

Michael L. Cain • Bowdoin College
William D. Bowman • University of Colorado
Sally D. Hacker • Oregon State University

Ecologia

Prima edizione italiana condotta
sulla terza edizione in lingua inglese
a cura di

Antonietta Fioretto

Professore Ordinario di Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"

PICCIN

Titolo originale:
Ecology
Third Edition
by Michael L. Cain, William D. Bowman, Sally D. Hacker
Copyright © 2014 by Sinauer Associates, Inc.

Opera coperta dal diritto d'autore – tutti i diritti sono riservati.

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore.

Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

ISBN 978-88-299-2818-7

Stampato in Italia

Copyright © 2017, by Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova
www.piccin.it

A Debra e Hannah, che ringrazio con amore.
MLC

*A Jen, Gordon e Miles, che mi hanno sempre sostenuto,
e ai miei studenti, che mi hanno spronato a fare di più
come io ho spronato loro.*
WDB

*Alla mia famiglia e i miei studenti, che mi hanno dedicato il loro tempo
e hanno fatto la differenza.*
SDH

Autori

MICHAEL L. CAIN, avendo deciso di cambiare il proprio percorso professionale e dedicarsi a tempo pieno alla scrittura, è attualmente un affiliato del “Bowdoin College”. Dopo aver ricevuto il dottorato di ricerca in Ecologia e Biologia Evoluzionistica dalla Cornell University, è stato membro del personale accademico alla New Mexico State University e al Rose-Hulman Institute of Technology. In aggiunta al suo contributo in questo libro, il dott. Cain è uno dei coautori del testo Campbell’s *Biology* (Decima Edizione) e di *Biology in Focus* (Prima Edizione). Si è occupato di didattica per studenti in diverse discipline, tra cui la biologia di base, l’ecologia, l’ecologia di campo, l’evoluzione, la botanica, la matematica applicata alla biologia e la biostatistica. Le sue linee di ricerca riguardano l’ecologia vegetale, la dispersione ad ampio raggio, le dinamiche ecologiche ed evoluzionistiche in zone ibride ed i comportamenti di piante ed animali nella ricerca di energia e nutrienti.

WILLIAM D. BOWMAN è professore alla University of Colorado di Boulder, e collabora con i ricercatori del “Department of Ecology and Evolutionary Biology”, del “Mountain Research Station” e del “Institute of Arctic and Alpine Research”. Ha conseguito il dottorato di ricerca alla Duke University. Il dott. Bowman ha tenuto corsi di ecologia di base, ecologia vegeta-



WILLIAM D. BOWMAN SALLY D. HACKER MICHAEL L. CAIN

le, interazioni tra pianta e suolo ed ecologia ecosistemica, e per oltre due decadi ha diretto corsi sul campo estivi e programmi di ricerca per studenti universitari. La sua ricerca è incentrata sulle intersezioni tra ecologia fisiologica, dinamiche di comunità e funzioni ecosistemiche, particolarmente nel contesto dei cambiamenti ambientali.

SALLY D. HACKER è professoressa alla Oregon State University di Corvallis, dove è entrata a far parte del personale accademico nel 2004. In quanto ecologa di comunità, interessata alle comunità di ambienti costieri, dunali e di estuario in condizioni sia natura-

li sia regimentate, la ricerca della dott.ssa Hacker esplora le strutture, le funzioni e i servizi delle comunità in vari contesti di interazioni tra specie e cambiamento globale. Il suo lavoro si è recentemente focalizzato sul ruolo potenziale degli ecosistemi nel mitigare la vulnerabilità delle coste in vista del cambiamento climatico. È autrice o coautrice di numerosi articoli e capitoli di libro, esplorando le interazioni tra specie, le invasioni marine e i servizi ecosistemici più importanti di ecosistemi costieri sottoposti a regimentazione antropica. È docente in corsi di ecologia di base, ecologia di comunità e biologia marina.

Prefazione

Studiare ecologia al giorno d'oggi è spesso entusiasmante. Nuove scoperte si susseguono, svelando fattori che influenzano le comunità locali e collegano ecosistemi anche molto lontani tra loro. Il progresso in questa e in altre aree dell'ecologia non poteva arrivare in un momento migliore, perché gli ecologi vengono continuamente chiamati in causa per applicare le proprie conoscenze e cercare di risolvere gli attuali problemi ambientali, per prevenire quelli futuri.

Sviluppi come questi alimentano l'interesse verso l'ecologia – ma possono anche rendere l'ecologia una materia molto impegnativa, sia da studiare che da insegnare. Gli studenti devono essere in grado di padroneggiare un ampio spettro di concetti astratti, ragionamenti sperimentali, equazioni matematiche e dettagli su organismi particolari e sui loro habitat. I docenti, d'altro canto, devono affrontare la sfida di far capire bene i concetti fondamentali, le nuove scoperte e l'importanza e il rigore dell'ecologia moderna, in modo adatto a studenti che affrontano per la prima volta un corso di ecologia. Con queste sfide in mente, l'ambizioso obiettivo della Terza Edizione di *Ecologia* è stato di migliorare il testo, sia come strumento di apprendimento per gli studenti, che come strumento di insegnamento per i docenti. Nel perseguire tale obiettivo, ogni nostro passo è stato guidato da due principi fondamentali.

I principi fondamentali di *Ecologia*, Terza Edizione

Questo testo è ideato per studenti universitari di ecologia. Abbiamo iniziato illustrando ai nostri lettori la bellezza e l'importanza dell'ecologia, senza tuttavia sommergerli o annoiarli con dettagli ridondanti e superflui. Un compito alquanto arduo dunque. Ed è per questo che quando abbiamo iniziato a scrivere la Terza Edizione di *Ecologia*, abbiamo tenuto ben presente due principi fondamentali: **“L'insegnamento viene prima di tutto!”** e **“Poco è Meglio!”**

L'insegnamento viene davvero prima di ogni altra cosa in *Ecologia*, è la motivazione di tutto ciò che abbiamo fatto. La struttura e i contenuti dei nostri capitoli sono stati progettati per rendere il testo un ottimo strumento didattico. Ad esempio, per introdurre gli argomenti e catturare l'interesse degli studenti, all'inizio di tutti i capitoli c'è una storia (un

“Caso Studio”, come descritto meglio più avanti) che riguarda un problema applicativo, oppure una parte interessante della storia naturale. Dopo che gli studenti si sono appassionati al Caso Studio, la tematica introdotta è mantenuta per tutto il resto del capitolo. Utilizziamo uno stile di scrittura narrativo per collegare tra loro i vari paragrafi del capitolo, cercando in tal modo di aiutare gli studenti a mantenere ben chiaro in mente il quadro complessivo. Inoltre, i vari paragrafi sono organizzati intorno ad un numero ridotto di Concetti Chiave (anch'essi meglio descritti più avanti) che sono stati accuratamente selezionati per riassumere le attuali conoscenze e fornire allo studente una chiara panoramica dell'argomento che si sta studiando. Anche quando abbiamo pensato all'iconografia, la pedagogia è rimasta il nostro scopo primario. Molti studenti apprendono tramite le immagini, per cui abbiamo lavorato con impegno affinché ogni immagine “racconti una storia” che possa essere compresa in maniera autonoma.

Sempre seguendo la nostra idea di avere la didattica come obiettivo primario, abbiamo seguito la filosofia del “poco è meglio”, partendo dal principio che se si presentano meno argomenti, ma in maniera chiara e rigorosa, gli studenti apprendono di più. In virtù di ciò, i nostri capitoli sono relativamente brevi e sono costruiti intorno a un numero limitato di concetti chiave (normalmente da tre a cinque). Abbiamo fatto queste scelte per evitare che gli studenti potessero essere sopraffatti da lunghi e complessi capitoli e per permettere loro di padroneggiare le idee principali prima di ogni altra cosa. Inoltre, abbiamo messo in azione la nostra filosofia del “poco è meglio” chiedendoci a vicenda se il testo servisse uno dei seguenti scopi:

- Il testo aiuta a spiegare un concetto essenziale?
- Il testo spiega come funziona il processo di un'indagine ecologica?
- Il testo motiva i lettori grazie all'attenzione su una applicazione ecologica chiave o una parte affascinante della storia naturale?

Questo approccio ci ha condotto ad alcune scelte difficili, ma ci ha permesso di insegnare agli studenti ciò che attualmente è importante in ecologia senza sovraccaricarli di dettagli eccessivi.

ANALISI DEI DATI 7.1

Esiste un compromesso tra la riproduzione precoce e ritardata nel balia dal collare?

Lars Gustafsson e Tomas Pärt (1990) * hanno studiato una popolazione di balia dal collare (*Ficedula albicollis*) sull'isola svedese di Gotland. Gustafsson e Pärt hanno monitorato la sopravvivenza e la riproduzione di ogni uccello per tutta la sua vita. Essi hanno osservato che alcune femmine si sono riprodotte per la prima volta quando avevano 1 anno di età ("riproduttori precoci"), mentre altre si sono riprodotte per la prima volta quando avevano 2 anni ("riproduttori tardivi"). Le dimensioni medie della covata dei riproduttori precoci e tardivi sono riportate nella Tabella.

Età (anni)	Dimensione media della covata	
	Riproduttori precoci	Riproduttori tardivi
1	5,8	—
2	6,0	6,3
3	6,1	7,0
4	5,7	6,6

1. Metti in grafico la dimensione media della covata (sull'asse y) rispetto all'età (sull'asse x) sia per i riproduttori precoci che per quelli tardivi.
2. I risultati suggeriscono che sarebbe vantaggioso per gli uccelli ritardare la riproduzione fino all'età di 2 anni? Spiegare.
3. I risultati indicano che l'investimento delle risorse per la riproduzione attuale possa ridurre il potenziale di un individuo per la riproduzione futura? Spiegare.
4. Questi risultati sono basati su osservazioni di campo. Quali sono i limiti di tali dati? Proporre un esperimento per verificare se c'è un costo di riproduzione nelle femmine che riduce il loro potenziale per la riproduzione futura.

*Gustafsson, L. and T. Pärt. 1990. Acceleration of senescence in the collared flycatcher *Ficedula albicollis* by reproductive costs. *Nature* 347:279-281.

Gli esercizi di Analisi dei Dati, per ogni capitolo, sono una novità in questa Terza Edizione.

Novità In Ecologia, Terza Edizione

Nel tentativo di rendere *Ecologia* il miglior strumento possibile per l'insegnamento, abbiamo aggiornato, sostituito o tagliato, ove necessario, vari paragrafi del testo. La Terza Edizione, inoltre, include:

Ecologia Comportamentale: la Terza Edizione presenta un nuovo capitolo sull'*Ecologia Comportamentale*, un sottocampo dell'ecologia, emozionante ed in crescita, che da sempre attira molto l'attenzione degli studenti. Attuale, coinvolgente e aggiornato, il capitolo enfatizza le spiegazioni evoluzionistiche e storiche sull'affascinante comportamento degli animali, focalizzandosi su tre concetti chiave: comportamento alimentare, accoppiamento e vita in branco.

Esercizi di Analisi dei Dati. In ecologia e in tutti i rami delle scienze, gli studenti devono imparare a lavorare bene con molte tipologie diverse di dati. A tal fine, ogni capitolo adesso include esercizi di *Analisi dei Dati* (vedi l'esempio fornito sopra) in cui gli studenti lavorano con dati reali. Questi esercizi permettono agli studenti di migliorare le loro capacità con abilità essenziali come eseguire calcoli, realizzare grafici, progettare esperimenti e interpretare risultati.

Caratteristiche distintive

Oltre ai cambiamenti che abbiamo appena descritto, abbiamo rivisto e potenziato le caratteristiche pedagogiche distintive in *Ecologia*, già introdotte nelle edizioni precedenti:

Eccellenza Pedagogica Gli studenti che affrontano per la prima volta un corso di ecologia devono confrontarsi con numerose problematiche, sia di carattere concettuale che pratico. Per aiutarli a gestire questa vasta quantità di informazioni, ogni capitolo di *Ecologia* è organizzato intorno a un piccolo numero di Concetti Chiave, che forniscono riassunti aggiornati sui principi ecologici fondamentali. Tutti questi Concetti Chiave sono elencati nel Riepilogo di ogni capitolo.

Casi Studio Ogni capitolo si apre con un'interessante vignetta, un *Caso Studio*. Nel presentare una storia coinvolgente o un'interessante applicazione, il *Caso Studio* attira l'attenzione del lettore mentre lo introduce all'argomento del capitolo. In seguito, il lettore conclude la sua esperienza leggendo il corrispondente "*Caso Studio Rivisitato*" alla fine del capitolo. Ogni *Caso Studio* si collega naturalmente a livelli multipli della gerarchia ecologica, fornendo

in tal modo un chiaro collegamento alle *Connessioni in Natura*, che descriviamo di seguito.

Connessioni in Natura Nella maggior parte dei libri di testo di ecologia, le connessioni tra i livelli della gerarchia ecologica sono discusse brevemente, a volte soltanto nel capitolo iniziale. Come risultato, si perdono molte possibilità di mettere in evidenza per gli studenti il fatto che gli eventi nei sistemi naturali sono davvero interconnessi. Per facilitare agli studenti la comprensione di come gli eventi in natura siano interconnessi, ogni capitolo di *Ecologia* si chiude con una sezione che discute su come il materiale trattato nel capitolo influenza ed è influenzato da interazioni con gli altri livelli della gerarchia ecologica. Ove opportuno, queste interconnessioni sono anche enfatizzate nel corpo principale del testo.

Relazioni con i Cambiamenti Climatici I cambiamenti climatici hanno ampi effetti ecologici, con importanti implicazioni per la conservazione e i servizi ecosistemici. Circa due terzi dei capitoli della Terza Edizione adesso includono un importante esempio di cambiamenti climatici, seguito immediatamente da una frase che guida gli studenti ai contenuti addizionali presenti nel Sito Web Associato in lingua inglese. Queste Relazioni con i Cambiamenti Climatici presenti sul web discutono di come l'esempio riportato nel testo si collega agli altri livelli della gerarchia ecologica, arricchendo la comprensione dello studente sui cambiamenti climatici in atto.

Indagine Ecologica La nostra comprensione dell'ecologia è in continuo cambiamento a causa delle nuove osservazioni e dei nuovi risultati che provengono da esperimenti e modelli ecologici. Tutti i capitoli del libro enfatizzano la natura di ciò che conosciamo sull'ecologia, che è basata su indagini attive. Ciò avviene in tutto il testo ed è ulteriormente messo in evidenza negli esercizi di *Analisi dei Dati* precedentemente discussi e nelle *Domande nella Didascalia delle Figure* (descritte in seguito). In aggiunta, *Ecologia* include esercizi pratici di natura interpretativa e quantitativa, discussi di seguito.

Esercizi Pratici di Soluzione di Problemi Questa apprezzata caratteristica del Sito Web Associato in lingua inglese chiede agli studenti di manipolare i dati, esplorare gli aspetti matematici dell'ecologia in maggior dettaglio, interpretare i risultati di un vero esperimento e analizzare semplici modelli sistemici utilizzando simulazioni. Ogni capitolo del libro include uno o più *Esercizi Pratici*, inclusa una decina che sono nuovi per la Terza Edizione. Questi esercizi applicativi possono essere usati in

due modi importanti: possono essere assegnati come esercizi a casa (sono tutti disponibili per gli studenti sul Sito Web Associato in lingua inglese) o essere usati come esercizi in aula (ognuno di essi è fornito di un nuovo format per il docente che lo rende facile da incorporare nelle lezioni come esercizio di apprendimento attivo o argomento di discussione).

Domande nella Didascalia delle Figure Ogni capitolo include 3-6 *Domande nella Didascalia delle Figure* che appaiono con un carattere verde alla fine della didascalia. Queste domande incoraggiano lo studente a cimentarsi con le figure e accertarsi che ne abbia compreso il contenuto. Le domande spaziano da quelle che servono ad accertarsi che lo studente abbia compreso gli assi, o altri aspetti semplici delle figure, fino a quelle che chiedono allo studente di sviluppare o valutare un'ipotesi.

Applicazioni Ecologiche Negli ultimi anni, gli ecologi hanno sempre più concentrato la loro attenzione su questioni applicative. In maniera simile, molti studenti che affrontano un corso introduttivo all'ecologia sono molto interessati agli aspetti applicativi della disciplina. Alla luce di ciò, le applicazioni ecologiche (che includono la biologia della conservazione) ricevono grande attenzione in questo testo. Ogni capitolo è intriso di discussioni su argomenti applicativi che aiutano a catturare e mantenere l'interesse dello studente.

Metodi di Analisi Ecologica Alcuni capitoli includono *Metodi di Analisi Ecologica*, un riquadro che descrive "attrezzi" ecologici quali il disegno sperimentale, il telerilevamento, i sistemi informativi territoriali, le tecniche di marcatura e ricattura, l'analisi degli isotopi stabili, il DNA fingerprinting e il calcolo delle curve specie-area.

Collegamenti all'Evoluzione L'evoluzione è il tema centrale e unificante di tutta la biologia e i suoi collegamenti con l'ecologia sono molto forti. Tuttavia, i libri di testo di ecologia tipicamente presentano l'evoluzione quasi come un argomento a sé stante. In alternativa all'approccio convenzionale, il Capitolo 6 di *Ecologia* è dedicato a descrivere gli effetti interconnessi dell'ecologia e dell'evoluzione. Questo capitolo esplora l'ecologia evuzionistica delle popolazioni documentata nella storia travolgente della vita sulla Terra. Altri argomenti nell'ecologia evuzionistica sono esplorati nel Capitolo 7 (*Storia biologica*) e nel Capitolo 8, il nuovo Capitolo sull'*Ecologia Comportamentale*. I concetti, o le applicazioni, che sono collegati all'evoluzione sono descritti anche in molti altri capitoli.

Programma Artistico Molte delle illustrazioni di *Ecologia* includono delle “vignette” che raccontano una storia che può essere compresa a prima vista, ancor prima di leggere il testo del capitolo. Il programma artistico è disponibile come parte dell’Instructor’s Resource Library.

Ecologia è un work in progress

Questo testo, come la disciplina di cui scriviamo, non è formato da un blocco di idee immutabili e informazioni statiche. Al contrario, il libro si svilupperà e cambierà nel tempo, come risposta alle nuove scoperte e ai nuovi approcci all’insegnamento. Ci farebbe molto piacere sapere dai lettori e dai docenti cosa piace e non piace del testo e ricevere domande o suggerimenti su come potrebbe essere migliorato. Gli autori possono essere raggiunti individualmente o come gruppo mandando una email all’indirizzo ecology@sinauer.com o scrivendo a *Ecology*, Sinauer Associates, PO Box 407, Sunderland, MA 01375 USA.

Ringraziamenti

Vorremmo esprimere la nostra gratitudine al personale della Sinauer Associates, con il quale abbiamo lavorato da vicino durante la stesura del testo e soprattutto durante la sua produzione. Andy Sinauer ha appoggiato la pianificazione del libro sin dal primo giorno. Ha partecipato in maniera entusiastica ad ogni fase durante il percorso. Carol Wigg e Laura Green hanno fatto un ottimo lavoro guidando il testo attraverso le molte fasi della produzione. Norma Sims Roche ha nuovamente fatto un lavoro superbo di rilettura del manoscritto, spesso incoraggiandoci ad espandere alcuni argomenti, oppure ometterne altri, per aiutarci a raggiungere gli obiettivi che ci eravamo prefissati. Elizabeth Morales ci ha forn-

to le splendide illustrazioni e le sue domande ci hanno aiutato a perfezionare il messaggio visivo. David McIntyre, che ha curato la parte iconografica, è sempre riuscito a trovare delle ottime immagini per mettere in risalto le informazioni veicolate nelle figure. Jen Basil-Whitaker è rimasto con noi durante le molte fasi di progettazione della grafica. Siamo molto fieri della versione finale. Dean Scudder è stato la mente del marketing del testo e Marie Scavotto ha curato il bel dépliant promozionale. Mark Belk (Brigham Young University) e Elizabeth Hobson (New Mexico State University) hanno dimostrato grande abilità e competenza nello scrivere le risorse online e per i docenti. Queste risorse sono state coordinate da Jason Dirks della Sinauer.

Infine, vorremmo ringraziare alcune delle tante persone che ci hanno aiutato a trasformare le nostre idee in un libro stampato. Siamo grati ai nostri colleghi che hanno generosamente analizzato il piano del libro o hanno letto uno o più capitoli del manoscritto; li elenchiamo nelle pagine successive. Tra le centinaia di persone che abbiamo contattato durante la stesura del libro, vorremmo ringraziare in maniera particolare le seguenti persone per il loro sforzo nel guidarci e per aver generosamente condiviso il loro tempo e la loro esperienza: Jocelyn Aycrigg, Jenifer Hall-Bowman, John Jaenike, Michelle Koo, Karen Mabry, Debra VamVikites e Tim Wright.

MICHAEL L. CAIN
mcain@bowdoin.edu

WILLIAM D. BOWMAN
william.bowman@colorado.edu

SALLY D. HACKER
hackers@science.oregonstate.edu

Revisori

Revisori della Terza Edizione

Diane Angell, St. Olaf College
Anita Baines, University of Wisconsin, LaCrosse
Sarah Dalrymple, University of California, Davis
Mark A. Davis, Macalester College
Abby Grace Drake, Skidmore College
Joseph D'Silva, Norfolk State University
Bret D. Elder, Louisiana State University
Mara Evans, University of California, Davis
Stephanie Foré, Truman State University
Johanna Foster, Wartburg College
Jennifer Fox, Georgetown University
Christiane Healey, University of Massachusetts,
Amherst
Hopi Hoekstra, Harvard University
John Jaenike, University of Rochester
Piet Johnson, University of Colorado, Boulder
Melanie Jones, University of British Columbia
Gregg Klowden, University of Central Florida
Michelle Koo, University of California, Berkeley
Karen Mabry, New Mexico State University
A. Scott McNaught, Central Michigan University
Rick Paradis, University of Vermont
Karin Pfennig, University of North Carolina,
Chapel Hill
Alysa Remsburg, Unity College
Natalia Rybczynski, Canadian Museum of Nature
Dov Sax, Brown University
Tom Schoener, University of California, Davis
Andy Sih, University of California, Davis
Ted Stankowich, California State University, Long
Beach
Diana Tomback, University of Colorado, Denver
Monica Turner, University of Wisconsin, Madison
Betsy Von Holle, University of Central Florida
Tobias Züst, Cornell University

Revisori della Prima Edizione e della Seconda Edizione

David Ackerly, University of California, Berkeley
Gregory H. Adler, University of Wisconsin,
Oshkosh
Stephano Allesina, University of Chicago
Stuart Allison, Knox College
Kama Almasi, University of Wisconsin, Stevens Point
Peter Alpert, University of Massachusetts, Amherst
David Armstrong, University of Colorado

Robert Baldwin, Clemson University
Betsy Bancroft, Southern Utah University
Jeb Barrett, Virginia Polytechnic Institute and State
University
James Barron, Montana State University
Christopher Beck, Emory University
Beatrix Beisner, University of Quebec at Montreal
Mark C. Belk, Brigham Young University
Michael A. Bell, Stony Brook University
Eric Berlow, University of California, Merced
Kim Bjorgo-Thorne, West Virginia Wesleyan
College
Charles Blem, Virginia Commonwealth University
Steve Blumenshine, California State University,
Fresno
Carl Bock, University of Colorado
Daniel Bolnick, University of Texas, Austin
Michael Booth, Principia College
April Bouton, Villanova University
Steve Brewer, University of Mississippi
David D. Briske, Texas A&M University
Judie Bronstein, University of Arizona
Linda Brooke Stabler, University of Central
Oklahoma
Kenneth Brown, Louisiana State University
Romi Burks, Southwestern University
Stephen Burton, Grand Valley State University
Aram Calhoun, University of Maine
Mary Anne Carletta, Georgetown College
Walter Carson, University of Pittsburgh
Peter Chabora, Queens College, CUNY
David D. Chalcraft, East Carolina University
Gary Chang, Gonzaga University
Colin A. Chapman, University of Florida
Elsa Cleland, University of California, San Diego
Cory Cleveland, University of Montana
Liane Cochran-Stafira, Saint Xavier University
Rob Colwell, University of Connecticut
William Crampton, University of Central Florida
James Cronin, Louisiana State University
Todd Crawl, Utah State University
Anita Davelos Baines, University of Texas, Pan
American
Andrew Derocher, University of Alberta
Megan Dethier, University of Washington
John Ebersole, University of Massachusetts, Boston
Erle Ellis, University of Maryland, Baltimore
County
Sally Entrekin, University of Central Arkansas

x Revisori

Jonathan Evans, University of the South
John Faaborg, University of Missouri
William F. Fagan, University of Maryland
Jennifer Fox, Georgetown University
Kamal Gandhi, University of Georgia
Rick Gillis, University of Wisconsin, LaCrosse
Thomas J. Givnish, University of Wisconsin
Elise Granek, Portland State University
Martha Groom, University of Washington
Jack Grubaugh, University of Memphis
Vladislav Gulis, Coastal Carolina University
Jessica Gurevitch, Stony Brook University
Bruce Haines, University of Georgia
Nelson Hairston, Cornell University
Jenifer Hall-Bowman, University of Colorado
Jason Hamilton, Ithaca College
Christopher Harley, University of British Columbia
Bradford Hawkins, University of California, Irvine
Christiane Healey, University of Massachusetts,
Amherst
Mike Heithaus, Florida International University
Kringen Henein, Carleton University, Ontario
Kevin Higgins, University of South Carolina
Nat Holland, Rice University
Stephen Howard, Middle Tennessee State
University
Randall Hughes, Florida State University
Vicki Jackson, Central Missouri State University
John Jaenike, University of Rochester
Bob Jefferies, University of Toronto
Art Johnson, Pennsylvania State University
Jerry Johnson, Brigham Young University
Pieter Johnson, University of Colorado
Vedham Karpakakunjaram, University of
Maryland
Michael Kinnison, University of Maine
Timothy Kittel, University of Colorado
Jeff Klahn, University of Iowa
Astrid Kodric-Brown, University of New Mexico
Tom Langen, Clarkson University
Jennifer Lau, Michigan State University
Jack R. Layne, Jr., Slippery Rock University
Jeff Leips, University of Maryland, Baltimore
County
Stacey Lettini, Gwynedd-Mercy College
Gary Ling, University of California, Riverside
Scott Ling, University of Tasmania
Dale Lockwood, Colorado State University
Svata Louda, University of Nebraska
Sheila Lyons-Sobaski, Albion College
Richard Mack, Washington State University
Lynn Mahaffy, University of Delaware
Daniel Markewitz, University of Georgia
Michael Mazurkiewicz, University of Southern
Maine
Andrew McCall, Denison University
Shannon McCauley, University of Michigan
Mark McPeck, Dartmouth College
Scott Meiners, Eastern Illinois University
Bruce Menge, Oregon State University
Thomas E. Miller, Florida State University
Sandra Mitchell, Western Wyoming College
Gary Mittelbach, Kellogg Biological Station,
Michigan State University
Russell Monson, University of Colorado
Daniel Moon, University of North Florida
David Morgan, University of West Georgia
William F. Morris, Duke University
Kim Mouritsen, University of Aarhus
Shannon Murphy, George Washington University
Courtney Murren, College of Charleston
Shahid Naeem, Columbia University
Jason Neff, University of Colorado
Scott Newbold, Colorado State University
Shawn Nordell, Saint Louis University
Timothy Nuttle, Indiana University of
Pennsylvania
Mike Palmer, Oklahoma State University
Kevin Pangle, The Ohio State University
Christopher Paradise, Davidson College
Matthew Parris, University of Memphis
William D. Pearson, University of Louisville
Jan Pechenik, Tufts University
Keith Pecor, The College of New Jersey
Karen Pfennig, University of North Carolina
Jeff Podos, University of Massachusetts, Amherst
David M. Post, Yale University
Joe Poston, Catawba College
Andrea Previtalli, Cary Institute of Ecosystem
Studies
Seth R. Reice, University of North Carolina
Alysa Remsburg, Unity College
Heather Reynolds, Indiana University,
Bloomington
Jason Rohr, University of South Florida
Willem Roosenburg, Ohio University, Athens
Richard B. Root, Cornell University
Scott Ruhren, University of Rhode Island
Nathan Sanders, University of Tennessee
Mary Santelmann, Oregon State University
Tom Sarro, Mount Saint Mary College
Dov Sax, Brown University
Maynard H. Schaus, Virginia Wesleyan College
Sam Scheiner
Thomas Schoener, University of California, Davis
Janet Schwengber, SUNY Delhi
Erik P. Scully, Towson University
Catherine Searle, Oregon State University
Dennis K. Shiozawa, Brigham Young University
Jonathan Shurin, University of California, San Diego

Frederick Singer, Radford University
Richard Spellenberg, New Mexico State University
John J. Stachowicz, University of California, Davis
Christopher Steiner, Wayne State University
Cheryl Swift, Whittier College
Ethan Temeles, Amherst College
Michael Toliver, Eureka College
Bill Tonn, University of Alberta
Kathleen Treseder, University of Pennsylvania

Monica Turner, University of Wisconsin
Thomas Veblen, University of Colorado
Don Waller, University of Wisconsin
Carol Wessman, University of Colorado
Jake F. Weltzin, University of Tennessee
Jon Witman, Brown University
Stuart Wooley, California State University, Stanislaus
Brenda Young, Daemen College
Richard Zimmerman, Old Dominion University

Traduzione di:

Carmen Arena

Ricercatore di Ecologia
Dipartimento di Biologia
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
(Capitoli 4 e 5)

Daniela Baldantoni

Ricercatore di Ecologia
Dipartimento di Chimica e Biologia "Adolfo Zambelli"
Università degli Studi di Salerno
(Capitoli 23 e 24)

Michele Barbieri

Dottore di Ricerca in Ecologia
Dipartimento di Biologia
Università di Pisa
(Capitolo 13)

Anna De Marco

Ricercatore di Ecologia
Dipartimento di Biologia
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
(Capitoli 11 e 14)

Flavia De Nicola

Ricercatore di Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Università degli Studi del Sannio
(Capitoli 18 e 19)

Antonietta Fioretto

Professore Ordinario di Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali,
Biologiche e Farmaceutiche
Università degli Studi della Campania "Luigi
Vanvitelli"
(Capitoli 6, 7, 8)

Michele Innangi

Dottore di Ricerca in Biologia Applicata
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali,
Biologiche e Farmaceutiche
Università degli Studi della Campania "Luigi
Vanvitelli"
(Prefazione, Appendice, Glossario)

Giulia Maisto

Professore Associato di Ecologia
Dipartimento di Biologia
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
(Capitoli 9 e 10)

Ferruccio Maltagliati

Professore Associato di Ecologia
Dipartimento di Biologia
Università di Pisa
(Capitolo 12)

Antonio Mazzola

Professore Ordinario di Ecologia
Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare
Università degli Studi di Palermo
(Capitolo 20)

Stefania Papa

Ricercatore di Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali,
Biologiche e Farmaceutiche
Università degli Studi della Campania "Luigi
Vanvitelli"
(Capitoli 1 e 15)

Flora Angela Rutigliano

Professore Associato di Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali,
Biologiche e Farmaceutiche
Università degli Studi della Campania "Luigi
Vanvitelli"
(Capitoli 22 e 25)

Elisabetta Salvatori

Dottore di Ricerca in Ecologia
Dipartimento di Biologia Ambientale
Sapienza Università di Roma
(Capitoli 2 e 3)

Franca Sangiorgio

Dottore di Ricerca in Ecologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed
Ambientali
Università del Salento
(Capitolo 16)

Fabio Vignes

Dottore in Biologia
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed
Ambientali
Università del Salento
(Capitolo 17)

Salvatrice Vizzini

Professore Associato di Ecologia
Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare
Università degli Studi di Palermo
(Capitolo 21)

Indice generale

Capitolo 1 La rete della vita 2

Malformazioni e declino delle popolazioni di anfibii:
UN CASO STUDIO 2

Introduzione 3

CONCETTO 1.1 Gli eventi nel mondo naturale sono interconnessi. 4

Connessioni in natura 4

CONCETTO 1.2 L'ecologia è la scienza che studia le interazioni tra gli organismi ed il loro ambiente. 9

Che cosa è l'ecologia? 9



Unità 1 Gli organismi e il loro ambiente

Capitolo 2 L'ambiente fisico 24

Variazione climatica e abbondanza di salmoni:
UN CASO STUDIO 24

Introduzione 25

CONCETTO 2.1 Il clima è la componente fondamentale dell'ambiente fisico. 26

Il clima 26

CONCETTO 2.2 I venti e le correnti oceaniche si originano dalle differenze di radiazione solare incidente sulla superficie terrestre. 28

La circolazione atmosferica ed oceanica 28

CONCETTO 2.3 La circolazione atmosferica ed oceanica su larga scala determina gli andamenti globali delle temperature e delle precipitazioni. 34

Andamenti climatici globali 34

CONCETTO 2.4 Il clima a livello regionale riflette l'influenza dei mari e dei continenti, delle montagne e della vegetazione. 36

Gli effetti sul clima regionale 36

CONCETTO 2.5 Le variazioni climatiche stagionali e a lungo termine sono associate ai cambiamenti della posizione della Terra rispetto al Sole. 40

Le variazioni climatiche nel tempo 40

CONCETTO 1.3 Gli ecologi valutano le diverse ipotesi relative ai sistemi naturali attraverso osservazioni, esperimenti e modelli. 14

Rispondere alle domande in ecologia 14

Metodi di analisi ecologica 1.1 Progettazione di esperimenti ecologici 16

Analisi dei dati 1.1 I predatori introdotti sono causa del declino degli anfibii? 18

UN CASO STUDIO RIVISITATO Malformazioni e declino delle popolazioni di anfibii 19

CONNESSIONI IN NATURA Missione impossibile? 20

Analisi dei dati 2.1 In che modo la copertura vegetale influenza il clima? 41

CONCETTO 2.6 Salinità, acidità e concentrazione di ossigeno sono i principali fattori determinanti dell'ambiente chimico. 48

L'ambiente chimico 48

UN CASO STUDIO RIVISITATO Variazione climatica e abbondanza di salmoni 50

CONNESSIONI IN NATURA Variazioni climatiche ed ecologia 52

Capitolo 3 La biosfera 54

Il Serengeti d'America – Dodici secoli di cambiamenti nelle Grandi Pianure Nordamericane: UN CASO STUDIO 54

Introduzione 55

CONCETTO 3.1 I biomi terrestri sono caratterizzati in base alle forme di crescita della vegetazione dominante. 56

I biomi terrestri 56

Metodi di analisi ecologica 3.1 Diagrammi climatici 60

Analisi dei dati 3.1 In che modo i cambiamenti climatici influenzeranno il bioma di prateria? 66

xiv Indice generale

CONCETTO 3.2 Le zone biologiche negli ecosistemi d'acqua dolce sono associate a velocità, profondità, temperatura, trasparenza e chimismo dell'acqua. 76

Zone biologiche delle acque dolci 76

CONCETTO 3.3 Le zone biologiche marine sono determinate dalla profondità del mare, dalla disponibilità di luce e dalla stabilità del substrato sul fondale. 79

Zone biologiche marine 79

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Il Serengeti d'America – Dodici secoli di cambiamenti nelle Grandi Pianure Nordamericane** 86

CONNESSIONI IN NATURA La ricerca ecologica a lungo termine 87

Capitolo 4 Come rispondere alle variazioni ambientali: acqua e temperatura 90

Rane congelate: UN CASO STUDIO 90

Introduzione 91

CONCETTO 4.1 Ogni specie vive in determinati intervalli di variazione dei fattori ambientali che determinano la sua potenziale distribuzione geografica. 92

Risposte a variazioni dell'ambiente 92

CONCETTO 4.2 La temperatura di un organismo è determinata dagli scambi di energia con l'ambiente esterno. 95

Variazioni di temperatura 95

Analisi dei dati 4.1 Quanto lo spessore della pelliccia influenza l'attività metabolica degli endotermi 104

CONCETTO 4.3 Il bilancio idrico di un organismo è determinato dallo scambio d'acqua e soluti con

l'ambiente esterno. 106

Variazioni della disponibilità d'acqua 106

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Le rane congelate** 114

CONNESSIONI IN NATURA Tolleranza alla disidratazione, taglia corporea e rarità 115

Capitolo 5 Come rispondere alle variazioni ambientali: energia 118

Corvi artigiani: UN CASO STUDIO 118

Introduzione 119

CONCETTO 5.1 Gli organismi ottengono l'energia dalla luce solare a partire da composti chimici inorganici o attraverso il consumo di composti organici. 119

Fonti di energia 119

CONCETTO 5.2 Le forme di energia radiante e chimica utilizzate dagli autotrofi sono trasformate in energia dei legami carbonio-carbonio. 120

Autotrofia 121

Analisi dei dati 5.1 Quali sono le ripercussioni del processo di acclimatazione sul bilancio energetico della pianta? 126

CONCETTO 5.3 Le condizioni ambientali hanno selezionato vie biochimiche che rendono più efficiente il processo fotosintetico. 126

Vie metaboliche della fotosintesi 126

CONCETTO 5.4 Gli eterotrofi sono adattati per ottenere energia in maniera efficiente da una varietà di fonti di composti organici. 133

Eterotrofia 133

Metodi di analisi ecologica 5.1 Isotopi stabili 134

UN CASO STUDIO RIVISITATO **I corvi artigiani** 140

CONNESSIONI IN NATURA Uso degli utensili: adattamento o apprendimento? 141



Unità 2 Ecologia evolutiva

Capitolo 6 Evoluzione ed ecologia 146

Trofeo di caccia ed evoluzione accidentale:

UN CASO STUDIO 146

Introduzione 147

CONCETTO 6.1 L'evoluzione può essere considerata come un cambiamento genetico nel tempo o come un processo di modificazioni nel corso delle generazioni. 147

Che cosa è l'evoluzione? 147

CONCETTO 6.2 La selezione naturale, la deriva genetica e il flusso genico possono causare nel tempo cambiamenti delle frequenze alleliche in una popolazione. 150

Meccanismi dell'evoluzione 150

CONCETTO 6.3 La selezione naturale è l'unico meccanismo evolutivo che determina fattivamente l'evoluzione adattativa. 155

Evoluzione adattativa 156

CONCETTO 6.4 I modelli evolutivi a lungo termine sono plasmati da processi su grande scala, quali la speciazione, l'estinzione di massa e la radiazione adattativa. 160

La storia evolutiva della vita 160

CONCETTO 6.5 Le interazioni ecologiche e l'evoluzione si influenzano reciprocamente in modo profondo. 165

Effetti del legame tra ecologia ed evoluzione 166

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Trofei di caccia ed evoluzione involontaria** 167

CONNESSIONI IN NATURA L'impatto umano sull'evoluzione 168

Analisi dei dati 6.1 La predazione da parte degli uccelli causa l'evoluzione in popolazioni di falene? 169

Capitolo 7 Storia biologica 173

Nemo cresce: UN CASO STUDIO 173

Introduzione 174

CONCETTO 7.1 I modelli di storia biologica variano entro e tra le specie. 175

La diversità della storia biologica 175

CONCETTO 7.2 I modelli riproduttivi possono essere classificati in più di un *continuum*. 183

Un *continuum* di cicli vitali 183

CONCETTO 7.3 Ci sono compromessi tra le caratteristiche di storia biologica. 186

I compromessi 186

CONCETTO 7.4 Gli organismi affrontano diverse pressioni selettive nelle diverse fasi del ciclo vitale. 190

Evoluzione del ciclo vitale 190

Analisi dei dati 7.1 Esiste un compromesso tra la riproduzione precoce e ritardata nel balia dal collare? 190

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Nemo cresce** 193

CONNESSIONI IN NATURA Territorialità, competizione e storia biologica 195

Capitolo 8 Ecologia comportamentale 197

Assassini di cuccioli: UN CASO STUDIO 197

Introduzione 198

CONCETTO 8.1 Un approccio evolutivo allo studio del comportamento porta a previsioni verificabili. 199

Un approccio evolutivo del comportamento 199

CONCETTO 8.2 Gli animali fanno scelte comportamentali che aumentano il loro guadagno energetico e riducono il rischio di diventare preda. 202

Comportamento alimentare 202

CONCETTO 8.3 I comportamenti di accoppiamento riflettono i costi e i benefici dell'investimento parentale e della difesa del "partner". 208

Comportamento di accoppiamento 208

CONCETTO 8.4 Nella vita di gruppo ci sono vantaggi e svantaggi. 214

Vivere in gruppi 214

Analisi dei dati 8.1 L'effetto diluizione protegge i singoli individui di insetti pattinatori sulla superficie dei mari dai pesci predatori? 215

UN CASO STUDIO RIVISITATO

Assassini di cuccioli 217

CONNESSIONI IN NATURA Le risposte comportamentali ai predatori hanno ampi effetti ecologici 218



Unità 3 Le popolazioni

Capitolo 9 Distribuzione e abbondanza della popolazione 222

Dalla foresta a Laminarie a una spoglia distesa di ricci di mare: UN CASO STUDIO 222

Introduzione 223

CONCETTO 9.1 Le popolazioni sono entità dinamiche che variano in dimensione nel tempo e nello spazio. 224

Popolazioni 224

CONCETTO 9.2 La distribuzione e l'abbondanza degli organismi sono limitate dall'idoneità dell'habitat, dai fattori storici e dalla dispersione. 227

Distribuzione e abbondanza 227

Analisi dei dati 9.1 Le piante erbacee introdotte hanno alterato il manifestarsi di incendi nelle foreste secche Hawaiane? 230

CONCETTO 9.3 Molte specie hanno nell'ambito del loro areale una distribuzione delle popolazioni in tessere di habitat. 231

Areale geografico 231

CONCETTO 9.4 La dispersione degli individui all'interno di una popolazione dipende dalla localizzazione delle risorse essenziali, dalla competizione, dalla dispersione e dalle interazioni comportamentali. 234

Distribuzione all'interno delle popolazioni 234

CONCETTO 9.5 L'abbondanza e la distribuzione della popolazione possono essere stimate mediante conta riferita all'area, metodi di distanza, tecniche di marcatura-ricattura e modelli di nicchia. 236

Stimare le abbondanze e le distribuzioni 236

Metodi di analisi ecologica 9.1 Stimare l'abbondanza 238

UN CASO STUDIO RIVISITATO *Dalla foresta a Laminarie a una spoglia distesa di ricci di mare* 241

CONNESSIONI IN NATURA Dai ricci di mare agli Ecosistemi 242

Capitolo 10 Crescita e regolazione di popolazione 246

La crescita della popolazione umana: UN CASO STUDIO 246

Introduzione 247

CONCETTO 10.1 Le tabelle di vita mostrano come il tasso di sopravvivenza e riproduzione variano con l'età, la dimensione o lo stadio del ciclo vitale. 248

Tabelle di vita 248

CONCETTO 10.2 I dati delle tabelle di vita possono essere usati per fare una previsione sulla futura struttura per età, dimensione e velocità di crescita di una popolazione. 252

Struttura per età 252

Metodi di analisi ecologica 10.1 Stimare i tassi di crescita della popolazione in una specie a rischio 256

CONCETTO 10.3 Le popolazioni possono crescere esponenzialmente quando le condizioni sono favorevoli, ma la crescita esponenziale non può continuare indefinitamente. 257

Crescita esponenziale 257

Analisi dei dati 10.1 Come la crescita della popolazione umana è cambiata nel tempo? 260

CONCETTO 10.4 La dimensione della popolazione può essere determinata da fattori densità-dipendente e densità-indipendente. 261

Effetti della densità 261

CONCETTO 10.5 L'equazione logistica incorpora i limiti di crescita e mostra come una popolazione può stabilizzarsi ad una dimensione massima, la capacità portante. 264

Crescita logistica 264

UN CASO STUDIO RIVISITATO *La crescita della popolazione umana* 266

CONNESSIONI IN NATURA La tua impronta ecologica 268

Capitolo 11 Dinamiche di popolazioni 271**Un mare in difficoltà:** UN CASO STUDIO 271**Introduzione 272****CONCETTO 11.1** I modelli di crescita di una popolazione includono la crescita esponenziale, la crescita logistica, le fluttuazioni ed i cicli regolari di crescita. 273**Modelli di crescita di una popolazione 273****CONCETTO 11.2** La dipendenza dalla densità ritardata può indurre fluttuazioni nelle dimensioni di una popolazione. 277**La dipendenza ritardata dalla densità 277****CONCETTO 11.3** Il rischio di estinzione aumenta enormemente nelle popolazioni di piccole dimensioni. 280**Estinzione di una popolazione 280****Analisi dei dati 11.1** Come le variazioni di λ influenzano la crescita di una popolazione? 281**CONCETTO 11.4** Nelle metapopolazioni, gruppi di popolazioni spazialmente isolati sono collegate da dispersione. 286**Metapopolazioni 287**UN CASO STUDIO RIVISITATO **Un mare in difficoltà 290**

CONNESSIONI IN NATURA Controlli "bottom-up" e "top-down" 291

**Unità 4 Le interazioni tra gli organismi****Capitolo 12 La competizione 296****Competizione tra le piante carnivore:**
UN CASO STUDIO 296**Introduzione 297****CONCETTO 12.1** La competizione avviene tra individui di due specie che condividono l'uso di una risorsa che limita il loro accrescimento, la loro sopravvivenza, o la loro riproduzione. 298**La competizione per le risorse 298****CONCETTO 12.2** La competizione, sia essa diretta o indiretta, può limitare la distribuzione e l'abbondanza delle specie che competono. 301**Caratteristiche generali della competizione 301****CONCETTO 12.3** Quando le specie che competono usano le risorse in maniera differente è più probabile che esse coesistano. 305**L'esclusione competitiva 305****Analisi dei dati 12.1** La competizione con una zanzara autoctona sarà in grado di prevenire la diffusione di una zanzara introdotta? 310**CONCETTO 12.4** L'esito della competizione può essere alterato dalle condizioni ambientali, dalle interazioni specifiche, dal disturbo e dall'evoluzione. 311**Alterazioni dell'esito della Competizione 311**UN CASO STUDIO RIVISITATO **La competizione nelle piante carnivore 315**

CONNESSIONI IN NATURA Il paradosso della diversità 316

Capitolo 13 Predazione ed erbivoria 319**I cicli della lepre americana:** UN CASO STUDIO 319**Introduzione 320****CONCETTO 13.1** La maggior parte dei predatori ha una dieta molto varia, mentre la maggioranza degli erbivori ha una dieta relativamente poco varia. 322**Predatori ed erbivori 322****CONCETTO 13.2** Gli organismi hanno evoluto un'ampia gamma di adattamenti che li aiuta ad ottenere il cibo e ad evitare di essere mangiati da altri. 324**Adattamenti alle interazioni di sfruttamento 324****Analisi dei dati 13.1** Specie diverse di erbivori selezionano genotipi diversi di una pianta? 329**CONCETTO 13.3** Predazione ed erbivoria possono influenzare notevolmente le comunità biologiche e, in alcuni casi, causare il passaggio da un tipo di comunità ad un'altra. 330

xviii Indice generale

Effetto dello sfruttamento sulle comunità 330

CONCETTO 13.4 Le fluttuazioni cicliche di popolazione possono essere causate da interazioni di sfruttamento. 335

Sfruttamento e fluttuazioni cicliche di popolazione 335

UN CASO STUDIO RIVISITATO **I cicli della lepre americana** 339

CONNESSIONI IN NATURA Dalla paura agli ormoni alla dinamica di popolazioni 340

Capitolo 14 Parassitismo 343

Parassiti schiavisti: UN CASO STUDIO 343

Introduzione 344

CONCETTO 14.1 I parassiti in genere si nutrono solo su uno o pochi individui ospite. 345

Storia naturale di un parassita 345

CONCETTO 14.2 Gli ospiti hanno adattamenti per difendersi dai parassiti e i parassiti a loro volta adattamenti per superare le difese dell'ospite. 348

Difese e controdifese 348

Analisi dei dati 14.1 Un simbiote difensivo aumenterà la frequenza di una popolazione ospite sottoposta a parassitismo? 350

CONCETTO 14.3 Le popolazioni di ospiti e parassiti possono evolvere insieme, ognuno in risposta alla pressione selettiva imposta dall'altro. 352

Coevoluzione Parassita-Ospite 352

CONCETTO 14.4 I parassiti possono ridurre le dimensioni delle popolazioni ospite e modificare i risultati delle interazioni tra le specie, causando in tal modo cambiamenti nelle comunità. 356

Implicazioni ecologiche dei parassiti 356

CONCETTO 14.5 Semplici modelli di dinamica ospite-patogeno suggeriscono modalità per controllare l'insorgenza e la diffusione di malattie. 359

Dinamica e diffusione di malattie 359

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Parassiti Schiavisti** 364

CONNESSIONI IN NATURA Dalla chimica all'evoluzione e agli ecosistemi 365

Capitolo 15 Mutualismo e commensalismo 368

I primi agricoltori: UN CASO STUDIO 368

Introduzione 369

CONCETTO 15.1 Nelle interazioni positive, nessuna specie è danneggiata ed i benefici risultano superiori ai costi per almeno una specie. 370

Interazioni Positive 370

CONCETTO 15.2 In un'interazione mutualistica ciascun partner agisce secondo i propri interessi ecologici ed evolutivi. 375

Caratteristiche del mutualismo 375

Analisi dei dati 15.1 I funghi micorrizici trasferiscono alle radici delle piante più fosforo e queste offrono più carboidrati? 380

CONCETTO 15.3 Le interazioni positive influenzano sia l'abbondanza che la distribuzione delle popolazioni come pure la composizione delle comunità ecologiche. 381

Conseguenze ecologiche delle interazioni positive 381

UN CASO STUDIO RIVISITATO **I primi agricoltori** 384

CONNESSIONI IN NATURA Dalle mandibole al ciclo dei nutrienti 385



Unità 5 Comunità

Capitolo 16 La natura delle comunità 390

"Algha killer!": UN CASO STUDIO 390

Introduzione 391

CONCETTO 16.1 Le comunità sono gruppi di specie interagenti che abitano la stessa area nello stesso tempo. 392

Cosa sono le comunità? 392

CONCETTO 16.2 La diversità di specie e la composizione in specie sono importanti descrittori della struttura di comunità. 394

Struttura di comunità 394

CONCETTO 16.3 Le comunità possono essere caratterizzate da complesse reti di interazioni dirette e indirette che variano in forza e direzione. 400

Interazioni tra più specie 400

Metodi di analisi ecologica 16.1 Misure della forza di interazione 404

UN CASO STUDIO RIVISITATO "L'alga killer!" 408

Analisi dei dati 16.1 Quali sono gli effetti delle specie invasive sulla diversità di specie? 409

CONNESSIONI IN NATURA L'arresto delle invasioni richiede impegno 410

Capitolo 17 Cambiamenti nelle comunità 413

Un esperimento naturale grande come una montagna: UN CASO STUDIO 413

Introduzione 415

CONCETTO 17.1 Gli agenti di cambiamento agiscono sulle comunità a tutte le scale spaziali e temporali 415

Agenti di cambiamento 415

CONCETTO 17.2 La successione è il processo di cambiamento della composizione in specie nel tempo per effetto di agenti di cambiamento abiotici e biotici 417

Le basi della successione 417

CONCETTO 17.3 Il lavoro sperimentale sulla successione dimostra che i meccanismi sono vari e dipendenti dal contesto 422

Meccanismi di successione 422

Analisi dei dati 17.1 Che tipo di interazioni tra le specie guidano la successione nelle foreste montane? 429

CONCETTO 17.4 Le comunità possono seguire diversi percorsi successionali e manifestare stati alternativi 430

Stati stabili alternativi 430

UN CASO STUDIO RIVISITATO Un esperimento naturale grande come una montagna 432

CONNESSIONI IN NATURA Successione primaria e mutualismo 434

Capitolo 18 Biogeografia 438

Il più grande esperimento ecologico sulla Terra: UN CASO STUDIO 438

Introduzione 439

CONCETTO 18.1 La diversità e la distribuzione delle specie variano su scala spaziale globale, regionale e locale. 440

Biogeografia e scala spaziale 440

CONCETTO 18.2 La diversità e la composizione in specie sono influenzate dall'area geografica, dall'isolamento, dalla storia evolutiva e dal clima. 446

Biogeografia globale 446

CONCETTO 18.3 Le differenze regionali di diversità in specie sono influenzate dall'area e dalla distanza, che determinano l'equilibrio tra i tassi di immigrazione e di estinzione. 455

Biogeografia regionale 455

Metodi di analisi ecologica 18.1 Curve specie-area 457

Analisi dei dati 18.1 Le invasioni di specie influenzano le curve specie-area? 458

UN CASO STUDIO RIVISITATO L'esperimento ecologico più grande della Terra 461

CONNESSIONI IN NATURA La diversità della foresta pluviale apporta benefici all'uomo 462

Capitolo 19 La diversità in specie nelle comunità 465

Energia dalle praterie? UN CASO STUDIO 465

Introduzione 466

CONCETTO 19.1 La diversità in specie differisce tra le comunità a causa dei differenti pool regionali di specie, delle condizioni abiotiche e delle interazioni tra specie. 466

Appartenenza alla comunità 467

CONCETTO 19.2 La ripartizione delle risorse riduce la competizione e aumenta la diversità in specie. 470

Ripartizione delle risorse 470

CONCETTO 19.3 Disturbo, stress, predazione, e interazioni positive possono far variare la disponibilità di risorse, promuovendo così la coesistenza e la diversità di specie. 473

Mediazione delle risorse e coesistenza 473

Analisi dei dati 19.1 In che modo la predazione e la dispersione interagiscono nell'influencare la ricchezza in specie? 480

CONCETTO 19.4 Molti esperimenti dimostrano che la diversità in specie è strettamente correlata alle funzioni della comunità. 482

Le conseguenze della diversità 482

UN CASO STUDIO RIVISITATO Energia dalle praterie? 484

CONNESSIONI IN NATURA Ostacoli ai biocarburanti: il problema della parete cellulare 486



Unità 6 Ecosistemi

Capitolo 20 Produzione 490

La vita nel mare blu profondo, come può esistere?

UN CASO STUDIO 490

Introduzione 491

CONCETTO 20.1 L'energia negli ecosistemi si origina dagli autotrofi attraverso la produzione primaria. 492

Produzione primaria 492

Metodi di analisi ecologica 20.1 Telerilevamento 498

CONCETTO 20.2 La produzione primaria netta è limitata dai fattori ambientali sia fisici che biotici. 499

Controlli ambientali della NPP 499

Analisi dei dati 20.1 La deforestazione influenza le concentrazioni della CO₂ atmosferica? 500

CONCETTO 20.3 I modelli globali di produzione primaria netta rispecchiano i vincoli climatici e i tipi di bioma. 506

Modelli globali della NPP 506

CONCETTO 20.4 La produzione secondaria viene generata attraverso il consumo della materia organica da parte degli eterotrofi. 507

Produzione Secondaria 508

UN CASO STUDIO RIVISITATO La vita nel mare profondo, come può esistere? 509

CONNESSIONI IN NATURA Successione ed evoluzione guidate dall'energia nelle comunità delle emissioni idrotermali 510

Capitolo 21 Flusso di energia e reti trofiche 514

Le sostanze tossiche in ambienti remoti:

UN CASO STUDIO 514

Introduzione 515

CONCETTO 21.1 I livelli trofici descrivono le posizioni trofiche di gruppi di organismi negli ecosistemi. 516

Relazioni trofiche 516

CONCETTO 21.2 La quantità di energia trasferita da un livello trofico al successivo dipende

dalla qualità dell'alimento e dall'abbondanza e fisiologia dei consumatori. 518

Il flusso di energia tra livelli trofici 518

CONCETTO 21.3 Le variazioni nell'abbondanza degli organismi in corrispondenza di un determinato livello trofico possono influenzare il flusso di energia a più livelli trofici. 523

Cascate trofiche 523

Analisi dei dati 21.1 L'identità degli organismi influenza il flusso di energia tra livelli trofici? 528

CONCETTO 21.4 Le reti trofiche sono modelli concettuali delle interazioni trofiche fra gli organismi presenti in un ecosistema. 528

Reti trofiche 528

UN CASO STUDIO RIVISITATO Le sostanze tossiche in ambienti remoti 535

CONNESSIONI IN NATURA Il trasporto biologico degli inquinanti 536

Capitolo 22 Disponibilità e ciclo di nutrienti 539

Una crosta fragile: UN CASO STUDIO 539

Introduzione 540

CONCETTO 22.1 I nutrienti entrano negli ecosistemi attraverso la degradazione chimica dei minerali nelle rocce o attraverso la fissazione di gas atmosferici. 541

Esigenze e fonti di nutrienti 541

CONCETTO 22.2 Le trasformazioni chimiche e biologiche negli ecosistemi influenzano la forma chimica e la quantità disponibile dei nutrienti. 546

Trasformazioni di nutrienti 546

Analisi dei dati 22.1 La lignina inibisce sempre la decomposizione? 548

CONCETTO 22.3 I nutrienti circolano ripetutamente attraverso le componenti degli ecosistemi. 550

Cicli e perdite di nutrienti 550

Metodi di analisi ecologica 22.1 Analisi dei bacini 554

CONCETTO 22.4 Gli ecosistemi di acque dolci e marini ricevono input di nutrienti dagli ecosistemi terrestri 556

I nutrienti in ecosistemi acquatici 556
 UN CASO STUDIO RIVISITATO *Una crosta
 fragile* 561

CONNESSIONI IN NATURA Nutrienti, Disturbo, e
 Specie invasive 562



Unità 7 **Ecologia applicata e ad ampia scala**

Capitolo 23 **Biologia della conservazione** 566

Uccelli e bombe possono coesistere?
 UN CASO STUDIO 566

Introduzione 567

CONCETTO 23.1 La biologia della conservazione è una scienza multidisciplinare che applica i principi dell'ecologia alla protezione della biodiversità. 568

Biologia della conservazione 568

CONCETTO 23.2 A scala globale la biodiversità è in declino. 570

Declino della biodiversità 570

CONCETTO 23.3 Le principali minacce alla biodiversità sono la distruzione degli habitat, l'introduzione di specie aliene, il sovrasfruttamento, l'inquinamento, le malattie ed i cambiamenti climatici. 575

Minacce alla biodiversità 575

Analisi dei dati 23.1 Le emissioni di monossido di azoto differiscono statisticamente tra parcelle con e senza kudzu? 579

CONCETTO 23.4 I biologi della conservazione mettono in atto strategie per contrastare il declino delle popolazioni. 582

Approcci alla conservazione 582

Metodi di analisi ecologica 23.1 Le analisi forensi nella biologia della conservazione 585

CONCETTO 23.5 Dare differenti priorità alle specie aiuta a massimizzare la biodiversità, che può essere protetta anche con risorse limitate. 588

Classificazione delle specie finalizzata alla loro protezione 588

UN CASO STUDIO RIVISITATO *Uccelli e bombe possono coesistere?* 590

CONNESSIONI IN NATURA Alcune domande scottanti 592

Capitolo 24 **Ecologia del paesaggio e gestione dell'ambiente** 595

I lupi nello Yellowstone: UN CASO STUDIO 595

Introduzione 596

CONCETTO 24.1 L'ecologia del paesaggio analizza i pattern spaziali e le loro relazioni con i processi ecologici. 597

Ecologia del paesaggio 597

Metodi di analisi ecologica 24.1 Sistemi Informativi Geografici (GIS) 598

CONCETTO 24.2 La perdita e la frammentazione degli habitat riducono l'estensione degli habitat stessi, determinano l'isolamento delle popolazioni e alterano le condizioni ai margini delle tessere. 603

Perdita e frammentazione di habitat 603

Analisi dei dati 24.1 Quanto si propaga l'effetto margine all'interno di tessere forestali? 608

CONCETTO 24.3 La biodiversità può essere preservata al meglio attraverso la creazione di ampie riserve connesse a scala di paesaggio e protette da attività antropiche intensive mediante aree tampone. 609

Progettazione di aree protette 609

CONCETTO 24.4 La gestione dell'ambiente è un processo collaborativo finalizzato al mantenimento a lungo termine dell'integrità ecologica. 613

Gestione dell'ambiente 613

UN CASO STUDIO RIVISITATO *I Lupi nello Yellowstone* 616

CONNESSIONI IN NATURA Cambiamenti futuri nello Yellowstone 618

Capitolo 25 Ecologia globale 622

Tempeste di polvere di proporzioni epiche: UN CASO STUDIO 622

Introduzione 623

CONCETTO 25.1 Gli elementi si muovono tra i pool geologico, atmosferico, oceanico e biologico ad una scala globale. 623

Cicli biogeochimici globali 623

Analisi dei dati 25.1 Quanto si ridurrà il pH dell'oceano nel ventunesimo secolo? 627

CONCETTO 25.2 La Terra si sta riscaldando a causa delle emissioni antropogeniche di gas ad effetto serra. 632

Cambiamenti climatici globali 632

CONCETTO 25.3 Le emissioni antropogeniche di zolfo e azoto causano deposizioni acide, alterano la chimica del suolo e influenzano la salute degli ecosistemi. 639

Deposizioni acide e di azoto 639

CONCETTO 25.4 Le perdite di ozono nella stratosfera e gli incrementi di ozono nella troposfera costituiscono rischi per gli organismi. 643

L'ozono atmosferico 643

UN CASO STUDIO RIVISITATO **Tempeste di polvere di proporzioni epiche 647**

CONNESSIONI IN NATURA La polvere come vettore di impatti ecologici 648

Appendice: Alcune unità di misura usate in ecologia 653

Risposte alle domande formulate nella didascalia delle figure e alle domande di verifica 655

Glossario 685

Fonti delle figure 705

Bibliografia 709

Indice analitico 741