

Proxies climaticos

Herramienta clave de la paleoclimatología

Mathurin Choblet

`mathurinarthur.choblet@rai.usc.es`

Facultad de física - USC

9 de junio de 2020

Definición

Indicador que conserva condiciones del pasado.

Permite reconstruir el clima de una cierta época de la historia de la tierra.

- Medición de manera indirecta
- Muchos avances en las últimas décadas (compara TAR con AR4 del IPCC)
- Cuestiones: viabilidad, rango de tiempo, resolución?

Contenidos

- 1 Isótopos estables – $\delta^{18}\text{O}$
- 2 Testigos de hielo
- 3 Foraminíferos y Corales
- 4 Palinología
- 5 Sedimentos
- 6 Conclusiones

Isótopos estables - Oxígeno y Hidrógeno

	Hidrógeno		Oxígeno		
Isótopo	^1H	^2D	^{16}O	^{17}O	^{18}O
Abundancia en 1 por	1	8696	1	488	2632

Figura: Abundancia de los isótopos estables

→ isotopólogos: H_2^{16}O , H_2^{18}O , H_2^{17}O , HD^{16}O

Proporción isotópica R y notación δ

$$R = \frac{\text{abundancia isótopo menos común}}{\text{abundancia isótopo más común}} \quad (1)$$

$$\delta^{18}\text{O} = \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{standard}}} - 1 \quad (2)$$

$(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{standard}}$: Standard Mean Ocean Water (SMOW)

Consecuencias

- Diferencia de peso, energía de enlace, movilidad
 - Fraccionamiento en procesos de evaporación y precipitación
- depende de la temperatura
- Cambio en $\delta^{18}\text{O}$ depende del: recorrido, fuente

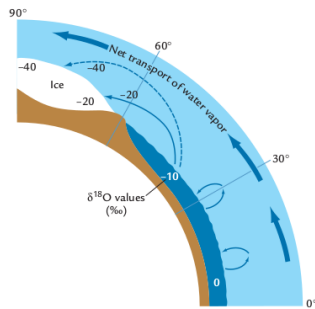


FIGURE 2 Isotope fractionation As water vapor moves from the tropics toward the poles, it is enriched in the ^{18}O isotope during each step of evaporation and condensation. This fractionation process makes the $\delta^{18}\text{O}$ values of snow falling on (and stored in) ice sheets more negative (^{18}O -rich).

Figura: Fuente: Earth climate: Past and Future (Ruddiman)

Testigos de hielo

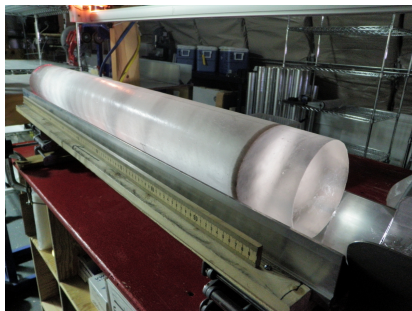


Figura: núcleo de hielo (wikimedia)

- capas de hielo anuales
- valores $\delta^{18}\text{O}$
- burbujas de aire atrapadas: medición directa de la atmósfera
- resolución $\sim 650\text{k años}$

Mediciones Vostock en Antártida

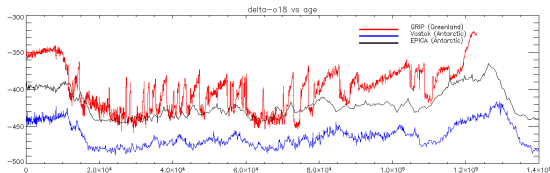
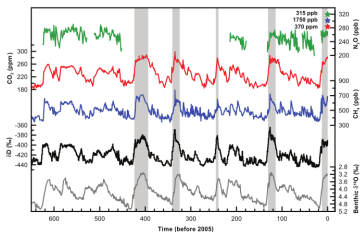


Figura: IPCC AR4, fig. 6.3

Medición local coincide con situación global!

Foramníferos

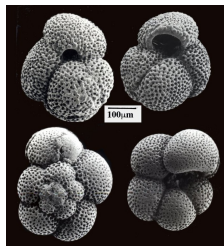


Figura: Fuente: wikimedia

- organismos muy básicos (plancton), fosilizados en sedimentos oceánicos
- concha de Carbonato de Calcio (CaCO_3)

- relación empírica temperatura - isótopos:

$$T = 16,9 - 4,2(\delta_C - \delta_W) + 0,13(\delta_C - \delta_W)^2$$

- resolución: millones de años

Proxies para las capas de hielo

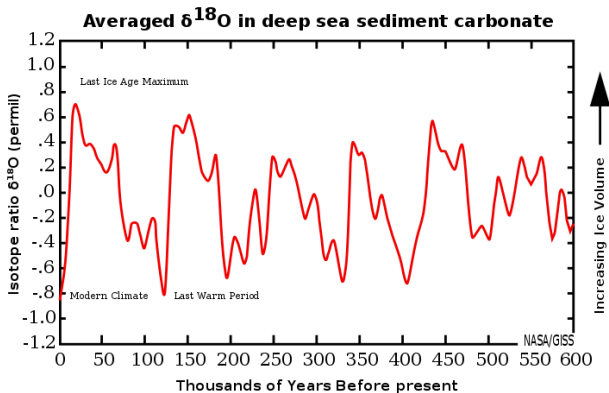


Figura: fuente: giss.nasa.gov

- mismo principio del $\delta^{18}\text{O}$ en el CaCO_3
- se conservan para mucho tiempo
- indicador del nivel del mar

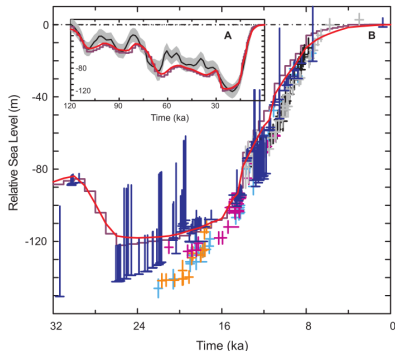


Figura: IPCC AR4, fig 6.8

Palinología

- Polen como proxy abundante de la vegetación
- con su membrana protector se puede conservar para millones de años en entornos anaeróbicos
- se encuentra en sedimentos en lagos por ejemplo

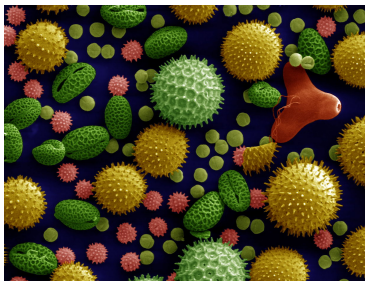


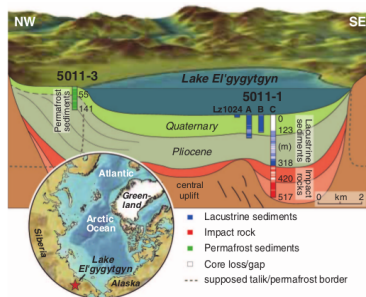
Figura: fuente: wikimedia

Sedimentos: Lake El'gygytyn

2.8 Million Years of Arctic Climate Change from Lake El'gygytyn, NE Russia

Martin Melles,^{1*} Julie Brigham-Grette,² Pavel S. Minyuk,³ Norbert R. Nowaczyk,⁴ Volker Wennrich,³ Robert M. DeConto,² Patricia M. Anderson,⁵ Andrei A. Andreev,³ Anthony Coletti,² Timothy L. Cook,^{2*} Eeva Haltia-Hovi,^{4*} Maaret Kukkonen,³ Anatoli V. Lozhkin,³ Peter Rosén,⁶ Pavel Tarasov,⁷ Hendrik Vogel,¹ Bernd Wagner¹





Figura: Science, Julio de 2012



Conclusiones

- campo muy amplio, muchas disciplinas
 - limitaciones de variables y geográficas
 - importancia de modelos:
 - acoplamiento con la orbita terrestre (teoría de Milankovitch)
 - entender feedbacks
- aquí esta el trabajo de los físicos

Bibliography I

-  G. Thomas Farmer, John Cook
Climate Change Science: A Modern Synthesis
Chapter 19: Ancient Climates and Proxies
Springer-Science, 2013
-  Eystein Jansen, Jonathan Overpeck
Assessment report 4, Chapter 6 Palaeoclimate.
IPCC 2007
-  W.G. Mook
Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle.
International Atomic Energy Agency and United Nations Educational,
Scientific and Cultural Organization, 2000
-  William F. Ruddiman
Earth's Climate: Past and Future.
W.H. Freeman and company, 2008

Bibliography II



Gavin A. Schmidt

Forward modeling of carbonate proxy data from planktonic foraminifera using oxygen isotope tracers in a global ocean model.

Paleoceanography, 17 de maio de 1999



M. Melles et al.

2.8 Million years of Arctic Climate Change from Lake El'gygytgyn, NE Russia.

Science, 20 de julio de 2012



S. Epstein et al.

Revised Carbonate-Water Isotopic Temperature Scale.

Bulletin Of the Geological Society of America, November 1963