

# I batteri ipertermofili

Alla fine degli anni 1970 Carl Woese, uno studioso dell'università dell'Illinois (USA), svolse un'analisi genetica comparativa fra organismi diversi che gli consentì di proporre una nuova suddivisione dei sistemi viventi, prevedendo l'esistenza di tre *domini*: bacteria, archaea e eukarya. Il dominio dei bacteria comprende i batteri (eubatteri), quello degli archaea comprende gli archeobatteri, mentre il dominio degli eukarya comprende i protisti, le piante, i funghi e gli animali (figura 1).

Gli **archeobatteri** devono il loro nome all'antichità della loro origine: alcuni studi indicano che essi potrebbero essere comparsi sulla Terra ben 3,8 miliardi di anni fa, prima di qualsiasi altra forma di vita. Nonostante essi condividano alcune caratteristiche con i batteri e altre con gli eucarioti, per molti aspetti si tratta di organismi assolutamente peculiari. La maggior parte degli archeobatteri, infatti, vive in condizioni estreme che non consentono la sopravvivenza degli altri esseri viventi. Per questo motivo tali organismi sono detti anche *estremofili*. Sono stati finora caratterizzati tre gruppi principali di archeobatteri: i *metanogeni*, gli *alofili* e i *termofili* (o termoacidofili). I metanogeni sono microrganismi anaerobi che vivono in paludi

e acquitrini, dove il livello di ossigeno disponibile è molto basso. Sono caratterizzati da un metabolismo particolare che consente loro di produrre gas metano a partire da diossido di carbonio e idrogeno. Gli alofili vivono in ambienti la cui concentrazione salina è molto elevata, per esempio i grandi laghi salati. Alcuni alofili possono vivere soltanto in presenza di concentrazioni di sale superiori al 10%. I termofili, infine, crescono in ambienti caldi (oltre 60 °C) e spesso acidi (pH 2–4), come le sorgenti idrotermali.

Gli **ipertermofili** sono un caso particolare di termofili estremi i cui valori ottimali di temperatura superano i 90 °C. Gli archaea del genere *Sulfolobus*, per esempio, vivono nelle solfatare di origine vulcanica, mentre quelli del genere *Pyrococcus* prosperano nei fondali oceanici a pressioni elevatissime in prossimità di sorgenti sottomarine dove la temperatura dell'acqua può raggiungere anche i 400 °C (figura 2 a pagina seguente).

In condizioni così estreme di temperatura, le macromolecole presenti nei normali organismi non potrebbero esistere: le proteine si denaturerebbero, perdendo la loro funzionalità; il DNA perderebbe la tipica struttura a doppia elica e con questa il suo

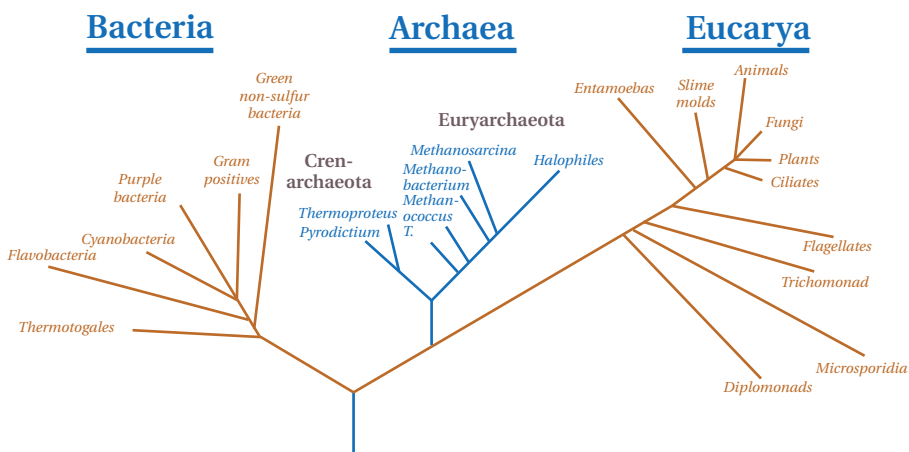
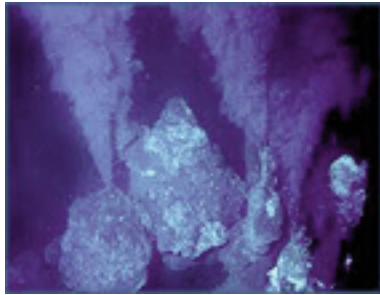


Figura 1 L'albero universale della vita. Suddivisione in tre domini secondo Woese.



**Figura 2** I batteri ipertermofili vivono nelle fumarole nere delle profondità oceaniche (*Pyrococcus abyssi*, a sinistra) e nelle sorgenti idrotermali particolarmente calde e acide, come le solfatare (*Sulfolobus solfataricus*, a destra).

ruolo di molecola depositaria dell'informazione genetica. Per tale motivo le proteine, gli enzimi e gli acidi nucleici degli ipertermofili possiedono una stabilità strutturale molto superiore alla norma. A temperatura ambiente queste molecole risultano troppo rigide per poter svolgere la loro funzione, basti immaginare il sito attivo di un enzima che non sia in grado di subire

quei lievi ma fondamentali adattamenti strutturali che consentono l'interazione con il substrato e la catalisi. Al contrario, nelle condizioni estreme in cui vivono gli ipertermofili, le stesse molecole acquisiscono la flessibilità strutturale necessaria per i cambiamenti conformazionali richiesti per il funzionamento di un enzima o di una qualsiasi altra proteina.