

James R. Morris Daniel L. Hartl
Andrew H. Knoll Robert A. Lue
Melissa Michael

Biologia

Come funziona la vita

Ecologia



BIOLOGIA **ZANICHELLI**

James R. Morris Daniel L. Hartl
Andrew H. Knoll Robert A. Lue
Melissa Michael

Biologia

Come funziona la vita

Ecologia

PER IL COMPUTER E PER IL TABLET



L'eBook
multimediale

1 REGISTRATI A MYZANICHELLI

Vai su my.zanichelli.it e registrati
come studente

2 SCARICA BOOKTAB

- Scarica **Booktab** e installalo
- Lancia l'applicazione e fai login

3 ATTIVA IL TUO LIBRO

- Clicca su **Attiva il tuo libro**
- Inserisci il **codice di attivazione** che trovi sul **bollino argentato adesivo** in questa pagina



4 CLICCA SULLA COPERTINA

Scarica il tuo libro per usarlo offline

PER LO SMARTPHONE

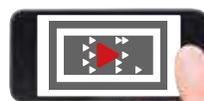


i video del libro
GUARDA! sul tuo smartphone

SCARICA LA APP  DA:



1 Sul libro, inquadra l'icona



2 Sullo smartphone, tocca le icone

3 Guarda i video e le altre risorse multimediali

James R. Morris Daniel L. Hartl
Andrew H. Knoll Robert A. Lue
Melissa Michael

Biologia

Come funziona la vita

Ecologia

Titolo originale: *How Life Works*, 3rd Edition (Chapters 43-48)
First published in the United States of America by Freeman and Company
Copyright © 2019, 2016, 2013 W.H. Freeman and Company. All Rights Reserved.

Traduzione e revisione: Luciana Migliore

© 2021 Zanichelli editore S.p.A., via Imerio 34, 40126 Bologna [32020]
www.zanichelli.it

I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), i diritti di noleggio, di prestito e di traduzione sono riservati per tutti i paesi. L'acquisto della presente copia dell'opera non implica il trasferimento dei suddetti diritti né li esaurisce.

Le fotocopie per uso personale (cioè privato e individuale, con esclusione quindi di strumenti di uso collettivo) possono essere effettuate, nei limiti del 15% di ciascun volume, dietro pagamento alla S.I.A.E del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Tali fotocopie possono essere effettuate negli esercizi commerciali convenzionati S.I.A.E. o con altre modalità indicate da S.I.A.E. Per le riproduzioni ad uso non personale (ad esempio: professionale, economico, commerciale, strumenti di studio collettivi, come dispense e simili) l'editore potrà concedere a pagamento l'autorizzazione a riprodurre un numero di pagine non superiore al 15% delle pagine del presente volume.

Le richieste vanno inoltrate a:
Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali (CLEARedi),
Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano
e-mail: autorizzazioni@clearedi.org e sito web: www.clearedi.org

L'autorizzazione non è concessa per un limitato numero di opere di carattere didattico riprodotte nell'elenco che si trova all'indirizzo <https://www.zanichelli.it/chi-siamo/fotocopie-e-permessi>

L'editore, per quanto di propria spettanza, considera rare le opere fuori del proprio catalogo editoriale. La loro fotocopia per i soli esemplari esistenti nelle biblioteche è consentita, oltre il limite del 15%, non essendo concorrenziale all'opera. Non possono considerarsi rare le opere di cui esiste, nel catalogo dell'editore, una successiva edizione, le opere presenti in cataloghi di altri editori o le opere antologiche. Nei contratti di cessione è esclusa, per biblioteche, istituti di istruzione, musei ed archivi, la facoltà di cui all'art. 71-ter legge diritto d'autore. Per permessi di riproduzione, anche digitali, diversi dalle fotocopie rivolgersi a: ufficicontratti@zanichelli.it

Coordinamento editoriale: Marika De Acetis

Redazione: Cristina Benedetti

Impaginazione: Sara Travella / Galline a pois, Milano

Indice analitico: Silvia Cacciari

Copertina:

– *Progetto grafico:* Falcinelli & Co., Roma

– *Immagine di copertina:* © zennie/iStockphoto

Prima edizione italiana: luglio 2021

Ristampa: **prima tiratura**

5 4 3 2 1 2021 2022 2023 2024 2025

Realizzare un libro è un'operazione complessa, che richiede numerosi controlli: sul testo, sulle immagini e sulle relazioni che si stabiliscono tra essi. L'esperienza suggerisce che è praticamente impossibile pubblicare un libro privo di errori. Saremo quindi grati ai lettori che vorranno segnalarceli. Per segnalazioni o suggerimenti relativi a questo libro scrivere al seguente indirizzo:

Zanichelli editore S.p.A.
Via Imerio 34
40126 Bologna
fax 051293322
e-mail: linea_universitaria@zanichelli.it
sito web: www.zanichelli.it

Prima di effettuare una segnalazione è possibile verificare se questa sia già stata inviata in precedenza, identificando il libro interessato all'interno del nostro catalogo online per l'Università.

Per comunicazioni di tipo commerciale: universita@zanichelli.it

Stampa:

per conto di Zanichelli editore S.p.A.
Via Imerio 34, 40126 Bologna

Indice generale

PREFAZIONE

VIII

CASO DI STUDIO 8

CONSERVARE LA BIODIVERSITÀ. HOTSPOT DI FORESTE PLUVIALI E BARRIERE CORALLINE 2

CAPITOLO 43

COMPORTEMENTO ED ECOLOGIA COMPORTEMENTALE

6

43.1 Le domande di Tinbergen

7

Tinbergen ha formulato diverse domande sul comportamento per individuarne le cause prossime e remote

7

43.2 L'analisi del comportamento

8

Gli schemi fissi di azione sono comportamenti stereotipati

9

Il sistema nervoso elabora stimoli ed evoca comportamenti

10

Gli ormoni possono innescare determinati comportamenti

10

Gli incroci sperimentali possono aiutare a determinare quanto un comportamento è genetico

12

Le tecniche molecolari forniscono nuovi metodi per saggiare il ruolo dei geni nel comportamento

13

COME LO SAPIAMO? Lo stesso gene può influenzare in modo diverso il comportamento in specie differenti?

14

43.3 L'apprendimento

15

L'apprendimento non associativo avviene senza il collegamento tra due eventi

15

L'apprendimento associativo si verifica quando due eventi sono collegati

15

COME LO SAPIAMO? Quanto sono capaci di apprendere gli insetti?

16

L'apprendimento è un adattamento

16

43.4 L'elaborazione delle informazioni

18

L'orientamento comporta una risposta diretta a uno stimolo

18

La capacità di ritornare al nido (*homing*) degli uccelli è un esempio di navigazione animale

18

Gli orologi biologici forniscono importanti indicazioni temporali per molti comportamenti 18

COME LO SAPIAMO? L'orologio biologico ha un ruolo nella capacità di orientamento degli uccelli? 19

43.5 La comunicazione 20

La comunicazione è il trasferimento di informazioni tra un mittente e un destinatario 20

Alcune forme di comunicazione sono complesse e apprese durante un periodo sensibile 21

Varie forme di comunicazione possono trasmettere informazioni specifiche 22

43.6 Il comportamento sociale 23

La selezione di gruppo è una spiegazione debole per il comportamento altruistico 23

L'altruismo reciproco è un modo in cui l'altruismo può evolversi 24

La selezione parentale si basa sull'idea che è possibile contribuire geneticamente alle generazioni future aiutando i parenti stretti 24

CAPITOLO 44

ECOLOGIA DELLE POPOLAZIONI 28

44.1 Popolazioni e loro proprietà 29

Una popolazione comprende tutti gli individui di una specie in un determinato luogo 29

Le tre caratteristiche chiave di una popolazione sono la dimensione, l'estensione geografica e la densità 30

La dimensione della popolazione si stima con i campionamenti 30

COME LO SAPIAMO? Quante farfalle ci sono in una data popolazione? 32

44.2 Crescita e declino delle popolazioni 32

La dimensione di una popolazione dipende da natalità, mortalità, immigrazione ed emigrazione 32

La dimensione della popolazione aumenta rapidamente quando il tasso di crescita pro capite è costante nel tempo 33

La capacità portante è il numero massimo di individui che un habitat può supportare 35

La crescita logistica determina una curva a S e descrive la crescita di molte popolazioni naturali	36		
I fattori che influenzano l'accrescimento possono essere dipendenti o indipendenti dalla densità della popolazione	36		
44.3 La crescita delle popolazioni in relazione alla struttura per età	37		
I tassi di natalità e mortalità variano con l'età e l'ambiente	37		
Le curve di sopravvivenza registrano la variazione della probabilità di sopravvivere nel corso della vita di un organismo	39		
Gli organismi mostrano diversi modelli di sopravvivenza	40		
I modelli riproduttivi riflettono la prevedibilità dell'ambiente in cui vive una specie	40		
La storia naturale di un organismo mostra i compromessi tra le diverse funzioni fisiologiche	41		
44.4 La dinamica delle metapopolazioni	42		
Una metapopolazione è un gruppo di popolazioni collegate da individui che migrano	42		
 Come fanno le popolazioni a colonizzare le isole?	44		
<hr/>			
CAPITOLO 45			
INTERAZIONI INTERSPECIFICHE E COMUNITÀ	47		
45.1 La nicchia	48		
La nicchia è la posizione di una specie in natura	48		
La nicchia realizzata di una specie è più limitata della sua nicchia fondamentale	49		
Le nicchie sono modellate dalla storia evolutiva	49		
45.2 Le interazioni antagonistiche	50		
Le risorse limitate favoriscono la competizione	50		
Le specie competono per risorse diverse dal cibo	51		
L'esclusione competitiva impedisce a due specie di occupare la stessa nicchia contemporaneamente	51		
 La competizione può determinare la diversificazione delle specie?	52		
Predazione, parassitismo ed erbivoria sono interazioni in cui una specie trae beneficio a spese di un'altra	53		
COME LO SAPPIAMO? Predatori e prede possono coesistere stabilmente in determinati ambienti?	54		
45.3 Le interazioni mutualistiche	56		
I mutualismi sono interazioni che avvantaggiano ciascuna specie coinvolta	56		
I mutualismi possono evolvere in una crescente interdipendenza	56		
COME LO SAPPIAMO? Gli afidi e i loro batteri simbiotici sono coevoluti?	57		
Le simbiosi digestive riciclano il materiale vegetale	57		
I mutualismi possono essere obbligati o facoltativi	58		
In alcune interazioni una specie non è influenzata	59		
La facilitazione si verifica quando una specie beneficia indirettamente di un'altra	59		
I costi e i benefici delle interazioni tra specie possono cambiare nel tempo	59		
45.4 Le comunità	60		
Le specie che vivono nello stesso luogo formano comunità	60		
 In che modo si misura la biodiversità?	61		
Le specie si influenzano a vicenda in una rete complessa di interazioni	62		
Le specie chiave hanno effetti molto importanti sulle comunità	62		
Il disturbo può modificare la composizione della comunità	64		
La successione descrive la risposta della comunità ai disturbi o a nuovi habitat	64		
La biogeografia delle isole spiega la diversità delle specie nelle isole di habitat	65		
A COLPO D'OCCHIO Successione: l'ecologia in un microcosmo	68		
<hr/>			
CAPITOLO 46			
ECOLOGIA DEGLI ECOSISTEMI	71		
46.1 Il ciclo del carbonio a breve termine	72		
La curva di Keeling registra la variazione dei livelli di diossido di carbonio atmosferico nel tempo	72		
La fotosintesi e la respirazione sono processi chiave nel ciclo del carbonio a breve termine	73		
L'oscillazione regolare del CO ₂ riflette la stagionalità della fotosintesi nell'emisfero settentrionale	74		
Le attività umane giocano un ruolo importante nell'attuale ciclo del carbonio	74		

Gli isotopi del carbonio mostrano che gran parte del CO ₂ che si è aggiunto all'aria nell'ultimo mezzo secolo proviene dalla combustione dei combustibili fossili	74	I modelli di circolazione globale determinano la distribuzione delle precipitazioni, ma anche la topografia conta	100
COME LO SAPPIAMO? Quanto CO ₂ conteneva l'atmosfera 1000 anni fa?	75	47.2 I biomi	101
COME LO SAPPIAMO? Qual è la principale fonte del CO ₂ che si è accumulato nell'atmosfera terrestre negli ultimi due secoli?	76	I biomi terrestri riflettono la distribuzione del clima	102
46.2 Il ciclo del carbonio a lungo termine	77	I biomi acquatici rispecchiano il clima, la disponibilità di nutrienti e ossigeno e la profondità a cui arriva la luce solare nell'acqua	104
I dati della composizione atmosferica negli ultimi 400 000 anni mostrano cambiamenti periodici nei livelli di CO ₂	79	I biomi marini coprono la maggior parte della superficie del nostro pianeta	114
Reservoir e flussi sono fondamentali nel ciclo a lungo termine del carbonio	79	47.3 I modelli globali	116
46.3 Reti alimentari e piramidi trofiche	82	I modelli globali di produzione primaria riflettono le variazioni del clima e la disponibilità di nutrienti	116
Le reti alimentari tracciano il passaggio del carbonio e degli altri elementi attraverso comunità ed ecosistemi	82	COME LO SAPPIAMO? Il ferro limita la produzione primaria in alcune zone degli oceani?	117
L'energia e il carbonio sono trasferiti attraverso gli ecosistemi	83	La biodiversità è più elevata all'equatore e più bassa verso i poli	119
46.4 Gli altri cicli biogeochimici	85	 In che modo le storie evolutive ed ecologiche spiegano la biodiversità?	121
Il ciclo dell'azoto è strettamente legato al ciclo del carbonio	86	<hr/>	
Il fosforo circola attraverso gli ecosistemi, sostenendo la produzione primaria	87	CAPITOLO 48	
46.5 La cornice ecologica della biodiversità	87	L'ANTROPOCENE. GLI ESSERI UMANI COME FORZA PLANETARIA	123
La diversità biologica riflette i vari modi con cui gli organismi entrano nei cicli biogeochimici	88	48.1 L'Antropocene	124
La diversità biologica può influenzare la produzione primaria e quindi il ciclo biologico del carbonio	88	Gli esseri umani sono una delle forze principali del pianeta	124
I cicli biogeochimici intrecciano evoluzione biologica e variazioni ambientali nella storia della Terra	88	48.2 L'influenza umana sul ciclo del carbonio	125
COME LO SAPPIAMO? La diversità di specie promuove la produttività primaria?	89	Man mano che i livelli atmosferici di CO ₂ aumentano, si innalza anche la temperatura superficiale media della Terra	126
A COLPO D'OCCHIO Flusso di materia ed energia attraverso gli ecosistemi	92	Gli ambienti che cambiano influenzano la distribuzione e la composizione in specie delle comunità	128
<hr/>		 In che modo i cambiamenti ambientali a livello globale influenzano le barriere coralline di tutto il mondo?	131
CAPITOLO 47		COME LO SAPPIAMO? In che modo l'innalzamento dei livelli di CO ₂ del XXI secolo influenzerà le barriere coralline?	133
CLIMA E BIOMI	96	Che cosa si può fare?	133
47.1 Il clima	97	48.3 L'influenza umana sui cicli dell'azoto e del fosforo	135
L'angolo con cui la radiazione solare colpisce la superficie terrestre è il principale fattore che determina la temperatura	97	Il fertilizzante azotato trasportato nei laghi e nel mare provoca l'eutrofizzazione	135
Il calore è trasportato verso i poli da venti e correnti oceaniche	98	Anche i fertilizzanti fosfati sono utilizzati in agricoltura, ma le fonti sono limitate	136

Che cosa si può fare?	136		
48.4 L'influenza umana sull'evoluzione	138		Quali sono le nostre priorità in termini di conservazione? 143
Le attività umane hanno ridotto la qualità e le dimensioni di molti habitat, diminuendo il numero di specie che possono supportare	138		Per affrontare le minacce alla biodiversità, la biologia della conservazione ha a disposizione un pacchetto di strumenti diversificato 144
Lo sfruttamento eccessivo minaccia le specie e interferisce con le relazioni ecologiche all'interno delle comunità	139		I cambiamenti climatici rappresentano le nuove sfide della biologia della conservazione del XXI secolo 145
Gli esseri umani svolgono un ruolo importante nella dispersione delle specie	140		Lo sviluppo sostenibile fornisce una strategia per preservare la biodiversità e soddisfare le esigenze della popolazione umana 146
Gli esseri umani hanno modificato il paesaggio selettivo di molti agenti patogeni	141		48.6 Scienza e cittadinanza nel XXI secolo 146
Gli anfibi possono fungere da "canarino nella miniera di carbone", un campanello d'allarme per l'ecologia?	142		REFERENZE ICONOGRAFICHE 151
48.5 La biologia della conservazione	143		INDICE ANALITICO 153

Prefazione

Biologia. Come funziona la vita è stato scritto in risposta ai recenti ed entusiasmanti cambiamenti che hanno interessato la biologia, la didattica e la tecnologia, con l'obiettivo di aiutare chi studia a sviluppare la mentalità necessaria per fare ricerca in biologia. Il testo, l'iconografia e gli strumenti di verifica sono stati progettati in modo integrato per fornire un percorso ottimale verso una piena comprensione della biologia.

Lo studio dei viventi richiede la capacità di comprendere in che modo ogni singolo processo biologico, che sia microscopico o macroscopico, si inserisce all'interno di un quadro più vasto, per esempio a livello di cellula, di organismo, di popolazione o di ecosistema. Non è facile tenere insieme tutte queste conoscenze: questo libro risponde all'esigenza di imparare a muoversi dal dettaglio alla visione generale attraverso un'organizzazione **tematica** dei contenuti, con un'attenta **selezione** delle informazioni e una costante ed esplicita **integrazione** tra i diversi piani su cui si snoda la disciplina.

Per sviluppare la capacità di elaborare le informazioni scientifiche il testo è corredato da numerose schede **COME LO SAPPIAMO?**, in cui è narrato il percorso di ricerca per ogni scoperta citata: che cosa si sapeva prima, quale esperimento è stato condotto e quali risultati sono stati ottenuti, che conclusioni sono state tratte e come quella scoperta ha contribuito a studi successivi.

L'ORGANIZZAZIONE PER TEMI

La disciplina è inquadrata secondo sei temi principali, ripresi costantemente lungo la trattazione, che costituiscono i concetti cardine su cui si snoda il percorso didattico:

- l'**indagine scientifica** come metodo per indagare e comprendere il mondo naturale;
- la comprensione dei **principi chimico-fisici** che sottendono il funzionamento della vita e permettono i processi biologici;
- la **cellula** come unità fondamentale degli organismi viventi;
- l'**evoluzione**, alla base di somiglianze e differenze tra gli organismi;
- i **sistemi ecologici**, e in particolare l'interazione tra viventi e ambiente fisico come pilastro che sostiene la vita;
- l'**impronta umana**, diventata dal XXI secolo la principale artefice dei sempre più rapidi ed estesi cambiamenti ecologici ed evolutivi.

UN PROGETTO INTEGRATO

I contenuti seguono un filo conduttore che parte dai **CONCETTI CHIAVE** di ogni macroargomento, elencati in apertura di capitolo. Sulla base di questi concetti chiave sono stati individuati i contenuti, gli esempi, gli esperimenti, il lessico usati per costruire un percorso coerente e adeguato, senza eccesso di dettagli che possono distrarre. Inoltre, gli esercizi proposti, nel testo e in digitale, sono stati progettati per verificare la comprensione degli aspetti fondamentali della disciplina e l'acquisizione di una mentalità scientifica.

COME LO SAPPIAMO?

FIGURA 43.10

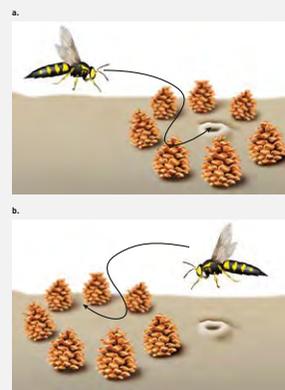
Quanto sono capaci di apprendere gli insetti?

CONTESTO Le vespe scavatrici europee, *Philanthus triangulum*, vivono nella sabbia e sono talvolta chiamate lupi delle api (*beewolf*) o vespe apivore perché cacciano le api per nutrire i loro piccoli in sviluppo. Dopo l'accoppiamento, ogni femmina scava una lunga tana con alcune camere all'estremità in cui depone le uova. Quindi cerca le api e le porta in queste camere per farle mangiare alle sue larve. La vespa deve affrontare una sfida di orientamento: dopo aver catturato la sua preda, come fa a tornare al suo nido e riconoscerlo? Come parte dei suoi studi di dottorato nei primi anni Trenta del secolo scorso, Niko Tinbergen notò che le vespe indugiavano brevemente vicino al nuovo nido prima di andare a caccia: ipotizzò che le vespe stessero identificando i punti di riferimento associati al nido.

IPOTESI Le vespe memorizzano segnali visivi di riferimento del loro nido per ritrovarlo al ritorno.

METODO Tinbergen aveva intuito che per saggiare efficacemente le capacità di apprendimento di un insetto lo studio dovesse aver luogo nel suo ambiente naturale. Un le sue abilità di naturalista e di sperimentatore per mettere a punto un'elegante dimostrazione del modo con cui le vespe femmine imparano i punti di riferimento per la navigazione. Mise un anello di pigne attorno al nido di una vespa (Figura 43.10a) e poi, una volta che la vespa si era allontanata per cacciare, spostò l'anello di pigne in un'altra posizione, lontana dall'entrata del nido (Figura 43.10b). Se i riferimenti visivi rappresentavano la chiave per localizzare il nido, la vespa si sarebbe dovuta dirigere verso l'anello di pigne spostato; invece, se i segnali fossero stati per esempio olfattivi, la vespa sarebbe tornata direttamente al nido.

RISULTATI Le femmine delle vespe scavatrici effettuano un breve volo per identificare i punti di riferimento del nido prima di lasciarlo; se questi punti di riferimento vengono spostati, la femmina ritorna nel posto sbagliato (Figura 43.10b).



CONCLUSIONE Le vespe scavatrici femmine apprendono e usano punti di riferimento locali, per esempio l'anello di pigne dell'esperimento, come segnali per localizzare il nido.

Fonte: Tinbergen N., *Curious Naturalists*, Basic Books, New York, 1958.

CASO DI STUDIO 8

Conservare la biodiversità

Hotspot di foreste pluviali e barriere coralline

Quando si pensa alle grandi estinzioni sulla Terra, spesso il primo esempio che viene in mente è la scomparsa dei dinosauri, ma ampia parte di chi si occupa di biologia della conservazione ritiene che oggi ci troviamo sull'orlo di una nuova estinzione di massa. L'Unione internazionale per la conservazione della natura ha stimato che, considerando i diversi habitat nel mondo, oltre 800 specie di piante e animali sono sparite negli ultimi 500 anni e più di 20 000 sono a rischio di estinzione.

PER OTTENERE IL MASSIMO DA OGNI SFORZO DI CONSERVAZIONE, SONO STATE IDENTIFICATE 25 AREE PRIORITARIE, O HOTSPOT (PUNTI CALDI) DI BIODIVERSITÀ.

umana che sta alterando drammaticamente la Terra e la sua diversità biologica.

Non possiamo salvare ogni specie a rischio di estinzione. Chi si occupa di biologia della conservazione deve fare scelte ardue, stabilendo le priorità per le specie da proteggere. Per ottenere il massimo da ogni sforzo di conservazione, sono state identificate 25 aree prioritarie, o hotspot (punti caldi) di biodiversità.

Questi hotspot sono aree con una concentrazione estremamente alta di specie endemiche, cioè specie che non si trovano altrove. Per esempio, si stima che almeno il 44% delle specie di piante

vascolari e il 35% delle specie di vertebrati siano confinati in questi 25 hotspot. Si tratta di una quantità impressionante, considerando che gli hotspot corrispondono a solo l'1,4% della superficie terrestre.

Le isole caraibiche, le cosiddette Indie dell'Ovest, costituiscono uno di questi hotspot. Il Mar dei Caraibi contiene oltre 7000 isole ricche di biodiversità, tra cui si stima ci siano circa 6550 specie di piante. Tutte le isole caraibiche sono rigogliose di flora e fauna, ma una in particolare è paradigmatica del concetto di hotspot di biodiversità. Hispaniola, la seconda isola più grande dei Caraibi, ha ospitato i primi insediamenti delle colonie europee nel Nuovo Mondo, fondate da Cristoforo Colombo. Oggi, Hispaniola è divisa tra due nazioni, Haiti a occidente e Repubblica Dominicana a oriente.

Hispaniola è grande circa come l'Irlanda, ma contiene un impressionante assortimento di habitat, tra cui deserto, savana, foresta pluviale, foresta secca, foresta di conifere, estuario costiero e ambiente montano nell'entroterra. Con una tale abbondanza di habitat, Hispaniola è, per certi versi, un microcosmo dei principali ecosistemi terrestri e, come altri luoghi naturali sulla Terra, la sua biodiversità nativa è sottoposta a numerose sfide.

Di tutti gli habitat di quest'isola, la foresta è quella che ha la maggior varietà di piante, animali e altri organismi. Felci, orchidee, bromelie (parenti spinose dell'ananas) crescono sulla cima degli alberi, molto lontano dal suolo. Queste piante, note come epifite, assorbono l'acqua dalla rugiada, dalla

pioggia e persino dall'umidità dell'aria. Le loro radici non raggiungono mai il suolo.

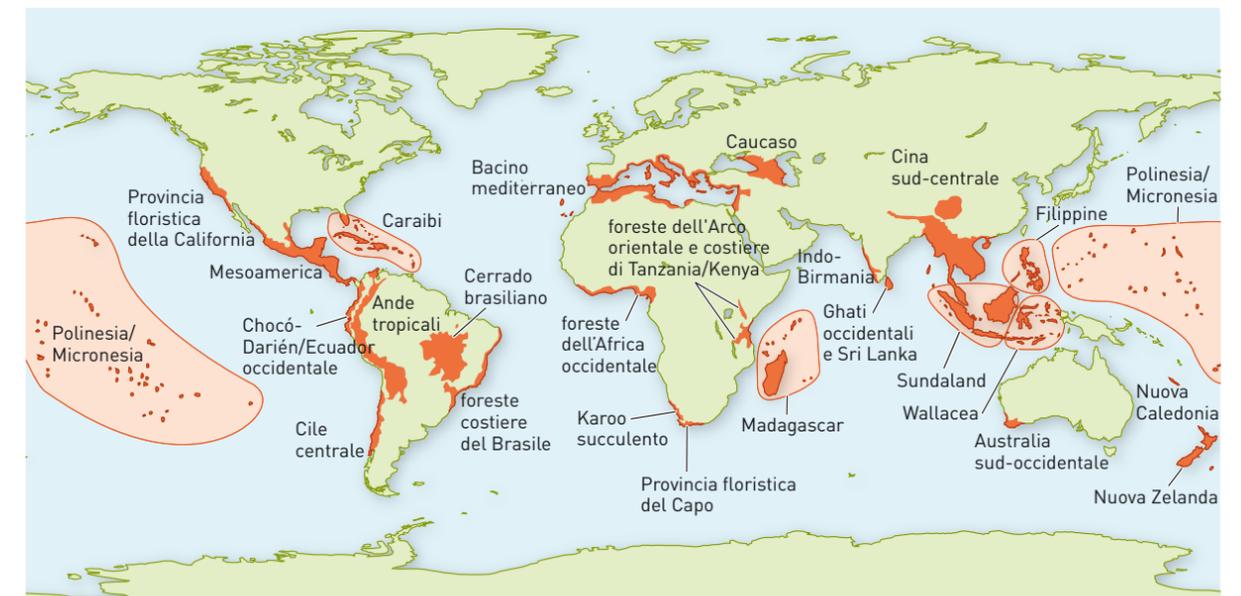
La foresta è viva e ricca di attività. Le formiche marcano silenziose; i grilli e le cicale friniscono tra le cime degli alberi; i vertebrati come le rane e gli uccelli riempiono l'aria di gracidii, fischi e cinguettii, per farsi notare da possibili partner e rivali; i pipistrelli svolazzano attraverso i cieli bui, emettendo ultrasuoni per individuare gli insetti, le loro prede. Si stima che circa 30 000 specie di organismi pluricellulari siano presenti nell'isola di Hispaniola e che un terzo di queste sia endemico. Un esempio è il solenodonte di Hispaniola, un mammifero dal naso allungato che assomiglia a un toporagno e secerne una saliva velenosa, elencato tra le specie a rischio di estinzione da decenni.

In che modo tutte queste specie sono comparse sull'isola? Per decine di milioni di anni, gli organismi hanno viaggiato verso l'isola di Hispaniola attraverso l'aria e il mare. Separati geograficamente dai loro antenati sulla terraferma, molti di questi organismi si sono evoluti in specie nuove e diverse. Una volta adattati a occupare nicchie specifiche sull'isola, animali come la lucertola *Anolis*, le rane e i grilli si sono evoluti in un'impressionante diversità di forme.

In alcuni casi è stato possibile studiare direttamente la storia evuzionistica dell'isola. Alcune spedizioni scientifiche hanno rinvenuto i resti di insetti e altre specie che sono stati inclusi nell'ambra, la resina fossilizzata degli alberi, da 30 a 23 milioni di anni fa. Molti dei campioni conservati assomigliano a specie che vivono ancora su Hispaniola, mentre altri sono diversi da qualsiasi creatura che si trova oggi sull'isola.

La sorprendente biodiversità dell'isola di Hispaniola non riguarda solo la terraferma. Le acque tiepide e poco profonde dei Caraibi che ospitano le barriere coralline costituiscono uno degli hotspot marini di biodiversità. Le barriere coralline sono in generale gli ecosistemi più diversificati dal punto di vista biologico, popolate da specie che appartengono a ogni phylum animale noto.

Nel mondo, le barriere coralline sostengono migliaia di specie, tra cui lumache, coralli, aragoste e pesci, molte delle quali passano l'intera vita in questo habitat. Le barriere coralline offrono anche un ambiente fondamentale per lo sviluppo dei piccoli di animali che vivono in altre parti dell'oceano, dalle tartarughe marine agli squali. La biodiversità delle barriere coralline è

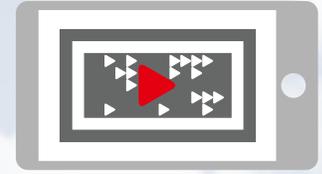


Hotspot di biodiversità. Le aree arancioni contengono una quantità particolarmente elevata di specie diverse che non si trovano in nessun altro posto.

Dati tratti da Macmillan Publishers Ltd: Meyers, N. et al. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403, 853-858 (2000).

Interazioni interspecifiche e comunità

Scarica **GUARDA!** e inquadra qui per vedere le risorse digitali di questo capitolo



CONCETTI CHIAVE

45.1 LA NICCHIA

La nicchia comprende l'habitat fisico e il ruolo ecologico di una specie.

45.2 LE INTERAZIONI ANTAGONISTICHE

Competizione, predazione, parassitismo ed erbivoria sono interazioni in cui almeno una specie è danneggiata.

45.3 LE INTERAZIONI MUTUALISTICHE

I mutualismi sono interazioni da cui entrambe le specie traggono vantaggio.

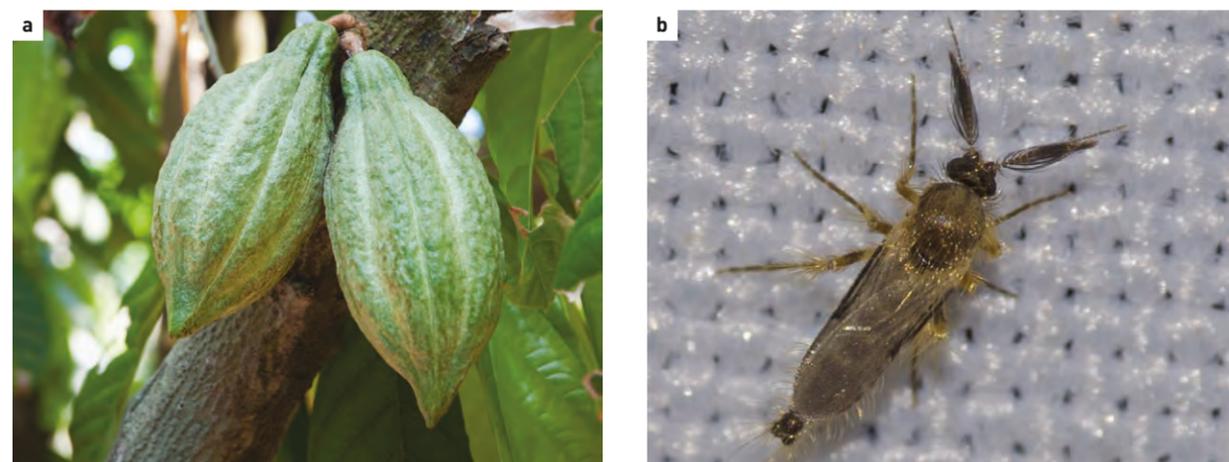
45.4 LE COMUNITÀ

Le comunità sono composte da popolazioni locali di più specie che possono interagire tra loro.

L'albero del cioccolato, *Theobroma cacao*, noto semplicemente come cacao, è originario dell'America tropicale, dove l'ambiente è costantemente caldo e umido. Il solo ambiente fisico, tuttavia, non determina dove vive il cacao. La sua riproduzione, da cui dipende, in definitiva, la sua estensione geografica, è vincolata dalla presenza di minuscole mosche, dei moscerini che impollinano le piante (FIGURA 45.1). Le uova e le larve dei moscerini hanno bisogno di ombra e della presenza di uno spesso strato di vegetazione umida in decomposizione; queste condizioni si possono creare in seguito alla caduta delle foglie sul suolo della foresta oppure grazie alle piante di banane lasciate decomporre intenzionalmente nelle piantagioni di cacao. Per via delle esigenze dei moscerini, il cacao non è dunque in grado di riprodursi, almeno non senza l'aiuto umano, in aree di piena luce o su terreno pulito. La distribuzione naturale delle piante di cacao, quindi, dipende dalle interazioni sia con l'ambiente fisico sia con le altre specie.

La dipendenza degli alberi del cacao dai moscerini non è insolita. Ogni specie interagisce con le altre in modi che ne influenzano la crescita e la riproduzione. Le altre specie possono essere gli insetti che impollinano i fiori o che mangiano le foglie di una pianta, i funghi che aiutano la pianta ad assorbire i nutrienti o quelli che la attaccano. Possono essere anche specie che competono per le risorse, predatori e agenti patogeni che riducono la dimensione della popolazione, prede che forniscono una risorsa alimentare specializzata o microbi che forniscono o consumano nutrienti mentre vivono all'interno dei loro ospiti. Le associazioni tra le specie, positive o negative, formano una complessa rete di interazioni in cui le specie influenzano la dimensione delle popolazioni o la distribuzione di altre specie, siano esse partner, nemici o fonte di cibo. In questo capitolo, esploriamo dove e come vivono le specie e in che modo interagiscono tra loro in una comunità.

FIGURA 45.1 Un'interazione reciprocamente vantaggiosa tra due specie. Lo sviluppo dei (a) frutti ricchi di semi di cacao dipende dall'impollinazione da parte dei (b) moscerini.



45.1 LA NICCHIA

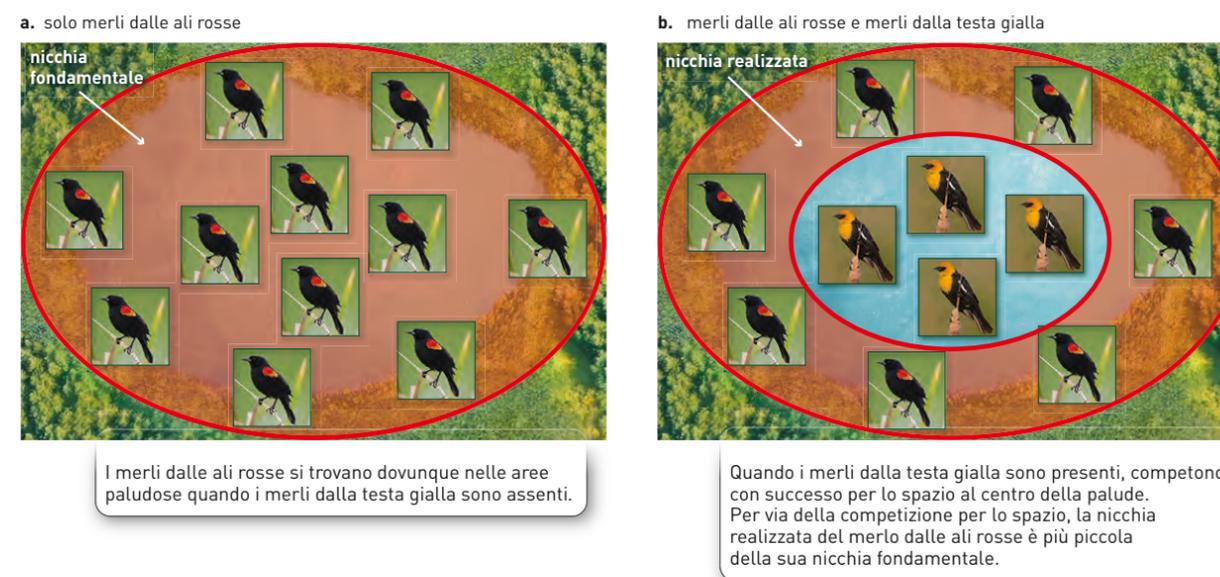
Perché le specie vivono in determinati luoghi? Come discusso nel Capitolo 44, una popolazione persiste solo dove i suoi membri possono tollerare l'ambiente fisico. Le piante, per esempio, sono sensibili alle precipitazioni, alla temperatura e ai livelli di nutrienti nel suolo. L'habitat occupato da una specie di solito ne contiene altre e la loro distribuzione riflette le interazioni fra queste specie, come dimostra l'esempio del cacao. Quando specie diverse usano le stesse risorse nello stesso luogo può insorgere un meccanismo di competizione. Specie diverse possono coesistere all'interno di un habitat condiviso solo se usano risorse diverse, se sono attive in momenti diversi o se le popolazioni locali di una o entrambe le specie hanno così pochi individui che le risorse non limitano la loro sopravvivenza e riproduzione. In altri casi, come per il cacao, le specie persistono solo quando sono presenti anche altre specie che favoriscono la loro crescita o riproduzione.

La nicchia è la posizione di una specie in natura

La combinazione dell'habitat fisico e del ruolo ecologico di una specie definisce la sua **nicchia**. Il significato di questo termine è cambiato nel corso degli anni. Quasi un secolo fa, l'ecologo americano Joseph Grinnell definì la nicchia come la somma dei requisiti dell'habitat necessari per la sopravvivenza e la riproduzione di una specie. Più tardi, l'ecologo Charles Elton ridefinì la nicchia come il ruolo che una specie svolge in una comunità, spostando l'enfasi dall'habitat alla specie stessa. A metà del XX secolo, l'ecologo G. Evelyn Hutchinson combinò queste idee, diffondendo il concetto di nicchia come habitat multidimensionale che consente a una specie di svolgere la sua vita.

La nicchia è determinata da fattori fisici (abiotici), come il clima e la chimica del suolo, nonché da fattori biologici (biotici), basati sulle interazioni con altre specie. Sebbene le specie siano comunemente asso-

FIGURA 45.2 Nicchia fondamentale e nicchia realizzata. (a) La nicchia fondamentale comprende tutto l'habitat potenzialmente disponibile per una popolazione. (b) La nicchia realizzata è il sottoinsieme di quell'habitat effettivamente occupato dalla popolazione.



ciate a un habitat specifico, i termini nicchia e habitat non sono intercambiabili. La nicchia ha una duplice natura: riflette sia il luogo in cui sono presenti gli organismi sia quello che fanno. Inoltre, la nicchia include il modo in cui gli organismi rispondono e influenzano le risorse e le altre specie presenti nell'habitat.

La nicchia realizzata di una specie è più limitata della sua nicchia fondamentale

La **nicchia fondamentale** di una specie comprende l'intera gamma di condizioni climatiche e risorse alimentari che consentono agli individui di una specie di vivere. In natura, tuttavia, molte specie non occupano tutti gli habitat consentiti dalla loro fisiologia a causa delle interazioni con altre specie, come la competizione e la predazione, che possono limitare l'area realmente occupata. La gamma di habitat effettivamente occupati da una specie è la sua **nicchia realizzata**.

Per esempio, il merlo dalle ali rosse (*Agelaius phoeniceus*) nidifica nelle paludi (FIGURA 45.2) e la sua sopravvivenza è maggiore quando nidifica sopra acque profonde, che forniscono protezione dai predatori. Negli Stati Uniti occidentali, i merli dalla testa gialla (*Xanthocephalus xanthocephalus*) competono per il territorio con i merli dalle ali rosse. In questa regione i merli dalla testa gialla, più grandi, occupano le parti delle paludi con acque più profonde, mentre i merli dalle ali rosse nidificano nelle aree marginali meno profonde. In questo caso, l'intera palude è la nicchia fondamentale dei merli dalle ali rosse (Figura 45.2a), mentre i margini con acque poco profonde sono la loro nicchia realizzata, a causa della compresenza con i merli dalla testa gialla (Figura 45.2b).

Prove del fatto che gli organismi sono in grado di vivere anche al di là delle aree che occupano effettiva-

mente vengono dagli studi sulle specie invasive (Capitolo 48); per esempio, i rospi delle canne sono stati introdotti in Australia nel 1935 e ora occupano una gamma di habitat più ampia rispetto a quella occupata nel sito nativo, in Sud America. Analogamente, diverse comuni piante infestanti europee sono molto più diffuse in Nord America di quanto non lo siano in Europa, suggerendo la presenza di limiti imposti dai competitori e dai predatori nelle aree native. Le specie invasive ci mostrano che la nicchia realizzata è spesso molto più piccola della nicchia fondamentale.

Le nicchie sono modellate dalla storia evolutiva

Le nicchie di quasi tutte le specie sono limitate, spesso in vari modi. Per esempio, tra gli uccelli dei boschi, i passeri cacciano gli insetti sulle foglie, i tordi li cercano nel terreno e i picchi catturano quelli che vivono all'interno dei tronchi degli alberi. Queste specializzazioni possono essere spiegate almeno in parte dalle nicchie degli antenati da cui si sono evoluti questi diversi uccelli del bosco. La tendenza delle specie a conservare aspetti delle loro nicchie ancestrali si chiama **conservatorismo filogenetico di nicchia** e comporta che specie strettamente correlate abbiano nicchie molto simili. Mentre la conservazione di tratti morfologici è stata molto studiata, l'analisi dell'importanza del conservatorismo di nicchia è un interesse relativamente nuovo della biologia evolutiva ed esprime la nostra crescente consapevolezza della forte influenza della storia evolutiva nel determinare la nicchia ecologica degli organismi.

Per esempio, le nicchie ecologiche degli uccelli rimangono spesso relativamente costanti anche quando si formano nuove specie, con il risultato che le specie strettamente correlate sono simili nei loro stili di vita,

FIGURA 45.5 Esclusione competitiva. Gli scoiattoli rossi europei (a) e gli scoiattoli grigi americani (b) condividono la stessa nicchia ma gli scoiattoli grigi prevalgono sugli scoiattoli rossi nei siti dove coesistono.



Gli scoiattoli forniscono un esempio ben noto (FIGURA 45.5): per millenni, gli scoiattoli rossi europei (*Sciurus vulgaris*, diverso dallo scoiattolo rosso americano discusso nel Capitolo 44) hanno prosperato negli habitat boschivi in tutte le isole britanniche. Nel 1876, tuttavia, fu introdotto in Gran Bretagna lo scoiattolo grigio americano (*Sciurus carolinensis*) che si diffuse rapidamente. Gli scoiattoli grigi e quelli rossi hanno preferenze alimentari simili, ma gli scoiattoli grigi, più grandi, sono più bravi a raccogliere le risorse alimentari; per questo motivo, con l'espandersi degli scoiattoli grigi, quelli rossi si sono ridotti fino quasi all'estinzione, esclusi dai loro competitori.

Mentre gli scoiattoli grigi hanno escluso gli scoiattoli rossi in Gran Bretagna, nove specie di scoiattoli strettamente correlate vivono insieme nelle foreste tropicali della Malesia. Sono in grado di coesistere perché le diverse specie si muovono in aree distinte della foresta, preferiscono cibi diversi e sono attive a ore diverse del giorno. Tutti questi tratti sono stati probabilmente determinati dalla competizione, in tempi remoti. La **ripartizione delle risorse**, cioè la loro divisione tra diverse specie che vivono nello stesso habitat, può ridurre al minimo la competizione, consentendo la coesistenza di due o più specie. L'esclusione competitiva è ciò che impedisce alle specie che dipendono dalla stessa risorsa di vivere nello stesso luogo allo stesso tempo, mentre la ripartizione delle risorse è ciò che consente a specie simili di coesistere.

Anche se due specie si sovrappongono in maniera sostanziale nell'uso delle risorse, l'esclusione competitiva potrebbe non avvenire; è infatti più probabile che si verifichi quando le dimensioni delle popolazioni di entrambe le specie sono abbastanza grandi da farle incontrare o da ridurre le risorse disponibili. Come discusso più avanti nel capitolo, la predazione e il parassitismo possono mantenere bassa la dimensione della popolazione.



CASO DI STUDIO 8 CONSERVARE LA BIODIVERSITÀ

Hotspot di foreste pluviali e barriere coralline

La competizione può determinare la diversificazione delle specie?

Nel Capitolo 44, abbiamo discusso delle lucertole del genere *Anolis* sull'isola di Hispaniola e in altre isole dei Caraibi. Molte specie di lucertole *Anolis* strettamente correlate vivono in aree simili e tutte si nutrono di insetti e altri invertebrati (v. Figura 44.16). Come fanno a coesistere?

Nella loro nicchia fondamentale di foreste tropicali le diverse specie di *Anolis* si differenziano per come e dove cacciano le prede. Le lucertole con le zampe lunghe corrono a terra, mentre quelle con le zampe più corte e le code lunghe si arrampicano sulla vegetazione; altre ancora, grandi e robuste, vivono nelle parti più alte degli alberi. Complessivamente, le lucertole *Anolis* hanno evoluto almeno sei diverse strategie di alimentazione con i corrispondenti tratti morfologici (FIGURA 45.6). In altre parole, mostrano una ripartizione delle risorse che permette loro di coesistere nello stesso sito.

In molti casi, la ripartizione delle risorse riflette la storia evolutiva, in cui la competizione per le risorse ha promosso l'uso di nicchie diverse da parte di gruppi diversi, arrivando fino alla diversificazione delle specie. Cioè, nel tempo l'esclusione competitiva ha provocato la divergenza nell'uso dell'habitat e nelle strategie di alimentazione e, infine, la speciazione. Il risultato è che la sovrapposizione tra gruppi strettamente correlati è ridotta al minimo. Tra gli animali, la ripartizione delle risorse di solito comporta cambiamenti comportamentali (e spesso anche divergenze nella morfologia) che consentono a gruppi diversi di individui di utilizzare ulteriori risorse, oltre a quelle già condivise. Per esempio, se due gruppi di fringuelli si



FIGURA 45.6 Adattamenti delle lucertole *Anolis*. (a) Le specie di *Anolis* che si nutrono sui ramoscelli hanno arti corti e coda prensile che usano per sostenersi quando dormono; (b) quelle che si nutrono sui tronchi hanno arti lunghi.

nutrono normalmente dello stesso tipo di seme, la ripartizione delle risorse può far sì che i gruppi accumulino differenze fisiologiche che consentano a ciascuno di nutrirsi in modo più efficace su semi di dimensione diversa.

Predazione, parassitismo ed erbivoria sono interazioni in cui una specie trae beneficio a spese di un'altra

Contrariamente alla competizione, alcune interazioni avvantaggiano una specie coinvolta e danneggiano l'altra. La **predazione** è un tipo di interazione in cui un organismo, un predatore, ne consuma un altro, la sua preda. In questa interazione, il predatore trae beneficio a spese della preda. I primi esperimenti di Georgii Gause dimostrarono che un sistema semplice con una popolazione di predatori e una popolazione di prede è intrinsecamente instabile. In uno scenario del genere, il predatore sfrutterà eccessivamente la preda, spingendola all'estinzione, e quindi si estinguerà esso stesso.

Nel 1958, lo scienziato americano Carl Huffaker dimostrò che, in presenza di rifugi in cui alcuni individui potevano sfuggire dai predatori, le prede potevano persistere mentre le popolazioni di predatori si riducevano e, nel tempo, la popolazione delle prede poteva riprendersi. La densità delle prede aumentava quindi fino a un punto in cui i predatori riprendevano a espandersi, determinando la riduzione del numero di prede, per poi diminuire di nuovo a loro volta (COME LO SAPPIAMO? FIGURA 45.7 a pagina seguente). Huffaker dimostrò che i predatori e le loro prede attraversano periodi ciclici di densità crescente e decrescente, poiché i predatori cacciano la preda ma alcune prede sono in grado di evitare la predazione. Si raggiunge un modello di oscillazione stabile sul lungo periodo quando le prede sono in grado di trovare un rifugio temporaneo. Negli ambienti naturali, i predatori possono consumare altre prede più disponibili se una preda diventa scarsa, consentendole di riprendersi.

La predazione può influire sulla dinamica di popolazione al di là della relazione predatore-preda. Per esempio, i predatori possono limitare le dimensioni

COME LO SAPPIAMO?

FIGURA 45.7

Predatori e prede possono coesistere stabilmente in determinati ambienti?

CONTESTO Negli anni Cinquanta del secolo scorso, non era chiaro se predatori e prede potessero coesistere indefinitamente nello stesso habitat o se entrambi si sarebbero estinti poiché i predatori consumavano tutte le prede disponibili. I risultati degli esperimenti fino a quel momento non avevano dato conclusioni concrete e si conoscevano esempi di predatori introdotti nelle isole che avevano cacciato le loro prede fino all'estinzione.

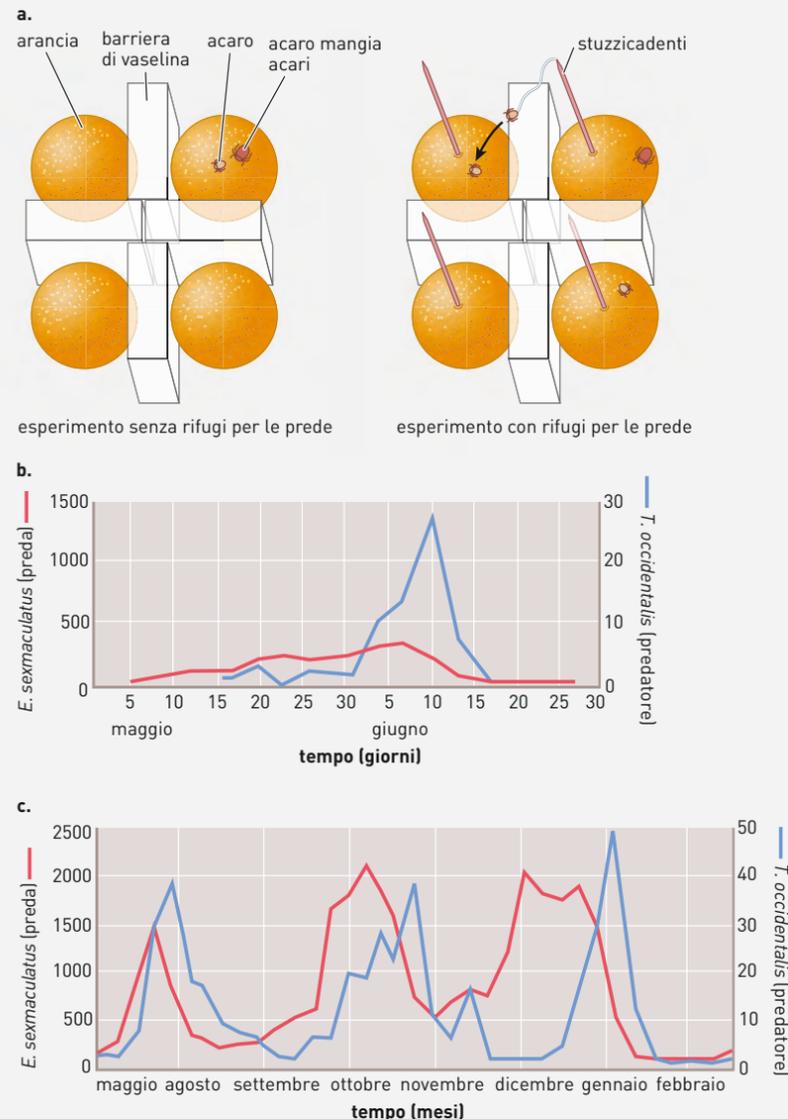
IPOTESI L'ecologo Carl Huffaker ipotizzò che predatori e prede possono stabilmente coesistere se sono disponibili rifugi temporanei per la preda.

ESPERIMENTO Huffaker condusse un esperimento con due tipi di acari: uno che mangia la buccia d'arancia e l'altro che preda l'acaro che mangia la buccia d'arancia. Huffaker mise due serie di arance su un piano, separate da barriere di vaselina, rendendo ogni arancia una *patch* di habitat (Figura 45.7a); aggiunse poi stuzzicadenti a una serie di arance in modo che gli acari che mangiavano la buccia potessero produrre la seta e raggiungere le barriere di vaselina per sfuggire, almeno temporaneamente, alla predazione.

RISULTATI Nell'esperimento in cui la preda non poteva sfuggire, è stato osservato un singolo ciclo di aumento e declino (rappresentato nella Figura 45.7b): la dimensione della popolazione di prede (linea rossa) aumenta, seguita subito da un aumento della popolazione del predatore (linea blu); alla fine entrambe le popolazioni diminuiscono fino all'estinzione. Nell'esperimento in cui erano stati aggiunti gli stuzzicadenti, invece, gli acari che si nutrivano di arance erano in grado di arrampicarsi sugli stuzzicadenti e sfuggire ai predatori sui fili di seta prodotti, raggiungendo le arance senza acari predatori. In queste condizioni sperimentali le popolazioni di predatore e preda hanno mostrato tre cicli consecutivi di aumento e declino (rappresentati nella Figura 45.7c) e probabilmente questa ciclicità sarebbe continuata se fosse proseguito l'esperimento.

CONCLUSIONE I sistemi predatore-preda possono essere stabili se è disponibile la possibilità per le prede di sfuggire ai predatori, almeno temporaneamente.

Fonte: Huffaker, C. B. Experimental Studies on Predation: Dispersion Factors and Predator-Prey Oscillations. *Hilgardia: A Journal of Agricultural Science* 27, 795-834 (1958).



della popolazione della loro preda al punto che non si verifica l'esclusione competitiva tra la preda e una popolazione in competizione.

Negli stagni degli Stati Uniti meridionali, i girini dei rospi *Anaxyrus terrestris* e *Scaphiopus holbrookii* e della piccola rana *Pseudacris crucifer* dipendono tutti dalla stessa fonte di cibo, le alghe. In presenza dei girini delle due specie di rospi, più grandi, i girini della rana non sono in grado di competere per il cibo (FIGURA 45.8). Di conseguenza, hanno bassi tassi di sopravvivenza e gli individui che raggiungono la maturità sono spesso di piccole dimensioni perché come girini non hanno avuto accesso a un'alimentazione adeguata. In presenza del tritone predatore, *Notophthalmus viridescens*, tuttavia, la situazione si ribalta: il tritone preferisce mangiare le specie di girini più grandi e la sua voracità impedisce loro di diventare sufficientemente abbondanti da prevalere sui girini della piccola rana. In questa situazione, i girini della rana hanno i tassi di sopravvivenza più elevati; con la riduzione della competizione per il cibo, i piccoli girini raggiungono la massima dimensione possibile e diventano i più abbondanti degli stagni.

Il **parassitismo** è una seconda interazione in cui una specie trae beneficio a spese di un'altra. I parassiti vivono in stretta associazione con una specie ospite, nutrendosi dei suoi tessuti. A differenza dei predatori, i parassiti raramente uccidono i loro ospiti, ma possono ridurre la fitness o la capacità riproduttiva o possono aumentarne la suscettibilità alle condizioni ambientali avverse riducendo le loro risorse. In questo modo, i parassiti possono limitare la dimensione della popolazione del loro ospite, mantenendone il numero ben al di sotto della capacità portante dell'ambiente.

Un esempio estremo di parassitismo è il fungo che infetta il castagno americano, un albero un tempo dominante nelle foreste del Nord America orientale. Questo fungo attacca il sistema vascolare dei giovani castagni, che di solito soccombono quando raggiungono i 2-3 metri di altezza, prima di raggiungere la maturità riproduttiva. Oggi, sono rimaste solo alcune macchie isolate di grandi castagni sfuggiti al fungo, nel Vermont e in una manciata di altri luoghi. Con la riduzione delle popolazioni di castagni, sono aumentate le popolazioni di querce, di faggi e di altri alberi che crescono nella stessa foresta.

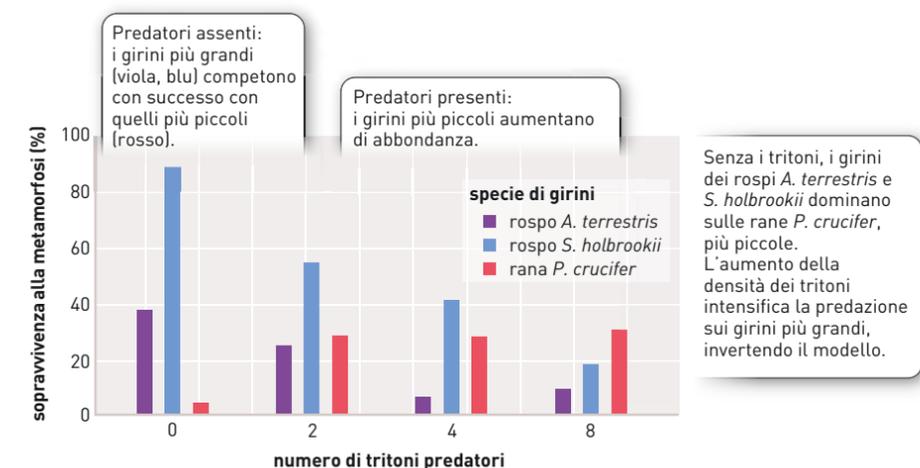
L'**erbivoria**, cioè il consumo di parti di piante, avvantaggia gli erbivori fornendo sostanze nutritive e danneggia le piante, colpendo direttamente i prodotti della fotosintesi. Le piante non sono altrettanto nutrienti quanto gli altri animali, quindi gli erbivori devono consumare maggiori quantità di materiale vegetale per ottenere i nutrienti di cui hanno bisogno per sopravvivere e riprodursi. Le piante non sono però vittime passive degli erbivori e la maggior parte si difende bene dall'erbivoria mediante deterrenti chimici o fisici.

VERIFICA SE HAI CAPITO

- Qual è la differenza tra esclusione competitiva e ripartizione delle risorse?
- In che modo i predatori possono influenzare la competizione e alterare la nicchia di altre specie?
- Che cosa hanno in comune competizione, predazione, parassitismo ed erbivoria?

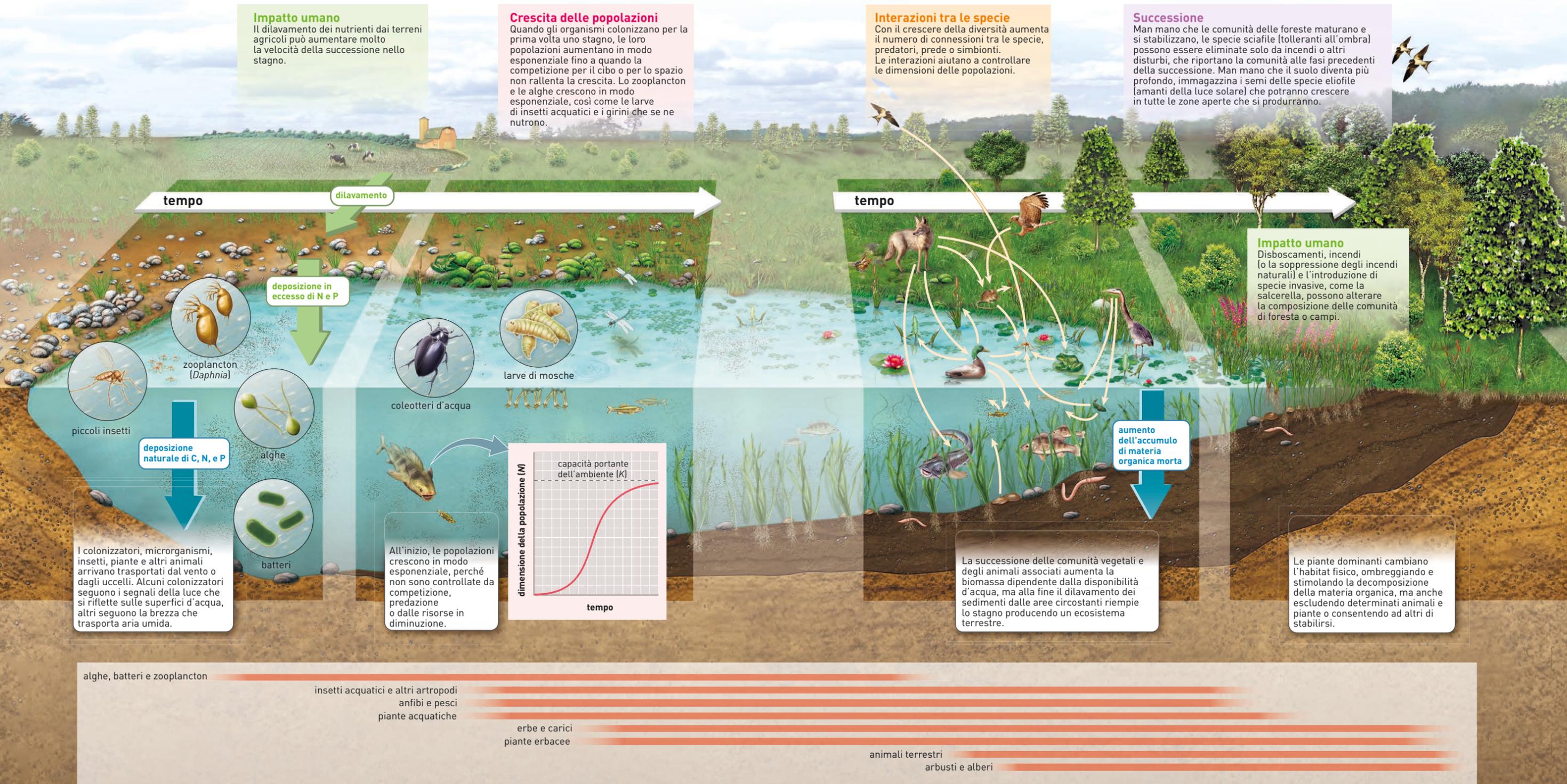
FIGURA 45.8 Effetto dei predatori sull'esito della competizione. Negli stagni i tritoni predatori preferiscono mangiare i girini più grandi, che competono con successo per il cibo, consentendo ai girini più piccoli, che sono sfavoriti nella competizione, di sopravvivere fino all'età adulta.

Dati tratti da Morin, P. J. Predatory Salamanders Reverse Outcome of Competition Among Three Species of Anuran Tadpoles. *Science* 212, 1284-1286 (1981).



Successione: l'ecologia in un microcosmo

Integrazione dei concetti dei Capitoli 44, 45, 46 e 48



RIEPILOGO DEI CONCETTI CHIAVE

45.1 LA NICCHIA La nicchia comprende l'habitat fisico e il ruolo ecologico di una specie.

- La nicchia riflette i fattori biotici e abiotici che determinano dove vive un organismo e come funziona.
- La nicchia fondamentale è l'intera gamma di condizioni fisiche e risorse alimentari che consentono a un organismo di vivere.
- La nicchia realizzata è l'effettiva gamma di habitat in cui vive un organismo. È spesso più piccola della nicchia fondamentale per via della competizione, della predazione e di altre interazioni tra le specie.
- Molte specie strettamente correlate hanno nicchie sostanzialmente simili a causa della storia evolutiva condivisa.

45.2 LE INTERAZIONI ANTAGONISTICHE Competizione, predazione, parassitismo ed erbivoria sono interazioni in cui almeno una specie è danneggiata.

- La competizione è una forma di interazione in cui due individui della stessa specie o di specie diverse usano la stessa risorsa limitata.
- La competizione intraspecifica è la competizione tra individui di una stessa specie; la competizione interspecifica è la competizione tra individui di specie diverse.
- Gli individui possono competere per cibo, spazio, partner o per altre risorse.
- L'esclusione competitiva impedisce a due specie simili di occupare la stessa nicchia contemporaneamente.
- Nel tempo, l'esclusione competitiva può portare alla ripartizione delle risorse, con cui due specie evolvono in modo da occupare nicchie diverse.
- Predazione, parassitismo ed erbivoria sono interazioni in cui una specie trae beneficio e una viene danneggiata.

45.3 LE INTERAZIONI MUTUALISTICHE I mutualismi sono interazioni da cui entrambe le specie traggono vantaggio.

- Nel mutualismo, i benefici per entrambe le specie superano i costi dell'interazione.
- I mutualismi possono essere obbligati, se sono necessari per la sopravvivenza o la riproduzione, o facoltativi, se non sono necessari.

- I mutualismi obbligati possono influenzare fortemente l'evoluzione dei due organismi che interagiscono, la cui progenie può rimanere associata tramite le rispettive speciazioni e diversificazioni congiunte.
- Le interazioni in cui una specie trae vantaggio e l'altra non è influenzata sono i commensalismi.
- La facilitazione è un tipo di interazione indiretta in cui una specie crea una condizione ambientale adatta a un'altra specie.
- Le interazioni tra le specie possono cambiare nel tempo. Per esempio, gli organismi possono diventare parassiti.

45.4 LE COMUNITÀ Le comunità sono composte da popolazioni locali di più specie che possono interagire tra loro.

- Una comunità ecologica è composta da tutti gli organismi che vivono in un certo luogo in un determinato momento.
- La biodiversità, o diversità biologica, comprende la diversità di sequenze genetiche, tipi di cellule, metabolismi, specie, storie naturali, gruppi filogenetici e comunità.
- La biodiversità è spesso misurata con il numero di specie presenti in una determinata area.
- Le popolazioni di produttori e consumatori possono influenzarsi reciprocamente in modo diretto attraverso il consumo di una specie o indiretto influenzando la competizione e altri tipi di interazioni.
- Le specie chiave hanno un'elevata influenza sulla composizione di una comunità, sproporzionata rispetto al loro numero.
- Disturbi fisici, come tempeste o siccità, possono rimodellare le comunità.
- La successione è l'ordine prevedibile di colonizzazione e sostituzione delle specie in un habitat neoformato o appena alterato da un disturbo.
- La diversità di specie nelle isole di habitat riflette sia la velocità con cui arrivano le nuove specie sia quella con cui le specie colonizzatrici si estinguono.
- La teoria della biogeografia delle isole afferma che il numero di specie che possono occupare un'isola dipende dalle dimensioni dell'isola e dalla sua distanza dalla terraferma.

James R. Morris, Daniel L. Hartl, Andrew H. Knoll,
Robert A. Lue, Melissa Michael

Biologia

Come funziona la vita

Ecologia

Biologia. Come funziona la vita è stato scritto in risposta ai recenti ed entusiasmanti cambiamenti che hanno interessato le scienze biologiche, la didattica e le tecnologie digitali, con l'obiettivo di favorire lo sviluppo della mentalità necessaria per fare ricerca in questo settore.

Lo studio dei viventi richiede la capacità di comprendere e integrare ogni singolo processo in un quadro più vasto, spostandosi continuamente tra il mondo microscopico e quello macroscopico; questo libro risponde proprio all'esigenza di imparare a muoversi dal dettaglio alla visione generale, grazie a una costante ed esplicita integrazione tra i diversi piani in cui si snoda la disciplina.

Il testo segue sei filoni tematici: l'indagine scientifica, i principi chimico-fisici che permettono la vita, la cellula, l'evoluzione, i sistemi, l'impronta umana sul mondo naturale. Questi temi sono contestualizzati nei *Casi*

di studio, che presentano alcuni argomenti di attualità e pongono diversi interrogativi di ampio interesse e trasversali alla disciplina, le cui risposte sono fornite nei capitoli successivi all'interno di paragrafi dedicati. Spesso i contenuti della biologia, se riesaminati insieme, forniscono nuove chiavi interpretative: è questo lo scopo delle illustrazioni *A colpo d'occhio*, che mostrano una visione d'insieme dei concetti più articolati. Inoltre, le schede *Come lo sappiamo?* sviluppano la capacità di elaborare le informazioni illustrando il percorso di ricerca che ha portato a un'importante scoperta scientifica. Infine, grazie all'app **Guarda!**, è possibile visualizzare sullo smartphone video, esercizi interattivi e le risposte alle domande presenti nel libro semplicemente inquadrando le apposite icone poste in apertura di ciascun capitolo.

James R. Morris è professore di Biologia alla Brandeis University, Waltham, Massachusetts.

Daniel L. Hartl è professore di Biologia alla Harvard University e professore di Immunologia e Malattie infettive alla Harvard H. Chan School of Public Health.

Andrew H. Knoll è professore di Storia naturale alla Harvard University.

Robert A. Lue (1964-2020) è stato professore di Biologia molecolare e cellulare alla Harvard University.

Melissa Michael è direttrice del Core Curriculum e assistente alla direzione per l'Undergraduate Instruction for the School of Molecular and Cellular Biology alla University of Illinois, Urbana-Champaign.

Le risorse multimediali



online.universita.zanichelli.it/morris

A questo indirizzo sono disponibili le risorse multimediali di complemento al libro. Per accedere alle risorse protette è necessario registrarsi su **my.zanichelli.it** inserendo il codice di attivazione personale contenuto nel libro.

Libro con ebook



Chi acquista il libro può scaricare gratuitamente l'**ebook**, seguendo le istruzioni presenti nel sito. L'ebook si legge con l'applicazione *Booktab Z*, che si scarica gratis da App Store (sistemi operativi Apple) o da Google Play (sistemi operativi Android).

MORRIS*BIOLOGIA ECOLOGIA LUM

ISBN 978-88-08-84470-5



9 788808 844705

2 3 4 5 6 7 8 9 0 (60H)