



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

**Editorial**  
*On line*

## ***Algal mats, estromatogels i estromatolits: una relíquia a conservar***

Corresponc de bona gana i agraït a la invitació de la Societat a col.laborar en aquesta secció, també perquè em dóna una ocasió per a recordar l'interès científic d'un tipus d'ecosistemes que encara es troba, si bé en condicions precàries, a Mallorca, i el convenient que seria tractar de que no es perdés, tant més que la qualitat de les comunitats residuals representades a l'illa és excepcional.

Tots sabem que la Terra difereix dels altres planetes, i de manera molt demostrativa dels seus veïns (Venus i Mart), pel caràcter oxidat i oxidant de la nostra atmosfera. S'accepta que la primitiva atmosfera de la Terra fou també reductora. La vida nasqué o aviat es conformà com un sistema d'òxido-reducció, apte per a captar fotons de la llum del Sol i oxidar l'entorn, tot donant més poder reductor a la pròpia vida. El ritme dia/nit pogué ser responsable de la necessitat d'assolir unes dimensions mínimes. D'aquesta manera es formà una fina pel·lícula -descomposta en petites unitats discontinües-, anticipació de la moderna biosfera, que anava oxidant cap a dalt, i mantenint el propi poder reductor com una característica fonamental de la química de la vida.

Antiquíssimes formacions mineralitzades que corresponen a la forma més senzilla d'aquest esquema s'han reconegut entre els indicis més vells de la vida i han rebut el nom d'estromatolits. És clar que aquestes formacions quan eren vives, i les actuals equivalents a elles, no eren pas totalment rígides, encara que podien contenir partícules de sorra i dipòsits minerals locals: les que avui dia segueixen creixent en molt llocs es diuen "algal mats" o "tapetes algales", o potser hauríem d'inventar per elles el neologisme estromatogels.

En diferents localitats de la Península Ibèrica, prop dels llocs on rius importants arriben a la mar, s'en troben d'aquestes formacions i s'han publicat treballs que poden servir com a instrucció general i per situar més referències. Però la seva estructura esdevé més perfecta si el nivell del líquid es manté relativament constant. Aquesta condició es dóna en uns estanys de poca fondària que hi ha prop d'unes velles salines a la Colònia de Sant Jordi, al SE de Mallorca. Entorn de les Salines més importants entre Es Trenc i Campos, antigues formacions anàlogues es veuen, ara, molt més malmeses.

L'estructura típica d'una d'aquestes formacions, qual part més activa té d'uns mm a un cm de gruix, consisteix en un estrat (verd) del cianòfit o cianobacteri *Microcoleus*, d'uns pocs mm de gruix, fet de filaments incoloros. Barrejats amb aquesta mena de teixit fonamental sovintegen altres cianòfits dels gèneres *Spirulina* i *Aphanothece* i, per damunt, encara més cianòfits, dels gèneres *Lyngbya*, *Chroococcus* i d'altres que, quan són envoltades de beines mucilaginoses, les tenen en general de color groguenc o torrat, indicatiu de que en aquell nivell hi ha prou oxigen per oxidar les substàncies que donen color.

Davall de l'estrat de *Microcoleus* es troba una varietat molt gran de bacteris, entre els que predominen rodotiobacteris, més o menys rosats, que viuen en un ambient reductor. És molt notable la transició que es manifesta just cap al límit inferior de l'estrat de *Microcoleus*. La mesura contínua del potencial d'oxidació-reducció, que es pot fer movent cap avall un electrode adient a través de la massa compacta del que en direm "estromatogel", pot marcar una diferència de més d'un volt en poc més d'un mil·límetre. Passem d'un món a un altre. En aquest nivell, com en un endoll, la vida pot aprofitar la diferència de potencial de manera gairebé directa. Potser els organismes que més se n'aprofiten són les *Beggiatoa*, organismes filiformes de diàmetres molt diversos, incoloros, que es mouen amunt i avall, i oxiden els compostos reduïts de sofre en forma de granets sòlids d'aquest element dintre dels filaments del nostre organisme, qual diàmetre va d'1 fins a més de 20 µm (micròmetres). El teixit orgànic continu i compacte, representat principalment per *Microcoleus* isola efectivament el món inferior reduït, i el món superior oxidat, que avança cap avall, com l'espèrit de Gaia o Gea, la deessa de la Terra en la versió divulgativa promoguda per Lovelock.

Es reconeix una identitat total entre tot aquest conjunt d'organismes i els dels mateixos grups que s'han reconegut en les corresponents formacions geològiques més antigues que són exemples d'ecosistemes de persistència excepcional a través del temps.

El teixit fonamentalment representat per *Microcoleus* és molt efectiu en isolar el món reduït del davall, on es troben productes generadors de males olors, principalment sulfhídric. Però la coberta viva, si es conserva contínua, és estanca i deixa al damunt aigua clara i inodora, amb una vida aquàtica normal, amb variats protozous, rotífers, petits crustacis i fins insectes, com les larves de les mosques de les salines (*Ephydra*) quals adults apareixen en primavera i es mantenen de costat en colles nombroses damunt el mirall de l'aigua. En aquestes formacions de Mallorca es troba també un interessant dinoflagel·lat, versemblantment tòxic, que es passa la meitat de la vida mudant successivament les cobertes de les respectives cèl·lules. En fi, un món del més gran interès científic i educatiu, que ben bé justificaria un museu o alguna exhibició per il·lustració local. Insisteixo que es tracta d'un tipus de comunitat biòtica excepcional i que pot fornir infinitat de suggerències per a l'estudi de la vida i de la seva història.

Què passa quan posem un tros d'aquesta catifa orgànica dintre algun petit aquari? Doncs que el circuit electro-químic es tanca per la vora i tota l'estructura s'en va per avall. Predomina la influència reductora, l'aigua fa mala olor i sovint tot s'omple de bacteris del gènere *Chromatium*. El sistema intacte in situ manté al damunt aigua netíssima i inodora mentre segueix viu i actiu. *Microcoleus* es pot considerar com una moqueta ideal per mantenir isolat el pudent submón inferior.

Podríem usar recobriments de *Microcoleus* per a confinar o embolcallar masses de residus, digerint-los lentament o, almenys, evitant que facin pudor ?

Es comprova com, si algun any el nivell de l'aigua baixa excessivament, en l'argila que fa de substrat profund s'obre un retícul d'esquerdes profundes. Al tornar l'aigua, aquestes esquerdes són llocs de circulació de nutrients cap amunt, i ells permeten el desenvolupament d'algues filamentosos verds (*Cladophora*, *Rhizoclonium*) o rojes (*Johannesbaptistia*), localitzades precisament en la vertical de les esquerdes del fang. No és estrany que els estromatolits formats en costes sotmeses a mareas tendeixin a fragmentar-se en masses o "caps" distints.

Seria una pena que formacions biòtiques tan interessants tinguessin de retrocedir davant l'empenta que va destruint progressivament la major part de les nostres comunitats naturals autòctones.

## **Algal mats, stromatogels and stromatoliths: a relic to be preserved**

It is with great pleasure that I accept the request of the SHNB to participate in the Editorial section. Indeed, I welcome this opportunity to focus on the scientific interest implied by certain kinds of ecosystems which can still be found in Mallorca, although in most cases they remain under precarious conditions. And also, I would like to remark on the convenience of maintaining them under good condition, mainly as the quality of the communities remaining on the island happens to be an outstanding matter.

It is common known that the Earth differs from the other planets, and particularly from its neighbours (Venus and Mars), by its oxidized and oxidizing atmosphere. It is generally accepted that the primitive atmosphere of the Earth was reducing. Life was born, or it was quickly conformed as a system of oxidation-reduction, suitable to capture the sunlight photons and oxidize the environment, so that it conferred a higher reducing power to life itself. The day/night cycle should be responsible for the need to achieve minimal dimensions. In consequence, a thin layer -decomposed in small discontinuous unities- appeared, as the ancient predecessor of the modern biosphere. Such a film was oxidizer on the upper strata and, simultaneously, maintained the reducing power as a main characteristic of life's chemistry.

Among the most ancient witnesses of life, very old mineralized structures have been recognized which follow the above pattern and which have been named "stromatoliths". It seems obvious that when these structures were alive, as well as their present equivalent ones, they were not at all hard formations, although they might have contained sand particles or local mineral patches: those which are at present still growing in many locations are called "algal mats" and maybe we could propose for them the neologism "stromatogels".

These structures have already been found at different locations in the Iberian peninsula, always close to the mouth of important rivers, and some works on them have also been published, which may serve as a reference. But their structure happens to be even more perfect when the level of liquid remains relatively constant. Such conditions are present in some shallow ponds close to the old Colònia de Sant Jordi salting ponds, SE of Mallorca. In the surroundings of the most important salt marshes, between Es Trenc and Campos, similar primitive formations can be seen, although they are at present rather damaged.

The typical structure of one of these formations, the most active part of which ranges from a few mm to one cm in thickness, consists of a (green) layer, only a few mm thick, of the cyanophyte or cyanobacterium *Microcoleus*. Associated to this sort of main tissue are frequently also other cyanophytes belonging to the genera *Spirulina* and *Aphanothece*. On top of them, there are even more cyanophytes of the genera *Lyngbya*, *Chroococcus* and others which, when covered by mucilages, they are usually of yellowish and brownish colours, showing that in such level the oxygen rates are high enough to oxidize those colouring substances.

Below the *Microcoleus* layer there is a great variety of bacteria and among them pinkish rodotiobacteria, living in reducing environments, are predominant. Really remarkable is the transition existing just on the lower limit of the *Microcoleus* layer. A continuous measure of the oxidation-reduction potential, which can be easily made by moving a suitable electrode downwards through the compact mass of the stromatogel, could show a difference of over one volt across hardly one mm. We move from one world into another. At this level, as would be in a socket, life is able to profit directly from the potential difference. Maybe the organisms which take the higher profile are the *Beggiatoa*, filiform and colourless beings of variable diameters, which move up and down between the filaments of the stromatogel and oxidize the reduced sulphur compounds giving little solid grains of sulphur inside the threads which, diameter ranges from one to over twenty micrometers. This organic tissue, continuous and compact, mainly represented by *Microcoleus*, can efficiently isolate the lower reduced world from the upper oxidized one, which boundary tends to move downwards, emulating Gea's spirit, the goddess of the Earth in the popular version given by Lovelock.

A perfect analogy can be found between this bunch of organisms and those of the same group which have been recognized in equivalent older geological structures, thus being a clear example of the remarkable persistence of this kind ecosystems throughout time.

The main tissue represented by *Microcoleus* is, though, very efficient when it comes to keeping the lower reduced world isolated, a world that smells of hydrogen sulphide. Consequently, once the upper covering remains intact, it allows a layer of clear and odourless water to exist above. Within this water a normal aquatic life takes place, involving a great variety of protozoa, rotifera, small crustacea and even some insects, such as the larvae of the saltponds flies (*Ephydra*). The adults appear in spring and gather sideways in massive patches on the surface of the water. In Mallorca, within these structures can also be found interesting dinoflagellates, which are likely toxic, and must spend half of their lifetime casting off the covers of their respective cells. In short, a most interesting world from the scientific point of view which could be worth of a museum or, at least, of a local exhibition. Surely it is an

exceptional type of biotic community which may stimulate and contribute to the knowledge of life and its history.

What does actually happen when a bit of this mat is put into a little aquarium? Well, the electrochemical circuit appears to be interrupted all along the edges and the whole structure decays. The reducing influence becomes predominant, the water starts to stink and very often all the mass is taken over by the bacterium *Chromatium*. When the system keeps itself intact *in situ*, it maintains its top layer of pure and odourless water while it remains active and alive. Therefore, *Microcoleus* could be considered a perfect carpet to maintain the fetid subworld totally isolated. Could coverings of *Microcoleus* be used to confine or pack masses of residues, so that they could be slowly digested or, at least, they would be kept odourless?

It can also be observed that the year in which the water level is excessively low, a net of deep fissures appears in the clay substrate. When the water level rises again such fissures become a path for nutrients, that are transported upwards. These nutrients allow the development of green (*Cladophora*, *Rhizoclonium*) or red (*Johannesbaptistia*) threadlike algae on the vertical above the fissures in the clay. It is not astonishing, then, that those stromatoliths that grow in coasts influenced by tides show a tendency to divide into different pieces or "heads".

It would be sad that such interesting biotic structures would suffer under the pressures which, gradually are destroying, most of our autochthonous communities.

Traduït per la Junta de Publicacions

### Algunes referències

- Bertrand-Sarfati, J. i Monty, C. (edits.) 1994. *Phanerozoic Stromatolites II*. 460 pp. Kluwer Acad. Publishers. Dordrecht.
- de Wit, R. i van Gemerden, H. 1987. Oxidation of sulfide to thiosulfate by *Microcoleus chthonoplastes*. *FEMS Microbiology Ecology*, 47: 7-13.
- Margulis, L., Ashen, J.B., Solé, M. i Guerrero, R. 1993. Composite, large spirochetes from microbial mats: *Spirochete* structure review. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90: 6966-6970.
- Mir, J., Martínez-Alonso, M., Esteve, I. i Guerrero, R. 1991. Vertical stratification and microbial assemblage of a microbial mat in the Ebro Delta (Spain). *FEMS Microbiology Ecology*, 86: 59-68.
- Risatti, J.B., Capman, W.C. i Stahl, D.A. 1994. Community structure of a microbial mat: The phylogenetic dimension. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 91: 10173-10177.
- Rothschild, L.J. i Mancinelli, R.L. 1990. Model of carbon fixation in microbial mats from 3,500 Myr ago to the present. *Nature*, 345: 710-712.

**Prof. Dr. Ramon Margalef**

Departament d'Ecologia  
Facultat de Biologia  
Universitat de Barcelona  
Avgda. Diagonal 645  
08028 Barcelona