

# Vida extrema a les fumaroles termals oceàniques

A les profunditats oceàniques trobem un dels ecosistemes més extrems i alhora més diversos del nostre planeta, les fumaroles hidrotermals. Els organismes que hi viuen estan adaptats a condicions de temperatura i pressió elevades, però també a altes concentracions de gasos i metalls, que aporten l'energia química necessària per al funcionament de l'ecosistema.

El fons oceànic és un mosaic de plaques litosfèriques que es troben contínuament en moviment. Com a resultat, a les vores de les plaques es formen les fumaroles hidrotermals. L'aigua de mar es percola per les esquerdes del fons, travessa diversos quilòmetres i s'acosta al magma. Quan l'aigua s'escalfa, n'augmenta la pressió i retorna en forma de fluid hidrotermal, que té unes condicions fisicoquímiques molt diferents de les de l'aigua de mar. Els fluids hidrotermals s'emeten a temperatures al voltant de 350 °C, tenen un pH àcid i una concentració de gasos elevada (sulfur d'hidrogen, diòxid de carboni, hidrogen, etc.) i de metalls (ferro, manganès, zinc, etc.). Quan els fluids es barregen de nou amb l'aigua de mar, els minerals es precipiten i formen les fumaroles, al voltant de les quals aflora un ecosistema molt divers que, a més, és un dels més extrems del planeta. La seva troballa al final dels anys setanta és considerada un dels grans descobriments del segle xx i va revolucionar la nostra visió sobre l'origen i els límits de la vida.

Les fumaroles hidrotermals es caracteritzen perquè el funcionament de l'ecosistema no depèn de l'energia solar. A diferència de les capes superficials de l'oceà, on els productors primaris són organismes fotosintètics, a les fumaroles la xarxa tròfica depèn de l'activitat de microorganismes quimiosintètics que utilitzen l'energia química present als fluids hidrotermals per fixar diòxid de carboni i generar matèria orgànica. L'ac-

tivitat d'aquests microorganismes és la base de la xarxa tròfica i permet el creixement d'una gran varietat de formes de vida, des d'altres formes microbianes fins a fauna invertebrada, com ara cucs gegants (*Riftia pachyptila*) o mol·luscs de diferents tipus.

Els microorganismes que habiten aquest ecosistema poden viure lliures, adherits a les superfícies minerals o associats en forma de simbiotes a la fauna. Tots estan adaptats a condicions extremes de pressió, ja que, normalment, les fumaroles es troben entre 2.000 i 4.000 m de fondària. A més, els micro-



organismes associats a les estructures minerals de les fumaroles viuen a temperatures molt elevades. Aquests orga-

nismes es consideren termòfils si poden créixer entre 40 i 80 °C, o hipertermòfils si ho fan per sobre de 80 °C. Els termòfils presents són majoritàriament bacteris, mentre que els hipertermòfils pertanyen als arqueus. Els bacteris més abundants a les fumaroles són principalment del grup *Epsilonproteobacteria*, toleren l'oxigen i, per créixer, redueixen nitrat o oxiden sofre, entre altres compostos. Els bacteris d'aquest grup són gairebé tots autòtrofs i, per tant, productors primaris. Els arqueus viuen a temperatures més elevades i solen ser organismes metanògens (*Methanococcus*), reductors del sulfat (*Archaeoglobus*) o heteròtrofs (*Thermococcus*). La majoria són anaeròbics. En aquest grup hi ha un arqueu capaç de créixer a 121 °C, la temperatura més elevada descrita fins ara i considerada límit per a la vida. Gràcies als forts gradients fisicoquímics que es formen a les fumaroles —en pocs centímetres, la temperatura varia entre 2 °C i 350 °C— es creen una gran varietat de nínxols ecològics que permeten que tots aquests microorganismes amb els seus diferents metabolismes puguin coexistir i crear un ecosistema divers. Mitjançant tècniques de seqüenciació massiva de DNA, s'han descrit més de 20.000 tipus de microorganismes genèticament diferents presents a les fumaroles.

L'estudi d'aquests microorganismes té, a més, un interès especial per entendre l'origen de la vida a la Terra. Si tenim en compte que les fumaroles hidrotermals són els ecosistemes més antics del planeta i que els microorganismes que les habiten representen les branques més properes a la base de l'arbre universal de la vida, aquests podrien representar un registre viu de les primeres formes de vida que van evolucionar a la Terra. |