

SIMBIOGÈNESIS METABÒLIQUES EN ANIMALS

Darwin va postular la descendència amb modificació i el principi de divergència per explicar la diversitat de la vida. La imatge d'aquell «arbre tan bell i sempre esponerós», de ramificacions sempre divergents, s'ha de completar avui amb la realitat de la simbiogènesi o fusió de branques. L'arbre de la vida és més complex del que Darwin imaginà.

La simbiosi és un fenomen molt estès, tant que hom diria que és gairebé impossible que, si dues espècies o més poden interactuar íntimament, no ho facen. Els exemples d'indigestions beneficioses són innombrables. En el número 19 d'OMNIS CELLULA, Joandomènec Ros i Begonya Vendrell ens parlaven dels mol·luscs saccoglossos, que mengen algues però que no acaben de digerir els cloroplasts, i així en treuen el rendiment fotosintètic, gràcies a un tub digestiu quasi transparent. Fa poc, s'han presentat dades que confirmen que l'estabilitat de la relació metabòlica entre *Elysia chlorotica* i els cloroplasts de *Vaucheria litorea* (els cleptoplasts) depèn del suport del nucleocitoplasma de les cèl·lules del mol·lusc i, en concret, de l'expressió de gens fotosintètics de l'alga instal·lats en el genoma del llimac.¹ Estem davant d'un nou tipus d'òrganul?

Des de l'origen de les primeres associacions bacterianes per construir la complexitat eucariòtica, la simbiogènesi —l'origen de noves rutes metabòliques, estructures o comportaments per simbiosi— no ha cessat d'actuar. Més de quaranta anys després del treball pioner de Lynn Margulis, avui no hi ha dubte que els mitocondris (i tots els òrganuls que se'n deriven per adaptació a l'anaerobiosi, com els hidrogenosomes d'alguns protists i fongs o els mitosomes de *Giardia*) tenen un origen bacterià. El mateix passa amb el cloroplast de plantes i algues verdes i roges i tots els seus derivats per simbiosis secundàries. Però és cert que resta molta biosfera per explorar. Els

mol·luscs saccoglossos ens donen una lliçó: a la natura podem trobar els fotogrames de la pel·lícula de l'origen i l'evolució de la complexitat eucariòtica.

Les simbiosis entre insectes i bacteris es coneixen des de fa molt de temps. Una llarga tradició d'estudis bioquímics i genètics sobre la relació entre l'hoste animal i els llogaters bacterians va deixar clar ben aviat que l'associació té una base metabòlica. Les tècniques genòmiques i metagenòmiques avui permeten determinar amb molt de detall aquestes relacions sintròfiques, és a dir, l'emergència de complexitat per complementació metabòlica. Vegem-ne un exemple.

El pugó del cedre, *Cinara cedri*, es distingeix d'altres pugons pel fet que alberga, dins d'un òrgan especialitzat —el bacterioma—, no sols un tipus de bacteri endosimbiont (*Buchnera aphidicola* BCc) sinó dos: *Serratia symbiotica* sempre acompanya *Buchnera*. Els estudis bioquímics i genòmics han establert que els pugons poden seguir una dieta monòtona de saba vegetal (rica en glúcids) perquè els bacteris endosimbionts la completen amb la síntesi d'aminoàcids essencials, com el triptòfan, o vitamines. Un bricolatge reeixit entre la xarxa metabòlica eucariòtica de la cèl·lula del pugó i la dels bacteris instal·lats al seu interior pot explicar l'èxit adaptatiu d'aquests insectes.

La genòmica mostra que, malgrat l'extrema reducció del nombre de

gens (comparat amb bacteris propers de vida lliure, la grandària del genoma dels endosimbionts pot ser menys d'un 10 %), hi romanen els gens necessaris per millorar la dieta. La sorpresa vingué quan, en *B. aphidicola* BCc, s'hi identificaren únicament els dos gens necessaris per codificar l'enzim que catalitza la síntesi d'antranilat, el primer pas de la biosíntesi del Trp. On són els gens necessaris per completar la ruta? La resposta aparegué en seqüenciar el genoma del bacteri acompanyant, *S. symbiotica*, on trobem la resta de la informació. És a dir, *B. aphidicola* BCc sintetitza antranilat, el qual és emprat per *S. symbiotica* per fabricar el Trp, no sols el necessari per a ell mateix sinó el que necessiten l'altre endosimbiont i l'hoste.² I és que els experiments de genètica bioquímica de George Beadle i Edward Tatum sobre la biosíntesi de Trp fa milions d'anys que s'esdevenen a la natura! |



Pugó del cedre. © Amparo Latorre (Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva).

¹M. E. RUMPHO *et al.* (2008), *PNAS*, vol. 105, p. 17867.

²M. J. GOSALBES *et al.* (2008), *Journal of Bacteriology*, vol. 190, p. 6026.