

La biosfera

Esquema

1. La biosfera
2. La biodiversitat
3. Els factors ambientals i l'adaptació
4. La llum i l'adaptació
5. La temperatura i l'adaptació
6. L'aigua i l'adaptació
7. La biogeografia
8. Mecanismes de dispersió

L'element definidor de la biodiversitat és la riquesa genètica, resultat de l'evolució biològica.

La **biosfera** és la coberta viva de la Terra, és a dir, el conjunt de la matèria viva i la limitada capa que hi ha al voltant de la superfície del planeta Terra, on és possible la vida. El terme *biosfera* va ser usat per primera vegada pel geòleg austríac Eduard Suess l'any 1875, però no va ser fins al 1926 que el químic i naturalista rus Vladimir Ivanovitx Vernadsky en va definir la dimensió actual, globalitzadora. Vernadsky es referia, per exemple, a la diversitat d'organismes «transformadors que fan que les radiacions còsmiques es converteixin en energia terrestre activa».

1. La biosfera

El pitjor que pot passar no és l'esgotament de l'energia, el col·lapse econòmic, la guerra nuclear limitada o l'expansió d'un govern totalitari. Aquestes catàstrofes serien terribles per a l'ésser humà, però es poden reparar en el transcurs d'unes quantes generacions. L'únic procés que necessitarà milions d'anys per ser corregit és la pèrdua de diversitat genètica i d'espècies a causa de la destrucció dels hàbitats naturals. Els nostres descendents probablement no ens perdonaran una relliscada tan gran.

EDWARD O. WILSON, Harvard Magazine (1984)

L'ecologia s'ocupa de l'estudi de la biosfera, juntament amb una gran diversitat de ciències de la vida i de la terra. Estudiar la biosfera vol dir estudiar la matèria viva, els organismes i l'espai que ocupen. Implica, també, preguntar-se en quines condicions ocupen aquest espai i quines estratègies desenvolupen per adaptar-s'hi.

La biosfera és, en realitat, una capa relativament prima, ja que la major part dels éssers vius es concentren, a la terra emergida, en altituds no superiors als 3000 o 4000 metres. Més amunt les dificultats són més grans: la temperatura és molt baixa, l'atmosfera es fa més enrarida i l'aigua es congela. Al mar hi ha més vida a la zona il·luminada, fins a 100 o 200 metres de fondària. Més avall, com que no hi ha llum, no hi pot haver plantes.

Ara bé, fins i tot a les grans profunditats abissals hi ha vida (no vegetal, és clar), així com n'hi ha als cims més elevats. Tot i que el límit superior de la vegetació se situa cap als 6200 metres, alguns petits insectes que viuen de les partícules de pol·len portades pel vent i algunes aranyes que s'alimenten d'aquests insectes arriben més amunt.

També a l'atmosfera lliure hi ha formes vivents que, normalment, hi són arrossegades de manera passiva. Es tracta sobretot de microbis i gèrmen d'una gran diversitat d'animals i de vegetals que, a vegades, són transportats a distàncies molt considerables. De fet, cal situar el límit superior de la biosfera a l'estratosfera, a uns 15000 metres d'altitud, a sota mateix del límit inferior de la capa d'ozó, que és la que protegeix els éssers vius de les radiacions ultraviolades provinents del Sol.



El biòleg nord-americà Edward O. Wilson és conegut per haver estudiat el sistema de comunicació de les formigues i per la seva tasca en pro de la biodiversitat.

Chimaera monstruosa, peix que viu a les profunditats abissals.



1.1. L'origen de la biosfera: l'evolució biològica



Charles R. Darwin (1809-1882) és l'autor de la primera formulació completa de la teoria de l'evolució, *L'origen de les espècies*, publicada l'any 1859.

Si bé cada cop coneixem amb més detall la naturalesa cel·lular i molecular dels éssers vius i els diferents aspectes del seu organisme (la fisiologia, la genètica...), ens resulta més difícil conèixer com s'ha originat la vida i com ha arribat a ser tal com la coneixem en l'actualitat.

Tanmateix, els fòssils i els estudis de geologia històrica, com també més modernament els coneixements de bioquímica i genètica derivats de l'anàlisi molecular dels éssers vius, ens il·lustren sobre la història de la vida, per bé que determinats fenòmens relacionats amb el passat de la vida són, pel fet de ser històrics i remots, irrepetibles i, per tant, no comprovables amb els mateixos criteris i procediments de verificació usats en les ciències experimentals. Per aquesta raó, algunes qüestions relatives a l'origen de la vida continuen sent objecte de controvèrsia, si bé molts altres aspectes s'aborden des d'una perspectiva experimental. En qualsevol cas, però, la ciència de la biologia es fonamenta en la teoria de l'evolució biològica d'ençà que fou formulada per Charles R. Darwin en la cèlebre obra *L'origen de les espècies*, publicada l'any 1859.

2. La biodiversitat

A la biosfera hi ha milions d'espècies diferents d'éssers vius. N'han estat descrites un milió i mig, però es calcula que n'hi deu haver entre 5 i 30 milions. De la biologia de la major part d'aquestes espècies en sabem ben poca cosa, però el problema més greu és que l'actuació humana n'està incrementant considerablement la velocitat d'extinció.

El modern concepte de **biodiversitat**, popularitzat a partir de la dècada de 1980 pel naturalista nord-americà Edward O. Wilson, fa referència a la diversitat de la vida i, més concretament, a la variabilitat dels organismes vius (plantes, animals, microorganismes) i dels complexos ecològics dels quals formen part.

Encara que el mot *biodiversitat* s'utilitzi sovint per referir-se a les espècies diferents que viuen en un indret determinat, l'element definidor del concepte de biodiversitat és el de la **riquesa genètica**. Cal preservar aquesta riquesa perquè és el fruit dels milers de milions d'anys d'evolució biològica sobre el planeta i perquè constitueix la reserva natural que ens permet obtenir els recursos naturals necessaris per fer front als nous reptes.

La biodiversitat és patrimoni comú de la humanitat. En els seus aspectes econòmics la biodiversitat té un **valor de consum** directe, un **valor recreatiu** i un **valor productiu**, però, com que no és inesgotable, cal atribuir-li també un **valor d'existència** i un **valor ecològic**.

Els cinc regnes de la natura

Actualment, tota la biodiversitat existent es classifica en cinc regnes. Aquesta divisió remarca la diferència entre els procariotes (regne de les moneres) i els eucariotes (animals, plantes, fongs i protoctists). Les moneres es consideren els avantpassats de tots els éssers vius.

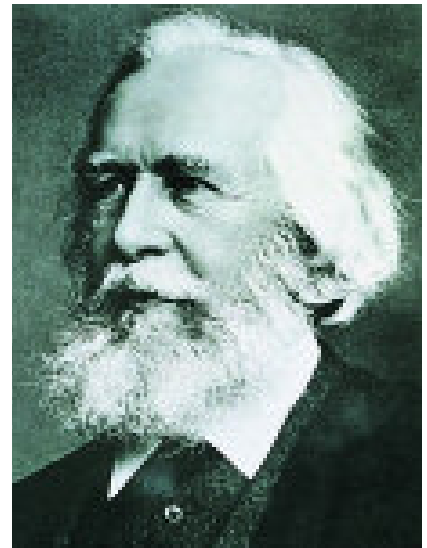
Tradicionalment, els éssers vius eren classificats en plantes i animals. Aquesta concepció es va convertir en insuficient per diverses causes. Per exemple, la microscòpia va fer repensar la classificació tradicional, ja que a partir del segle XVII es va fer innegable que, fora de l'abast de les nostres mirades, existien molts éssers vius gairebé inclassificables amb aquell esquema. En el segle XIX es van fer més clares les diferències que separen els bacteris o els fongs de la resta d'organismes, i van començar a sorgir propostes de nous regnes per englobar-los. La teoria evolucionista i els descobriments dels paleontòlegs van fer pensar que les classificacions correctes s'havien de basar en les relacions evolutives de les espècies, és a dir, en les filogènies de la vida a la Terra.

Ernst Haeckel, biòleg evolucionista alemany, va proposar l'existència d'un tercer regne, el dels **protists** o organismes més primitius, que va reconèixer com els antecessors dels altres dos regnes. El mateix Haeckel va establir, dins del regne dels protists, el grup de les **moneres** per singularitzar els organismes sense nucli cel·lular: els bacteris. L'any 1937, Edouard Chatton va proposar la utilització del terme **procariota** per identificar cianofícies i bacteris posseïdors d'una estructura cel·lular simple (sense nucli, ni mitocondris, ni cloroplastos, etc.) i el terme **eucariota**, que engloba la resta de formes vivents, l'estructura cel·lular de les quals, molt més complexa i evolucionada, inclou la presència de nucli i òrgans típics, com ara mitocondris o cloroplastos.

Aquesta divisió entre procariotes i eucariotes es va generalitzar, i actualment ha estat acceptada com la més gran discontinuïtat evolutiva que pot observar-se en el món actual. La classificació actual divideix la natura en cinc regnes. Va ser proposada l'any 1959 pel biòleg nord-americà Robert Whittaker i ha estat molt difosa, entre altres, per Lynn Margulis. Els cinc regnes són els següents: les moneres, els protoctists, els fongs, les plantes i els animals.

Regne de les moneres

Comprèn els **bacteris** i les anomenades **algues cianofícies** o **cianobacteris**, que en realitat són un tipus de bacteris. Representen els organismes més antics (amb restes fòssils de més de 3800 milions d'anys d'antiguitat). Les seves cèl·lules són procariotes, és a dir, sense nucli diferenciat i amb una estructura més senzilla que la de les cèl·lules eucariotes, respecte a les quals també són més petites. Hi ha moneres autòtrofes i heteròtrofes, i els seus règims alimentaris són d'allò més variats. Els arqueobacteris, un peculiar grup de bacteris, sembla que són més antics que la resta i podrien constituir un regne a part. Les moneres han senyorejat la Terra durant la major part de la història del planeta. En l'actualitat, comparteixen els hàbitats amb els organismes eucariotes, i tot i que continuen predominant arreu, ho fan especialment en els hàbitats més extrems, on els eucariotes no poden viure.



Ernst Haeckel (1834-1919) proposà la creació d'un tercer regne per separar les plantes i els animals dels organismes més primitius, que anomenà protists.

L'ambient d'aquest guèiser, que es troba al Parc Nacional de Yellowstone, als Estats Units, constitueix un ecosistema ric en moneres, algunes de les quals donen aquestes coloracions.



Regne dels protoctists

S'hi inclouen els protozous i les algues. Les cèl·lules són de tipus eucariota, com ara les dels fongs, les plantes i els animals. Antigament, s'anomenaven **protozous** els organismes unicel·lulars proveïts de cilis o flagels, i també les amebes i organismes similars, i s'estudiaven com un grup més d'animals. Són protoctists, per tant, els paramecis, les vorticel·les, etc. L'altre gran grup de protoctists són les **algues**, tant les unicel·lulars com les multicel·lulars. Aquestes últimes, però, no tenen autèntics teixits, sinó més aviat masses de cèl·lules que interaccionen poc entre si, encara que alguns fèdits (algues brunes), com ara els sargassos, tenen un desenvolupament i una complexitat més grans.

Mentre que la major part dels protozous són heteròtrofs, les algues són autòtrofes (encara que hi ha moltes formes secundàriament heteròtrofes). En realitat, el regne dels protoctists es defineix per exclusió. El concepte de protoctist va ser proposat l'any 1956 i engloba aquells eucariotes que no es desenvolupen ni a partir de blàstules (no són, per tant, animals), ni a partir d'un embrió (tampoc no són plantes), ni a partir d'espores. Els seus hàbitats són força variats.



La biòloga Lynn Margulis ha defensat i difós la divisió dels organismes en cinc regnes.

Regne dels fongs

Les aproximadament 70 000 espècies de fongs conegudes actualment es caracteritzen pels seus filaments de cèl·lules o **hifes** que formen un **miceli**. En una fase o altra es reproduïxen per espores. Són organismes de nutrició heteròtrofa. De moment, la seva història evolutiva no és gaire coneguda (els fongs fòssils més antics són del devonià, de fa uns 400 milions d'anys, i estan íntimament relacionats amb restes vegetals igualment fòssilitzades). Habitualment, són terrestres.

Regne de les plantes

Les plantes són organismes pluricel·lulars autòtrofs. Les seves cèl·lules presenten una paret cel·lular de cel·lulosa i formen teixits i òrgans diversos, amb un important grau d'especialització. Comprenen, pel cap baix, unes 500 000 espècies. S'originaren a partir dels cloròfits o algues verdes, i es divideixen en briòfits o plantes no vasculars (molses i afins) i traqueòfits, plantes vasculars amb teixits conductors (xilema i floema).

Regne dels animals

Els animals són organismes pluricel·lulars heteròtrofs. Les seves cèl·lules estan també especialitzades en teixits diversos. Tenen òrgans i sistemes d'òrgans. Quan es reproduïxen sexualment (per anisogàmia), es desenvolupen a partir d'una blàstula, la qual origina, per divisió del zigot, un embrió, que, en créixer, forma l'individu adult diploide. Les restes animals fòssils més antigues tenen al voltant d'uns 700 milions d'anys. Tots els filums d'animals actuals (i molts altres d'extingits) estaven ja representats en començar els temps paleozoics.

Els **virus** no s'inclouen en cap dels cinc regnes anteriors. La seva estructura no cel·lular no es correspon amb la de cap dels seus representants. Es pensa que es podrien haver originat per fragments d'àcids nucleics escapats de cèl·lules. Molt probablement estan més emparentats amb les cèl·lules de les quals provenen que entre ells.

3. Els factors ambientals i l'adaptació

El resultat de tants milions d'anys d'evolució és una biosfera constituïda per éssers vius adaptats al medi on viuen. L'**adaptació** és l'adequació dels organismes a l'ambient on viuen. Aquesta adequació, fruit de la selecció natural i, per tant, qüestió de supervivència, afecta tant les seves característiques anatòmiques (de forma), com les fisiològiques (de funcionament) i les etològiques (de conducta). Si el talp està adaptat a la vida subterrània, amb les extremitats anteriors excavadores i amb els òrgans dels sentits modificats, i el peix ho està a la vida aquàtica, amb la forma hidrodinàmica, la bufeta natatòria, la línia lateral que li permet captar la composició química de l'aigua, etc., és perquè aquesta manera de ser els ha permès de sobreviure i colonitzar aquells hàbitats i deixar-hi descendents.

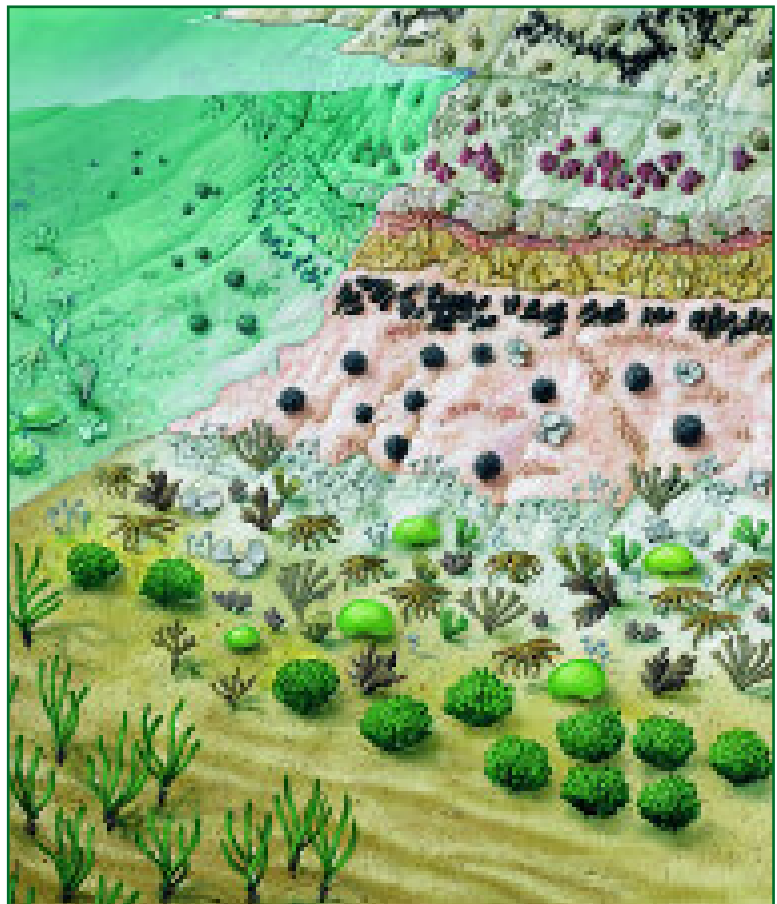
L'adaptació no és, però, gens estàtica, sinó que es dona contínuament. Si l'ambient canvia, cal adaptar-s'hi de nou. Qui ho aconsegueix prospera i continua deixant-hi descendents; qui no ho aconsegueix estarà abocat al desastre encara que en el passat la seva ascendència hagi estat abundant. Si apareix un ambient nou (una illa emergida després d'una erupció volcànica, un prat allà on el foc ha cremat el bosc, etc.), molts pugnen per instal·lar-s'hi. Només aquells que poden adaptar-se o que ja estan adaptats a aquelles determinades condicions ambientals ho aconsegueixen. Per exemple, per què als marges d'un estany en un terreny a poca altitud hi ha tanta exuberància de canyís i de vegetació emergida i no n'hi ha, en canvi, a les ribes d'un llac dels Pirineus? Perquè el llac està gelat durant tot l'hivern i el glaç dificulta la presència de plantes d'aquell tipus a les vores.

Tampoc no s'ha de caure en l'exageració de pensar que tot és adaptació. Molts caràcters són, de fet, indiferents. Ser cec no té res de bo ni per al talp, però pot ser que per a aquest animal no representi cap problema ser-ho i, en canvi, en l'ambient en el qual viu li resultaria ben difícil de mantenir els ulls nets.

L'eficiència en l'aprofitament de les diferents longituds d'ona de la llum explica la zonació horitzontal de les algues del fons marí i, de retruc, la dels organismes que en depenen.



Black-bass o perca americana. Les espècies biològiques estan sotmeses a contínues pressions ambientals. A vegades se'n surten i expandeixen la seva àrea de distribució. Si no és així, entren en regressió i poden arribar a extingir-se. A l'expansió d'unes espècies en detriment d'unes altres hi contribueix l'ésser humà, quan, com en el cas del black-bass, introdueix espècies noves en àrees en les quals no vivien.



3.1. Els ecosistemes

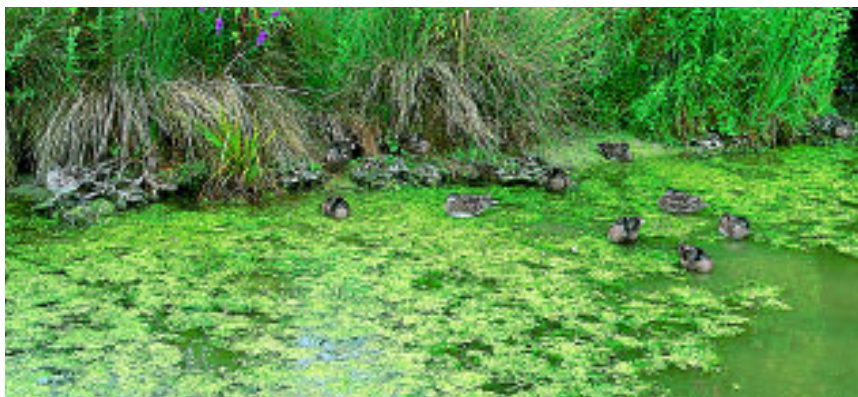
En realitat, els éssers vius s'adapten també els uns als altres perquè no viuen aïllats. Els animals, les plantes i els microorganismes de cada espècie biològica constitueixen **poblacions** naturals, estan relacionats entre si i amb el medi i constitueixen una unitat que s'anomena *ecosistema*.

L'**ecosistema** és una unitat funcional constituïda per tots els éssers vius (**biocenosi** o **comunitat**) que habiten un lloc determinat, com també pel conjunt total de factors físics i químics (**factors abiòtics**) que afecten la vida animal o vegetal d'aquest lloc determinat (**biòtop**). És a dir, un ecosistema és, doncs, el biòtop més la biocenosi que l'habita, els quals s'interrelacionen mútuament.

El terme *ecosistema*, proposat pel naturalista Arthur G. Tansley l'any 1935, fa referència a un concepte ampli i subratlla, des de la perspectiva de l'ecologia, les forçoses relacions causals i d'interdependència a què estan sotmesos els éssers vius en el medi natural.

Són exemples d'ecosistemes un llac, una clapa de bosc o la selva tropical, però també, si bé més reduïts, la soca d'un arbre o un basal. Tota la biosfera es pot considerar un ecosistema únic, però a efectes d'estudi és clar que convé dividir-la en unitats naturals. De fet, però, un ecosistema és més que una unitat en l'espai o una unitat de funcionament; un ecosistema és, amb paraules de Tansley, «una creació mental que ens permet imaginar fronteres entre aquest *ecosistema* i la resta de l'univers».

L'ecosistema és una unitat funcional de la natura. S'hi poden distingir dues parts: la biocenosi i el biòtop. La primera la formen tots els organismes (animals, plantes i microorganismes) que habiten un lloc determinat, mentre que el segon és el conjunt de factors físics i químics que integren l'ambient en què viuen els organismes.



3.2. Els factors abiòtics

De les relacions mútues i de l'estudi dels éssers vius d'un ecosistema ens n'ocuparem en les unitats didàctiques següents, mentre que ara estudiarem els factors abiòtics. Els principals factors ambientals que cal considerar en un ecosistema són la llum, la temperatura i la humitat o disponibilitat d'aigua. En determinats ecosistemes són també factors molt importants la salinitat, la pressió i la naturalesa del sòl.

4. La llum i l'adaptació

La llum té una influència decisiva en la distribució de les plantes, ja que els és necessària per fer la fotosíntesi. Els vegetals, doncs, només viuen als indrets il·luminats. Per això, en el medi aquàtic tan sols hi ha vegetació en l'anomenada *zona fòtica*, que és la zona en la qual arriba la llum. Segons que l'aigua sigui tèrbola o transparent, aquesta zona assoleix una profunditat mitjana de 80 o 100 metres.

En el medi terrestre algunes plantes estan ben adaptades a viure a ple sol, en zones ben il·luminades. És el cas, per exemple, de la farigola i del romaní. D'altres, com ara la viola i la maduixera silvestres, només prosperen en ambients ombrívols, sota la coberta protectora d'altres vegetals. Si aquesta coberta desapareix, les condicions de vida esdevenen difícils i poden arribar a desaparèixer.

La llum té una influència decisiva en molts aspectes de la vida de les plantes i dels animals. Aquesta influència es manifesta en molts casos a través del denominat **fotoperíode**. S'anomena així el lapse diari d'hores de llum (en contraposició amb les de fosca). Tret de l'equador, aquesta durada relativa del dia i de la nit varia al llarg de l'any, variació que és percebuda, per mitjà de sistemes moleculars sensibles com ara els fitocroms, pels organismes, els quals hi adapten el seu cicle biològic.

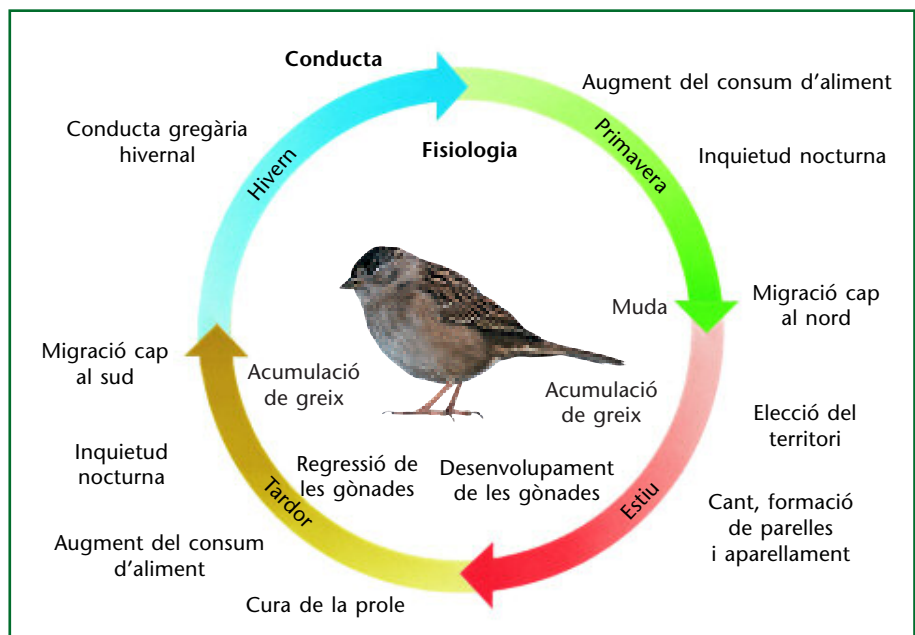
La brotada, la floració, la caiguda de la fulla, la germinació i altres aspectes de la vida de les plantes estan determinats pel fotoperíode. Els animals regulen l'activitat diària segons la llum: n'hi ha que són crepusculars o nocturns; d'altres, en canvi, plenament diürns. La variació de la lluminositat diària o fotoperíode contribueix a la regulació d'aspectes tan importants de la seva vida com és ara la migració, la reproducció, la muda, etc.

S'anomena **fenologia** la branca de l'ecologia que estudia la relació entre la llum, i altres factors climàtics, i la manifestació estacional en plantes i animals de caràcters d'adaptació periòdica.

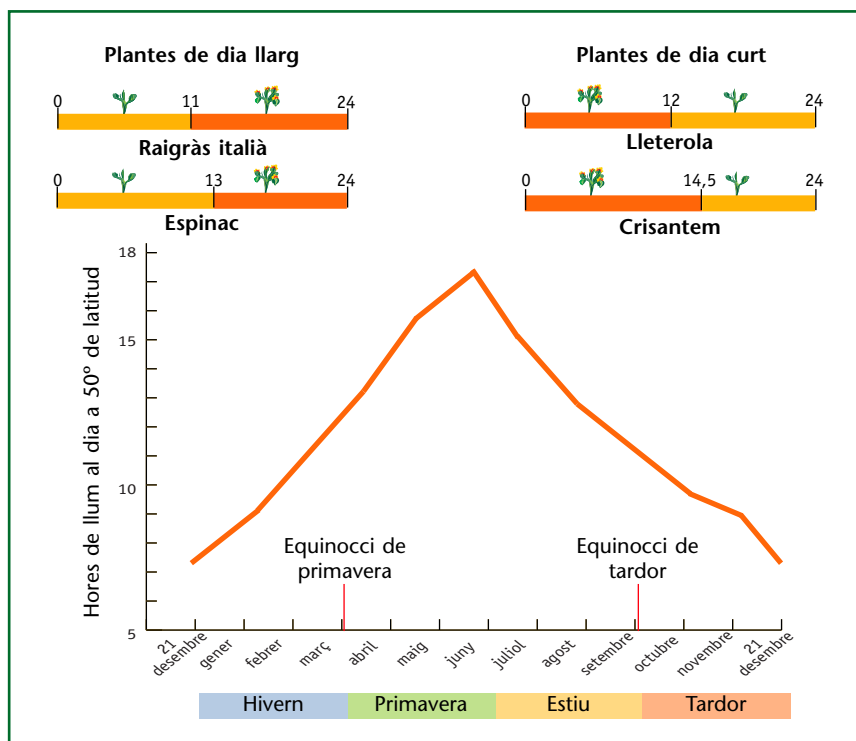


Els vegetals que regulen la floració per la variació del fotoperíode s'adapten millor que els que ho fan per la temperatura, ja que aquesta té variacions irregulars.

Cicle fenològic d'un moixó, el qual mostra la relació entre els factors climàtics i les variacions estacionals de la fisiologia i la conducta d'aquest animal.



La major part de les plantes responen a un fotoperíode exacte. Les plantes de dia llarg floreixen quan els dies s'allarguen, a la primavera, en concret quan les hores de llum superen els valors indicats en la il·lustració. En canvi, les plantes de dia curt responen a l'escurçament del dia de finals d'estiu i tardor; la lleterola, per exemple, floreix quan el dia té menys de 12 hores de llum. Però com que la durada del dia depèn de la latitud, una planta que floreix quan el dia s'escurça fins a només 11 hores ho farà a l'octubre si es troba a 50° de latitud. Si la mateixa planta es trobés a 20° de latitud, la seva floració es retardaria fins al desembre.



D O C U M E N T S

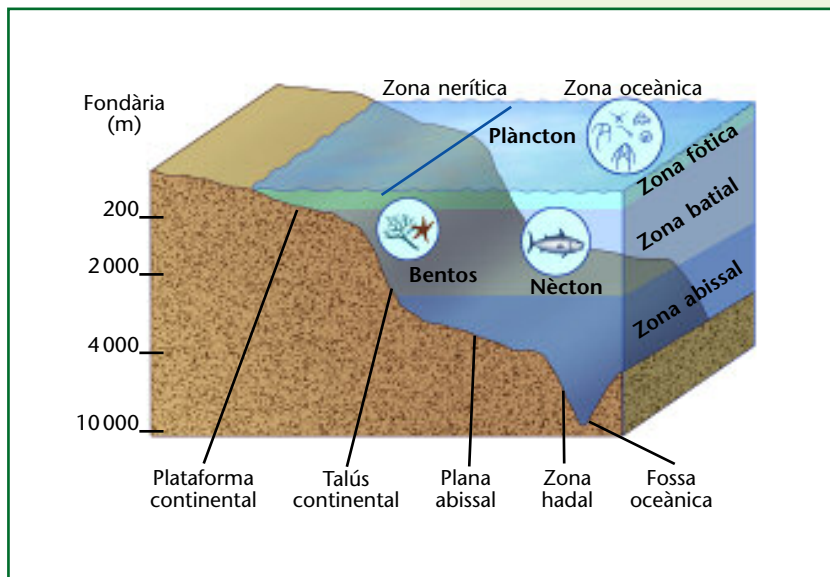
Les zones del medi marí

Pel que fa a les condicions físiques que influeixen sobre la vida dels organismes, el mar es pot dividir en una **zona nerítica** i una **zona oceànica**.

La zona nerítica, d'aigües relativament poc profundes, està situada damunt de la plataforma continental. Ben il·luminada, es beneficia dels corrents marins i del moviment de les ones que, sovint, en topant amb el fons remouen les aigües i fan pujar cap a la superfície, allà on hi ha el fitoplànton, els nutrients. En conseqüència, és una zona sovint rica en vida.

La zona oceànica és la que està situada més enllà de la plataforma, la zona de mar obert. Es pot dividir, verticalment, en tres subzones: **fòtica**, **batial** i **abissal**.

La zona fòtica és la zona superficial il·luminada (entre 50 i 200 m de profunditat). És la zona productora. Per sota, tots els organismes depenen, d'una manera o altra, del que cau des d'aquest nivell. Allà on acaba la zona fòtica, comença la zona batial, fins més enllà de la base del talús continental. A profunditats superiors als 3000 m comença la zona abissal, que, tanmateix, no existeix al Mediterrani occidental.



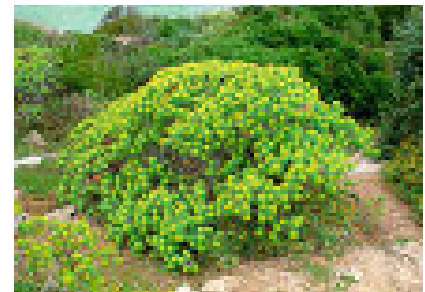
5. La temperatura i l'adaptació

La temperatura influeix d'una manera molt important en la vida dels organismes. En general, la vida activa només és possible en la franja compresa entre pocs graus sota zero i 50 °C. Si les temperatures superen aquests límits, es pot produir la mort per congelació o per desnaturalització de les proteïnes.

En el medi terrestre l'amplitud tèrmica que han de suportar els organismes és gran. Les roques i l'aire s'escalfen i es refreden amb facilitat; en canvi, en el medi aquàtic les oscil·lacions són molt més estretes, perquè la capacitat calorífica de l'aigua és elevada. El fet que l'aigua tingui una densitat màxima a 4 °C fa que mars i estanys profunds es gelin només en superfície, ja que al fons s'acumula aigua líquida a uns 4 °C. Així, ni que sigui a temperatures ambientals molt baixes, la vida continua sota la superfície gelada.

Moltes plantes, per exemple els pollancre, els roures o els plàtans (arbres caducifolis), resisteixen els canvis de temperatura reduint o interrompent l'activitat, la qual cosa es tradueix en la caiguda de les fulles quan arriba el mal temps, normalment a l'hivern. Però en el clima mediterrani molt sovint la pitjor situació es dona a l'estiu, ja que l'elevada temperatura i la manca d'aigua comporten aleshores un greu perill de dessecació. Per aquest motiu, algunes plantes, com ara les estepes o la mula o lleterassa, perden les fulles a l'estiu.

En èpoques desfavorables les parts aèries d'altres plantes, davant d'una combinació de factors adversos, moren. Sota terra, però, hi queda un bulb o un rizoma viu que brotarà quan les condicions ambientals millorin.



Algunes plantes resisteixen els canvis de temperatura reduint l'activitat. La lleterassa (a la il·lustració de dalt) perd les fulles a l'estiu per adaptar-se a la sequera; en canvi el faig (a la il·lustració de l'esquerra) les perd quan arriba la tardor per adaptar-se a les baixes temperatures de l'hivern.



Alguns ocells, com ara les grues de la fotografia, quan arriba la tardor migren a zones amb condicions climàtiques més favorables. A la primavera, repeteixen el viatge en sentit invers.

Els animals, gràcies a la seva mobilitat, disposen d'estratègies més variades per fer front a temperatures i altres condicions desfavorables. Molts disposen d'un pelatge d'hivern, més gruixut i aïllant, sota el qual acumulen greix. A més, es busquen un cau, s'amaguen sota terra o busquen l'ombra dels arbres, per exemple.

Els animals es distingeixen entre els que tenen la capacitat de regular la temperatura del seu cos (**homeotèrms**), com ara les aus i els mamífers, i aquells en què la temperatura corporal depèn de la temperatura ambient (**poiquilotèrms**), per exemple els rèptils. Aquests últims, doncs, «necessiten prendre el sol» per escalfar-se i ser actius, mentre que quan fa fred, inevitablement, estan inactius.

És ben cert, encara que no sempre prou elegant, que una bona manera de defensar-se és fugir. De fet, molts animals presenten estratègies d'aquest tipus: «desaparèixer» quan arriba el mal temps. Aquesta desaparició pot consistir a disminuir fins a límits molt baixos, dins la protecció d'un bon amagatall, el metabolisme o l'activitat biològica, en una vida latent (**letàrgia**). Això passa quan arriba l'estació desfavorable, que tant pot ser l'hivern –hibernació– com l'estiu; aquest és el cas de la diapausa estival de molts insectes mediterranis, que estan en fase de repòs (pupa o crisàlide) fins que no arriben les pluges de tardor.

Ara bé, la **migració** és potser la manera més expeditiva, i literalment més exacta, d'evitar les èpoques desfavorables fugint. La migració consisteix en el desplaçament, a la tardor, sovint en grups nombrosos, des d'una àrea de cria fins a una zona més benigna, d'hivernada (a vegades a milers de quilòmetres de distància). En començar la primavera es repeteix el viatge en sentit invers.

Anguiles i salmons: els grans migradors

Després d'anys i anys d'interpretacions inversemblants, l'any 1925 el naturalista danès Johannes Schmidt aclarí amb les seves recerques els principals trets del fantàstic cicle biològic de les anguiles. L'anguila és un peix **catàdrom**, és a dir, viu als rius i va a reproduir-se al mar. Un cop han arribat a la maduresa sexual, les anguiles que viuen en les aigües continentals d'Europa i del nord d'Àfrica es desplacen en grans grups cap a la zona central de l'Atlàntic. Aquí, a la regió del mar dels Sargassos i a una fondària superior als 500 metres, efectuen, a finals d'hivern i després de mig any de viatge, la posta (prop de 10000000 d'ous per femella). Després d'aquest viatge extenuant, els adults moren. Dels ous fecundats en neixen uns petits alevins que es transformen en unes estranyes criatures amb aspecte com de fulla –aplataades i transparents– d'uns quants centímetres de longitud i tan diferents dels adults que van ser anomenats leptocèfals ja que es creia que eren una espècie completament diferent.

Un cop ja transformades en angules –amb ulls i cos cilíndric– aquelles criatures emprenen un viatge extraordinari que les conduirà –a través d'un itinerari de tornada invers al dels seus pares i afavorit pel corrent del golf– cap als rius europeus i els del nord d'Àfrica, on arribaran uns tres anys després d'haver nascut. Prop ja de la costa, les que romanen prop de les desembocadures esdevenen mascles, mentre que les que remunten riu amunt (a finals de la tardor, i sempre de nit) seran femelles. Quatre o cinc anys després, potser fins i tot deu, aquestes femelles baixen riu avall i en la seva desembocadura es reuneixen amb els mascles per dirigir-se cap al mar dels Sargassos.

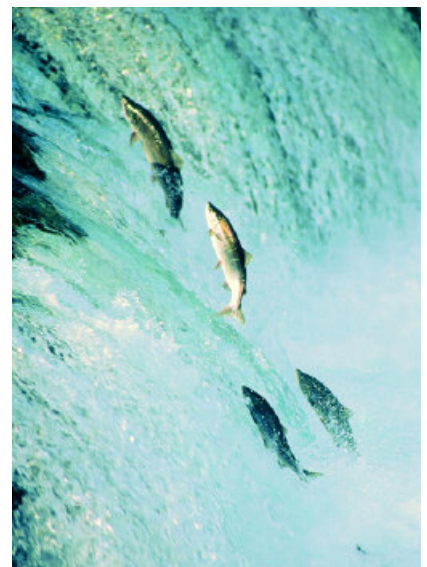
Per la seva banda –i al contrari de les anguiles– els salmons són peixos **anàdroms**; és a dir, viuen al mar i van a reproduir-se a la capçalera dels rius. El salmó atlàntic viu a les aigües fredes de la plataforma continental de l'Atlàntic Nord (per damunt dels 30° de latitud N). Quan tenen quatre o cinc anys de vida, els adults es dirigeixen cap a les desembocadures dels rius europeus i nord-americans, on solen arribar just al final de l'estiu, quan s'inicia la seva maduració sexual. En aquest desplaçament de milers de quilòmetres els salmons s'orienten tal vegada per la posició dels astres, però un cop s'apropen a la costa són els estímuls olfactivs els que els permeten localitzar el riu on van néixer. Un cop han ajustat la concentració salina dels seus teixits a les condicions osmòtiques del nou medi, mascles i femelles remunten riu amunt.

Aleshores, es nodreixen de les seves reserves i neden i salten activament per salvar tota mena d'obstacles (però no, és clar, les preses dels embassaments, que requereixen la construcció d'escales salmoneres que els puguin facilitar el pas). Finalment, arriben als fresers del curs alt del riu. Allí la femella, al començament de l'hivern, efectua la posta apressada pels mascles, que ràpidament la cobreixen amb la seva lletada. Després, la gran majoria dels adults moren esgotats (les seves restes, però, nodriran de vida les aigües). Els alevins que neixen dels ous fecundats es transformen en salmons en el mateix riu, on romanen potser més de dos anys fins que inicien el viatge cap a l'Atlàntic Nord.



Les anguiles viuen als rius, però es reproduïxen al mar. Un cop adultes, es desplacen cap al mar dels Sargassos, on crien.

Els salmons viuen al mar i van a reproduir-se a la capçalera del riu on van néixer.



6. L'aigua i l'adaptació



En el medi terrestre, a vegades la disponibilitat d'aigua és molt escassa. Les plantes crasses poden sobreviure als deserts gràcies a l'aigua que acumulen a les tiges, sovint esfèriques.

La fecundació de les granotes no s'esdevé per còpula, sinó que és externa. La fecundació interna d'altres animals, en canvi, permet que s'independitzin de l'aigua i és, per tant, una adaptació al medi terrestre.



En el medi terrestre l'aigua pot arribar a ser molt escassa i aleshores és un factor limitador per a l'existència dels éssers vius. Per això, els éssers vius de les zones àrides tenen característiques que els permeten sobreviure amb la poca aigua que tenen.

Les plantes crasses o suculentas, com ara els cactus, acumulen l'aigua a les tiges, sovint esfèriques, i, freqüentment, tenen les fulles reduïdes a espines. D'aquesta manera limiten al mínim la superfície d'evaporació per on s'escapa l'aigua (l'esfera té, proporcionalment al seu volum i en comparació d'altres formes geomètriques, una superfície mínima). A més, els estomes de les tiges d'aquestes plantes s'obren per permetre l'intercanvi de gasos només a la nit, quan fa menys calor, i queden tancats durant el dia.

No tan extrema, però igualment útil per conservar l'aigua, és l'adaptació dels vegetals **xeròfits**, com ara l'alzina, l'olivera, el romaní i moltes altres plantes mediterrànies comunes. Els xeròfits tenen les fulles petites, de coberta dura, més aviat seca i amb pocs estomes. Sovint el revers de la fulla, que és on més abunden els estomes, està recobert d'un borrisol de pèls que entorpeix la sortida de vapor d'aigua.

En canvi, els vegetals que viuen en ambients de molta humitat, com ara els de l'interior de les selves plujoses, tenen les fulles grosses, tendres i primes, i sovint aquestes fulles acaben en una punta per on degota l'aigua. Moltes plantes considerades d'interior, de les que es venen a les floristeries per tenir a casa, tenen aquest origen, tal com testimonien les seves formes.

Molts líquens i algunes moltes suporten condicions de sequera extrema i en tenen prou amb la humitat atmosfèrica que capten. Ara bé, la seva activitat queda limitada als moments en què l'aire atmosfèric presenta prou humitat.

Pel que fa als animals, molts presenten un tegument més o menys gruixut per evitar pèrdues excessives d'aigua, sovint protegit per cutícules o exosquelets de quitina (com en els insectes) o amb formacions epidèrmiques diverses: pèls, plomes, escates, etc. La fecundació interna de molts animals i el tipus d'ous dels rèptils i de les aus són estratègies degudes en bona part a l'adaptació a medis terrestres que són pobres en aigua. Per la seva banda, els animals hipogeus, que viuen sota terra, hi troben un ambient molt més uniforme, amb temperatures no tan extremes i molta menys sequera que a la superfície.

1.1. A les illes Balears (sobretot als illots costaners) s’hi han trobat sargantanes diferents de les de la península Ibèrica. Totes les sargantanes de les Balears deriven de la sargantana peninsular *Podarcis muralis*. Actualment s’accepta que a les illes Balears hi ha dues espècies diferenciades: l’espècie *Podarcis lilfordi*, a la zona de Mallorca i Menorca, i l’espècie *Podarcis pityusensis*, a la d’Eivissa i Formentera. Tenint en compte aquest fet, respon a les preguntes següents:

a) Fa uns sis milions d’anys, durant el plistocè, el territori corresponent a les Balears estava unit a la península Ibèrica. Quina mena de sargantanes hi havia? Raona la resposta.

b) En separar-se aquell territori, es van formar les actuals illes Balears i els illots abundants que les circumden, on van quedar molts grups de sargantanes sense possibilitat d’encreuar-se entre ells. Quin efecte ha tingut aquest fet en l’evolució d’aquests grups?

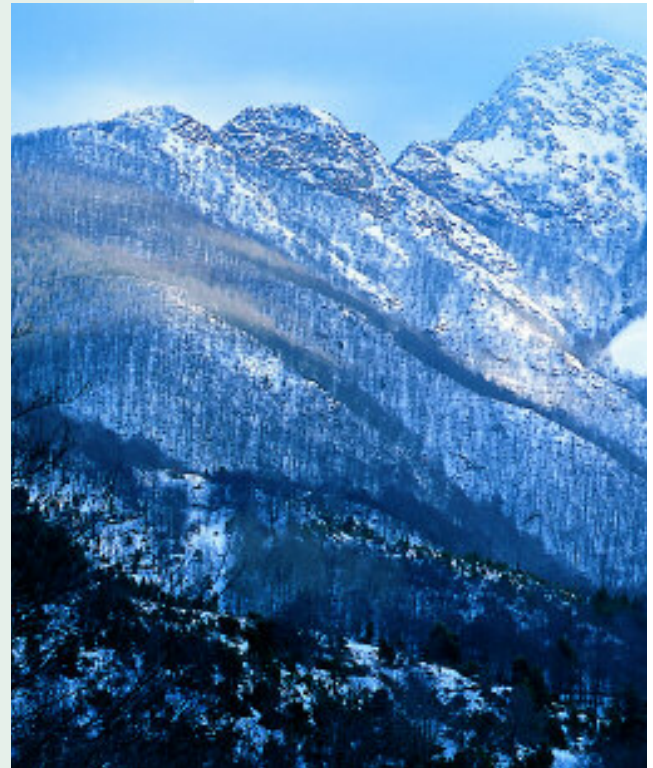
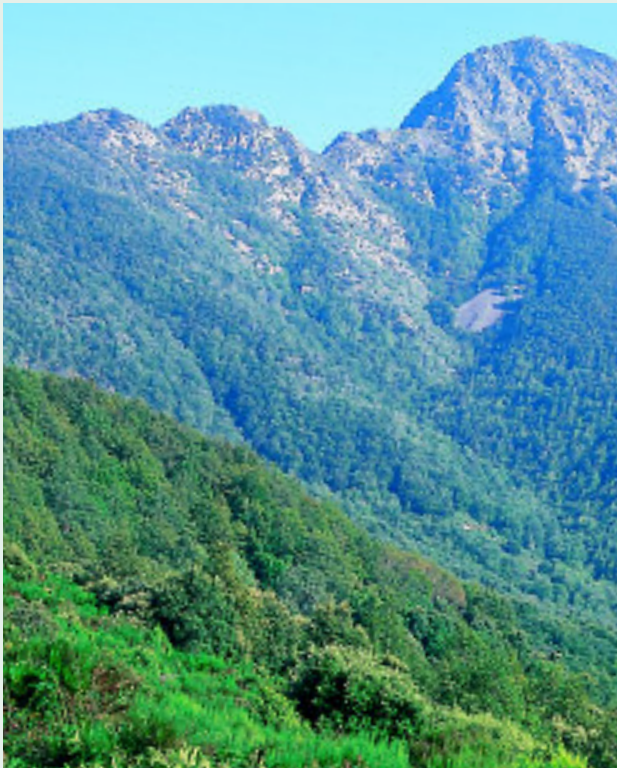
c) Moltes d’aquestes sargantanes presenten adaptacions a diferents hàbitats. Per quin mecanisme han aparegut aquestes adaptacions?

d) Exposa una hipòtesi que expliqui per què determinades poblacions de sargantanes balears són negres.



Sargantana de l’espècie *Podarcis lilfordi*.

1.2. Les fotografies de sota mostren l’aspecte estiuenc i hivernal d’una fageda. Fes una relació de les adaptacions que les plantes i els animals que hi viuen han de presentar a les particulars condicions ambientals (de temperatura, llum, etc.) i als seus canvis. Posa’n exemples.





1.3. Explica per què la vegetació de la llacuna de la fotografia de l'esquerra presenta un aspecte tan diferent de la vegetació del llac que hi ha a la fotografia de la dreta. Comenta, a més, les diferents condicions ambientals que afecten els animals que hi viuen. Posa'n exemples.

1.4. Amb relació als ecosistemes marins, respon a les preguntes següents:

- a) Quins són els factors abiòtics més decisius pel que fa a la distribució dels organismes?
- b) En quina zona de la mar són més abundants els herbívors?

1.5. Fes un treball de recerca bibliogràfica sobre el fotoperíode de les plantes. Estructura'l de la manera següent:

- Introducció, concepte i descripció del fenomen.
- Primera part: la fenologia (inclou-hi un petit calendari fenològic relatiu a algunes plantes cultivades comunes).
- Segona part: el fotoperíode i els animals (canvis de conducta i d'aspecte relacionats amb la llum).
- Tercera part: els mecanismes interns (fitocrom i rellotges biològics...).

1.6. Explica i argumenta si els aspectes següents tenen o no caràcter adaptatiu:

- a) La morfologia de les plantes crasses o suculentas.
- b) La morfologia de la fulla de l'alzina.
- c) El fet que els ous dels ocells estiguin recoberts d'una closca.
- d) La caiguda de les fulles d'alguns arbres en arribar l'hivern.
- e) El fet que algunes plantes tinguin bulb.
- f) Les migracions.
- g) La pèrdua de les fulles a l'estiu, en el cas de la lleterassa.
- h) L'existència de la bufeta natatòria en els peixos.

1.7. El gràfic número 1 indica la variació de la lluminositat al llarg de l'any a l'interior d'un alzinar i a l'interior d'un bosc de fulla caduca. Digues:

a) Per què a l'interior de l'alzinar la lluminositat és gairebé constant tot l'any?

b) Per què en l'altre cas disminueix tant la lluminositat durant la primavera i l'estiu? Posa un exemple de bosc de fulla caduca.

1.8. El gràfic número 2 indica la variació de la temperatura un dia d'estiu a l'interior i l'exterior d'un alzinar. Comenta'n les diferències i explica les conseqüències d'aquest fet sobre la vida dels animals i les plantes.

1.9. En les proximitats d'un determinat bosc mediterrani, els ocells més abundants a la primavera són el gafarró, el rossinyol i el tallarol capnegre, i en canvi, a l'hivern, els més abundants són el pardal de bardissa, el pit-roig, el gafarró i el tallarol capnegre. Digues quins d'aquests ocells són sedentaris i quins són migradors.

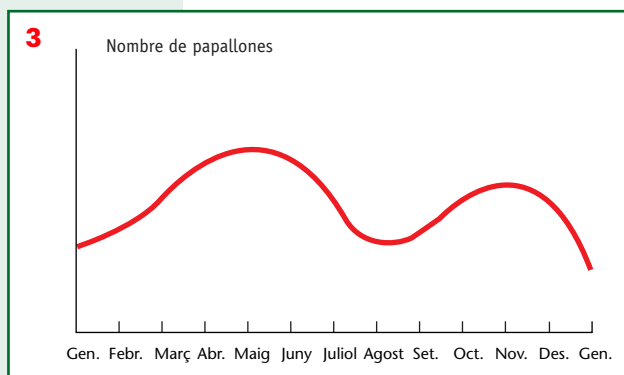
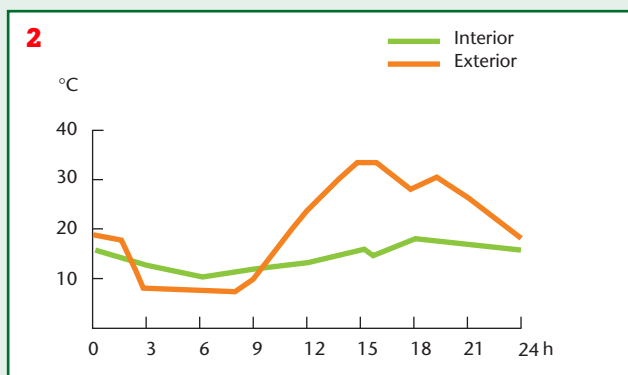
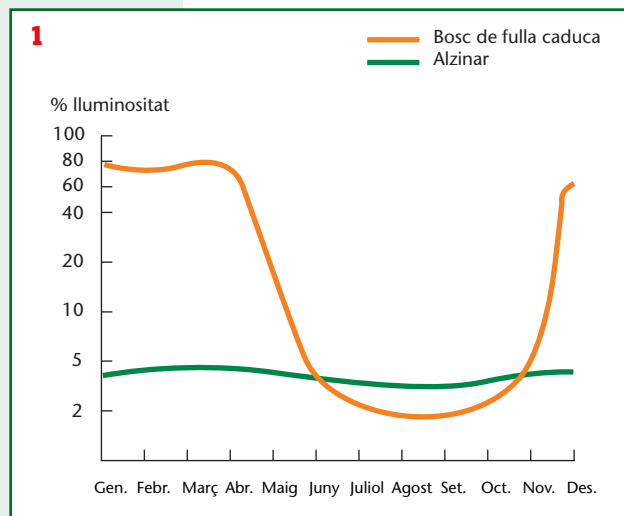
1.10. Què fan els animals per superar el fred?

1.11. Mitjançant una trampa de llum cap a la qual se senten atretes, hem mesurat el nombre de papallones nocturnes al llarg d'un any en un punt de la serra de Collserola, proper a la ciutat de Barcelona. Els resultats són els que et mostra el gràfic número 3.

a) Explica aquestes oscil·lacions, és a dir, l'abundància a la primavera, la davallada a l'estiu, la pujada un altre cop a la tardor...

b) On són les papallones a l'hivern?

1.12. Explica els trets característics (morfològics, metabòlics, reproductors i d'hàbitat) de cadascun dels cinc regnes en què es classifiquen els éssers vius.



7. La biogeografia

7.1. Les àrees de distribució

RECORDA

La **biogeografia** permet dividir la superfície terrestre en una sèrie de zones o regnes biogeogràfics, caracteritzats per una fauna i una flora pròpies. Aquests regnes es divideixen en subregnes i en regions. Els regnes biogeogràfics terrestres són els següents: holàrtic (paleàrtic + neàrtic), etiòpic, neotropical, oriental i australià.

El clima i la topografia expliquen bastant bé la distribució dels animals i de les plantes. Cada espècie té una **àrea de distribució** (o dispersió) que és el seu límit biogeogràfic o porció de terra o d'aigua en què és present. La **biogeografia** estudia les àrees de distribució dels éssers vius.

Gairebé mai, però, una espècie no és present arreu on podria viure. Per exemple, l'Àfrica central i el Brasil tenen condicions ambientals similars, però mentre que a la primera hi ha, posem per cas, lleons i elefants, al Brasil hi ha, en canvi, mones aranya i tapirs. Per què? El fet és que l'estudi de la biogeografia ha de tenir en compte l'evolució, és a dir, el passat, i en l'exemple concret que acabem d'esmentar de la diferència de fauna entre el Brasil i l'Àfrica cal tenir en compte la història de les faunes mesozoica i cenozoica i la barrera geogràfica que suposà l'expansió de l'oceà Atlàntic.



Els regnes biogeogràfics.

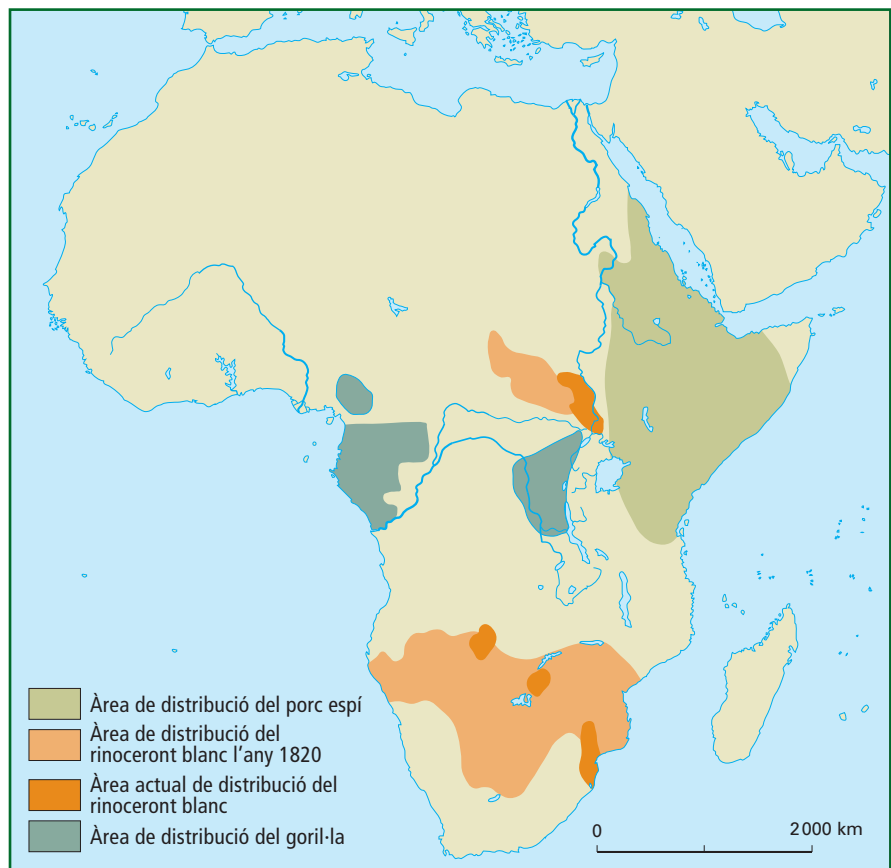
L'extensió de les àrees de dispersió és molt variable. L'extrem superior és el d'aquelles espècies l'àrea de distribució de les quals comprèn, de fet, tot el món. Aquestes espècies s'anomenen **espècies cosmopolites**. En són exemples, entre altres vegetals, el canyís i l'ortiga i, entre els animals, la mosca comuna, l'òliba o l'àguila pescadora. Precisament alguns d'aquests darrers exemples animals ens ajuden a comprendre

que el concepte d'àrea de distribució no guarda precisament relació amb l'abundància o densitat de les poblacions. Una espècie pot tenir una àrea de distribució ben extensa –fins i tot ser cosmopolita– i, en canvi, estar representada per només uns quants exemplars.

Les àrees de distribució no cosmopolites es poden classificar en **contínues** i **disjunctes**. Són contínues aquelles que, com per exemple la del porc espí, s'estenen a través d'una regió de forma continuada, sense salts ni discontinuïtats. En canvi, les **àrees disjunctes** són aquelles que són constituïdes per dues o més extensions separades per altres zones en les quals, malgrat constituir –si més no en ocasions– indrets adequats per a la presència de l'espècie, aquesta no hi habita. És el cas, per exemple, de l'àrea de distribució del goril·la, a l'Àfrica, integrada per dues àrees pròximes a la selva equatorial del golf de Guinea, entre la República del Congo, el Gabon, Guinea Equatorial i el Camerun, així com una tercera d'aïllada i a més de 1000 quilòmetres de les anteriors, situada a l'Àfrica central, concretament a la regió dels llacs i les muntanyes Virunga (que s'estenen pels territoris de la República Democràtica del Congo, Uganda i Ruanda).

Mentre que l'àrea d'una espècie cosmopolita és la d'una espècie biològica que ha expansionat fins al límit el seu territori (a vegades amb l'ajut humà, com en el cas de les mosques, les ortigues o les puces), una àrea disjunta il·lustra que l'espècie habitava, en un passat més o menys llunyà, les zones intermèdies que actualment separen els diversos fragments de l'àrea, en les quals, tanmateix, s'extingí, de manera que ha acabat per ocupar només les zones actuals. Les causes d'aquella extinció a les zones intermèdies poden ser tan diverses com les espècies en qüestió, si bé en la majoria dels casos tenen a veure amb la variació geogràfica del clima, de la vegetació o en canvis relatius als depredadors o a interaccions orgàniques que l'espècie en qüestió no ha pogut superar. En són exemples les àrees actuals del goril·la i del rinoceront blanc, a l'Àfrica, reduïdes –per la pressió humana– a fragments o petites parcel·les disperses. Tal com sabem pels testimonis dels exploradors del final del segle XIX i del començament del segle XX, en el passat l'hàbitat d'aquestes espècies ocupava una àrea molt més extensa i abastava, de fet, totes les terres intermèdies.

Àrea de distribució del porc espí, el rinoceront blanc i el goril·la.



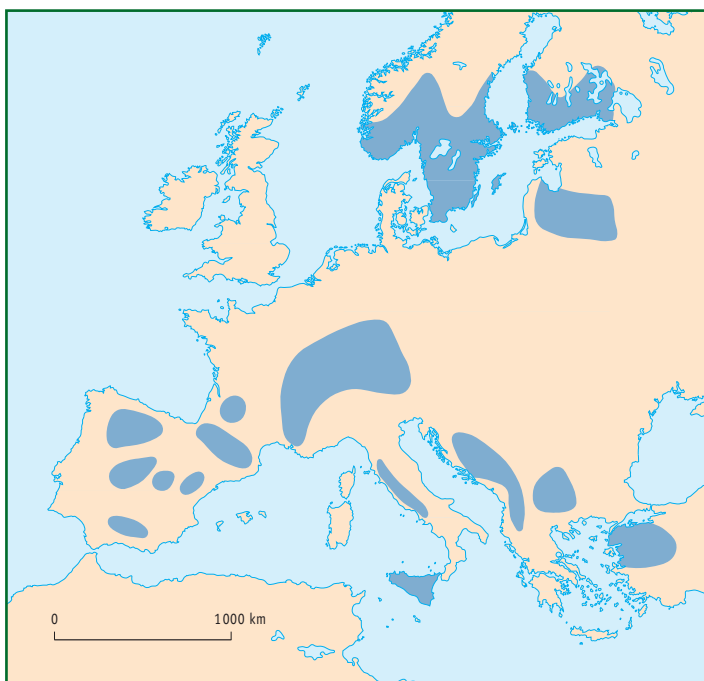
Les gencianes són espècies de muntanya.



Parnassius apollo o papallona apol·lo.



Àrea de distribució de la papallona apol·lo.



Quan s'estudia la naturalesa de les flors i la de la fauna de les altes muntanyes europees, s'observa que són força similars, fins a l'extrem que moltes plantes i animals que considerem propis dels Pirineus es troben també als Alps i als Apenins, a les muntanyes de les illes Britàniques o a Sierra Nevada. A més, aquests animals i aquestes plantes es troben també, amb molta freqüència, a la tundra del nord d'Europa. Es tracta d'un fenomen força comú i, en el cas dels vegetals, podem posar com a exemples les gencianes o la bonica lllirga o marcòlic groc (*Lilium pyrenaicum*), una magnífica flor de lis dels Pirineus que també és present en altres muntanyes europees del continent i, fins i tot, a les de les illes Britàniques. En el domini de la zoologia també els exemples són múltiples, però potser el més conegut és el de l'esplèndida papallona apol·lo.

Totes aquestes àrees de distribució disseminades pels cims de les principals muntanyes europees i nord-americanes, com també per la zona circumpolar, reben el nom de **disjuncions boreoalpines** i troben la seva explicació en els canvis climàtics esdevinguts durant les glaciacions del quartari. Durant el darrer període glacial, l'avenç del gel i el fred va impulsar cap al sud moltes espècies pròpies de la tundra i, per tant, adaptades al fred (en el cas, és clar, d'aquells individus que aconseguiren de fer-ho, ja que la resta moriria). Aquells supervivents s'anirien refugiant, en el seu descens, en noves terres en les quals aconseguirien sobreviure tot i l'empitjorament del clima.

Ara bé, al final del període fred aquestes terres meridionals passaren a ser cada cop més inhòspites (pel fet de ser cada cop més calentes i més seques) per a aquelles espècies que continuaven sent pròpies de zones fredes. De manera que aquells organismes només van sobreviure en aquells indrets en els quals, a causa de l'altitud, el clima es mantenia fred, és a dir, als cims i a les parts elevades de les muntanyes. Dit d'una altra manera: les parts culminants de les grans serralades han actuat com a autèntiques illes refugi davant dels canvis climàtics. I si, a més, tenim en compte que per l'acció combinada de la latitud i de l'altitud a igual altura el fred és més intens a les muntanyes més septentrionals, podem comprendre per què les espècies que aquí trobem als cims de les muntanyes viuen entre els 400 o 500 metres sobre el nivell del mar al nord de Polònia i a les terres baixes, pràcticament fins arran de mar, al nord d'Escandinàvia.

7.2. Endemismes

El cas contrari de les espècies cosmopolites és el de les espècies que tenen una àrea de distribució molt petita, que només viuen en una zona molt restringida. En aquests casos es parla d'**espècies estenòcores** o **endèmiques** o, simplement, d'**endemismes**. Es tracta d'espècies especialment vulnerables que necessiten una protecció especial, altrament corren un greu perill d'extinció. D'espècies desaparegudes per aquesta causa en tenim molts exemples, com ara el dodo, un ocell de més de 20 kg, incapaç de volar, que habitava les illes Mascarenyes, a l'oceà Índic, fins que la cacera abusiva el va extingir l'any 1681. Per la mateixa raó van desaparèixer les diverses espècies de moes –les més grasses de les quals, incapaces de volar, pesaven més de 200 kg i es van extingir a Nova Zelanda en època moderna– o, a Madagascar, l'*Aepyornis maximus*, l'ocell més gros de tots, amb quasi 3 m d'alçada, i que ponia ous de la mida d'una pilota de futbol.

Les barreres geogràfiques que delimiten les illes, les altes muntanyes o les coves afavoreixen que aquests llocs siguin un dels espais biogeogràfics on més abunden els endemismes. Va ser Charles R. Darwin qui va fer notar l'abundància d'endemismes a les illes Galápagos, i en va deduir arguments de pes per a la teoria de l'evolució. Però no cal anar tan lluny, ja que en tenim exemples ben propers.

Algunes vegades les espècies endèmiques estan limitades a uns pocs quilòmetres quadrats de superfície, tal com succeeix amb les sargantanes del gènere *Podarcis*, les quals habiten als illots costaners de les illes Balears. Però a les illes Balears hi ha moltes altres espècies endèmiques, com ara el ferreret (*Alytes muletensis*), un petit gripau que és exclusiu de les tolles dels torrents de les muntanyes de Mallorca (descobert l'any 1980), i el *Myotragus*, un bòvid nan que hi va abundar fins que es va extingir,

ja en època prehistòrica, ara fa aproximadament 5000 anys. Entre les plantes endèmiques hi ha l'estepa joana, el ciclamen balearic o les boniques flors del *Senecio rodriguezii* i de la *Paeonia cambesedii*. A les Canàries, entre altres exemples notables d'endemismes, hi ha un arbre, el drago; la hubara, un ocell, i el llangardaix gegant o llangardaix de Salmor (*Gallotia gallotia*), de gairebé 1 m de longitud.



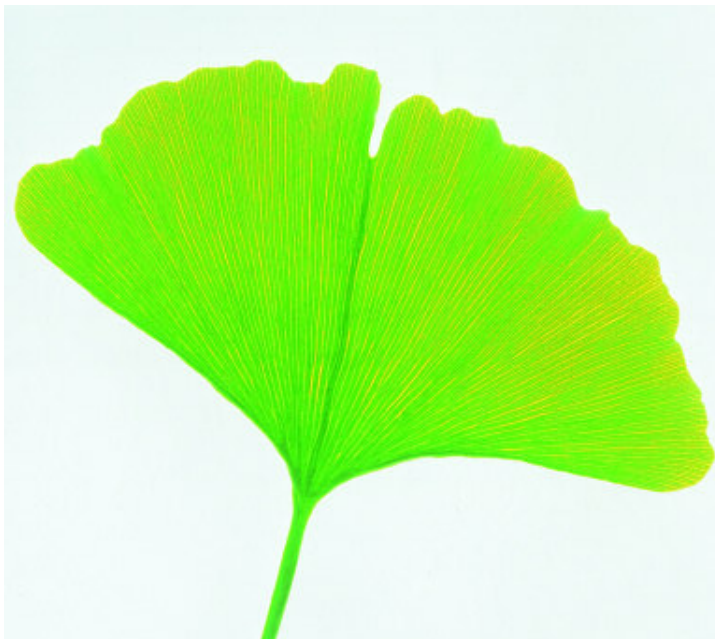
Ferreret (Alytes muletensis), gripau endèmic de l'illa de Mallorca.



Drago, arbre endèmic de les illes Canàries.

7.3. Fòssils vivents

Les reduïdes àrees de distribució d'una espècie endèmica poden tenir dos orígens diferents: pel fet que l'espècie s'hagi originat recentment, de manera que no hagi tingut temps encara d'expansionar-se, o, contràriament, pel fet que l'espècie es trobi en regressió o, fins i tot, en perill d'extinció. És a dir, pot tractar-se del començament o del final d'una història evolutiva. En aquest segon cas, pot tractar-se d'una espècie molt antiga que en un altre temps havia tingut una àrea de distribució molt més gran, però que no s'ha pogut adaptar als nous canvis ambientals i s'ha anat extingint fins a quedar reduïda a la petita extensió actual, el darrer testimoni d'una espècie en via d'extingir-se. D'aquestes espècies se'n diu **espècies relictas** o **fòssils vivents**. Són testimonis encara presents de la fauna i de la flora del passat, potser fins i tot relíquies de grups biològics que es consideraven extingits. En són exemples el celacant o latimèria, la tuatara, el nàutil i el límul o, entre els vegetals, l'arbre *Ginkgo biloba*.



Molts caràcters morfològics del ginkgo són considerats força primitius, com ara la nervació amb bifurcacions binàries (dicotòmica) que mostra la il·lustració.

7.4. Clines i lleis biogeogràfiques

Per la seva banda, els factors ambientals sovint canvien gradualment al llarg de la geografia. Aquests gradients fan que en la seva adaptació a l'ambient determinats caràcters dels organismes presentin **clines**, és a dir, variacions graduals i paral·leles al gradient en la intensitat d'un determinat paràmetre climàtic. Per exemple, un mateix caràcter que en un indret determinat suposa una adaptació perquè protegeix del fred ho serà també si és una mica més intens uns centenars de quilòmetres més al nord, on l'hivern és més dur. En canvi, en una zona més meridional, més càlida, la millor adaptació consistirà a presentar aquell caràcter molt disminuït.

Tot plegat explica freqüents regularitats que salten a la vista quan s'observa amb atenció la distribució dels organismes. Algunes d'aquestes regularitats han rebut el nom de **lleis biogeogràfiques**. De fet, no tenen la mateixa naturalesa que les lleis de la física o de la química, i no són pas universals; al contrari, admeten molts matisos i excepcions. Però si les sabem considerar amb aquesta relativitat, ajuden a comprendre la natura, perquè ens aporten una mica d'ordre i de lògica a la ment, que sovint queda perduda davant la diversitat i l'enorme complexitat de la natura. Algunes d'aquestes lleis climàtiques són la **regla de Bergmann** i la **regla d'Allen**.

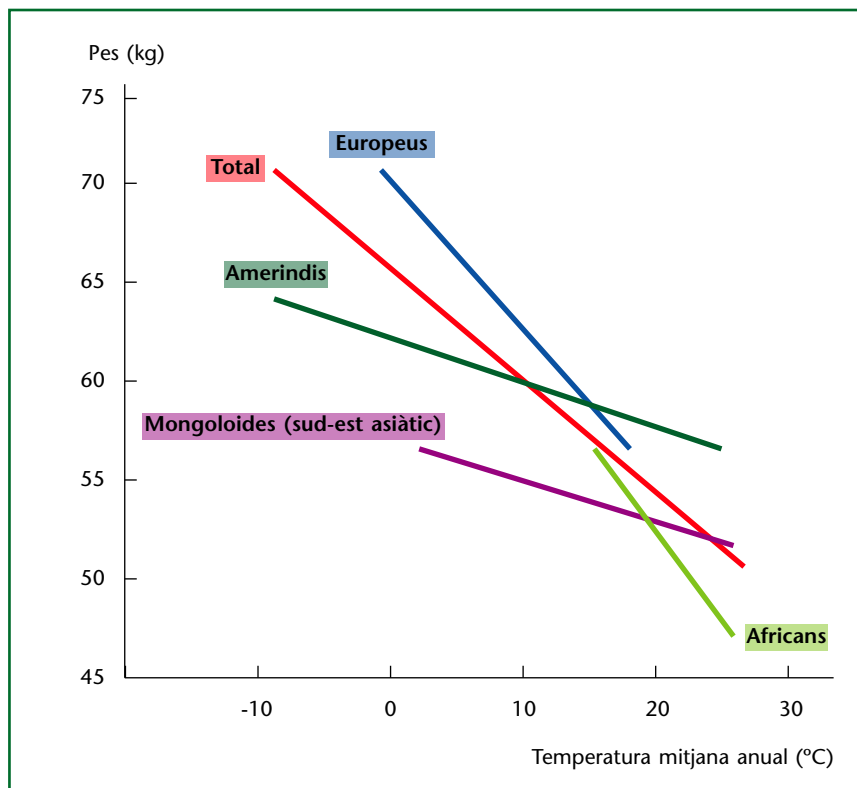
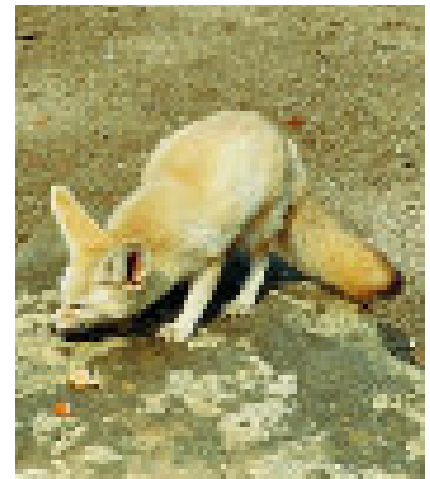
La regla de Bergmann

Les espècies pròximes d'animals de sang calenta, i també les subespècies, quan es diferencien per la grandària, es distribuïxen al llarg de la superfície terrestre de tal manera que les més corpulentes habiten les zones més fredes. Per exemple, les guineus, les llebres o els pardals del sud d'Europa són més petits que els d'Escandinàvia. La raó d'aquesta regularitat rau en l'avantatge que comporta un augment de volum en un clima fred, ja que facilita la conservació de la calor. De fet, com que el volum d'un cos augmenta en proporció al cub de la seva dimensió lineal, i la superfície augmenta en proporció al quadrat, es redueix la superfície del cos amb relació al seu volum. A més, cal afegir-hi l'avantatge que comporta l'augment de vigor associat a la corpulència.

La regla d'Allen

Relacionada amb la regla anterior, aquesta regularitat indica que en les espècies o subespècies pròximes d'animals de sang calenta les dimensions dels apèndixs corporals homeotermes (orelles i cua) són, amb relació a les del cos, més grosses en les formes que habiten països càlids que en les que viuen en regions fredes. En aquest cas, cal buscar l'explicació en el fet que aquells apèndixs actuen eficaçment com a radiadors de calor. Permeten dissipar la calor i, per tant, refrigerar el cos en llocs calorosos; en canvi, serien totalment contraproductes en indrets freds.

El fet que el fennec visqui als deserts africans està relacionat amb la grandària de la seva cua i les seves orelles, molt grosses respecte al cos, ja que aquests apèndixs li serveixen per dissipar la calor i refrigerar el cos.



L'evolució biològica ha portat també l'espècie humana a adaptar-se a les condicions ambientals diferents. Per aquest motiu també nosaltres complim les regles de Bergmann i d'Allen. La massa corporal –tal com mostra aquest gràfic de la relació entre el pes corporal i la variació de la temperatura mitjana actual– té una correlació directa amb la temperatura mitjana anual.

8. Mecanismes de dispersió

L'expansió de l'àrea de distribució d'una espècie pot ser molt ràpida. Tal com va assenyalar Darwin, per exemple, els cavalls van ser introduïts a Amèrica del Sud, concretament a l'àrea de Buenos Aires, l'any 1537 pels espanyols, i el 1580 ja havien arribat a l'estret de Magallanes. Això va ser possible gràcies a l'actuació humana, que va contribuir a l'expansió de l'espècie mitjançant un desplaçament actiu. En altres ocasions, però, les causes de l'expansió d'una espècie (per exemple en el cas de les plantes) són força més subtils i el desplaçament es fa d'una manera passiva.

S'anomenen **mecanismes de dispersió** els mitjans pels quals les espècies biològiques poden desplaçar-se i eixamplar les seves àrees de distribució. Són bàsicament quatre: dispersió pel vent o **anemocòria**; dispersió per mitjà dels moviments de l'aigua, especialment pels corrents marins, o **hidrocòria**; dispersió per mitjà dels animals o **zoocòria**; dispersió per mitjà de l'**acció humana**. Aquest últim sistema de dispersió és cada vegada més important i l'estudiarem en la unitat 4.

8.1. Anemocòria



El plumall, o vil·là, d'alguns fruits, com ara el d'aquest piball, facilita que les llavors siguin dispersades pel vent.

L'**anemocòria** és la dispersió de plantes o animals, o dels seus gèrmens, per la força del vent. Com més petit és un organisme, més susceptible serà de ser transportat per l'aire. Entre les plantes, aquelles que tenen les llavors més petites són sovint disseminades a grans distàncies per mitjà d'aquest procediment. És el cas de les orquídiades, de sements petitíssimes (en calen vint mil per fer un gram de pes).

Per facilitar la dispersió, moltes plantes disposen de flotadors aeris. Aquest és el cas ben conegut de plantes com el piball o dent de lleó, que té les llavors rodejades d'un embolcall de pèls, i el **vil·là**. Aquestes plantes actuen com un autèntic paracaigudes ja que augmenten la sustentació de la sement i n'afavoreixen, per tant, la capacitat de desplaçament en el medi atmosfèric. També és el cas dels fruits i llavors amb sàmares, prolongacions membranoses en forma d'ales que en faciliten la dispersió.

Entre els animals dispersats pel vent són comunes les formes de resistència, com en el cas dels efipsis (ous) de les dàfnies o puces d'aigua dolça, o les formes enquistades d'altres invertebrats, que mantenen cèl·lules germinals en vida en un entorn advers. Molts insectes alats són arrossegats per les tèrmiques i les turbulències i acaben traslladats més lluny d'allà on la seva capacitat de vol els hauria portats. Algunes aranyes se situen en un lloc on faci aire i secreten un fil de seda, com quan fan una teranyina, però sense enganxar-lo enlloc. Quan el fil comença a voleiar, l'aranya en segrega més i més fins que una ventada se l'enduu. Les molses, les floridures, els llevats i tota mena de microorganismes es propaguen de forma eficaç a causa de la dispersió de les seves espores per mitjà del vent. El fenomen és més

important que no sembla a primera vista: es calcula que en una columna d'atmosfera d'1 km² de base i 4000 metres d'altura hi ha uns 10 milions de petits animalons.

En aquells ambients on el vent bufa amb força i no hi ha gaires obstacles, els moviments de l'aire poden arrossegar els vegetals arran de terra. Algunes plantes del desert –o d'ambients esteparis oberts– són transportades d'aquesta manera molt lluny per l'acció continuada del vent, rodant per terra com una pilota. A vegades, els organismes arrossegats per la força del vent són de dimensions força sorprenents. Encara que excepcionals, són ben documentades en aquest sentit les pluges ocasionals de peixos i granotes. En aquest cas, els animals són absorbits per alguna depressió atmosfèrica violenta i arrossegats atmosfera enllà. Malgrat la magnitud del fenomen, sovint aquesta mena de transport no implica pas la mort dels viatgers, de manera que en constitueix una singular, però efectiva, dispersió.

8.2. Hidrocòria

La importància de la **hidrocòria** o disseminació per l'aigua és enorme i moltes plantes i animals han arribat als indrets on ara habiten per mitjà d'aquest sistema de transport. Els corrents marins transporten les sementis i els fruits flotants dels vegetals costaners i riberencs. Aquest és l'origen de moltes de les espècies vegetals de les illes oceàniques, com en el cas del cocoter, els fruits del qual suren en l'aigua marina malgrat el pes i hi resisteixen llargs viatges sense malmetre's.

En el segle XIX, Charles R. Darwin va realitzar –impulsat pel desig de fonamentar la seva explicació del caràcter evolutiu de la vida– una sèrie d'experiències per demostrar la capacitat de dispersió de l'aigua. De 87 tipus diferents de llavor que va posar en remull en aigua de mar, 64 van conservar llargament la seva capacitat de germinació. Germinaren després d'haver romàs en aigua per espai de 28 dies o, fins i tot, en alguns casos, 137 jornades. De manera similar, un cargol terrestre aguanta fins a 15 dies en aigua salada, mentre que les avellanes encara poden germinar tres mesos després d'haver estat posades en remull en aigua de mar.

També cal tenir en compte la capacitat dels corrents d'aigua per arrossegar troncs, fustes, masses o restes de vegetació. El fenomen és especialment important als rius tropicals, que porten sovint grans masses de vegetació que es desprenen de la riba i romanen flotant en el seu viatge aigües avall com autèntics **rais** naturals. A vegades de dimensions considerables, aquests rais

La capacitat dels corrents d'aigua per arrossegar restes de vegetació contribueix a la dispersió de les espècies.



poden hostatjar, a més d'un bon nombre de llavors, alguns vertebrats de dimensions reduïdes i una gran varietat de petits animalons. Si el viatge no és gaire accidentat, moltes d'aquestes formes de vida poden arribar vives al seu destí. Tal com passa amb la hidrocoria, a vegades els viatgers no són pas petits. Els óssos polars, per exemple, poden desplaçar-se involuntàriament d'una manera similar en una altra mena de rais naturals: els icebergs. És sobre aquestes plataformes flotants que arriben ocasionalment a les costes d'Islàndia.

8.3. Zoocòria



És freqüent que els fruits o les llavors quedin enganxats al cos dels animals, especialment al bec –com en el cas dels enganxosos fruits del vesc– o entre el fang de les potes. Darwin també va fer experiments en aquest sentit, els quals, si bé senzills, van ser conclouents. Va observar que d'una única boleta de fang que una perdiu portava adherida a la pota en germinaren 82 plantes! De fet, és força freqüent que les plantes tinguin llavors amb ganxos, dents o espines (és ben conegut el cas de les llufes) i que s'enredin entre el pelatge o les plomes dels animals. També contribueixen a la dispersió de les plantes els animals que, com ara les formigues o els esquirols, acumulen reserves alimentàries que no sempre consumeixen. L'expansió dels paràsits, que viatgen de forma passiva transportats pels seus hostes, també es pot considerar una forma de **zoocòria**.



Els fruits enganxosos, com ara els del vesc de la il·lustració superior o les llufes de la il·lustració inferior, són fàcilment dispersats pels animals.

Un altre aspecte de la zoocòria és el de les plantes que tenen fruits carnosos que són menjats pels animals. Sovint l'animal no pot pas digerir el pinyol dur que, tanmateix, guarda la llavor. Quan l'animal l'expulsa amb els excrements està contribuint a la dispersió de la planta, ja que això pot succeir a força distància del lloc d'origen. Passejant pel camp a l'hivern és ben freqüent, per exemple, trobar els excrements de la guineu tenyits del color vermellós dels fruits de la gavarrera (o roser boscà). En aquest cas es produeix una clara relació de benefici mutu: l'animal troba en els fruits de la gavarrera un dels pocs aliments disponibles a l'hivern, i el roser boscà disposa d'una manera ben eficaç de dispersar les llavors. Moltes altres plantes presenten estratègies similars i l'adaptació mútua entre l'animal i la planta pot arribar a ser molt notable. Sovint el pas pel tub digestiu de l'animal no sols no comporta cap problema per a la llavor, sinó que, al contrari, l'acció reblanidora dels ferments digestius pot ser indispensable per desfer les cobertes del pinyol i fer possible la germinació de la llavor.

A C T I V I T A T S

1.13. D'acord amb l'explicació de les causes de les disjuncions boreoalpines, dibuixa en un mapa físic d'Europa les següents àrees de distribució de la papallona apollo:

- L'àrea de distribució abans de començar la darrera glaciació, quan el clima era similar a l'actual.
- L'àrea de distribució ara fa uns 18000 anys, en el màxim període de glaciació (període solutrià).
- L'àrea de distribució actual.

1.14. Amplia, mitjançant Internet o una recerca bibliogràfica, la teva informació sobre els fòssils vivents esmentats en el text. Busca quina mena d'organismes són, on es troben, amb quins grups d'organismes fòssils estan emparentats (i l'època en què aquests vivien) i també digues el nom d'altres fòssils vivents no esmentats en el text.

1.15. Està demostrat que els mamífers que s'enterren no solen complir la regla de Bergmann. Tracta de donar una explicació adaptativa coherent a aquest fet.

1.16. La denominada regla de Rensch afirma que la «grandària» de la «niuada» en una espècie determinada augmenta amb la latitud. Si bé no hi ha acord entre els científics sobre quines són les causes que ho expliquen, és ben cert que aquesta regla es compleix sovint. Quines explicacions adaptatives creus que, tal vegada, ho justifiquen?

1.17. Darwin va observar que a les illes oceàniques hi havia moltes espècies endèmiques, per exemple els pinsans de les Galápagos. De totes maneres, aquestes espècies de pinsans eren força semblants a les que hi ha al continent sud-americà.

- Explica, en termes evolutius, aquests fets.
- Hi ha cap explicació que no tingui en compte l'evolució? Quina?

1.18. Posa exemples d'endemismes no esmentats en aquesta unitat i indica'n la distribució geogràfica.



El nàutil, que és un mol·lusc cefalòpode de l'ordre dels nautiloïdeus, és un exemple de fòssil vivent.

	Alzinar	Camp proper
Dies, per any, amb temperatura mitjana inferior o igual a 0 °C	6	8
Dies, per any, amb temperatura mitjana superior o igual a 25 °C	13	33
Dies, per any, amb temperatura mínima inferior o igual a 0 °C	35	44
Dies, per any, amb temperatura màxima superior o igual a 25 °C	86	129

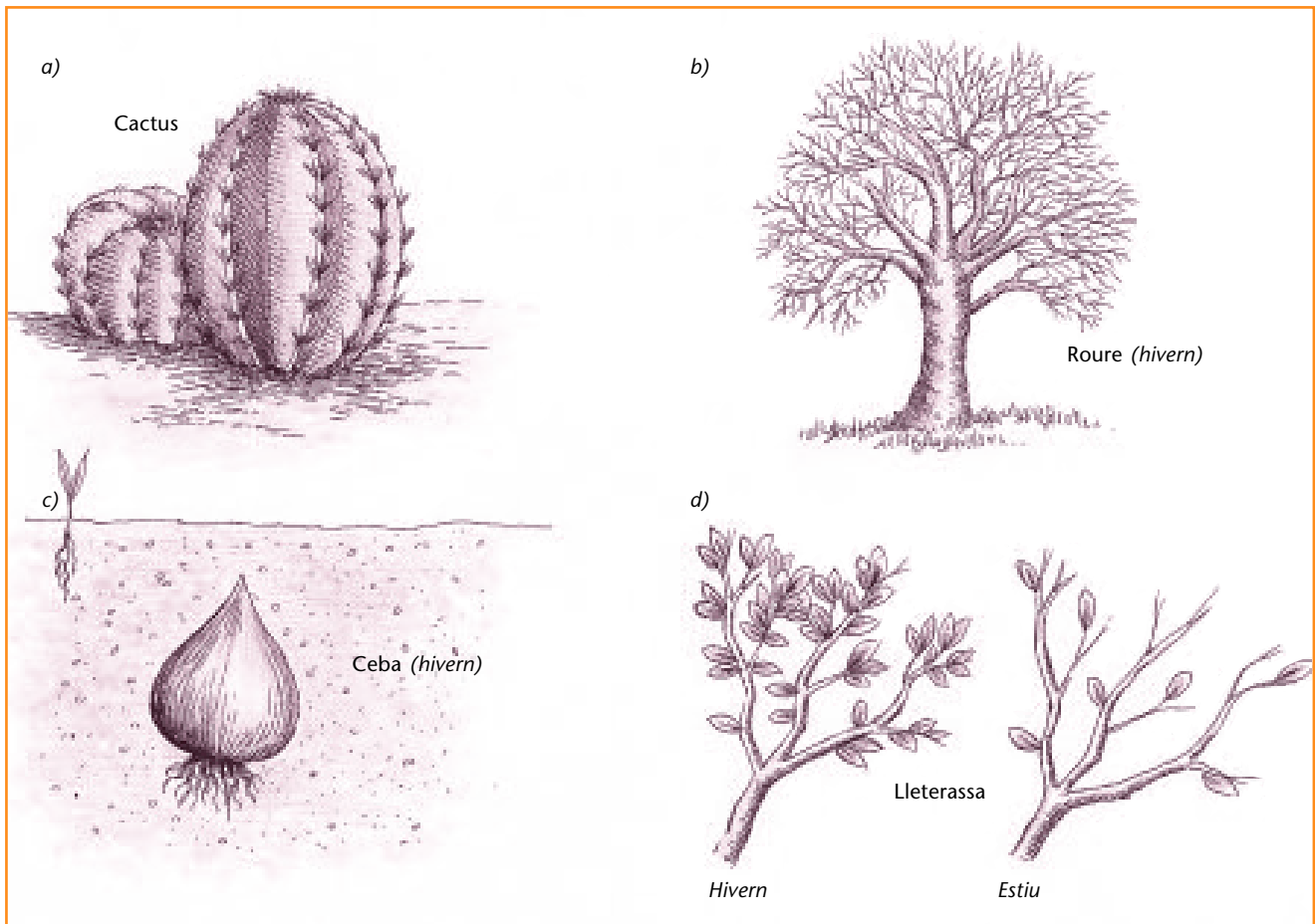
1.19. La taula de dalt permet comparar les temperatures al llarg de l'any en un alzinar i en un camp proper. Estudia-les i, en acabat, contesta a les qüestions següents:

- Dóna'n una explicació global.
- Per què hi ha més diferències entre les temperatures màximes o les mínimes que entre les mitjanes?
- On hi ha les diferències més acusades? Per què?
- On trobaran els animals millor refugi davant les oscil·lacions de la temperatura? Concorda això amb el que saps dels animals dels alzinars i les pinedes?

1.20. La il·lustració del peu de pàgina correspon al Bosque Nuboso de Monteverde, al centre de Costa Rica, a l'Amèrica Central. Si l'observes amb atenció, veuràs que la vegetació està tota inclinada cap a la carena de la muntanya. Aquesta carena és a la divisòria d'aigües entre l'oceà Pacífic i l'oceà Atlàntic. Els vents alisis no paren de bufar durant mesos i són els responsables d'aquesta forma curiosa en la vegetació.

Raona quins efectes ocasiona en la humitat i en la vegetació de la zona el fet que l'aire de l'oceà superi aquest desnivell.





1.21. Comenta la forma i l'aspecte de les plantes de la il·lustració de dalt. En el cas de la lleterassa, tingues en compte els canvis estacionals.

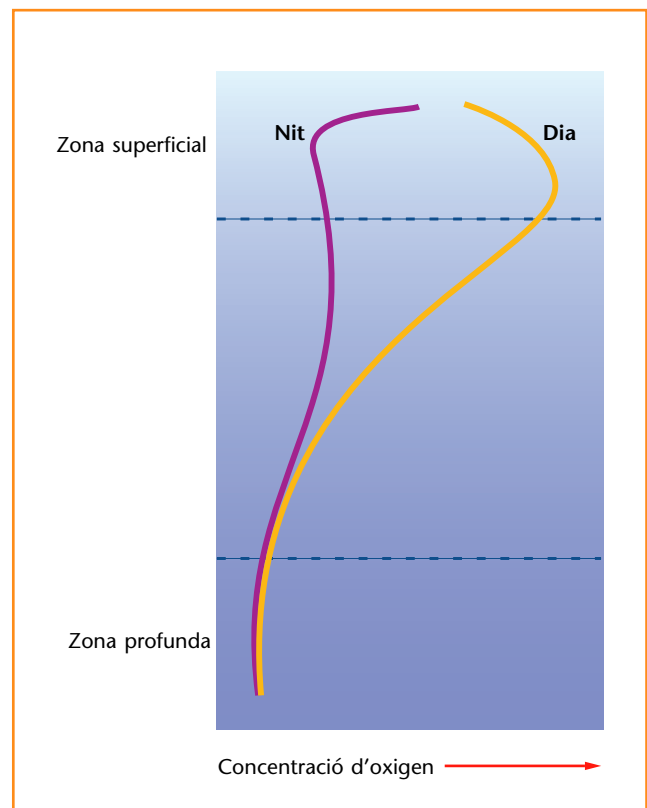
1.22. El gràfic del costat mostra la variació vertical de la distribució d'oxigen, de nit i de dia, en l'aigua d'un llac. A la zona superficial hi ha abundància d'algues microscòpiques. A la zona profunda hi ha bacteris, alguns animals i una gran quantitat de matèria orgànica sedimentada.

a) Interpreta la diferència entre la distribució d'oxigen entre el dia i la nit en la zona superficial.

b) Fes el mateix amb la zona profunda.

c) Què passaria amb l'oxigen si es produís una gran producció de matèria orgànica (eutròfia) com a conseqüència d'un important abocament d'aigües riques en nitrats o fosfats al llac?

d) Com seria la concentració d'oxigen al fons d'un llac amb baixa producció de matèria orgànica (oligotròfic), com per exemple un llac d'alta muntanya del Pirineu?



1.23. En l'estudi dels ecosistemes, els transectes (inventaris d'un conjunt d'àrees del terreny) s'utilitzen habitualment per fer mostratges de les comunitats vegetals. En aquests estudis se solen mesurar diverses variables ambientals. A la taula de peu de pàgina es presenten algunes dades d'un transecte al llarg d'un sistema de dunes litorals. Estudia-la i contesta a les preguntes que hi ha a continuació:

a) Quina localitat tindrà, probablement, més riquesa d'espècies animals?

b) A mesura que ens allunyem de la línia de costa, les localitats de la taula presenten diferències pel que fa a la riquesa d'espècies, les característiques del sòl i la cobertura vegetal. Redacta una explicació lògica d'aquest fet.

c) Una adaptació comuna de les plantes que viuen en sòls amb altes concentracions salines és l'acumulació de moltes sals als teixits, fins a arribar a tenir concentracions més altes que les del sòl. Explica per què aquest fet facilita que puguin absorbir aigua del sòl.

1.24. El dibuix del costat representa dues basses (*A* i *B*) força diferents. En cada bassa hi habita una comunitat. El gràfic mostra la variació de la temperatura amb relació a la fondària en cada bassa, en un dia d'estiu. Contesta a les preguntes següents:

a) Què és una comunitat?

b) Raona per què les comunitats de les dues basses pot ser que siguin força diferents.

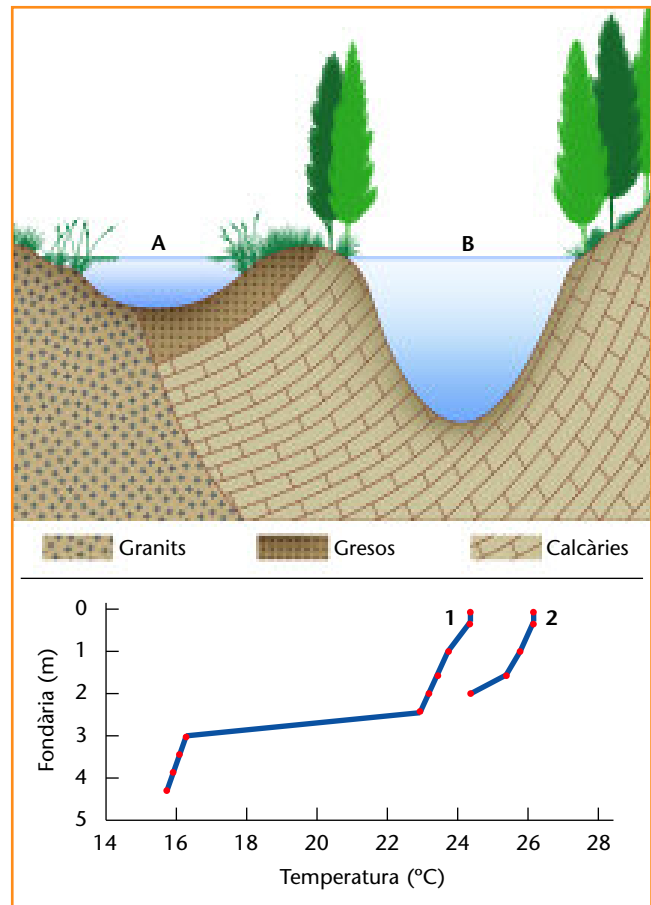
c) Quina línia del gràfic correspon a cada bassa?

d) S'ha trobat una espècie d'animaló que només pot viure entre 15 °C i 18 °C. A quina bassa viu? Per què?

e) Si es tallessin tots els arbres que envolten la bassa *B*, això comportaria, amb el temps, canvis en la comunitat d'organismes aquàtics de la bassa?

1.25. Relaciona els termes de les dues columnes:

anemocòria	pinyol
hidrocòria	rai
zoocòria	vil·là
	sàmara
	vesc
	llufa



	Localitat			
	I	II	III	IV
Distància des del mar (en metres)	50	100	150	200
Contingut salí del sòl (g de clorur / dm ³)	13	7	3	1
Percentatge de recobriment vegetal	5	30	65	97
Nombre d'espècies (plantes)	8	15	18	22
Percentatge de matèria orgànica al sòl	0,4	2	5,8	8,2

1. L'anellament dels ocells és un tècnica que dona molt bona informació sobre la biologia d'aquests animals. Consisteix a capturar-los i, un cop identificats amb una anella petita i lleugera que se subjecta en una pota, deixar-los anar. Si tornen a ser capturats es pot esbrinar el trajecte que han fet. En un programa d'anellament de rossinyols portat a terme al Maresme es van fer, al llarg d'un any, les captures que indica el gràfic de la dreta.

a) Explica les dades del gràfic, és a dir, la desaparició hivernal, la presència a la primavera i a l'estiu i el màxim al començament de la tardor.

b) Copia el text que hi ha a continuació i omple els buits amb les paraules següents:

àrea de cria, èpoques, hivern, hiverna, migracions, primavera, sedentaris, sud, tardor

Alguns ocells són ..., és a dir, romanen tot l'any al mateix indret. Altres, en canvi, efectuen ... anuals. Aquests darrers realitzen un viatge prenupcial a la primavera que els porta a l'... i un altre de postnupcial a la tardor que els duu a les àrees de repòs hivernal de clima més suau, on passaran l'...

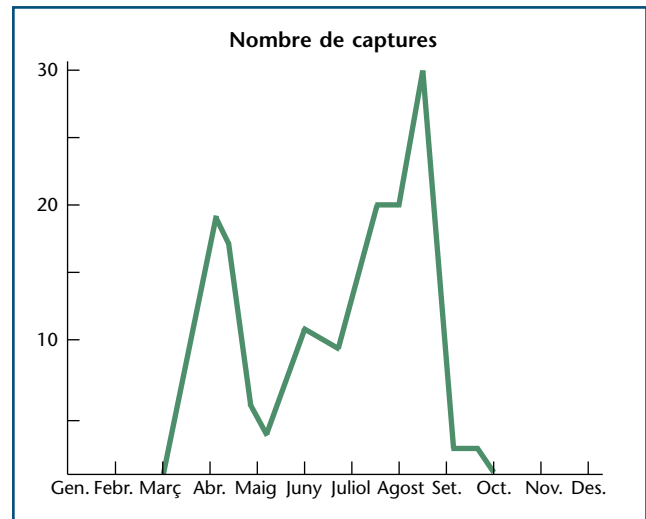
Això fa que alguns ocells es trobin entre nosaltres solament durant algunes ... de l'any. Així, per exemple, el cucut –que ... a l'Àfrica tropical– arriba aquí a la Novament, tot just s'acosta la ... , torna a emprendre la marxa cap al

c) Dibuixa en un mapa mut les rutes migratòries d'alguns ocells comuns, com ara l'oreneteta, la cigonya, el cucut, etc. i les d'altres ocells no tan coneguts, però igualment viatgers, com ara la fredeluga, l'abellerol, el camallarga, la grua, etc.

d) Copia en un mapa mut d'Europa l'àrea de distribució d'alguna espècie d'ànec i distingeix amb colors diferents les àrees d'hivernada de les zones de nidificació. Descriu també els desplaçaments estacionals.

2. Les illes, a més de tenir moltes espècies endèmiques, són sovint paradisos de biodiversitat.

a) Raona si és el mateix una cosa i l'altra. Hi pot haver molta biodiversitat sense endemismes? Hi pot haver endemismes destacats en llocs amb una diversitat estàndard?



b) A Sierra Nevada hi viu la conífera *Abies pinsapo*, semblant als avets, que és endèmica d'aquestes muntanyes. Explica com pot haver-se produït aquesta situació.

c) A les muntanyes de les selves tropicals, sovint aïllades entre si per grans extensions de vegetació, hi trobem una biodiversitat molt alta. Explica per què és així i raona la resposta.

3. El dibuix que hi ha a peu de pàgina mostra la distribució de la vegetació en un determinat indret del Pirineu (1-9). Observa'l i respon a les preguntes següents:

a) Quins factors ambientals influeixen més en aquesta distribució de les comunitats vegetals?

b) Hi ha cap regularitat en la distribució de les comunitats? Les podríem trobar ordenades d'una altra manera?

c) Com s'explica que les comunitats 2 i 4, tot i trobar-se a altituds similars, siguin diferents?

d) Formula una hipòtesi que expliqui per què no hi ha arbres a les comunitats 7, 8 i 9.

e) La naturalesa del sòl influeix, tal com mostra el dibuix, sobre la distribució de les plantes. Completa la teva informació i digues què significa, en aquest sentit, que una planta és basòfila, calcícola, acidòfila o silicícola. Posan exemples.

4. Redacta un text en què figurin tots els termes següents: *adaptació, àrea de cria, àrea de distribució, àrea d'hivernada, ecosistema, fenologia, homeoterm, migració, oreneta i temperatura.*

5. El gràfic del costat mostra que la intensitat de llum disminueix com més ens enfonsem. Observa'l junta-

ment amb la il·lustració d'un litoral marí que hi ha a la pàgina 12 i respon a les preguntes que hi ha a continuació:

a) Digues si la llum és un factor important en la distribució dels organismes del litoral marí. Quines conseqüències té la distribució vertical de la llum?

b) Per a aquests organismes del litoral marí, hi ha altres factors ambientals d'igual o més importància? Quins?

c) Per què les algues que es troben a diferents nivells tenen una coloració diferent?

