

13

Ecologia

1. L'ecosistema
2. Com funcionen els ecosistemes
3. Productivitat en els ecosistemes
4. Piràmides ecològiques
5. Les regions de la biosfera: els biomes
6. Anàlisi d'un ecosistema
7. La biodiversitat

A partir de la guspira que suposa l'energia solar, comença un complex sistema d'elements biològics i ambientals, perfectament coordinats, que es reuneixen en l'ecosistema: l'aire s'escalfa i circula, es formen corrents marins, les plantes produeixen matèria orgànica i inicien la cadena alimentària, etc. La biosfera és la gran generadora dels recursos que permeten que la vida existeixi, creixi i es desenvolupi a la Terra. Els ecosistemes són complexos, però tanmateix estan perfectament ordenats i equilibrats. Tant si es tracta d'un ambient aquàtic com si és un de terrestre, cada organisme que hi participa té una tasca adequada perquè encaixi en el conjunt.

La font d'energia no s'esgota, contínuament arriba la llum del Sol, però els recursos disponibles perquè tot funcioni són limitats i cal mantenir les condicions ambientals adequades perquè el sistema continuï activat i evolucionant. Els ecosistemes no són una font de recursos naturals que podem explotar de manera indiscriminada i sense criteris de desenvolupament sostenible. Ni els boscos de la selva amazònica, ni les pesqueries de les nostres costes no poden subministrar recursos il·limitadament. Cal conèixer-ne el funcionament i les condicions que necessiten per continuar creixent.

Formem part de la biosfera i hem d'aprendre a actuar d'acord amb uns criteris que n'assegurin el manteniment.

QÜESTIONS

- Saps com els diferents organismes es reparteixen les tasques per fer funcionar l'ecosistema?
- Què és la producció en els ecosistemes? Com es calcula?
- Com circula la matèria i l'energia a través de l'ecosistema?
- Quina informació ens dona una piràmide ecològica?
- Quines són les característiques d'un bosc mediterrani?
- Es pot mesurar la biodiversitat?
- Quins són els riscos de la desforestació del planeta?

EN AQUESTA UNITAT

- Aprendrem els conceptes bàsics per saber com funciona un ecosistema.
- Interpretarem diferents piràmides de població.
- Coneixerem la diversitat dels biomes de la Terra.
- Sabrem com passa l'energia d'uns organismes a uns altres en un ecosistema.
- Valorarem la importància de la conservació del medi ambient.
- Estudiarem la biodiversitat d'un ecosistema de casa nostra.



1. L'ecosistema

1.1 El biòtop i la biocenosi

Si ens fixem en com es desenvolupa el fenomen de la vida a la Terra, poden observar que es tracta d'un procés dinàmic i interactiu, on els éssers vius s'han de relacionar entre si per poder sobreviure. També cal, però, que es relacionin amb el medi que els envolta, del qual depenen i sobre el qual també exerceixen influència, modificant-lo, de la mateixa manera que nosaltres vivim en un habitatge que ens protegeix del fred exterior a l'hivern, però la nostra presència fa que la temperatura ambient de la llar sigui més alta que si estigués buida.

El conjunt dels organismes que ocupen un determinat hàbitat constitueixen la **biocenosi**, i el medi fisicoquímic on es troben i les condicions ambientals que el determinen és el que coneixem com a **biòtop**. Entre el biòtop i la biocenosi s'estableixen unes estretes relacions d'interdependència. Aquest complex teixit de relacions entre el biòtop i la biocenosi s'anomena **ecosistema**.

ecosistema = biòtop + biocenosi.

Podem considerar un ecosistema com un gran organisme, un superorganisme, on cadascun dels elements que l'integra fa una determinada funció dins de la comunitat.

Els ecosistemes poden ser molt diversos, tant en les seves dimensions com en les característiques que els conformen. D'aquesta manera, des d'una petita bassa fins a una selva tropical o, fins i tot, el conjunt del nostre planeta poden ser considerats com a ecosistemes. Però en qualsevol ecosistema cal que s'estableixin **fluxos de matèria i energia** entre el conjunt de la biocenosi i el biòtop.



Fig. 1: Els esculls de corall formen un dels ecosistemes més rics i desenvolupats de la Terra.

1.2 Nínxol ecològic

La tasca que cada organisme duu a terme en l'ecosistema, que depèn de les seves característiques i les seves necessitats com a espècie, s'anomena **nínxol ecològic**, i es pot relacionar amb els seus requeriments pel que fa a la nutrició, la reproducció, l'espai on viure i créixer, etc. Per exemple, si dos depredadors s'alimenten de la mateixa presa, diem que ocupen un mateix nínxol dins l'ecosistema.

Per tal que el sistema es mantingui estable i es pugui desenvolupar, cal que hi hagi un equilibri entre les diferents funcions o nínxols ecològics dels organismes que l'integren. En un cas com el que s'ha comentat, on dues espècies diferents competeixen per un mateix nínxol, una d'elles pot acabar imposant-se i eliminant l'altra; en canvi, si es dona un creixement excessiu d'una espècie, l'ecosistema tendeix a corregir-ho amb l'augment de l'espècie o espècies que actuen com a depredadors de l'espècie amb creixement excessiu, o bé introduint plagues o malalties que la debilitin.



activitats proposades

1. Defineix els conceptes següents i dona algun exemple per a cadascun: nínxol ecològic, nivell tròfic, autòtrof, heteròtrof.

2. Enumera quatre elements corresponents al biòtop i quatre de la biocenosi que puguis trobar en un ambient fluvial.

2. Com funcionen els ecosistemes

Els fluxos de matèria i energia són els que determinen la constitució i el desenvolupament de qualsevol ecosistema. Podem distingir un conjunt de categories on s'agrupen els organismes depenent de com obtenen la matèria i l'energia; és el que s'anomena **nivell tròfic**. Bàsicament, es situa cada organisme en els diferents nivells tròfics sabent de què s'alimenta cada organisme de l'ecosistema i, a la vegada, de quins organismes és l'aliment.

2.1 Nivells tròfics d'un ecosistema

Els nivells tròfics fonamentals en qualsevol ecosistema són els productors, els consumidors i els descomponedors.

a) **Productors.** Constitueixen la base imprescindible de qualsevol ecosistema, ja que són els encarregats de transformar la matèria inorgànica en matèria orgànica que va circulant per tots els nivells tròfics. En aquesta categoria s'hi troben els organismes **autòtrofs**, com és el cas de molts bacteris, que no obtenen l'energia de la llum del Sol, sinó a partir de reaccions químiques.

b) **Consumidors.** Juntament amb els **descomponedors**, constitueixen la categoria dels organismes **heteròtrofs**, o sia, el conjunt d'éssers vius que obtenen el seu aliment a partir de matèria orgànica ja elaborada i, per tant, s'han d'alimentar d'altres éssers vius. Aquí s'hi poden distingir diferents grups:

- **Consumidors primaris o herbívors.** Són aquells que s'alimenten directament a partir de les plantes verdes o les algues.
- **Consumidors secundaris o carnívors.** Són el conjunt d'organismes que s'alimenten dels herbívors.
- **Consumidors terciaris o supercarnívors.** Són els animals carnívors que s'alimenten d'altres carnívors.

Tot i que no és el més freqüent, la cadena de consumidors es pot perllongar en determinats ecosistemes, fins a consumidors quaternaris, i encara més enllà.

Quan un consumidor es troba tant en el nivell dels herbívors com en els dels carnívors, es diu que es tracta d'un **omnívor**. El porc senglar és un cas clar d'animal omnívor.

c) **Descomponedors.** Els descomponedors corresponen al nivell tròfic que s'alimenta de les restes orgàniques, la matèria orgànica morta, de qualsevol altre organisme i de qualsevol nivell tròfic. Es tracta, per tant, d'organismes heteròtrofs i la seva funció és bàsica dins de l'ecosistema, ja que han de retornar al medi un conjunt de nutrients (sals minerals) que resulten imprescindibles per al desenvolupament dels productors, i són els descomponedors els encarregats de renovar-ne les existències. També és cabdal la seva contribució a retirar les restes d'animals i plantes mortes. Dins d'aquest grup es troben, principalment, fongs i bacteris, i també insectes especialitzats com ara els escarabats piloters o buiners i els escarabats enterradors.



Fig. 2: La llum del Sol aporta als vegetals l'energia necessària per fer la fotosíntesi.



Fig. 3: Els carnívors són consumidors secundaris que s'alimenten d'altres animals.

2.2 Cadenes i xarxes tròfiques

Entre tots aquests elements s'estableixen relacions tròfiques (és a dir, d'alimentació) que van d'un nivell a un altre. Aquest procés s'anomena **cadena tròfica**. Les cadenes tròfiques s'estableixen seguint un ordre, de manera que a la base sempre hi ha un productor; en el nivell següent, un consumidor primari que s'alimenta del productor; posteriorment, un consumidor secundari que s'alimenta del consumidor primari, i així successivament. I, sempre, la presència de descomponedors que reciclen el conjunt de la matèria orgànica morta.

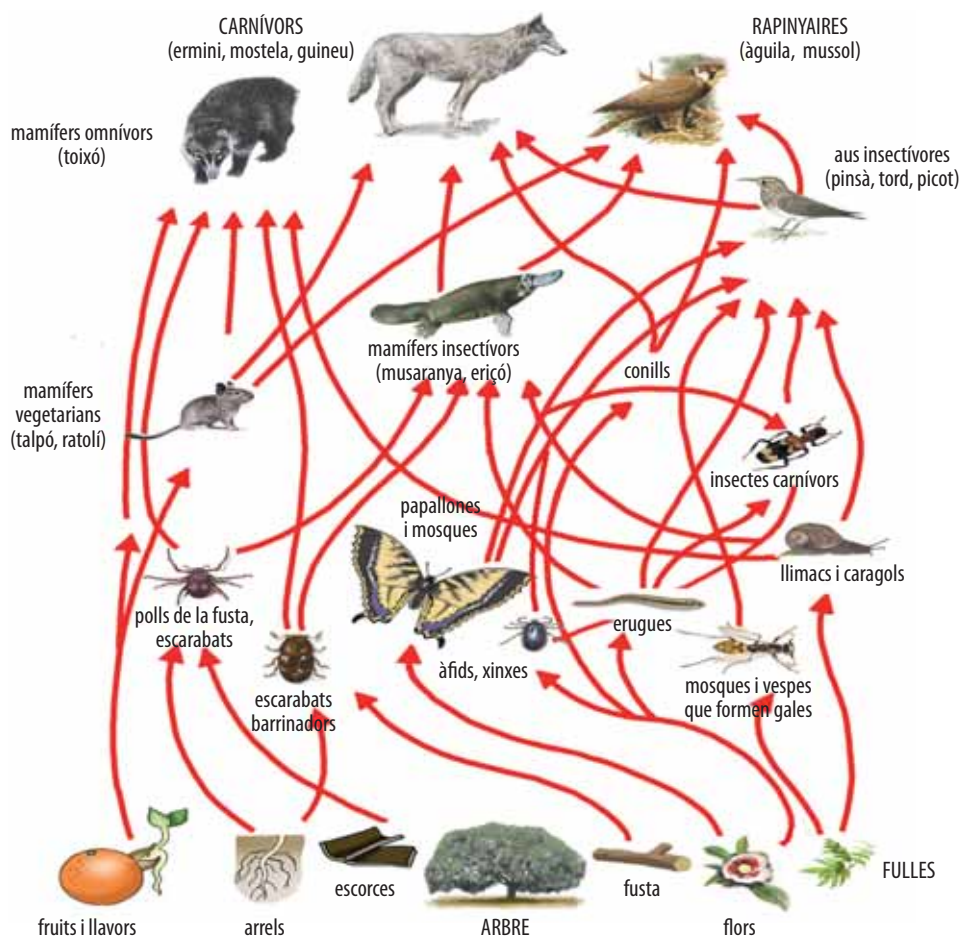


Fig. 4: Una xarxa tròfica com a conjunt de diverses cadenes tròfiques connectades.

En qualsevol ecosistema s'estableixen connexions entre diferents cadenes tròfiques, que estan relacionades entre si, de manera que un mateix organisme pot ser consumidor i/o presa de molts altres alhora; aleshores es parla de **xarxes tròfiques**.



activitats proposades

- 3.** a) Classifica els organismes següents segons que corresponguin a productors, herbívors, carnívors, supercarnívors o carronyaires: còndor, cactus, puma, rosella, ratapinyada, colibrí, porc espí, conill, granota, cavall, mostela, voltor, òliba, pi, roure, cérvol, colobra, àguila marcenca.
- b) Construeix dues cadenes tròfiques amb individus diferents.

- 4.** Qui aprofitarà finalment la producció neta d'un organisme que no hagi estat consumida pels herbívors ni pels carnívors?
- 5.** Què significa el terme omnívor? Quins avantatges creus que pot representar aquesta condició per a un animal? Cerca un exemple d'algun animal del nostre entorn que sigui omnívor.

3. Productivitat en els ecosistemes

La captació d'energia és el motor primari imprescindible perquè un ecosistema pugui funcionar. El Sol és la font d'energia principal per a la majoria de productors, mitjançant el procés de la fotosíntesi. La fotosíntesi permet transformar l'**energia lumínica** del Sol en **energia química**. Aquesta energia química finalment s'emmagatzema en forma de **matèria orgànica** fabricada pels productors.

Aquesta energia química que hi ha continguda en la matèria orgànica va passant de productors a consumidors a través de les cadenes tròfiques. D'aquesta manera, matèria i energia van circulant per tot l'ecosistema, però de manera diferent.

Sabies que...

Menys de l'1 % de l'energia que arriba del Sol és aprofitada en els processos biològics a la Terra.

3.1 El cicle de la matèria en l'ecosistema

La matèria té un recorregut cíclic més o menys tancat: passa de productors a consumidors, a mesura que els uns es van alimentant dels altres. Finalment, és transformada pels descomponedors, de manera que els productors la poden tornar a aprofitar i així tornar a iniciar el procés. Per tant, hi ha un procés de reciclatge que fa que la mateixa matèria vagi circulant, sota diferents formes, pels diferents nivells tròfics de l'ecosistema.

Qualsevol ésser viu ha d'anar incorporant **matèria orgànica** en el seu organisme per créixer i/o renovar les estructures que es van desgastant. Aquesta matèria orgànica és incorporada gràcies als productors primaris que la produeixen a partir de substàncies simples (matèria inorgànica) que es troben a la natura (aigua, diòxid de carboni, sals minerals, etc.), mitjançant processos de fotosíntesi, principalment. Una part d'aquesta **matèria orgànica** és consumida pel mateix organisme a través del procés de respiració, que la retorna al medi en forma de diòxid de carboni, perquè pugui ser aprofitada per altres productors, que la retornen al cicle. La resta de matèria orgànica s'incorpora a l'organisme en els processos de creixement o bé passa a la generació següent mitjançant la reproducció, i finalment és aprofitada pels consumidors o bé pels descomponedors després de morir.

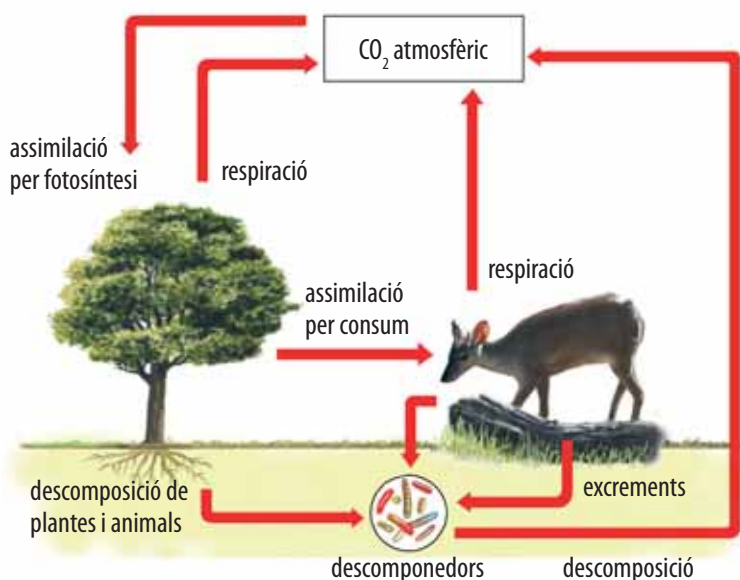


Fig. 5: Flux cíclic de la matèria en l'ecosistema.

3.2 El flux d'energia en l'ecosistema

L'energia, a diferència de la matèria, presenta un **flux lineal** unidireccional: se'n perd en el pas d'un nivell tròfic cap al següent. S'estima que en els ecosistemes amb més bon rendiment, els ecosistemes aquàtics, només el 10 % de l'energia química present en un nivell passa al nivell tròfic superior. Molta d'aquesta energia es perd en forma de calor en processos com ara la respiració i el creixement. Un càlcul senzill ens mostra que, en els ecosistemes més eficients i suposant una cadena tròfica amb quatre nivells (productors, herbívors, carnívors i supercarnívors), el darrer nivell tròfic obté només el 0,1 % de tota l'energia química que els productors han aconseguit fixar mitjançant la fotosíntesi.

Unitats d'energia assimilades	Percentatge d'assimilació (%)
Sol: 1.000	
Fixació per als vegetals: 10	1
Herbívors: 1	10
Carnívors: 0,1	10
Descomponedors: 0,005	5

Fig. 6: Valor i percentatge d'assimilació de l'energia per cada 1.000 unitats d'energia solar.

3.3 Biomassa i producció

Biomassa és la quantitat de matèria viva que hi ha en un ecosistema o en una àrea determinada. Relaciona la massa de matèria per unitat de superfície i es mesura en pes de matèria viva per superfície.

La **producció** és un paràmetre que mesura l'augment de la biomassa d'un organisme o un conjunt d'organismes en l'àmbit de l'ecosistema. A l'hora de treballar amb aquest concepte, cal diferenciar la **producció neta** (P_n) de la **producció bruta** (P_b).

La producció neta s'obté un cop s'ha descomptat de la producció total o producció bruta la part que el mateix organisme consumeix, en processos com ara la respiració (R), i que, per tant, no pot ser aprofitada per un altre nivell tròfic:

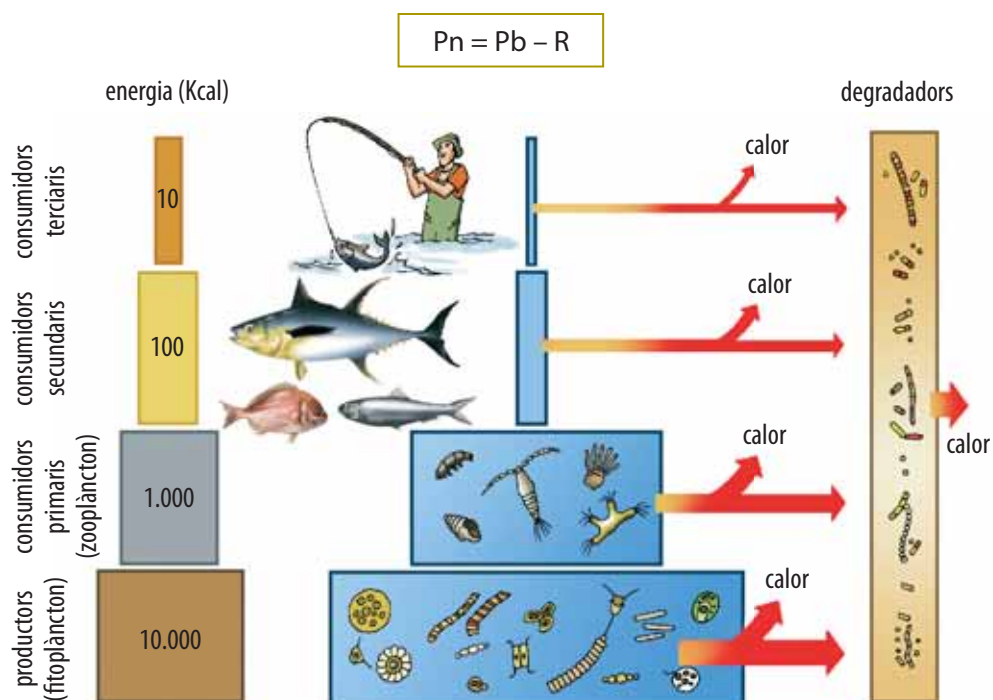


Fig. 7: Flux lineal de la matèria en l'ecosistema.



activitats proposades

6. Classifica els elements següents segons que es puguin catalogar com a matèria orgànica o inorgànica:

- L'aigua de la pluja.
- Una llavor portada pel vent.
- Els excrements d'un conill.
- Una closca de caragol buida.
- Els gasos que intercanviem en la respiració.
- Una platja de sorra de corall.
- Una fulla morta.

- La pinya d'un avet.
- Un fragment de roca volcànica.
- La resina d'un pi.
- La sal del mar.
- Les espores d'un fong.
- Els branquillons secs del niu d'un ocell.

7. Explica el significat de l'expressió següent:

El flux de la matèria en un ecosistema és cíclic, mentre que el flux d'energia és lineal.

4. Piràmides ecològiques

S'anomena piràmide ecològica un tipus de representació gràfica mitjançant rectangles o baules de cadascun dels nivells tròfics de l'ecosistema. Els nivells tròfics representats per aquests rectangles se situen ordenadament de baix a dalt (primer els productors, després els consumidors primaris, i així successivament). La longitud de cada rectangle és proporcional a la magnitud numèrica que representa.

Hi ha tres categories principals de piràmides tròfiques o ecològiques:

- **Piràmide de nombres.** Cada rectangle o baula representa el nombre d'individus del nivell tròfic corresponent. Les piràmides de nombres són les que ofereixen una informació menys significativa, ja que no tenen en compte aspectes com ara la mida i, per tant, el pes i la biomassa de l'individu. Imagina't un bosc tropical, on podem trobar arbres de grans dimensions, on viuen multitud d'espècies, i que en conjunt es pot considerar com un petit ecosistema. En aquest cas, es parla d'una **piràmide invertida**, és a dir, nivells tròfics inferiors amb menys nombre d'individus poden nodrir nivells superiors amb molts individus. En aquest cas no estem tenint en compte la massa, sinó el nombre d'individus.

- **Piràmide de biomassa.** Cada baula representa el conjunt de la biomassa d'un nivell determinat (en general, es presenten en pes de biomassa per superfície). Les piràmides de biomassa donen una informació més fiable sobre el balanç de l'ecosistema, tot i que, en el cas dels ecosistemes aquàtics i, especialment, els marins, acostumen a sortir invertides, ja que la biomassa total dels consumidors primaris (zooplàncton i animals que s'alimenten del plàncton) és clarament superior. Però l'alta velocitat de regeneració del fitoplàncton, superior a la velocitat de consum per part dels consumidors primaris, fa que el nivell tròfic dels productors no corri mai el risc d'esgotar-se i, per tant, l'ecosistema es manté estable.

- **Piràmide de producció o energia.** Informa de la quantitat d'energia que passa d'un nivell tròfic al següent. Les piràmides de producció o energia són les que donen una informació més ajustada i completa sobre l'estat i l'estructura de l'ecosistema. Aquestes piràmides mai no poden ser invertides, perquè un nivell tròfic determinat no es pot sustentar en un altre que tingui menys energia. 📄

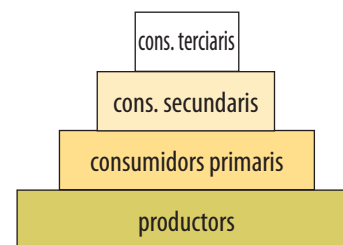


Fig. 8: Nivells tròfics.

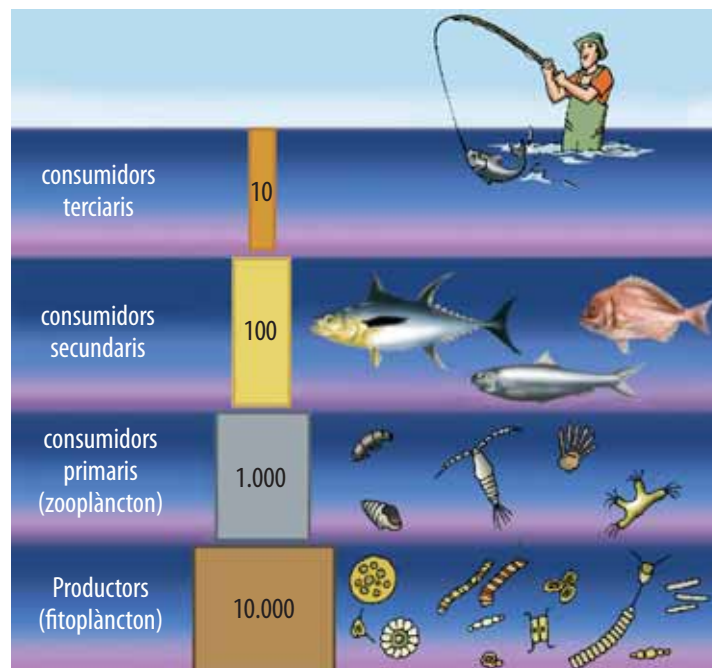


Fig. 9: Piràmide d'energia.

activitats proposades

8. Observa les dades següents i construeix la piràmide de biomassa necessària per mantenir una població de consumidors terciaris amb una biomassa de 1.850 kg. Cal que indiquis els quilograms de biomassa que hi ha en cada nivell tròfic.

Cada kg de peix carnívor de segon ordre (consumidor terciari) necessita 10 kg de peix carnívor de primer ordre, el qual ha consumit 50 kg de sardines, anxoves i altres peixos plantòfags; 50 kg de peix plantòfag necessiten 100 kg de zooplàncton, i aquest zooplàncton, 1.000 kg de fitoplàncton.

5. Les regions de la biosfera: els biomes

Si ens fixem en els paisatges naturals que es poden trobar al nostre planeta, des d'un desert fins a un bosc tropical o una sabana, és fàcil distingir-ne i caracteritzar-ne una àmplia varietat. Aquesta varietat està determinada per un conjunt de paràmetres ambientals i geogràfics que condicionen diferents biòtops en cada regió. Els paràmetres més importants que es poden destacar són la **latitud**, l'**altitud** i la **continentalitat** o la proximitat a la costa; aquests paràmetres són els que determinen la presència de diferents paisatges naturals característics de cada regió del planeta. Aquestes regions, amb un paisatge natural i unes característiques ambientals pròpies, reben el nom de **biomes**. Cada bioma duu associat un paisatge i una biocenosi característics. I en cadascun d'aquests biomes s'hi desenvolupen ecosistemes amb les seves especificitats pròpies.

Es poden distingir dues grans categories en els biomes: els biomes terrestres i els aquàtics.



Sabies que...

El baobab és un arbre d'una longevitat extraordinària. N'hi ha que tenen més de 2.000 anys. De fet, el seu nom significa «arbre mil·lenari» en la llengua senegalesa.

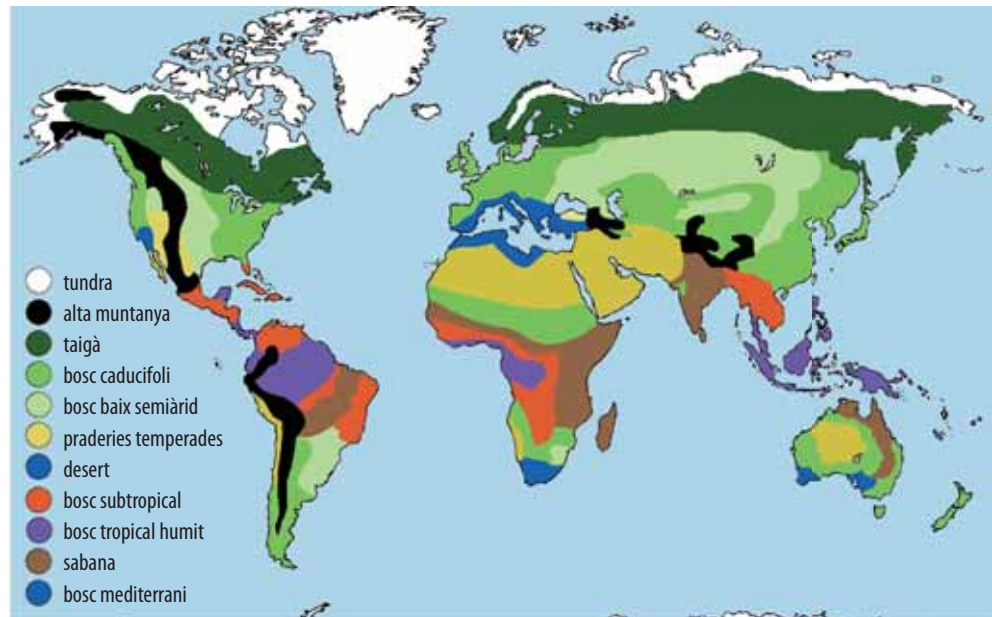


Fig. 10: Distribució geogràfica dels principals biomes de la Terra.



Fig. 11: Més enllà de la tundra, cap als pols, ja només es troben els gels perpetus.

5.1 Els biomes terrestres

A la taula següent es poden observar els principals biomes terrestres i les seves característiques fonamentals:

Nom	Localització	Clima	Exemple de flora	Exemple de fauna
Tundra	Per sobre dels 60° de latitud.	Clima molt fred i rigorós, amb zones permanentment glaçades.	Les torberes i les molses són característiques de la tundra antàrtica.	El pingüí habita en moltes zones de la tundra àrtica.
Taigà	Entre els 45° i els 60° de latitud nord.	Clima fred i sec, amb hiverns molt llargs i estius curts i suaus.	Els boscos de coníferes són molt característics de la flora de la taigà.	El golut és un mustèlid molt gran propi de la taigà.
Bosc temperat caducifoli	Latituds mitjanes.	Clima humit, amb hiverns freds i estius càlids.	Fageda (bosc caducifoli).	El cérvol habita els boscos caducifolis de latituds mitjanes.
Pampes, praderies i estepes	Latituds mitjanes.	Clima sec, amb hiverns freds i estius molt calorosos.	Les plantes herbàcies i els arbustos dominen la vegetació de les estepes.	El gosset de les praderies habita les praderies d'Amèrica del Nord.
Bosc mediterrani	Àrees de clima mediterrani.	Hiverns suaus i estius calorosos. Plugues moderades concentrades a la primavera i la tardor.	L'alzina és l'arbre més característic del bosc mediterrani.	El senglar és el mamífer més gran del bosc mediterrani.
Sabana	Majoritàriament en zones tropicals i subtropicals de l'Àfrica.	Clima tropical estacional. Presenta una estació seca i una de plujosa.	El baobab és un arbre propi de les sabanes africanes.	La zebra és un mamífer herbívor, adaptat a la sabana.
Deserts	Majoritàriament en les zones més seques al voltant dels tròpics de Càncer i Capricorn.	Clima molt sec i extremament calorós. Acostuma a presentar una gran variació tèrmica entre la nit i el dia.	Les plantes efímeres, pròpies de molts deserts, acostumen a tenir una floració força vistosa.	L'òrix és un antílop que pot viure en zones desèrtiques.
Selves tropicals	Zones properes a l'equador.	Clima calorós i humit, gairebé no hi ha estacionalitat.	La ceiba és un arbre propi de les selves tropicals.	Els darrers goril·les viuen en algunes selves de l'Àfrica equatorial.

5.2 Els biomes aquàtics

En els ecosistemes aquàtics podem classificar els diferents organismes en quatre categories, segons el seu mecanisme de desplaçament:

- **Plàncton.** Conjunt d'organismes, molts dels quals són microscòpics, que suren i no poden avançar nedant contra corrent. N'hi ha de fotosintètics (**fitoplàncton**) i d'heteròtrofs (**zooplàncton**).
- **Bentos.** Conjunt d'organismes que romanen fixos al substrat, en el fons marí, o bé s'hi desplacen amb moltes limitacions.
- **Nècton.** És el conjunt d'animals capaços de nedar i desplaçar-se autònomament, sense dependre del sentit del corrent marí: molts peixos, com ara la tonyina i el lluç; mol·luscs cefalòpodes, com ara la sípia i el calamar; mamífers com és ara el dofí i la balena, la foca, i el lleó marí, i rèptils com, per exemple, la tortuga marina.
- **Nèuston.** Són els organismes que romanen surant a la superfície de l'aigua, com ara la llentia d'aigua i els sargàs.

Sabies que...

Els peixos que naden amb més velocitat, com és ara la tonyina i el peix vela, poden arribar a superar els 100 km/h de velocitat a l'aigua.



Fig. 12 i 13: Dos exemples del desplaçament dels organismes aquàtics del medi marí: bentònic (estrella de mar) i nectònic (tonyina).

Medi marí

Representa, aproximadament, el 70 % de la superfície del planeta. Les seves aigües presenten una salinitat d'uns 35 g/l i tenen una profunditat mitjana d'uns 3.000 m, malgrat que la major riquesa biològica s'agrupa en les zones costaneres i poc profundes.

El règim de vida de les espècies que omplen aquest bioma varia segons les condicions de la zona on viuen:

- **Zona intermareal.** Representa la franja de la línia costanera on trenca l'onatge. És una zona que resta periòdicament coberta i descoberta per l'aigua, per la fluctuació de les mareas.
- **Zona nerítica.** És una franja d'amplada variable que discorre paral·lela a la costa i que arriba fins a uns 200 m de profunditat, just en el límit de l'anomenada plataforma continental.
- **Zona oceànica.** És el conjunt d'aigües que van més enllà dels límits de la plataforma. Són aigües més pobres en nutrients que les de la zona nerítica; per això són més transparents i la llum pot arribar a penetrar fins a uns 200 m de profunditat.
- **Zona abissal.** Zona que s'estén en els fons marins, més enllà de la plataforma continental. Es troba a grans profunditats i pot arribar fins als 11 km de fondària. Aquí, la vida és molt més escassa que a la superfície i, atès que no hi arriba la llum, no constitueix veritables ecosistemes. Tot i això, apareixen puntualment i de manera temporal els anomenats **oasis de les profunditats**, on sí que es troben productors primaris (bacteris), que utilitzen un mètode diferent de la fotosíntesi per produir la matèria orgànica (es diu que són quimiosintètics). A partir d'aquests oasis, es poden generar uns petits ecosistemes, poc desenvolupats i amb una durada bastant limitada.



Fig. 14: Organismes filtradors (bivalves) de la zona intermareal.



Fig. 15: El krill el formen diversos crustacis planctònics.



Fig. 16: Comunitat d'un oasis de la zona abissal.

Medis aquàtics continentals o d'aigua dolça

Aquests medis són constituïts pels rius, els llacs, les llacunes, els deltes i els estuaris; en conjunt no representen ni l'1 % del total de les aigües del planeta, però esdevenen uns ecosistemes amb unes característiques pròpies.

Cal distingir entre els medis d'aigües calmades (llacs, basses i estanys) i els d'aigües en moviment (rius, deltes i estuaris):

a) Aigües calmades:

A les basses i els estanys, tota la columna d'aigua presenta una temperatura molt homogènia i, fins i tot, en condicions de molta calor i manca de pluges, poden arribar a la dessecació.

En els llacs, com que són més profunds, s'estableix una franja intermèdia que s'anomena **termoclina**, que delimita les aigües superficials, més càlides, de les profundes i fredes.

b) Aigües en moviment:

- **Rius.** A causa del corrent continu que produeix una barreja constant d'aigües, hi ha força disponibilitat d'oxigen. La principal dificultat per als organismes que hi viuen és com poden combatre i adaptar-se a la força que pot arribar a tenir el corrent.

En els **cursos alts** dels rius, on els corrents són més forts, es troben principalment organismes bentònics i certes larves que han desenvolupat mecanismes (ganxos, ventoses, etc.) per fixar-se al fons i vèncer la força del corrent.

En les zones de **curs baix**, zones més calmades i de corrent feble, hi ha més presència de peixos com ara el barb, la carpa i la truita, entre altres.

- **Deltes i estuaris.** En les desembocadures dels rius, quan es produeix el contacte i la barreja entre les aigües dolces i les marines als deltes o els estuaris, es formen zones riques en nutrients, que afavoreixen la presència d'algues. Tot i això, la diversitat d'espècies animals i vegetals és baixa, ja que les condicions de temperatura i, sobretot, de salinitat són molt variables i exigeixen una gran capacitat d'especialització i adaptació (els organismes que s'adapten als canvis de salinitat es diuen **eurihalins**, i els que s'adapten als canvis de temperatura, **euriterms**). Però les poblacions tant de fauna com de flora que s'hi puguin adaptar hi tenen una gran presència i desenvolupament. 📄



Fig. 17: Aus alimentant-se en una llacuna al delta de l'Okavango (Botswana).

activitats proposades



- 9.** Observa les llistes següents de flora i fauna, fes les corresponents parelles i inclou-les en el bioma adequat:

Flora: acàcia, alga verda (clorofícia), alzina, castanyer, arbre del cotó, avet, líquen, gramínia, cactus.

Fauna: tucan, senglar, cérvol, escorpí, llenguado, ren, lleó, cavall, pingüí.

Bioma: bosc mediterrani, tundra, desert, bosc temperat caducifoli, estepa, bioma marí, taigà, sabana, selva tropical.

- 10.** Descriu quines són les diferències principals entre el clima i el tipus de vegetació que podem trobar en el bosc mediterrani i el bosc temperat caducifoli.

6. Anàlisi d'un ecosistema

Si volem analitzar les característiques d'un ecosistema determinat, s'han de conèixer tant les condicions del biòtop com les de la biocenosi. Es pot prendre com a exemple un cas proper, com pot ser el bosc mediterrani.

Aquest tipus d'ecosistema es troba a les zones pròpies del clima mediterrani, caracteritzat per uns hiverns suaus, uns estius secs i força calorosos i unes precipitacions concentrades en determinades èpoques (especialment els mesos de primavera i tardor) i no gaire abundants al llarg de l'any. Es pot trobar al sud d'Europa i el nord d'Àfrica, a l'àrea de la conca mediterrània, però també en certes zones dels Estats Units d'Amèrica, Austràlia i Àfrica.

A l'hora de determinar les característiques de la biocenosi, cal fixar-se primordialment en el tipus de vegetació. La vegetació d'una àrea concreta és una conseqüència de les condicions físiques que hi predominen, i alhora condiona la distribució i el tipus de fauna, com també de la resta d'elements de la biocenosi que hi trobem.

En el cas d'un bosc corresponent a l'àmbit mediterrani, s'hi troba vegetació que presenta majoritàriament fulla perenne, normalment de mida petita i endurida, per reduir les pèrdues d'aigua per transpiració. És el que es coneix amb el nom de vegetació **esclerofil·la**.



Els arbres més representatius d'aquest ecosistema són l'alzina o la carrasca, malgrat que n'hi ha altres que també hi són molt presents, com ara l'alzina surera, l'olivera, el pi blanc i el pi pinyer.

Els sotabosc presenten un gran nombre d'espècies arbustives com ara el llentiscle, el boix, el garric, el marfull, el romaní, etc., i també lianes com, per exemple, l'heura i l'arítjol.

Entre la fauna es pot destacar alguns mamífers com és ara el senglar, la guineu, el teixó, el conill i l'esquirol i, també, nombroses espècies de rèptils com ara el llangardaix, la sargantana i una àmplia varietat de serps, especialment colobres.

Fig. 18: La carrasca és un arbre característic de l'ecosistema mediterrani.



activitats proposades

11. Què significa el terme planta piròfila? Cerca informació sobre els pins i explica per quines raons se'ls considera plantes piròfiles.

12. Enumera algunes plantes de clima mediterrani que es puguin considerar esclerofil·les. Descric les diferències que presenten amb altres de fulla caduca que coneguis, com ara el roure i el castanyer.

7. La biodiversitat

Es pot entendre el terme **biodiversitat** com la varietat i la riquesa d'espècies biològiques que es poden trobar en un entorn concret. En termes d'ecosistema es podria parlar d'una biocenosi molt variada en un biòtop determinat. Es tracta d'un patrimoni natural que cal valorar, protegir i conservar, ja que és un bon indicador de la salut dels ecosistemes més desenvolupats.

7.1 L'índex de biodiversitat

Si es vol conèixer el grau de biodiversitat d'una zona determinada, es pot fer un càlcul senzill per obtenir l'**índex de biodiversitat** (B):

$$B = \frac{\text{Nombre total d'espècies}}{\text{Nombre total d'individus}}$$

Sembla evident que $0 < B < 1$. El grau de biodiversitat serà més alt a mesura que el valor de B s'acosti més a 1; com menor sigui la biodiversitat, aquest valor s'acostarà més a zero.

7.2 Conservació de la biodiversitat

Ja fa temps que els governs de molts països del món delimiten espais naturals d'especial interès biològic o geològic per protegir-los. En aquests espais s'hi aplica una legislació especial que en restringeix molt els usos. És el cas dels parcs o les reserves naturals com ara el Parc Natural del Delta de l'Ebre o bé dels parcs nacionals com pot ser el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, a Catalunya.

Des del 1970, any en què la UNESCO inicià un projecte anomenat «Home i biosfera», es creà una nova categoria: **reserva de biosfera**. Es tracta de zones naturals d'especial interès on es vol preservar la biodiversitat, però aplicant el concepte de **desenvolupament sostenible**, de manera que dins d'aquestes àrees hi tingui lloc l'activitat humana, però sempre que s'estableixi un equilibri entre aquesta activitat i l'entorn que permeti preservar-lo. Actualment hi ha unes 500 reserves de biosfera repartides en més de 100 països arreu del món. A Catalunya, el massís del Montseny està catalogat com a reserva de biosfera. 📄



Fig. 19: La biodiversitat és la varietat d'espècies en un medi concret.

Grup	Espècies conegudes
Mamífers	4.000
Rèptils i amfibis	12.000
Ocells	9.500
Peixos	24.000
Invertebrats	1.030.000
Plantes	240.000
Microorganismes	6.000
TOTAL	1.325.500

Fig. 20: Valor aproximat del nombre d'espècies identificades de plantes i animals que podem trobar al nostre planeta.

activitats proposades

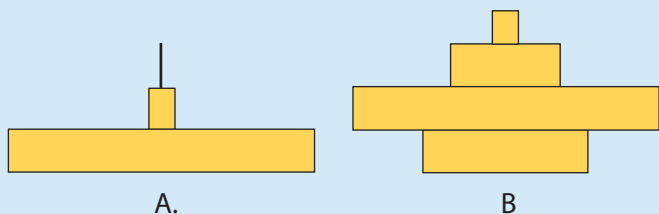
- 13.** És possible trobar en un ambient natural una zona amb un índex de biodiversitat igual a 1? Justifica la teva resposta.
- 14.** Cerca informació sobre la reserva de biosfera que constitueix el massís del Montseny i esbrina les dades següents:
 - a) Quina extensió té la reserva protegida?

- b) Quins són els cims més importants i quina alçària tenen?
- c) Quins tipus de formacions boscoses hi podem trobar?
- d) Quines espècies protegides de flora i fauna hi podem trobar?
- e) Hi ha alguna espècie endèmica d'aquesta zona?



Activitats finals

1. Observa les piràmides i respon les preguntes següents:



- a) Digues quina creus que podria correspondre a una piràmide de biomassa i quina a una d'energia.
- b) Quina de les dues podria representar un ecosistema terrestre i quina un de marí? Justifica les teves respostes.
2. Cerca informació sobre el cicle del carboni a la natura i comenta breument com poden afectar els processos industrials de combustió, a partir del petroli i altres derivats, la concentració de carboni en l'atmosfera.
3. Construeix una cadena tròfica pròpia del bioma mediterrani, que presenti quatre nivells tròfics.
4. Observa la imatge de sota, corresponent a un camp de conreu d'un cereal. Què podries dir sobre la biodiversitat d'aquesta zona?



5. a) Calcula l'índex de biodiversitat en cadascun dels tres casos següents, en què s'ha fet un recompte de les poblacions de quatre espècies d'arbres (alzina, pi blanc, pi pinyer i garrofer) en tres parcel·les diferents, però totes tres de la mateixa extensió:

Parcel·la A:	Alzina, 29	Pi blanc, 0	Pi pinyer, 0	Garrofer, 3
Parcel·la B:	Alzina, 0	Pi blanc, 5	Pi pinyer, 5	Garrofer, 3
Parcel·la C:	Alzina, 2	Pi blanc, 2	Pi pinyer, 2	Garrofer, 2

b) Analitza els resultats i digues si l'índex de biodiversitat ha de ser sempre proporcional al nombre d'individus de les poblacions que s'estudien.

6. Observa la taula corresponent a la figura 19 de la unitat, sobre la diversitat de la fauna i la flora del nostre planeta.
- a) Calcula el percentatge d'espècies que resten per descobrir, segons les estimacions que es donen, en cadascun dels grups que s'esmenten.
- b) Quin és el grup d'éssers vius on hi ha el nombre més gran d'espècies per descobrir?
- c) En quina zona o zones del planeta podem suposar que hi ha la majoria d'aquestes noves espècies?
7. Quina diferència hi ha entre un autòtrof quimiosintetitzador i un autòtrof fotosintetitzador? Cerca'n informació i posa un exemple d'organisme fotosintetitzador unicel·lular i un altre d'un organisme que sigui quimiosintetitzador unicel·lular.
8. Busca informació i explica com influeix l'efecte d'hivernacle sobre les masses de glaç de les zones polars i quines conseqüències pot tenir això sobre el clima i l'equilibri ambiental, en el futur, a la resta del planeta.
9. Quins són els organismes encarregats d'evitar que s'acumulin la fullaraca i les restes d'organismes morts en un bosc? Com ho fan?
10. Digues si l'afirmació següent és vertadera o falsa, i raona la teva resposta:
En un sistema predador–presa, cadascuna de les dues poblacions ajuda a regular el nombre d'individus de l'altra.
11. Digues quines de les afirmacions següents són vertaderes i quines són falses:
- a) En qualsevol ecosistema, tant l'energia com la matèria segueixen fluxos cíclics.
- b) Els animals omnívors, dins de la cadena tròfica, pertanyen a la categoria de consumidors.
- c) Si en un organisme la respiració augmenta, la producció neta disminueix.

- d) En una cadena alimentària, sobre l'herbívor només hi pot actuar un carnívor.
- e) En qualsevol piràmide ecològica, el nivell tròfic més gran és el dels productors.
- f) Tota la matèria que forma part d'un organisme viu es pot considerar biomassa.
- g) El bentos està constituït només per organismes vegetals.

12. Relaciona els termes de les dues columnes:

- | | |
|--|--|
| a) Descomponedor. | 1. Supercarnívor. |
| b) Controla la població. | 2. Produeix matèria d'herbívors orgànica. |
| c) Productor. | 3. Obté l'energia directament dels vegetals. |
| d) Herbívor. | 4. Retorna les sals minerals al medi. |
| e) Ocupa el graó més alt en la piràmide tròfica. | 5. Carnívor. |

13. Cerca informació sobre el terme eutrofització i comenta a classe els punts següents:

Què significa? En quines condicions i en quins tipus de medi es produeix? Quina mena d'organismes hi participen? Quines conseqüències pot tenir per al medi ambient?

14. Llegeix atentament l'afirmació següent i comenta-la:

En un delta o en un estuari trobarem organismes adaptats a viure sota uns valors de salinitat molt estables.

15. Cerca informació i esbrina què és el permafrost. De quin tipus de bioma és característic?

16. Seguint un projecte de repoblació de l'esquirol (*Sciurus vulgaris*), s'introdueixen dotze exemplars en una àrea extensa del Prepirineu. Durant els quinze anys següents s'hi han anat fent recomptes periòdicament dels individus de la població, amb els resultats següents:

Any	Any 0	Any 1	Any 2	Any 3	Any 4	Any 5	Any 6	Any 7	Any 8	Any 9	Any 10	Any 11	Any 12	Any 13	Any 14	Any 15
Població	12	16	54	126	186	220	240	258	269	281	277	263	266	282	281	270

- a) Representa gràficament els valors de la taula.
- b) A partir del gràfic que has fet, respon les qüestions següents:
 - Quina forma general mostra en el gràfic el desenvolupament de la població?
 - Hi podem trobar un punt d'inflexió?
 - En quin any es dona?
 - Quina població aproximada correspon a aquest punt d'inflexió?
 - A partir de quin any, aproximadament, podem dir que el nombre d'individus de la població s'estabilitza?

17. Observa la imatge de la primera figura de la unitat, corresponent a un bioma marí, i enumera quins són els elements principals del biòtop i de la biocenosi que hi pots trobar.

18. Digues si la frase següent és vertadera o falsa, i justifica la teva resposta:

En els ecosistemes marins anomenats oasis de les profunditats, que podem trobar a molts centenars o, fins i tot, a milers de metres de profunditat, els productors han de ser quimiosintetitzadors.

19. Relaciona els éssers vius següents amb el bioma corresponent: pingüí, gosset de les praderies, colobra d'aigua, baobab, guacamai, avet, esquirol, cactus, jaguar, castanyer, guineu àrtica, bromèlia, lleó, cangur, pi blanc, acàcia, llangardaix, romaní, camell, alzina.

20. Quin penses que pot ser el factor del biòtop que limita més el desenvolupament de la vida al desert?

21. a) En quines regions podem trobar el bioma corresponent a la sabana?

b) Esmenta el nom de dos carnívors i dos herbívors propis d'aquest bioma.

c) Podem trobar alguna mena d'estacionalitat en aquest bioma? Quina?

[DIVULGACIÓ]

La desforestació

Si parlem de l'espècie humana i la comparem amb altres organismes que poblen el planeta, podem considerar que som uns nouvinguts. La vida a la Terra té uns 3.500 milions d'anys; alguns peixos, com ara els taurons, que avui en dia encara persisteixen, viuen en els mars i oceans des de fa més de 400 milions d'anys, i els primers mamífers van sorgir fa més de 100 milions d'anys. Però el primer antecessor de l'ésser humà actual (*Homo habilis*) no va aparèixer fins fa 2 milions d'anys. I la nostra espècie (*Homo sapiens*) no té més de 60.000 anys.

Durant la major part d'aquest període la nostra espècie ha viscut integrada en el medi, formant part de l'ecosistema i sense provocar-hi grans alteracions. Però des de la revolució industrial (segle XIX) la població humana s'ha disparat, i l'ús que fem del medi natural és cada cop menys racional i sostenible. Avui en dia som més de 6.000 milions d'individus; cada cop creixem més ràpidament (l'any 2040 la nostra població pot superar els 9.000 milions!) i esgotem i malbaratem recursos naturals, alhora que contaminem el planeta, sense aturar-nos a reflexionar sobre les conseqüències que això pot tenir sobre la Terra i, per tant, sobre el nostre propi futur com a espècie.

La tala indiscriminada i els incendis provocats fan desaparèixer uns 16 milions d'hectàrees anuals dels

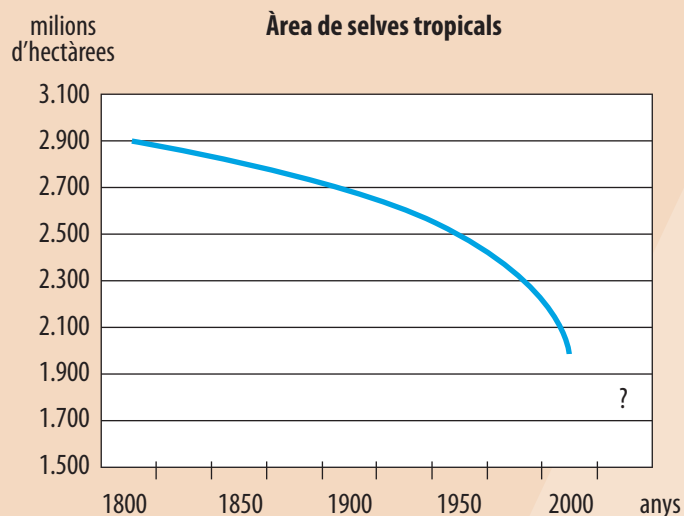


Fig. 21: Evolució de l'índex de desforestació de les selves tropicals des de l'inici de la revolució industrial. Si es manté el ritme actual de desforestació, d'aquí a uns quinze anys s'haurà destruït el 50 % de les selves tropicals que hi havia a la Terra a principis del segle XIX.

nostres boscos. En la darrera dècada s'ha eliminat del planeta una superfície forestal equivalent a l'extensió de dos països com Perú i Paraguai junts. I si es continua aquest ritme, es calcula que, abans de l'any 2060, hauran desaparegut tots els boscos tropicals del planeta. Això, sens dubte, comporta la destrucció d'hàbitats i ecosistemes sencers, amb una gran pèrdua de biodiversitat. A més a més, els boscos actuen regulant diferents factors climàtics, com és ara la temperatura i la humitat ambiental, a més d'aportar oxigen a l'atmosfera. La desaparició de boscos, en climes de pluges torrencials, com poden ser els d'àmbit tropical i també el nostre clima mediterrani, pot comportar, secundàriament, la **desertització** de les zones on hi havia el bosc, amb la qual cosa la degradació del medi augmenta i el problema encara s'agreuja més.



Fig. 22: Els processos de desforestació sense control comporten l'empobriment del sòl que, combinat amb determinades condicions climàtiques, pot arribar a comportar la desertització d'àrees on abans hi havia ecosistemes de gran biodiversitat.

Estudi de la biodiversitat dels organismes del sòl

[EXPERIMENTA]

Objectiu:

Aprendre a separar, observar i classificar els organismes del sòl.

Material:

- Llum de 25 W i portalàmpades.
- Embut.
- Xarxa amb forat de petit diàmetre.
- Recipient cilíndric (tipus proveta).
- Lupa senzilla o lupa binocular.
- Diferents mostres de sòl.
- Alcohol etílic al 70 %.
- Colador.
- Pines.

Procediment:

- Observarem la diversitat de la fauna del sòl i, per aquest motiu, cal que portem mostres de sòls diversos. En sòls humits i rics en matèria orgànica és on podem trobar més quantitat de la petita fauna que habita en aquestes zones.
- Fem tres grups diferents, cadascun amb mostres de sòls diferents, corresponents a un jardí, un bosc i un conreu. Cada grup ha de dur una mostra de sòl d'entre 1 i 2 kg.
- També podem portar mostres d'un mateix tipus de sòl, però obtingut en condicions diferents, per exemple mostres de sòl més superficial i altres d'extretes a més profunditat, de zones més ombrívols o més assolellades, etc.
- Construeix el muntatge que t'indica la figura: agafa un bon tros de terra i embolica'l amb la xarxa, deixa'l sobre l'embut i posa aquest embut sobre el recipient amb alcohol etílic.
- Posa el portalàmpades a uns 10 o 15 cm de la mostra de sòl i deixa-ho així durant unes quantes hores. Les petites bestioles que habiten al sòl acostumen a fugir de la llum, de manera que aniran cap al coll de l'embut i cauran dins del recipient amb alcohol, que

actuarà com a conservant. Si vols, folra també l'interior de l'embut amb cartolina negra perquè atregui encara més la fauna edàfica que volem estudiar.

- Un cop passat el temps necessari, pots colar l'alcohol, per tal d'obtenir i estudiar les mostres.
- Amb l'ajuda d'una taula de classificació o d'una guia i la lupa binocular, intenta diferenciar els diferents organismes que han aparegut.
- Finalment, calcula l'índex de biodiversitat:

$$B = \frac{\text{Nombre total d'espècies}}{\text{Nombre total d'individus}}$$

Qüestions:

- Quin són els índexs de biodiversitat obtinguts per a cada mostra? Compara'ls.
- Observa si hi ha algun grup d'animals que sigui majoritari en cadascuna de les mostres.

