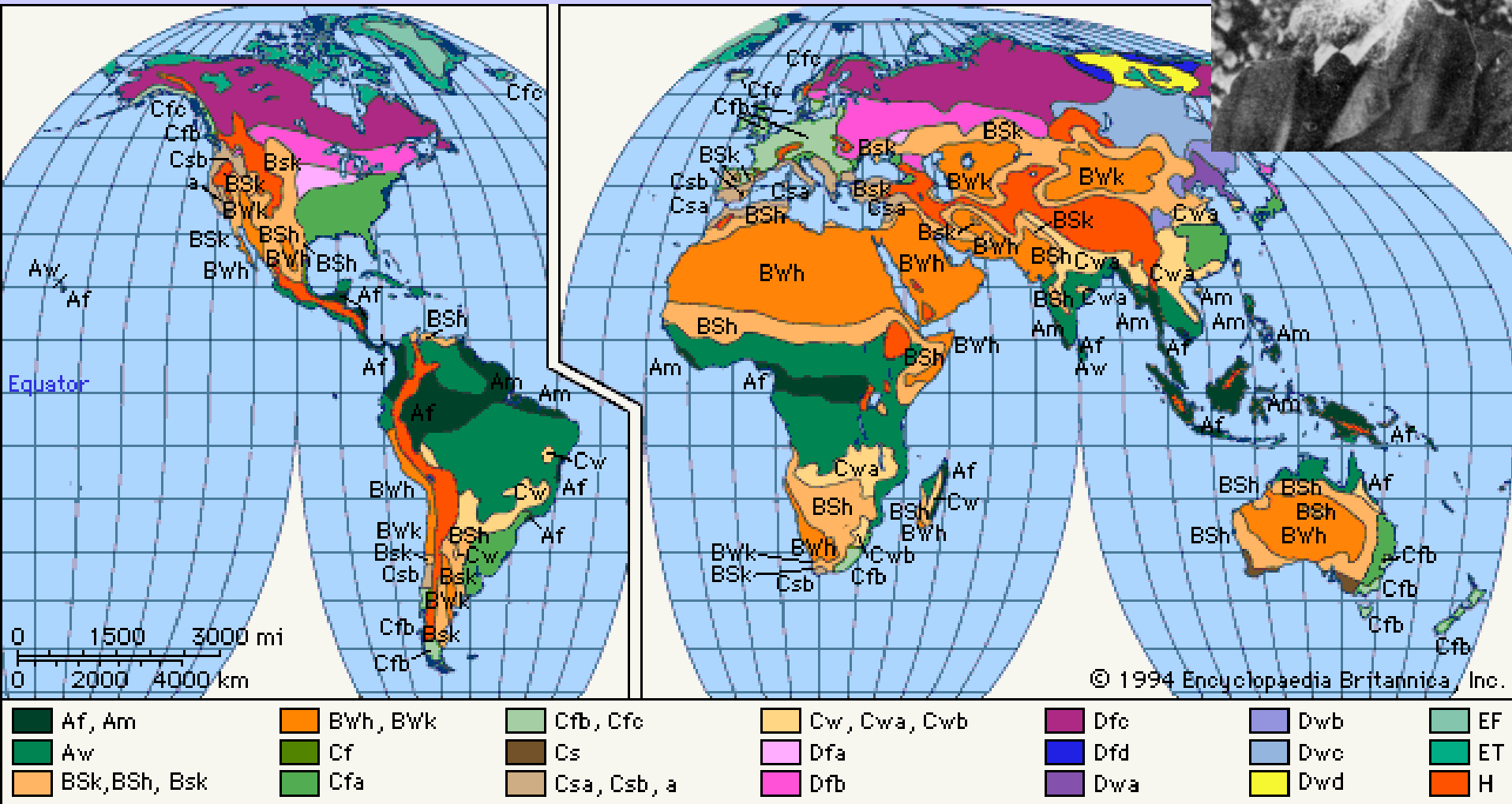
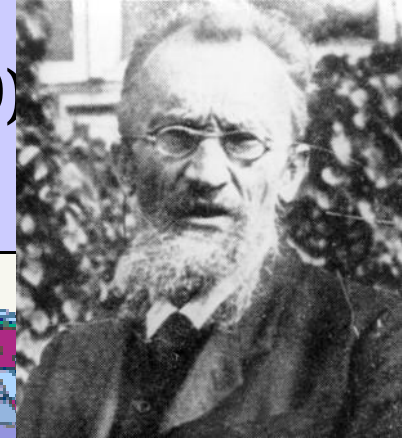
Cambio Climático:

$$dC/dt = \sum_i \delta C / \delta X_i$$

Variabilidad climática:

$$\sigma^2 = \sum_i \sigma_i^2$$

Clasificación del clima de W. Köppen (1846-1940)



LGK 2011

A: Trópico, húmedo; B: Seco; C: templado; D: Severo; E: Polar; H: Montaña

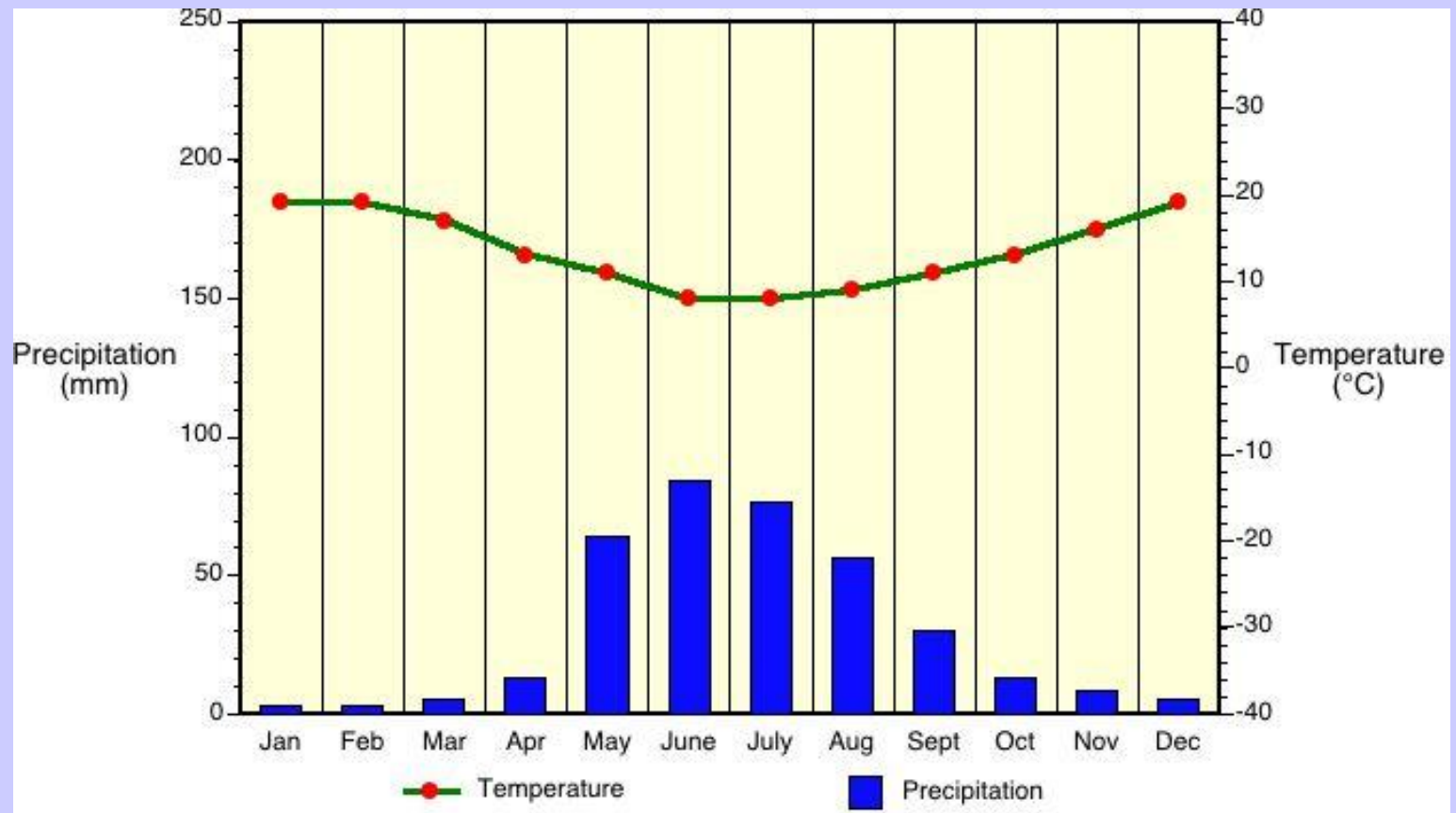
Köppen usa la vegetación como variable sintética

Ej. Clima de Chile Central (BSh)

El **bosque esclerófilo** es una formación vegetal propia de Chile... Se caracteriza por especies con características xeromórficas con el tipo de hojas perenne, duras, que les permiten resistir las sequías veraniegas ...



BSh:Clima templado con lluvias invernales y una estación seca prolongada (7 a 8 meses)

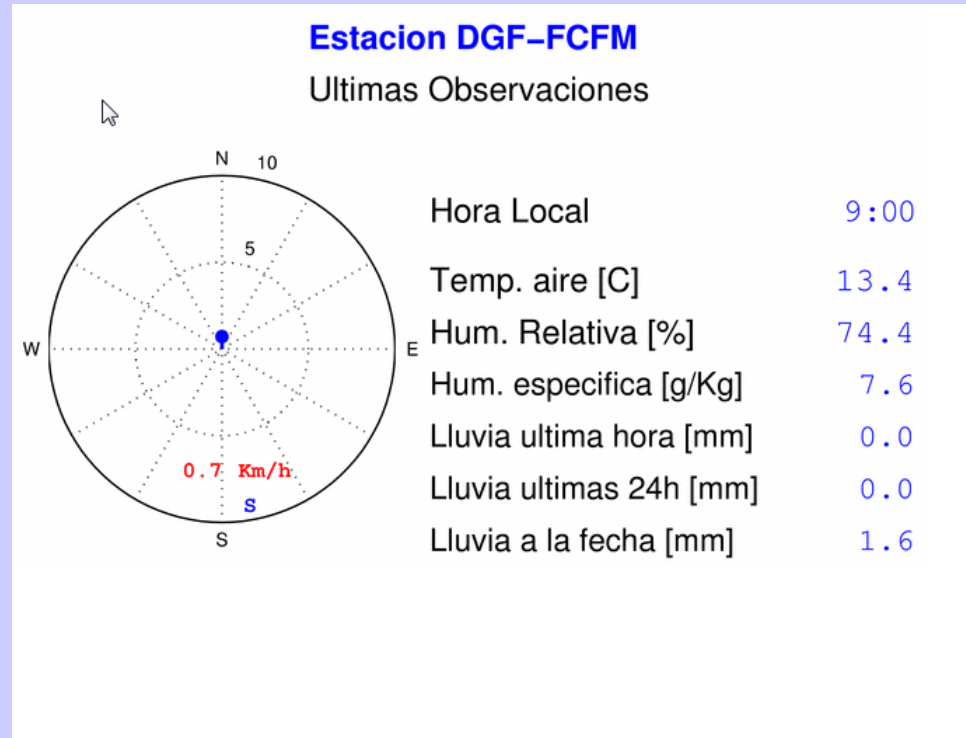


Tarea

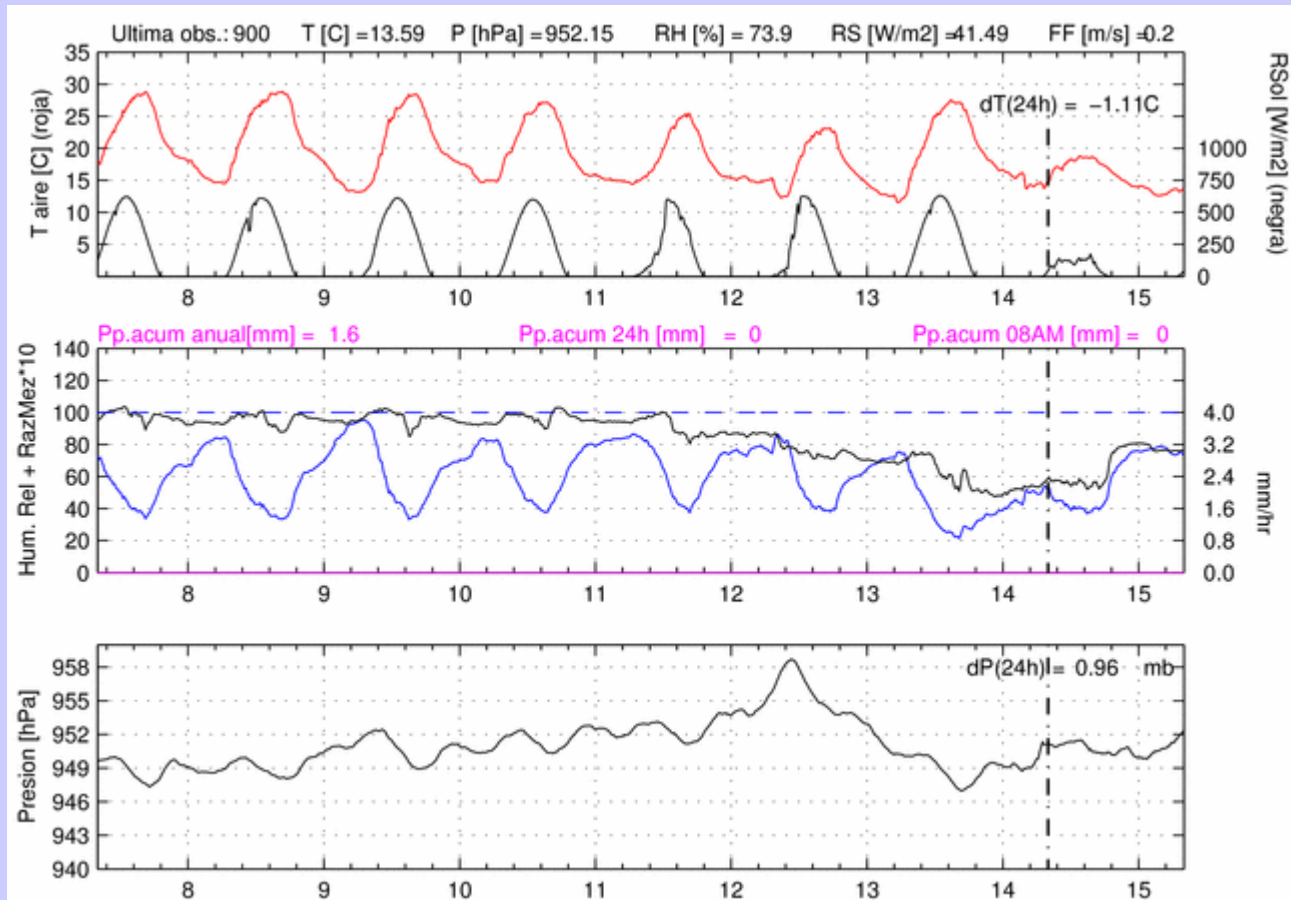
- Identificar y explicar el clima, en términos de T y P para:
 - Los Angeles, California, EEUU
 - Cuibá, Mato Grosso, Brasil
- ¿Qué tipo de vegetación se da en cada lugar? ¿Cómo se clasifican según Köppen?



El tiempo hoy en Santiago

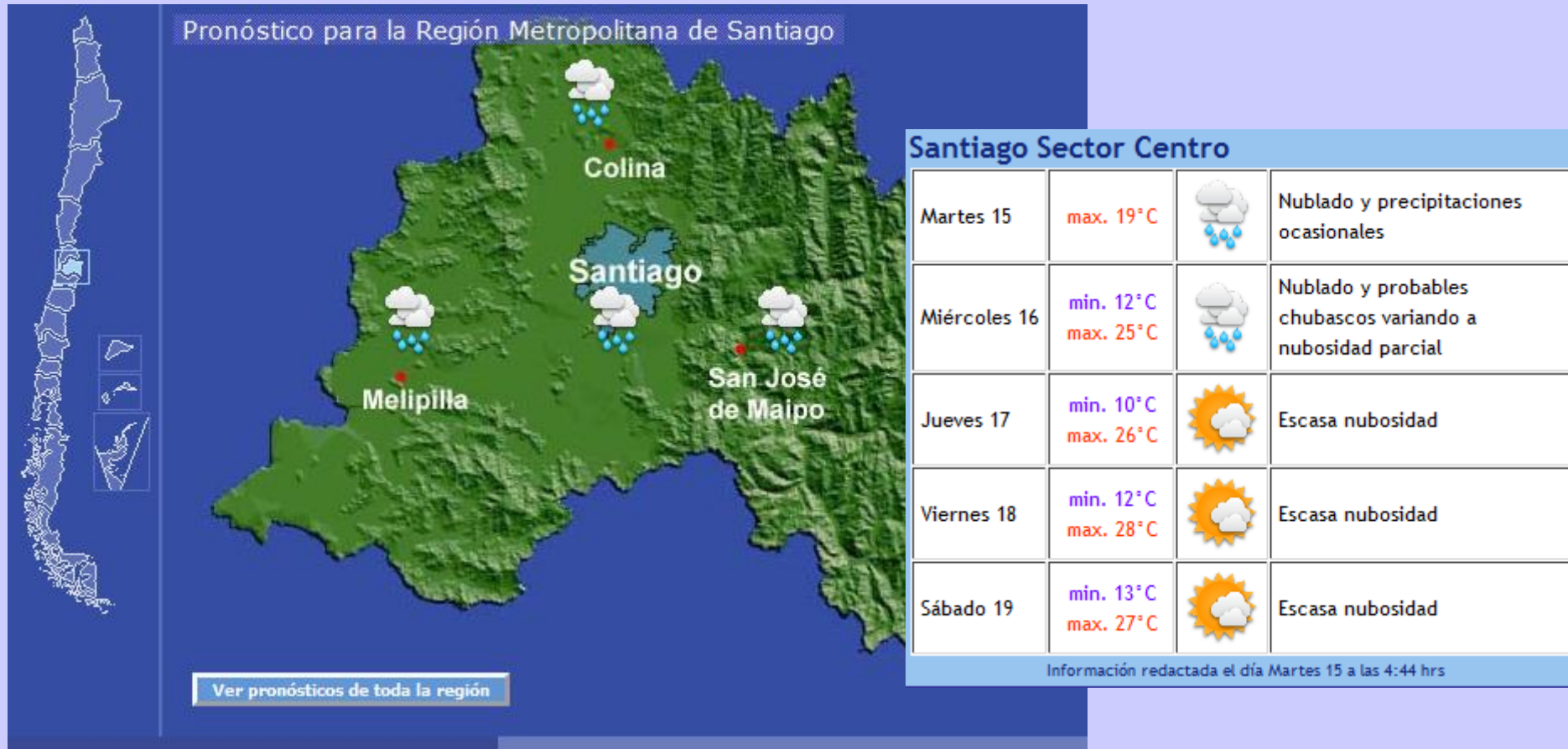


El tiempo en Santiago la última semana



<http://met.dgf.uchile.cl/tiempo/OBSERVACIONES/observaciones.html>

El tiempo de Santiago en estos días



LGK 2011

<http://www.meteochile.cl/pronostico.html>

Tarea

- ¿Cómo ha estado el tiempo en estos días en:
 - Temuco, Chile
 - Buenos Aires, Argentina?



Tiempo, Clima, Sistema Climático

Tiempo: Condiciones atmosféricas “instantaneas”: temperatura, presión, humedad, precipitación, viento, etc. Las variaciones más importantes del tiempo ocurren en la escala inter-diaria. Cambios de tiempo controlados por dinámica interna de la atmósfera.

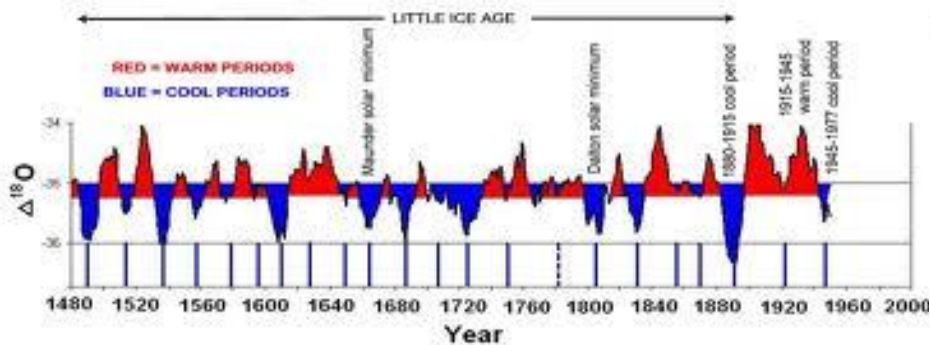
Clima: Condiciones atmosféricas “medias” en una región. Promedios calculados sobre muchos años (30). El clima determina mucha de las características ecológicas (bio-geografía) e incluso sociales y económicas de una región.

Sistema Climático: Incluye a los subsistemas terrestres (atmósfera, hidrosfera, criosfera, biosfera, litosfera), las interacciones entre y sus forzamientos externos (e.g., actividad solar) que determinan el clima terrestre.

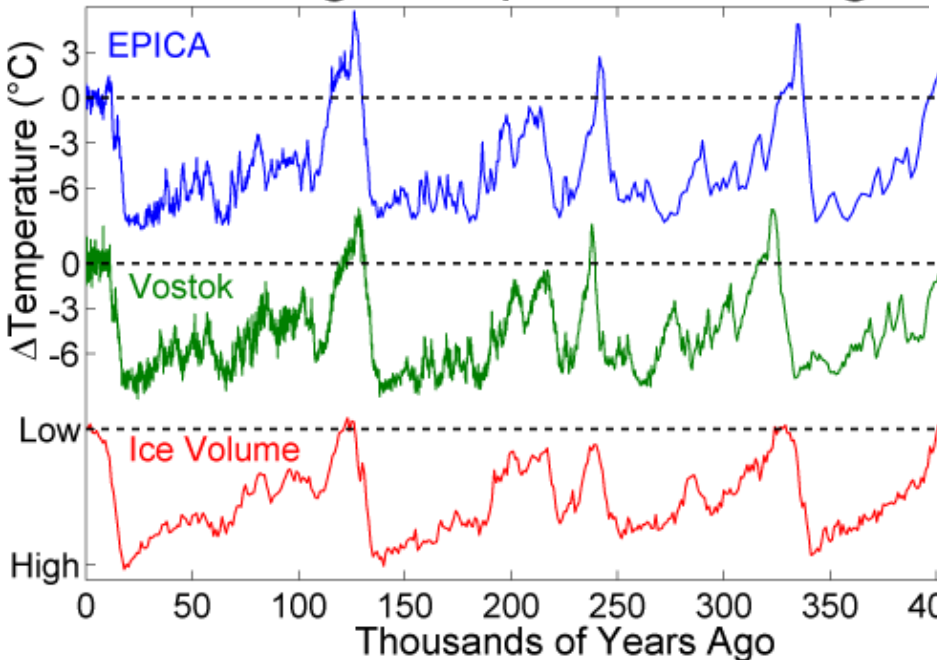
10 minutos



El clima ha cambiado, cambió, cambia y cambiará



Ice Age Temperature Changes



Influence of Dramatic Climate Shifts on European Civilizations:

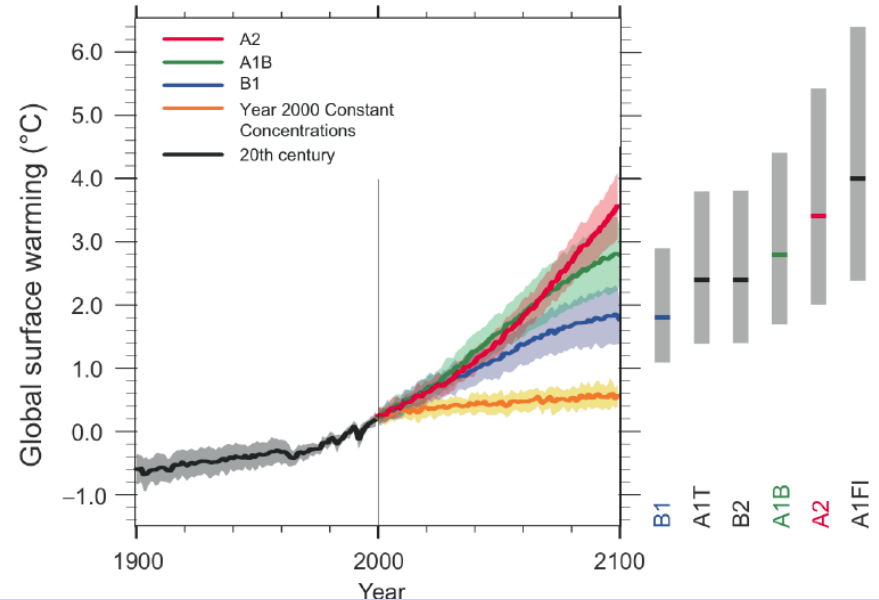
THE RISE AND FALL OF THE VIKINGS

and

THE LITTLE ICE AGE



Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



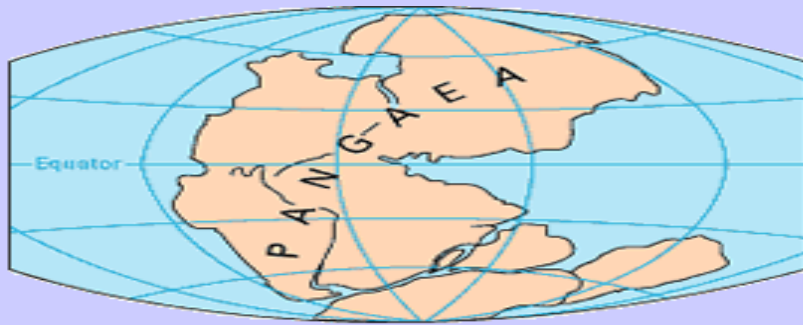
Forzantes del sistema climático



- Tectónica de placas
- Parámetros orbitales
- Actividad solar
- Actividad volcánica
- Actividad biológica
- Actividad antrópica



Cambios tectónicos



PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago

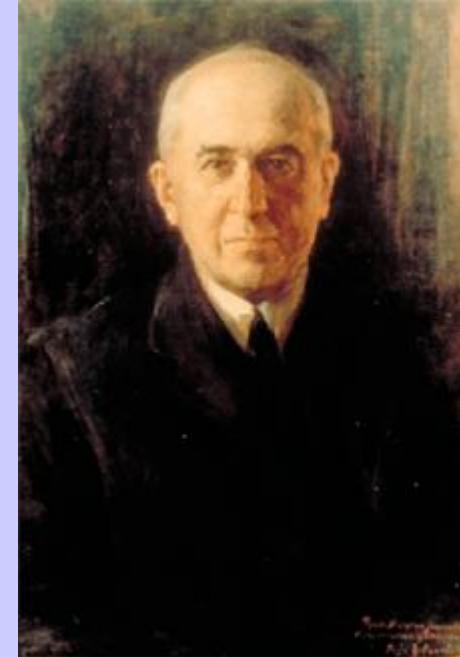
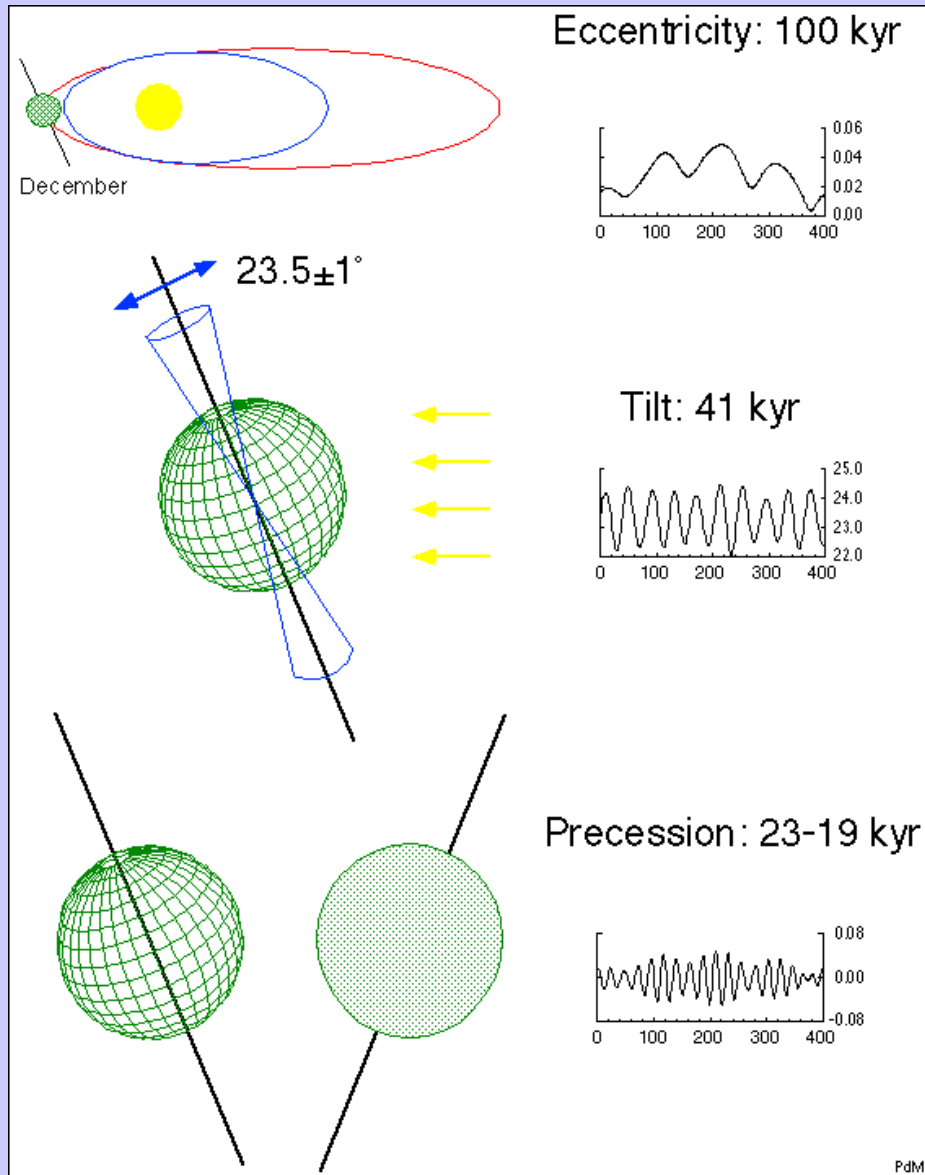


CRETACEOUS
65 million years ago



LGK 2011
PRESENT DAY

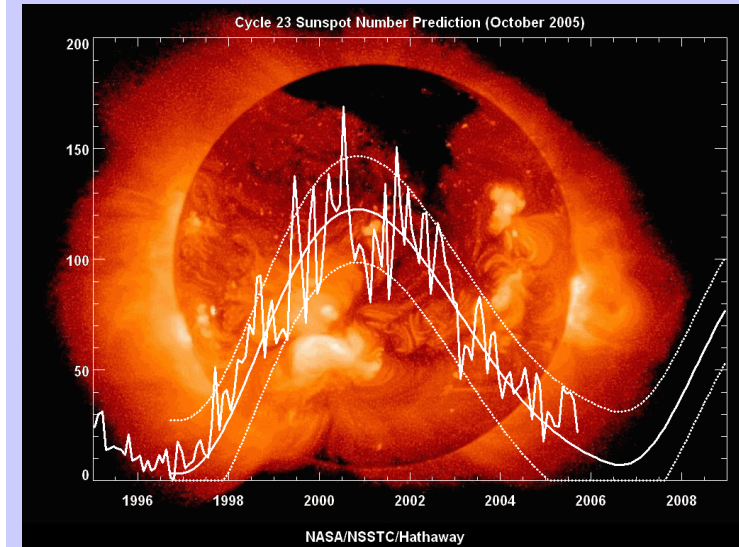
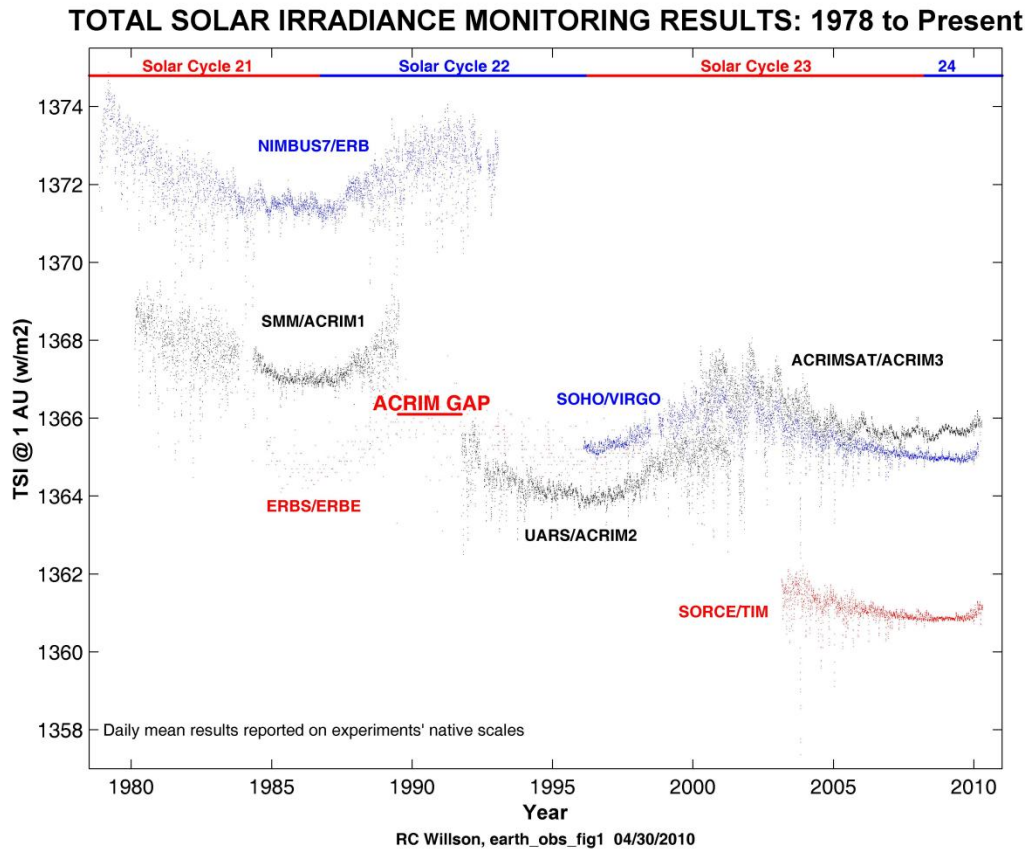
Cambios en parámetros orbitales



Milutin Milanković
Милутин Миланковић

Milankovitch, M. 1920. Theorie Mathematique des Phenomenes Thermiques produits par la Radiation Solaire. Gauthier-Villars Paris.

Cambios en actividad solar (La fuente principal de energía)



LGK 2011

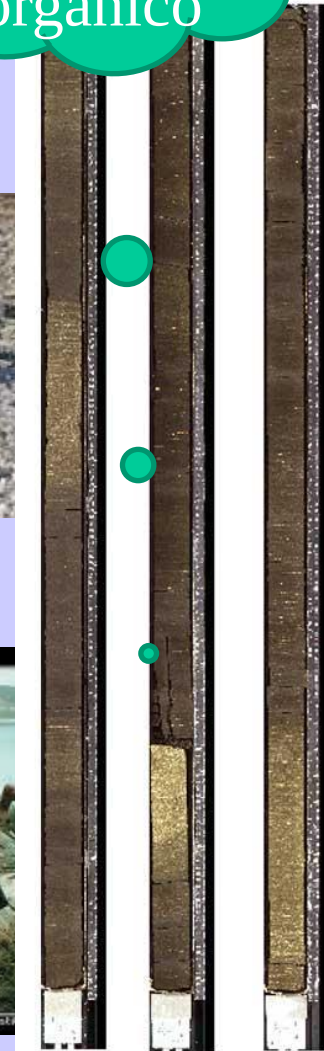
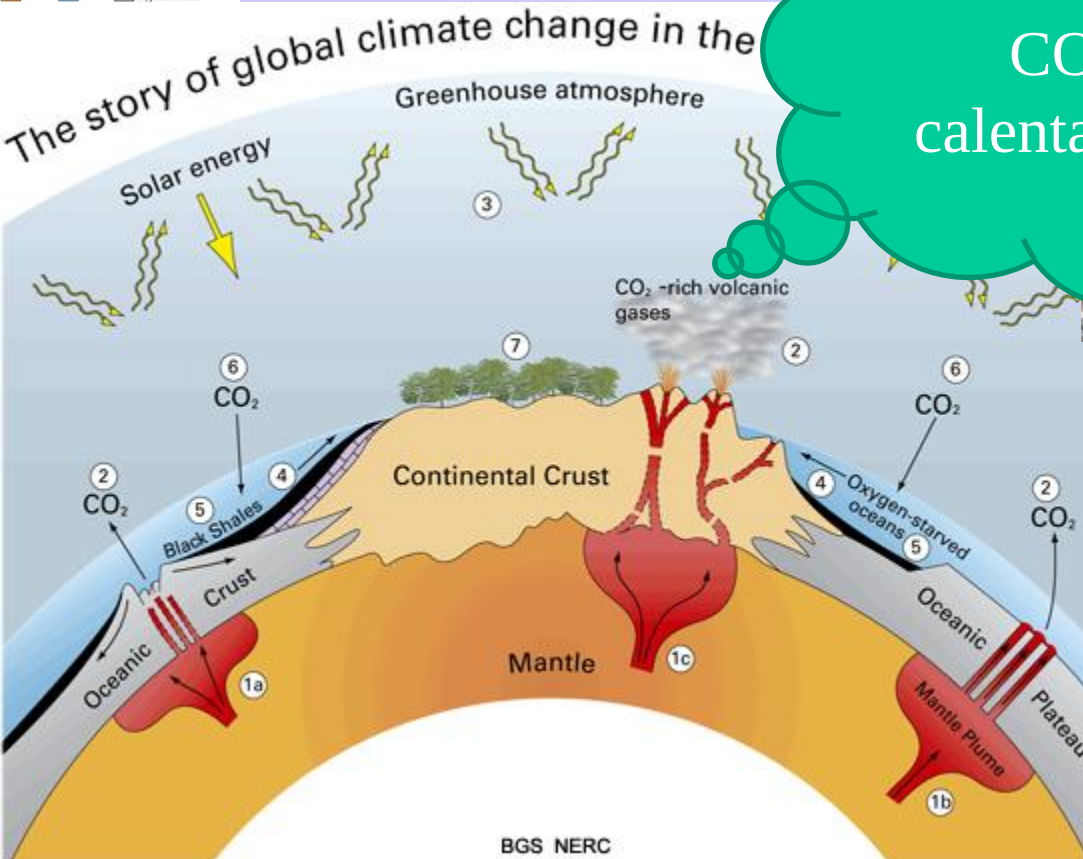
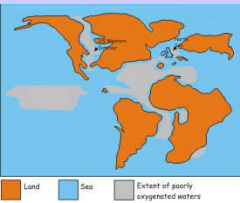
<http://lasp.colorado.edu/sorce/instruments/tim.htm>

Actividad volcánica

Depósitos
de C
orgánico

Hace ca. 95 Ma

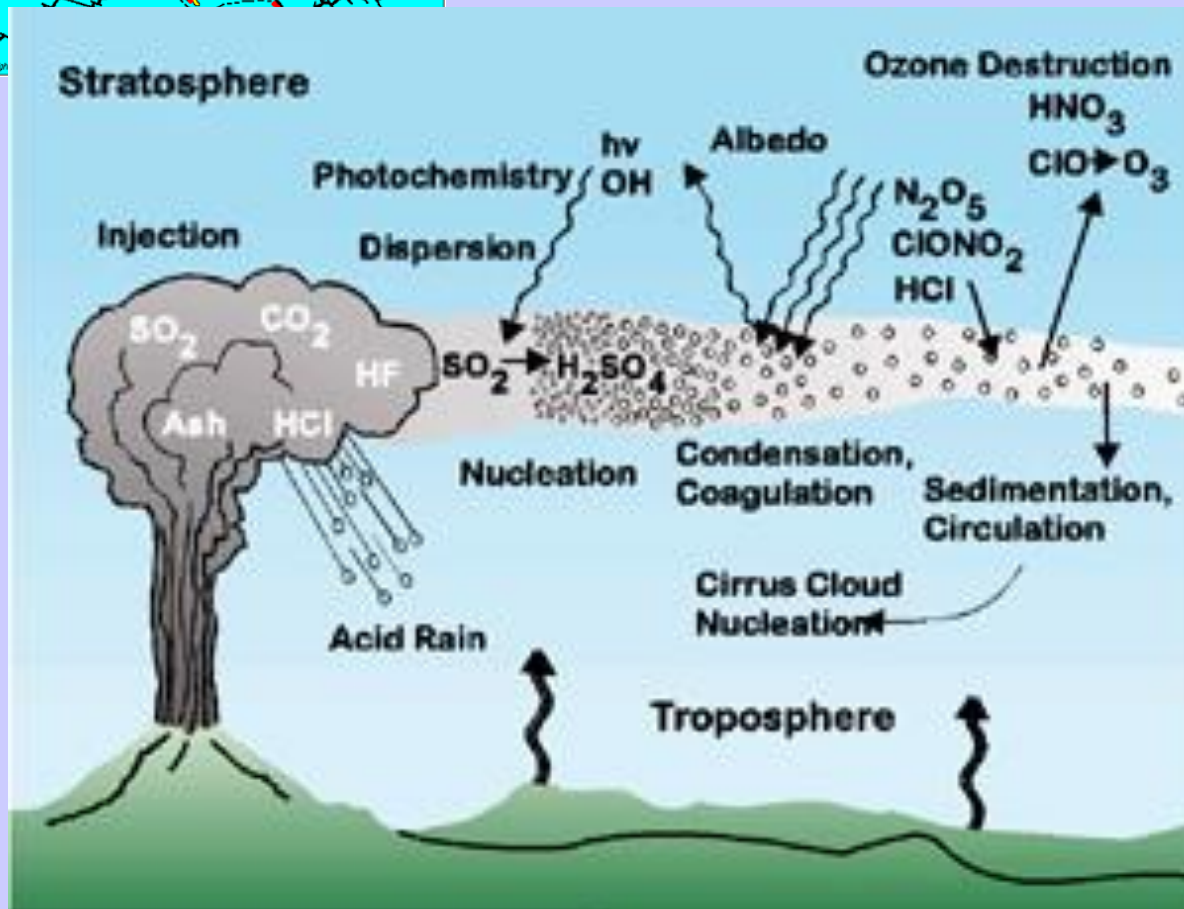
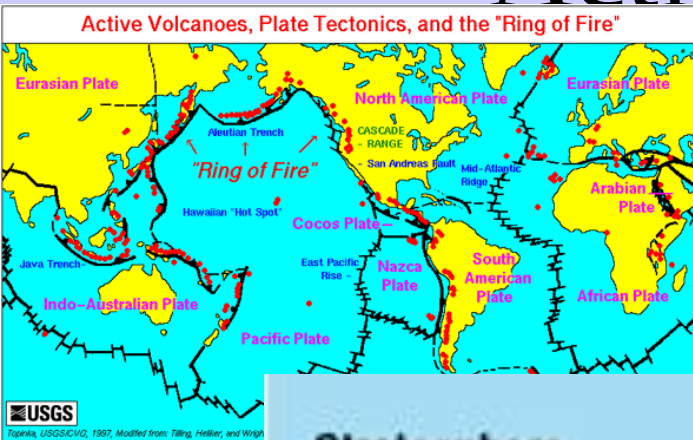
Acumulación de
CO₂ y
calentamiento



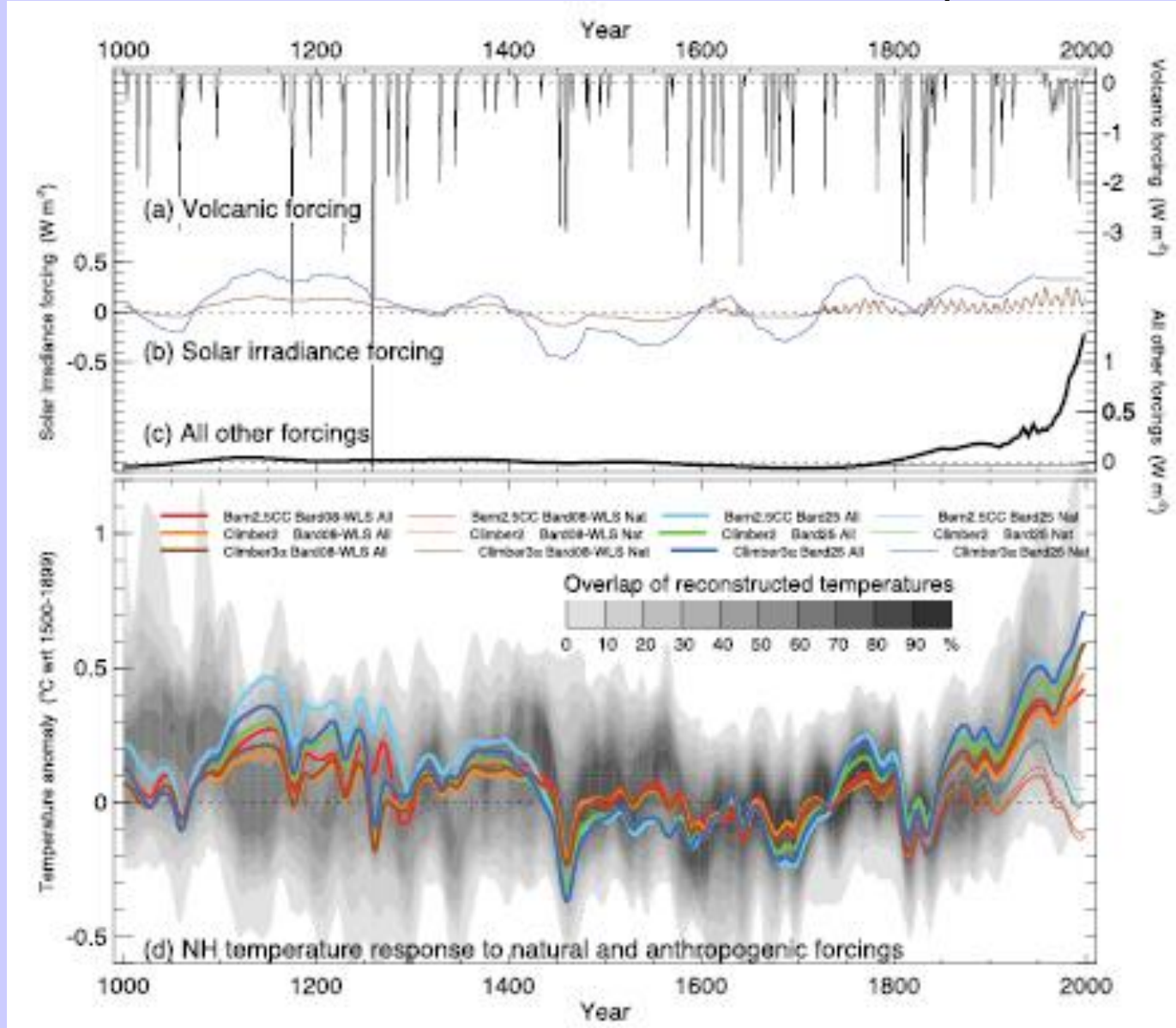
LGK 2011

http://www.bgs.ac.uk/education/climate_change/greenhouse_earth.html

Actividad volcánica



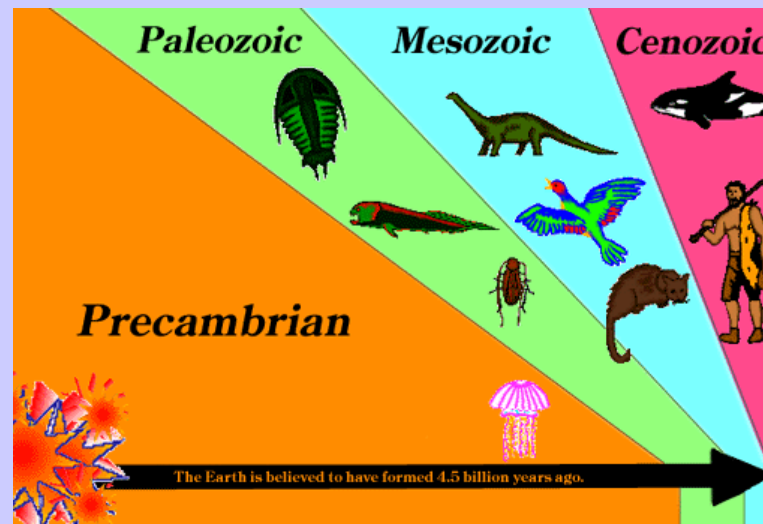
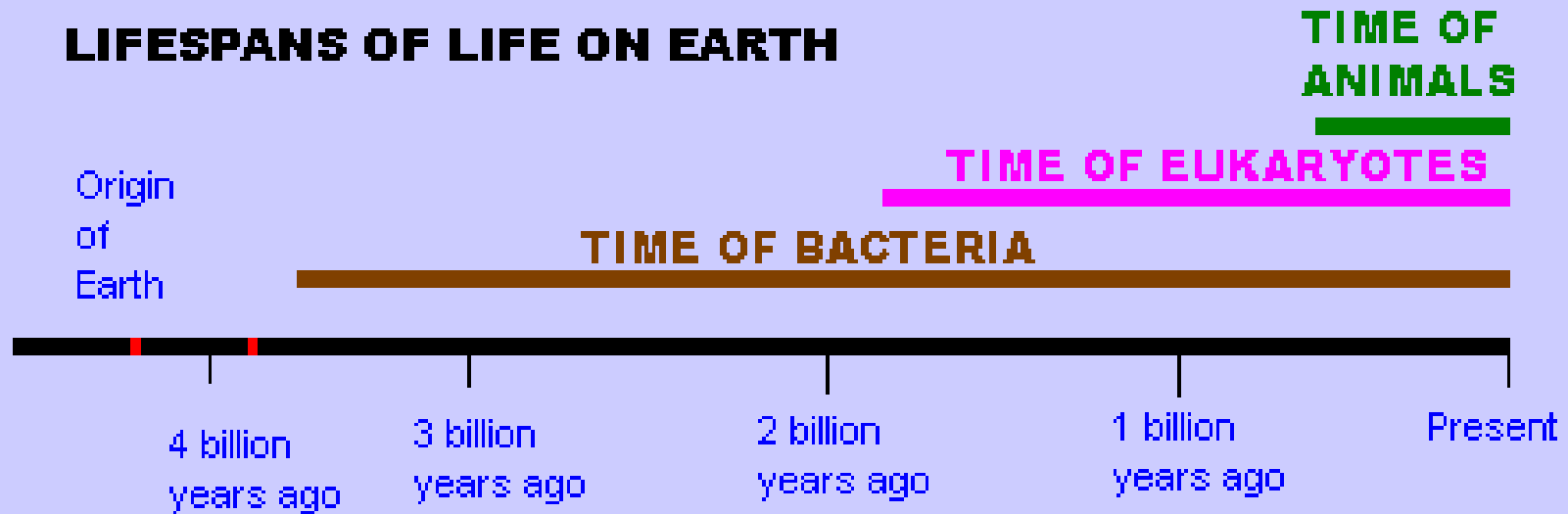
1000 de variabilidad solar y volcánica



http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch6s6-6-3-2.html

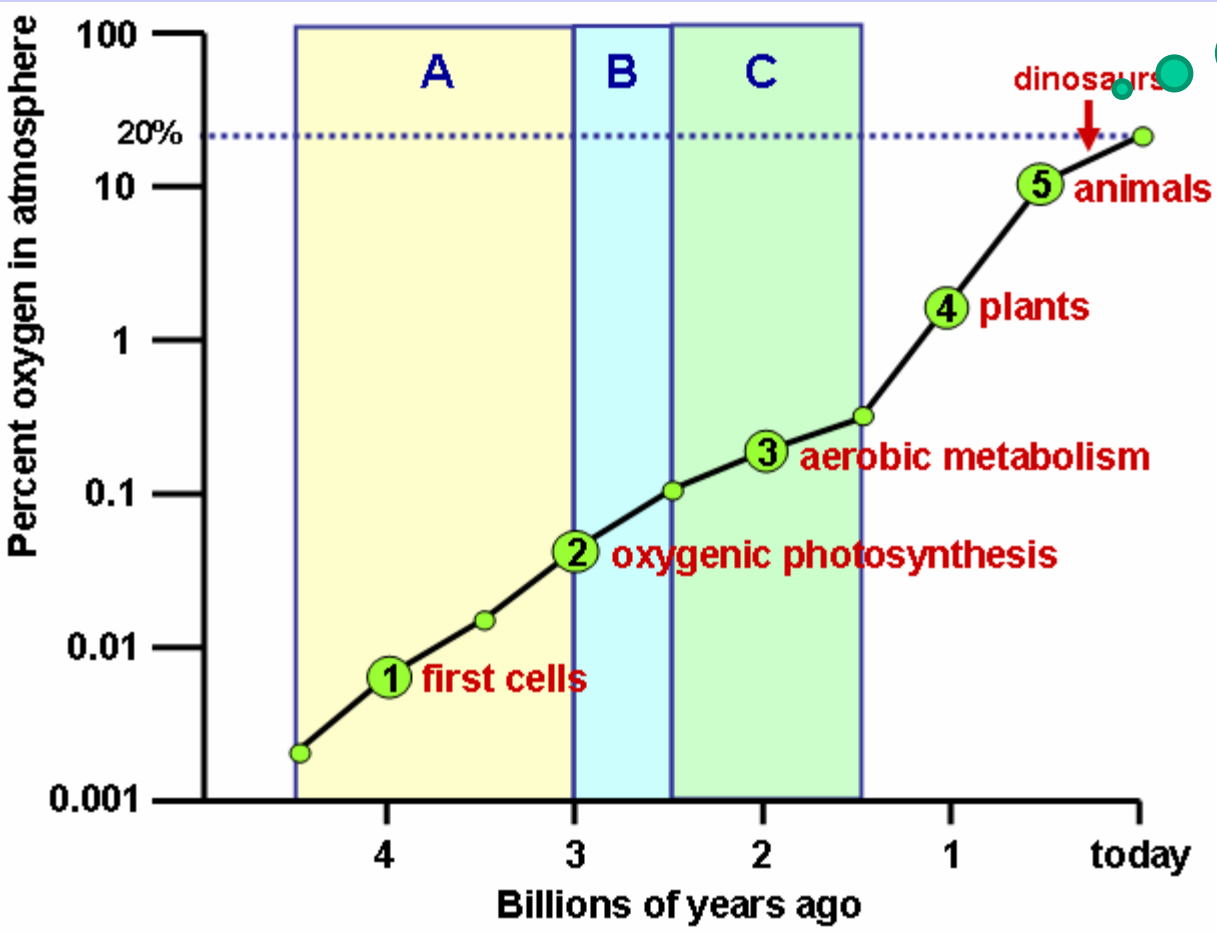
La vida y la atmósfera

LIFESPANS OF LIFE ON EARTH



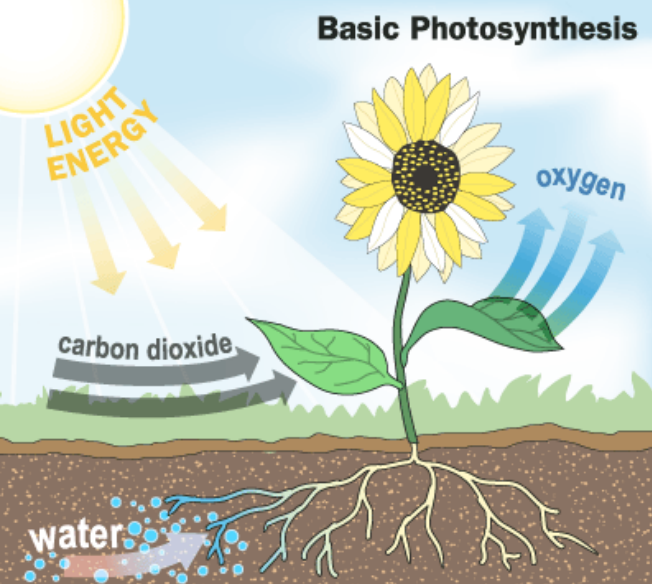
Oxígeno la atmósfera: una historia larga y misteriosa

¿Qué hace que se mantenga en 21%?

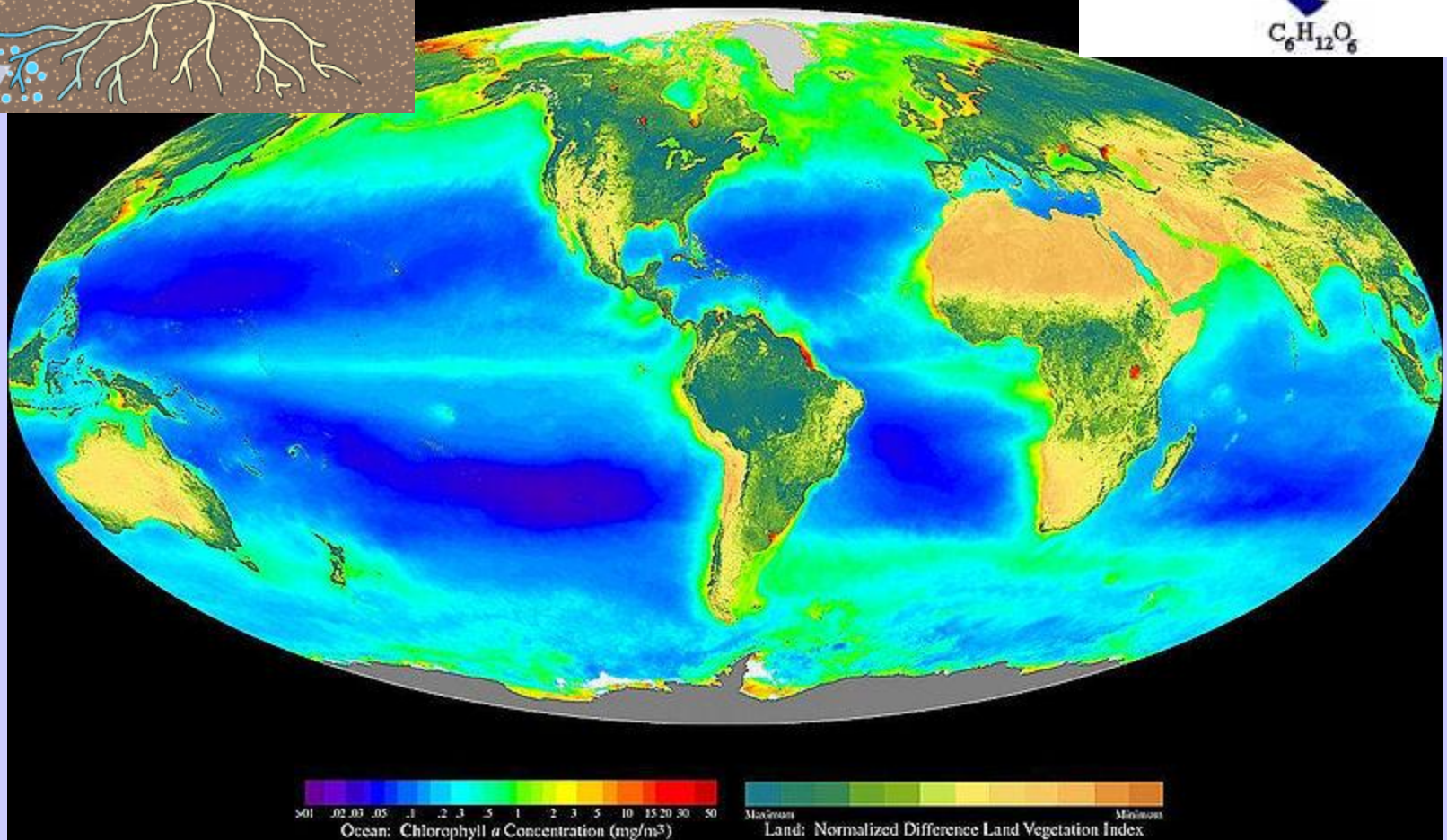
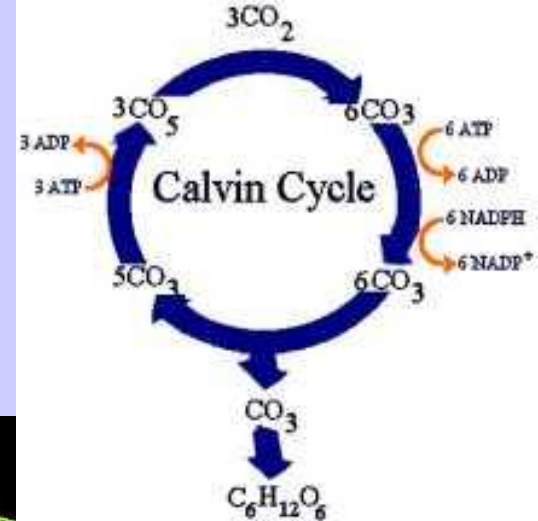


Banded iron formation, BIF
Australia

LGK 2011



Actividad biológica: fotosíntesis



Hipótesis GAIA

James Lovelock & Lynn Margulis



The atmosphere of the earth differs greatly from that of the other terrestrial planets with respect to composition, acidity, redox potential and temperature history predicted from solar luminosity. From the fossil record it can be deduced that stable optimal conditions for the biosphere have prevailed for thousands of millions of years. We believe that these properties of the terrestrial atmosphere are best interpreted as evidence of homeostasis on a planetary scale maintained by life on the surface.

Lovelock, J.E.; Margulis, L. (1974). "Atmospheric homeostasis by and for the biosphere- The Gaia hypothesis". *Tellus*, **26** (1): 2–10

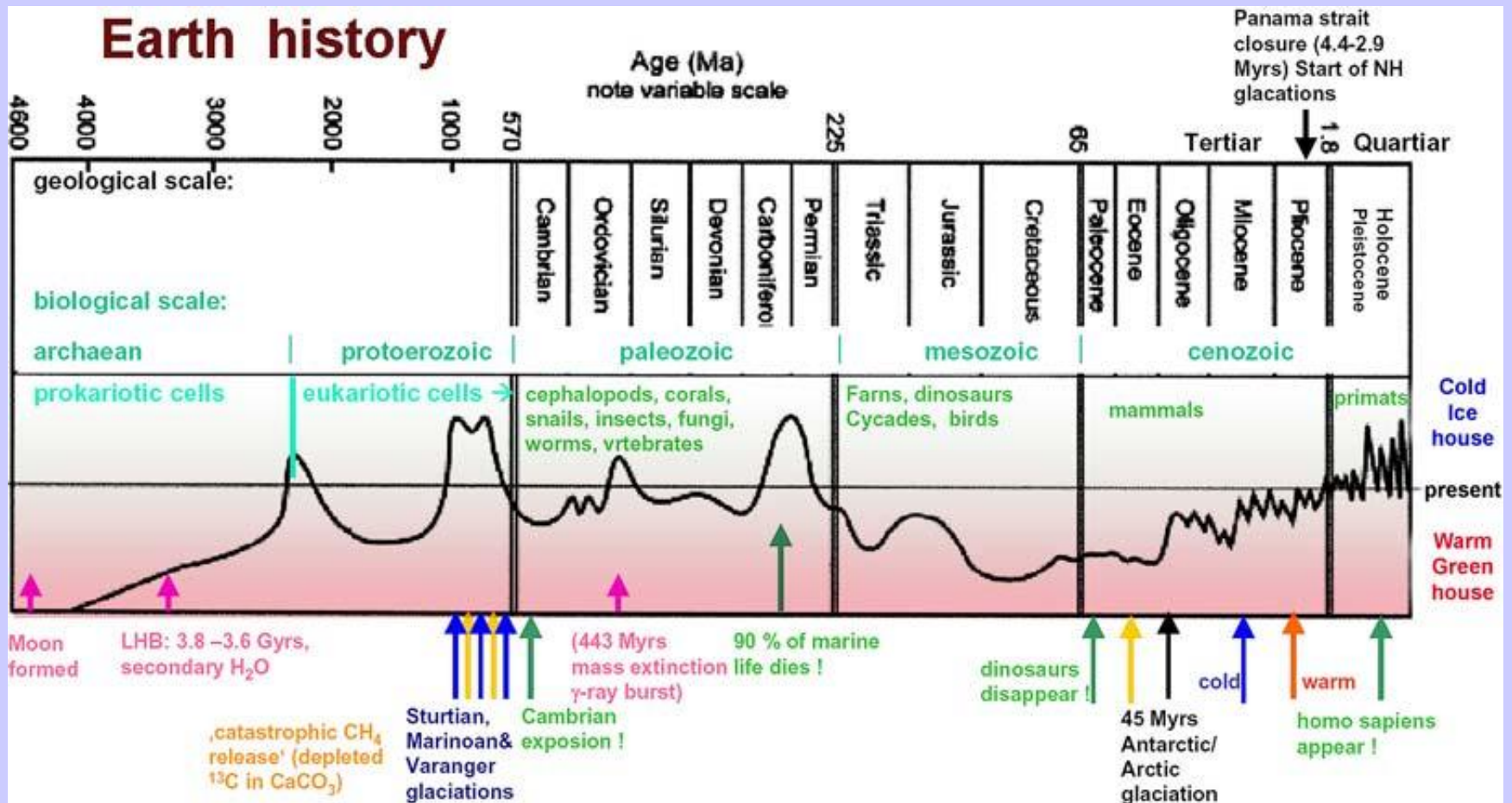
La formación y evolución de la atmósfera

- Hace 50-100 x10¹² años se formó el planeta...desde una nebulosa rica en hidrógeno
- La primera atmósfera tenía nitrógeno, hidrógeno y agua, con trazas de ácido sulfídrico, amoniaco y metano.
- Hace ca. 3.5 x10⁹ años aparecen las primeras bacterias que vivían en condiciones anaeróbicas (bajo el agua)...algunas empiezan a desarrollar capacidades **fotosintéticas**
- El oxígeno producido en la fotosíntesis era inicialmente consumido en oxidar hierro...hasta que se rompió el equilibrio y la atmósfera empieza acumular oxígeno (**letal para la mayoría de las formas vivas**)..
- La presencia de oxígeno da pie a la formación de ozono y a la protección de la radiación ultravioleta...aparece la vida fuera del agua...

Introducción a la Meteorología. Sistema Climático

UCh/FCFM/DGF – R. Garreaud

Historia de la atmósfera terrestre: Temperatura



Lecturas de hoy

- Obligatoria
 - Wallace and Hobbs, Atmospheric Science, Ch. 2.
- Opcional
 - Vikingos y cambio climático
<http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/index.html>
 - Teoría de Milankovic´
<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/milankovitch.html>
 - Hipótesis GAIA :
 - Lovelock, J.E.; Margulis, L. (1974). "Atmospheric homeostasis by and for the biosphere- The Gaia hypothesis". *Tellus*, **26** (1): 2–10.
- Más sobre clima: GF3004 (Sistema Climático)

To be continued.



Atmósfera: composición y estructura