

## Origen y diversificación de los seres vivos

### Ir a PPT

En los cursos de Botánica se estudian los vegetales y en los de Zoología se estudian los animales. Pero la primera cuestión que hay que plantearse es ¿qué es un vegetal y un animal? La primera idea que surge es definir los vegetales frente a los animales. Un vegetal obtiene su energía mediante fotosíntesis, no se desplaza (está sujeto al sustrato) y no reacciona rápidamente frente al medio. Por el contrario, un animal necesita alimentarse de otros organismos, se mueve y reacciona rápidamente frente a los cambios del medio. Alguien puede decir, nos falta algo, también hay microbios, que estudia la Microbiología. Estos son, organismos microscópicos, que no son animales ni vegetales. Por tanto, en la definición de animal y vegetal hay que incluir el tamaño del organismo. Así pues hay vegetales, animales y *microbios*.

Esta separación más o menos clara, que todos percibimos, es correcta, pero sólo en parte. Muchos organismos sencillos tienen modos de vida intermedios, que no encajan en esa definición. Por ejemplo, *Euglena* es un pequeño organismo unicelular (microscópico), hace fotosíntesis (como los vegetales), tiene flagelos, captura e ingiere otros pequeños organismos y nada activamente alejándose o acercándose de una fuente de luz (como los animales) (seguir el vínculo para ver video MOV):

<http://www.fcps.edu/StratfordLandingES/Ecology/Miscellaneous/Euglena/METABOLY.MOV>

Como éste, hay muchos organismos en los que la definición de vegetal, animal y *microbio* no se aplica tan fácilmente. Y todavía hay más, ¿dónde colocamos los Hongos? Porque los hongos pueden ser microscópicos o muy grandes, no hacen fotosíntesis, la mayoría no se desplaza, etc.

Para saber qué organismos estudia la Botánica, lo mejor es entender cómo se han diversificado los seres vivos a lo largo de la historia de la Tierra, y cuáles han sido los grandes cambios evolutivos que han desembocado en la gran diversidad de organismos que existen actualmente en nuestro planeta. Un aspecto especialmente importante de esta diversificación ha sido el establecimiento de **modos** diferentes de **nutrición** y **reproducción**. Para nutrirse los organismos necesitan obtener energía y una fuente de carbono, que les permita construir sus células y llevar a cabo su metabolismo. Como fuente de energía los seres vivos utilizan:

- la luz ( organismos **fotótrofos**)
- la energía que se libera de la ruptura de los enlaces químicos en los compuestos orgánicos (organismos **quimiotrófos**).

El carbono lo toman del:

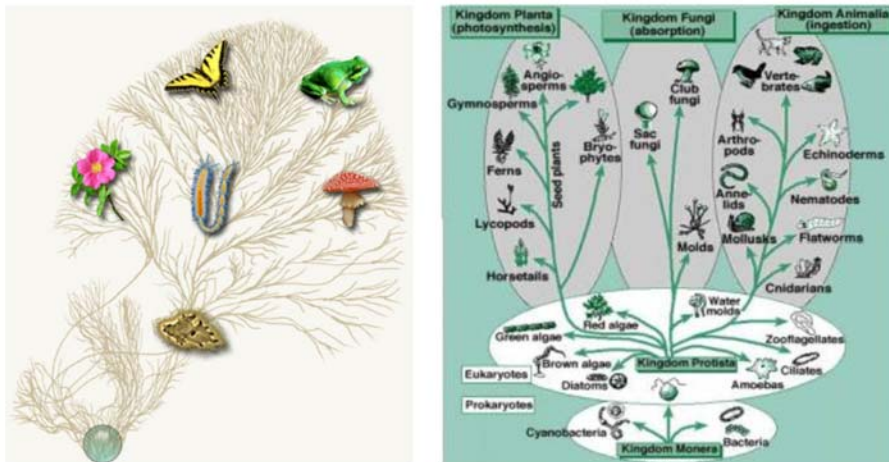
- CO<sub>2</sub> (**autótrofos**)
- compuestos orgánicos preexistentes (**heterótrofos**).

El uso combinado de unas u otras fuentes de energía y de carbono ha dado lugar a una gran diversidad de formas de nutrición, y de forma correlacionada ha originado modos de vida diferenciados (móviles, sedentarios, acuáticos, terrestres).

MODOS DE NUTRICION DE LOS SERES VIVOS			
FUENTE DE ENERGÍA	FUENTE DE C	DONANTE DE e <sup>-</sup> o H <sup>+</sup>	ORGANISMOS
FOTO- (luz)	AUTO- (CO <sub>2</sub> )	H <sub>2</sub> S, S <sup>(a)</sup> H <sub>2</sub> O <sup>(b)</sup> H <sub>2</sub> O <sup>(b)</sup> H <sub>2</sub> O <sup>(b)</sup>	Bacterias Cianófitos Algas Plantas terrestres
	HETERO- (CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>	comp. orgánicos	Bacterias
QUIMIO- (comp. orgánicos)	AUTO- (CO <sub>2</sub> )	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , <sup>(c)</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>3</sub>	Bacterias
	HETERO- (CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>	S, Mn <sup>++</sup> , Fe <sup>++</sup>	Bacterias Protozoos Hongos Metazoos

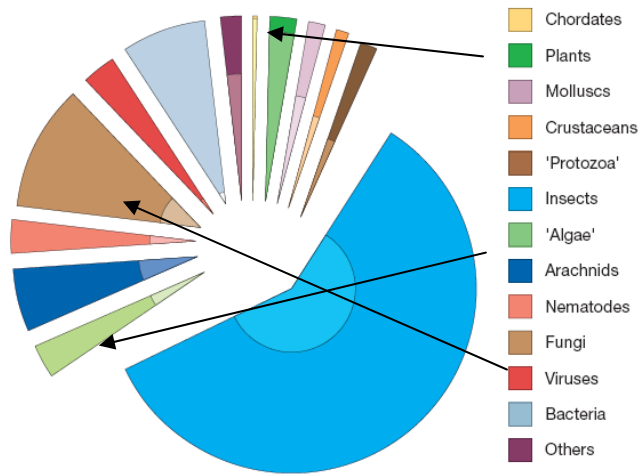
Margulis et al. 1990 (simplificado). \* Algas con heterotrofia facultativa, plantas terrestres aclorófilas. (a)  $CO_2 + 2 H_2S \rightarrow (CH_2O) + H_2O + 2 S$ . (b)  $CO_2 + H_2O \rightarrow (CH_2O) + O_2$

El resultado de la evolución ha sido la diversificación de los seres vivos en grandes linajes evolutivos, y su expansión y la colonización de todos los hábitats acuáticos y terrestres de la Tierra.



Dos representaciones de la diversidad de los seres vivos: una artística (Tree of Life Web Project; <http://www.tolweb.org/tree/>) y otra sistemática (Margulis & Schwartz, 1998).

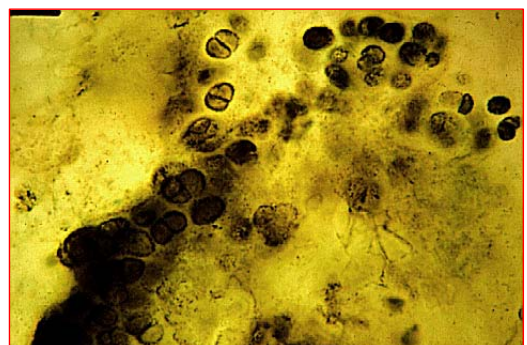
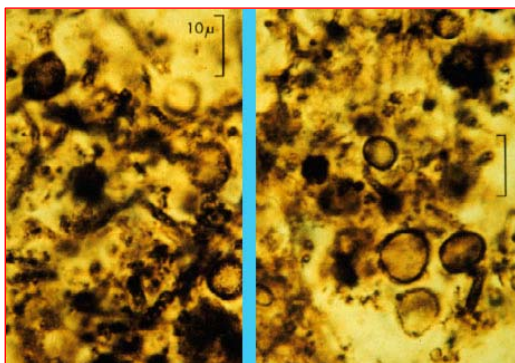
Cómo éste es un curso de Botánica, nos centraremos en los principales hitos en la diversificación de los seres vivos de los que se ocupa esta ciencia: los organismos fotoautótrofos que producen oxígeno (**algas y plantas terrestres**) y los organismos quimioheterótrofos productores de esporas (**hongos**).

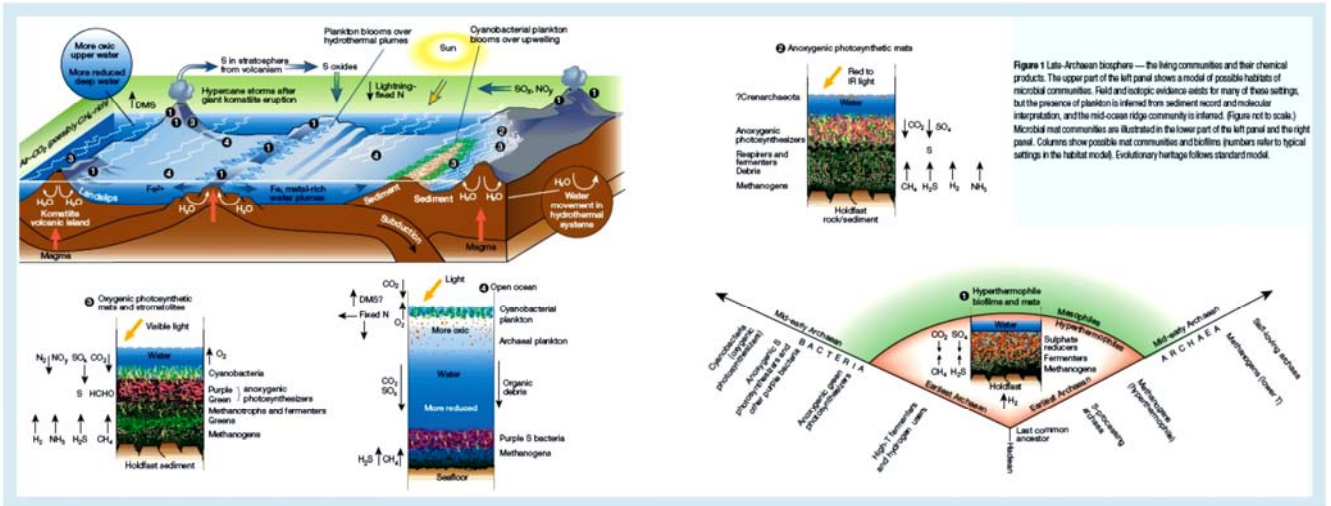


Estimación del número de especies (*species richness*) existente en en cada grupo de organismos. La parte externa de cada porción representa el porcentaje especies formalmente descritas respecto al total estimado. *Nature* 405: 212-219, 2000. **Los grupos de organismos que estudia la Botánica están indicados por flechas**

### Acontecimientos importantes en la historia de las algas, las plantas terrestres y los hongos

- 4600 Ma. Formación del Sistema Solar despues de la explosión de una o mas supernovas. Formación de la Tierra y de la Luna. Minerales más antiguos conocidos en la Tierra (zircones de 4400 Ma, Australia Occidental), y rocas más antiguas (gneisses, 4000 Ma, noroeste de Canadá).
- 3800 - 3600 Ma. Comienzo de la vida: formación de las primeras moléculas orgánicas y aparición de las primeras células (biogénesis) en la Tierra.
- 3600 - 2700 Ma. Origen, evolución y diversificación de las primeras formas de vida (**procariotas quimiótrofos y fotótrofos, heterótrofos y autótrofos, aerobios y anaerobios**).

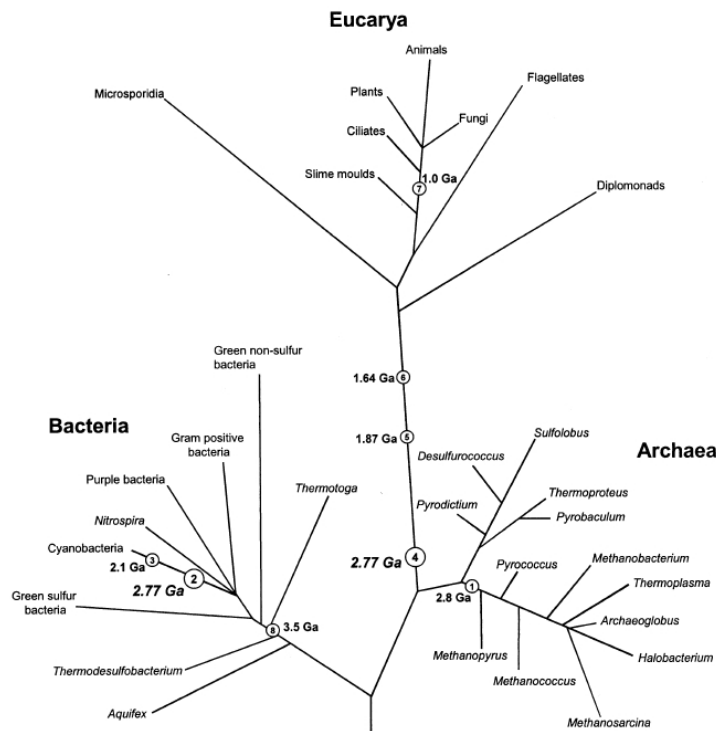




La biosfera a fines del Arqueozoico (Nisbet & Sleep, 2001)

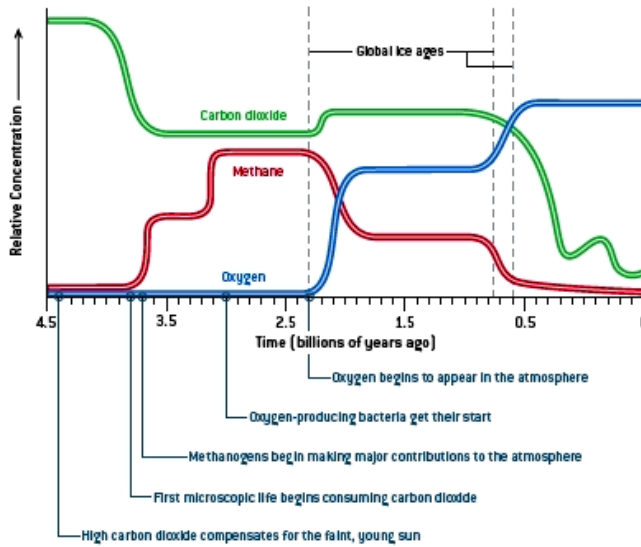
Aparición de la fotosíntesis anoxigénica en bacterias púrpuras y verdes (mediante bacterioclorofila y distintos compuestos como donantes de electrones: hidrógeno, sulfídrico, azufre, compuestos químicos). Aparición de la **fotosíntesis oxigénica en cianobacterias** (mediante clorofilas, y agua como donante de electrones).

- 2700 Ma. Primeras evidencias moleculares de la existencia de eucariotas. Separación de las arqueobacterias, eubacterias y eucariotas.



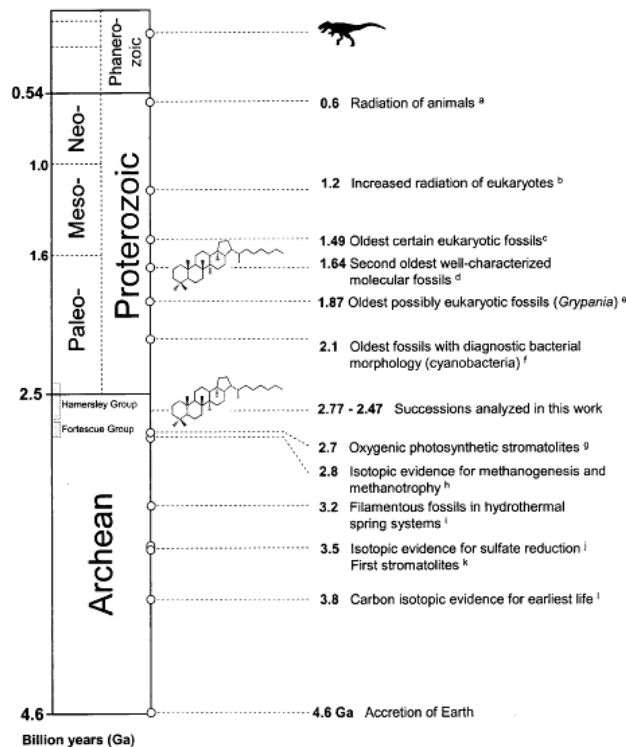
Edades mínimas de las principales ramas del árbol de la vida (*Tree of Life*) basadas en datos biogeoquímicos y paleontológicos (Brooks, 2003).

- 2400 - 2300 Ma. Transición de una **atmosfera** anóxica a **oxigénica**



Evolución de las concentraciones relativas de los principales gases atmosféricos (Kasting, 2004)

- 1800 Ma. Primeros fósiles de células con orgánulos y sistemas complejos de multiplicación y reproducción (**eucariotas**).



Acontecimientos biológicos importantes del Precámbrico (Brooks et al., 2003)

- 1400 - 1200 Ma. Primeros organismos multicelulares en los vegetales (**algas y hongos pluricelulares**).

- 440 - 350 Ma. Invasión y conquista del medio terrestre por las plantas (**embriófitos**) y desarrollo de tejidos conductores (**plantas vasculares**).
- 417 a 350 Ma. Primeras plantas con semillas (**gimnospermas**): la independencia definitiva del agua.
- 140 - 125 Ma. Desarrollo y radiación de las plantas con flores (**angiospermas**): máxima interrelación de los animales y las plantas.

### Referencias

- Brocks, J.J., Buick, R., Summons, R.E. & Logan, G.A. 2003. A reconstruction of Archean biological diversity based on molecular fossils from the 2.78 to 2.45 billion-year-old Mount Bruce Supergroup, Hamersley Basin, Western Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67 (22): 4321–4335.
- Kasting, J.E. 2004. When methane made climate. *Scientific American*, July, 78-89.
- Kump, L. 2008. The rise of atmospheric oxygen. *Nature* 451-17 January: 277-278.
- Kutschera, U. & K.J. Niklas. 2005. Endosymbiosis, cell evolution, and speciation. *Theory in Biosciences* 124: 1–24.
- Margulis, L. 1990. *Handbook of Protoctista*
- Margulis, L. & K.V. Schwartz. 1998. *Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*.
- Niklas, K.J. 1997. *The Evolutionary Biology of Plants*, Capítulo 3. Origins and early events. Chicago University Press.
- Nisbet, E.G. & Sleep, N.H. 2001. The habitat and nature of early life. *Nature* 409: 1083-1091. (22 February 2001).
- Purvis, A. & A. Hector. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Sanderson, M.J., Thorne, J.L., Wikström, K. & K. Bremer. 2004. Molecular evidence on plant divergence times. *American Journal of Botany* 91(10): 1656–1665.