

Risposte alle domande di fine capitolo

CAPITOLO 1

1. e 2. b 3. e 4. d 5. e

6. In campo scientifico si formulano ipotesi su come funziona il mondo e poi si cerca di confutare queste ipotesi attraverso esperimenti. Gli esperimenti devono essere allestiti in modo tale da permettere di individuare eventuali problematiche legate all'ipotesi. Se gli esperimenti non sono in grado di confutare un'ipotesi, allora essi non costituiscono una verifica rigorosa dell'ipotesi.

7. Il DNA presente nei mitocondri e nei cloroplasti indica che questi organuli eucariotici hanno avuto origine da antichi batteri, che sono stati incorporati dalla cellula eucariotica. Poiché gli antenati di questi organuli sono esistiti come organismi indipendenti, essi dispongono di genomi propri.

8. Per definizione gli esperimenti controllati permettono di analizzare numerose variabili in esperimenti attentamente eseguiti, spesso nelle condizioni di laboratorio. Al contrario, gli esperimenti comparativi includono spesso numerose variabili che non possono essere controllate dagli sperimentatori. Essi includono spesso variazioni reali di fattori non controllati, pertanto presentano una maggiore variabilità complessiva.

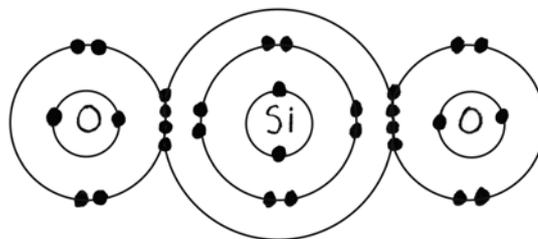
9. Quando due specie condividono particolari cambiamenti nel gene che si sta comparando e questi cambiamenti non sono condivisi da altre specie esaminate, ci si aspetta che le due specie con i cambiamenti in comune siano più strettamente imparentate tra loro che con le altre specie. Confrontando molti di questi cambiamenti in numerosi geni, è possibile raggruppare le specie in base alla loro divergenza evolutiva relativa. Per esempio, noi condividiamo più cambiamenti genici con gli scimpanzé che con i gorilla e possiamo dunque dedurre che l'uomo e gli scimpanzé condividano un comune antenato più recente rispetto a quello condiviso con i gorilla.

10. Il DNA mitocondriale è spesso usato per ripercorrere la storia delle linee materne in una popolazione o specie. In questi casi non si studia il DNA nucleare, poiché questo viene tipicamente ereditato da entrambi i genitori. Questa differenza può essere utile in molte circostanze. Potremmo, per esempio, esaminare un individuo ibrido proveniente dall'incrocio di due specie. La presenza di percentuali equivalenti di DNA nucleare delle due specie di origine potrebbe confermare che l'individuo corrisponde a un ibrido diretto delle due specie. D'altra parte, esaminando il DNA mitocondriale possiamo capire a quale delle due specie parentali apparteneva la madre, quindi per esclusione possiamo determinare la specie di appartenenza del padre.

CAPITOLO 2

1. b 2. d 3. c 4. c 5. a 6. d

7.



8. Per rispondere alla domanda possiamo compilare una semplice tabella:

	Covalente H-H	Legame idrogeno H...O
Elettroni	Condivisi	Rimangono con H e con O
Polarità	Apolare	Polare; + all'estremità H
Forza di legame	Più forte	Più debole

9. C-H: apolare; idrofobico
C=O: polare; O è δ^- ; idrofilico
O-P: polare; O è δ^- ; idrofilico
C-C: apolare; idrofobico

10. Si tratta di un esempio di forze di Van der Waals, che agiscono su brevi distanze e non coinvolgono la polarità.

11. Il corpo umano possiede gli stessi elementi della crosta terrestre, ma in percentuali molto diverse.

CAPITOLO 3

1. e 2. e 3. c 4. a 5. c 6. b

7. Le osservazioni sostengono la risposta "a". La glicina è piccola e apolare. L'acido glutammico e l'arginina sono più grandi e polari (provviste di carica). La serina e l'alanina sono piccole: la proteina conserva la propria forma. Ma la serina è polare (possiede un gruppo -OH come gruppo R) e ciò non influisce sulla struttura della proteina. La valina è più grande e apolare e ciò influisce sulla forma. Il fattore determinante è pertanto la dimensione.

8. Il mannosio e il galattosio possiedono la medesima formula molecolare, $C_6H_{12}O_6$, ma gli atomi sono disposti in maniera differente: confrontate gli atomi di carbonio 2 e 4. Questi zuccheri possiedono un gruppo ossidrilico (-OH) come gruppo funzionale. La polarità rende gli zuccheri facilmente solubili in acqua. Il gruppo -OH può inoltre partecipare al legame dello zucchero con altre molecole mediante reazioni di condensazione (vedi Figure 3.4 e 3.17).

9. Le elevate temperature rompono le interazioni deboli, come i legami idrogeno. Le proteine da shock termico potrebbero stabilizzare la proteina in modo tale che le

interazioni deboli non siano necessarie per conservare la struttura della proteina.

10. La sostituzione della lisina corrisponde a un cambiamento della struttura primaria, che potrebbe influire sulla struttura terziaria se la proteina si ripiegasse a causa di attrazioni elettrostatiche (tra + e -) tra amminoacidi carichi. In questo caso la presenza di un amminoacido con carica negativa (acido aspartico) al posto di uno con carica positiva (lisina) potrebbe impedire il corretto ripiegamento se in questo processo fosse coinvolto un amminoacido con carica negativa (attratto da un amminoacido +) situato in un altro punto della catena polipeptidica. Le stesse forze potrebbero agire sull'interazione tra catene distinte che dà origine alla struttura quaternaria.

11. Vedi Figura 3.10. Il calore scinde i legami idrogeno e altre interazioni deboli che mantengono la forma delle proteine. Anche i legami disolfuro sono importanti ai fini della normale forma proteica. La messa in piega dei capelli e la permanente portano a una parziale denaturazione della cheratina e a una successiva rinaturazione in una nuova forma. Ai fini della vostra indagine potreste determinare la struttura proteica della cheratina dei capelli prima e dopo la rottura dei legami idrogeno e dei legami disolfuro.

CAPITOLO 4

1. c 2. c 3. c 4. c 5. b 6. b

7. La presenza di ossigeno nell'atmosfera crea condizioni ossidanti che impediscono le reazioni di riduzione osservate nell'esperimento di Miller-Urey.

8. Gli oligonucleotidi di RNA possono ripiegarsi poiché si formano legami idrogeno tra le basi di una singola catena e, in misura minore, grazie alle interazioni deboli di attrazione tra basi che si avvicinano una all'altra. Brevi filamenti di circa 20 oligonucleotidi sono sufficienti per produrre RNA caratterizzati da ripiegamenti esclusivi.

9. Le cellule hanno permesso di concentrare e compartimentalizzare le sostanze chimiche coinvolte nelle reazioni necessarie per la vita, ma sono anche caratterizzate da una permeabilità differenziale in grado di cambiare la composizione chimica degli esseri viventi rispetto a quella dell'ambiente.

10. Se i microrganismi potessero sopravvivere al calore, la fase iniziale dell'esperimento di Pasteur potrebbe aver luogo con microrganismi già presenti. Questi si accrescerebbero sia nelle fiasche aperte sia in quelle chiuse. Per ottenere i risultati conseguiti, le fiasche di Pasteur dovevano essere prive di questi microrganismi. Il tipo di esperimento da realizzare in presenza di microrganismi termostabili potrebbe prevedere la loro inattivazione con l'uso di reagenti in grado di demolire le proteine, come il mercaptoetanolo.

11. Un possibile esperimento potrebbe consistere nell'essiccare i campioni dopo l'esperimento di Miller-Urey

(permettendo reazioni di condensazione e fenomeni di polimerizzazione) e nel fornire successivamente energia sotto forma di calore. Questa condizione potrebbe essersi verificata nelle rocce vulcaniche sulla Terra primordiale.

CAPITOLO 5

1. b 2. d 3. e 4. a 5. d 6. b 7. a

8. Quattro membrane: due nel cloroplasto e due nel mitocondrio.

Due membrane: la membrana lisosomale e la membrana plasmatica (attraverso vescicole, visto che le molecole stesse non attraversano le membrane).

Nessuna membrana: i ribosomi non sono avvolti da membrana. Tuttavia, quando i ribosomi sono associati al reticolo endoplasmatico (ER), la risposta esatta è due membrane: la membrana per raggiungere l'interno dell'ER e la membrana per fuoriuscire dall'ER.

9.

	Matrice extracellulare cellula animale	Parete cellula vegetale
Composizione	Fibre di collagene nella matrice di proteoglicani	Fibre di cellulosa nella matrice di polisaccaridi e di proteine
Rigidità	Meno rigida	Più rigida (soprattutto le pareti cellulari secondarie)
Connettività	Alcune proteine e giunzioni specializzate	Plasmodesmi

10. I microtubuli si estendono attraverso i lunghi assoni delle cellule nervose, dove fungono da binario per le vescicole che trasportano sostanze lungo il neurone. Senza i microtubuli il contenuto delle vescicole non può giungere a destinazione con conseguente insorgenza di problemi neurologici.

I microtubuli costituiscono una parte essenziale del fuso mitotico coinvolto nel movimento dei cromosomi durante la divisione cellulare. La depolimerizzazione dei microtubuli può dunque portare alla perdita delle cellule impegnate nella divisione.

11. Per un enzima lisosomale la via seguita sarebbe: ribosoma → interno dell'ER → Golgi → vescicole di Golgi → lisosoma

Per una proteina extracellulare (cellula animale) la via seguita sarebbe: ribosoma → interno dell'ER → Golgi → vescicole di Golgi → membrana plasmatica → ambiente extracellulare

CAPITOLO 6

1. c 2. a 3. d 4. c 5. b 6. e 7. c

8. La pompa di ioni Ca^{2+} richiede la presenza di un doppio strato lipidico che separa i compartimenti, una pompa proteica inserita nella membrana e ATP che fornisce l'energia necessaria per far funzionare la pompa.

9. Le componenti della parete delle diatomee passano dall'apparato di Golgi alla parete cellulare mediante esocitosi.

10. La vita in un ambiente ipotonico (cellule ipertoniche) comporta la tendenza dell'acqua di entrare negli organismi per osmosi e ciò può causare un rigonfiamento delle cellule e una diluizione dei contenuti cellulari. Alcuni organismi risolvono questo problema mettendo in atto una pinocitosi invertita (esocitosi) per rimuovere il liquido in eccesso.

11. Gli esperimenti potrebbero coinvolgere i seguenti punti.

Per misurare la fluidità della membrana si potrebbe marcare una piccola quantità di un lipide o di una proteina con un colorante e permettere alla sostanza di essere incorporata in una membrana cellulare con conseguente formazione di una macchia localizzata di colorante sulla superficie cellulare. Con il tempo si osserverebbe che la regione localizzata diffonde sulla cellula. Nelle cellule cancerose questa diffusione può essere più rapida.

Per misurare l'adesione tra cellule si potrebbero dissociare le cellule di tessuti cancerosi e di tessuti normali. Si potrebbero poi incubare le cellule per un certo periodo di tempo per poi determinare il tasso con cui le cellule polmonari cancerose e quelle normali aderiscono alle cellule di altri tessuti. Rispetto alle cellule normali, le cellule cancerose possono legarsi in misura maggiore ad altre cellule.

CAPITOLO 7

1. d 2. c 3. d 4. a 5. d 6. a 7. d 8. c

9. Cellule diverse possono disporre di molecole bersaglio differenti per il legame con l'AMP ciclico (cAMP) e queste molecole bersaglio possono svolgere diverse attività e avere funzioni differenti. Il legame di cAMP altera la struttura di una molecola bersaglio (per esempio la struttura terziaria di una proteina) e dunque la sua funzione. L'AMP ciclico può pertanto esercitare numerosi effetti differenti.

10. Le caratteristiche della comunicazione diretta sono le seguenti: le dimensioni delle molecole segnale sono limitate dalle dimensioni dei passaggi tra cellule, si tratta di una comunicazione aspecifica e rapida che può implicare un collegamento citoplasmatico tra le cellule.

Le caratteristiche della comunicazione mediata da recettori sono: le molecole segnale possono avere dimensioni maggiori, il tipo di comunicazione è specifica e più lenta e non implica un collegamento citoplasmatico diretto.

La comunicazione diretta è utile ai fini di una comunicazione rapida e coordinata tra molte cellule.

11. Vedi Figura 7.10. Una mutazione del gene *Raf* che attiva la divisione cellulare potrebbe coinvolgere un prodotto proteico che non richiede il legame di Ras per essere attivato. La divisione cellulare avverrebbe senza Ras attivato, eliminando la necessità del legame di fattori di crescita.

Una mutazione del gene *MAP chinasi* stimolerebbe la divisione cellulare se la proteina MAP chinasi che ne deriva non richiede di essere fosforilata da MEK per potersi attivare. Non sarebbe necessaria nessuna cascata di segnalazione per permettere alla proteina mutante di entrare nel nucleo e di stimolare la divisione cellulare.

12. Gli esperimenti potrebbero prevedere l'applicazione di una soluzione contenente l'anticorpo alla porzione superiore del corpo di *Hydra*. L'anticorpo bloccherebbe la diffusione della molecola segnale dalla sommità alla porzione sottostante del corpo e, se l'ipotesi è corretta, permetterebbe la formazione di una gemma nella porzione superiore del corpo. Un esperimento di controllo potrebbe prevedere l'applicazione della stessa soluzione ma priva di anticorpo. In questo caso nella porzione superiore del corpo non si formerebbe una gemma.

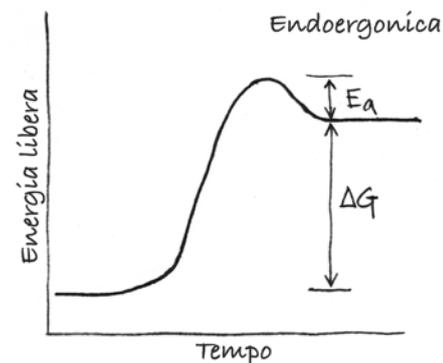
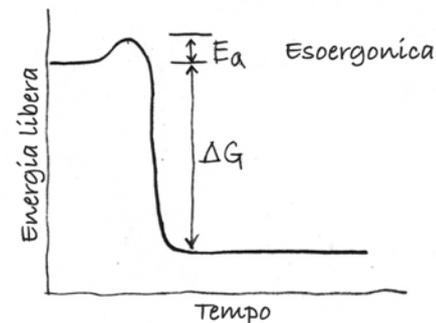
CAPITOLO 8

1. c 2. e 3. c 4. c 5. d 6. d

7. Le reazioni endoergoniche sono accoppiate nel tempo e nello spazio a reazioni esoergoniche, che liberano l'energia necessaria per lo svolgimento delle reazioni endoergoniche.

8. Un enzima citoplasmatico possiede generalmente una struttura globulare con una porzione esterna idrofilica e un sito attivo a cui si lega il substrato. Un canale ionico è di regola caratterizzato da una struttura più lineare, con una regione idrofobica che attraversa la membrana, e non dispone di un sito attivo.

9.



10. (a) La presenza di acqua può impedire a O_2 di raggiungere l'enzima. (b) La bollitura denatura le proteine,

cosicché la polifenolo ossidasi è irreversibilmente alterata e il suo sito attivo viene demolito. (c) Le proteine possiedono un pH ottimale in corrispondenza del quale i gruppi R ionizzati possiedono la carica appropriata per fornire alla proteina la sua struttura terziaria. Un pH pari a 3 potrebbe non essere il pH ottimale per la polifenolo ossidasi, cosicché l'enzima è denaturato e inattivo.

11. Vedi Figura 8.17. Un inibitore competitivo si lega al sito attivo dell'enzima e sposta l'equilibrio verso le molecole enzimatiche in forma attiva.

12. Per determinare se la catalasi esercita la sua funzione attraverso un meccanismo allosterico o non allosterico si realizza un esperimento con varie quantità di substrato e si riporta in un grafico l'attività della catalasi in rapporto alla concentrazione di substrato. Una curva sigmoide indica un meccanismo allosterico, mentre una curva iperbolica indica un enzima non allosterico.

Per determinare se l'inquinante è un inibitore competitivo o non competitivo, lo si aggiunge alla catalasi per abbassare la velocità di reazione e successivamente si aggiungono quantità crescenti di substrato. Un inibitore competitivo verrà rimosso dal sito attivo e la velocità della reazione aumenterà. Un inibitore non competitivo non aumenterà la velocità di reazione in seguito all'aggiunta del substrato. (Esistono esperimenti di cinetica più sofisticati, che sono illustrati nei corsi di biochimica.)

CAPITOLO 9

1. d 2. d 3. e 4. c 5. d 6. a

7. Se il citocromo *c* rimane ridotto ed è dunque incapace di accettare elettroni, la catena di trasporto degli elettroni (catena respiratoria) rimane ridotta e anche NADH e FADH₂ rimangono ridotti. Ciò impedisce le reazioni di ossidazione nel ciclo dell'acido citrico e l'ossidazione del piruvato, cosicché quest'ultimo non può essere convertito in acetil-CoA. Il piruvato viene invece convertito in acido lattico con conseguente rigenerazione di una modesta quantità di NAD, che può essere usato per proseguire la glicolisi. Poiché la catena di trasporto degli elettroni non è funzionante, non vi è alcun gradiente di protoni nei mitocondri e l'ATP non viene prodotto attraverso la fosforilazione ossidativa.

8. Vedi Figura 9.13. Alcuni amminoacidi vengono convertiti in prodotti intermedi della glicolisi. Una volta entrati nella glicolisi, questi composti sono ulteriormente metabolizzati a dare un intermedio glicolitico che può essere convertito in glicerolo. Quest'ultimo viene incorporato nei trigliceridi. La glicolisi e l'ossidazione del piruvato producono acetil-CoA, che viene convertito in acidi grassi, i quali sono incorporati nei lipidi.

Durante la glicolisi il glucosio è convertito in acetil-CoA, che sarà successivamente trasformato in acidi grassi, come descritto sopra.

9. (a) Ossidazione (rimozione di H da C2 e da C3 del succinato)

(b) Esoergonica (poiché si tratta di un'ossidazione)

(c) Richiede il coenzima redox NAD o FAD

(d) Il fumarato viene convertito in altri composti intermedi che rigenerano ossalacetato, l'accettore nel ciclo dell'acido citrico.

(e) Il coenzima ridotto (NADH o FADH₂) viene riossidato nella catena di trasporto degli elettroni.

10. Gli anaerobi utilizzano accettori di elettroni differenti per generare energia, come zolfo, solfato e nitrato. Essi ricorrono inoltre alla fosforilazione a livello del substrato (trasferimento diretto del fosfato all'ADP) per produrre ATP.

11. Il gradiente protonico nell'esperimento descritto in Figura 9.9 veniva generato artificialmente dalla soluzione e non richiedeva un trasporto di elettroni (una catena respiratoria). La presenza di antimicina A non avrebbe dunque alcun effetto sull'esito dell'esperimento.

CAPITOLO 10

1. e 2. b 3. d 4. d 5. d 6. d

7. Al buio il trasporto di elettroni fotosintetico si arresta a livello del fotosistema II → PQ ridotto (plastoquinone). Inizialmente le clorofille dei complessi di captazione della luce rimangono ridotte, cosicché anche le clorofille del centro di reazione rimangono ridotte e pertanto il fotosistema II rimane ridotto.

Al buio il ciclo di Calvin si arresta nella fase di riduzione, che richiede NADH. RuBP non viene rigenerato, cosicché non vi è alcuna attività di rubisco. Le reazioni iniziali sono l'assenza di ossidazione del fotosistema I e l'assenza di riduzione di NADP a NADPH.

8. I due processi possono essere confrontati compilando una tabella come la seguente.

	Trasporto di elettroni ciclico	Trasporto di elettroni non ciclico
Prodotti	ATP	ATP, NADPH, O ₂
Provenienza degli elettroni	Trasporto di elettroni	Trasporto di elettroni (fotosistema I) o acqua (fotosistema II)

9. Vedi Figura 10.18. Gli atomi di carbonio del CO₂ vanno a finire nel 3PG, che viene convertito in piruvato. Il piruvato entra nel ciclo dell'acido citrico dove una parte dei composti intermedi viene convertita in amminoacidi, che saranno incorporati nelle proteine.

Nel ciclo di Calvin una parte di 3PG è convertita in G3P, che può entrare nella glicolisi. Una parte degli intermedi della glicolisi è convertita in amminoacidi, che verranno incorporati nelle proteine.

10. (a) O₂
(b) NADPH
(c) 3PG

11. (a) La via seguita da ¹⁴C è: ¹⁴CO₂ → cellule → fotosintesi → carboidrati → combustione → ¹⁴CO₂. Il rilascio di ¹⁴CO₂ al momento della combustione costituirebbe un'evidenza di fotosintesi (e dunque di vita).

(b) In questo caso: $^{14}\text{CO}_2 \rightarrow$ cellule danneggiate dal calore, assenza di fotosintesi. In presenza di organismi vivi durante l'esperimento (a) verrebbe liberato $^{14}\text{CO}_2$, durante l'esperimento (b) no.

CAPITOLO 11

1. d 2. b 3. d 4. d 5. e 6. d 7. d 8. c

9. Vedi Figura 11.19. Nella profase mitotica, non c'è nessun appaiamento dei cromosomi omologhi e il crossing over è raro. Nella profase meiotica I, le paia di cromosomi omologhi si allineano e il crossing over è comune.

Nell'anafase mitotica, i cromatidi fratelli si separano e ognuno si dirige verso un polo. Nell'anafase meiotica I, i cromatidi fratelli non si separano; le coppie di omologhi si separano, con ogni omologo che si dirige verso un polo.

10. Normalmente, p53 induce l'espressione di p21, che lega la G1/S Cdk e impedisce alla ciclina di attivarla. Senza Cdk attiva, il ciclo cellulare si ferma. Se p53 è mutata in modo che non sia più funzionale, la p21 non è indotta e il complesso ciclina-Cdk si può formare, stimolando il ciclo cellulare alla fase S.

11. I tumori spesso mostrano mutazioni multiple nelle diverse cellule del tumore. Se alcune di queste mutazioni hanno effetto su diverse parti del ciclo cellulare, mirare le cure sulle diverse fasi può essere utile per la terapia.

12. L'esperimento proposto dovrebbe implicare l'isolamento delle cellule meiotiche sincrone nelle antere del giglio e il loro stabilizzarsi in laboratorio. Mentre le cellule procedono nel ciclo cellulare meiotico, possono essere analizzate a diversi stadi per la presenza e l'attività biochimica di varie cicline e Cdk.

CAPITOLO 12

1. e 2. a 3. d 4. d 5. d 6. b 7. b 8. d 9. b

10. $BB \times bb$; $bb \times bb$; $Bb \times bb$; $Bb \times Bb$

11. 1/32

12. (a) Dominante autosomico

(b) $\frac{1}{4}$

13. (a) I maschi (XY) contengono un solo allele e mostreranno solo un colore, il nero ($X^B Y$) o il giallo ($X^b Y$). Le femmine possono essere eterozigoti ($X^B X^b$).

(b) $X^b Y$, giallo.

14. I geni per il colore del corpo (G/g) e per la forma delle ali (A/a) sono associati tra loro; il gene colore degli occhi (R/r) non è associato agli altri due. La distanza tra i geni associati è di 18,5 unità di mappa.

15. Giallo, blu e bianco in rapporto 1:2:1.

16. La F_1 sarà tutta wild type, $PpSwsW$. La F_2 avrà fenotipi con rapporto 9:3:3:1; vedi Figura 12.6 per genotipi analoghi.

17. (a) La F_1 sarà $PpByby$ e avrà colore degli occhi e ali wild type. Il rapporto dei fenotipi nella F_2 sarà 3:1. $PPByBy$ (occhi e ali wild type) verso $ppbyby$ (occhi rosa e ali bollose). (b) La F_1 sarà tutta $PpbyBy$ con occhi e ali wild type; essi produrranno solo due tipi di gameti (Pby e pBy). Combinati con attenzione e osserva il rapporto 1:2:1 che ne deriva nella F_2 : 1 occhi wild type/ali bollose: 2 occhi wild type/ali wild type: 1 occhi rosa/ali wild type.

(c) Rosa-bollose.

(d) Vedi Figure 11.16 e 11.18 (pp. 224-226). Il crossing over è avvenuto nella F_1 .

18. $Rraa$ e $RrAa$.

19. (a) $w^+ > w^e > w$. (b) I genitori sono $w^e w$ e $w^+ Y$. La progenie è $w^+ w^e$, $w^+ w$, $w^e Y$, e $w Y$.

20. (a) BX^a , BY , bX^a , bY . (b) La madre è $bbX^A X^a$, il padre $BbX^a Y$, il figlio $BbX^a Y$, e la figlia $bbX^A X^a$

21. 75 per cento

22. Poiché il gene è portato sul DNA mitocondriale, esso è trasmesso solo dalla madre. Di conseguenza se la femmina non ha la malattia ma suo marito sì, i figli non saranno affetti. Invece, se la donna è malata e suo marito no, tutti i figli avranno la malattia.

23. L'incrocio $RRYY \times rryy$ produce progenie $F_1 RrYy$ (rotondo, giallo). Se i geni per la forma del seme e il colore fossero associati senza nessuna ricombinazione tra loro, anche la F_2 sarà tutta $RrYy$. Una distanza di 10 unità di mappa tra i due geni significa che in media il 10% della F_2 avrà fenotipi ricombinanti, in questo caso semi rotondi verdi (5%) e gialli rugosi (5%).

L'incrocio in Figura 12.19 è $BbVgvg$ (grigio, normale) \times $bbvgvg$ (nero, vestigiale). Se non ci fosse associazione tra i geni, il genitore grigio/normale produrrebbe quattro tipi di gameti: BVg , bVg , Bvg e bvg . Quando questi si combinano con i gameti bvg prodotti dall'altro genitore, ne risulteranno quattro tipi di figli nel rapporto 1:1:1:1: $BbVgvg$ (grigio, normale), $bbVgvg$ (nero, normale), $Bbvgvg$ (grigio, vestigiale) e $bbvgvg$ (nero, vestigiale).

CAPITOLO 13

1. a 2. c 3. b 4. b 5. d 6. c 7. d

8. A 3000 pb al minuto nelle due direzioni, ogni origine si accresce di 6000 pb al minuto. La fase S dura 300 minuti, cosicché le pb possibili per una origine sono $(300 \times 6000) = 1\,800\,000$. Se ci sono 120 milioni di pb da replicare, di conseguenza il numero totale di origini è $120 \text{ milioni} / 1,8 \text{ milioni} = 66$ origini. Se un cromosoma è lungo tipicamente 3 micrometri, sono presenti circa 22 origini per micrometro.

9. La replicazione del DNA aggiunge nuovi nucleotidi all'estremità 3' del DNA. Se non è presente un gruppo -OH, non ci potrà essere la reazione di condensazione e la formazione del legame con il nucleotide successivo, così la replicazione si blocca.

10. Dopo dieci cicli sarà ancora presente del DNA ibrido (circa 1/512esimo) poiché il DNA stampo pesante originale sarà ancora lì. Tuttavia questa piccola quantità potrebbe non essere rilevabile nella centrifuga.

11. Gli esperimenti potrebbero utilizzare il ceppo S di pneumococco e trasformare il ceppo R come in Figura 13.1. Si potrebbero incubare aliquote separate di batteri di ceppo S in ^{32}P o ^{35}S . Si produce un estratto senza cellule del ceppo S. Si incubano le cellule R e si osserva la loro trasformazione verso il fenotipo S. Poi si controlla se nelle cellule trasformate è presente la marcatura di ^{32}P o ^{35}S . Ci si aspetta che solo la marcatura ^{32}P (DNA) entri nelle cellule.

CAPITOLO 14

1. b 2. a 3. d 4. b 5. d 6. d 7. d 8. e

9. Per 192 amminoacidi, il codice genetico a triplette richiede 576 paia di basi di sequenza codificante. Aggiungendo i codoni di start e di stop e il totale sarà 582. Questo segmento è più corto del gene reale per la mancanza dei promotori e dei terminatori delle sequenze di trascrizione, degli introni e delle sequenze di legame per i ribosomi. Tutti questi elementi, eccetto i segnali di trascrizione, sono trascritti nel pre-mRNA. L'mRNA maturo gli introni sono rimossi.

10. Gli errori nella trascrizione possono essere tollerati poiché vengono prodotte molte copie di ogni RNA; se alcuni di essi presentano degli errori, quelli perfetti sono comunque abbastanza per superare ogni problema. Gli errori nella replicazione del DNA sono invece dannosi poiché il DNA si replica una sola volta durante il ciclo cellulare di una cellula.

12. Nell'esperimento della poli-CA, la treonina potrebbe essere ACA o CAC, e l'istidina ACA o CAC. Nell'esperimento della poli-CAA, la treonina potrebbe essere CAA, ACA o AAC. Di conseguenza nel primo esperimento la treonina deve essere ACA e l'istidina CAC.

13. Enzimi: 4 - 2 - 3 - 1 - 5. Composti: C - F - E - D - G - T.

CAPITOLO 15

1. a 2. c 3. b 4. b 5. d 6. b

7. (a) In una mutazione per perdita di funzione, un dato fenotipo non è presente; ad esempio, ci può essere una perdita di attività enzimatica. In una mutazione per acquisizione di funzione, è presente un nuovo fenotipo; ad esempio, una nuova proteina di segnale può essere attiva. (b) In una mutazione missenso, un cambiamento di una singola base determina un cambiamento del codone e quindi un cambiamento di amminoacido nella proteina. In una mutazione nonsense, un singolo cambiamento di base produce un cambiamento del codone verso un codone di stop e quindi si determina una terminazione prematura della proteina.

(c) In una mutazione spontanea, il DNA si modifica come risultato di cambiamenti chimici non provocati da agenti

esterni o da errori nella replicazione. In una mutazione indotta, il DNA si modifica a causa di agenti chimici o fisici esterni.

8. (a) La mutazione che determina la PKU è rara nelle popolazioni umane; la maggior parte delle persone non hanno l'allele dannoso ed è molto più probabile che il padre sia un omozigote normale. Poiché la madre ha la PKU (è omozigote mutante), il feto in via di sviluppo sarà eterozigote.

(b) Alti livelli di fenilalanina causano danni al cervello. Se i livelli di fenilalanina della madre sono troppo alti, il bambino nascerà con problemi cerebrali.

(c) La donna dovrebbe seguire una dieta povera di fenilalanina.

9. Il test per l'allele della fibrosi cistica (CF) può essere fatto per mezzo dell'ibridazione allele-specifica di oligonucleotidi, con sonde per gli alleli normale e CF; vedi Figura 15.18. Oppure si può effettuare il sequenziamento diretto del gene CF. Una persona portatrice sana sarà positiva sia per l'allele sano che per quello mutante.

In una terapia genica, l'allele normale per la CF può essere inserito in un vettore virale che può infettare le cellule dei polmoni e delle vie respiratorie. Successivamente il virus può essere nebulizzato su questi tessuti.

10. L'identificazione precoce di persone con malattie multifattoriali, anche prima che appaiano i sintomi, può permettere di intervenire con terapie atte a prevenire lo sviluppo delle malattie stesse. Tra i problemi etici possiamo elencare i costi elevati, gli eventuali problemi nelle assunzioni e le ricadute sociali di una diagnosi precoce.

11. Un test enzimatico per l'HEXA può rilevare livelli intermedi in persone portatrici. Questo può essere effettuato sulle cellule accessibili (es. sangue), se il gene vi è espresso. Un test del DNA dovrebbe prevedere l'analisi del gene per ibridazione allele-specifica (vedi risposta alla domanda 9). Il vantaggio del test del DNA è che può essere effettuato su qualsiasi cellula del corpo (non solo sulle cellule che esprimono l'enzima).

Lo studio sull'ipotesi del codone di stop dovrebbe prevedere l'isolamento della proteina HEXA da pazienti con la malattia di Tay-Sachs e la dimostrazione che la struttura primaria di questa proteina è più corta di quella della proteina codificata dall'allele normale.

12. (a) La sequenza amminoacidica sarà Leu-Ile-Ser-Ile-Ala. Questa è una mutazione missenso.

(b) La mutazione rimpiazza la prolina con una serina. La prolina è un amminoacido apolare che generalmente fa parte di anse e ripiegature delle proteine; la serina è un amminoacido polare con una catena laterale più piccola. La mutazione avrà buona probabilità di influenzare l'attività enzimatica poiché probabilmente modificherà la struttura proteica.

(c) Vedi pp. 322-324. Questa regione del gene può essere amplificata con la PCR e poi digerita con *EcoRV*. Il DNA mutante verrà tagliato, mentre quello wild type non lo sarà.

CAPITOLO 16

1. b 2. a 3. e 4. b 5. c 6. d

7. Il modo più semplice per rispondere alla domanda è costruire una tabella come la seguente.

	Batteriofago lisogenetico	HIV
Entrata del virus nella cellula	Attacco della proteina virale alla membrana della cellula ospite	Fusione della membrana del virus alla membrana della cellula ospite
Rilascio del virus dall'ospite	Lisi delle cellule dell'ospite	Gemmazione e rilascio esocitotico
Replicazione del genoma virale	DNA polimerasi dell'ospite	Trascrittasi inversa virale seguita dalla RNA polimerasi dell'ospite
Produzione di nuovi virus	Trascrizione dei geni virali da parte dell'ospite e traduzione delle proteine virali mediata dall'ospite	Stesso processo dei batteri lisogeni

8. In un gene procariotico, il promotore è una sequenza di DNA, sono presenti alcuni fattori di trascrizione e una RNA polimerasi. Nel gene eucariotico, il promotore è una sequenza di DNA, sono presenti molti fattori di trascrizione e diverse RNA polimerasi.

9. Ecco la struttura del gene:

E1 – I1 – E2 – I2 – E3 – I3 – E4

(E = esone; I = introne). Assumendo che la trascrizione parta in E1, le possibili proteine saranno composte dagli esoni 1234; 134; 124 e 14.

10. Per mantenere un livello basso e costante di espressione di una proteina repressore, il gene regolatore deve avere un promotore poco efficiente e la sintesi del repressore deve essere costitutiva.

11. Potresti sequenziare i geni rilevanti di cellule del cancro al colon e cercare mutazioni che portano a funzioni aberranti, successivamente isolare le proteine implicate e determinare se le loro funzioni siano di fatto anormali. Per mostrare il silenziamento epigenetico, potresti sequenziare i promotori di un gene e osservare i cambiamenti epigenetici (es. metilazione della citosina, che dovrebbe aumentare se c'è silenziamento trascrizionale). Poi potresti esaminare le cellule tumorali per vedere se le proteine attive ci sono, ma in piccole quantità.

CAPITOLO 17

1. c 2. b 3. e 4. e 5. b 6. b 7. c 8. c 9. a

10. Un gene può produrre diverse proteine per splicing alternativo, cosa che rende molto complesso il proteoma. Inoltre, molte proteine vengono modificate dopo la traduzione, e questo contribuisce a una diversità proteica ancora maggiore. Il metaboloma è altamente variabile da cellula a cellula e nel tempo; è determinato non solo geneticamente ma anche in risposta a condizioni ambientali.

11. Mentre tutte queste piante hanno gli stessi geni 'vitali' di base e per le funzioni di 'pianta' (es. fotosintesi, formazione della parete cellulare, fioritura), esistono alcuni geni (e proteine) che sono specializzati in ogni pianta (es. geni del riso per la crescita sott'acqua, geni per il tempo di fioritura, geni per lo stoccaggio delle proteine nei semi).

12. (a) Estrai del DNA genomico dalle cellule del paziente e lo analizzi per i polimorfismi SNP. Se lo SNP che è correlato al cancro al rene è presente, il paziente ha un'umentata suscettibilità.

(b) Isoli sia le cellule normali sia quelle del cancro al rene. Fai un profilo metabolico delle cellule del cancro al rene e delle cellule renali normali utilizzando analisi chimiche per piccole molecole. Comparando i profili, generi una 'firma' metabolica delle cellule cancerose del rene. Poi esamini il profilo metabolico del tessuto del rene del paziente e lo confronti con la firma molecolare delle cellule del cancro al rene.

(c) Per testare possibili farmaci implicati nel trattamento dei tumori, isoli diversi tipi di cancro (o esamini i tessuti stoccati) e fai un'analisi SNP, correlando la risposta del tumore al farmaco con il polimorfismo SNP. Poi isoli alcune delle cellule tumorali del paziente ed esamini il DNA per le SNPs che sono correlate alla risposta al farmaco. Utilizzerai il farmaco che il genoma del paziente indica avere l'effetto maggiore.

CAPITOLO 18

1. b 2. c 3. e 4. a 5. e 6. d 7. b 8. c

9. Sia la PCR che il clonaggio partono da una sequenza genica. Nella PCR, la sequenza è amplificata in una provetta. Nel clonaggio, la sequenza è amplificata da un organismo (tipicamente un batterio). Nella PCR, l'amplificazione si ottiene sintetizzando dei primer che legano le due estremità opposte di una sequenza di DNA target e aggiungendo nucleotidi e la DNA polimerasi. Il DNA a doppia elica viene poi denaturato. Il processo viene ripetuto da 20 a 40 volte.

Nel clonaggio, il DNA target è inserito tramite restrizione e ligasi in un vettore, il quale ha un'origine della replicazione che funzionerà in un organismo in cui avverrà l'amplificazione. Il vettore viene aggiunto alle cellule ospite, che vengono coltivate e fatte dividere molte volte, amplificando così il DNA target insieme al cromosoma dell'ospite. Il vettore viene poi rimosso dalle cellule ospite e tagliato con un enzima di restrizione, rilasciando così il DNA target clonato e amplificato.

La PCR è molto più semplice e veloce, ma può produrre artefatti quando vengono amplificati frammenti di DNA non appropriati; inoltre la DNA polimerasi può introdurre errori di sequenza. Il clonaggio produce DNA più corretto, ma necessita di culture cellulari e lunghi passaggi di purificazione del DNA. Vedi Figura 18.12. Una tabella può aiutare a rispondere alla domanda.

	Convenzionale	DNA ricombinante
Fonte di nuovi geni	Altre piante conspecifiche	Ogni organismo o DNA sintetico
Numero di geni trasferiti	Spesso molti	Uno
Tempo necessario	Almeno una stagione di crescita, spesso molte	Settimane

10. (a) Il gene target dovrebbe essere inserito in un vettore d'espressione con un promotore tale che il gene possa essere espresso nel seme in via di sviluppo. Il vettore dovrebbe poi essere aggiunto a cellule in coltura di grano, e infine dovrebbero essere selezionate le cellule che portano il vettore (il vettore può contenere un gene reporter per la resistenza a un antibiotico). Le cellule possono essere poi indotte a formare piantine di grano, che infine saranno trasferite in campo e i loro semi esaminati per la presenza della nuova proteina.

(b) Il gene target può essere inserito in un vettore di espressione di pecora contenente il promotore della lattoglobulina, in modo che il gene possa essere espresso nelle ghiandole mammarie. Il vettore ricombinante verrebbe poi inserito nelle cellule uovo di una pecora. Dopo che è cresciuta la progenie della femmina, il latte può essere testato per la presenza dell'enzima umano.

11. Le preoccupazioni pubbliche includono l'interferenza artificiale con la natura, la sicurezza di questi cibi per il consumo umano e i pericoli ambientali nel caso in cui altre piante, non ospiti, ricevessero i geni ricombinanti.

CAPITOLO 19

1. c 2. b 3. a 4. e 5. a 6. b 7. c

8. (a) Tutti i precursori dei neuroni possono andare incontro ad apoptosi e non si formerebbe alcun neurone.

(b) Il gene *p21* verrebbe inattivato e il ciclo cellulare sarebbe bloccato; in presenza di altri fattori, si formerebbero cellule muscolari.

(c) Non ci sarebbe alcun gradiente della proteina nell'arto in via di sviluppo e di conseguenza nessun differenziamento delle dita, tutte diventerebbero dita della mano.

(d) Si formerebbe un gradiente della proteina hunchback e non ci sarebbe nessuna determinazione dell'estremità posteriore nel moscerino della frutta in sviluppo.

10. Una mutazione che causa l'espressione dei geni della classe A invece che i geni della classe C. Questo produrrebbe una combinazione AB invece che AC, e si svilupperebbero petali invece che stami.

11. I meccanismi possono includere un'inibizione del ciclo cellulare come risultato del blocco della CdK, un'induzione della trascrizione di certi geni e una segregazione citoplasmatica, cosicché quando la cellula si divide, solo una cellula figlia otterrà un fattore importante nella determinazione.

12. Si potrebbe analizzare l'mRNA in cellule uovo, nelle cellule differenziate del genitore e in cellule riprogram-

mate. Questo si può fare con la trascrittasi inversa e la PCR, o con array di espressione genica.

CAPITOLO 20

1. c 2. a 3. a 4. c 5. c

6. Se l'espressione di Gremlin è stata bloccata, questa proteina non può inibire il segnale di BMP4. Le cellule nelle membrane delle zampe andranno incontro ad apoptosi e l'anatra nascerà con zampe non palmate.

7. Mi aspetto che tutti gli schiusi a qualsiasi temperatura diventino maschi. L'aromatasi è necessaria per convertire il testosterone in estrogeno, che a sua volta è necessario per lo sviluppo femminile.

8. La coespressione di *Hoxc6* e *Hoxc8* sembra essere importante nello sviluppo delle vertebre toraciche (le vertebre con costole). Questa regione è corta nei topi, essi infatti hanno solo un piccolo numero di vertebre toraciche, e di conseguenza un corpo corto. Nell'embrione dei serpenti, la co-espressione di *Hoxc6* e *Hoxc8* per una maggiore lunghezza produce un numero molto più elevato di vertebre toraciche, e di conseguenza un corpo molto più allungato.

9. I risultati supportano la conclusione che livelli più alti di BMP4 producono un diametro più largo della cartilagine nei becchi dei polli in via di sviluppo.

10. Le osservazioni concordano con l'ipotesi che in alcune popolazioni umane ci sia stata una selezione per mutazioni dell'enhancer che controlla l'espressione della glicoproteina nei globuli rossi. Ci si può aspettare che questo cambiamento genetico fornisca un vantaggio selettivo alle popolazioni umane che sono esposte alla malaria ad alti livelli, poiché la mutazione conferisce una maggiore resistenza alla malaria nelle persone portatrici.

CAPITOLO 21

1. d 2. d 3. d 4. e 5. b

6. L'uomo seleziona i caratteri delle popolazioni domestiche di animali e di piante in base al suo interesse per il carattere in questione e non in base al modo in cui il carattere influisce sul naturale tasso riproduttivo o sulla sopravvivenza degli organismi. Molti dei caratteri selezionati artificialmente dall'uomo non sarebbero vantaggiosi nelle popolazioni selvatiche. Per esempio, l'uomo ha selezionato numerose razze di bestiame per l'elevata percentuale di grasso corporeo e per l'elevato peso corporeo. Questi caratteri comportano la nascita di vitelli di elevate dimensioni, che possono provocare difficoltà durante il parto. Gli allevatori devono spesso assistere la nascita di questi vitelli e in assenza di questo tipo di assistenza i vitelli (e spesso anche le madri) morirebbero. In una popolazione naturale la selezione favorirebbe vitelli di dimensioni più modeste e con un peso corporeo inferiore al momento della nascita, con conseguente aumento del successo riproduttivo e della sopravvivenza.

7. I comportamenti possono rispondere a stimoli ambientali che costituiscono previsioni affidabili di condizioni future e questi comportamenti possono essere selezionati quando si trovano sotto controllo genetico. La lunghezza del giorno, per esempio, diminuisce con l'approssimarsi dell'inverno cosicché singoli mammiferi hanno un vantaggio di sopravvivenza quando rispondono all'accorciamento del giorno andando in ibernazione. In questo caso lo stimolo ambientale (la lunghezza del giorno) preannuncia future condizioni ambientali (il freddo invernale).

8. La selezione naturale non può agire in assenza di un effetto sul tasso riproduttivo effettivo di un organismo. Malattie come il morbo di Alzheimer si manifestano di regola molti anni dopo la fine del periodo riproduttivo. Dato che questa malattia non influisce sulla probabilità relativa di sopravvivenza dei discendenti delle persone affette (per esempio in seguito a ridotte cure parentali), non ci possiamo aspettare una riduzione del morbo di Alzheimer nella popolazione umana a opera della selezione naturale.

9. (a) Frequenza dell'allele a : 0,60; frequenza dell'allele A : 0,40.

(b) Frequenza del genotipo aa : 0,40; del genotipo Aa : 0,40; del genotipo AA : 0,20.

(c) Frequenza attesa del genotipo aa : 0,36; del genotipo Aa : 0,48; del genotipo AA : 0,16.

(d) Poiché gli assunti dell'equilibrio di Hardy-Weinberg sono molto restrittivi, ci si aspetta una certa deviazione dalle frequenze attese. Infatti, le limitate dimensioni della popolazione, la presenza di mutazioni, i fenomeni di immigrazione e di emigrazione di individui, il flusso genico dovuto ad accoppiamenti con individui di popolazioni adiacenti, l'accoppiamento non casuale all'interno della popolazione o la selezione nella popolazione costituiscono tutti fenomeni che potrebbero deviare le frequenze effettive da quelle attese secondo il principio di Hardy-Weinberg.

10. È molto improbabile che gli incroci fra topi neri e bianchi siano casuali. La popolazione mista è molto lontana da quanto ci si aspetta in base all'equilibrio di Hardy-Weinberg, con un numero di individui eterozigoti (Aa) assai inferiore alle aspettative. La frequenza molto maggiore dell'allele a tra i topi neri e dell'allele A tra i topi bianchi suggerisce che i topi neri e quelli bianchi si accoppino preferibilmente con individui dello stesso colore e che si verifichi soltanto un numero limitato di accoppiamenti tra topi bianchi e neri. Un'altra possibilità è che la popolazione sia in realtà formata da due sottopopolazioni (una costituita prevalentemente da topi neri, l'altra sostanzialmente da topi bianchi) che nell'area considerata si sono avvicinate l'una all'altra soltanto di recente. Queste due ipotesi possono essere verificate seguendo i topi per un'altra generazione. Se a questo punto gli accoppiamenti risultano casuali, ci aspetteremo che dopo una generazione le frequenze genotipiche siano simili alle aspettative secondo l'equilibrio di Hardy-Weinberg.

CAPITOLO 22

1. e 2. a 3. e 4. a 5. e 6. d

7. Attualmente la classificazione non è monofiletica. Spostando la specie 4 dal genere B al genere A, entrambi i generi potrebbero essere monofiletici; la monofilia potrebbe inoltre essere ottenuta se tutte le specie venissero incluse in uno stesso genere.

8. I fossili possono fornirci evidenze dirette dei caratteri presenti nelle linee estinte. Per esempio, tutti gli uccelli attuali sono privi di denti. Possiamo allora chiederci se la mancanza di denti sia una condizione ancestrale oppure derivata. Esaminando specie estinte di teropodi (il gruppo più grande di dinosauri che include gli uccelli attuali) notiamo che queste disponevano di denti. Sappiamo pertanto che negli uccelli attuali la mancanza di denti è una condizione derivata.

9. Il tasso medio stimato di cambiamento è di 0,9 cambi di amminoacidi/500 milioni di anni oppure 0,0018 cambi di amminoacidi/milione di anni. Esprimendo questo valore come percentuale piuttosto che come proporzione, potremmo dire che (in media) nell'arco di un milione di anni lo 0,18% di sequenze amminoacidiche è soggetto a cambiamenti.

10. Il virus del Nilo occidentale presente negli Stati Uniti sembra essere più strettamente imparentato con un ceppo di virus isolato in Israele. È ragionevole ipotizzare che il virus abbia avuto origine in Africa negli anni Trenta del ventesimo secolo e che si sia successivamente spostato in Asia e in Europa, probabilmente in tempi diversi. Infine, al termine degli anni Novanta un ceppo del virus israeliano sembra essere stato trasportato a New York, forse insieme a zanzare presenti su un aereo o su una nave merci. Una volta giunto negli Stati Uniti, il virus si è diffuso rapidamente nelle popolazioni di uccelli nativi di tutto il Nord America.

CAPITOLO 23

1. e 2. c 3. a 4. e

5. Se l'unica differenza tra le linee divergenti si trova in corrispondenza di un singolo locus allora entrambi i nuovi alleli devono essere funzionali quando interagiscono con i prodotti di altri loci genici (in entrambe le linee). Ci si aspetta che ogni incompatibilità genetica tra loci basata su questi nuovi alleli influisca anche sulle linee parentali. Inoltre, il numero di possibili incompatibilità è assai maggiore tra loci genici differenti che all'interno di un singolo locus. Invece di due cambiamenti deleteri in corrispondenza dello stesso locus (uno in ciascuna linea), nel modello di Dobzhansky-Muller sono possibili cambiamenti neutri in corrispondenza di qualsiasi coppia di loci i cui prodotti interagiscono. L'incompatibilità genetica si basa sull'interazione negativa tra questi prodotti nell'ibrido delle due linee.

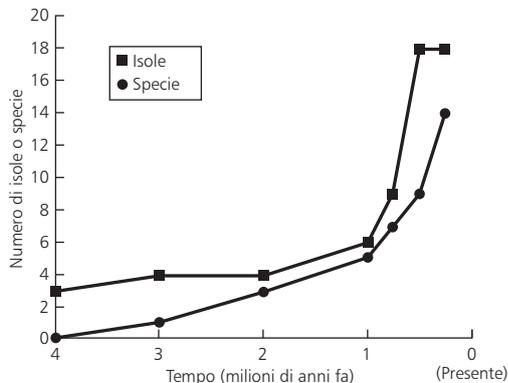
6. Se due diverse fusioni di cromosomi hanno luogo in due linee differenti allora negli ibridi i cromosomi che ne derivano non possono appaiarsi normalmente durante la meiosi. Se cercate di rappresentare graficamente la meiosi nell'ibrido che deriva dall'incrocio delle linee divergenti illustrate in Figura 23.4, vedrete che gli appaiamenti degli omologhi richiedono porzioni di cromosomi differenti per potersi allineare l'uno con l'altro. Questi cromosomi verranno poi tirati in due direzioni diverse quando la cellula si divide durante la meiosi I, impedendo alla cellula di dividersi o portando a una distribuzione ineguale delle braccia cromosomiche nelle due cellule figlie. La produzione di cellule normali caratterizzate da una distribuzione equivalente di braccia cromosomiche sarà limitata, cosicché gli ibridi produrranno, semmai, pochi gameti normali.

7. Una spiegazione probabile è che gli alleli incompatibili non si sono ancora fissati nei vari ceppi, cosicché soltanto alcune combinazioni di incroci comportano l'incompatibilità genetica.

8. Le specie originatesi per speciazione allopatrica vivono inizialmente in areali separati, sebbene di regola adiacenti (vedi Figura 23.6). Pertanto ci aspetteremo che molte specie strettamente imparentate manifestino questo tipo di distribuzione geografica. Gli areali delle specie molto mobili hanno maggiore probabilità di cambiare nel tempo, cosicché la distribuzione geografica dovrebbe variare meno nelle specie sostanzialmente sedentarie.

9. Esistono numerosi tipi di esperimenti che possono fornire evidenze al riguardo. Di seguito trovate un esempio che permette di esaminare l'effetto della posizione dei fiori sull'attrazione dell'impollinatore: prendete una specie di pianta a fiore e dividete i fiori in due gruppi. Posizionate ogni fiore in modo tale da essere eretto o pendente e poi registrate il numero e il tipo di impollinatori che sono attratti dai fiori di ciascun tipo. Verificate se le differenze osservate tra i due gruppi di fiori sono statisticamente significative.

10. (a)



(b) Sì, perché la curva per il numero di specie è sfasata rispetto alla curva che rappresenta il numero di isole presenti, ma le due curve mostrano cambiamenti di pendenza molto simili durante tutto l'arco temporale preso in

considerazione. Quando nascono nuove isole, si generano anche nuove possibilità di speciazione. In ogni momento, il numero di specie è sempre appena inferiore al numero di isole distinte.

(c) Attualmente l'arcipelago comprende 18 isole e soltanto 14 specie di fringuelli. Ciò suggerisce che vi siano ancora opportunità per ulteriori eventi di speciazione dovuti all'isolamento geografico. In base al grafico elaborato in (a), ci si aspetta che le popolazioni di specie presenti su due o più isole divergano nel tempo fino a dare origine a specie distinte. Per verificare quest'ipotesi, potreste raccogliere campioni di ogni popolazione ed esaminare la divergenza genetica tra i campioni. Divergenze genetiche significative tra le popolazioni presenti su isole differenti suggeriscono che la distanza tra le isole costituisca una barriera significativa al flusso genico, cosicché vi aspettereste che le popolazioni divergano nel tempo in specie distinte.

CAPITOLO 24

1. a 2. a 3. a 4. e 5. b 6. e

7. Gli orologi molecolari sono particolarmente accurati quando vengono usati all'interno di un gruppo di organismi caratterizzati da tempi di generazione e da dimensioni di popolazione simili. La dimensione delle popolazioni influisce poco quando tutti i cambiamenti o la maggior parte di essi sono neutri, mentre influisce sui tassi di cambiamento dei cambiamenti deleteri e benefici. È inoltre importante confrontare geni e proteine omologhi, poiché è probabile che i tassi evolutivi dei diversi geni siano soggetti a elevata variabilità. Quando gli orologi molecolari sono usati per comparare specie caratterizzate da tempi di generazione molto differenti, è necessario tener conto dei diversi tempi di generazione.

8. Nell'esperimento illustrato in Figura 24.14 nuove mutazioni sono introdotte attraverso gli errori che si verificano durante l'amplificazione della PCR. In altre parole, il tasso di mutazione è una funzione del tasso di errore della DNA polimerasi. Usando una DNA polimerasi differente, con un tasso di errore maggiore, si aumenta il tasso di mutazione complessivo dell'esperimento. Un'altra possibilità è costituita dall'aggiunta di un mutagene durante la tappa di amplificazione della PCR, anch'esso potrebbe incrementare il tasso di mutazione dell'esperimento. Ci si aspetta che ogni processo che aumenti il tasso di mutazione aumenti anche la variabilità genetica presente nel pool di molecole prima del ciclo successivo di selezione.

9. Questa questione può essere indagata sequenziando e confrontando i geni per le opsine nei gamberi che vivono in superficie (provvisi di occhi) e nei gamberi confinati in habitat sotterranei (privi di occhi). Qualora i geni nelle specie prive di occhi non si trovassero più sotto un qualche tipo di selezione, vi aspettereste di osservare in questi geni tassi simili di sostituzioni sinonime e non sinonime. Se vi fosse stata una forte selezione per una nuova funzio-

ne (diversa dalla visione), vi aspettereste di trovare un tasso maggiore di sostituzioni non sinonime rispetto a quelle sinonime (indicando una selezione positiva). Questi tassi possono essere confrontati con quelli osservati nelle specie che vivono in superficie (dotate di occhi). In queste ultime vi aspettereste di trovare un tasso maggiore di sostituzioni sinonime rispetto a quelle non sinonime, come accade in caso di selezione purificante.

10. (a) I codoni 12, 15 e 61 si stanno probabilmente evolvendo per selezione positiva, poiché ognuno di questi tre codoni è stato soggetto a un tasso più alto di sostituzioni non sinonime (che dà origine a sostituzioni di amminoacidi) rispetto al tasso di sostituzioni sinonime.

(b) I codoni 80, 137, 156 e 226 si stanno probabilmente evolvendo in condizioni di selezione purificante, poiché la maggior parte dei cambiamenti a livello di questi codoni corrisponde a sostituzioni sinonime, che non portano alla sostituzione di amminoacidi. Indubbiamente si verificano sostituzioni che portano a cambiamenti di amminoacidi (sostituzioni non sinonime), ma generalmente queste sono soggette a una selezione contraria nella popolazione. Il codone 165 è stato soggetto a un numero equivalente di sostituzioni sinonime e non sinonime. Tuttavia, poiché il numero di possibili sostituzioni non sinonime è approssimativamente 3 volte superiore a quello delle sostituzioni sinonime, il numero di sostituzioni sinonime è lievemente più alto di quanto ci si aspetterebbe se i tassi di ogni tipo di sostituzione fossero equivalenti. Il codone 165 potrebbe evolvere in condizioni di una lieve selezione purificante; tra i codoni riportati in tabella, si tratta di quello più vicino al neutro.

CAPITOLO 25

1. b 2. c 3. a 4. c 5. b 6. c

7. Esistono numerose possibili risposte, ma quattro esempi comuni riguardano lo studio della storia dell'atmosfera della Terra attraverso l'esame della composizione chimica delle rocce, lo studio dei climi nel tempo esaminando gli anelli annuali dei tronchi d'albero, lo studio della deriva dei continenti esaminando i reperti geologici e lo studio delle origini dell'universo (dal Big Bang) esaminando la velocità con cui le galassie si stanno allontanando le une dalle altre.

8. La datazione relativa fornisce un ordine con cui si sono svolti gli eventi; consente di stabilire che l'evento 1 si è svolto prima dell'evento 2. Al contrario, la datazione assoluta permette di stimare il periodo in cui si sono svolti questi eventi. Non è importante sapere soltanto che l'evento 1 si sia svolto prima dell'evento 2, ma anche quale lasso di tempo ha separato i due eventi.

9. Gli organismi pluricellulari necessitano di concentrazioni maggiori di ossigeno e i livelli di ossigeno sono aumentati durante tutto il Precambriano. Alla fine del Precambriano i livelli di ossigeno nell'atmosfera erano sufficientemente alti da consentire la vita di una varietà di organismi pluricellulari. Inoltre, la fine dell'estesa gla-

ciazione (il periodo della cosiddetta "snowball Earth", "Terra a palla di neve") che ha avuto luogo alla fine del Precambriano ha probabilmente permesso agli organismi pluricellulari di prosperare.

10. Esistono numerosi possibili esperimenti da realizzare. Potreste per esempio esaminare gli effetti dei cambiamenti della concentrazione di ossigeno su altre specie (diverse dagli insetti dotati di capacità di volo come la *Drosophila* usata nell'esperimento descritto). Un organismo ideale da studiare sarebbe caratterizzato da un tempo di generazione breve (in modo tale da poter seguire molte generazioni nel corso dell'esperimento) e facilmente allevabile in laboratorio. Potreste, per esempio, allevare il pesciolino delle Barbados (*guppy*) in condizioni di concentrazioni di ossigeno elevate e ridotte e valutare l'evoluzione delle dimensioni della vescica natatoria (una sede di assunzione dell'ossigeno) come risposta ai cambiamenti di ossigeno nell'atmosfera.

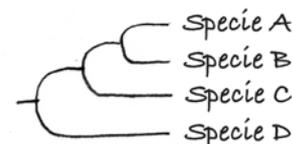
CAPITOLO 26

1. e 2. c 3. e 4. b 5. b 6. d

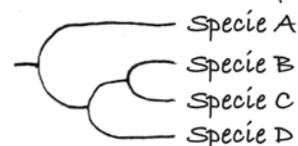
7. I geni dell'RNA ribosomale sono presenti in tutti gli organismi, evolvono lentamente e possono dunque essere confrontati anche in specie non strettamente imparentate. Questi geni sono presenti in copie multiple e potevano dunque essere isolati e sequenziati piuttosto facilmente anche agli inizi dell'era del sequenziamento genico. Inoltre, poiché questi geni sono necessari per la sintesi proteica e visto che sono presenti in tutte le specie cellulari, la possibilità di trasferimento genico orizzontale risulta fortemente ridotta. Al contrario, nella storia dei procarioti si sono evoluti ripetutamente diversi tipi di metabolismo, cosicché specie caratterizzate da tipi simili di metabolismo potrebbero non essere strettamente imparentate. La struttura cellulare è utile per identificare alcuni gruppi principali di procarioti (per esempio Gram-positivi e Gram-negativi), ma nella gran parte delle specie le differenze sono troppo poche per poter essere usate ai fini della classificazione.

8. Un gene trasferito lateralmente non rappresenta una discendenza da un comune antenato e dunque non riflette un vero rapporto evolutivo.

Albero atteso sulla base del gene X:



Albero atteso sulla base del consenso fra i geni non interessati dal trasferimento:



9. La maggior parte dei biologi, sebbene non tutti, considera i virus organismi viventi. I virus dispongono di un proprio genoma e sono composti di proteine in maniera molto simile a quanto si osserva negli organismi cellulari. I virus si sono evoluti da altre specie viventi e fanno palesemente parte della vita. Tuttavia, i virus non sono costituiti da cellule e dipendono da cellule ospiti per poter svolgere molti dei propri processi biologici. Per questi motivi alcuni biologi considerano i virus componenti abiotiche dei rispettivi ospiti cellulari piuttosto che organismi viventi distinti.

10. Esistono numerose possibili risposte, ma un approccio largamente usato per individuare nuove forme di vita (in qualsiasi ambiente, inclusi quelli con elevate temperature) prevede di isolare e amplificare direttamente le sequenze geniche conservate. I geni dell'RNA ribosomale vengono spesso usati a questo proposito, poiché evolvono molto lentamente e sono necessari per la sintesi proteica. Il DNA potrebbe essere estratto da ambienti caratterizzati da alte temperature e qualsiasi gene di DNA ribosomale presente potrebbe essere amplificato e sequenziato. Le sequenze potrebbero essere successivamente comparate con i geni di RNA ribosomale di altre specie note di procarioti per classificare gli organismi che vivono in ambienti estremi.

CAPITOLO 27

1. e 2. c 3. e

4. (a) I foraminiferi possiedono conchiglie esterne di carbonato di calcio, mentre i radiolari sono caratterizzati da lunghi pseudopodi rigidi e da simmetria radiale. Sia i gusci esterni dei foraminiferi sia lo scheletro interno dei radiolari costituiscono importanti componenti dei sedimenti oceanici e delle rocce sedimentarie.

(b) I ciliati sono rivestiti di numerose ciglia simili a peli, mentre i dinoflagellati sviluppano generalmente due flagelli (uno in un solco equatoriale, l'altro in un solco longitudinale). Sia i ciliati sia i dinoflagellati dispongono di sacchi, detti alveoli, situati appena al di sotto della membrana plasmatica, un carattere che li identifica come alveolati.

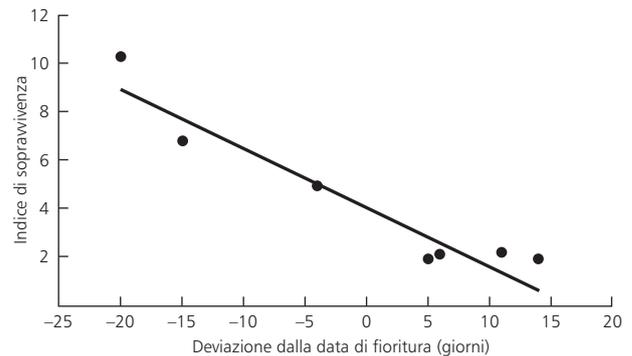
(c) Le diatomee sono unicellulari e tipicamente formate da due valve inserite l'una nell'altra (come due capsule di Petri). Le alghe brune sono organismi pluricellulari di elevate dimensioni, costituiti da elementi ramificati o da strutture fogliari. Sia le diatomee sia le alghe brune sono organismi fotosintetici.

(d) L'unità vegetativa di una muffa mucillaginosa plasmoidale è il plasmodio: una massa citoplasmatica priva di pareti che ospita numerosi nuclei. L'unità vegetativa delle muffe mucillaginose cellulari corrisponde a singole cellule ameboidi distinte. In caso di condizioni ambientali sfavorevoli, le unità vegetative di entrambi i gruppi si uniscono a formare strutture fruttifere.

5. L'indipendenza tra sessualità e riproduzione nei ciliati suggerisce che la sessualità svolga funzioni distinte dalla

riproduzione. La sessualità è importante ai fini della ricombinazione genica, la quale, a sua volta, è importante per vari motivi. La sessualità permette alle popolazioni di non accumulare alleli deleteri e consente la formazione di nuove combinazioni di alleli benefici. Pertanto persino gli organismi che si riproducono per via asessuata dispongono generalmente di alcuni meccanismi che permettono loro di realizzare la ricombinazione sessuata dei genomi.

6.



Usando la formula per un coefficiente di correlazione illustrata in Appendice B, $r = -0,948$.

7. I risultati mostrano che le date precoci di fioritura erano associate a indici più alti di sopravvivenza. La relazione tra queste due variabili è molto forte e sostanzialmente lineare, dando origine a un coefficiente di correlazione di $r = -0,948$. Come accennato nella domanda, le larve di merluzzo dipendono da queste fioriture sia per trovare riparo dai predatori sia come fonte trofica. Un'ipotesi ragionevole è che per le larve di merluzzo le fioriture precoci forniscono un riparo conveniente e una quantità maggiore di cibo, cosicché la loro sopravvivenza è più alta nelle annate in cui le fioriture di fitoplancton hanno luogo prima. Un'altra ipotesi (che non esclude la precedente) è che le fioriture precoci recano beneficio ad altre specie di cui si nutrono le larve di merluzzo o che i potenziali predatori di merluzzo si nutrono del fitoplancton piuttosto che di merluzzo.

8. I tre geni di rRNA del mais non sono ognuno il parente più prossimo dell'altro perché i genomi nucleare, mitocondriale e plastidiale possiedono origini differenti e i rapporti illustrati nell'albero genico ripercorrono gli eventi endosimbiontici che hanno dato origine ai mitocondri e ai cloroplasti.

9. Il gene rRNA mitocondriale del mais è più strettamente imparentato con il gene rRNA di *E. coli* che con i geni nucleari per l'rRNA di altri eucarioti perché i mitocondri derivano da un'endosimbiosi con un protobatterio. In modo simile, il gene rRNA plastidico del mais è più strettamente imparentato con il gene rRNA di *Chlorobium* che con il gene rRNA nucleare di mais perché i cloroplasti derivano da un evento endosimbiontico con un cianobatterio.

10. Ci si aspetta che i geni per gli rRNA mitocondriali dell'uomo e del lievito siano raggruppati nell'albero in prossimità del gene per l'rRNA mitocondriale di mais,

poiché tutti questi geni derivano dallo stesso evento endosimbiontico (l'origine dei mitocondri). I geni per gli rRNA mitocondriali dell'uomo e del lievito sono più strettamente imparentati tra loro di quanto ognuno di essi sia imparentato con il gene per l'rRNA mitocondriale di mais perché i funghi e gli animali sono più strettamente imparentati tra loro di quanto lo siano con le piante (come si evince dai rapporti tra i geni per l'rRNA nucleare).

CAPITOLO 28

1. c 2. e 3. b 4. b 5. d

6. I microfilli sono di regola piccoli e possiedono tipicamente un singolo fascio vascolare. Al contrario, i megafilli sono più grandi e sviluppano tipicamente nervature ramificate. I microfilli potrebbero essersi originati da sporangi sterili, mentre i megafilli potrebbero derivare da fusti ramificati appiattiti, tra i quali si è sviluppato tessuto fotosintetico. Tra le piante attuali i microfilli si trovano nelle licofite, mentre i megafilli sono caratteristici delle eufillofite (come felci e piante a seme).

7. Un vantaggio dell'eterosporia è che questa permette un livello maggiore di *outcrossing* dato che esistono gametofiti femminili e maschili distinti.

8. Sia i muschi sia le felci sono piante omoisporie e in entrambe si osserva l'alternanza tra generazione sporofitica diploide e generazione gametofitica aploide. Tuttavia, nel ciclo biologico dei muschi la generazione dominante che raggiunge elevate dimensioni è rappresentata dal gametofito, mentre nel ciclo biologico delle felci la generazione dominante e di elevate dimensioni è lo sporofito. Lo sporofito di un muschio dipende completamente dal gametofito, mentre nelle felci lo sporofito si rende indipendente dal gametofito.

9. Sì. L'eterosporia costituisce un esempio di carattere che sembra essersi evoluto ripetutamente in diversi gruppi di piante vascolari.

10. Si potrebbero esaminare le dimensioni delle foglie come funzione dell'ambiente termico in specie strettamente imparentate di piante attuali. Potremmo aspettarci che lo sviluppo di foglie grandi sia limitato nei climi caldi e aridi, mentre sarebbe favorito nei climi più freddi e umidi.

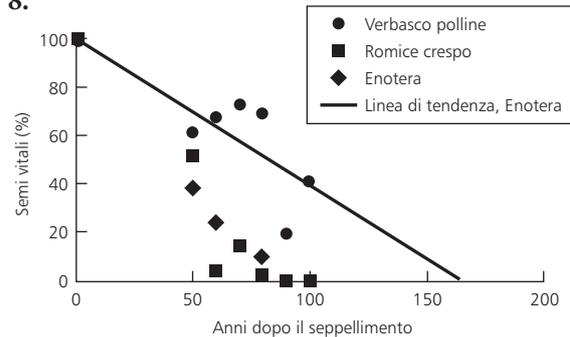
CAPITOLO 29

1. d 2. a 3. d 4. a 5. a

6. Per poter essere funzionale come organo riproduttivo, un fiore deve disporre almeno di un carpello o di uno stame. I petali sono prevalentemente adibiti ad attrarre gli animali impollinatori e possono pertanto essere facilmente persi nelle specie anemofile. La funzione principale dei sepali riguarda la protezione delle gemme; essi possono pertanto essere persi nelle specie che sviluppano fiori semplificati.

7. I reperti fossili non costituiscono una testimonianza continua della vita sulla Terra. Le prime angiosperme potrebbero aver avuto una distribuzione limitata o potrebbero essere vissute in ambienti incompatibili con il processo di fossilizzazione. È probabile che le prime angiosperme non siano state molto abbondanti o diffuse. Esse hanno presumibilmente subito una rapida radiazione durante il Cretaceo, quando sono diventate comuni nei reperti fossili.

8.



9. Un possibile approccio a questo problema è calcolare una retta di tendenza per la sopravvivenza dei semi di enotera (*Verbascum blattaria*) supponendo una regressione lineare (vedi Appendice B) e poi proiettandola in avanti nel tempo fino al punto in cui la retta interseca la percentuale di sopravvivenza pari a zero. L'equazione di regressione che ne deriva è $y = 102,09 - 0,62x$. Il grafico disegnato per l'esercizio precedente illustra quest'approccio e prevede che gli ultimi semi di *Verbascum blattaria* germineranno approssimativamente nell'anno 165 dell'esperimento (ponendo $y = 0$ e risolvendo per x l'equazione di regressione; il risultato è $x = 164,7$ anni). Questo approccio presume un declino lineare della vitalità dei semi (in modo simile alla decadenza radioattiva; vedi Figura 25.1). Se i semi decadono in maniera esponenziale, ci aspetteremo un basso livello di sopravvivenza dei semi di *Verbascum blattaria* ben oltre l'anno 165.

10. Almeno tre fattori influiscono sulla sopravvivenza dei semi:

1. Le dimensioni dei semi: maggiori sono le dimensioni, maggiore è la quantità di riserve nutritive in essi immagazzinate (endosperma).
2. La densità del rivestimento del seme: maggiore è la rigidità del rivestimento del seme, migliore è la sua protezione.
3. Il livello di dormienza dell'embrione: una dormienza più profonda allunga la sopravvivenza.

CAPITOLO 30

1. d 2. b 3. c 4. e 5. c

6. Se è un fungo vi aspettereste di trovare chitina nella parete cellulare, mentre la chitina sarebbe assente qualora si trattasse di una pianta. Potreste inoltre esaminare il campione per quanto riguarda la presenza di cloroplasti, che forniscono l'aspetto verde alle piante, ma non ai funghi.

Se si tratta di una pianta verde, vi aspettereste di trovare tessuto vascolare nel campione, mentre questo sarebbe assente nel caso di un fungo. Potreste infine sequenziare un gene conservato, come un gene per l'RNA ribosomiale e confrontare la sequenza da un punto di vista filogenetico con altre piante e funghi.

7. Perché nel dicarion i nuclei rimangono separati, sebbene essi siano contenuti all'interno di una singola cellula.

8. I funghi svolgono un ruolo essenziale nella decomposizione delle piante e di parti degli animali. Se dovessero scomparire tutti i funghi, i residui degli organismi morti si accumulerebbero a dismisura, soprattutto per quanto riguarda la cellulosa e la lignina delle piante.

9. Il sito 5 mostra la diversità e la densità più alta di licheni e corrisponde presumibilmente al sito più lontano dal centro della città. Il sito 4 è quello successivo, seguito dal sito 1, poi dal sito 3 e infine dal sito 2. Oltre alla distanza dal centro della città e alla direzione prevalente dei venti, altri fattori prevedibili potrebbero includere la distanza da punti di inquinamento locale (come industrie e centrali elettriche) e dalle principali arterie stradali (una fonte di inquinamento da gas di scarico). Sono possibili anche altre risposte; in questi studi è importante esaminare fattori come le specie di alberi considerati e l'esposizione dei rami a condizioni equivalenti di luce e umidità.

10. Una fonte comune di contaminanti fungini nei campioni vegetali è rappresentata da eventuali funghi simbiotici, come i funghi endofitici e le micorrize. In entrambi i casi è normalmente possibile raccogliere specifici tessuti vegetali privi di questi simbiotici. Se l'ipotesi relativa alla provenienza dei geni fungini è corretta, allora le sequenze fungine dovrebbero essere assenti in questi tessuti privi di simbiotici.

CAPITOLO 31

1. d 2. b 3. c 4. d 5. d

6. (a) Nella simmetria radiale le porzioni corporee sono simmetriche lungo numerosi piani che passano per il centro del corpo. Gli animali caratterizzati da simmetria radiale sono privi di estremità anteriore e posteriore e sono spesso sessili oppure galleggiano liberamente nell'acqua. Quando si muovono attivamente, questi animali sono tipicamente in grado di spostarsi lentamente in qualsiasi direzione. Al contrario, gli animali caratterizzati da simmetria bilaterale possiedono una metà destra e sinistra speculari, divise da un singolo piano che passa lungo la linea mediana antero-posteriore. Questi animali dispongono di un'estremità anteriore, la testa, che ospita tipicamente numerosi sistemi sensoriali e tessuti nervosi. Gli animali bilaterali si muovono generalmente con la testa in avanti, cosicché questa incontra per prima nuovi ambienti. (b) Nell'ambito degli animali bilaterali si osservano due tipi distinti di gastrulazione, che si distinguono durante le prime fasi di sviluppo per quanto riguarda l'inva-

ginazione iniziale della sfera cava di cellule a formare il blastoporo. Nei protostomi il blastoporo darà origine alla bocca dell'animale, mentre nei deuterostomi il blastoporo si trasformerà in ano.

(c) Gli animali diploblastici possiedono embrioni dotati di due strati cellulari (l'ectoderma esterno e l'endoderma interno). L'embrione degli animali triploblastici dispone di un ulteriore strato di cellule interposto tra l'ectoderma e l'endoderma, noto come mesoderma.

(d) Gli animali acelomati sono privi di cavità corporea rivestita di mesoderma. Gli pseudocelomati possiedono una cavità corporea rivestita di mesoderma, che ospita il canale alimentare e gli organi interni formati da endoderma, ma questi ultimi non sono rivestiti di mesoderma. Negli animali celomati sia la cavità corporea sia gli organi interni sono rivestiti di mesoderma.

7. La risposta a questa domanda dipende dall'opinione del lettore. Tuttavia, la maggior parte dei biologi concorda che le analisi filogenetiche basate sull'analisi dei genomi degli animali forniscano l'evidenza sostanzialmente definitiva dell'origine monofiletica degli animali.

8. Gli organismi bilaterali possiedono un'estremità anteriore e un'estremità posteriore. Quando gli animali si muovono nell'ambiente, l'estremità anteriore incontra per prima potenziali fonti di cibo o eventuali predatori. È pertanto vantaggioso concentrare gli organi di senso e il sistema nervoso centrale in corrispondenza dell'estremità anteriore.

9. Un basso tasso metabolico richiede un basso bilancio energetico e dunque l'assunzione di quantità minori di cibo.

10. I vetrini da microscopio (o altre superfici lisce che consentono ai placozoi di aderire al substrato) posizionati nelle acque tropicali calde vengono spesso colonizzati da placozoi. Nelle aree di studio i vetrini possono essere sospesi nell'acqua per essere successivamente recuperati ed esaminati per la presenza di placozoi.

CAPITOLO 32

1. e 2. d 3. b 4. d 5. d 6. e

7. La segmentazione permette a un animale di muovere in maniera indipendente le diverse parti del corpo, consentendo un controllo assai maggiore dei movimenti. Tuttavia, la segmentazione tende a vincolare la forma corporea di un organismo. La perdita della segmentazione è spesso favorita in organismi parassiti e in animali fossori che vivono in spazi ristretti.

8. Sono possibili numerose risposte, ma alcuni esempi di grandi innovazioni evolutive presumibilmente associate a episodi importanti di diversificazione dei protostomi includono la comparsa della cuticola negli eccidiosi, l'evoluzione della conchiglia nei molluschi, lo sviluppo delle articolazioni congiunte negli artropodi e l'evoluzione delle ali adibite al volo negli insetti.

9. Gli insetti hanno avuto un enorme successo negli ambienti terrestri, in parte grazie alla loro capacità di volo

che aumenta l'accesso alle piante. Molte specie di insetti sono specializzate a nutrirsi di una o comunque di poche specie di piante e la diversità delle piante è assai maggiore sulle terre emerse e negli ambienti dulciacquicoli che negli oceani. Sebbene alcuni insetti vivano nelle acque dolci per una parte o per tutta la durata del loro ciclo biologico, gli ambienti dulciacquicoli sono strettamente associati agli ambienti terrestri circostanti. I crostacei hanno avuto un successo assai maggiore negli oceani rispetto agli insetti e possono semplicemente escludere gli insetti dagli ambienti marini per competizione.

10. Tutti gli entomologi concordano che molte specie di insetti attendano ancora di essere scoperte, ma molti ritengono che le stime fornite da Erwin siano eccessive. Ogni stima dipende fortemente dalla rappresentatività di *Luehea seemannii* come albero tropicale. Se l'albero tropicale medio ospita un numero molto inferiore di specie di coleotteri rispetto a *Luehea seemannii*, allora le stime sarebbero assai più basse. In modo simile, la sovrastima del numero di alberi nelle foreste tropicali, la percentuale di coleotteri terricoli o la percentuale di insetti diversi dai coleotteri ridurrebbero ulteriormente il numero stimato di specie. Inoltre, la variabilità di specie di coleotteri potrebbe essere maggiore in Panama rispetto ad altre aree tropicali. Al contrario, ognuna di queste stime potrebbe anche costituire una sottostima. Attualmente ognuna delle assunzioni di Erwin viene attentamente verificata; una verifica che richiede un lavoro intenso su altre specie presenti sugli alberi, su altri gruppi di insetti e su altre aree del mondo.

CAPITOLO 33

1. d 2. a 3. d 4. a 5. e 6. b

7. Le quattro appendici comuni nella maggior parte dei vertebrati corrispondono a due appendici pettorali e a due appendici pelviche. Nella maggior parte dei vertebrati acquatici, queste appendici svolgono la funzione di pinne. Esse vengono comunemente usate per la propulsione (soprattutto quelle pettorali), ma anche come timone, come stabilizzatori e per il controllo della posizione del corpo nell'acqua. Tra i tetrapodi le appendici sono spesso modificate a dare arti impiegati per camminare, correre, saltare, scavare, arrampicarsi, afferrare e manipolare oggetti. Nei tetrapodi acquatici si sono realizzate numerose inversioni con lo sviluppo di arti simili a pinne (numerose volte negli anfibi, cheloni, uccelli e mammiferi, per esempio). Gli arti pettorali dei tetrapodi si sono inoltre trasformati almeno tre volte in ali adibite al volo (tra gli uccelli, nei pipistrelli e negli pterosauri estinti). Si sono inoltre originate numerose volte altre modificazioni degli arti che consentono il volo planato (nei pesci, negli anfibi, nei rettili e nei mammiferi). Una o entrambe le coppie di appendici sono state perse (o fortemente ridotte) in molti gruppi di pesci, anfibi, rettili (inclusi gli uccelli) e mammiferi. Alcuni esempi ben noti di riduzione o perdita degli arti includono le cecilie e i serpenti completamente privi di

arti, la perdita della porzione esterna degli arti posteriori nelle balene e nei lamantini e la presenza di arti anteriori fortemente ridotti negli uccelli incapaci di volare.

8. Gli anfibi scambiano gas e liquidi attraverso la cute permeabile e ciò li rende particolarmente vulnerabili nei confronti di molte tossine presenti nell'ambiente. Molte specie di anfibi sono caratterizzate da un ciclo biologico bifasico, cosicché esse sono vulnerabili alla degradazione e alla perdita sia dell'habitat acquatico sia di quello terrestre. La maggior parte degli anfibi non percorre lunghe distanze, cosicché questi animali non possono spostarsi facilmente per raggiungere nuovi habitat in seguito alla distruzione del loro ambiente locale. Per questi motivi gli anfibi sono anche sensibili a rapidi cambiamenti climatici. Molte specie di anfibi necessitano di habitat molto specializzati e vivono in aree molto ristrette. La perdita del loro habitat o i cambiamenti che hanno luogo all'interno di questi habitat ristretti portano spesso all'estinzione.

9. I reperti fossili dei dinosauri teropodi estinti illustrano che molti caratteri in passato ritenuti esclusivi degli uccelli, come la presenza di penne, si sono in realtà evoluti molto prima tra i teropodi. Altri caratteri morfologici tipicamente "avian", come le ossa contenenti camere d'aria e la furcula, sono anche caratteristici del gruppo più vasto dei teropodi. Le analisi di sequenze di DNA effettuate su rettili attuali uniscono chiaramente gli uccelli e i coccodrilli (gli altri arcosauri viventi). I dati provenienti da numerose fonti indicano fortemente che gli uccelli costituiscano il gruppo sopravvissuto di dinosauri teropodi.

10. Il pelo si è evoluto nell'antenato dei mammiferi; le penne si sono evolute tra i dinosauri teropodi (e si osservano attualmente negli uccelli). Tra i tetrapodi attuali gli uccelli e i mammiferi sono endotermi. Il pelo e le penne isolano il corpo dei mammiferi e degli uccelli rispettivamente. Senza tali modalità di isolamento difficilmente questi animali potrebbero trattenere il calore metabolico nel corpo. Dati fossili illustrano che anche molti dinosauri teropodi estinti disponevano di penne e dunque molti paleobiologi ritengono che si trattasse di animali endotermi. Ci si aspetterebbe l'endotermia anche in predatori attivi di elevata mole, una descrizione che si adatta alla nostra visione attuale di molti dinosauri teropodi.

CAPITOLO 34

1. b 2. e 3. a 4. b 5. b 6. d 7. c

8. I tipi cellulari possono essere confrontati compilando una tabella come la seguente.

Struttura/Funzione	Sclerenchima	Collenchima
Pareti cellulari	Secondaria, ispessita	Primaria, angoli ispessiti
Flessibilità	Meno flessibile	Più flessibile
Condizioni cellulari	Alcune morte (apoptosi)	Vive
Presenza	Legno, corteccia	Picciolo, aree di accrescimento

9. La crescita primaria comporta la divisione e l'accrescimento dimensionale delle cellule e dà tipicamente origine all'accrescimento in lunghezza di un organo. La crescita secondaria comporta l'aumento di spessore di un organo grazie all'aggiunta di più strati di cellule. Soltanto alcune angiosperme sono soggette a crescita secondaria. Le piante erbacee come le peonie sono interessate soltanto da crescita primaria. Le piante legnose come gli alberi sono soggette sia a crescita primaria sia a crescita secondaria.

10. Le iniziali si trovano ancora all'altezza di 1,5 metri sopra il terreno poiché l'accrescimento in altezza della pianta ha luogo in corrispondenza del suo apice.

11. Alcuni esempi potrebbero includere un meristema apicale della radice più grande per produrre carote più grosse e una ridotta crescita dell'internodo per produrre teste di cavolo più compatte.

CAPITOLO 35

1. c 2. d 3. b 4. b 5. d 6. e

7. Le cellule epidermiche possiedono una parete esterna dotata di una cuticola cerosa, che le rende impermeabili all'acqua. Le cellule epidermiche delle radici possono sviluppare una cuticola più sottile (o assente) poiché assumono acqua; le foglie e i fusti hanno una cuticola più spessa ai fini della conservazione dell'acqua. Inoltre, l'epidermide delle foglie e, in misura minore, quella dei fusti sono dotate di stomi adibiti alla regolazione degli scambi gassosi (inclusa la perdita di vapore acqueo dall'interno delle foglie).

8. Una sorgente è un organo, per esempio una foglia, che produce una quantità di zuccheri maggiore di quella che è in grado di utilizzare. Un pozzo è un organo, per esempio una radice, che produce una quantità di zuccheri inferiore a quella necessaria per coprire il proprio fabbisogno e che importa pertanto zuccheri da una sorgente. In un albero deciduo, durante l'estate le foglie possono costituire sorgenti e le radici pozzi, mentre in primavera le radici possono fungere da sorgenti per lo sviluppo degli abbozzi fogliari (foglie che si stanno accrescendo).

9. Per passare dalla soluzione del terreno all'atmosfera transitando per la stele e attraversando il numero minore di membrane, una molecola d'acqua seguirebbe la seguente via: dal terreno al simplasto della radice, al simplasto della stele, all'apoplasto della stele, allo xilema all'apoplasto della foglia, agli spazi aerei interni della foglia, allo stoma e all'atmosfera. Una molecola d'acqua potrebbe seguire questa via attraversando due sole membrane: 1) dal terreno al pelo radicale o a una cellula corticale della radice passando attraverso la membrana di una cellula radicale; 2) dalla cellula della stele all'apoplasto della stele passando attraverso la membrana di una cellula della stele. Il transito dalla soluzione del terreno a una cellula del mesofillo della foglia richiederebbe di attraversare almeno tre membrane plasmatiche: le due membrane elencate

in precedenza e la membrana della cellula del mesofillo (per passare dall'apoplasto della foglia all'interno della cellula del mesofillo).

10. La mutazione a livello del gene *HARDY* potrebbe aumentare l'espressione di un gene che inibisce l'accumulo di cationi negli stomi, mantenendoli più chiusi e conservando acqua. Per verificare quest'ipotesi potreste osservare la risposta degli stomi alla luce nelle foglie di piante mutanti e di piante non mutanti. Gli stomi delle piante *wild-type* si dovrebbero aprire rapidamente in risposta alla luce (vedi Figura 35.9), mentre gli stomi delle piante interessate dalla mutazione *HARDY* potrebbero aprirsi più lentamente e in misura minore.

11. (a) Sì. La differenza del potenziale idrico tra il terreno e la foglia (1,7 MPa) è sufficiente per superare la forza di gravità e richiamare l'acqua fino all'apice dell'albero.

(b) No. Se il potenziale idrico del terreno si riduce a $-1,0$ MPa esso sarebbe più negativo dell'interno delle cellule radicali e l'acqua abbandonerebbe le radici (per penetrare nel terreno).

(c) Quando tutti gli stomi si chiudono, il potenziale idrico della foglia sarebbe meno negativo. Ciò, a sua volta, renderebbe il potenziale idrico dello xilema meno negativo e così via fino alle radici. In definitiva, questo renderebbe la differenza tra potenziale idrico della foglia e potenziale idrico delle radici insufficiente per permettere all'acqua di fluire dalle radici alle foglie (in direzione di un potenziale idrico più negativo).

CAPITOLO 36

1. d 2. d 3. c 4. a 5. c 6. d

7. La capacità dei chimici di riuscire a individuare concentrazioni molto basse di elementi è piuttosto recente. In passato, infatti, le soluzioni nutritive ritenute pure in realtà spesso non lo erano.

8. La forte irrigazione dopo un periodo prolungato di siccità potrebbe provocare l'asportazione della parte superiore del suolo (l'orizzonte A) e il dilavamento di ioni (soprattutto anioni) verso il sottosuolo, riducendo i nutrienti disponibili per le radici delle piante. La conversione dei terreni da foresta decidua vergine in terre coltivate cambierebbe la composizione degli organismi del terreno, poiché scomparirebbero molti degli organismi che vivono in associazione con le radici degli alberi. Anche la struttura e la tessitura del terreno cambierebbero poiché non ci sarebbero più radici a trattenere il terreno e a produrre gli spazi aerei tra particelle di terreno. La chimica del terreno cambierebbe perché le piante coltivate assorbono nutrienti dal terreno e questi vengono allontanati dal sistema insieme al raccolto.

9. Vedi Figura 36.10, il ciclo dell'azoto. Esistono numerose specie che fissano l'azoto. La perdita di una di queste potrebbe permettere alle altre di espandersi e di sostituirla. Tuttavia, se si verificasse la perdita di tutte le specie

azotofissatrici, per la fissazione dell'azoto potrebbero essere usati soltanto metodi abiotici. Ciò potrebbe ridurre la quantità complessiva di azoto presente nel terreno con conseguente riduzione della disponibilità di questo elemento per la crescita delle piante.

10. L'esperimento con mutanti di *Arabidopsis* suggerisce che per regolare la propria crescita questa pianta usa gli strigolattoni propri oppure quelli esogeni e che essa dispone degli appropriati recettori e dei meccanismi di risposta. Ciò rafforza l'idea che per regolare la propria crescita anche le piante attuali ricorrano a un antico meccanismo di attrazione dei microrganismi benefici. Tuttavia potrebbe essere vero anche il contrario: la funzione originaria dello strigolattone potrebbe essere stata quella di ormone vegetale e il suo ruolo nelle interazioni tra pianta e microrganismi potrebbe essersi evoluto soltanto in un secondo momento.

11. Poiché le piante oloparassite possono ottenere carbonio ridotto grazie all'associazione con organismi ospiti, i geni che codificano funzioni legate alla fotosintesi non sono soggetti a pressione selettiva, dato che la loro presenza non comporta per questi parassiti alcun vantaggio di sopravvivenza o di riproduzione. Pertanto nessuna mutazione che rende non funzionale un gene fotosintetico di questo tipo avrà un effetto deleterio.

CAPITOLO 37

1. a 2. d 3. b 4. b 5. a 6. b

7. Il fuoco produce cenere, che arricchisce il terreno di nutrienti per le piante. Un seme che germina dopo un incendio è pertanto avvantaggiato in questi terreni ricchi di nutrienti.

8. Quando una singola specie dispone di due meccanismi per interrompere la dormienza, se non si presentano le condizioni ambientali per innescare il meccanismo A, potrebbero presentarsi le condizioni per innescare il meccanismo B. Ciò permette alla pianta di rispondere a una gamma più ampia di condizioni ambientali. Inoltre, se lo stimolo che innesca il meccanismo A si rivela fuorviante (non predittivo di condizioni favorevoli) e la plantula muore, vi è ancora il secondo seme che potrebbe germinare in un momento differente (attraverso il meccanismo B) quando le condizioni sono maggiormente favorevoli.

9. Il carbone attivo presente nei sacchetti assorbe il gas etilene che viene liberato dai frutti maturi. La mancanza di etilene impedisce la post-maturazione e dunque la marcitura dei frutti.

10. Per verificare il rapporto tra spiroplasma del rachitismo del mais e gibberelline potreste misurare il contenuto di gibberelline in piante infettate e in piante normali; le piante infettate da spiroplasma dovrebbero contenere quantità minori di gibberelline. Un altro approccio sperimentale prevede di infettare piante normali con lo spiroplasma e poi di spruzzare gibberelline sulle piante; questo trattamento dovrebbe invertire il fenotipo nano.

11. (a) Vedi Figura 37.2. Si aggiunge un mutagene a centinaia di semi di mais prima della semina. Attraverso uno screening si individuano le piante più basse e si procede a propagarle.

(b) Vedi Figura 37.11. Se il fattore di trascrizione nella via di trasduzione del segnale per le gibberelline è inattivato, le piante saranno insensibili alle gibberelline e rimarranno nane. Una mutazione che inattiva il recettore per le gibberelline avrebbe lo stesso effetto.

(c) Altri potenziali effetti potrebbero includere la ridotta germinazione dei semi e il ridotto accrescimento delle plantule in seguito alla mancata mobilitazione delle riserve immagazzinate nel seme (vedi Figura 37.5). Se il mutante è completamente insensibile alle gibberelline, questi effetti *non* verranno invertiti dall'aggiunta di gibberellina ai semi quando questi germinano. Se, tuttavia, il mutante è nano poiché produce quantità insufficienti di gibberellina (per esempio a causa di una mutazione che influisce sulla biosintesi della gibberellina), allora gli effetti della germinazione potrebbero essere invertiti somministrando gibberellina esogena.

CAPITOLO 38

1. b 2. e 3. b 4. e 5. a 6. c

7. Nelle cellule triploidi, durante la meiosi I i cromosomi omologhi non possono appaiarsi. La meiosi I è pertanto anomala e non si formano gameti funzionali.

Un frutto si forma dalla parete dell'ovario del fiore.

L'uva senza semi viene probabilmente propagata mediante talea (riproduzione vegetativa).

8. Poinsettia è una pianta brevidiurna che fiorisce durante il periodo dell'anno caratterizzato dall'accorciamento dei giorni (nell'emisfero settentrionale).

9. No, non è necessario. Anche un lampo di luce durante una lunga notte è sufficiente per convertire P_r in P_{fr} e cambiare il fotoperiodo.

10. (a) La mutazione ha stabilizzato la proteina CO.

(b) La mutazione ha reso non funzionale la proteina FD.

(c) La mutazione ha aumentato l'espressione della proteina FLC.

(d) La mutazione ha causato l'espressione costitutiva della proteina CO.

11. Sono possibili numerosi approcci, come lo screening genetico per individuare cellule meiotiche in cui i cromosomi non si separano durante l'anafase I oppure l'identificazione di proteine (e successivamente dei rispettivi geni) che si legano alla proteina SWII.

CAPITOLO 39

1. b 2. c 3. a 4. b 5. c 6. c

7. Una pianta potrebbe produrre un metabolita secondario che uccide un insetto infestante. Le piante che producono questo metabolita verrebbero selezionate da un

punto di vista evolutivo. Tuttavia, l'insetto potrebbe sviluppare una resistenza verso il metabolita e in seguito la popolazione di insetti aumenterebbe, mentre quella delle piante diminuirebbe, fino a quando le piante non evolvono un nuovo meccanismo di difesa. Si tratta di un esempio di coevoluzione. Per ulteriori esempi vedi Capitolo 56.

8. *Avr2Avr3* Sane Sane Malate
Avr1Avr4 Sane Sane Sane

9. (a) Gli effetti delle piogge scarse potrebbero comportare disidratazione e stress osmotico. Le risposte genetiche potrebbero includere alterazioni a livello dell'anatomia delle foglie, con sviluppo di una cuticola più spessa per ridurre l'evaporazione, un sistema radicale più esteso per accedere all'acqua e l'accumulo di soluti nelle radici per ridurre il potenziale idrico in quest'organo con conseguente assunzione di quantità maggiori di acqua dal terreno arido. (b) Le inondazioni riducono la quantità di O_2 disponibile per le piante e comportano una ridotta respirazione. Gli adattamenti potrebbero includere una maggiore produzione di pneumatofori o di aerenchima per fornire aria ai tessuti vegetali sommersi.

(c) La ruggine del grano è un fungo patogeno. Le piante possono adattarsi al fungo aumentando la capacità di sigillare le aree infettate e di ridurre la diffusione del fungo alle altre parti della pianta, sviluppando una specifica immunità e aumentando la produzione di fitoalessine e di proteine PR che uccidono il fungo.

10. Potreste nutrire un gruppo di sfinge del tabacco con piante normali e un altro gruppo con piante geneticamente modificate. I due gruppi potrebbero essere successivamente esposti al parassita. Se la nicotina svolge una funzione protettiva, allora le sfingi del tabacco che si sono nutrite su piante normali dovrebbero avere un numero minore di parassiti.

CAPITOLO 40

1. c 2. c 3. a 4. d 5. b

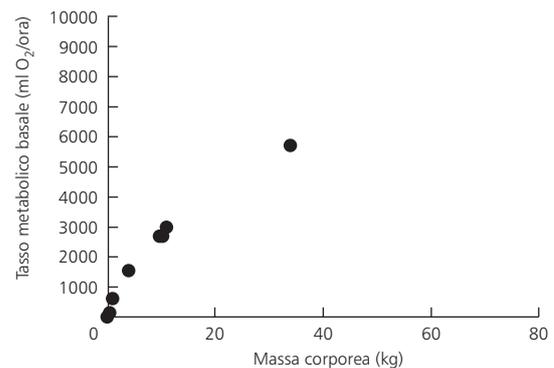
6. L'informazione anticipatoria permette appunto di anticipare una sfida fisiologica per l'omeostasi e consente di mettere in atto un'azione preventiva cambiando il valore di riferimento o la sensibilità di un sistema regolatore. L'informazione anticipatoria per la regolazione della respirazione potrebbe essere rappresentata dall'inizio dell'esercizio fisico; per la pressione sanguigna dalla reazione combatti o fuggi nei confronti di una minaccia e per la secrezione di succhi digestivi dalla visione, dall'odore o dal desiderio di cibo.

7. Nella curva tasso metabolico/temperatura ambientale illustrata in Figura 40.17 l'equivalente di *HL* sarebbe il tasso metabolico quando la temperatura dell'animale non aumenta o si abbassa e quando l'animale non svolge lavoro esterno. *K* rappresenta la conduttanza termica dell'animale, ovvero la facilità con cui perde calore; $1/K$ corrisponde a una misura dell'isolamento termico dell'a-

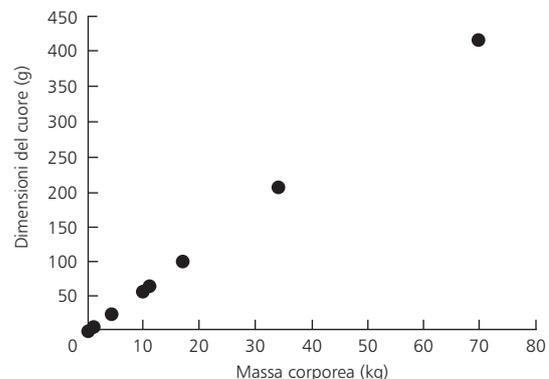
nimale. A una temperatura corporea pari a quella dell'ambiente la curva tende a 0 poiché questo tratto della curva rappresenta lo sforzo metabolico supplementare richiesto per compensare la perdita di calore verso l'ambiente. Se la temperatura corporea e quella ambientale si equivalgono, il corpo dell'animale non cede calore all'ambiente.

8. I processi biologici procedono più lentamente alle temperature più basse. Pertanto più è bassa la temperatura del cuore o della muscolatura scheletrica e più è lenta la capacità di generare una forza contrattile. Ciò potrebbe costituire una sfida fisiologica per i pesci molto attivi, come il grande squalo bianco o il tonno dalla pinna blu gigante che dipendono dal nuoto veloce e dalla resistenza per poter catturare le prede. Un adattamento evolutivo a questa sfida si osserva nell'anatomia vascolare di questi pesci: il sangue proveniente dal cuore raggiunge le branchie, dove hanno luogo gli scambi respiratori e dove il sangue entra in equilibrio termico con le acque oceaniche fredde. Pertanto questi pesci inviano sangue freddo ai tessuti corporei.

9. Tasso metabolico basale ($ml O_2/ora$) rispetto alla massa corporea (kg):



Dimensioni del cuore (g) rispetto alla massa corporea (kg):



10. Il cuore deve pompare il sangue contro la resistenza del sistema vascolare. Poiché i vasi sanguigni raggiungono tutti i tessuti del corpo, la lunghezza complessiva di questi vasi è direttamente proporzionale alle dimensioni corporee e dunque la resistenza periferica totale è direttamente proporzionale alle dimensioni corporee. L'altro fattore che determina la quantità di sangue che il cuore

è in grado di pompare è la frequenza cardiaca. La gittata cardiaca totale è una funzione delle dimensioni del cuore e del numero di battiti nell'unità di tempo.

11. Molti dei fattori che determinano il tasso di trasferimento del calore tra iguana e ambiente circostante differiscono in queste due condizioni. Quando gli animali si riscaldano sulle rocce laviche, la radiazione assorbita sarà maggiore e il calore condotto attraverso la pelle sarà differente rispetto a quanto accade quando gli animali si trovano in acqua. Inoltre, durante la respirazione le iguane perdono calore attraverso l'evaporazione dell'acqua lungo le vie respiratorie.

Per avvalorare l'ipotesi che il flusso ematico verso la cute costituisce un fattore determinante si dovrebbe allestire un esperimento in cui l'animale si riscalda e si raffredda nello stesso ambiente. Per poter confrontare i tassi di riscaldamento e di raffreddamento si potrebbe posizionare l'iguana nell'ambiente acquatico e in quello subaereo a due diverse temperature (per esempio a 20 °C e a 40 °C).

CAPITOLO 41

1. b 2. a 3. d 4. e 5. e

6. L'andamento nel tempo di un sistema di segnalazione ormonale dipende da numerosi fattori, inclusi il tasso di liberazione dell'ormone, la sua emivita nel sangue e le interazioni tra ormone e recettori. In un sistema di segnalazione ormonale che controlla un processo di breve durata come la digestione vi aspettereste una liberazione veloce (per esempio vescicolare), un'emivita breve e un'azione rapida; si tratta delle caratteristiche di un ormone peptidico. Da un sistema di segnalazione ormonale che controlla un processo di lunga durata come lo sviluppo embrionale vi aspettereste una liberazione continuata, un'emivita lunga e un'azione lenta, caratteristiche di un ormone steroideo.

7. Gli alti livelli di ormoni steroidei maschili di origine sintetica esercitano le loro azioni attraverso i recettori per il testosterone, presenti sia nei maschi che nelle femmine. I tipici effetti di questi ormoni saranno ipertrofia muscolare e sviluppo di caratteri sessuali secondari maschili (per esempio crescita dei peli, mutazione della voce). Inoltre, l'elevato grado di feedback negativo sulle gonadotropine ipofisarie e sulla produzione di GnRH da parte dell'ipotalamo ridurrà le funzioni testicolari nei maschi e ovariche e nelle femmine. Nelle femmine l'abbassamento di estrogeni in circolo indurrà una riduzione del tessuto mammario.

8. La causa più comune dell'ipotiroidismo è la mancanza di iodio nella dieta. La tireoglobulina continua a essere prodotta, ma si assiste a una mancanza di T_3 o di T_4 funzionali. Di conseguenza, a causa del mancato feedback negativo, i livelli di TRH e di TSH aumentano. L'elevato livello di TSH induce la produzione continuata di tireoglobulina, dando origine al gozzo. La causa più comune dell'ipertiroidismo è una malattia autoimmune detta morbo di Basedow. L'organismo produce un anticorpo

contro TSH e il legame di tale anticorpo con il recettore induce l'attivazione della via di segnalazione che aumenta la produzione di tireoglobulina e provoca lo sviluppo del gozzo. Tuttavia, quando si assumono quantità adeguate di iodio con la dieta, questa condizione comporta un aumento della secrezione di T_3 e T_4 , dando origine ai sintomi dell'ipertiroidismo.

9. Le elevate dimensioni delle larve insieme alla mancanza di adulti di tignola indicano che i cicli di accrescimento e di muta delle larve continuavano senza indurre lo stadio di pupa. Probabilmente la bassa temperatura ha impedito il normale declino della produzione e della secrezione di ormone giovanile da parte dei corpora allata.

10. L'insulina controlla l'ingresso di glucosio nella maggior parte delle cellule del corpo, ma non nei neuroni. Quando i livelli di insulina si abbassano, come accade durante la fase di post-assorbimento (ossia quando i nutrienti ingeriti sono stati completamente digeriti), l'ingresso di glucosio nelle cellule rallenta e le cellule iniziano a usare altre fonti di energia. I neuroni, tuttavia, necessitano sempre di glucosio; la mancanza di insulina nei neuroni fa sì che queste cellule dispongano di un adeguato rifornimento di glucosio anche durante la fase di post-assorbimento, poiché la loro capacità di assumere glucosio dal sangue non si abbassa. Inoltre, il ridotto utilizzo di glucosio da parte di altre cellule del corpo implica che il glucosio rimanga nel sangue per poter essere utilizzato dal tessuto nervoso.

CAPITOLO 42

1. a 2. e 3. e 4. c 5. d 6. a

7. Vedi Figura 42.10. Il sito di legame dell'antigene a un anticorpo possiede catene pesanti e catene leggere caratterizzate da una configurazione tridimensionale esclusiva e lega un particolare determinante antigenico. Il sito di legame dell'antigene all'anticorpo è simile al sito attivo di un enzima che lega un substrato. In entrambi i casi il legame non è di tipo covalente. Una delle principali differenze riguarda il risultato del legame: un antigene non cambia la propria struttura covalente in seguito al legame a un anticorpo, mentre un substrato subisce un cambiamento covalente quando si lega a un sito attivo di un enzima.

8. Sia le immunoglobuline sia i recettori dei linfociti T possiedono regioni proteiche costanti e variabili, legano antigeni e sono caratterizzati da un'enorme variabilità di strutture primarie. I recettori dei linfociti T corrispondono esclusivamente a proteine di membrana dei linfociti T, mentre le immunoglobuline possono essere proteine di membrana dei linfociti B oppure proteine che vengono secrete nel sangue.

9. Gli aploטיפi del padre sono A1B7D11 e A3B5D9, quelli della madre A4B6D12 e A2B7D11. Questi due genitori non possono aver generato un figlio con il genotipo indicato.

10. Ogni individuo dispone di migliaia di enzimi differenti, ma possiede potenzialmente milioni di anticorpi specifici differenti. Ogni cellula animale contiene l'informazione genetica per tutti gli enzimi. Tuttavia, ogni immunoglobulina deriva da un gene unico (originatosi da riarrangiamenti del DNA) presente in un linfocita B o in un clone.

11. Gli esperimenti potrebbero includere l'individuazione di anticorpi neutralizzanti contro HIV (immunità umorale) in persone vaccinate e la verifica dell'attività dei linfociti T nei confronti delle cellule infettate da HIV (immunità cellulare).

CAPITOLO 43

1. a 2. d 3. d 4. d 5. d 6. a

7. Le cellule di Leydig e le cellule della teca possiedono caratteristiche funzionali simili. Entrambe vengono rimosse in seguito al contatto diretto con i gameti in via di sviluppo ed entrambe producono testosterone. Le cellule di Sertoli e le cellule della granulosa si trovano entrambe in diretto contatto con i gameti in via di sviluppo e supportano il loro sviluppo fornendo nutrienti.

8. Le azioni del progesterone sono necessarie per mantenere l'endometrio in una condizione che permette l'impianto dell'uovo fecondato e che non porta alla sua degenerazione, come accade invece durante le mestruazioni. Bloccando i recettori per il progesterone, RU-486 impedisce l'impianto e il mantenimento dell'endometrio.

9. Le condizioni che potrebbero favorire l'evoluzione di questo tipo di dimorfismo sessuale sono la condizione sessile, il fatto che le popolazioni sono disperse e la disponibilità di habitat adeguati. Se una larva si deposita su un substrato adeguato, essa avrà un successo riproduttivo elevato se si tratta di una femmina in grado di produrre un numero elevato di uova; le uova contengono tipicamente risorse che permettono ai gameti femminili di percorrere lunghe distanze dopo essere state liberate nell'acqua e pertanto la loro probabilità di essere fecondate è alta. Una larva ha una probabilità inferiore di successo quando si sviluppa in un maschio solitario che produce spermatozoi; gli spermatozoi hanno una capacità minore di sopravvivere quando si spostano per lunghe distanze nell'acqua per incontrare uova. Tuttavia, nel caso in cui la larva maschile si deposita su una femmina, un elevato successo riproduttivo è garantito se essa è in grado di fecondare tutte le uova prodotte dalla femmina. Pertanto, attaccandosi alla femmina e riducendo al massimo tutti i processi fisiologici diversi da quelli correlati alla produzione di spermatozoi, una larva maschile può avere un elevato successo riproduttivo sostenendo un costo molto basso.

10. È probabile che tutti i figli dell'uomo siano femmine. Sul cromosoma Y mancano alcuni geni essenziali che sono presenti sul cromosoma X; in assenza di ponti citoplasmatici gli spermatozoi in via di sviluppo che ospitano un cromosoma Y sarebbero privi dei prodotti genici di questi geni. Pertanto tutti gli spermatozoi vitali prodotti

conterrebbero un cromosoma X e poiché la madre contribuisce allo zigote con un altro cromosoma X, tutti i figli apparterebbero al sesso femminile.

CAPITOLO 44

1. e 2. a 3. d 4. b 5. b

6. Potreste iniettare la proteina Disheveled nella porzione dell'uovo fecondato che si trova all'estremità opposta alla semiluna grigia e vedere se in quella regione della blastula in via di sviluppo si forma un organizzatore secondario. Potreste inoltre iniettare l'inibitore della proteina Disheveled nella regione della semiluna grigia e vedere se ciò impedisce la formazione dell'organizzatore.

7. Distruggereste le cellule che normalmente migrano dal labbro dorsale del blastoporo a formare la notocorda e che producono i segnali per determinare il differenziamento antero-posteriore dell'embrione. Potreste pertanto osservare difetti a livello dello sviluppo del sistema nervoso oppure assistere a una segmentazione anomala del corpo.

8. Il flusso del liquido sopra il nodo di Hensen potrebbe essere asimmetrico, esercitando pertanto forze fisiche differenti sulle ciglia primarie delle cellule situate ai due lati del nodo. Queste forze differenziali potrebbero influire sull'espressione di *Sonic hedgehog*. Gli esperimenti da realizzare per verificare questa ipotesi potrebbero includere l'uso della tecnica di *knockout* genico ai fini di eliminare le ciglia motili intorno al nodo di Hensen; in un altro tipo di esperimento embrioni precoci potrebbero essere coltivati in condizioni tali per cui il flusso attraverso il nodo di Hensen è invertito rispetto a quello normale. Vi aspettereste che i primi esperimenti diano luogo a un'asimmetria destra-sinistra casuale degli organi. Nel secondo tipo di esperimento la normale asimmetria di sviluppo degli organi sarebbe invece invertita.

9. Un possibile meccanismo potrebbe comportare una distribuzione di fattori citoplasmatici non casuale o persino assente in alcune porzioni del citoplasma degli oogoni o degli spermatogoni. Pertanto quando questi si dividono per mitosi, i fattori che controllano il destino delle cellule figlie potrebbero venire a trovarsi in una delle due cellule figlie, ma non nell'altra.

10. Durante uno stadio precoce della blastulazione (per esempio lo stadio di 16 o di 32 cellule), alcuni blastomeri potrebbero essere rimossi dall'embrione per essere coltivati separatamente e produrre una popolazione di cellule staminali. L'embrione potrebbe continuare a svilupparsi normalmente e le cellule staminali potrebbero essere congelate per un uso futuro.

CAPITOLO 45

1. d 2. b 3. c 4. e 5. c

6. Quando lo stimolo viene applicato in un qualche punto lungo l'assone e si genera un potenziale d'azione, la cor-

rente di depolarizzazione fluisce in entrambe le direzioni, portando le aree adiacenti dell'assone fino al valore di soglia. Tuttavia, una volta che un potenziale d'azione è stato generato, le porte di inattivazione dei canali Na^+ si chiudono e rendono quella sezione dell'assone refrattaria a un'ulteriore stimolazione fino a quando i canali si aprono nuovamente. Pertanto il potenziale d'azione non può invertire la sua direzione di propagazione; se il potenziale d'azione inizia in corrispondenza del cono d'emergenza, esso non può invertire la sua direzione di propagazione ed è unidirezionale.

7. Le sinapsi eccitatorie inducono una depolarizzazione della membrana neuronale, mentre le sinapsi inibitorie inducono una sua iperpolarizzazione. Queste due influenze vengono sommate in virtù del potenziale di membrana che ne deriva. Se la depolarizzazione è sufficientemente forte da raggiungere il valore soglia, in corrispondenza del cono d'emergenza verrà generato un potenziale d'azione.

8. Dal momento che il recettore per GABA è di tipo inibitorio, ci si aspetta che le benzodiazepine rallentino i processi cognitivi e facilitino l'addormentamento.

9. Il tipo di informazione che un potenziale d'azione trasmette dipende dalla natura della cellula sensoriale che lo ha generato e dalla natura della cellula che riceve l'informazione sotto forma di potenziale d'azione. Pertanto i fotorecettori traducono la luce in potenziali d'azione e questi potenziali d'azione vengono interpretati come luce dai circuiti visivi che li ricevono. L'intensità dello stimolo è codificata come frequenza dei potenziali d'azione. L'integrazione è dovuta alla sommazione di influenze eccitatorie e inibitorie nelle cellule bersaglio.

CAPITOLO 46

1. d 2. a 3. e 4. e 5. c

6. Sia i recettori olfattivi sia quelli gustativi sono chemiorecettori che rispondono a specifiche molecole presenti nell'ambiente circostante. Tuttavia, i recettori olfattivi sono neuroni, mentre i recettori gustativi sono costituiti da cellule epiteliali che comunicano con neuroni associati. I recettori olfattivi esprimono una famiglia di geni per proteine recettoriali olfattive, localizzate sulle ciglia che si proiettano dall'epitelio olfattivo. Tutte queste proteine recettoriali olfattive sono accoppiate a proteine G e sono di tipo metabotropico. Anche i recettori gustativi sono situati su ciglia delle cellule epiteliali sensoriali gustative. I recettori per l'amaro, per il dolce e per l'umami corrispondono a recettori metabotropici accoppiati a proteine G, mentre i recettori per il salato e per l'aspro sono di tipo ionotropico. La discriminazione tra una mela e un'arancia dipende dall'integrazione dell'informazione proveniente sia dai recettori olfattivi sia da quelli gustativi.

7. La sensazione del moto direzionale proviene dal sistema vestibolare che comprende i canali semicircolari e il

vestibolo; quest'ultimo ospita strutture membranose contenenti un liquido, l'endolinfa. Alla base di ciascun canale semicircolare è situata una proiezione gelatinosa, una cupola, che racchiude un gruppo di stereociglia. Il movimento della testa induce uno spostamento dell'endolinfa che esercita successivamente una forza sulla cupola con conseguente flessione delle stereociglia e generazione di potenziali d'azione nei nervi vestibolari. Il vestibolo include due strutture membranose dette sacculo e utricolo. In queste strutture gli apici di stereociglia sono a contatto con otoliti, ovvero strutture membranose contenenti cristalli di carbonato di calcio. Quando la testa accelera in avanti o indietro, il momento degli otoliti induce la flessione delle stereociglia in una direzione che indica quella del movimento.

8. Sott'acqua i canali dell'orecchio esterno sono colmi d'acqua. A differenza dell'aria, l'acqua non è comprimibile e pertanto le onde sonore vengono trasmesse nell'acqua sotto forma di movimenti vibrazionali dell'acqua, i quali esercitano forze maggiori sulla membrana timpanica rispetto alle onde pressorie dell'aria.

9. Come accade nel sistema vestibolare dell'uomo, anche nei pesci i movimenti inducono spostamenti dell'acqua presente nei canali della linea laterale. Le forze che ne derivano vengono tradotte in potenziali d'azione dalle cellule capellute e forniscono informazioni relative al movimento del pesce nell'acqua. Inoltre, le vibrazioni generate nell'acqua da altri organismi o da eventi fisici inducono movimenti dell'acqua nel canale della linea laterale che possono essere tradotti in potenziali d'azione, fornendo al pesce informazioni relative al suo ambiente circostante.

10. Il gufo si serve di stimoli uditivi per poter localizzare il topo nella completa oscurità. L'informazione direzionale si basa sulla posizione delle orecchie ai lati della testa, che vengono stimulate in modo omogeneo quando il gufo si trova direttamente di fronte a una fonte sonora. Il volto del gufo ha una conformazione a disco, che contribuisce a raccogliere le onde sonore e a indirizzarle verso le orecchie.

CAPITOLO 47

1. d 2. d 3. c 4. c 5. a

6. La ferita da taglio deve aver reciso i nervi simpatici sul lato sinistro del collo. L'attività di questi nervi induce la dilatazione della pupilla. La recisione dei nervi simpatici sul lato sinistro interrompe tutta l'attività simpatica che raggiunge la pupilla dell'occhio sinistro, che pertanto rimane maggiormente costretta. In modo simile l'attività simpatica riduce l'attività delle ghiandole salivari, mentre l'attività parasimpatica aumenta la salivazione. Pertanto la cessazione dell'attività simpatica libera le ghiandole salivari da ogni inibizione, che si opporrebbe persino a bassi livelli di impulsi parasimpatici.

7. Gli occhi posizionati ai lati della testa garantiscono un campo visivo più ampio. Gli occhi che puntano nella stes-

sa direzione generano un campo visivo ristretto, ma consentono la percezione della profondità. Ci si aspetterebbe pertanto che le prede traggano un beneficio da campi visivi più ampi, mentre i predatori traggano un beneficio dall'aver una percezione della profondità, che facilita l'inseguimento e la cattura delle prede.

8. Il sonnambulismo ha probabilmente luogo durante il sonno non-REM per due motivi: durante il sonno REM si assiste a un'inibizione motoria, che rende l'individuo paralizzato, inoltre la natura delle attività svolte durante il sonnambulismo non si accordano con i contenuti vividi e bizzarri dei sogni che caratterizzano il sonno REM.

9. Possiamo scomporre questa domanda in due osservazioni distinte. In primo luogo, la perdita delle capacità motorie della gamba destra indica che i comandi motori sono omolaterali, cioè discendono lungo lo stesso lato dell'arto controllato. La capacità di percepire stimoli dolorifici applicati alla gamba destra ma non al piede sinistro indica che le vie dolorifiche si incrociano per proseguire sul lato opposto, o controlaterale, del midollo spinale prima di raggiungere l'encefalo. Il movimento riflesso della gamba destra a uno stimolo applicato al piede sinistro indica che l'informazione riflessa è elaborata a livello locale e non richiede l'intervento di centri superiori del sistema nervoso centrale. Possiamo pertanto concludere che i comandi motori nel midollo spinale sono omolaterali rispetto ai muscoli controllati ma che le informazioni dolorifiche che salgono all'encefalo sono controlaterali. Infine, le risposte differenti al dolore e al tatto indicano che queste due modalità di informazione somatosensoriale percorrono tratti differenti: il tatto segue vie omolaterali, il dolore vie controlaterali.

10. Il fatto che in risposta all'esercizio e all'allenamento della mano sinistra sopra la corteccia frontale destra sia stata rilevata un'attività maggiore di onde lente rispetto a quella osservata sopra la corteccia frontale sinistra mostra che il lato destro dell'encefalo controlla il lato sinistro del corpo e viceversa. Questo aumento dell'attività di onde lente durante il sonno dopo l'esercizio/allenamento suggerisce che durante il sonno questa attività a onde lente riflette un processo di riparazione o un processo di apprendimento.

CAPITOLO 48

1. b 2. c 3. b 4. d 5. c

6. Una caratteristica strutturale è la lunghezza del muscolo; la metà della lunghezza di un muscolo lungo è maggiore alla metà della lunghezza di un muscolo breve. Un'altra caratteristica strutturale riguarda la posizione di inserzione del muscolo sull'osso; questa determina le lunghezze relative del braccio di potenza e del braccio di resistenza del sistema di leva rappresentato dal muscolo, dall'osso e dall'articolazione. Se il rapporto tra braccio di resistenza e braccio di potenza è piccolo allora è possibile effettuare un grande movimento che genera soltanto una

forza relativamente piccola. Se il rapporto tra braccio di resistenza e braccio di potenza è grande, allora sono possibili soltanto piccoli movimenti che possono esercitare un'elevata forza.

7. Se la frattura e la rimarginazione hanno danneggiato la placca epifisaria e se le aree di ossificazione primaria e secondaria si fondono, allora l'osso non può più accrescersi in corrispondenza di tale estremità.

8. Le spalle si affaticheranno per prime poiché esse non sono normalmente coinvolte nel mantenimento della postura; le spalle sono adattate per realizzare movimenti rapidi e per applicare improvvisamente forze elevate. Pertanto i muscoli della spalla dispongono di una percentuale maggiore di fibre veloci. I muscoli della gamba sono muscoli posturali e possiedono una percentuale maggiore di fibre lente.

9. Il potenziale d'azione si propaga nella cellula muscolare attraverso il sistema dei tubuli T. All'interno dei tubuli T il potenziale d'azione induce cambiamenti conformazionali del complesso recettoriale DHP-rianodina. Tali cambiamenti inducono l'apertura di canali Ca^{2+} nel reticolo sarcoplasmatico cosicché ioni Ca^{2+} diffondono in tutto il sarcoplasma. Gli ioni Ca^{2+} si legano a unità di troponina, inducendo sulla tropomiosina l'esposizione dei siti di legame tra actina e miosina. Si formano pertanto ponti crociati tra la miosina e l'actina, che causano la contrazione muscolare. Quando la concentrazione di ioni Ca^{2+} nel sarcoplasma si abbassa perché questi ioni vengono nuovamente pompate nel reticolo sarcoplasmatico, il processo si inverte e i siti di legame actina-miosina non sono più accessibili. La differenza temporale tra contrazione e potenziale d'azione è dovuta al tempo necessario per liberare gli ioni Ca^{2+} , per la loro diffusione nel sarcoplasma e per il loro successivo ritorno nel reticolo sarcoplasmatico.

10. La quantità maggiore di ioni Ca^{2+} nel sarcoplasma e il fatto che questi vi permangano più a lungo aumentano la contrazione muscolare e dunque la tensione muscolare. L'aumento della tensione muscolare richiede un'ulteriore dispendio in termini di ATP, alzando il metabolismo e producendo quantità maggiori di calore. L'aumento del metabolismo induce un'elevata frequenza cardiaca. Ciò si aggiunge all'effetto della maggiore concentrazione di ioni Ca^{2+} nello stesso muscolo cardiaco.

CAPITOLO 49

1. d 2. e 3. b 4. c 5. a

6. Si dovrebbe trattare di un pesce non molto attivo, che si muove lentamente e che ha un cuore più grande e vasi sanguigni di calibro maggiore per riuscire a conciliare l'elevato flusso di sangue con la bassa pressione. Le membrane branchiali sono ben sviluppate e il pesce dispone di un elevato volume ematico. Le mascelle mostrano adattamenti per una cattura "in agguato".

to” piuttosto che per una cattura per inseguimento. La distribuzione del pesce è limitata alle acque atlantiche perché queste sono molto fredde e pertanto la solubilità di O_2 è alta.

7. A parità di volume complessivo, la superficie totale adibita agli scambi gassosi è molto più piccola in un alveolo polmonare grande che in numerosi alveoli più piccoli. Se il tessuto polmonare è meno elastico, la capacità vitale dei polmoni si riduce e durante il ciclo respiratorio può essere scambiata una quantità minore di aria. Un tessuto polmonare meno elastico è inoltre meno permeabile ai gas respiratori.

8. Alla fine della fase inspiratoria la pressione nella cavità pleurica raggiunge il suo massimo valore negativo. Durante lo stesso periodo la pressione alveolare aumenta nuovamente fino a eguagliare la pressione atmosferica. La pressione alveolare raggiunge il suo massimo valore positivo rispetto alla pressione atmosferica a metà della fase espiratoria.

9. Le cellule ematiche necessitano di energia. Durante la loro conservazione la fonte energetica iniziale è il glucosio presente nel plasma del sangue, ma quando questo si esaurisce le cellule iniziano a metabolizzare anche i composti intermedi della via glicolitica, compreso 2,3-BPG. Quando il 2,3-BPG viene metabolizzato, una quantità minore di questa sostanza si lega all'emoglobina deossigenata e pertanto l'affinità dell'emoglobina per O_2 aumenta. Quando l'affinità dell'emoglobina per O_2 diventa troppo elevata, essa può abbassare la P_{O_2} del plasma fino a livelli inferiori alla P_{O_2} del plasma di un paziente.

10. Con l'aumentare dell'altitudine la P_{O_2} dell'aria respiratoria si riduce, mentre la P_{CO_2} è bassa anche a livello del mare e lo rimane alle altitudini elevate. Pertanto ad alta quota il gradiente di concentrazione che induce O_2 a diffondere nel sangue è minore, mentre il gradiente di concentrazione che induce CO_2 a diffondere dal sangue all'aria espiratoria non si abbassa. Di conseguenza il principale stimolo respiratorio si riduce con l'aumentare della necessità di incrementare la respirazione. Il sangue diventa perciò ipossico e la respirazione è indotta dall'attivazione dei chemiorecettori carotideo e aortico. Con l'aumentare della respirazione vengono asportate quantità ancora maggiori di CO_2 e la respirazione rallenta, provocando un nuovo attacco di ipossia e persino un aumento di CO_2 nel sangue. Ciò induce un altro episodio di respirazione rapida e il ciclo si ripete.

11. (a) L'emoglobina del lama possiede un'affinità maggiore per O_2 .

(b) L'emoglobina del lama è vantaggiosa alle alte quote poiché essa può essere saturata al 100% alla bassa P_{O_2} che caratterizza gli ambienti di montagna. Pertanto l'emoglobina può trasportare ai tessuti un carico pieno di O_2 .

(c) L'emoglobina del lama permette che il trasferimento di O_2 avvenga a P_{O_2} tissutali più basse.

CAPITOLO 50

1. a 2. c 3. d 4. c 5. e

6. In primo luogo, all'inizio della corsa il sistema nervoso simpatico invia un segnale anticipatorio che aumenta la frequenza cardiaca. In secondo luogo, l'aumento della frequenza cardiaca, insieme alle maggiori quantità di sangue venoso che ritornano dai muscoli in attività al cuore, provocano la dilatazione del ventricolo che di conseguenza si contrae con più forza, come descritto dalla legge di Frank-Starling. Ciò è dovuto al fatto che un lieve stiramento dei sarcomeri ottimizza la sovrapposizione delle fibrille di actina e miosina consentendo una contrazione massima. Anche l'aumento della respirazione incrementa il volume del sangue venoso reflu e induce il comportamento descritto dalla legge di Frank-Starling.

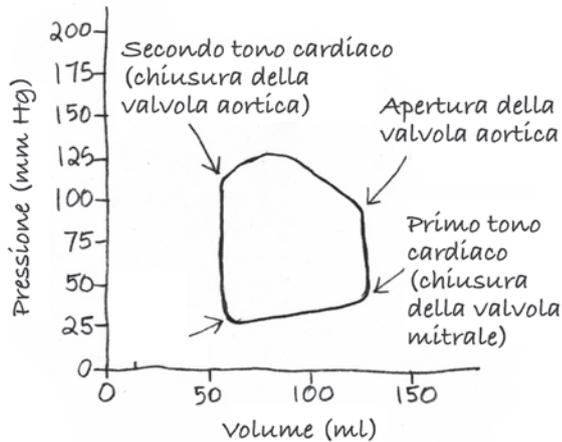
7. In nessun momento del ciclo cardiaco tutte e quattro le valvole cardiache sono contemporaneamente aperte; se ciò accadesse il cuore non sarebbe più in grado di pompare con efficienza. Durante tutta la diastole le valvole aortica e polmonare sono chiuse, mentre le valvole atrioventricolari sono aperte. All'inizio della sistole le valvole atrioventricolari si chiudono. Per un breve periodo tutte e quattro le valvole sono chiuse, poi si aprono le valvole aortica e polmonare e rimangono aperte fino alla fine della sistole.

8. Esistono risposte rapide e risposte di lunga durata. Un abbassamento della pressione sanguigna riduce la frequenza con cui i barorecettori situati nelle grandi arterie inviano impulsi alle aree del tronco cerebrale adibite alla regolazione della funzione cardiaca, con conseguente aumento degli impulsi simpatici e riduzione degli impulsi parasimpatici che vengono inviati al cuore. Ciò aumenta la frequenza cardiaca e la forza di contrazione del muscolo cardiaco (la risposta combatti o fuggi). Una risposta più lenta alla perdita di elevate quantità di sangue è mediata dai reni, che rispondono all'abbassamento della pressione sanguigna con un aumento del rilascio di renina. La renina, a sua volta, aumenta l'attivazione di angiotensina in circolo. La forma attiva dell'angiotensina innalza la pressione sanguigna attraverso la costrizione dei vasi sanguigni periferici e la stimolazione della sete. Un'altra risposta lenta, stimolata dalla ridotta attività dei barorecettori, è la liberazione di ADH da parte della neuroipofisi. L'ADH stimola il riassorbimento di acqua a livello renale.

9. Il muscolo cardiaco deve essere capace di generare e condurre potenziali d'azione. Potrebbero essere presenti varianti diverse di canali ionici coinvolti nella generazione e nella conduzione dei potenziali d'azione. Il muscolo cardiaco deve essere capace di convertire il potenziale d'azione nell'apertura di canali per gli ioni Ca^{2+} inseriti nel reticolo sarcoplasmatico, cosicché potrebbero esistere cambiamenti adattativi a livello dei recettori per la DHP e per la rianodina. Una volta liberati nel sarcoplasma, gli ioni Ca^{2+} devono essere nuovamente sequestrati dal reticolo sarcoplasmatico e negli animali ibernanti questa

pompa Ca^{2+} è probabilmente adattata per operare a temperature più basse.

10. Il grafico dovrebbe essere come questo:



Il grafico relativo al ventricolo destro è simile; i volumi sono gli stessi, ma le pressioni sono più basse.

CAPITOLO 51

1. e 2. a 3. b 4. d 5. b

6. Il fondamento logico di una dieta ricca di proteine e di grassi è che in questo modo viene minimizzata la secrezione di insulina. L'insulina promuove l'assunzione, la metabolizzazione e l'immagazzinamento di glucosio da parte di varie cellule del corpo e inibisce l'azione della lipasi nei tessuti adiposi. Pertanto, quando i livelli di insulina sono bassi è più probabile che i tessuti metabolizzino i grassi invece di immagazzinarli.

7. Nella vostra risposta potreste includere i seguenti punti:

- L'insulina stimola la maggior parte delle cellule del corpo ad assumere glucosio dal sangue poiché durante la fase di assorbimento quest'ormone stimola l'inserimento di trasportatori del glucosio nella membrana plasmatica di queste cellule.
- L'insulina inibisce la lipasi nel tessuto adiposo, cosicché durante la fase di assorbimento la demolizione dei lipidi immagazzinati è ridotta.
- L'insulina stimola la sintesi di trigliceridi nel tessuto adiposo.
- L'insulina attiva l'enzima che opera la fosforilazione del glucosio quando questo entra nelle cellule, impedendo così a questo zucchero di abbandonare nuovamente le cellule. In questo modo l'assunzione di glucosio da parte delle cellule viene massimizzata.
- L'insulina attiva gli enzimi epatici che sintetizzano il glicogeno.
- La mancanza di insulina durante la fase di post-assorbimento riduce l'assunzione di glucosio nella maggior parte delle cellule e attiva gli enzimi della lipolisi e della glicogenolisi.

8. Nel duodeno il trigliceride presente nel cibo viene emulsionato dalla bile con conseguente formazione di micelle.

Queste vengono demolite dalla lipasi pancreatica con liberazione di acidi grassi liberi e monogliceridi, che saranno assorbiti attraverso le membrane plasmatiche delle cellule dell'epitelio intestinale. All'interno di queste cellule gli acidi grassi liberi e i monogliceridi vengono nuovamente trasformati in trigliceridi e racchiusi in chilomicroni, che contengono anche colesterolo e sono rivestiti di lipoproteine. I chilomicroni sono secreti dall'estremità basale delle cellule epiteliali e raggiungono la porzione centrale dei villi intestinali per entrare nei vasi linfatici. I chilomicroni circolano successivamente nel sistema linfatico fino a essere riversati nel sangue attraverso il dotto toracico.

Una *via diretta* seguita dall'acido grasso potrebbe riguardare i chilomicroni che circolano nel sangue e possono venire in contatto diretto con l'endotelio danneggiato delle arterie coronarie per essere assorbiti dalle placche.

Una *via indiretta* potrebbe riguardare i chilomicroni che vengono assunti dal fegato o dalle cellule del tessuto adiposo dove il trigliceride può essere immagazzinato. Nel fegato il trigliceride può essere nuovamente impacchettato a formare particelle di lipoproteine a bassa densità o a densità molto bassa, a seconda della quantità di colesterolo presente nella particella. Queste lipoproteine abbandonano il fegato e circolano nel sangue e, quando vengono in contatto con le cellule endoteliali danneggiate delle arterie coronarie, esse si legano ai recettori per le lipoproteine e il trigliceride e il colesterolo vengono assorbiti dalla placca.

9. L'anidrasi carbonica catalizza l'idratazione di CO_2 con formazione di acido carbonico, che si dissocia in ioni H^+ e in ioni HCO_3^- . Nelle cellule adomorfiche dello stomaco gli ioni H^+ sono secreti nelle fossette gastriche e raggiungono successivamente il lume gastrico. Gli ioni bicarbonato vengono trasportati fuori dalle cellule in corrispondenza del versante cellulare basale e raggiungono il sangue con conseguente aumento del pH. Nei dotti pancreatici il bicarbonato è trasportato nel lume dei dotti; gli ioni H^+ vengono trasportati fuori dalle cellule in corrispondenza della loro porzione basale e raggiungono il sangue, dove abbassano il pH.

10. Le vie di regolazione ipotalamiche controllano la sensazione di fame e di sazietà, non l'uso dell'energia. Ciò indica che nell'equazione del bilancio energetico la componente più importante per l'insorgere dell'obesità è l'assunzione di energia. Naturalmente l'obesità può anche derivare da una scarsa attività fisica, pertanto un ridotto consumo di calorie può costituire un fattore secondario nell'insorgere dell'obesità.

CAPITOLO 52

1. d 2. a 3. a 4. b 5. a

6. Il glucosio contribuisce alla concentrazione osmotica del filtrato glomerulare e dunque del liquido tubulare. Ciò provoca un aumento del volume di urina che fluisce attraverso i dotti collettori per essere escreto.

7. Gli ACE-inibitori riducono la produzione di angiotensina II, la forma attiva dell'angiotensina, a partire da angiotensina I. Livelli più bassi di angiotensina nel sangue aumentano il tasso di filtrazione glomerulare e dunque la produzione di urina. La perdita di quantità maggiori di acqua attraverso l'urina abbassa il volume ematico e dunque la pressione sanguigna. L'inattivazione dell'angiotensina comporta inoltre la dilatazione dei vasi sanguigni periferici con conseguente abbassamento della pressione sanguigna e riduzione della sensazione di sete, ciò aiuta a mantenere un volume vascolare più basso. L'angiotensina stimola il rilascio di aldosterone, che promuove il riassorbimento di ioni Na^+ e dunque la ritenzione idrica.

8. Il tasso con cui l'inulina viene filtrata equivale alla concentrazione di inulina nel sangue ($[I_s]$) moltiplicato per il tasso di filtrazione glomerulare (TFG). Il tasso con cui l'inulina viene escreta equivale alla concentrazione dell'inulina nell'urina ($[I_u]$) moltiplicato per il tasso di flusso dell'urina ($V = 1 \text{ ml/min}$). Poiché tutta l'inulina filtrata abbandona il corpo insieme all'urina, il tasso con cui l'inulina viene filtrata deve corrispondere al tasso con cui questa sostanza viene escreta. Pertanto, $[I_s] \times \text{TFG} = [I_u] \times V$ e $\text{TFG} = [I_u] \times V/[I_s]$.

9. Ogni differenza tra il tasso con cui la sostanza (S) viene filtrata e il tasso con cui essa viene escreta sarà dovuta al riassorbimento del secreto tubulare. Quando la quantità di S escreta supera quella filtrata, allora S deve essere secreta dai tubuli renali. Se la quantità di S escreta è inferiore a quella filtrata, allora S deve essere riassorbita dai tubuli. Pertanto $[S_s] \times \text{TFG} - [S_u] \times V =$ tasso di riassorbimento (se negativo) o di secrezione (se positivo) di S.

10. Alle alte quote la differenza di concentrazione che sposta l' O_2 attraverso le membrane alveolari fino al sangue diminuisce, mentre non cambia la differenza di concentrazione che induce il passaggio di CO_2 attraverso le membrane alveolari fino all'aria espiratoria. L'aumento del tasso respiratorio dovuto all'ipossia porterà pertanto all'eliminazione di quantità eccessive di CO_2 e il pH del sangue aumenterà, sopprimendo la respirazione. Il bicarbonato viene filtrato nel liquido glomerulare; durante il suo passaggio lungo i tubuli renali nel lume tubulare vengono escreti ioni H^+ con formazione di H_2CO_3 , che si dissocia in CO_2 e H_2O . Il CO_2 viene riassorbito dalle cellule dei tubuli, al cui interno l'anidrasi carbonica catalizza la sua idratazione con liberazione di ioni H^+ , che vengono nuovamente secreti nel liquido tubulare, e di ioni bicarbonato, che saranno nuovamente secreti nel liquido extracellulare. Bloccando l'anidrasi carbonica, una quantità minore di ioni H^+ verrà secreta nel liquido tubulare e una quantità maggiore di ioni bicarbonato rimarrà nel liquido tubulare per essere secreta. La ritenzione di ioni H^+ e l'escrezione di bicarbonato abbassa il pH e ciò stimola un aumento della respirazione. Tuttavia, la maggiore quantità di bicarbonato nel liquido tubulare aumenta la concentrazione osmotica di tale liquido, inducendo un aumento dell'escrezione di acqua.

CAPITOLO 53

1. b 2. e 3. c 4. a 5. d 6. e 7. a 8. e

9. Lo sviluppo dei circuiti cerebrali che controllano il dimorfismo sessuale del comportamento di minzione viene influenzato dai livelli di estrogeno o di testosterone in circolo durante le prime fasi del periodo postnatale. L'estrogeno deve impedire lo sviluppo delle connessioni neurali responsabili del comportamento maschile.

10. La differenza principale tra insetti e vertebrati eusociali riguarda il meccanismo aploidiploide su cui si basa la determinazione del sesso negli insetti. Ciò significa che un'operaia femmina, in quanto figlia della regina, condivide un numero maggiore di geni con le proprie sorelle (la progenie della regina) che con una potenziale progenie propria, che avrebbe infatti un padre differente. Pertanto, ai fini della fitness complessiva dell'operaia è vantaggioso allevare una sorella piuttosto che una figlia. L'aploidiploidia è assente nei vertebrati, cosicché questa potente forza selettiva non opera in questo gruppo animale.

11. La variabilità del canto non indirizzato permette al maschio di adattare il proprio canto allo specifico dialetto locale. Il canto indirizzato ha probabilmente un'efficacia maggiore nell'attrazione delle femmine poiché identifica con maggior accuratezza il maschio come membro di una particolare popolazione locale ed è anche più efficace durante la competizione con altri maschi presenti nelle vicinanze.

12. Dal momento che i maschi di molotro non odono il canto del padre, il canto deve essere geneticamente determinato. Le femmine apprendono probabilmente il canto della specie ospite, imparando pertanto a identificare e a localizzare i nidi di potenziali ospiti. Potreste verificare l'ipotesi sui maschi, allevandoli in isolamento per vedere quale tipo di canto gli animali sviluppano durante la maturazione. Potreste verificare l'ipotesi sulle femmine sottoponendole a un esperimento di scelta comportamentale simile a quello dei diamanti mandarino (vedi Figura 53.8) per analizzare le preferenze dei canti indirizzati e non indirizzati. Ponete le femmine in gabbie suddivise in tre compartimenti e fate loro ascoltare nei due compartimenti laterali i canti rispettivamente di specie ospiti e di specie non ospiti. Per ottenere una stima della preferenza del canto, sistemate una femmina nel compartimento centrale e usate come misura di preferenza il tempo che l'animale passa in ognuno dei due compartimenti esterni. Un altro esperimento potrebbe consistere nel portare in laboratorio il nido di una specie ospite con uova di molotro e di allevare i molotri facendo loro ascoltare il canto di un'altra specie. Successivamente si ripete l'esperimento di scelta comportamentale facendo ascoltare agli animali il canto della specie ospite e quello di altre specie.

13. I dati classici suggeriscono che il comportamento igienista sia controllato da due geni in modo da ottenere una tipica percentuale mendeliana di 3:1 con il 50% di ibridi, il

25% di omozigoti dominanti e il 25% di omozigoti recessivi. L'analisi OTL indica, tuttavia, che in questo comportamento sono coinvolti più di due geni. La differenza dei risultati potrebbe essere dovuta al fatto che sono coinvolti due geni a effetto principale e numerosi geni modificatori.

CAPITOLO 54

1. d 2. d 3. a 4. c 5. c

6. Considerando la sua localizzazione e le sue condizioni climatiche, il matorral cileno dovrebbe avere una vegetazione tipica simile a quella presente in altre aree con clima mediterraneo. La vegetazione dovrebbe essere (ed è) costituita da una vegetazione arbustiva tenace e adattata al fuoco, con sottili foglie coriacee e semi contenuti in coni, o capsule, resistenti al fuoco, o dotati di elaiosomi per essere dispersi dalle formiche.

7. Il fatto che specie appartenenti allo stesso genere siano presenti in Australia e in Africa meridionale, indica che, probabilmente, il genere si è originato prima della frammentazione del Gondwana, il super-continente che comprendeva l'Antartico, il Sud America, l'Africa e l'Australia. È anche probabile, quindi, che altre specie appartenenti allo stesso genere possano essere ritrovate in Sud America (le condizioni attuali non permettono la sopravvivenza di aracnidi in Antartide, ma esiste la possibilità di ritrovare fossili di specie appartenenti allo stesso genere).

8. L'esame dell'asse x della figura suggerisce che, se la media delle temperature minime sale di 5°C , il bioma della tundra potrebbe subire una sostanziale contrazione nella sua estensione geografica (e potrebbe addirittura scomparire del tutto); anche la foresta boreale potrebbe subire una riduzione di estensione.

9. L'ampia radiazione delle specie di *Drosophyla* nelle isole Hawaii suggerisce che il genere sia originario di queste isole. Le Hawaii costituiscono un sistema insulare isolato, e la sua distanza da qualsiasi massa continentale, suggerisce anche che un'eventuale dispersione verso queste remote isole, da parte di una specie ancestrale, sia da considerarsi altamente improbabile. Altro elemento indicativo dell'origine autoctona, o meno, del genere, potrebbe essere il rinvenimento di fossili di taxa ancestrali solo alle Hawaii o, al contrario, in qualche altro luogo del mondo. Se taxa ancestrali non si rivelano in nessun altro continente, è molto probabile che il genere si sia originato, e successivamente diversificato, nelle Hawaii (e solo in seguito si sia diffuso ovunque).

CAPITOLO 55

1. d 2. c 3. b 4. d 5. d 6. d

7. In entrambi questi casi, le strategie di gestione umane agiranno contro i tassi intrinseci di crescita degli organismi. Le popolazioni di organismi longevi, con bassi tassi di riproduzione, crescono lentamente. Questi organismi possono essere definiti organismi a strategia K , che

tendono a mantenersi al livello della capacità portante dell'ambiente o a un livello prossimo. Questi organismi sono adattati a vivere in ambienti prevedibili, e tendono a essere molto specializzati nell'uso delle loro risorse, inoltre, rispetto ad altri organismi, sono meno tolleranti nei confronti delle variazioni della loro qualità. Producono una prole ridotta, ma tutti gli individui immaturi hanno un'elevata probabilità di sopravvivere fino allo stadio adulto. Si ricordi che il numero di nascite in una popolazione tende a essere più alto quando la popolazione è ben al di sotto della sua capacità portante. Se si vuole rendere produttive specie longeve, di grandi dimensioni, incrementando il loro tasso di natalità, è necessario gestire le popolazioni in modo da mantenerle al di sotto della capacità portante ambientale. Tuttavia, alcune specie (come le balene) si riproducono così lentamente da non essere in grado di sostenere alcun tipo di prelievo. Gli organismi a vita breve, con elevati tassi riproduttivi, possono essere considerati specie a strategia r . Generalmente, questi organismi sono in grado di utilizzare una vasta gamma di risorse, sono estremamente tolleranti nei confronti di un ampio spettro di condizioni ambientali e, in condizioni favorevoli, possono produrre una prole enorme. Se vogliamo limitare il numero di organismi infestanti a vita breve e crescita rapida, come i ratti, l'eliminazione di singoli individui non farà altro che aumentare il tasso di natalità della popolazione. Un approccio più funzionale è quello di ridurre le risorse (ad esempio, rimuovendo la spazzatura) in modo da abbassare la capacità portante della specie. In ogni caso, tuttavia, se si vuole gestire una situazione di questo tipo, è necessario che gli operatori conoscano la specifica storia di vita e le dinamiche della popolazione.

8. Gli esseri umani sono soggetti alle stesse dinamiche di popolazione delle altre specie. La disponibilità di risorse è un fattore di regolazione della popolazione densità-dipendente. Analogamente alla popolazione di renne dell'isola di St. Matthew, la popolazione irlandese crollò nel momento in cui diminuirono le risorse di cibo. Al decremento della popolazione contribuirono le variazioni che si ebbero in tre tipi di tassi dipendenti da eventi demografici. Esaminiamoli tenendo presente la relazione $N_1 = N_0 + (B - D) + (I - E)$. Primo, il tasso di emigrazione aumentò; secondo, l'età di prima procreazione, e quindi l'età di generazione, aumentò, e questo determinò la diminuzione del tasso di natalità (B). In altri termini, i tratti di storia di vita della popolazione cambiarono al mutare delle condizioni ambientali. Infine, come diretta conseguenza della carenza di cibo, aumentò il tasso di mortalità (D). Un'analisi della storia sociale della carestia di patate in Irlanda, potrebbe dirci molto circa il ruolo avuto dalla stessa crescita della popolazione irlandese, prima della carestia, e anche sul coinvolgimento, come fattore di regolazione della quantità di cibo disponibile, della competizione intraspecifica (ampiamente discussa nel Capitolo 56), cioè, se altre popolazioni monopolizzarono le risorse, limitandone l'accesso al popolo irlandese.

9. Per sostenere le ragioni di coloro che concordano con l'idea che non è sempre possibile applicare il controllo biologico, si potrebbe citare l'esempio del rospo delle canne australiano che, non solo non riuscì a controllare il coleottero delle canne, motivo per cui era stato introdotto, ma divenne esso stesso una specie dannosa. Si potrebbe anche far notare che molte specie introdotte in una nuova regione, dove sono normalmente assenti sia i loro predatori che i loro agenti patogeni, raggiungono densità di popolazione molto più elevate rispetto alle loro aree di origine; inoltre, si potrebbe anche dimostrare che non esistono ragioni per pensare che questa generalizzazione non possa applicarsi a quelle specie introdotte a fini del controllo biologico. Per sostenere le ragioni di coloro che pensano che il controllo biologico può essere utilizzato in modo sicuro ed efficace, si potrebbe ricordare il felice esempio del controllo biologico effettuato sulla cocciniglia cotonosa solcata, in California, le cui popolazioni furono contenute, per anni, grazie all'introduzione di una coccinella predatrice e una mosca parassita. Si potrebbe anche dimostrare che i casi di fallimento, come quello relativo al rospo delle canne, potrebbero essere evitati studiando a fondo l'ecologia delle specie che si vuole utilizzare come agenti di controllo, prima che queste siano introdotte. Studi effettuati in campi sperimentali, prima dell'introduzione, avrebbero quasi certamente dimostrato che il coleottero delle canne resta nella parte alta dello stelo della canna da zucchero, al di fuori del raggio di azione del rospo, mentre studi sulla biologia di questi anfibi avrebbero rivelato il carattere generalista e vorace del loro appetito. L'ineludibile esigenza di test approfonditi utili alla valutazione della specificità ed efficacia dell'intervento, prima del rilascio, può ridurre fortemente il rischio che l'agente di controllo biologico possa diventare esso stesso una minaccia dopo l'introduzione. Tuttavia, gli avversari del controllo biologico potrebbero rispondere che, siccome i sistemi biologici sono estremamente complessi, anche gli studi più approfonditi potrebbero non essere sufficienti a rivelare i rischi reali legati all'introduzione di una certa specie in un nuovo ambiente.

10. I corridoi possono essere considerati tali in rapporto a specifici organismi e alle loro capacità di dispersione. I corridoi rappresentano habitat che collegano porzioni di ambienti idonei, attraverso cui gli organismi considerati possono muoversi. Un'area utilizzata come corridoio dagli uccelli potrebbe non rappresentare un corridoio efficace per piccoli artropodi. D'altra parte, i piccoli artropodi potrebbero necessitare di porzioni di habitat meno estese per mantenere popolazioni autosufficienti. Quindi, potrebbe essere molto difficile valutare gli effetti dei corridoi affidandosi a singole osservazioni. Queste potrebbero consentire di individuare gli effetti dei corridoi su animali simili per taglia e capacità di movimento, ma non nei casi di specie molto differenti rispetto a questi attributi. Per valutare gli effetti dei corridoi negli habitat frammentati, è molto importante considerare contemporaneamente differenti organismi, perché, all'interno di questi

habitat, essi interagiscono tra loro. I ricercatori del Parco Nazionale di Palenque, in Messico, hanno scoperto che è più probabile ricattare uccelli in porzioni di habitat forestali originari collegati da corridoi alle porzioni di foresta in cui erano stati rilasciati, rispetto a porzioni di foresta originarie non collegate ai siti di rilascio. Tuttavia, la loro capacità di utilizzare questi corridoi con successo è influenzata da altre specie, come i predatori, così come la loro capacità di sopravvivenza nelle porzioni di habitat originario dipende dalla presenza di prede. In definitiva, potrebbe essere molto difficile definire gli effetti dei corridoi affidandosi solo a una singola osservazione.

CAPITOLO 56

1. a 2. c 3. c 4. d 5. e

6. Le interazioni tra formiche, cactus e impollinatori, descritte nell'esercizio *Lavorare con i Dati*, sono esemplificative di differenti tipi di interazione. Difendendo i cactus dai potenziali erbivori, le bellicose formiche guardiano agiscono come mutualiste di queste piante, esattamente come fanno le specie di api che, visitando i fiori, si comportano da agenti impollinatori. Le cinque specie di formiche considerate utilizzano i nettari extraflorali di questa pianta nello stesso modo e, quindi, potrebbero essere considerate specie competitive per questa risorsa. Ogni tipo di interazione dipende dall'abbondanza e dalle attività delle specie che interagiscono. Le piante di cactus che crescono in aree prive di insetti erbivori non avrebbero bisogno di combattive formiche guardiano; di conseguenza, in tali circostanze, le formiche che continuano a utilizzare le sostanze dei nettari senza offrire alcun tipo di servizio di difesa, potrebbero essere considerate parassite. L'interazione mutualistica tra le formiche e le piante potrebbe venir meno anche nel caso in cui l'aggressività delle formiche determinasse la rarefazione degli impollinatori o impedisse del tutto la possibilità delle api di impollinare i fiori.

7. L'identificazione degli alberi di pino suscettibili all'infestazione del coleottero del pino può essere fatta sia tramite un'osservazione diretta sia per via sperimentale. In aree infestate, i ricercatori potrebbero individuare alberi di pino che non ospitano popolazioni di coleottero e caratterizzare quelle proprietà che li rendono resistenti agli insetti (per esempio, la capacità di produrre grandi quantità di resina). Per contro, negli alberi che mostrano un elevato livello di infestazione si potrebbero rilevare quegli aspetti che rendono le piante particolarmente vulnerabili nei confronti dei coleotteri (come l'essere sopravvissuti a incendi o a colpi di fulmine nel passato). In condizioni controllate, potrebbero anche essere condotti esperimenti in cui i ricercatori potrebbero testare varie specie di pino per determinare se i coleotteri mostrano preferenze per particolari specie. Il fatto che questi coleotteri abbiano un partner mutualistico, da cui dipende la loro capacità di nutrirsi del legno degli alberi, suggerisce che, nella gestione delle infestazioni, si potrebbe utilizzare un fungicida

che uccida il fungo simbiote e, di conseguenza, renda incapace il coleottero di colonizzare e uccidere gli alberi. Per quanto, al momento, tali programmi di controllo non siano utilizzati, molti ricercatori sono impegnati nell'analisi dell'ampiezza di queste interazioni ecologiche per poter definire nuovi metodi di lotta e di controllo delle specie nocive.

8. (a) Per definire un tipo di popolazione microbica che possa escludere la presenza di specie microbiche dannose, l'industria dei pollami ha applicato i principi dell'esclusione competitiva. Questo principio afferma che non possono coesistere due o più specie che utilizzino, nello stesso modo, la stessa risorsa limitata. Fornendo una coltura di tre specie batteriche a dei pulcini da carne, la comunità batterica che si sviluppa impedisce, per esclusione competitiva, l'infezione di *Salmonella*.

(b) Questo esperimento può condurre anche ad altri risultati, come la presenza ultima esclusiva, nella flora intestinale, di una sola specie batterica o alla coesistenza di tutte e quattro le specie. La possibilità di coesistenza di tutte le specie o la sopravvivenza finale di una o più specie dipende dalla disponibilità di risorse nell'intestino dei pulcini.

(c) Il principio di competitività esclusiva può essere utile anche per affrontare altri problemi riguardanti una comunità di organismi che si sviluppa in condizioni limitate. Questo principio fornisce parte delle motivazioni che sono alla base dell'uso umano dei probiotici per migliorare diversi stati fisici. I probiotici sono microrganismi che sono ingeriti con il cibo per ottenere benefici salutistici che, si pensa, derivino dall'alterazione dell'equilibrio microbico ottenuto attraverso l'inibizione dello sviluppo delle specie dannose. Sui probiotici sono in corso indagini per il trattamento di malattie infiammatorie intestinali, diarree indotte da agenti patogeni e infezioni del tratto uro-genitale.

9. Se i parassiti e i loro ospiti coevolvono, le relazioni filogenetiche esistenti tra i pidocchi parassiti potrebbero riflettere le relazioni filogenetiche esistenti tra gli ospiti. L'analisi del DNA ha rivelato che attualmente i fenicotteri sono filogeneticamente molto più prossimi agli svassi di quanto lo siano ad anatre e oche. I moderni metodi di analisi molecolare che possono essere utilizzati per determinare le relazioni tra i pidocchi parassiti e le specie di uccelli loro ospiti prevedono la costruzione di filogenesi molecolari per gruppi di specie di uccelli acquatici e per i loro parassiti specifici, e un'analisi comparativa successiva che ne verifichi la congruenza (vedi Capitolo 22). Gli uccelli, ognuno dei quali ha una propria fauna parassitaria, oltre ad acquisire parassiti comuni da un comune antenato, potrebbero ospitare parassiti comuni in virtù del fatto che condividono lo stesso habitat e possono, quindi, entrare in contatto tra di loro. Considerando che fenicotteri, anatre, svassi e oche sono tutti uccelli acquatici, esiste la possibilità che i fenicotteri possano aver acquisito alcuni dei loro pidocchi parassiti attraverso questo processo di trasferimento tra specie ospiti.

10. In un sistema di impollinazione mutualistico è necessario che il comportamento dell'agente impollinatore sia tale da indurlo a visitare più di un individuo della stessa specie di pianta. La visita a più di un individuo della stessa specie garantisce che l'impollinatore possa trasferire il polline di una pianta sulla superficie ricettiva dello stigma di un altro individuo conspecifico. Un impollinatore che si imbatte in un elemento di deterrenza, che limiti la quantità di nettare ottenibile in una singola visita, è molto probabilmente indotto a cercare di continuare il foraggiamento su un'altra pianta della stessa specie. Questo processo di foraggiamento frammentato, che passa attraverso l'assunzione di molti piccoli pasti fatti con il nettare di differenti individui, aumenta la probabilità che l'impollinatore possa trasferire il polline da un individuo all'altro. Tuttavia, la presenza di una quantità eccessiva di nicotina nel nettare, se scoraggia del tutto future visite di individui conspecifici o se altera il comportamento dell'impollinatore (la nicotina è neurotossica), può ridurre la probabilità di impollinazione. Un altro fattore che limita la quantità di nicotina è rappresentato dal costo energetico che le piante devono sopportare per la sua biosintesi; utilizzare molte risorse energetiche per aumentare la quantità di nicotina potrebbe determinare una minore disponibilità di risorse da utilizzare nella produzione di fiori, semi e frutti.

CAPITOLO 57

1. a 2. a 3. b 4. d 5. a 6. c 7. e

8. La diversità della flora batterica dell'intestino umano può essere confrontata tra singoli individui, e all'interno delle popolazioni, utilizzando gli stessi metodi impiegati per comparare la diversità delle comunità macroscopiche. La diversità comprende il numero di specie presenti e la ricchezza, o abbondanza, relativa degli individui in ogni specie. Per determinare quali batteri possano essere considerati specie chiave di volta, si possono utilizzare degli antibiotici che eliminino selettivamente specie particolari, e monitorare, in seguito, gli effetti di questa esclusione sulla comunità. Per la valutazione della diversità delle comunità batteriche, tuttavia, i metodi sviluppati per stimare la diversità delle comunità macroscopiche possono essere condizionati dalla nostra capacità di isolare, identificare e quantificare tutte le specie microbiche presenti. Nonostante il grande sviluppo dei metodi molecolari di identificazione dei batteri abbia enormemente aumentato questa capacità, il riconoscimento e la caratterizzazione della vastissima diversità batterica resta ancora un'impresa difficile.

9. In accordo con la teoria della biogeografia insulare, il numero di specie presenti su un'isola rappresenta il bilanciamento tra il tasso di immigrazione e colonizzazione verso l'isola e il tasso di estinzione delle specie locali. Con l'aumento della distanza dal pool di specie sorgente, il numero di specie al punto di equilibrio di un'isola diminuisce; con l'aumento delle dimensioni dell'isola, inve-

ce, il numero di specie aumenta. Gli schemi di diversità nella farfalla sfinge, documentato da Beck e Hitching, in 113 isole della Thailandia e della Malesia confermano molti dei postulati della teoria della biogeografia insulare. La fonte continentale da cui provengono i colonizzatori comprende 180 specie. Il Borneo, una grande isola vicina alla Thailandia, presenta un numero di specie più alto (tra 113 e 135) rispetto alla Nuova Guinea (da 46 a 90 specie), che ha quasi le stesse dimensioni ma è più lontana dalla Thailandia. Inoltre, è possibile confermare anche l'assunto secondo il quale le isole più grandi sostengono un più alto numero di specie: il Borneo accoglie un maggior numero di specie rispetto alle molto meno estese Filippine (da 46 a 112 specie), nonostante siano praticamente equidistanti dalla Thailandia.

10. L'andamento documentato da Marek Sammul, Lauri Oksanen e Merike Magi – che con la rimozione di una specie perenne da una comunità di piante ad alta produttività, hanno ottenuto un incremento della biomassa delle sue specie competitori – è stato rilevato anche in altre comunità. Un'ipotesi presuppone che la competizione interspecifica diviene più intensa quando la produttività è molto elevata. Apparentemente, la verga d'oro (*Solidago virgaurea*) è un competitore tanto forte che, quando è presente in una comunità, può eliminare tutte le altre specie. In comunità meno produttive la competizione è meno intensa, così l'esclusione dalla competizione della verga d'oro non si traduce in un incremento di sviluppo di nessuna delle specie rimanenti. I risultati di questo studio affiancano quelli ottenuti nell'esperimento a lungo termine condotto nella Stazione Sperimentale di Rothamsted, in Inghilterra, in cui l'aggiunta regolare di concime a parcelle di terreno selezionate, per incrementarne la produttività, ha prodotto una riduzione del numero di specie di piante presenti, rispetto ad altre parcelle sperimentali che non erano state concimate; in queste parcelle non concimate, e meno produttive, la diversità è rimasta praticamente costante. Un'ipotesi alternativa potrebbe essere che la verga d'oro inibisca lo sviluppo delle altre piante presenti (come fanno alcune piante pioniere nelle prime fasi di una successione). Questa ipotesi potrebbe essere verificata mediante l'estrazione degli essudati delle radici di verga d'oro per valutare le loro capacità inibitorie nei confronti della germinazione e dello sviluppo delle altre specie della comunità.

11. Il fatto di considerare le lamprede pesci parassiti, che danneggiano le specie di interesse sportivo e, di conseguenza, eliminarle oppure considerarle ingegneri ambientali, che approntano aree di nidificazione che possono favorire un incremento nei tassi di riproduzione di molte di quelle specie, dipende da vari fattori. Alcuni di questi fattori sono di natura ecologica; è importante quantificare l'impatto delle popolazioni di lamprede marine esistenti sulla sopravvivenza dei pesci di interesse sportivo, così come stimare la dimensione della popolazione di lampreda, che deve essere tale da non pregiudicare la

sopravvivenza degli altri pesci. Così come devono essere valutati anche i benefici derivanti dall'arricchimento in nutrienti e dalla predisposizione dei siti di nidificazione. Inoltre, per la definizione di un'opportuna strategia di gestione, occorrerà anche tener conto delle tradizioni locali; i piani dovrebbero esser fatti tenendo anche in considerazione la stima del valore economico dell'industria della pesca sportiva presso le comunità locali, nonché l'interesse estetico e culturale posto da queste comunità sulla conservazione di una fauna più naturale.

CAPITOLO 58

1. e 2. d 3. c 4. c 5. a 6. b

7. Per il recupero di un lago potrebbe essere importante il tasso di circolazione delle sue acque, che, a sua volta, dipende dalla collocazione geografica. Nel Lago di Washington, che si trova in una zona caratterizzata da clima temperato, la circolazione delle acque avviene in primavera e in autunno. Quando le acque reflue erano scaricate nel lago, i nutrienti in esse contenuti potevano indurre fenomeni di eutrofizzazione e, di conseguenza, un impoverimento del tasso di ossigeno delle acque del fondo. Comunque, il blocco degli scarichi ha determinato un decremento della produzione di biomassa e, di conseguenza, una minore deposizione di organismi morti sul fondo, un minor accumulo di nutrienti e un minor consumo di ossigeno dei processi decompositivi sul fondo del lago. La circolazione autunnale e primaverile ha consentito il trasferimento dei nutrienti, accumulati sul fondo, verso la superficie e dell'ossigeno verso il fondo, e questo ha indotto un miglioramento delle condizioni di quegli organismi che erano tipici delle comunità lacustri del periodo preindustriale. Se il lago fosse stato sottoposto a un clima caratterizzato da variazioni stagionali della temperatura insufficienti a indurre la circolazione delle acque, i nutrienti accumulati in eccesso sarebbero rimasti confinati sul fondo del lago, e avrebbero favorito fenomeni di eutrofizzazione persistenti e duraturi. È anche probabile che il tempo di recupero di un lago possa essere influenzato da altre condizioni locali. Le precipitazioni acide, per esempio, possono influenzare negativamente la vitalità degli organismi dulciacquicoli e, se risultano localmente intense, possono rendere più lenti i tempi di recupero delle comunità del lago.

8. Tra gli effetti locali vi potrebbe essere l'accumulo di azoto. Il carbone – un combustibile organico fossile – contiene azoto e la sua combustione può rilasciare nell'atmosfera composti azotati (come il biossido di azoto, NO₂ e l'ossido di diazoto, N₂O), attraverso le ciminiere. Alcuni di questi composti possono ricadere al suolo con le precipitazioni o sotto forma di particolato anidro. Il conseguente aumento di azoto nei terreni può favorire quelle piante che sono meglio adattate a trarre vantaggi da elevati livelli di nutrienti, che possono, quindi, avere il sopravvento su altre piante. Di conseguenza, questo potrebbe determinare un cambiamento della comunità

vegetale e probabilmente anche una diminuzione della sua diversità. L'accumulo di azoto può contribuire anche all'eutrofizzazione dei laghi così come il suo rilascio nell'atmosfera può contribuire all'aumento dello smog.

Tra gli effetti regionali, vi potrebbero essere le precipitazioni acide. L'uso dei combustibili fossili rilascia nell'atmosfera NO_2 e biossido di zolfo (SO_2); entrambe queste sostanze reagiscono con le molecole di acqua, presenti nell'atmosfera, formando rispettivamente acido nitrico (HNO_3) e acido solforico (H_2SO_4). Questi acidi possono viaggiare, nell'atmosfera, per migliaia di chilometri e sono quindi in grado di influenzare ecosistemi anche molto distanti dai siti di emissione. Le precipitazioni acide possono danneggiare le foglie delle piante e ridurre i loro tassi di fotosintesi e possono causare una diminuzione della diversità delle comunità lacustri di pesci e di altri organismi. Un effetto globale potrebbe essere rappresentato dal cambiamento climatico. L'uso di combustibili fossili rilascia grandi quantità di CO_2 , assieme a N_2O (in minori quantità), entrambi gas serra. La presenza di N_2O nell'atmosfera determina anche la produzione di ozono troposferico; inoltre, questa sostanza agisce anche da gas serra e contribuisce allo smog. L'aumento della concentrazione dei gas serra sta già causando il riscaldamento climatico globale. Questo cambiamento climatico sta provocando una serie di effetti negativi sull'ecosistema globale; ne sono esempi lo scioglimento del ghiaccio polare artico, l'innalzamento del livello del mare, l'aumento del rischio di inondazioni costiere e i profondi cambiamenti che si osservano nell'abbondanza e nella distribuzione delle specie.

L' SO_2 rilasciato dalla combustione del carbone, non solo produce piogge acide ma contribuisce anche al riscaldamento globale. I depuratori rimuovono l' SO_2 , ma il processo di depurazione è esso stesso inquinante, perché produce bio-rifiuti solidi contenenti zolfo, che devono essere depositati in una discarica, assieme ad altri rifiuti solidi generati durante la combustione del carbone.

9. Per quanto il ferro sia necessario agli organismi solo in piccolissima quantità, rappresenta, comunque, un micronutriente essenziale. È un elemento raro dell'acqua di mare, perché è insolubile in acque ossigenate, di conseguenza, il ferro che arriva agli oceani affonda rapidamente, depositandosi sul fondo. L'esperimento descritto nel testo dimostra che il ferro, negli oceani, è un nutriente limitante: quando i ricercatori hanno aggiunto ferro in soluzione alle acque superficiali equatoriali dell'oceano Pacifico, l'imponente boom fitoplanctonico che ne è seguito è stato accompagnato da un forte aumento del prelievo di nitrati e diossido di carbonio, a dimostrazione del fatto che questi nutrienti sono disponibili nelle acque ma sottoutilizzati. Questo esperimento ha dimostrato che l'aggiunta di ferro alle acque oceaniche aumenta i tassi di fotosintesi, ma per comprendere appieno gli effetti di questa concimazione con ferro potrebbe essere necessario condurre un maggior numero di esperimenti simili, anche a scala ecosistemica, estesi su un lungo periodo. I ricercatori potrebbero così osservare gli effetti che l'au-

mento della concentrazione del ferro ha sull'intera rete alimentare. Gli ecosistemi concimati dovrebbero essere comparati con ecosistemi di controllo non nutriti, posti a grande distanza dai siti di sperimentazione in modo da non essere influenzati dagli effetti della concimazione.

10. Se il sistema "quote e commercio" funzionasse così come immaginato, si potrebbe rapidamente mettere un freno alle emissioni, mantenendole al livello esistente al momento dell'entrata in vigore della legge. Questo sistema potrebbe anche essere più facilmente accettato dai soggetti inquinanti, rispetto a un divieto assoluto o a una limitazione delle emissioni. Inoltre, potrebbe anche incoraggiare l'industria a investire maggiormente in tecnologia più pulita, che consentirebbe di ottenere crediti di quote da vendere o, almeno, di risparmiare nell'acquisto di quote inquinanti. Gli svantaggi potrebbero includere l'assenza di un sistema di controllo governativo per amministrare e rendere più incisiva la legge e il fatto che non è di facile applicazione (gli Stati Uniti, per esempio, non sono riusciti ad applicarla). I maggiori soggetti inquinanti potrebbero essere riluttanti ad aumentare i loro costi di produzione, a causa del pagamento delle quote, e potrebbero facilmente unirsi contro questa legge. D'altro canto, gli ambientalisti potrebbero ribattere che il sistema delle "quote e commercio" rappresenta una risposta inadeguata al riscaldamento globale, perché è necessario non solo fermare l'aumento delle emissioni ma soprattutto diminuirle fortemente; inoltre, potrebbero anche rispondere che permettere di inquinare a chiunque sia in grado di pagare solleva problemi etici e potrebbe addirittura legittimare l'inquinamento.

11. Non solo un uragano, ma anche più, possono essere imputati al riscaldamento globale. Ricordiamo la differenza tra *tempo* e *clima*, descritta nel capitolo 54. "Il *tempo* indica le condizioni atmosferiche presenti in un certo luogo in un certo momento nel breve periodo, mentre il *clima* si riferisce alla media delle condizioni atmosferiche, e all'estensione delle loro variazioni, in un luogo particolare su un lungo periodo; in altre parole, il *clima* è quello che ti aspetti, il *tempo* è quello che hai". Tuttavia, anche l'osservazione che gli uragani avvengono da secoli non può dimostrare che *non* vi sia stato cambiamento climatico. Per affrontare la questione, è necessario raccogliere dati sull'andamento della temperatura e degli uragani su un lungo periodo. Primo, dobbiamo dimostrare che le temperature medie delle acque oceaniche sono aumentate nel tempo – ed è stato fatto. Secondo, dobbiamo dimostrare che questo riscaldamento delle acque è responsabile dell'aumento della frequenza e della forza degli uragani, vale a dire che, nel corso degli anni, o su lunghi periodi, si sono manifestati sempre più uragani, e con forza crescente, nei periodi di riscaldamento delle acque rispetto ai periodi in cui le acque erano meno calde. Una tale correlazione potrebbe fornire l'evidenza che il riscaldamento degli oceani ha determinato l'aumento della frequenza e dell'intensità degli uragani. Più difficile

è dimostrare che il riscaldamento delle acque oceaniche è causato dall'aumento della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera, ma molti ricercatori credono che vi siano molte prove a favore di questa affermazione.

CAPITOLO 59

1. b 2. e 3. e 4. a 5. d 6. c 7. b

8. I biologi della conservazione, e gli altri soggetti impegnati nella conservazione della biodiversità, sono il più delle volte costretti a lavorare con risorse limitate, e quindi si trovano spesso a fare delle scelte difficili. Potrebbero scegliere di concentrare i loro sforzi sugli hotspot di biodiversità, o sulle aree in cui sono presenti specie a rischio di estinzione imminente, ma in tali aree si troverebbero di fronte a scelte ancora più difficili. Quando abbiamo discusso della biogeografia insulare, abbiamo descritto la relazione specie-area: le isole più grandi possono sostenere un maggior numero di specie al punto di equilibrio rispetto a isole più piccole. La stessa cosa è valida per gli "habitat isolati". Le aree protette si comportano spesso come habitat isolati, perché molte sono circondate da habitat che sono stati resi non idonei alla sopravvivenza delle specie a causa delle attività umane. Dobbiamo anche considerare gli effetti margine, tenendo presente che non tutte le aree che proteggiamo potranno effettivamente conservarsi in modo idoneo per le comunità e le specie di interesse. Pertanto, se volgiamo conservare una comunità naturale, con la sua biodiversità complessiva, è meglio proteggere un'area più vasta possibile. Se la nostra preoccupazione è invece rivolta a una o poche specie in pericolo, si potrebbe tentare la conservazione di numerose porzioni di habitat; in questo modo, se un disturbo ecologico o una malattia dovesse sterminare la popolazione presente in una di queste aree, non si determinerebbe l'estinzione totale della specie. L'area o le aree scelte, tuttavia, devono essere sufficientemente ampie da garantire alla specie il mantenimento di una popolazione vitale, in modo da evitare la perdita di diversità genetica. Nella scelta dei siti, noi potremmo favorire quelle aree in cui sia possibile il mantenimento di corridoi, che consentano la dispersione degli individui tra le diverse aree protette; questo garantirebbe il mantenimento delle altre popolazioni presenti nelle aree collegate. Ma è raro che un'area protetta possa essere definita solo sulla base di questi criteri; i piani dipendono anche dalla disponibilità dei proprietari terrieri, dei governi e dei residenti locali a sostenere la protezione dell'area.

9. Alcuni potrebbero rispondere che se esiste una sola popolazione di bighorn, mentre del puma esistono più popolazioni distinte, allora il puma dovrebbe essere eliminato dall'areale del bighorn. Tuttavia, se il puma rappresenta il predatore chiave di volta della regione, la sua rimozione potrebbe avere conseguenze negative impreviste sulle altre specie della comunità – si rammenti l'esempio del lupo nel Parco Nazionale di Yellowstone, descritto nel Capitolo 57. Se né il bighorn né il puma sono specie introdotte – vale a dire, se il predatore e la preda sono sopravvissuti insieme per un lungo periodo, prima di divenire specie minacciate – potrebbe essere utile cercare di individuare eventuali cambiamenti avvenuti nel frattempo. I bighorn hanno subito una perdita di habitat o di risorse tale da far sì che le loro popolazioni siano adesso insufficienti a sostenere il medesimo tasso di predazione del passato? Osservazioni di questo tipo potrebbero suggerire una strategia alternativa alla soppressione della popolazione di puma. Sarebbe possibile recuperare l'habitat originale e più ampio del bighorn in modo che vi si possa sviluppare una popolazione più numerosa? O, come alternativa finale, non si potrebbe procedere a una riproduzione in cattività del bighorn e poi, in seguito, a una sua introduzione in aree libere dalla presenza del puma?

10. Per certi aspetti, le organizzazioni protezionistiche internazionali utilizzano già un sistema "triage". L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN), per esempio, classifica le specie in pericolo in tutto, o nella maggior parte del loro areale, come "in pericolo di estinzione" o "in pericolo critico", differenziandole da quelle che hanno meno probabilità di estinguersi nell'immediato futuro (che quindi vengono classificate come vulnerabili). Questo sistema di classificazione determina, in qualche modo, un ordine di priorità nelle operazioni di soccorso. Un problema legato all'applicazione del sistema triage della Prima Guerra Mondiale alla conservazione delle specie, tuttavia, è rappresentato dal fatto che la scienza medica ha molto più successo nel prevedere con certezza la morte di un individuo, rispetto alle scienze ecologiche nel prevedere con certezza l'estinzione di una specie. Dopo tutto, la scienza medica si interessa di una specie che è stata oggetto di un'intensa e minuziosa attenzione fin dalla nascita delle ricerche scientifiche. Il costo di un'errata valutazione rispetto al rischio di estinzione di una specie è la perdita dell'intera specie – una combinazione unica di geni che, almeno con la tecnologia attuale, non può essere ricostruita.