La colonització de substrats al mar

I. Introducció a la successió ecològica

Qualsevol ecosistema és el resultat d'un procés en el qual un ambient o biòtop va sent colonitzat successivament per diferents poblacions d'organismes, que alhora constitueixen comunitats cada vegada més complexes. El límit de complexitat el marcarà l'energia disponible i la capacitat de tota la comunitat de processar i aprofitar aquesta energia de manera eficient.

La *successió ecològica* és el procés que mostra els canvis en el temps, és a dir, l'evolució, d'un ecosistema segons la seva pròpia dinàmica. Aquests canvis al llarg del temps sovint es tradueixen en la substitució d'unes espècies o estratègies vitals per unes altres. De fet, podríem pensar que els ecosistemes canvien en el temps com si fossin organismes, és a dir, comencen a existir, creixen, es desenvolupen i envelleixen; fins i tot podríem dir que es «multipliquen» i propicien la formació d'ecosistemes similars al seu voltant; però no es moren si no són fortament pertorbats. Els canvis pels quals va passant l'ecosistema permeten observar fases de joventut i fases més madures i, fins i tot, segurament es poden reconèixer trets d'etapes passades que són visibles en etapes més madures —per exemple, clarianes enmig d'un bosc.

La successió comença quan una causa, natural o antropogènica —provocada per l'ésser humà— deixa un espai buit en les comunitats biològiques que hi havia, o les altera enormement, o provoca l'aparició d'un nou espai on encara no hi ha vida. Entre les causes naturals que alteren les comunitats d'organismes i/o que poden proporcionar nous espais per a la vida, hi ha, per exemple, les erupcions volcàniques, els incendis, les allaus i les esllavissades de terra.

1. Tipus de successions ecològiques

Podem classificar les successions en:

— *successions primàries*, que són les que s'originen en un indret on abans no hi havia vida;

— *successions secundàries*, que esdevenen després de pertorbacions en l'ecosistema.

L'ésser humà pot interferir en successions naturals pertorbant-les, per exemple contaminant l'aigua del mar o construint un dic a la costa, fet que accela o alenteix els processos de successió.

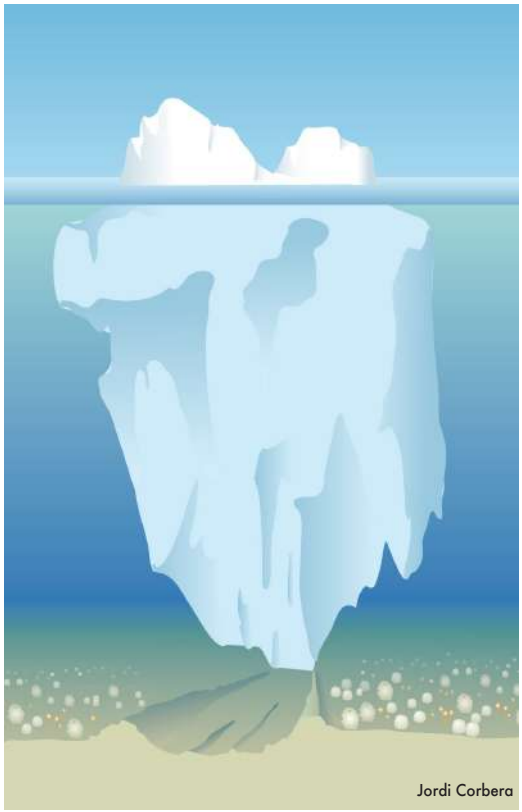

Fig. 1. **Entre les pertorbacions naturals dels ecosistemes que poden provocar el començament d'una successió hi ha el «llaurat» dels fons marins a causa del despreniment de grans blocs de gel continental (icebergs), a l'Antàrtida.**

2. La successió d'organismes amb estratègies diferents

La successió comença amb l'establiment en un indret d'espècies pioneres, que solen ser microscòpiques, i que amb la seva activitat metabòlica van creant un hàbitat que serà més adient per a l'establiment d'altres espècies, sobretot vegetals. Les espècies vegetals aporten un enriquiment de matèria orgànica a l'ambient, fet que permet alhora l'establiment successiu de consumidors d'aquesta matèria orgànica. L'aparició i desaparició d'espècies afavorirà els canvis en la biocenosi —el conjunt d'organismes— i també en el biòtop, fins que l'ecosistema arribi a un estat de complexitat major.

Els espais pertorbats o nous permeten la colonització per part d'organismes de zones properes o que hi arriben transportats pel medi aeri o aquós. Els tipus d'organismes que van colonitzant l'espai van canviant amb el temps, fins que es forma una comunitat madura. El procés no s'atura, però la velocitat del canvi va disminuint al llarg del temps: les comunitats pioneres tenen més capacitat de canvi que les més madures. Aquest procés de canvi en el temps d'unes espècies o unes estratègies vitals per unes altres s'anomena *successió ecològica*. El temps que dura una successió ecològica fins que es forma la comunitat madura és molt variable: des de dies o mesos fins a centenars o milers d'anys, per exemple. Al llarg de la successió es produeix un increment de les interaccions entre les espècies, que competeixen per l'espai i pels recursos alimentaris. Fet que comporta que apareguin situacions d'associacions d'unes espècies, o exclusió d'unes altres, que augmenten la complexitat de l'ecosistema.

3. Tendències ecològiques en un procés de successió

Des del punt de vista ecològic, les successions segueixen una sèrie de tendències, però sempre encaminades a formar allò que anomenem la comunitat *clímax*, que és l'estadi de maduració total de l'ecosistema. En general, la complexitat del sistema i la resistència a pertorbacions augmenten a mesura que s'esdevé la successió. En els estadis primerencs, hi ha un esclat de *producció primària* —producció de matèria orgànica que realitzen els organismes autòtrofs—, que posteriorment s'estabilitza. Igualment, el quocient entre *producció bruta* —producció de matè-

ria orgànica total, és a dir, producció total d'energia química— i respiració —part de l'energia fixada en forma de matèria orgànica s'empra en processos de respiració cel·lular i manteniment de teixits— va disminuint a mesura que avança la successió. Així, en estadis madurs l'ecosistema presenta més espècies longeves i de creixement relativament lent, com els coralls o els arbres, per exemple. Altres paràmetres que augmenten durant l'evolució de l'ecosistema són la *diversitat* —grau de varietat de formes de vida i la seva quantitat— i la *resiliència* —capacitat que tenen els ecosistemes per absorbir les pertorbacions que els afecten—. Per una banda, augmenta la riquesa d'espècies i, també, es produeix un increment de *nínxols ecològics* —conjunt de factors biòtics i abiòtics d'un ecosistema que usa una espècie en concret; o, dit d'una altra manera, el paper que fa una espècie concreta dins d'un ecosistema— que comporta que no hi hagi tanta dominància de només unes poques espècies; per altra banda, la resistència a les pertorbacions —resiliència— també augmenta, en part com a conseqüència de l'augment de complexitat en la xarxa tròfica —allargament de les cadenes tròfiques i de les interaccions entre elles—, derivada de l'augment de diversitat ecològica.

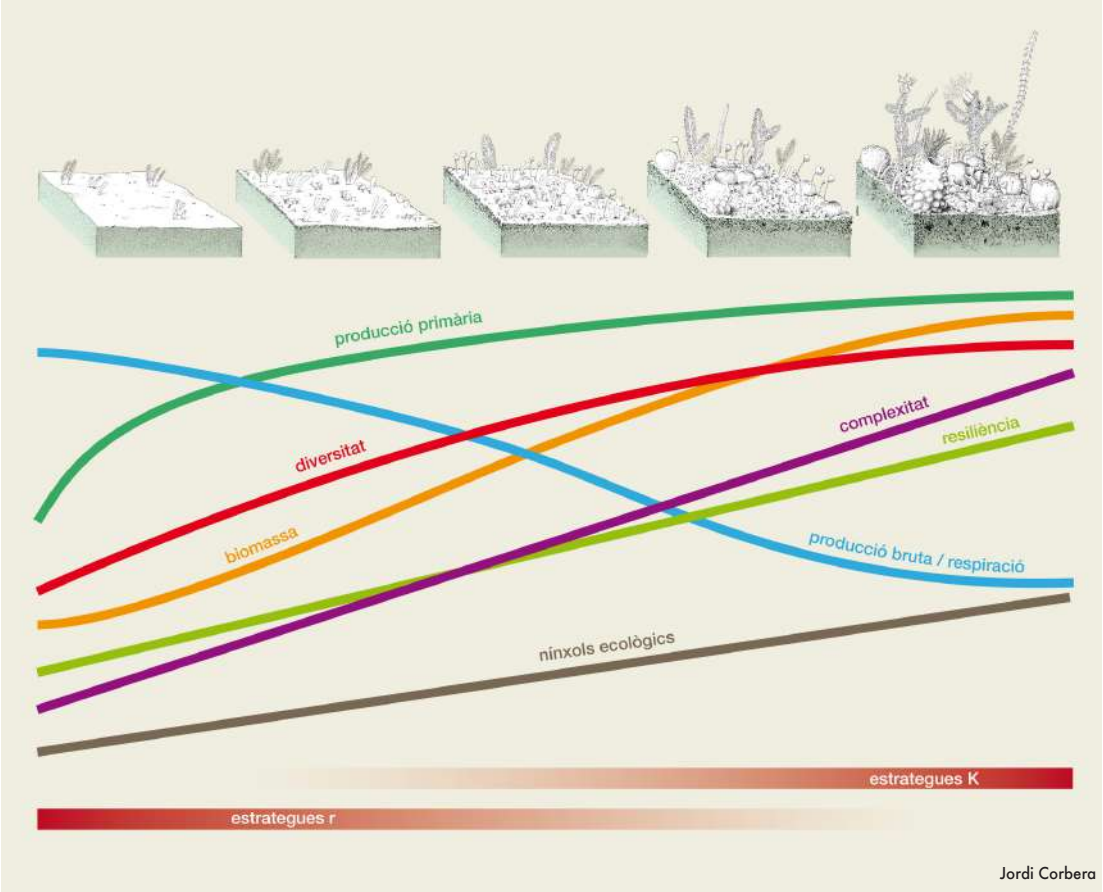

Fig. 2. **Tendències ecològiques en un procés de successió.**

Quant als organismes vius, al començament de la successió sovint es troben organismes pertanyents a l'anomenada *estratègia de la r* o *oportunistes*: organismes amb altes taxes de natalitat i de mortalitat, que inverteixen poca energia en la cura de la seva descendència, que creixen de manera exponencial si les condicions ambientals els són favorables, i que solen ser petits i tenir vides curtes i edats reproductives menors. Es tracta, per tant, d'organismes que engendren molts descendents, però els dediquen poca cura parental. Solen viure en indrets efímers o en indrets encara poc colonitzats. A mesura que la successió avança, els estrategues de la *r* són substituïts per *estrategues de la K* —s'anomenen així perquè les seves poblacions es mantenen gairebé sempre a nivells al voltant de la capacitat de càrrega (K) d'aquella espècie en el sistema—, amb baixes taxes de natalitat i mortalitat, que inverteixen molta energia en la cura de la seva descendència, són de mida més grossa, més longeus, i d'edat reproductiva tardana. Es tracta per tant d'organismes que engendren pocs descendents, però els dediquen molta cura parental fins que completen el seu desenvolupament. Solen viure en indrets més estables temporalment i són molt bons competidors.

Aquests dos tipus d'estratègies de supervivència que els organismes desenvolupen en funció de l'ambient més o menys canviant o estable es poden observar al llarg de la successió.

4. La fase de maduresa o clímax

La fase clímax és l'última fase de la successió i, en principi, s'observaran fases clímax gairebé idèntiques —només amb molt petites variacions— en ecosistemes del mateix tipus. En un ecosistema en la fase de clímax es poden observar senyals que mostren el pas del temps; per exemple, els diferents estrats dels boscos terrestres i dels boscos marins tenen espècies anàlogues a les de fases anteriors de la successió, i les orles de vegetació concèntriques al voltant de les llacunes litorals corresponen a diferents fases de la successió.

De vegades, el concepte de *clímax* es considera molt teòric i inassolible en la realitat.

5. Un exemple: l'ecosistema dunar

Un ecosistema terrestre costaner en què es pot observar la successió és l'ecosistema de dunes que sovint es troba al llarg del litoral: es tracta d'un biòtop especial per les particularitats del substrat —la sorra—, que és mòbil, conté poca matèria orgànica i nutrients i gairebé no reté l'aigua de la pluja i de l'ambient —força salí, sec, ventós i amb molta insolació—. Però si mirem l'ecosistema dunar des de la platja, en direcció cap a l'interior, podem observar successivament uns «subecosistemes»: la *platja* —amb vegetació escassa sotmesa a les dures condicions d'influència marina—, les *dunes grogues* —amb vegetació dispersa, però amb rizomes i sistemes radicals potents i ben desenvolupats—, les *dunes grises* —amb vegetació més densa però encara adaptada al substrat movedís—, el *matollar* —format per les espècies de matolls semblants als que

es troben en en sòls «normals» propers—, i el *bosc* —que serà del mateix tipus que els boscos de les zones interiors veïnes—. En principi, hem de pensar que aquest bosc que trobem sobre l'antiga duna va ser un matollar fa temps, que alhora es va formar en una duna grisa que provenia d'una de groga, i així gradualment; és a dir, que podem imaginar que visualitzem espaciotemporalment els estadis d'una successió.

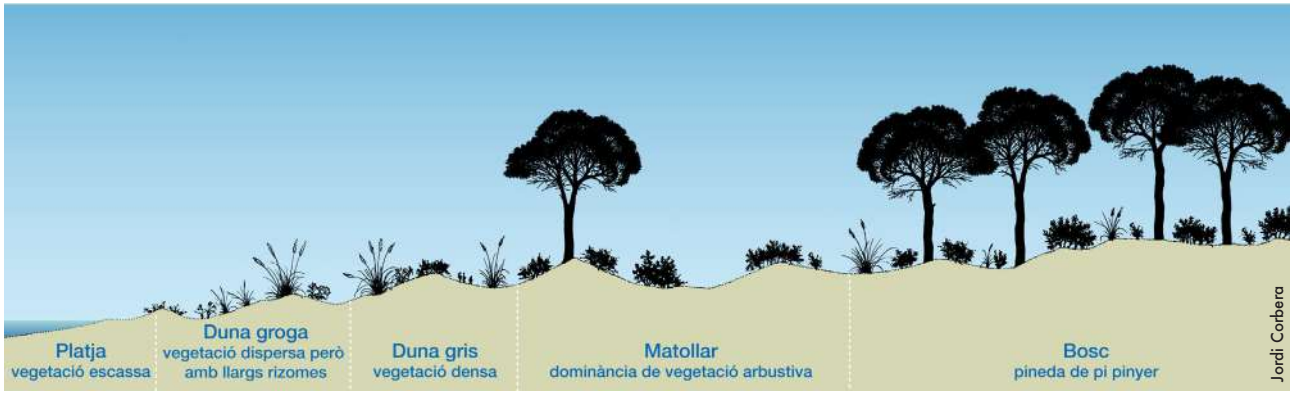

Fig. 3. Successió en l'ecosistema de dunes costaneres.

6. Successió i evolució

Tot i que la successió i l'evolució són dos processos diferents, tenen en comú que transcorren en paral·lel i que presenten certes tendències similars, com l'augment de complexitat i l'aparició d'espècies més especialistes —menys generalistes o oportunistes— amb el temps. Al llarg d'un procés de successió l'aparició de diferents espècies que competeixen amb les existents dóna lloc al desenvolupament de noves relacions o lligams ecològics (relacions tròfiques, de relació, etc.) que provoquen el canvi i l'adaptació, processos sovint lligats a mecanismes de selecció natural i, fins i tot, d'especiació. Al llarg de la successió, els ecosistemes interactuen amb el medi físic i provoquen canvis ambientals —nous hàbitats o microhàbitats— que facilitaran la presència de noves espècies o associacions. En conjunt, tot plegat porta a un procés de canvi continu que va lligat a la creació d'oportunitats per a l'aparició de noves espècies o estratègies, especialment en successions llargues o a nivell d'ecosistemes.

II. Possibilitats d'estudi

Si bé els estudis sobre la successió ecològica han estat gairebé sempre exemplificats en medis terrestres, compten amb el desavantatge del factor temporal: per observar canvis substancials en les comunitats terrestres, habitualment, cal esperar períodes de temps de molts mesos o anys. En canvi, el medi marí ofereix la possibilitat d'observar successions ecològiques a escales temporals

molt menors, més adequades a les escales temporals pròpies dels estudis de primària i secundària. Així, el mar ens dóna una oportunitat única per introduir un concepte important en la dinàmica dels ecosistemes; el fet d'obtenir resultats a curt termini permet assajar un procés ecològic vital i fa possible entendre la natura com un sistema regit per l'evolució.

És d'aquí d'on parteix la següent proposta d'estudi d'una successió ecològica bentònica com a resultat del procés de colonització d'un substrat al mar. L'estudi permet veure l'efecte que diversos factors ambientals poden tenir alhora sobre aquesta successió.

La proposta es concreta en la instal·lació d'un petit substrat artificial en un indret de mar, com el port d'un poble o d'una ciutat, amb un disseny experimental que permeti l'observació de la colonització d'aquest substrat per part de diferents organismes, l'observació de canvis en la successió ecològica a causa de factors ambientals com la llum o el tipus de substrat, la ràpida i fàcil recollida de mostres per a la posterior anàlisi al laboratori i el càlcul d'índexs de diversitat. També es podran estudiar algunes interaccions entre espècies, com els episodis de competència entre espècies al llarg del temps —un exemple seria estudiar quin efecte té l'arribada d'una espècie nova per a les que ja es troben al substrat artificial.

Resumidament, es proposen els següents estudis, que es poden combinar entre si i requereixen la inclusió d'informació teòrica addicional per a la seva anàlisi:

- **Observació de la colonització del substrat per part de diferents organismes, i estudi dels canvis en els tipus d'organismes i les seves abundàncies**. Es tracta d'estudiar els tipus i les abundàncies d'organismes que hi ha en cada moment del mostreig planificat, i esbrinar les estratègies ecològiques d'aquests organismes.
- **Observació de la influència de factors ambientals sobre el procés de colonització i de successió.** Uns dels factors ambientals que es poden estudiar són la llum i el tipus de substrat: s'estudia el procés de colonització sobre diferents tipus de substrat i/o en substrats sotmesos a diferent règim de llum, per tal d'avaluar l'efecte dels factors ambientals sobre el petit ecosistema. Aquest estudi es pot relacionar amb els temes de contaminació i/o de transport marítim.
- **Diversitat.** Es tracta de calcular la diversitat present en els diferents estadis del procés de colonització i/o en els diferents tipus de substrat emprat.
- **Interaccions entre espècies.** Es tracta d'observar les relacions que s'estableixen entre els diferents organismes al llarg del procés de colonització, independentment del tipus de substrat que s'empri.

III. Materials i mètodes

1. Proposta per a la confecció dels substrats artificials[1]

1.1. Materials per confeccinar els substrats o esculls artificials

- Plàstic de diferents tipus (segons el disseny experimental), retallat segons la mida d'un portaobjectes. Si voleu fer els substrats amb altres tipus de material, podeu emprar fustes, metalls, pedra, etc.
- Opcional: diversos tipus de pintures o laques (per exemple, pintura nàutica)
- Cordes o cordills (millor si són d'un material resistent)
- Màquina perforadora de papers
- Pedra, plom o un pot de plàstic ple de sorra
- Pinces per manipular les mostres
- Pots de plàstic per recollir les diferents mostres
- Retolador indeleble
- Càmera de fotografies
- Alcohol del 70º
- Lupa i/o microscopi

1.2. Procediment de construcció d'un substrat artificial

La construcció del substrat o petit escull artificial pot seguir diversos models (segons les diferents hipòtesis inicials plantejades en cada cas), però bàsicament se centra en la confecció de petites plaques de material plàstic —per tal d'assegurar-ne la conservació durant el temps d'experimentació; la mida d'aquestes plaques pot ser similar a la d'un portaobjectes; tot i això, el material pot variar segons el plantejament experimental— i el fet de submergir-les mitjançant cordes en l'indret triat —per tal de lligar-les a les cordes, es pot emprar una màquina perforadora i passar-hi la corda—. S'ha de fer servir un pes, que lligarem a les plaques, per assegurar la posició dins l'aigua. Aquest pes pot ser senzillament una pedra o un pot de plàstic ple d'algun material pesat —per exemple, sorra— i lligat al sistema de plaques mitjançant una corda.

Un possible disseny experimental seria emprar les plaques com si fossin esglaons d'una escala confeccionada amb cordes, de manera que cada esglaó quedarà situat a una fondària diferent i es

1 Recordeu que sempre podeu pensar altres maneres de dissenyar aquest experiment!

veurà afectat de diferent manera per factors ambientals, com la llum. També es poden combinar diferents tipus de materials per confeccionar els esglaons o les superfícies a colonitzar, i així usar substrats més durs i/o tous (plàstic, fusta, etc.), rugosos i/o llisos, i inocus o recoberts amb diferents tipus de substàncies (com pintures variades), per tal d'observar quins efectes poden tenir els diferents tipus de substrat sobre la colonització de les superfícies per part dels organismes.

És important construir el substrat artificial de manera que es puguin observar les dues cares de cada esglaó: per això és convenient que la cara superior i la inferior estiguin formades per dues plaques diferents.

Esquemàticament, si seguiu la proposta del substrat formant una escala, haureu de fer el següent:

- Retalleu els diferents materials que vulgueu emprar (els diferents tipus de substrat) segons la mida d'un portaobjectes —i recordeu que per a cada esglaó podeu retallar-ne un per a la part superior i un altre per a la part inferior.
- Feu un forat a cadascun dels extrems de cada substrat retallat, procurant que estiguin tots els forats més o menys a la mateixa distància del marge. Si empreu materials difícils de foradar, podeu subjectar-los mitjançant diferents tipus de nusos.
- Agafeu la corda —preferiblement de plàstic, perquè duri més—, i aneu-la passant pels forats d'un costat de cada substrat. Deixeu que sobri prou corda al començament per lligar el vostre substrat artificial en algun lloc de terra i, al final, per lligar-hi un pes.
- Feu el mateix amb una altra corda i els forats de l'altre costat de cada substrat.
- Feu un petit nus per sobre i un altre per sota de la parella de substrats per tal que no es moguin al llarg de la corda, si voleu analitzar les mostres per sobre i per sota, i mantingueu certa separació amb les parelles de substrats anteriors i posteriors.
- Quan tingueu l'escala confeccionada i els parells de substrats facin d'esglaons, lligueu l'extrem final de les cordes al pes, de manera que quedi balancejat.
- Ara ja podeu submergir el vostre substrat artificial al mar. Lligueu-lo ben fort a terra perquè no us desaparegui!

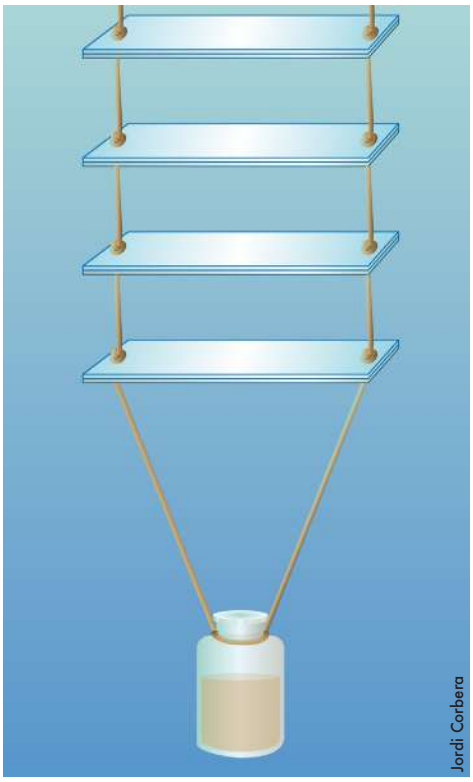

Fig. 4. **Representació de com us quedarà, aproximadament, el substrat artificial segons la nostra proposta.**

2. Seguiment de l'experiment

Una vegada el substrat artificial és immers dins l'aigua, es tracta de realitzar un seguiment de l'estat de colonització de les plaques, que pot allargar-se en el temps segons les possibilitats de cadascú —en pocs dies, ja s'observen resultats—. Aquest seguiment es pot fer de manera visual, mitjançant fotografies, i/o també prenent mostres dels diferents estadis de la successió i fotografiant-los posteriorment. Per a això darrer, idealment s'ha de disposar de rèpliques dels substrats, per tal de recollir mostres equivalents pertanyents a diferents dies. La recollida d'aquestes mostres consistirà en ficar-les dins d'un pot amb alcohol de 70º perquè restin en el millor estat possible fins que les observem al laboratori sota la lupa i/o sota el microscopi òptic.

És a dir, que durant el temps que duri l'experiment:

- Haureu de fotografiar cada substrat en tot moment del mostreig. Feu les fotografies sempre de la mateixa manera, per poder comparar els diferents moments de la colonització del substrat.
- Podeu prendre mostres, si en teniu rèpliques: agafeu cada placa de substrat diferent i poseu-la en un pot (degudament identificat!) amb alcohol de 70º, per analitzar-la posteriorment al laboratori.

Fig. 5. ← Substrat abans de començar l'experiment i → substrat després d'haver-lo fet.

3. Anàlisi de les mostres

La informació extreta de les mostres se centrarà bàsicament a determinar la presència i la quantitat dels diversos grups d'organismes trobats; així, després es podran realitzar càlculs de diversitat segons les diferents fórmules triades.

Podreu identificar els diferents organismes amb la guia d'identificació que trobareu entre els materials que us proporcionem per realitzar l'activitat. És interessant fer fotografies, o bé amb

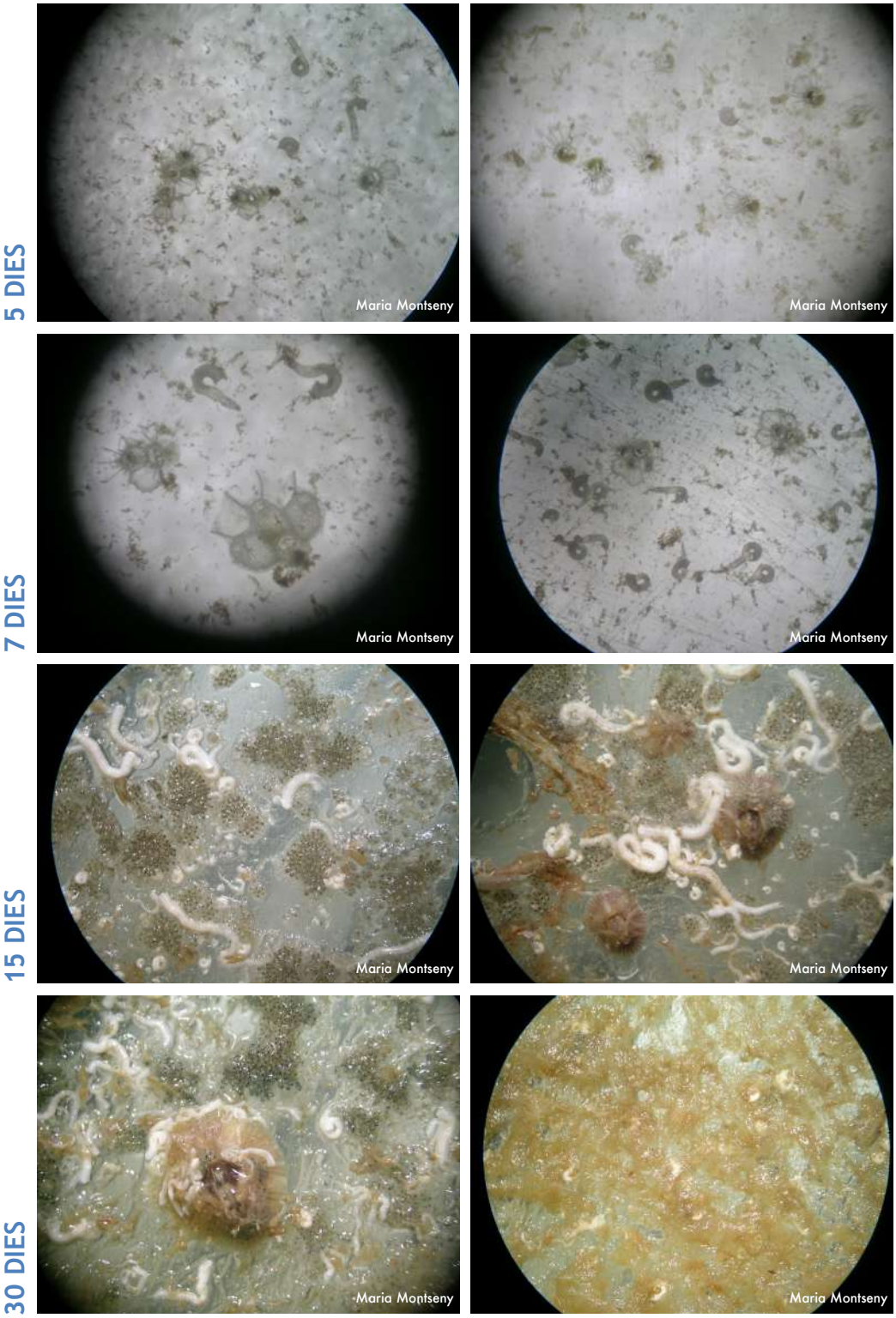

Fig. 6. (De ← a → i de ↑ a ↓) Fotografies d'una fracció de dos substrats diferents triats per a un experiment, preses els dies 5, 7, 15 i 30 des del començament de l'experiment.

la càmera de fotografiar acoblada a la lupa binocular, o bé fent ampliacions de les fotografies que hagueu pres durant el mostreig, de les proporcions i/o dels diferents organismes que apareguin a cada mostra. Si feu fotografies d'organismes que desconeixeu i no sabeu o dubteu de com identificar-los, podeu penjar les fotografies al fòrum de l'activitat i així els científics us podran ajudar a identificar els organismes i resoldre els dubtes que tingueu sobre les vostres mostres. Totes les fotografies que feu podran servir posteriorment per il·lustrar el vostre treball final, si s'escau, o per presentar els resultats de la vostra recerca.

L'estudi es pot combinar alhora observant la colonització primerenca de les plaques per part de bacteris, mitjançant la recollida d'aigua de l'indret on es realitza l'experiment, submergir-hi alguna placa durant un parell de dies i realitzar, posteriorment, tincions que permetin la detecció dels bacteris, com la tinció Gram, per exemple (vegeu l'apartat 3.3 per saber com es fa).

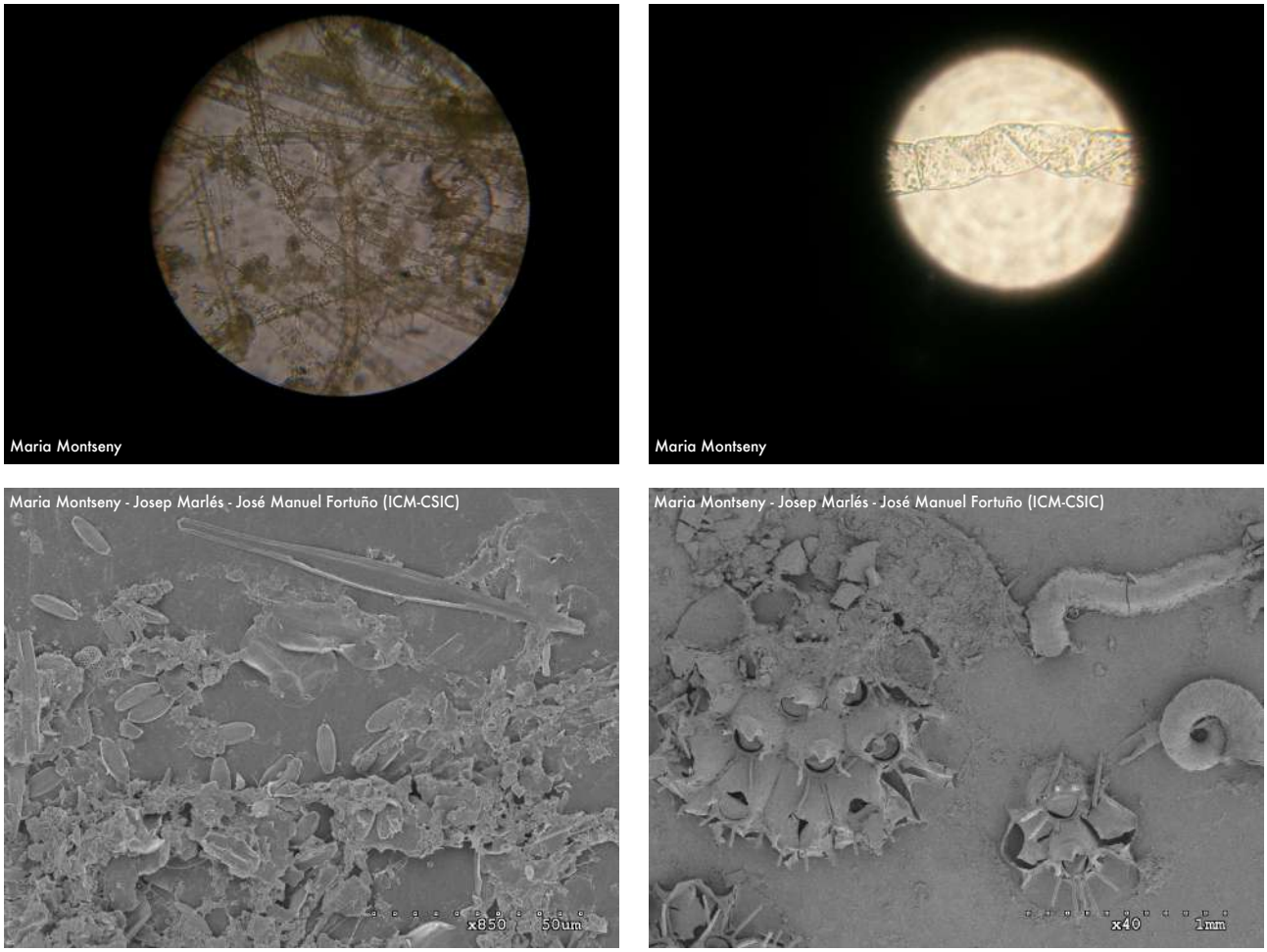

Fig. 7. **Fotografies d'algunes de les mostres mirades ↑ al microscopi òptic —per observar més bé les algues— i ↓ a l'electrònic —es poden veure diatomees (esq.) i briozous (*dta.*).**

3.1. Recompte d'individus i/o de la seva cobertura

Per al recompte d'organismes, cal tenir present que potser trobareu organismes colonials a les mostres que semblen de difícil quantificació. Per això, proposem dues tècniques bàsiques de recompte, per a les quals serà necessari dividir una placa de plàstic transparent en 100 parts (feu una quadrícula), que després es pugui col·locar sobre la placa amb la mostra per realitzar el recompte. Aleshores podreu comptar, segons el tipus d'organisme que vegeu:

- El nombre d'individus pertanyents a cada categoria taxonòmica trobada.
- El recobriment que cada individu té sobre la placa. Per exemple, un briozou pot ocupar 3 quadrats i mig de la quadrícula que havíem fet.

Els recomptes també es poden combinar. És a dir, es pot aproximar el recobriment que «ocuparia» un individu aïllat.

Si tenim la placa subdividida en 100 quadradets, podrem calcular fàcilment el percentatge de recobriment de cada individu o grup. En l'exemple anterior, el briozou esmentat estaria cobrint un 3,5% del total de la placa.

Observació: si només feu l'anàlisi de les mostres a través de fotografies fetes, podeu fer una quadrícula igualment, a l'ordinador, sempre que dividiu les fotografies de la mateixa manera.

Fig. 8. **Les mostres es poden observar i analitzar mitjançant una lupa binocular.**

3.2. Successió i diversitat: anàlisi de la diversitat biològica en els diferents estadis de la successió ecològica

La proposta següent inclou l'estudi de la diversitat present en els diferents estadis de colonització dels substrats artificials i/o la diversitat present en les plaques sotmeses a diferents condicions experimentals (diferent substrat, diferents condicions de llum, etc.). La biodiversitat es pot calcular mitjançant índexs, un dels més emprats dels quals és el de Shannon. Aquest índex suposa que la diversitat respon a la probabilitat que, en extreure a l'atzar un individu d'una comunitat sigui d'una espècie (o tàxon) diferent; per tant, és un índex que no té en compte les abundàncies dels individus de les diferents espècies. Altres índexs de biodiversitat que sí tenen en compte les

abundàncies dels individus —les abundàncies totals o les abundàncies de les diferents espècies— són el de Brillouin, el de Simpson i el de Margalef. A continuació, presentem les fórmules corresponents a aquests índexs:

Shannon $H' = - \Sigma^{S}_{i=1} \; p_i \; ln \; p_i$

Brillouin $HB = \frac{(ln\ N! - \Sigma\ ln\ n_i!)}{N}$

Simpson $Ds = \frac{\Sigma^{S}_{i=1} \; (n_i \; (n_i - 1))}{N \; (N-1)}$

Margalef $Dm = \frac{(S-1)}{ln\ N}$

N_i nombre d'individus de l'espècie *i*
P proporció
S nombre total d'espècies
N nombre total d'individus

3.3 Tinció de Gram

3.3.1. Material necessari per a les tincions de Gram

- Encenedor d'alcohol o Bunsen
- Vas de precipitats
- Nansa de sembra (opcional)
- Pipetes de plàstic
- Cristall violeta o violeta de genciana
- Aigua dins dispensador d'aigua
- Lugol
- Alcohol de 96°
- Safranina
- Oli d'immersió
- Microscopi òptic

3.3.2. Protocol de realització

Pas previ: Trieu les mostres que voleu analitzar. Aquestes mostres seran portaobjectes que s'hauran deixat durant cert temps dins l'aigua de l'indret de mostreig.

1) Al començament, treballeu sempre a prop de l'encenedor d'alcohol o del Bunsen, i damunt d'un recipient on es puguin anar esbandint i llençant els colorants.
2) Deixeu assecar la mostra a prop de l'ambient que genera la flama. Fixeu la mostra a la calor —flamegeu-la una mica: passeu-la per la flama unes tres vegades.
3) Poseu-hi cristall violeta o violeta de genciana. Espereu 1 minut.
4) Esbandiu amb aigua.
5) Afegiu lugol i espereu 1 minut.
6) Esbandiu amb aigua.
7) Afegiu alcohol de 96º i espereu 15 s.

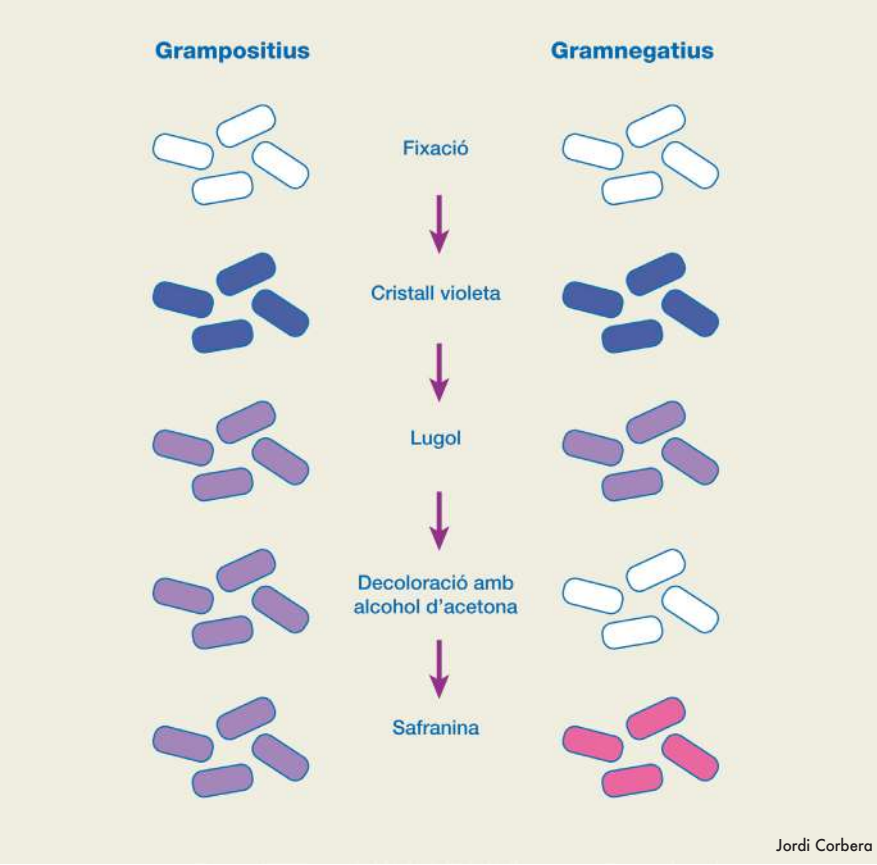

Fig. 9. **Representació esquemàtica de la tinció de Gram.**

8) Esbandiu amb aigua.

9) Afegiu safranina i espereu 1 min.

10) Esbandiu amb aigua.

11) Una vegada seca, observeu la mostra al microscopi òptic —idealment a 100X amb oli d'immersió.

3.4. Recollida, sistematització i processament de les dades obtingudes i elaboració de conclusions

1) Una vegada hàgiu comptat i apuntat en una llibreta els organismes totals i/o de cada grup que pertanyen a una mostra, podreu apuntar les dades obtingudes en una taula de resultats similar o igual a la que us proporcionem (vegeu el document «taula_resultats_colonització»), i que té un aspecte semblant a aquesta on s'han inclòs dades fictícies a tall d'exemple.

Aquesta taula i l'exemple que hi hem posat són només orientatius: si voleu recollir més informació, podeu afegir tantes columnes com creieu necessàries!

2) Una vegada s'hagin recollit les dades i fet els càlculs en un sol document, podeu procedir a l'anàlisi d'aquestes dades segons els objectius i les hipòtesis plantejats a l'inici de l'activitat. És recomanable que expresseu tots els resultats que pugueu de manera gràfica i/o visual, perquè això en facilita la interpretació. Podeu relacionar els resultats obtinguts amb els factors ambientals i amb els conceptes teòrics adients.

3) Un bon exercici per finalitzar l'activitat és elaborar conclusions i reflexions, tant a partir dels resultats obtinguts com de la mateixa experiència de recerca. És igualment interessant fer l'exercici de comunicar de manera escrita i/o oral els resultats i les conclusions de la recerca a altres persones.

Centre educatiu	IES XXX
Curs	1r Batxillerat
Nombre d'alumnes i professors participants	8 alumnes, 2 professors
Indret(s) de mostreig	Port de Badalona
Nombre de mostres recollides	8
Estació(ns) de l'any mostrejades	Primavera-estiu
Durada global de l'activitat	Segon i tercer quadrimestres
Observacions	

Mostra	Data	hora	Dies des de l'inici del l'experiment (comptem com a dia 0 el dia en què es van col·locar els substrats al mar)	Fondària	Substrat	Tractament del substrat	Part de baix o de dalt de l'esglaó	Condicions ambientals	Nombre total d'organismes en la mostra	Grups d'organismes observats	Nombre d'organismes de cada grup	Recobriment (%)	Observacións	Índex de Shannon	Índex de Brillouin	Índex de Margalef
Mostra 1	12/08/11	08:00	15	A uns 2 m	Plàstic opac, rugós	Sense pintura per a vaixells	Part de baix	Sol, però ha plogut durant tota la setmana	71	Bacteris	27	- (no els comptem per al recobriment)	Hem fet tincions Gram i el 57% són Gram positiu.			
										Algues unicel·lulars	16	- (no les comptem per al recobriment)	Són diatomees			
										Amfípodes	8	16	Hi ha força caprèl·lids			
										Isòpodes	2	4	S'assemblen molt als amfípodes, costa diferenciar-los			
										Cucs	6	10				
										Briozous	3	5	Són molt petits, encara			
										Balànids	1	3				
										Algues filamentoses	8	8	Molt llargues			