

ECOFISIOLOGIA I DISTRIBUCIÓ DELS MANTELLS MICROBIANS DEL DELTA DE L'EBRE

Isabel Esteve

*Unitat de Microbiologia. Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona*

Els mantells microbians són estructures organosedimentàries constituïdes per la interacció entre microorganismes i sediment.

Els seus homòlegs més antics són els estromatòlits, roques d'aproximadament 3.500 milions d'anys, formades per comunitats bacterianes d'estructura similar als cianobacteris actuals. Actualment, és molt interessant l'estudi dels mantells microbians, ja que són considerats rèpliques vives dels estromatòlits antics.

Els mantells microbians, a diferència dels estromatòlits (que varen colonitzar la terra primitiva), es troben restringits als ambients que denominem *extremes* (salinitat elevada, alta temperatura i condicions anoxigèniques). Aquests ambients inclouen: zones costaneres (Bauld, 1984; Van Gemberden, 1989), les fonts termals (Castenholz, 1984; Jorgensen i Nelson, 1988), les fonts termals dels fons oceànics (Jannash, 1985; Nelson, 1989) i els llacs alcalins (Brock, 1978).

A la darrera època s'han publicat dos llibres de revisió (Cohen, 1984; Cohen i Rosenberg, 1989) i nombrosos treballs que versen sobre la morfologia, la fisiologia i la genètica dels microorganismes que constitueixen els mantells microbians.

El treball que es presenta a continuació és un recull de dos articles que versen sobre la distribució macroscòpica i microscòpica dels tapets microbians del delta de l'Ebre i d'altres zones costaneres mediterrànies (Mir, 1991; Esteve, 1992).

ELS TAPETS MICROBIANS DEL DELTA DE L'EBRE

Sovint els tapets microbians s'han comparat amb els llacs planctònics estratificats, ja que són considerats com a estructures també estratificades, però bentòniques (Guerrero i Mas, 1990).

Els mantells microbians del delta de l'Ebre que hem estudiat es troben al sud, a la denominada punta de la Banya. Les zones de mostra les hem restringit a tres

punts molt propers els uns dels altres. Tots situats a la zona de les salines de la Trinitat (40° 35' N, 32° 40' E), 50 km al sud de Tarragona.

Els mantells més estables presenten una clara estratificació vertical i estan constituïts per tres capes perfectament diferenciables. La capa superior, d'un color entre marró i groc, està formada per diatomees (*Nitzschia*, *Navícula*, *Amphora*). La segona, de color verd, per cianobacteris filamentosos, principalment *Microcoleus chthonoplastes* i d'altres com *Lynngbya aestuarii*, i per cianobacteris coccoïdals. La tercera capa, de color vermell, està fonamentalment composta per bacteris fototròfics anoxigènics (*Chromatium* sp. i *Thiocapsa* sp.), encara que, també, poden trobar-se filaments de *Microcoleus chthonoplastes*. A més dels microorganismes fototròfics esmentats, s'hi troben espiroquetes i altres petits cocs i bacils no identificats (Mir, 1991; Esteve, 1992).

En determinar la composició de pigments per capa, s'observa que el principal pigment, a les dues capes superiors, és la clorofil·la *a*, la qual assoleix una concentració màxima de 0,5 µg·mm³ a una profunditat d'1,1 mm a la capa verda.

La bacteriolorofil·la *a* es troba a la capa vermella i s'incrementa amb la fondària. La concentració màxima és de 0,35 µg·mm³, a una fondària de 2 mm.

L'estudi de la distribució dels pigments demostra que els microorganismes amb clorofil·la *a*, com ara *Microcoleus chthonoplastes*, es troben àmpliament distribuïts per tot el mantell microbià. La figura 1 és una composició fotogràfica que mostra la situació geogràfica dels tapets microbians estudiats (*a*) i els principals microorganismes que el componen (*b* i *c*). La figura 2 representa la distribució dels principals pigments per fondària.

En aquests darrers anys també hem estudiat altres tapets de la costa litoral mediterrània, que exposo breument tot seguit. Els tapets microbians de les salines del cap de Gata presenten una estructura rígida en forma de crosta, a causa dels guixos. L'anàlisi microscòpica mostra l'existència per sota d'aquesta capa d'una altra de color verd, la qual està dominada, principalment, per cianobacteris coccoïdals (*Synechococcus* sp.) i alguns de filamentosos (*Spirulina* sp.). Els extractes metàl·lics mostren que el principal pigment és la clorofil·la *a*.

Els tapets de Santa Pola (Salines Bonmatí de Santa Pola) presenten tres capes pigmentades fàcilment diferenciables. La primera està formada per diatomees; la segona, per cianobacteris amb beina (*Microleus* sp.), i la tercera, de color púrpura, presenta fonamentalment bacteris fototròfics anoxigènics del gènere *Chromatium* sp.

El pigment principal a totes les capes és la clorofil·la *a*, que presenta el seu màxim (1,6 µg·mm⁻³) a la capa verda, a una fondària de 0,7 mm. També es detecta la bacteriolorofil·la *a* a una profunditat d'1,26 mm, que es correspon amb la capa vermella (0,5 µg·mm⁻³).

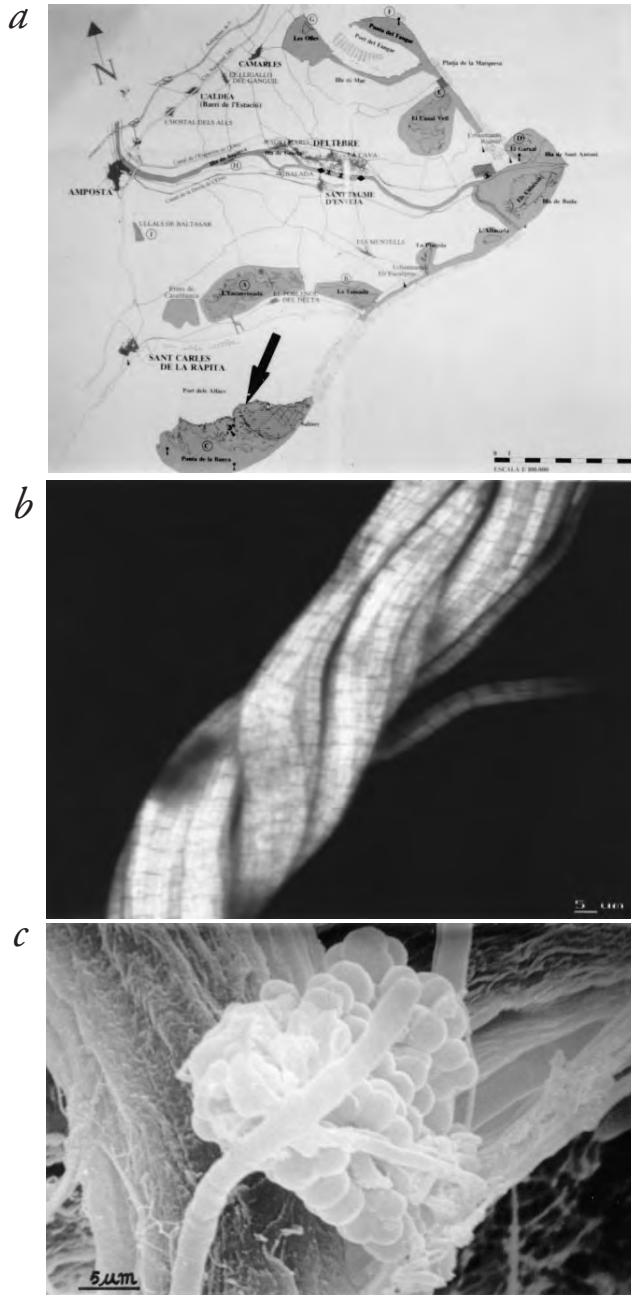


FIGURA 1. a) Delta de l'Ebre. La fletxa indica la zona de mostra. b) *Microcoleus chthonoplastes*, imatge obtinguda amb un microscopi confocal. (Cortesia d'A. Solé.) c) Agregats de bacteris vermells del sofre. *Microfotografia* electrònica de rastreig. (Cortesia de J. Mir.)

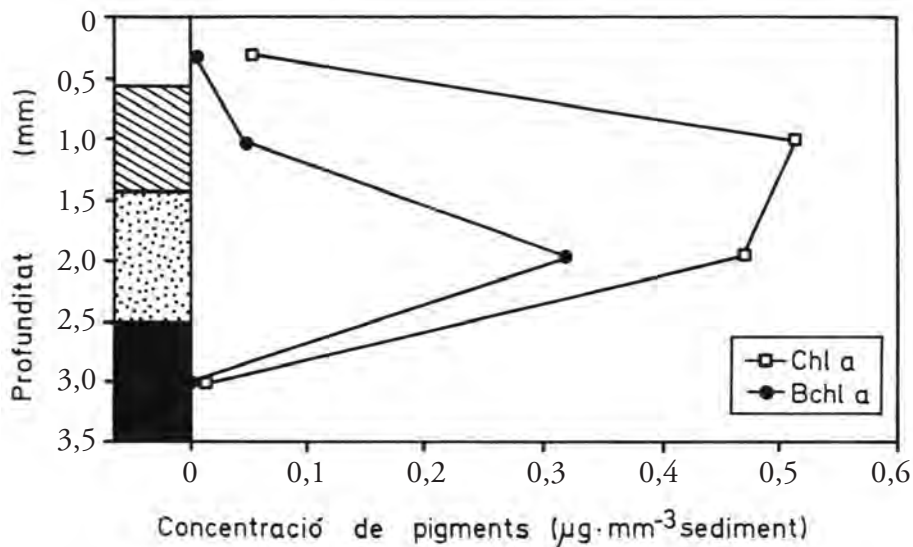


FIGURA 2. Distribució de pigments. Tapet microbià del delta de l'Ebre: capa marró groguenca, capa verda, capa vermella, sediment negre. (Cortesia de M. Martínez-Alonso.)

Sobre els tapets de San Rafael s'ha de dir que, a les seves salines, s'hi han trobat dos tipus de tapets microbians. Un presenta un sediment de color blanc, té tres capes superiors. La primera està formada per diatomees; la segona, per cianobacteris (coccoïdals i filamentosos), i la tercera, per bacteris fototròfics anoxigènics. El segon tipus de tapet té dues coloracions: la superior, marró, formada pel creixement de diatomees, i la inferior, verda, constituïda novament per cianobacteris coccoïdals i filamentosos.

L'espectre d'absorció dels extractes metanòlics de les diferents laminacions presenta, sempre, com a pigment majoritari, la clorofil·la *a* i petites quantitats de bacterioclorofil·la *a*.

Darrerament, hem desenvolupat mètodes per determinar el paper que representen els bacteris depredadors en el control de les poblacions fototròfiques, mitjançant tècniques especials de creixement d'aquests microorganismes en placa (Nogales, 1997). També hem aplicat tècniques moleculars a l'anàlisi del genoma de diferents bacteris fototròfics (Gaju, 1995 i Mèndez, 1996).

Finalment, s'han aplicat tècniques de microscòpia làser confocal, per a la determinació de la biomassa dels bacteris fototròfics oxigènics en sistemes estratificats bentònics (Solé, 2001) i s'estan aplicant tècniques d'hibridació *in situ* per a la detecció de microorganismes no cultivables.

Els mantells microbians són ecosistemes extraordinàriament interessants, tan per l'estudi ecofisiològic de les poblacions que els constitueixen com per la seva relació amb la formació dels estromatòlits.

Gener de 2001

BIBLIOGRAFIA

- BAULD, J. «Microbial mats in marginal marine environments. Shark bay, Western Australia, and Spencer Gulf, South Australia». A: COHEN, Y.; CASTENHOLZ, R. W.; HALVORSON, H. O. *Microbial mats Stromatolites*. Nova York: Alan R. Liss, 1984, p. 39-58.
- BROCK, T. D. *The habitats: Thermophilic microorganisms and life at high temperatures*. Nova York: Springer-Verlag, 1978, p. 12-38
- CASTENHOLZ, R. W. «Composition of hot spring microbial mats: A summary» A: COHEN, Y.; CASTENHOLZ, R. W.; HALVORSON, H. O. *Microbial mats Stromatolites*. Nova York: Alan R. Liss, 1984, p. 101-119.
- COHEN, Y.; ROSENBERG. *Microbial mats: Pshycological ecology of benthic Microbial communities*. Washington DC: American Society of Microbiology, 1984.
- ESTEVE, I.; MARTÍNEZ-ALONSO, M.; MIR, J.; GUERRERO, R. Distribution typology and structure of microbial mat communities in Spain. Preliminary study. A: MONTES [ed.]. *Limnetica*. 1992.
- GAJU, N.; PAVÓN, V.; MARIN, I.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R.; AMILS, R. «Chromosome map of the phototrophic anoxygenic bacteria *Chromatium vinosum*». *FEMS Microbiol. Lett.*, 126 (1995), p. 241-248.
- GUERRERO, R.; MAS, J. «Mutilayered microbial communities in aquatic ecosystems: growth an loss factors». A: COHEN, Y.; ROSENBERG. *Microbial mats: Pshycological ecology of benthic Microbial communities*. Washington DC: American Society of Microbiology, 1989, p. 37-51.
- JANNASH, H. W. «The chemosynthetic support of life and the microbial diversitu at deep sea hydrothermal vents». *Proc. R. Soc. lond. Ser. B.*, 225 (1985), p. 227-297.
- JORGENSEN, B. B.; NELSON, D. C. «Bacterial zonation, photosynthesis, and spectral light distribution in hot spring microbial mats of Iceland». *Microbiol. Ecol.*, 16 (1988), p. 133-147.
- MÉNDEZ-ÁLVAREZ, S.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R.; GAJU, N. «Genomic analysis of different *Chlorobium* strains». *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 46 (4) (1996), p. 1177-1179.
- MIR, J.; MARTÍNEZ, J. M.; ESTEVE, I.; GUERRERO, R. «Vertical stratification and microbial assemblage of a microbial mat in the Ebro delto (Spain)». *FEMS Microbiol. Ecol.*, 86 (1991), p. 59-68.
- NELSON, D. C.; WIRSEN, C. O.; JANNASCH, H. W. «Characterization of large, autotrophic *Beggiatoa* spp. Abundant at hydrothermal vents of the Guayamas Basin». *Appl. Environ. Microbiol.*, 55 (11) (1989), p. 2909-2917.

NOGALES, B.; GUERRERO, R.; ESTEVE, I. «A heterotrophic bacterium inhibits growth of several species of the genus *Chlorobium*». *Arch. Microbiol*, 167 (1997), p. 396-399.

SOLÉ, A.; GAJU, N.; MÉNDEZ-ÁLVAREZ, S.; ESTEVE, I. *Determination of phototrophic oxygenic biomass by confocal laser scanning microscopy in Ebro delta microbial mats*. [En premsa]