

# 1

# L'ecologia di popolazione

## I TUOI OBIETTIVI

**L'ecologia studia dove e come gli organismi vivono nella biosfera**

- ▶ Conoscere e saper confrontare i livelli a cui si studia l'ecologia degli organismi.

**Le popolazioni cambiano nel corso del tempo**

- ▶ Sapere applicare i concetti di densità e di distribuzione delle popolazioni, conoscendo i tre modelli generali di distribuzione.
- ▶ Calcolare il tasso di crescita di una popolazione.
- ▶ Elencare i quattro fattori principali che influenzano il potenziale biotico.
- ▶ Descrivere e interpretare i tre tipi di curve della sopravvivenza di una specie.
- ▶ Mettere a confronto la curva di crescita logistica con la curva di crescita esponenziale, in relazione alla capacità portante dell'ambiente.

**Le interazioni con l'ambiente influenzano l'entità di popolazione**

- ▶ Fornire esempi di fattori densità-indipendenti e densità-dipendenti, mettendoli in relazione con le dimensioni di popolazione.

**La storia naturale di una specie può predirne l'estinzione**

- ▶ Confrontare una popolazione opportunistica con una popolazione in equilibrio.
- ▶ Elencare i fattori che determinano le probabilità di estinzione di una popolazione.

**Le popolazioni umane hanno caratteristiche ecologiche variabili**

- ▶ Spiegare perché la popolazione mondiale è ancora nella fase di crescita esponenziale.
- ▶ Mettere a confronto i modelli di crescita, la distribuzione delle fasce di età delle popolazioni e l'impatto generale sull'ambiente nei Paesi industrializzati e di quelli in via di sviluppo.

## When a population grows too large

White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), which live from southern Canada to below the Equator in South America, are prolific breeders. In one study, investigators found that two males and four females produced 160 offspring in six years. Theoretically, the number could have been 300 because a large proportion of does (female deer) breed their first year and, once they start breeding, produce about two young each year of life.

A century ago, the white-tailed deer population across eastern United States was less than half a million. Today, it is well over 200 million deer, even more than existed when Europeans first arrived to colonize America. This dramatic increase in population size can probably be attributed to a lack of predators. For one thing, hunting is tightly controlled by government agencies, and in some areas it is banned altogether because of the danger it poses to the general public. Similarly, the natural predators of deer, such as wolves and mountain lions, are now absent from most regions. This too can be traced to a large human population that is fearful of large predators because they could possibly attack humans and domestic animals.

We like to see a mother with her fawns by the side of the road or scampering off into woods with tails raised to show off the

Buck







Deer crossing

white underside. Or, we find it thrilling to see a large buck (male deer) with majestic antlers partially hidden in the woods. But the sad reality is that, in those areas where deer populations have become too large, the deer suffer from starvation as they deplete their own food supply. For example, after deer hunting was banned on Long Island, New York, the deer population quickly outgrew available food resources. The animals became sick and weak and weighed so little that their ribs, vertebrae, and pelvic bones were visible through their skin.

Then, too, a very large deer population causes humans many problems. A homeowner is dismayed to see new plants decimated and evergreen trees damaged due to the munching. The economic damage that large deer populations cause to agriculture, landscaping, and forestry exceeds a billion dollars per year. More alarming, a million deer-vehicle collisions take place in the U.S. each year, resulting in over a billion dollars in insurance claims, thousands of human injuries, and hundreds of human deaths. Lyme disease, transmitted by deer ticks to humans, infects over 3,000 people annually. Untreated Lyme disease can lead to debilitating arthritic symptoms.

Deer overpopulation hurts not only deer and humans, but other species as well. The forested areas that are overpopulated by deer have fewer understory plants. Furthermore, the deer selectively eat certain species of plants, while leaving others alone. This can

cause long-lasting changes in the number and diversity of trees in forests, leading to a negative economic impact on logging and forestry. The number of songbirds, insects, squirrels, mice, and other animals declines with an increasing deer population. It behooves us,

therefore, to learn to manage deer populations. And the good news is that in some states, such as Texas, large landowners now set aside a portion of their property for a deer herd. They improve the nutrition of the herd and restrict the harvesting of young bucks, but allow the harvesting of does. The result is a self-sustaining herd that brings them economic benefits: they charge others for the privilege of hunting on their land.

In this chapter, we examine the general characteristics of populations. You will learn how the size, distribution, and age structure of a population can change over time and what factors influence populations. You will see that, like the deer in eastern North America, human populations too may suffer the consequences of overpopulation.

### ANSWER

- ▶ In the described case, which is the main factor regulating the deer population that is changed over the time?
- ▶ Which are the effects on other animal and plant species due to the deer overpopulation?

Fawn



Doe





# L'ecologia studia dove e come gli organismi vivono nella biosfera

## 1.1 L'ecologia viene studiata a vari livelli

Nel 1866, lo zoologo tedesco Ernst Haeckel conì il termine **ecologia**, dal greco *oikos*, casa, e *logos*, discorso, descrivendola come lo studio delle interazioni degli organismi con altri organismi e con il loro ambiente fisico. Haeckel sottolineò anche come l'ecologia e l'evoluzione siano fortemente correlate, dato che le interazioni ecologiche rappresentano pressioni selettive che portano a cambiamenti evolutivi, le quali a loro volta influenzano sulle interazioni ecologiche.

A uno dei suoi livelli di base, l'ecologia studia in che modo un singolo organismo è adattato al proprio ambiente. Per esempio, gli ecologi possono studiare come un pesce sia adattato al suo **habitat** (il luogo in cui vive; ► figura 1.1). La maggior parte degli organismi fa parte di una **popolazione**, cioè l'insieme di tutti gli organismi di una specie che vivono in una determinata area e che interagiscono con l'ambiente. A questo livello si studiano i fattori che influiscono sulla crescita e sulla regolazione delle dimensioni della popolazione.

Una **comunità** è costituita da tutte le diverse popolazioni che interagiscono tra loro in una determinata area. In una

barriera corallina (per esempio, vi sono numerose popolazioni di alghe, coralli, crostacei, pesci, eccetera): a questo livello, gli ecologi cercano di conoscere quali interazioni, come la predazione e la competizione, influenzano l'organizzazione della comunità.

Un **ecosistema** comprende sia una comunità di popolazioni sia il loro *ambiente abiotico* (fattori come la luce solare). Raramente gli ecosistemi hanno confini ben definiti: di solito i margini di un ecosistema sono segnati da una zona di transizione chiamata *ecotono*, abitata da un «misto» di organismi caratteristici degli ecosistemi adiacenti ma anche da organismi tipici della fascia, le specie *ecotonali*.

La **biosfera**, infine, è l'ecosistema globale che ricomprende tutte le zone delle terre emerse, delle acque e la parte di atmosfera in cui si trovano viventi.

**RISPONDI** Quali sono i livelli di studio dell'ecologia?



# Le popolazioni cambiano nel corso del tempo

## 1.2 La densità e la distribuzione sono aspetti della struttura di una popolazione

I primi parametri da considerare affrontando lo studio di una popolazione sono la sua densità e la sua distribuzione.

**La densità.** Una volta stimata la dimensione, è possibile calcolare la **densità di una popolazione**, cioè il numero di individui per unità di superficie. Per esempio, in Italia vi sono circa 200 abitanti per km<sup>2</sup>; tuttavia questo dato preso da solo non ci indica in che modo gli individui sono distribuiti sul territorio, cioè se in modo uniforme o disomogeneo. Inoltre, la distribuzione della densità è soggetta a cambiamenti nel tempo.

**La distribuzione.** La **distribuzione di una popolazione** è il modo in cui i suoi individui sono distribuiti sul territorio. Nell'area di indagine, la disponibilità delle risorse influisce sui luoghi dove gli individui di una popolazione sono più concentrati o più rarefatti. Per **risorse** di una popolazione si intendono sia le *componenti abiotiche* (non viventi) sia le *componenti biotiche* (viventi) che sostengono la vita degli organismi. La luce, l'acqua, lo spazio, la presenza di potenziali compagni e il cibo sono alcune delle risorse più importanti delle popolazioni. I **fattori limitanti** corrispondono a quegli aspetti ambientali che, in particolare, sono determinanti per stabilire *dove* un organismo *può* vivere. Per esempio, in natura le trote vivono soltanto in torrenti montani, con acque fredde e ossigenate, mentre le carpe e i pesci gatto si trovano in fiumi di pianura, tollerando acque più calde e meno ossigenate. Il *limite della vegetazione arborea* è l'altitudine, o la latitudine, oltre la quale non crescono più alberi ma solo vegetazione erbacea: infatti, al di là di questo limite gli alberi non possono crescere a causa

Lo studio dell'ecologia di popolazione si può affrontare da vari punti di vista. Due dei parametri di base sono la densità e il tipo di distribuzione di una popolazione, che danno informazioni circa le modalità generali di crescita e di sopravvivenza. A sua volta, la modalità di crescita di una popolazione ne influenza la distribuzione degli individui per fasce di età e anche l'andamento nel corso del tempo.

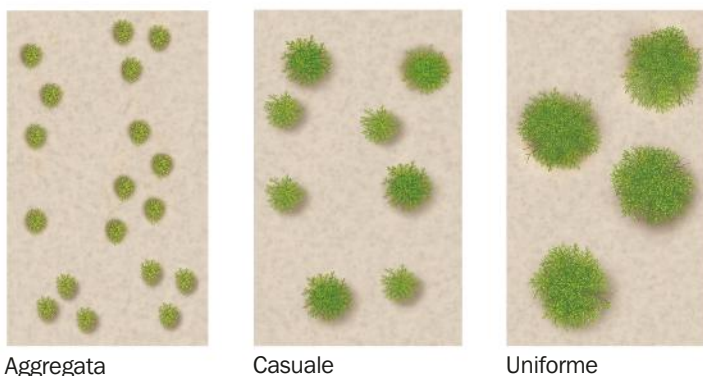
delle temperature rigide e dell'acqua del suolo ghiacciata per la maggior parte dell'anno. Tra i fattori biotici che influiscono sulla distribuzione degli organismi vi è il tipo di vegetazione.

Per descrivere il tipo di distribuzione spaziale si usano spesso tre semplici modelli: distribuzione *raggruppata*, *casuale* e *uniforme*. Supponiamo di considerare la distribuzione di una specie nel complesso del suo **areale**, cioè la porzione del pianeta in cui si può trovare la specie nel suo complesso. Per esempio, l'areale del canguro rosso è l'Australia; a questa scala possiamo aspettarci un tipo di distribuzione raggruppata, poiché questi marsupiali sono concentrati nelle aree più consone ai loro adattamenti naturali. All'interno di un'area più limitata, come una singola raccolta d'acqua o una foresta, la disponibilità di risorse determina fortemente il tipo di distribuzione per una particolare popolazione.

Il tipo di distribuzione non è una caratteristica costante nelle popolazioni. Uno studio sul creosoto, un tipico arbusto del deserto, ha rivelato che la distribuzione cambia da aggregata a uniforme secondo lo stadio di maturazione: con il passare del tempo, la competizione per le risorse sotterranee gradualmente si traduce in una sempre maggiore uniformità nella distribuzione (► figura 1.2A). Un altro esempio riguarda la sula bassana: nel loro areale, questi uccelli marini mostrano generalmente una distribuzione aggregata, ma nelle colonie di nidificazione la distribuzione è fortemente uniforme (► figura 1.2B).

### RISPONDI

Dire che nel territorio della Regione Toscana ci sono sette cinghiali per chilometro quadrato, quale parametro esprime?



**Figura 1.2A** Tipi di distribuzione dei cespugli di creosoto (*Larrea tridentata*) secondo il ciclo vitale.



**Figura 1.2B** Colonia di nidificazione di sula bassana (*Morus bassanus*), un uccello marino tipico dei mari del Nord.



### 1.3 Il tasso di crescita modella la dimensione delle popolazioni

Una delle caratteristiche della vita è la capacità degli organismi di riprodursi. Tutte le popolazioni hanno una notevole capacità di accrescersi quando il tasso di natalità supera quello di mortalità. L'andamento demografico di una popolazione dipende da due elementi complessi: (1) il suo *potenziale biotico*, combinato con altri fattori, e (2) la disponibilità di risorse, le quali comprendono anche fattori come i siti di riproduzione e di rifugio.

Un aspetto basilare nello studio e nel monitoraggio delle popolazioni è il suo **tasso di crescita** annuale, che dipende da quattro fattori:

1. il tasso di **natalità** (numero di individui che nascono ogni anno);
2. il tasso di **mortalità** (numero di individui che muoiono ogni anno);
3. il tasso di **immigrazione** (numero di individui che si aggiungono alla popolazione provenienti da altre popolazioni);
4. il tasso di **emigrazione** (numero di individui che abbandonano la popolazione spostandosi altrove).

Solitamente, si può assumere che l'immigrazione e l'emigrazione all'incirca si equivalgano, perciò possono essere esclusi dal calcolo. Per esempio, in una popolazione di 1000 individui, se il numero di nuovi nati è di 30 per anno e il numero di morti è di 10 per anno, il tasso di crescita risulta del 2,0%:

$$(30 - 10)/1000 = 0,02 = 2,0\%$$

Questa popolazione risulta quindi in crescita, poiché il numero di nuovi nati è superiore a quello degli individui deceduti. Al contrario, se il numero di morti supera quello delle nascite, il valore del tasso di crescita sarà negativo e perciò la popolazione risulterà in declino.



**Figura 1.3A** Il cinghiale (*Sus scrofa*) ha un potenziale biotico molto alto, in relazione al suo alto tasso riproduttivo.

Il **potenziale biotico** di una popolazione corrisponde al tasso di crescita maggiore possibile e può essere raggiunto quando le risorse siano illimitate. Il fatto che il potenziale biotico risulti alto o basso dipende principalmente dai seguenti fattori:

- numero medio di nuovi nati per episodio riproduttivo;
- speranza di sopravvivenza fino all'età riproduttiva;
- frequenza a cui ciascun individuo si riproduce;
- età in cui viene raggiunta la maturità sessuale.

Per esempio, il cinghiale (una specie generalista con esigenze ambientali molto adattabili) produce numerosi figli per parto, i quali maturano rapidamente producendo nuovi figli (► **figura 1.3A**), e ha un potenziale biotico maggiore rispetto a un rinoceronte, che partorisce un solo piccolo o due alla volta e poco di frequente (► **figura 1.3B**).

Il potenziale biotico viene spesso espresso come percentuale di incremento della popolazione per anno, per esempio «la popolazione umana aumenta del 3% all'anno»; oppure può essere anche espresso dal *tempo di raddoppio* della popolazione, cioè quanto tempo trascorre perché il numero di individui di partenza raddoppi. Negli studi di microbiologia, per esempio, in condizioni ottimali le colture batteriche possono presentare tempi di raddoppio di poche ore, mentre se i nutrienti cominciano a scarseggiare e gli scarti metabolici inquinano le colture, allora il tempo di raddoppio aumenta sostanzialmente. Il potenziale biotico è uno dei parametri più importanti quando i biologi della conservazione debbano valutare lo stato di minaccia di una specie ed eventualmente decidere come operare per mantenere al meglio le popolazioni in natura.

#### RISPONDI

Quale effetto potrebbe avere la caccia operata dall'uomo su una popolazione selvatica nel calcolo del suo tasso di crescita?



**Figura 1.3B** Il rinoceronte bianco (*Ceratotherium simum*) ha un potenziale biotico molto basso, in relazione al suo basso tasso riproduttivo.

### 1.4 Le curve di sopravvivenza illustrano i cambiamenti correlati alle diverse età

Il tasso di crescita di una popolazione è un indice che non tiene conto del fatto che gli individui da cui è composta si trovano in fasce di età differenti rispetto all'aspettativa di vita. In calcoli più precisi, una **coorte** è l'insieme dei membri di una popolazione che hanno la stessa età e le stesse probabilità di sopravvivenza. Infatti, con queste informazioni è possibile costruire delle **tabelle di vita** che illustrano quanti membri di una coorte saranno statisticamente ancora vivi dopo vari intervalli temporali. Per esempio, la ► **figura 1.4A** illustra una tabella di vita della pecora di Dall (o bighorn bianco, *Ovis dalli*), in cui ciascuna coorte contiene 1000 individui. La tabella ci dice che, mediamente, dopo un anno dalla nascita 199 individui saranno deceduti (colonna a destra). Un altro modo per leggere le stesse statistiche è basarsi sulla sopravvivenza anziché sui decessi, considerando che dopo un anno saranno ancora vivi 801 individui (colonna centrale). La **sopravvivenza** è la probabilità che i membri di una certa coorte sopravvivano alle diverse età.

I grafici ottenuti da questi dati ci mostrano come ogni specie sia caratterizzata da una determinata **curva di sopravvivenza**, tipicamente classificabile nei tre tipi I, II e III della ► **figura 1.4B**. I mammiferi, qui rappresentati dalla pecora di Dall, solitamente mostrano una curva di sopravvivenza di **tipo I**: mediamente, essi sopravvivono bene fino a oltre la metà della loro aspettativa di vita e muoiono in tarda età, verso la fine della loro aspettativa. Le ostriche (del phylum molluschi), al contrario, mostrano una tipica curva di **tipo III**, tipica di


una popolazione in cui la mortalità giovanile è molto elevata: questo genere di curva è tipico di molti invertebrati, dei pesci e anche degli esseri umani nei Paesi più poveri. Nella curva di **tipo II** la probabilità di sopravvivenza decresce a tasso costante man mano che gli individui si avvicinano alla massima età: si tratta di un andamento tipico delle idre (phylum cnidari), di molti uccelli passeriformi, piccoli mammiferi e alcuni invertebrati, nei quali la morte solitamente non è correlata all'età (perché spesso dipende dalla predazione).

Studiando le tabelle di vita e le curve di sopravvivenza da esse ottenute possiamo imparare molto circa la **storia naturale** di una specie. Per esempio, una curva di sopravvivenza di tipo III ci indica che la morte probabilmente arriverà presto per la maggior parte degli individui di una popolazione e che soltanto pochi di essi vivranno abbastanza per potersi riprodurre a loro volta.

Analizzando le tabelle di vita possiamo ottenere anche altri tipi di informazioni. Nella tabella di vita di una graminaacea prativa, la produzione pro capite (per ogni individuo) di semi aumenta con la maturità della pianta, per poi diminuire; la curva di sopravvivenza di questa pianta erbacea, infatti, mostra che la maggior parte degli individui sopravvive fino a 6/9 mesi e che dopo questo periodo le probabilità di sopravvivenza diminuiscono rapidamente.

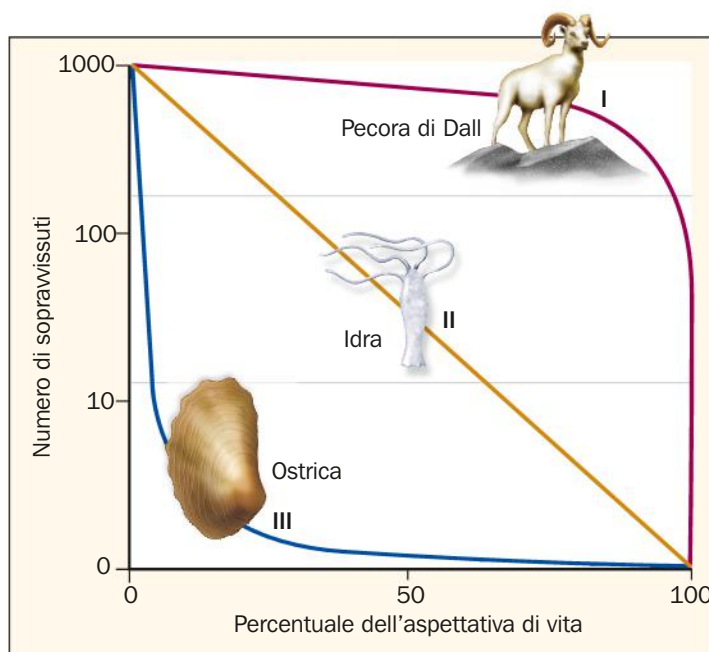
**RISPONDI**

Se, partendo da una popolazione di grandi mammiferi erbivori con curva di sopravvivenza di tipo I, venisse a un certo punto permessa la caccia solo agli individui di mezza età, come cambierebbe negli anni la curva?



Età (anni)	Numero di individui sopravvissuti all'inizio di ogni anno	Numero di individui morti nel corso dell'anno
0-1	1000	1000 - 199 = 199
1-2	801	801
2-3	789	13
3-4	776	12
4-5	764	30
5-6	734	46
6-7	688	48
7-8	640	69
8-9	571	132
9-10	439	187
10-11	252	156
11-12	96	90
12-13	6	3
13-14	3	3
14-15	0	

**Figura 1.4A** Tabella di vita della pecora di Dall.



**Figura 1.4B** Tre tipiche curve di sopravvivenza.

## 1.5 I diagrammi della struttura di popolazione si basano su raggruppamenti degli individui per età

Normalmente, una popolazione non è composta interamente da individui tutti coetanei, dato che gli eventi di riproduzione producono nuovi nati. In altre parole, nella stessa popolazione in ogni determinato momento sono presenti diverse generazioni. Dal punto di vista della crescita, una popolazione si può suddividere in tre gruppi principali per età:

1. *pre-riproduttivo* (non ancora raggiunta l'età fertile);
2. *riproduttivo* (in età fertile e quindi potenzialmente in grado di riprodursi);
3. *post-riproduttivo* (superata l'età fertile).

Le strutture delle diverse popolazioni si distinguono secondo la proporzione di individui che, rispetto al totale, rientrano in uno di tali gruppi di età. Da questo punto di vista, vi sono diversi scenari possibili, come illustrato nei **diagrammi della struttura per età** della ► **figura 1.5**. A sinistra di ogni diagramma sono indicate le coorti degli individui di sesso maschile (♂), mentre a destra sono indicate le coorti degli individui di sesso femminile (♀).

- **Diagramma a piramide.** Quando il gruppo in età pre-riproduttiva è il più popoloso, significa che il tasso di natalità è maggiore del tasso di mortalità, perciò ne risulta un diagramma di età di forma piramidale. In tali condizioni, anche se in un certo anno le nascite uguagliano le morti, la popolazione continuerà ad aumentare negli anni seguenti. Questo accade perché vi sono più individui che stanno per raggiungere l'età riproduttiva di quelli che la stanno superando. In demografia, questa situazione è chiamata struttura *progressiva*.
- **Diagramma a campana.** Quando le dimensioni del gruppo riproduttivo uguagliano quelle del gruppo pre-riproduttivo, il diagramma assume forma di campana. In tal caso, il gruppo post-riproduttivo è ancora il meno numeroso, a causa della mortalità, e la popolazione si trova in una sorta di «equilibrio» in cui i tassi di natalità e di mortalità

all'incirca si equivalgono. In demografia, questa situazione è chiamata struttura *stazionaria*.

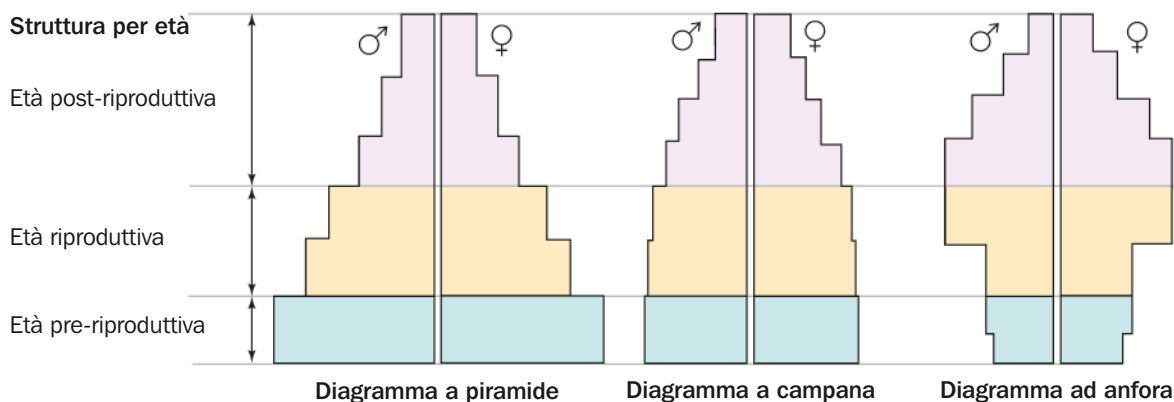
- **Diagramma ad anfora.** Se il tasso di natalità diminuisce al di sotto del tasso di mortalità, allora il gruppo pre-riproduttivo diventa più piccolo di quello riproduttivo, perciò il diagramma per età diventa a forma di anfora, con il gruppo post-riproduttivo più ampio degli altri due. In altre parole, la popolazione mediamente sta «invecchiando». In demografia, questa situazione è chiamata struttura *regressiva*.

La distribuzione delle età in una popolazione riflette la storia naturale passata e dà un'idea del suo futuro. Per esempio, il noto «baby-boom» post-bellico degli anni '60 che nel secolo scorso ha interessato l'Europa e il Nord America sta oggi disegnando un diagramma di popolazione ad anfora per i Paesi occidentali, in cui (1) il gruppo post-riproduttivo è molto ampio e (2) il basso tasso di natalità modella un gruppo pre-riproduttivo sempre più esiguo.

I diagrammi della struttura per età di una popolazione vengono sempre più spesso prodotti (sulla base di censimenti sul campo) e analizzati per la gestione degli animali selvatici di interesse venatorio, in particolare per gli ungulati (cinghiale, capriolo, camoscio ecc.). Infatti, il prelievo della caccia detta «di selezione» deve essere mirato da una parte a non distruggere le potenzialità riproduttive delle popolazioni, dall'altro a controllarne la densità in modo che l'habitat sia in grado di sostenerle, evitando il sovrappascolo e quindi il degrado (molto spesso le popolazioni di questi animali non hanno più predatori che ne controllino naturalmente la densità).

### RISPONDI

In una popolazione di erbivori selvatici il prelievo venatorio colpisce più individui in età pre-riproduttiva rispetto agli anni precedenti. Quali effetti a lungo termine può avere questo prelievo selettivo sulla forma del diagramma per età nella popolazione?



**Figura 1.5** Diagrammi della struttura per età di una popolazione.



## 1.6 Gli andamenti demografici di una popolazione possono essere rappresentati graficamente

I due andamenti principali della demografia di una popolazione sono la crescita esponenziale e la crescita logistica.

**La crescita esponenziale.** La capacità di crescita di una popolazione può essere eccezionale, come nel caso di insetti infestanti; in tali condizioni si parla di **crescita esponenziale**. Questo andamento può essere assimilato all'andamento di un capitale depositato in banca soggetto a un interesse composto: più il capitale aumenta, più interessi il depositario percepisce. Se una popolazione di insetti è composta da 2000 individui e il tasso di crescita pro capite è del 20% al mese, dopo un solo mese vi saranno 2400 insetti, dopo due mesi 2880, dopo tre mesi 3456 e così via. L'andamento di tipo esponenziale disegna una curva a forma di J (► figura 1.6A). Nella curva si possono delineare due fasi distinte:

1. una **fase di latenza** in cui il numero di individui nella popolazione è piccolo;
2. una **fase esponenziale** in cui la crescita accelera in accordo al potenziale biotico.

Di solito, la crescita esponenziale può continuare fino a quando le risorse ambientali non diventano limitanti, poi, quando il numero di individui della popolazione si avvicina al massimo che può essere sostenuto dalle risorse disponibili, la competizione tra individui per le risorse diventa più intensa.

**La crescita logistica.** Via via che le risorse diminuiscono, i livelli di crescita della popolazione si abbassano e l'andamento prende il nome di **crescita logistica**. Questo andamento disegna una curva a forma di S (► figura 1.6B), con quattro fasi:

1. una **fase di latenza** in cui il numero di individui nella popolazione è piccolo;
2. una **fase esponenziale** in cui la crescita accelera in accordo al potenziale biotico;

3. una **fase di decelerazione** in cui la popolazione cresce lentamente poiché la competizione tra gli individui per le risorse aumenta;
4. una **fase di equilibrio stabile** in cui, sebbene vi siano delle fluttuazioni della popolazione entro certi limiti, all'incirca il numero di nuovi nati è equivalente al numero di morti.

La fase di equilibrio stabile corrisponde alla **capacità portante** di un ambiente, ossia il numero totale di individui che le risorse possono sostenere per un tempo prolungato. Questo valore non è costante e varia secondo le circostanze e il tipo di ambiente. Per esempio, una vasta isola può sostenere una popolazione di pinguini più ampia rispetto a una piccola isola di pari caratteristiche, che ha meno spazio adatto alla nidificazione.

**Demografia in pratica.** Il modello di tipo logistico predice che la crescita esponenziale corrisponde al periodo in cui l'entità della popolazione resta molto inferiore rispetto alla capacità portante. Perciò, sfruttare una popolazione ittica in modo continuo e controllato potrebbe essere il modo migliore per mantenerla nella fase esponenziale, quando il suo potenziale biotico sta svolgendo appieno il proprio effetto e il tasso di natalità è al massimo. Al contrario, se si sfrutta esageratamente («sovrapesca») la risorsa ittica, si ridurrà la popolazione alla fase di latenza e dovranno passare molti anni prima che la curva riprenda la fase esponenziale. D'altra parte, se si sta cercando di ridurre le popolazioni di specie indesiderate, è meglio ridurre la loro capacità portante piuttosto che diminuire l'entità della popolazione. Infatti, ridurre il numero di individui non fa altro che incoraggiare ulteriormente la crescita esponenziale.

### RISPONDI

Se improvvisamente una popolazione di erbivori in fase di equilibrio stabile e soggetta a un prelievo naturale da parte dei carnivori, resta senza predatori, come cambia la sua curva di crescita negli anni?

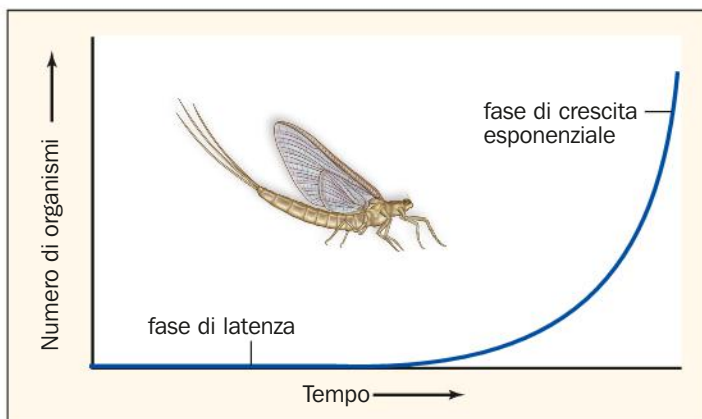


Figura 1.6A Crescita esponenziale.

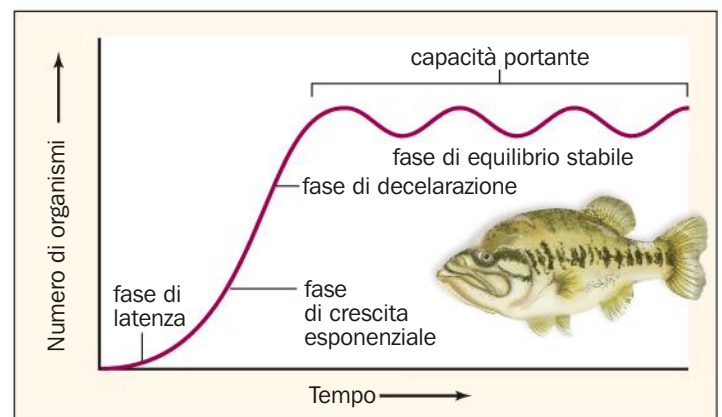


Figura 1.6B Crescita logistica.



# Le interazioni con l'ambiente influenzano l'entità di popolazione

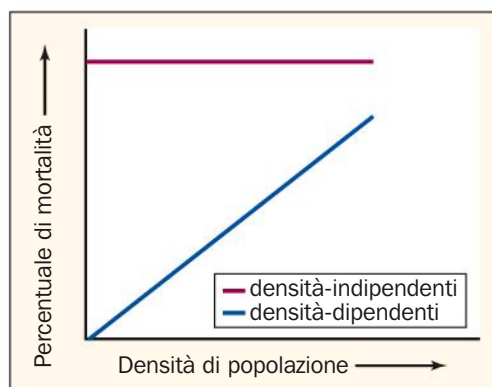
## 1.7 I fattori densità-indipendenti influiscono sulle dimensioni di una popolazione

Le dimensioni di una popolazione sono influenzate in modo rilevante da diverse interazioni con l'ambiente. I fattori ambientali abiotici comprendono eventi come la siccità, il gelo, gli uragani, le alluvioni e gli incendi. Ciascuno di questi eventi naturali può provocare la morte di molti individui e ridurre drasticamente le dimensioni di una popolazione. Tuttavia, non necessariamente questi eventi uccidono una percentuale maggiore di individui in una popolazione di elevata densità rispetto a una popolazione di bassa densità. Per questo motivo, un elemento abiotico è di solito considerato un **fattore densità-indipendente**; in altre parole, l'intensità dell'effetto non aumenta con l'aumentare della densità di popolazione. La linea rossa della ► **figura 1.7A** mostra che la percentuale di mortalità resta la stessa, indipendentemente dalla densità della popolazione.

Un esempio di fattore densità-indipendente è un periodo siccitoso che ha colpito le isole Galápagos causando il declino delle dimensioni della popolazione di una specie tra i fringuelli di Darwin (*Geospiza fortis*) da 1400 a 200 individui (per la diminuzione della disponibilità di semi di cui la specie si nutre), pari all'86% dell'entità di popolazione. Assumendo che non vi sia competizione tra gli individui, in questo esempio la siccità ha agito come fattore densità-indipendente. Infatti, possiamo assumere che, se la popolazione originale fosse stata pari a 2800 individui (il doppio), la popolazione si sarebbe ridotta a 400 membri, cioè della stessa percentuale.

I disastri naturali possono avere drastici effetti su una popolazione, causandone riduzioni di proporzioni catastrofiche; tuttavia una piena improvvisa non necessariamente uccide percentuali maggiori in una popolazione ad alta densità rispetto a una a bassa densità. Quindi, un'alluvione non può essere considerata un consueto fattore di regolazione delle

**Figura 1.7A** Percentuale di morti rispetto alla densità di popolazione.



La regolazione delle dimensioni di una popolazione è influenzata da due tipi di fattori: quelli che dipendono dalla densità degli individui, per esempio la presenza di predatori, e quelli indipendenti dalla densità, per esempio i disastri naturali che stravolgono le risorse; in quest'ultimo caso, gli episodi di riduzione della popolazione avvengono sporadicamente.

dimensioni di popolazione che la mantiene entro la capacità portante, ma un evento eccezionale. La ► **figura 1.7B** illustra come l'impatto di una piena improvvisa su una popolazione a bassa densità di topi, in cui il tasso di mortalità è di 3/5 (60%), sia assimilabile all'impatto su una popolazione ad alta densità, ossia di 12/20 (64%).

### RISPONDI

Perché i fattori densità-indipendenti riducono maggiormente le dimensioni di una popolazione di piccoli mammiferi rispetto a una popolazione di uccelli?



Bassa densità di topi: 3/5 uccisi = 60%



Alta densità di topi: 12/20 uccisi = 64%

**Figura 1.7B** Effetto densità-indipendente di una piena fluviale.

## 1.8 I fattori densità-dipendenti hanno effetti maggiori sulle popolazioni più numerose

Gli elementi biotici di un ambiente tendono a essere **fattori densità-dipendenti**, poiché la percentuale di individui che ne risente aumenta con la densità di popolazione, come si evince dalla linea blu del grafico nella figura 1.7A. La competizione, la predazione e il parassitismo sono tutti fattori biotici che aumentano di intensità al crescere della densità.

- La *competizione* può presentarsi quando membri della stessa specie tentano di utilizzare risorse limitate (come luce, cibo o spazio). Il risultato è che non tutti i membri della popolazione possono avere accesso alle risorse in quantità sufficiente per sopravvivere o riprodursi. Come esempio teorico dell'effetto di un fattore densità-dipendente consideriamo una popolazione di picchi che competono per i siti di nidificazione. Ogni coppia necessita di un nido scavato in un tronco per allevare i nidiacei (supponiamo che non siano capaci di scavarsi da soli la cavità). Se vi sono più buchi rispetto alle coppie riproduttive, come nella ► figura 1.8A (a sinistra), ciascuna coppia può disporre di un

nido per deporre le uova e allevare i nidiacei. Al contrario, se vi sono meno cavità rispetto alle coppie riproduttive, ciascuna coppia dovrà competere per conquistare un sito di nidificazione (► figura 1.8A, a destra). Le coppie che non riescono a conquistare la cavità nido non potranno contribuire a produrre nuovi membri della popolazione per quell'anno. Un esempio reale di competizione riguarda quattro maschi e 21 femmine di caribù (*Rangifer*) che furono rilasciati nel 1911 sull'isola di St. Paul, nel Mare di Bering (Alaska). Quest'isola vantava un ambiente completamente indisturbato, con ridottissima pressione venatoria e assenza di predatori naturali. Il branco di caribù crebbe in modo esponenziale raggiungendo 2000 individui nel 1939, causando un sovrasfruttamento dell'habitat, quindi la popolazione crollò drasticamente fino a soli otto animali nel 1950.

- La *predazione* avviene quando un organismo, il predatore, si ciba di un altro organismo, la preda: ne sono esempi carnivori ed erbivori (come i leoni e le zebre), cetacei e plancton, erbivori e piante ecc. L'effetto della predazione sulla popolazione-prede in genere aumenta con l'aumentare delle sue dimensioni, poiché le prede diventano più facili da scovare quando i siti di rifugio scarseggiano. Consideriamo per esempio un campo abitato da una popolazione di topi (► figura 1.8B). Ogni topo deve poter disporre di una buca in cui nascondersi in caso di attacco da parte di un predatore, come una poiana. Se vi sono 102 topi ma soltanto 100 buche, due prede rimarranno allo scoperto e per il rapace non sarà facile individuarle. Se nessun topo viene catturato, il tasso di predazione sarà pari a  $0/2 = 0\%$ . D'altra parte, se i topi sono 200 e le buche sempre 100, vi è una probabilità molto più alta che la poiana riesca a catturare alcune delle prede rimaste esposte. Se solo la metà dei topi rimasti senza riparo viene catturata, il tasso di predazione risulterà di  $50/100 = 50\%$ . Se ne deduce facilmente che aumentando la densità delle prede disponibili aumenta anche la proporzione di popolazione soggetta a predazione.

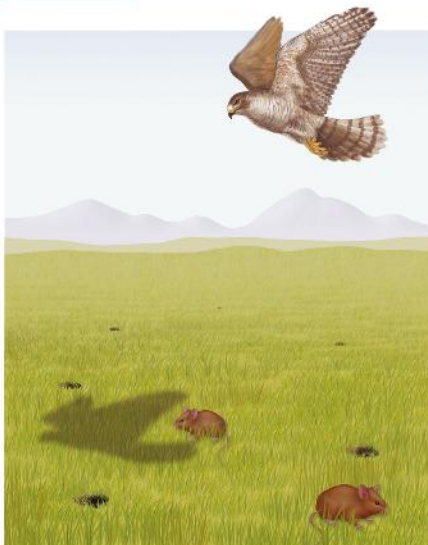


Ogni coppia di picchio dispone di una cavità per la nidificazione.

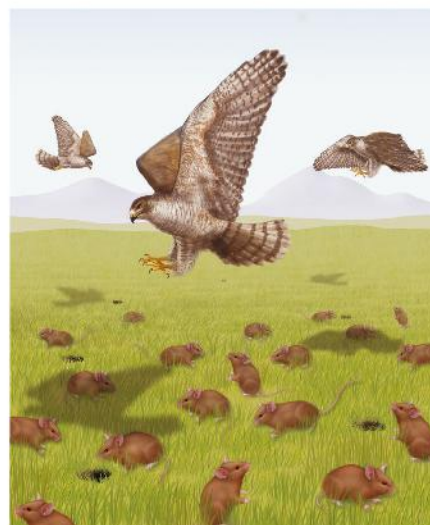


Non tutte le coppie di picchi dispongono di una cavità per la nidificazione.

Figura 1.8A Effetti densità-dipendenti: la competizione.



2/100 topi non possono nascondersi.



100/200 topi non possono nascondersi.

Figura 1.8B Effetti densità-dipendenti: la predazione.

### RISPONDI

Fai qualche esempio di fattori densità-dipendenti in un'area sovrappopolata da grandi erbivori, per esempio cervi.



# La storia naturale di una specie può predirne l'estinzione

## 1.9 La storia naturale di una specie riguarda varie caratteristiche delle popolazioni

Le popolazioni di ogni specie sono molto variabili in termini di numero di nuovi nati per ogni generazione, età della maturità sessuale, aspettativa di vita media e probabilità di sopravvivenza fino alla massima aspettativa. Questi fattori fanno parte della **storia naturale** di una specie e spesso sono frutto di «compromessi biologici» della selezione naturale. Per esempio, ogni popolazione è in grado di sfruttare soltanto parte di tutta l'energia disponibile, e i modi in cui questa energia è distribuita nel corso della vita (lunga o breve) tra gli eventi riproduttivi (pochi figli o tanti figli), le cure parentali (molte o poche) sono molto diversificati.

Le analisi delle dinamiche di crescita esponenziale e logistica suggeriscono che alcune popolazioni seguono un andamento opportunistico, mentre altre un andamento equilibrato.

**Le popolazioni opportunistiche.** Una **popolazione opportunistica** tende a vivere in ambienti soggetti a fluttuazioni e/o eventi poco prevedibili: l'entità della popolazione rimane limitata fino a quando le condizioni non permettano una crescita di tipo esponenziale. I membri delle specie opportunistiche sono generalmente di piccola taglia, maturano precocemente, hanno vita media breve e producono molti figli, a cui forniscono cure parentali limitate. In questo caso i fattori densità-indipendenti hanno effetti drastici sulle dimensioni di popolazione, la quale tuttavia è abbastanza numerosa da sopravvivere a un evento catastrofico. Una popolazione opportunistica mostra anche un'elevata capacità di *dispersione* degli individui, che rapidamente possono colonizzare nuovi ambienti. Tra gli altri,



### Caratteristiche della strategia opportunistica

- Taglia ridotta
- Breve aspettativa di vita
- Maturazione sessuale rapida
- Alto numero di discendenti
- Poche (o nessuna) cure parentali

**Figura 1.9A** Il dente di leone (*Taraxacum officinale*) è una tipica specie opportunistica.

La storia naturale di una specie si basa sulla demografia delle sue popolazioni, che viene disegnata e caratterizzata dai fattori che abbiamo visto nelle lezioni precedenti di questo capitolo. L'andamento della storia naturale ci fornisce informazioni molto utili per prevedere la probabilità e le modalità con cui una specie può estinguersi, cercando eventualmente di contrastare questa tendenza attraverso interventi di gestione mirati.

ne sono esempi molti tipi di insetti e di piante erbacee (► **figura 1.9A**). Il merluzzo è un esempio di specie opportunistica: ha taglia piuttosto grossa (fino a 12 kg e quasi 2 m di lunghezza) e rilascia una grande quantità di gameti che si incontrano casualmente nelle acque marine. Gli zigoti si sviluppano senza alcuna cura parentale: dei 6-7 milioni di uova rilasciate da una sola femmina, soltanto pochissime si svilupperanno in adulti.

**Le popolazioni in equilibrio.** Al contrario, alcuni ambienti sono relativamente stabili, permettendo alle popolazioni di mantenere dimensioni piuttosto costanti. Le **popolazioni in equilibrio** mostrano una curva di crescita logistica in cui le dimensioni si attestano intorno alla capacità portante dell'ambiente. Le risorse sono relativamente scarse e gli individui più abili nella competizione, grazie a fenotipi bene adattati all'ambiente, producono più discendenti. I membri delle specie in equilibrio usano l'energia per la propria crescita e investono risorse nelle cure parentali. Si tratta di specie di taglia piuttosto grossa, che raggiungono la maturità lentamente e hanno un'aspettativa di vita piuttosto lunga (► **figura 1.9B**). L'entità delle popolazioni in equilibrio tende a essere regolata da fattori densità-dipendenti. Esempi di questa strategia comprendono piante longeve (come cactus, querce, cipressi e pini), uccelli da preda e grandi mammiferi (balene, elefanti, orsi e gorilla).

### RISPONDI

Secondo te la specie umana a quale tipo di strategia si può associare, opportunistica o in equilibrio?



### Caratteristiche della strategia dell'equilibrio

- Taglia grande
- Elevata aspettativa di vita
- Maturazione sessuale lenta
- Basso numero di discendenti
- Molte cure parentali

**Figura 1.9B** Il gorilla di pianura orientale (*Gorilla beringei graueri*) è una tipica specie in equilibrio.



## 1.10 Certain species are more apt to become extinct than others

**Extinction** is the total disappearance of a species or higher group. Which species shown in figures 1.9A and 1.9B is apt to become extinct? Because the dandelion matures quickly, produces many offspring at one time, and has seeds that are dispersed widely by wind, it can more easily withstand a local decimation than can the mountain gorilla.















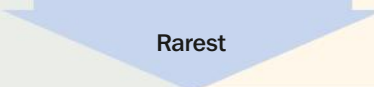
Three other factors, namely, size of geographic range, degree of habitat tolerance, and size of local populations, can help determine whether an equilibrium species is in danger of extinction; ► **figure 1.10** compares several equilibrium species on the basis of these three factors. The highlighted text in figure 1.10 indicates the chances and causes of extinction. The mountain gorilla has a restricted geographic range, narrow habitat tolerance (few preferred places to live), and small local population. This combination of characteristics makes the mountain gorilla very vulnerable to extinction. The possibility of extinction increases depending on whether a species is simi-

lar to the gorilla in one, two, or three ways. The Bengal tiger is endangered because, presently, there are only small local populations, despite the animal having an extensive geographic range and a broad habitat tolerance. What happened? Human beings have restricted the tigers to their present locations. Habitat loss is the greatest threat to wildlife globally.

The results of such population studies can assist conservationists and others who are trying to preserve biodiversity. **Meta-populations** are local populations connected to one another by the movement of individuals between them. One way to create metapopulations is to provide corridors, areas that connect the local populations, as a way to preserve species by providing enough space for a large population to exist.

**ANSWER**

What factors determine the risk of extinction for species that cannot emigrate from one region to another?

Most Common	Species	
Restricted geographic range Broad habitat tolerance Large local populations	 Galápagos medium ground finch	 Monterey pine
Extensive geographic range Narrow habitat tolerance Large local populations	 California gray whale	 Fremont cottonwood
Extensive geographic range Broad habitat tolerance Small local populations	 Bengal tiger	 Grass fern
Restricted geographic range Narrow habitat tolerance Large local populations	 Fish crow	 Haleakala silversword
Restricted geographic range Broad habitat tolerance Small local populations	 Tasmanian devil	 Welwitschia
Extensive geographic range Narrow habitat tolerance Small local populations	 Northern spotted owl	 Pacific yew
Restricted geographic range Narrow habitat tolerance Small local populations	 Mountain gorilla	 Pritchardia kaalae
 Rarest		

**Figure 1.10** Highlighted factors indicate vulnerability to extinction for an equilibrium species.



# Le popolazioni umane hanno caratteristiche ecologiche variabili

## 1.11 La popolazione mondiale segue una crescita fortemente esponenziale

La popolazione umana mondiale ha superato i sette miliardi di individui nel 2011 (► figura 1.11), con un'impennata dopo la Rivoluzione Industriale e divenendo fortemente esponenziale a partire dalla metà del secolo scorso. Il numero di persone che ogni anno incrementano la popolazione mondiale era di circa 87 milioni di persone intorno al decennio 1990, mentre attualmente si è attestato intorno a 80 milioni di persone in più ogni anno (è come se annualmente si aggiungesse l'intera popolazione di Italia, Belgio e Repubblica Ceca messe insieme).

La crescita futura potenziale dell'umanità si può apprezzare considerando il **tempo di raddoppio**, cioè il tempo necessario perché la popolazione raddoppi. Attualmente il tempo di raddoppio è stimato in circa 53 anni. Un incremento così rapido comporta un impegno estremamente oneroso per la nostra capacità di produrre e di distribuire le risorse necessarie a sostenere una tale popolazione: in circa 50 anni l'umanità dovrebbe raddoppiare la quantità di cibo prodotto, di lavoro, acqua, energia e così via per mantenere gli standard di vita così come sono oggi (con tutte le loro disparità).

Non sorprende che molte persone siano fortemente preoccupate di questo aumento in corso e previsto della popolazione mondiale, in cui ogni nuovo miliardo di persone si aggiunge sempre più in fretta: abbiamo raggiunto il primo miliardo solo nel 1800, il secondo nel 1930, il terzo nel 1960 e oggi superiamo abbondantemente i sette miliardi. Soltanto quando il numero di giovani donne in età riproduttiva uguaglierà quello delle donne in età post-riproduttiva la popolazione mondiale potrà raggiungere la *crescita zero*; in altre parole,

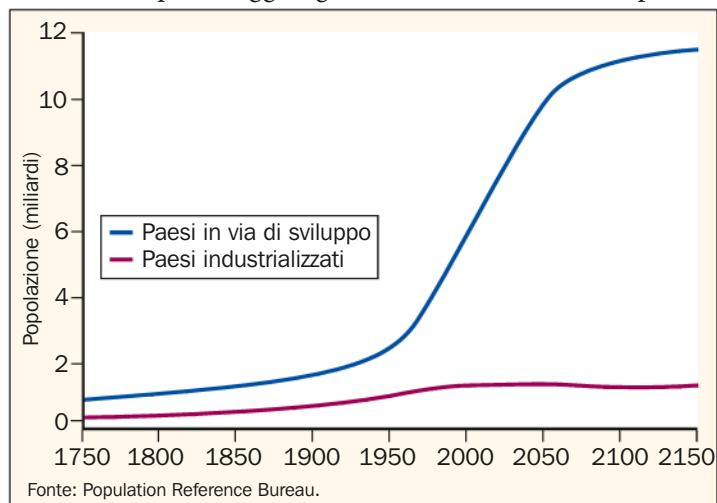


Figura 1.11 Andamento demografico della popolazione umana.

*La popolazione umana nel suo complesso continua a crescere in modo esponenziale; tuttavia gli andamenti demografici e le caratteristiche delle diverse sottopopolazioni differiscono a seconda delle condizioni regionali, in particolare tra i Paesi considerati industrializzati e quelli considerati in via di sviluppo.*

la popolazione si stabilizzerà quando il tasso di natalità uguaglierà quello di mortalità. A seconda di come declinerà il tasso di crescita, l'umanità potrà attestarsi per esempio a 8, oppure a 10,5 o ancora a 14,5 miliardi di persone.

**Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo.** Per convenzione, i Paesi del mondo si possono suddividere in due gruppi ampi. Nei **Paesi industrializzati (PI)**, esemplificati da Nord America, Europa, Giappone e Australia, la crescita della popolazione è bassa e le persone godono mediamente di buoni standard di vita e benessere. Nei **Paesi in via di sviluppo (PVS)**, tra cui alcuni Stati dell'America Latina, Africa e Asia, la popolazione si sta espandendo rapidamente e la maggior parte delle persone vive in condizioni di povertà.

I PI hanno raddoppiato le proprie popolazioni nel secolo tra il 1850 e il 1950, un aumento ampiamente dovuto alla forte diminuzione del tasso di mortalità, allo sviluppo della scienza medica e alle migliorate condizioni socio-economiche. Al declino del tasso di mortalità è seguito poco dopo da un declino del tasso di natalità, tanto che le popolazioni dei PI in realtà hanno mostrato una crescita modesta tra il 1950 e il 1975, nonostante il baby-boom. Negli studi demografici, tale sequenza di eventi (diminuzione del tasso di mortalità seguita da diminuzione del tasso di natalità) viene chiamata **transizione demografica**. Attualmente la crescita della popolazione nei PI nel loro complesso è stabilizzata a meno dell'1%.

Nei PVS il tasso di mortalità ha cominciato a diminuire fortemente dopo la Seconda guerra mondiale, di pari passo con l'importazione dei farmaci moderni, mentre il tasso di natalità è rimasto elevato. Tra gli anni 1960 e 1965 il tasso di natalità è arrivato al 2,5% e solo in seguito si è registrata la fase di transizione demografica: il declino del tasso di mortalità ha rallentato e, contemporaneamente, è diminuito il tasso di natalità. Attualmente la crescita della popolazione dei PVS nel loro complesso è ancora dell'1,5%. Oggi l'88% della popolazione mondiale vive in Asia (India e Cina), Africa e America e, a causa della passata crescita esponenziale, si prevede che nel 2050 gli abitanti dei PVS potranno raggiungere gli otto miliardi.

### RISPONDI

Ipotizza di sterilizzare per un certo numero di anni tutte le femmine in età riproduttiva di una popolazione di cervi. Quale effetto avrebbe questo intervento sui tempi di raddoppio di popolazione?

### 1.12 La distribuzione dei gruppi di età nei vari Paesi è diversa

Le popolazioni dei Paesi industrializzati e di quelli in via di sviluppo possono essere suddivise nei tre gruppi di età pre-riproduttiva, riproduttiva e post-riproduttiva (► figura 1.12). Attualmente i PVS stanno disegnando una crescita decisa, poiché vi sono più donne che stanno entrando nell'età riproduttiva di quelle che la stanno superando. Si potrebbe pensare che se ciascuna coppia cominciasse ad avere mediamente due figli, una condizione chiamata **riproduzione di rimpiazzo**, la popolazione sarebbe soggetta a **crescita zero** (nessun incremento) quasi da subito. Tuttavia, in realtà la maggior parte dei Paesi continua a crescere a causa della struttura per età: se vi sono più donne che stanno raggiungendo l'età fertile rispetto a quelle in età post-riproduttiva, la riproduzione di rimpiazzo farà ancora aumentare a lungo la popolazione.

Molti PI hanno una struttura per età stabilizzata, mentre la maggior parte dei PVS ha una popolazione in media molto più giovane, con ampia fascia di età inferiore a 15 anni. In media, una donna nigeriana ha 5,9 figli, corrispondente a un tasso di natalità che fa prevedere un aumento dai circa 135 milioni di persone del 2009 ai 300 milioni nel 2050. Si stima inoltre che l'intera popolazione africana passerà dai 924 milioni del 2002 ai due miliardi nel 2050. Questo significa che le popolazioni del PVS si stanno ancora espandendo in modo significativo, anche dopo aver raggiunto un tasso riproduttivo di rimpiazzo. Tuttavia, più rapidamente si attesterà la riproduzione di rimpiazzo, prima ne risulterà una situazione di crescita zero.

**Crescita della popolazione e impatto sull'ambiente.** La crescita della popolazione umana sta mettendo sotto pressione in ogni Paese l'organizzazione sociale, le risorse della Terra e

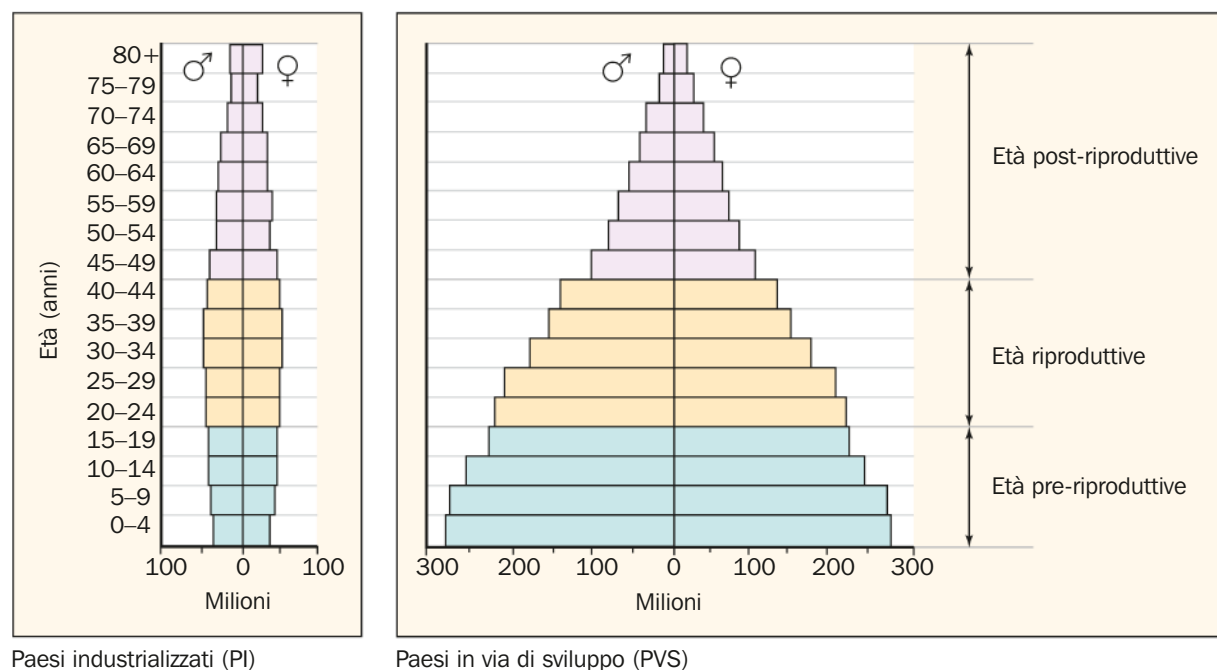
la biosfera in generale. Dato che le popolazioni dei PVS stanno ancora crescendo a un tasso significativo, si potrebbe ipotizzare che questo aumento sarà la causa principale del degrado ambientale. Tuttavia, nella realtà sono i PI a consumare una percentuale molto più ampia delle risorse rispetto ai PVS. Per esempio, i PI (solo un terzo della popolazione mondiale), producono il 90% dei rifiuti pericolosi (inquinanti), poiché consumano enormi quantità di combustibili fossili, metalli e carta rispetto ai PVS. A preoccupare maggiormente come causa del degrado ambientale sono proprio questi consumi sproporzionati. Il cosiddetto **impatto ambientale (IA)** di una popolazione è correlato non soltanto dall'entità della popolazione, ma anche al consumo pro capite delle risorse e dall'inquinamento che ne deriva. In altre parole:

$$IA = \text{dimensioni della popolazione} \times \text{consumo pro capite delle risorse} \\ = \text{popolazione per unità delle risorse usate}$$

Perciò, si possono riconoscere due tipi di sovrappopolazione: il primo tipo è dovuto semplicemente alla crescita del numero di individui, mentre il secondo è dovuto all'aumento del consumo di risorse causato dalla crescita della popolazione. Il primo tipo è più correlabile ai PVS, mentre il secondo è più attribuibile ai PI, dove il consumo di risorse pro capite è di gran lunga più elevato. Per esempio, una famiglia media che vive negli Stati Uniti, per consumo delle risorse e produzione di rifiuti equivale a un gruppo di 30 persone che vivono in India.

**RISPONDI**

Come si può calcolare il consumo di risorse di un Paese e confrontarlo con quello di un altro Paese?



**Figura 1.12** Strutture della popolazione per età nei Paesi industrializzati e in quelli in via di sviluppo.



# Summing-up



Ecology studies where and how organisms live in the biosphere

## 1.1 Ecology is studied at various levels

- ▶ Ecology is the study of the interactions of organisms with other organisms and with the physical environment.
- ▶ The levels of ecology are: organism, population, community, ecosystem, and biosphere.

Populations are not static, they change over time

## 1.2 Density and distribution are aspects of population structure

- ▶ Population density refers to the number of individuals per unit area.
- ▶ Population distribution is the pattern of dispersal of individuals across an area.
- ▶ Resources are the components of the environment that support living organisms.
- ▶ Limiting factors, such as nutrient availability, are aspects of the environment that determine where an organism lives.

## 1.3 The growth rate results in population size changes

- ▶ Yearly birth and death rates mainly determine a population's growth rate.
- ▶ A population's biotic potential is its highest possible growth rate when resources are unlimited.

## 1.4 Survivorship curves illustrate age-related changes

- ▶ A cohort is all the members of the population of the same age with the same chance of surviving.
- ▶ Survivorship is the probability of cohort members surviving to a particular age.
- ▶ Three general survivorship patterns are recognized.

## 1.5 Age structure diagrams divide a population into age groups

- ▶ The three age groups are: pre-reproductive, reproductive, and post-reproductive.
- ▶ The shape of the age distribution diagram reflects the past and future history of a population.

## 1.6 Patterns of population growth can be described graphically

- ▶ Exponential growth is population growth that accelerates over time and results in a J-shaped curve.
- ▶ Logistic growth is population size that stabilizes when the carrying capacity has been reached, resulting in an S-shaped curve.







## Environmental interactions influence population size

### 1.7 Density-independent factors affect population size

- ▶ Abiotic factors that affect population size include: droughts, freezes, hurricanes, floods, and forest fires.
- ▶ Density-independent means that mortality (% killed) remains the same, regardless of density.

### 1.8 Density-dependent factors affect larger populations

- ▶ Biotic factors that affect population size include: competition, predation, and parasitism.
- ▶ Density-dependent means that mortality increases as the density of the population increases.

## The life history pattern can predict extinction

### 1.9 Life history patterns consider several population characteristics

- ▶ Opportunistic species exhibit exponential population growth; small individuals have a short life span and may die before reproducing.
- ▶ Equilibrium species exhibit logistic population growth; large individuals have a long life span, and most of their offspring survive to reproductive age.
- ▶ Opportunistic species are adapted to a fluctuating environment, and equilibrium species are adapted to a relatively stable environment.



### 1.10 Certain species are more apt to become extinct than others

- ▶ Extinction is the total disappearance of a species or higher group.
- ▶ In addition to life history pattern, size of geographic range, degree of habitat tolerance, and size of local populations determine the risk of extinction for species that cannot migrate.

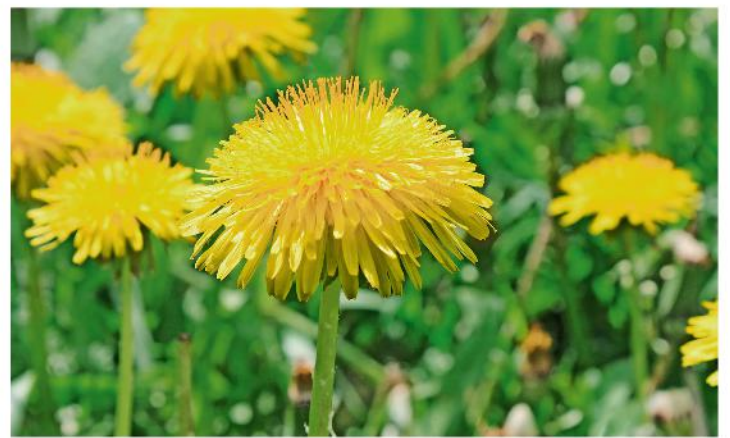
## Human populations ecology is variable

### 1.11 World population growth is exponential

- ▶ The current world population is over 7 billion people.
- ▶ Based on the predicted doubling time, the world population will require double the amount of current resources in about 50 years.
- ▶ Industrialized Countries are characterized by low population growth and a good standard of living but high resource consumption and waste production.
- ▶ Developing Countries are known for rapidly expanding populations and poverty conditions; their population could increase by 3 billion by 2050.

### 1.12 Age distributions in various Countries are different

- ▶ Replacement reproduction occurs when there are more young women entering their reproductive years than older women leaving them.
- ▶ Environmental impact is measured based on population size, resource consumption, and pollution.





**1** Quale dei seguenti livelli di studio dell'ecologia coinvolge sia componenti biotiche sia componenti abiotiche?

- a. organismi
- b. popolazioni
- c. comunità
- d. ecosistema

**2**  Place the following levels of organization in order, from lowest to highest.

- a. community, ecosystem, population, organism
- b. organism, community, population, ecosystem
- c. population, ecosystem, organism, community
- d. organism, population, community, ecosystem

**3** La distribuzione della popolazione umana è

- a. variabile.
- b. raggruppata.
- c. casuale.
- d. uniforme.

**4** Se il tasso di natalità annuale della popolazione umana si riducesse al 15‰ e il tasso di mortalità rimanesse lo stesso (9‰), che valore assumerebbe il tasso di crescita?

- a. 9%
- b. 6%
- c. 10%
- d. 0,6%

**5** Il massimo tasso di crescita raggiungibile da una popolazione corrisponde

- a. alla sua capacità portante.
- b. al suo potenziale biotico.
- c. alla sua curva di crescita.
- d. al suo tasso di rimpiazzo.

**6** Quale delle seguenti affermazioni circa una specie di pianta **non** è rilevante per determinarne il potenziale biotico?

- a. Essa produce 10 kg di massa vegetale all'anno.
- b. Essa produce i suoi primi fiori a cinque anni di età.
- c. Il 50% delle plantule raggiunge la maturità.
- d. In media, ogni pianta produce 100 plantule.

**7** Compila la tabella associando il fattore corrispondente allo scenario descritto.


	Fattore densità-indipendente	Competizione	Predazione
Una grave siccità ha distrutto tutta la disponibilità di vegetali per il pascolo di un branco di gazzelle.			
Soltanto gli individui di coyote più veloci nella corsa sono in grado di cacciare i pochi conigli disponibili come prede; il resto dei coyote non sono abbastanza forti per riprodursi.			
In una foresta, una popolazione di cervi si ciba preferenzialmente di germogli di una certa specie di albero rispetto ad un'altra.			
In una colonia di nidificazione di uccelli marini, su una scogliera, i siti adatti sono in numero inferiore rispetto alle coppie pronte a riprodursi.			

**8** Se una popolazione mostra una curva di sopravvivenza di tipo I (la maggior parte dei suoi membri si avvicina alla massima aspettativa di vita), quale dei seguenti eventi puoi aspettarti?

- a. Un unico evento riproduttivo per ogni individuo adulto.
- b. La maggior parte degli individui si riproduce.
- c. Si verificano sporadici eventi riproduttivi.
- d. La riproduzione avviene verso la fine dell'aspettativa di vita.

**9** Una curva di crescita di tipo esponenziale è meglio corrispondente a

- a. una crescita illimitata.
- b. una curva a forma di S.
- c. un tasso di crescita costante.
- d. una crescita che si stabilizza dopo una crescita rapida.

**10**  When the carrying capacity of the environment is exceeded, the population typically

- a. increases, but at a slower rate.
- b. stabilizes at the highest level reached.
- c. decreases.
- d. dies off entirely.

**11** Indica quale, tra i seguenti, è un fattore densità-indipendente?

- a. la competizione
- b. la predazione
- c. le condizioni climatiche
- d. la disponibilità delle risorse

**12** Quale tra le seguenti **non** è una caratteristica della storia naturale di tipo opportunistico?

- a. molti discendenti
- b. poche (o nessuna) cure parentali
- c. lunga aspettativa di vita
- d. rapidità di maturazione

**13** Quale tra le seguenti **non** è una caratteristica della storia naturale di tipo in equilibrio?

- a. individui di grossa taglia
- b. lunga aspettativa di vita
- c. pochi discendenti
- d. poche (o nessuna) cure parentali

## Metti a fuoco il concetto

**14** L'areale di una pianta che si riproduce perlopiù per via asexuata per mezzo di stoloni (estensioni del fusto che radicano a contatto con il terreno) potrebbe essere diverso da quello di una pianta simile, ma che si riproduce perlopiù attraverso semi trasportati dal vento. Spiega questa affermazione.

**15** In quali condizioni per una popolazione è vantaggioso produrre un grande numero di discendenti, di piccola taglia e a cui non prestare cure parentali, rispetto a produrre pochi discendenti, di taglia grande e a cui prestare molte cure parentali?

**16** Nel Mar Rosso settentrionale sono state censite 14 specie di coralli, ognuna delle quali si riproduce in periodi diversi dell'anno (disperdendo uova e spermatozoi nell'acqua in grande quantità). Sebbene abbiano esigenze nutritive simili, tutte le specie convivono. In che modo ottengono sufficienti risorse?

## Acquisisci i termini

**17** Inserisci il termine corretto.

- Insieme dei fattori abiotici e dei fattori biotici che nel complesso sostengono la vita degli organismi: \_\_\_\_\_.
- Aspetti ambientali che sono determinanti per stabilire il luogo in cui un organismo può vivere: \_\_\_\_\_.
- Area geografica di ampiezza molto variabile all'interno della quale si trovano tutte le popolazioni di una certa specie: \_\_\_\_\_.
- Nelle tabelle di vita, l'insieme dei membri di una popolazione che hanno la stessa età e le stesse probabilità di sopravvivenza: \_\_\_\_\_.
- Forma che assume il diagramma per età di una popolazione quando il gruppo pre-riproduttivo è molto più ampio di quello post-riproduttivo: \_\_\_\_\_.



## Verso le competenze

### Understanding the terms

age structure diagram	habitat
biosphere	industrialized country
biotic potential	life history
carrying capacity	life table
cohort	limiting factor
community	logistic growth
demographic transition	metapopulation
density-dependent factor	opportunistic population
density-independent factor	population
developing country	population density
doubling time	population distribution
ecology	range
ecosystem	replacement
equilibrium population	resource
exponential growth	survivorship
extinction	zero population growth

**18** Match the terms to the definitions.

- \_\_\_\_\_ : Due to industrialization, a decline in the birthrate following a reduction in the death rate so that the population growth rate is lowered.
- \_\_\_\_\_ : Group of organisms of the same species occupying a certain area and sharing a common gene pool.
- \_\_\_\_\_ : Growth, particularly of a population, in which the increase occurs in the same manner as compound interest.
- \_\_\_\_\_ : Maximum population growth rate under ideal conditions.

### Thinking scientifically

**19** The right whale (*Eubalena* sp.) population remains dangerously small, despite many decades of complete protection. Formulate a hypothesis based on the four factors listed in Section 1.3 to explain this observation. How would you test your hypothesis?

**20** You are a river manager in charge of maintaining the flow through the use of dams so that trees, which have equilibrium life histories, can continue to grow along the river. What would you do?

**21** Why is it better to have many medium-large protected areas connected by ecological corridors instead of having few, very large, protected but unconnected areas?

**22** If you are a wildlife manager and your goal is to protect the deer population in a medium-size forest, would it be a good idea to eliminate all the natural predators? Why?

**23** To improve biodiversity and pest control in large one-crop farmed regions, the Agriculture Department functionaries decided to improve the plantation of shrub edges and tree rows, and to open little water pools (with riparian vegetation) scattered between crop fields. What consequences could this choice have in the use of pesticides?

**24** To control the expansion of an accidentally introduced perennial plant species that is invading a region, some biologists are trying to introduce insects that eat the plant. Do you think this is a smart solution? What elements should scientists evaluate to avoid an imbalance in the local ecological community equilibrium?