

FONTS HIDROTERMALS OCEÀNIQUES : ADAPTACIONS DELS MICROORGANISMES HIPERTERMÒFELS

Mar Fernández Sánchez. Grau Microbiologia. Treball Fi de Grau. 2013 - 2014

UN HÀBITAT EXTREM

Són fonts submarines d'on brolla aigua a pressió sobreescalfada (a uns 350°C) i carregada de minerals[1]. Es troben al llarg de les dorsals oceàniques (cadenes muntanyoses de volcans submarins) entre 1.500 i 3.200 metres de profunditat[2].

L'aigua freda del fons marí penetra en l'escorça terrestre per fissures. L'aigua s'escalfa a l'entrar en contacte amb la roca calenta del mantell on la temperatura pot arribar a 1.200°C, fent que els metalls i sulfurs de les roques es dissolguin. Aquest fluid calent carregat de sulfhídric (H_2S), hidrogen (H_2), manganès (Mn_2^+) i metalls, puja a la superfície del fons marí. Quan el fluid calent entra en contacte amb l'aigua del mar, freda i oxigenada, els metalls i sulfhídric dissolts precipiten donant al fluid l'aspecte típic de fum, de manera que les fonts hidrotermals es diuen habitualment fumaroles negres (Fig.1). Les partícules es dipositen en el fons marí, formant xemeneies hidrotermals que poden arribar a 45 m d'alçada[3].

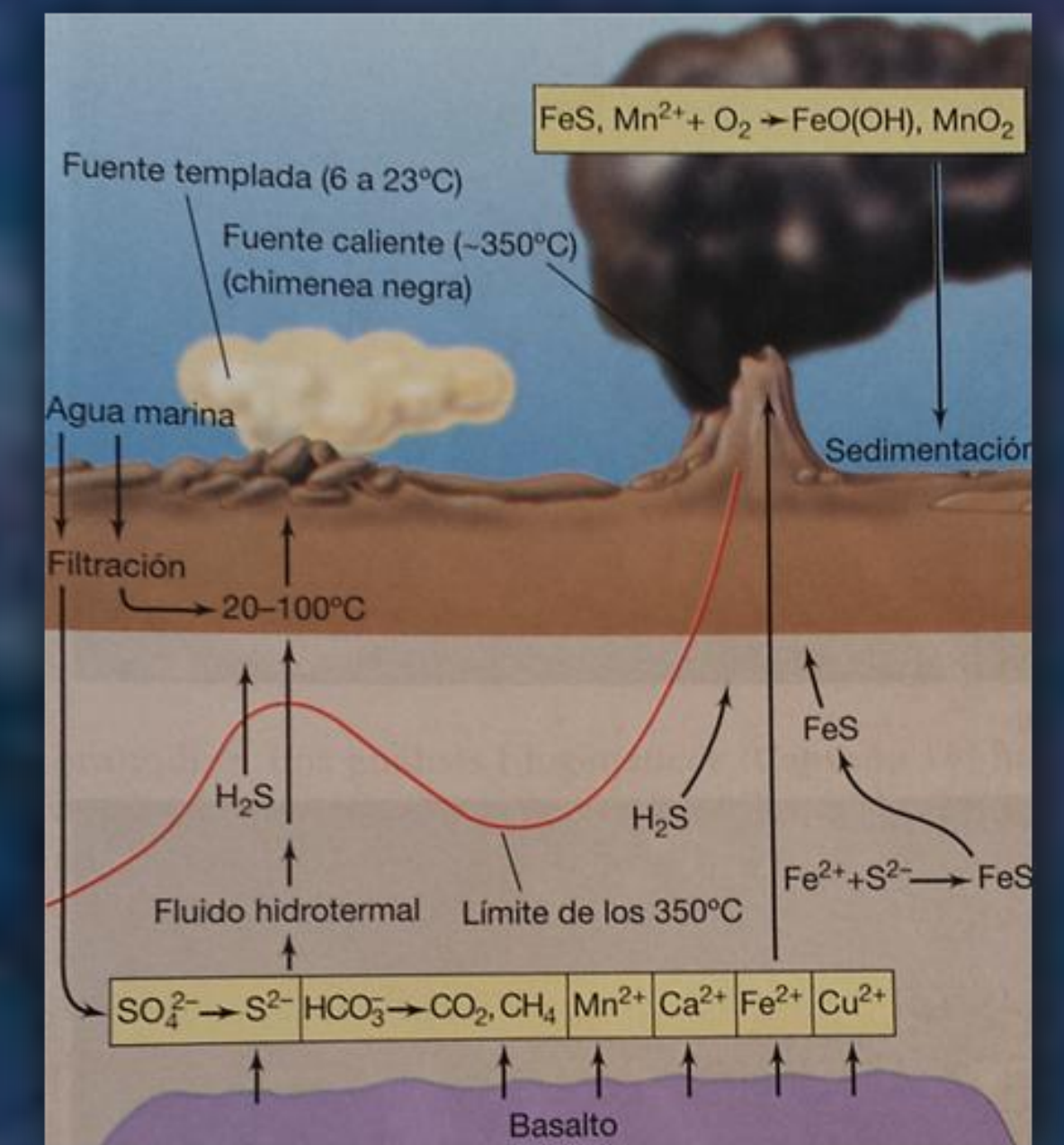


Figura 1. Formació de les fonts hidrotermals oceàniques. [10]

HIPERTERMÒFELS

A les fonts hidrotermals oceàniques, les cadenes tròfiques es desenvolupen en absència total de llum solar. Els microorganismes que hi habiten són autòtrofs quimiosintètics, obtenen ATP de les oxidacions de compostos inorgànics i l'utilitzen per fixar el CO_2 , generant biomassa[4]. A aquests microorganismes que viuen en condicions extremes, els anomenem extremòfils (amants de l'extrem) i es poden classificar segons el paràmetre que suporten. A les fonts hidrotermals oceàniques hi ha unes condicions d'acidesa, baixa concentració d'oxigen, alta pressió però sobretot altíssimes temperatures[5]. La temperatura és un dels paràmetres ambientals més importants que condicionen el creixement i la supervivència dels microorganismes. Afecta també a la velocitat de creixement i per tant al temps de generació[6]. Coneixem com a hipertermòfils als organismes que tenen la temperatura òptima de creixement estrictament per sobre dels 80°C. Dins dels procariotes, trobem hipertermòfils tant en el domini *Bacteria* com a *Archaea* sent aquest últim grup en el qual es troben en major nombre[1].

BASES BIOQUÍMIQUES PER LA RESISTÈNCIA A LA CALOR

Atès que les altes temperatures a què es troben sotmesos els microorganismes que viuen a les fonts hidrotermals submarines poden causar la desnaturalització de les proteïnes, la desespiralització dels àcids nucleics o un augment de la fluïdesa de la membrana plasmàtica: aquests organismes han desenvolupat diverses adaptacions per sobreviure a aquestes condicions [7].

Adaptacions	ARQUEUS	BACTERIS
Sobre els enzims	Girasa inversa: introdueix superenrotllament positiu en la cadena d'ADN que la fa més resistent a la desnaturalització tèrmica[8].	Un interior molecular molt hidròfob per a aconseguir enzims termo-resistents, i que no es desnaturalitzin a altes temperatures[6].
Sobre les proteïnes	Nucli hidrofòbic[9]. Augment de les interaccions: establir interaccions entre les proteïnes i els anions cDPG (2,3-difosfoglicerat cíclic) trivalents presents al citoplasma per evitar la desnaturalització de les proteïnes[8]. Estabilitzadors de proteïnes; soluts protectors com l'inositol fosfat, el di-glicerol fosfat i el monoacilglicerol que eviten la seva degradació tèrmica[10].	Producció de xaperonines [7]; empaquetament altament hidrofòbic de l'interior de les proteïnes (que afavoreix la resistència natural a la desnaturalització a l'ambient aquós del citoplasma)[10]. Inactivació selectiva d'algunes rutes enzimàtiques per la temperatura[7].
Sobre l'ADN	Mínims canvis en la seqüència d'aminoàcids , que impliquen un cert plegament de la proteïna que li confereix la termostabilitat [8]. Presència de soluts protectors: grans quantitats de 2,3-difosfoglicerat potàssic (estabilitzant l'ADN) i n'evita la desnaturalització[8]. Increment del percentatge de Guanina-Citosina (G+C) , que eleva el punt de fusió i afegeix estabilitat a la molècula d'àcid nucleic de l'organisme[8]. La relació G+C disposa de tres enllaços d'hidrogen, en comparació amb dos enllaços d'hidrogen entre la relació de l'adenina-timina (A + T)[4].	
Sobre els lípids de membrana	No presenten àcids grassos a les seves membranes sinó hidrocarburs de tipus C_{40} que estan compostos d'unitats d'isoprenoides repetitives de 5 àtoms de carboni que s'uneixen per un enllaç èter al glicerol fosfat[10]. Monocapa lipídica (en comptes de la típica bicapa lipídica) que té una gran resistència a les altes temperatures[8].	Incrementar les saturacions de la membrana [11]: Membranes riques en àcids grassos (lípids) saturats, que permeten enllaços hidrofòbics més forts[7]. Presenten lípids isoprenoides (hopanoids) vinculats a l'èter[7]: Els hopanoids són molècules similars als esterols que estan presents en moltes espècies del domini <i>Bacteria</i> i exerceixen un paper semblant al dels esterols en les membranes dels eucariotes[10].

BIOTECNOLOGIA

Els hipertermòfils ofereixen avantatges en els processos industrials ja que són capaços de catalitzar reaccions bioquímiques a temperatures elevades[10]. Exemples coneguts: Taq DNA polimerasa aïllada de *Thermus aquaticus* per a la PCR, la utilització d'amilasa per a la producció de la glucosa i la xilanasa per blanquejar paper o la construcció de nano-sensors òptics (que es basen en la capacitat dels enzims termòfils per enllaçar el substrat, sense transformar-lo)[12]. Aquests microorganismes són molt prometedors per als medicaments de base genètica, els productes químics, els processos industrials i la creació de nous marcadors seleccionables per usar-los en la biologia molecular arqueobacteriana[13].

CONCLUSIONS

Paper fonamental en l'origen de la vida ja que els microorganismes viuen en absència de llum, oxigen, a altes pressions i a elevades temperatures. Arqueus i bacteris s'han vist obligats a modificar les seves característiques per a poder sobreviure a aquestes condicions. Ambdós microorganismes presenten diferents adaptacions; però coincideixen en que les més importants són a nivell de la membrana, en la seqüència d'aminoàcids (i per tant el plegament de les proteïnes) i la presència de soluts protectors que eviten la degradació del material genètic. Uns microorganismes essencials en el passat, interessants en el present i molt útils en el futur!

REFERÈNCIES

- Extremòfil. <<http://biocontext.cat/biocontext/2011/1%20estem%20de%20%20un%20presenciaci%20de%20extremofils%2001.pdf>>
- SEED Ciencia: Schlumber Excellence in Education Development. <<http://www.planetseed.com/es/relatedarticle/formacion-de-los-volcanes>>
- National Oceanography Center. ¿Qué son las Fuentes hidrotermales? <http://archive.noc.ac.uk/chess/docs/vents_poster_es.pdf>
- Jjemba, Patrick K. Environmental Microbiology: principles and Applications. Science Publishers, U.S., 2004. [capítol 7, pàgines 139-148]
- Raina M. Maier, Pepper, Ian L., Gerba, Charles P. Environmental Microbiology. 2a edició. Elsevier. China, 2009. [capítol 6, pàgines 124-132]
- Microbiologia general: acción de los agentes físicos sobre las bacterias. <<http://www.usc.es/~cmaier/microbiologia/33agfisicos.html>>_Doc33451638 >
- Habitantes bacterianos de las Fuentes hidrotermales submarinas (Bases bioquímicas para la resistencia al calor). <<http://bacteriasyfonteshidrotermales.iimdo.com/microorganismos/hipertermo/C3%83filos/bases-bioqu/C3%ADmicas-para-la-resistencia-al-calor/>>
- Habitantes bacterianos de las Fuentes hidrotermales submarinas (Arqueas: adaptación a los medios extremos). <<http://bacteriasyfonteshidrotermales.iimdo.com/microorganismos/arqueas-metan/C3%83agenas-extrem/C3%83filas/adaptaciones-a-los-medios-extremos/>>
- Reed, Christopher J., Hunter, Lewis, Trejo, Eric, Winstan, Vern and Evilia, Caryn. Review Article: Protein Adaptations in Archaeal Extremophiles. Hindawi Publishing Corporation. Archaea Volume, Article ID 373275, 14 pages, 2013.
- Madigan, Michael T., Martinko, John and Parker, Jack. Brock: Biología de los microorganismos. 12a edició. Editorial Pearson-Prentice-Hall. Madrid, 2009.
- Microbiologia general. <<http://personal.us.es/trueda/pdf/fem%2014.pdf>>
- De Champdore, Marcella., Staiano, Maria Rossi., Sabato, Mose d'Auria., Review: Proteins from extremophiles as stable tools for advanced biotechnological Applications of high social interest. J. R. Soc. Interface 4, 183-191. 2007
- National oceanic atmospheric administration. <<http://oceanservice.noaa.gov/facts/extremophile.html>>