

Els protists heteròtrofs

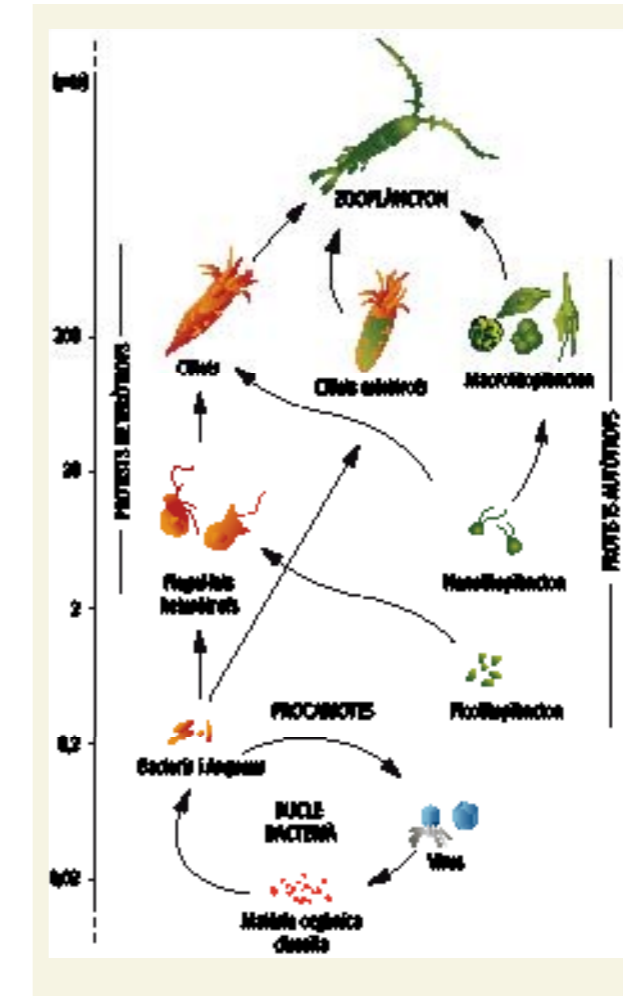
RAMON MASSANA I DOLORS VAQUÉ

Tot i que els microorganismes marins més abundants són els bacteris i els arqueus, els protists tenen un paper important en la complexa xarxa de la vida a la columna d'aigua de les mars i els oceans. Una bona part d'aquests organismes eucariòtics unicel·lulars són fitoplànctònics, mentre que la resta, que no tenen pigments fotosintetitzadors i, per tant, són heteròtrofs, basen la seva alimentació en matèria orgànica prèviament sintetitzada. N'hi ha que tenen formes de vida poc comunes a la mar, com per exemple l'osmotròfia (ingestió de matèria orgànica dissolta) pròpia dels fongs; també hi ha paràsits d'algues, de ciliats o de copèpodes, amb un cicle de vida complex en el qual hi ha fases de vida lliure en forma de protists heteròtrofs. Tanmateix, la gran majoria dels protists heteròtrofs són depredadors, i aquesta capacitat de "caçar" altres éssers vius els diferencia radicalment dels procariontes. De fet, són els principals depredadors dels productors primaris. Per tant, l'activitat dels protists heteròtrofs és essencial a les xarxes tròfiques marines, en les quals la matèria orgànica i l'energia circulen des dels productors primaris cap a la resta de la biota.

→ Malgrat que no hi ha cap indicació que a ull nu en testimonii la presència, els protists heteròtrofs constitueixen un enllaç clau en la xarxa tròfica marina. La badia de Blanes és un dels punts del Paísos Catalans fonamentals per al seu estudi.

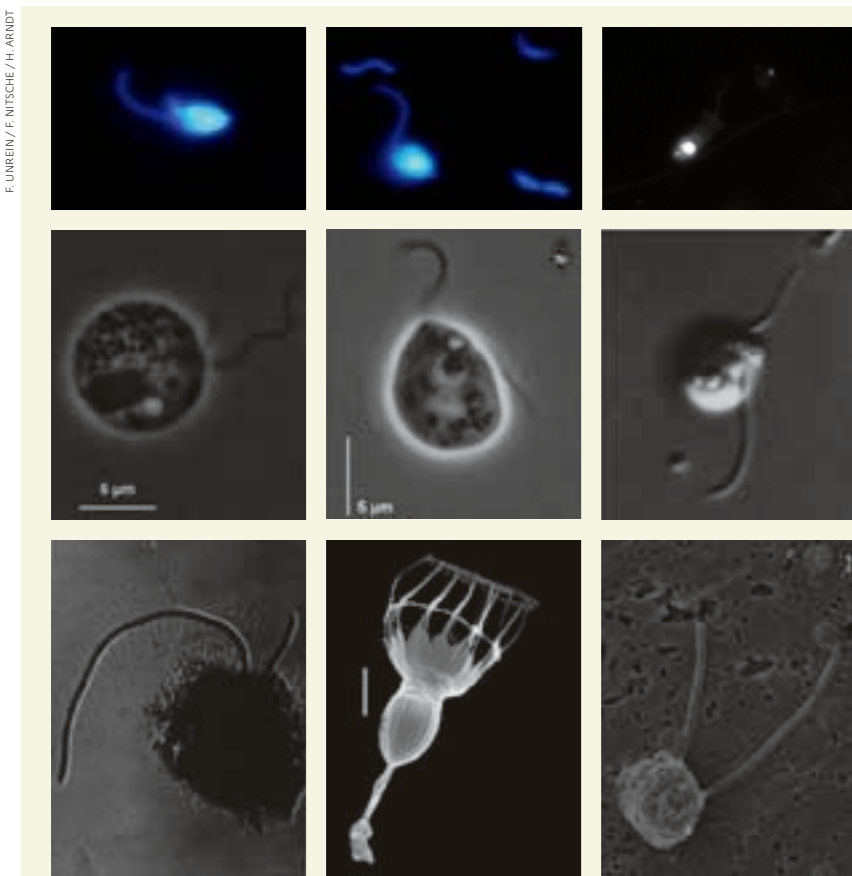


Observació en viu al microscopi òptic de dos ciliats tintiníds amb closca de naturalesa hialina.



A la xarxa tròfica marina, els diversos protists heteròtrofs, els flagel·lats i els ciliats es troben en nivells tròfics diferents. Alguns ciliats poden fer

la fotosíntesi gràcies als cloroplasts de les algues que ingereixen i així passen a tenir dues vies d'obtenció d'energia; per això es diu que són mixòtrofs.



Flagel·lats heteròtrofs marins, observats per microscòpia d'epifluorescència (a dalt), microscòpia de llum transmesa (al centre) i microscòpia electrònica (a baix). Tots fan entre 2 i 4 µm. *Minorisa minuta* (a baix a la dreta) és una espècie aïllada a la badia de Blanes, on constitueix entre el 5 i el 10% de la biomassa dels flagel·lats heteròtrofs.

Entre els protists heteròtrofs, els flagel·lats es caracteritzen per tenir un o dos flagells amb els quals naden, atrauen les preses i les atrapen. Els més petits, d'entre 2 i 4 µm de diàmetre, es troben en tots els ecosistemes marins, al voltant de 1.000 cèl·lules/ml a la capa fòtica i entre 10 i 100 cèl·lules/ml en la mar profunda i fosca. Sembla que les comunitats naturals d'aquests protists són formades principalment per espècies encara desconegudes, que només es poden analitzar utilitzant tècniques moleculars. Tot i que els flagel·lats heteròtrofs són mil vegades menys abundants que els procariontes (la biomassa dels primers equival al 10-20% de la dels segons), tanmateix són contribuïdors importants de la biomassa i la funcionalitat de l'ecosistema marí. Aquests petits depredadors són els responsables principals de la mortalitat de bacteris i arqueus, juntament amb els virus i els flagel·lats mixotròfics, que són protists amb pigments fotosintetitzadors que també poden fagocitar bacteris. Aquesta activitat depredadora de bacteris els converteix en una peça fonamental del bucle microbià, que al seu torn és clau en el flux d'energia a l'ecosistema marí, ja que la matèria orgànica dissolta, alliberada en tots els nivells tròfics de l'ecosistema, és incorporada pels bacteris, que són menjats pels flagel·lats heteròtrofs i aquests per

protists més grans. A més, en sistemes oligotròfics en els quals la producció primària es basa en cianobacteris i petits protists fototròfics, els flagel·lats heteròtrofs són els principals herbívors del sistema. El resultat de la depredació dels flagel·lats heteròtrofs sobre altres microorganismes és l'alliberament de nutrients inorgànics (com el fòsfat i l'amoni), cosa que permet el manteniment de la producció primària en sistemes on aquesta era limitada per l'escassetat de nutrients.

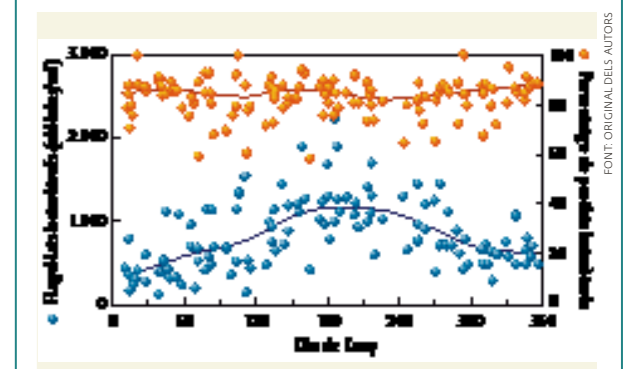
Els flagel·lats heteròtrofs més petits, els principals depredadors dels bacteris, són presents en tot moment i la seva abundància és força estable a la capa fòtica al llarg de l'any i dels diferents gradients espacials estudiats. També suspesos en la columna d'aigua es troben altres protists més grans, menys abundants i de presència més esporàdica. Bona part són flagel·lats, la majoria dinoflagel·lats, amb una gran diversitat de formes i mides, que arriben a 20 µm i que en determinades condicions formen poblacions amb una biomassa gens menyspreable.

Un altre grup important dins els protists heteròtrofs són els ciliats, generalment planctònics i de mides entre 20 i 200 µm. A la mar Mediterrània poden arribar a assolir concentracions de fins a 10 cèl·lules/ml a la costa i de 0,1-1 a mar oberta, i són més

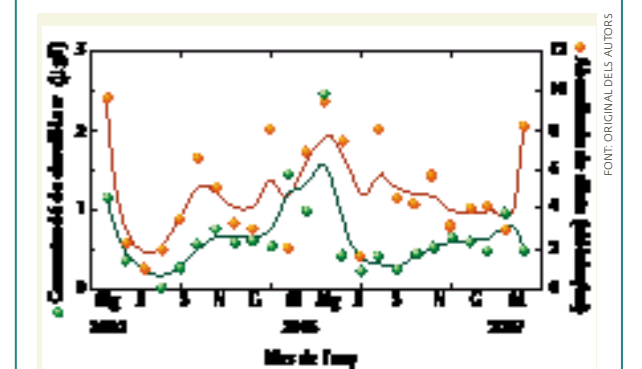
nombrosos en aigües superficials que en fondària. No obstant això, en altres sistemes aquàtics la seva abundància pot arribar a 0,1 i 100 cèl·lules/ml. Els ciliats segueixen un cicle estacional, amb un patró ben marcat que indica que la seva presència augmenta durant la primavera tot seguint les proliferacions de fitoplàncton, del qual s'alimenten. Els gèneres que predominen són *Strombidium*, *Strobilidium*, *Tontonia*, *Laboea*, *Mesodinium* i *Cyclidium*, a més de moltes espècies de tintiníds. Alguns són bacterívors com *Cyclidium*, però la majoria s'alimenta bàsicament de flagel·lats i de fitoplàncton. També s'observen casos de canibalisme, com en el gènere *Didinium*, que és capaç d'ingerir ciliats de la seva mateixa mida. Hi ha alguns ciliats que alhora són fagòtrofs, és a dir que incorporen els cloroplasts del fitoplàncton que han ingerit i poden fer la fotosíntesi, de manera que es converteixen en mixòtrofs; és el cas dels gèneres *Laboea*, *Tontonia*, *Strombidium* i *Mesodinium*. Els ciliats generalment són menjats per organismes del zooplàncton, en concret per copèpodes, de la dieta dels quals formen part conjuntament amb el fitoplàncton; per tant, són un pas intermediari en el flux de carboni de la cadena tròfica, des de la base, bacteris, flagel·lats i altres algues, fins als copèpodes, font d'alimentació de les larves de peixos.

Els protists heteròtrofs a la badia de Blanes

La badia de Blanes és potser l'ecosistema costaner dels Països Catalans del qual es coneix millor l'ecologia microbiana, és a dir, l'abundància, l'activitat i la diversitat dels diferents components microbians. La particular batimetria de la zona, prop del començament d'un canyó submarí, fa que la comunitat microbiana d'aquesta badia sigui semblant a la de la mar oberta, per la qual cosa l'interès del seu estudi és d'abast més general que local. Més de 10 anys d'observacions mensuals han permès saber que el rang d'abundància dels flagel·lats heteròtrofs oscil·la de 160 a 3.850 cèl·lules/ml (940 de mitjana) i que la concentració màxima d'aquests organismes es produeix a l'estiu. Pel que fa als ciliats, el rang d'abundància, trobat durant un període de dos anys (2005-07), oscil·la entre 1 i 9,6 cèl·lules/ml (4,9 de mitjana), i els valors més alts es donen a la primavera, després del pic de clorofil·la. Els protists heteròtrofs són els principals depredadors dels bacteris, en la mateixa mesura que ho són els protists mixòtrofs. De fet, entre ambdós tipus de protists es mengen, aproximadament, el 85% de la producció bacteriana, cosa que posa de manifest el lligam íntim entre aquests dos components microbians situats en els nivells més baixos de la piràmide tròfica, imprescindibles, per tant, per a sostenir tota la vida a la mar.



L'abundància de flagel·lats heteròtrofs a la badia de Blanes al llarg de l'any (mitjana de 10 anys) mostra que tendeixen a ser més abundants a l'estiu. Durant tot l'any els flagel·lats de fins a 3 µm sumen més del 80% de l'abundància total de protists heteròtrofs de totes les mides.



Les observacions a la badia de Blanes mostren que els ciliats tendeixen a ser més abundants en augmentar la concentració de clorofil·la a, fet que posa de manifest la relació tròfica entre els ciliats heteròtrofs (depredadors) i el plàncton que els serveix d'aliment.