

CARLO CENCINI

Già ordinario di Geografia, Alma Mater Studiorum Università di Bologna

La biodiversità: una ricchezza da tutelare



Cos'è la biodiversità

Con il termine biodiversità s'intende la varietà di tutti gli organismi viventi presenti sulla Terra (piante, animali e microrganismi) e delle relazioni che questi instaurano con l'ambiente di cui fanno parte. Il concetto è di per sé molto ampio. Questa varietà non si riferisce solo alla forma e alla struttura degli esseri viventi, ma include anche la diversità in termini di abbondanza, distribuzione e relazioni tra le diverse parti del sistema: in altre parole all'intera ricchezza della vita sulla terra¹. Per questo si distinguono tre diversi livelli di biodiversità che corrispondono ad altrettanti livelli gerarchici e interdipendenti della natura: la diversità genetica, la diversità a livello di specie e la diversità degli ecosistemi.

Gli individui che appartengono a una stessa specie, tranne casi particolari, non sono tutti uguali, ovvero non posseggono tutti lo stesso patrimonio genetico o DNA. Il grado di differenza tra i genomi dei vari individui è la *diversità genetica* intraspecifica. La fonte primaria di questa è costituita dalle mutazioni. L'informazione genetica può modificarsi per effetto di agenti mutageni o di errori casuali che avvengono quando il DNA si replica. Questa diversità è il prerequisito fondamentale per l'adattamento all'ambiente a seguito di pressioni selettive e costituisce il serbatoio dal quale attingono i processi dell'evoluzione. La variabilità genetica si riduce a causa della selezione (naturale o indotta dall'uomo) e della deriva genetica. Nel primo caso si diffondono le varianti genetiche più adatte a un determinato ambiente; nel secondo alcune mutazioni non sono trasmesse per effetto del caso che agisce tra una generazione e quella successiva.

Maggiore è la varietà all'interno della singola specie, maggiore sarà la possibilità della stessa di sopravvivere nel tempo, di adattarsi e di resistere agli agenti patogeni e ai cambiamenti dell'ambiente circostante. Una popolazione o una specie che per qualche motivo perda una parte del suo patrimonio genetico, corre maggiori rischi di estinguersi, venendo meno la sua adattabilità alle condizioni ambientali o agli eventi esterni.

Purtroppo la diversità genetica è difficile da misurare. Per questo la perdita di variabilità, a differenza della scomparsa di una specie o di un ambiente come una foresta pluviale, può passa-

re facilmente inosservata. Tuttavia è proprio la diversità genetica intraspecifica ad alimentare la diversità agli altri livelli, attraverso i processi di speciazione.

La *diversità a livello di specie* è quella più generalmente associata al termine biodiversità poiché si riferisce direttamente all'eterogeneità delle forme viventi che popolano la Terra. È espressa come numero di specie presenti in una determinata area. Il concetto di specie non è facile da definire; quello maggiormente accettato fu coniato da Mayr nel 1963 ed è essenzialmente basato sulla compatibilità sessuale: "un insieme di individui in grado di incrociarsi fra di loro e produrre una discendenza a sua volta fertile".

La conoscenza della diversità specifica di un determinato ambiente è una delle informazioni ritenute necessarie per promuoverne la gestione e la tutela. Vale la pena, tuttavia, di ricordare che non tutte le specie hanno lo stesso peso nella dinamica di una comunità o di un ecosistema. Vi sono specie dominanti che, per numero elevato o biomassa, caratterizzano una comunità assegnandole spesso il nome (barriera corallina, faggeta, ecc.); vi sono specie chiave, il cui ruolo è decisivo nel garantire l'equilibrio dell'intera comunità; e specie rare che, siccome tali, hanno un particolare interesse conservazionistico.

Infine, la varietà degli habitat, delle comunità biologiche e dei processi ecologici a essi sottesi è indicata come *diversità degli ecosistemi*. Gli ecosistemi sono il risultato delle interazioni tra gli organismi viventi (animali e vegetali) e tra questi e l'ambiente fisico in cui vivono. Al loro interno avviene un continuo scambio di materia ed energia tra la componente abiotica e gli organismi viventi.

La diversità ecosistemica include sia le differenze macroscopiche che esistono tra i diversi ambienti, sia le differenze tra i processi che li caratterizzano. Nonostante sia un concetto molto generale, e nonostante la nostra capacità di descriverla sia ancora agli esordi, essa rappresenta una componente essenziale della diversità biologica generale e come tale dovrebbe essere attentamente valutata in ogni stima.

L'organizzazione della diversità in livelli gerarchici, qui descritta per sommi capi, è un espediente volto a semplificare la descrizione della varietà di forme di vita e delle loro interazioni. La biodiversità non è qualcosa di statico, ma un fenomeno in continua trasformazione, proiettato verso la futura evoluzione delle specie e degli ambienti. È proprio dal serbatoio delle specie attuali che il processo evolutivo attinge per formarne di nuove. Minore è il numero di partenza, minore sarà la biodiversità futura.

¹ Secondo un concetto più ampio – ormai condiviso da molti autori – la biodiversità arriva a comprendere anche la diversità culturale umana, che peraltro subisce gli effetti negativi degli stessi fattori che agiscono sulla biodiversità naturale. Come per la diversità biologica, infatti, anche la diversità culturale e linguistica delle popolazioni umane negli ultimi decenni ha subito un calo drammatico (Cencini, Forconi, 2011).

Tab. 1 – Numero delle specie viventi descritte e stimate, ripartite per gruppi tassonomici (fonte: IUCN, 2010).

Gruppo tassonomico	N. specie descritte	% sul totale	N. specie stimate
Mammiferi	5.490	0,3	5.500
Uccelli	9.998	0,6	10.000
Rettili	9.084	0,5	10.000
Anfibi	6.433	0,3	15.000
Pesci	31.300	1,8	40.000
Totale Vertebrati	62.305	3,5	80.500
Insetti	1.000.000	57,5	5.000.000 ?
Aracnidi	102.248	5,9	600.000
Molluschi	85.000	4,9	200.000
Crostacei	47.000	2,7	150.000
Coralli	2.175	0,1	14.000
Altri	68.827	3,9	791.830
Totale Invertebrati	1.305.250	75,0	6.755.830
Piante con fiore (Angiosperme)	281.821	16,2	352.000
Conifere (Gimnosperme)	1.021	0,1	1.050
Felci ed Equiseti	12.000	0,7	15.000
Muschi	16.236	0,9	22.750
Alghe rossi e verdi	10.134	0,6	?
Totale Piante	321.212	18,5	390.800
Licheni	17.000	1,0	?
Funghi	31.496	1,8	?
Alghe brune	3.067	0,2	?
Totale altri gruppi	51.536	3,0	?
Totale specie	1.740.330	100	7.227.130 ?

Nota: Il numero delle specie non comprende gli animali domestici, i batteri e virus.

Quante sono le specie viventi sulla Terra?

Potrà sembrare sorprendente, ma la scienza non è ancora in grado di rispondere, nemmeno in via approssimativa, a questa specifica domanda. A dispetto di oltre 250 anni di ricerche, si sa ancora poco su una materia così importante quale la diversità biologica e siamo ancora molto lontani dall'aver completato un inventario sufficientemente attendibile.

Gli scienziati hanno catalogato oltre 1.700.000 di diverse specie viventi sulla Terra: tra queste, 370.000 sono piante, 4500 mammiferi, 8700 uccelli, 6300 rettili, 3000 anfibi, 23.000 pesci, circa un milione di insetti e 500.000 appartengono ad altri gruppi tassonomici (Tab. 1 e Fig. 1)

La catalogazione delle specie più appariscenti, mammiferi, uccelli e piante superiori è pressoché completa, ma il quadro è nettamente differente per le specie minori, soprattutto invertebrati, come insetti, aracnidi, crostacei, molluschi, vermi, acari, ecc., e vegetali inferiori come alghe, funghi, batteri, virus, ecc. Molte di queste creature sono microscopiche o vivono nelle profondità terrestri o

degli oceani, altre, semplicemente, non sono state ancora scoperte.

Eppure, conoscere il numero totale di specie e la loro distribuzione è una necessaria e indispensabile premessa per formulare qualsiasi programma razionale inteso a valutare e, conservare la diversità biologica.

La valutazione del numero totale delle diverse specie di organismi viventi è un processo estremamente complesso. Tale numero è stato oggetto di varie stime in epoche diverse e con criteri disuguali. I metodi adottati finora si sono basati su proiezioni nel futuro dei tassi di scoperta di nuove specie che si sono verificati nel passato; oppure su deduzioni logico-matematiche relative al numero d'insetti presenti nella chioma degli alberi delle foreste pluviali; o ancora sulla determinazione diretta della proporzione di specie non ancora scoperte all'interno di campioni d'insetti prelevati in diverse regioni di foreste tropicali; o, infine, sull'esame delle relazioni esistenti tra il numero di specie di animali terrestri e le loro dimensioni corporee.

Gli studiosi sono concordi nel ritenere che più della metà delle specie esistenti sia localizzata nelle foreste equatoriali. Questi ecosistemi, che occupano appena il 6% della superficie terrestre, offrono

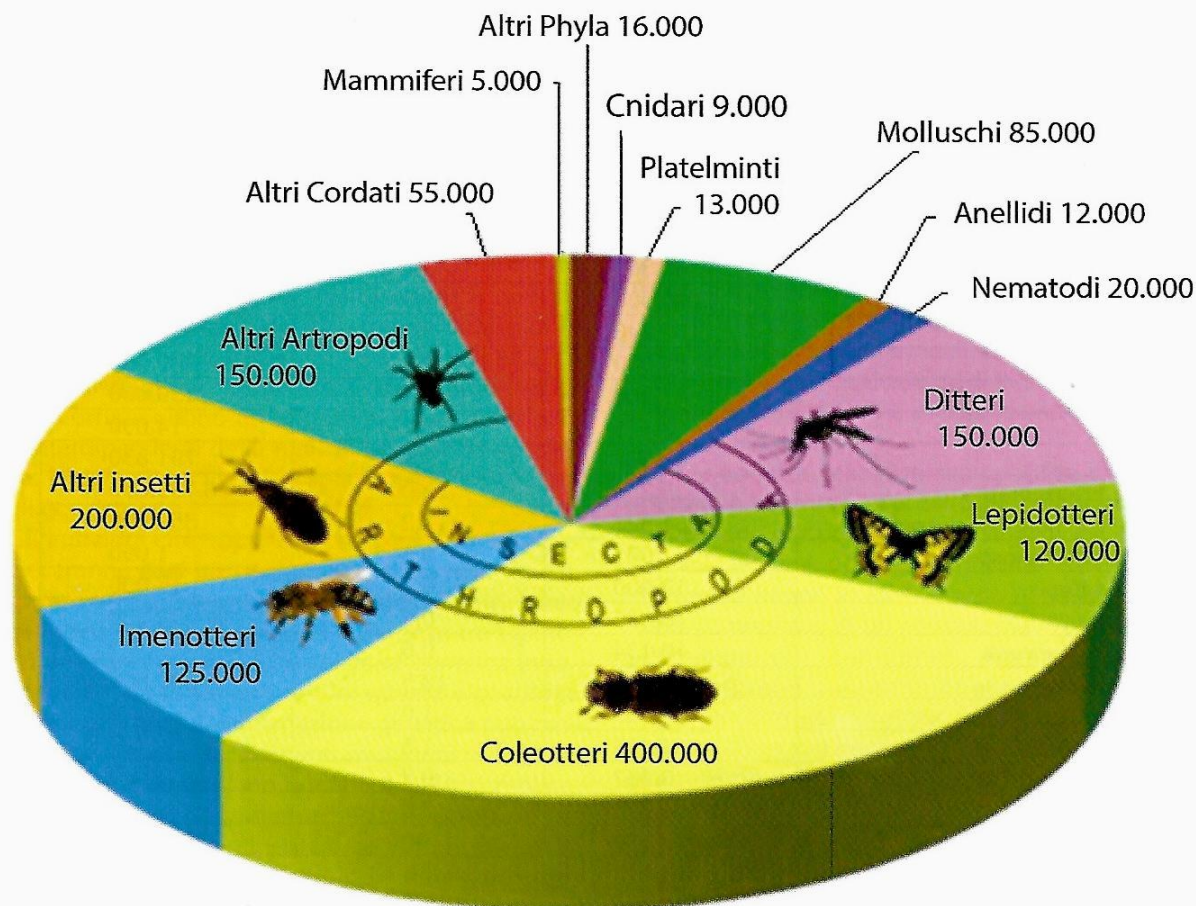


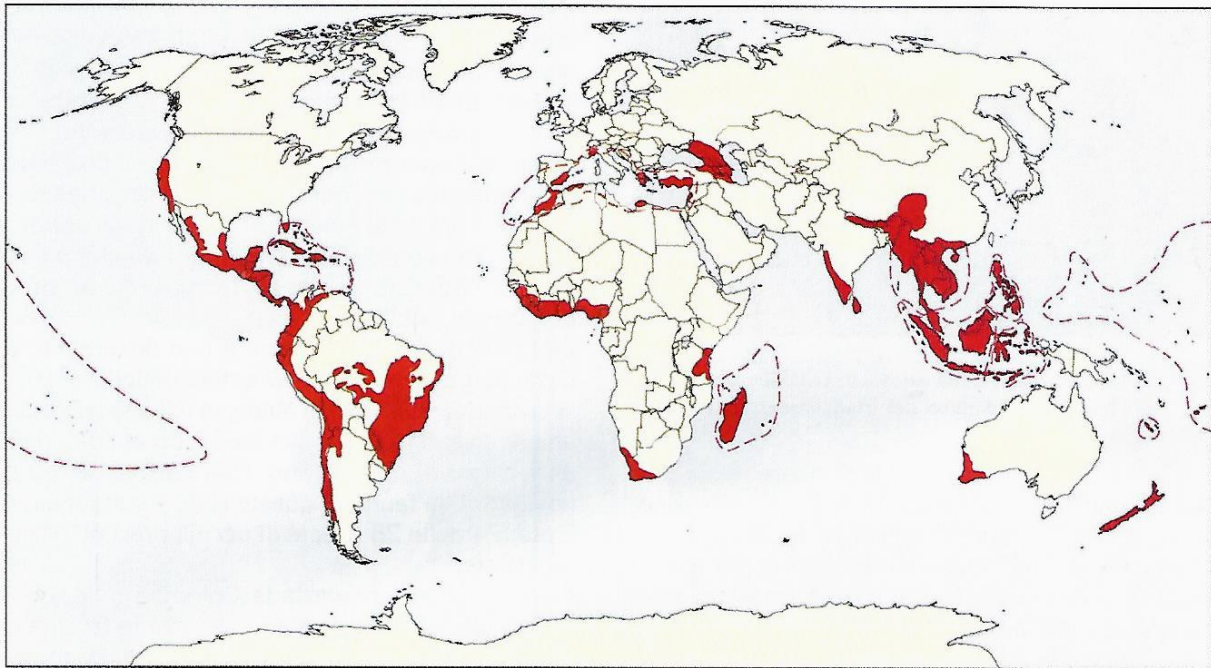
Fig. 1 – I principali gruppi di animali ripartiti in base al numero di specie. Gli artropodi costituiscono circa l'85% di tutte le specie animali, mentre per i mammiferi la percentuale è pari allo 0,3%.

una concentrazione eccezionale di esseri viventi, stratificata normalmente su tre o quattro piani: dal sottobosco alla volta della stessa foresta. Una così prodigiosa varietà sembra essersi affermata grazie alla stabilità degli ambienti equatoriali che ha favorito un'estrema frammentazione e specializzazione dei suoi abitanti.

Gli insetti rappresentano da soli oltre la metà delle specie conosciute e almeno un terzo di essi appartiene all'ordine dei coleotteri. Un semplice esempio può offrire una pallida idea dell'eccezionale diversità biologica delle foreste pluviali. Analizzando la fauna di coleotteri che frequenta la volta della foresta tropicale di una certa regione, ed estrapolando i valori ottenuti per le foreste tropicali umide di tutto il mondo, uno studioso è arrivato ad assegnare al numero complessivo delle specie d'insetti delle foreste tropicali, lo straordinario valore di 30 milioni. A tal proposito si narra che il celebre filosofo e genetista inglese John B. S. Haldane (1892-1964), a cui era stato chiesto cosa avesse imparato sul Creatore dai suoi studi, avrebbe risposto: "Egli ha una

smodata passione per i coleotteri" (*an inordinate fondness for beetles*) (Chadwick, 1998).

Numerosi altri gruppi tassonomici possono rivaleggiare con gli insetti in termini di diversità. Alcuni sono molto ricchi di specie ma ancora poco studiati come per esempio gli acari o i funghi. Per i soli funghi, ad esempio, uno studioso inglese ha valutato il loro numero attorno a 1,6 milioni di specie, più di venti volte il numero a tutt'oggi noto. Anche i microrganismi, come protozoi, batteri e virus, sono ricchi di specie e il loro numero è forse superiore a ogni possibile previsione. Con ogni probabilità questi piccoli esseri viventi, invisibili a occhio nudo, contribuiscono notevolmente al totale generale. Catalogare batteri e virus è un'impresa assai difficile, resa più complessa dal fatto che la stessa nozione di specie diventa più vaga, nel caso dei microrganismi, di quanto non lo sia nel caso dei vertebrati. I differenti approcci hanno portato a stime molto diverse del numero totale di specie esistenti sulla Terra: da 3 a 100 milioni; secondo uno studio recente sarebbero più o meno 8,7 milioni (Mora *et al.*, 2011).



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Fig. 2 – I principali *hotspots* della biodiversità del Mondo. Pur occupando una superficie pari ad appena il 2,3% delle terre emerse, ospitano il 42% dei vertebrati terrestri e il 50% delle piante vascolari (da: Pearson Education, 2006).

La biodiversità non è distribuita equamente sul pianeta Terra. Essa tende a concentrarsi nelle regioni intertropicali, per poi calare progressivamente man mano che ci si avvicina ai poli (Fig. 2). Il solo Brasile ospita un quinto di tutta la biodiversità del mondo, con 50.000 specie di piante, 5000 vertebrati e una presenza stimata tra i 5 e i 10 milioni di specie d'insetti. L'India ospita l'8% delle specie conosciute, con 47.000 specie di piante e 81.000 animali. L'Italia è un paese discretamente ricco di biodiversità: si contano oltre 47.500 specie terrestri e 8000 marine. La diversità della flora e della fauna dipende da vari fattori, come il clima, l'altitudine, i suoli e la presenza di altre specie. L'eterogeneità dell'ambiente fisico consente l'esistenza di un elevato numero di microambienti, che possono ospitare un alto numero di forme viventi. L'eterogeneità dell'ecosistema è sinonimo di stabilità. Gli ambienti che ospitano popolazioni di molte specie sono più stabili, perché ciascuna di esse svolge un ruolo diverso che consente la messa in circolo degli elementi nutritivi e regola i flussi di materia e di energia del sistema.

La crisi della biodiversità

L'estinzione costituisce una fase naturale del processo evolutivo. Quando le estinzioni sono bilanciate dall'origine di nuove specie (speciazione), la

biodiversità si mantiene stabile. Oggi, tuttavia, la diversità biologica del pianeta sta diminuendo a un tasso che supera di gran lunga quello di nascita di nuove specie, come conseguenza diretta o indiretta delle attività umane. Oltre al numero di quelle estinte in epoca storica (difficile da stabilire ma certamente molto elevato) molte altre specie hanno subito una riduzione della dimensione delle popolazioni che le mette a forte rischio di estinzione. Il problema dell'estinzione degli organismi viventi, la cosiddetta "perdita di biodiversità", si discosta nettamente da tutti gli altri problemi legati all'ambiente sia per la gravità con cui sembra manifestarsi e le possibili conseguenze che da questa potrebbero derivare, sia per la scarsa attenzione che, in genere, suscita da parte dell'opinione pubblica e degli organi di governo.

Esistono due fondamentali categorie di problemi ambientali. La prima consiste nelle varie modalità con cui l'uomo altera l'ambiente: l'inquinamento, l'effetto serra, l'erosione dei suoli, la desertificazione, ecc. Sono tutte, nel complesso, tendenze reversibili, solo che lo si voglia. In questi casi, infatti, l'ambiente naturale potrebbe essere ricondotto alla situazione di partenza e saldamente mantenuto in condizioni ottimali per il benessere dell'umanità. La seconda categoria di problemi consiste nella perdita di biodiversità, la quale, pur affondando anch'essa le sue radici nelle alterazioni dell'am-

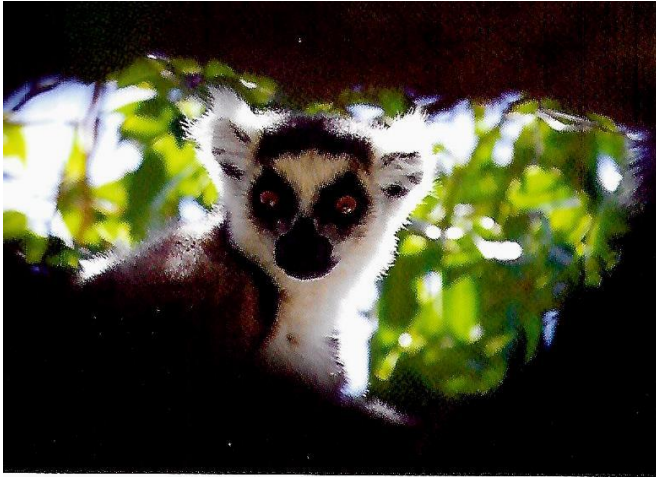


Fig. 3 – Lemure dalla coda ad anelli (*Lemur catta*). Come tutti i lemuri è endemico del Madagascar (foto Carlo Cencini).

biente naturale, è di natura differente. Non sono pochi, infatti, a ritenere che la perdita della diversità biologica del nostro pianeta sia il più grave processo che accompagna le trasformazioni ambientali, perché è l'unico assolutamente *irreversibile*. Come ricorda Wilson (1993) "la biodiversità è la nostra risorsa più preziosa, ma anche quella che siamo soliti apprezzare di meno".

Da quando l'umanità è apparsa sulla faccia della Terra numerose specie di animali e di piante si sono estinte e molte altre sono state portate sull'orlo dell'estinzione. L'arrivo dei Maori in Nuova Zelanda, avvenuto attorno al 1000 d.C., è stata la causa dell'estinzione del Moa (un uccello simile allo struzzo e alto 3 m). In Madagascar, verso il 500 d.C., in corrispondenza dell'arrivo dei primi abitanti, scomparvero 12 specie di epiornitiformi, uccelli alti fino a 3 m. Anche in Australia l'arrivo dei primi aborigeni (avvenuto almeno 30-40.000 anni fa) è stato contrassegnato dalla scomparsa di molti mammiferi di grosse dimensioni: leoni marsupiali, canguri giganti e altri grossi marsupiali simili al rinoceronte o al tapiro.

Tuttavia, ancora all'epoca delle grandi scoperte geografiche, la maggior parte del pianeta era praticamente intatta. Da quel momento, tuttavia, il popolamento dei nuovi continenti ha portato



alla rarefazione o all'estinzione di numerosissime specie di animali e di vegetali. Dopo l'arrivo dei colonizzatori europei nelle regioni del Nuovo Mondo, molti animali, soprattutto i mammiferi di grosse dimensioni, gli uccelli e i rettili sono stati decimati fino a rischiare l'estinzione. Il problema è sufficientemente noto – almeno nelle sue grandi linee – grazie alle battaglie e agli sforzi condotti dagli ambientalisti in tutto il mondo che hanno attirato l'attenzione e la partecipazione emotiva del grande pubblico.

La storia di molte estinzioni è ben documentata. Citiamo, tra i tanti, due casi emblematici. Nel 1681 scompariva dall'Isola di Maurizio il Dodo o Dronte, una specie di grosso piccione inetto al volo, delle dimensioni di un tacchino. Con l'arrivo dei primi navigatori, la fauna di queste isole è stata massacrata: 24 delle 28 specie di uccelli presenti, si sono estinte.

Il secondo caso riguarda la Colomba migratrice, un uccello che popolava un tempo le foreste di una vastissima area degli Stati Uniti e del Canada. Questi uccelli erano così numerosi che, si racconta, talvolta gli alberi crollavano sotto il peso dei nidi costruiti gli uni accanto agli altri. Ebbene, la caccia contro questi volatili, operata per utilizzare la carne o per semplice divertimento, fu così accanita e intensa che la loro estinzione fu completata nel giro di un solo secolo: nel 1914 nel giardino zoologico di Cincinnati moriva l'ultima colomba migratrice (Dorst, 1965).

Molteplici sono state le cause "storiche" di queste estinzioni. Tra le principali dobbiamo ricordare, innanzi tutto, la caccia, praticata per eliminare una specie animale ritenuta dannosa o semplicemente inutile, oppure per sfruttare la carne o per ricavare cuoio, pelli, avorio, carapaci di tartaruga, piume o per semplice diletto.

La sesta estinzione di massa: cause e dimensioni

Se la situazione del passato è ben nota e documentata, molto meno lo è, invece, la proporzione che tale fenomeno ha raggiunto in questi ultimi decenni. E, altrettanto sconosciute, sono le sue possibili conseguenze. La dimensione del problema è enorme ed è stata definita come "sesta estinzione", poiché la sua entità è confrontabile con quella di altre estinzioni di massa avvenute nelle ere geologiche lontane e documentate dal ritrovamento dei fossili.

Fig. 4 – Fenicottero di James (*Phoenicoparrus jamesi*) che vive nella Laguna Colorada in Bolivia, a 4300 metri di altezza. L'IUCN ha classificato questa specie come minacciata di estinzione (foto Carlo Cencini).



Fig. 5 – Pinguino papua o gentoo (*Pygoscelis papua*) della Penisola antartica (foto Carlo Cencini).

Ma cosa che sta causando quest'ultima estinzione? Come anticipato, le cause scatenanti sono quasi tutte da ricondurre all'intervento antropico e all'effetto che le attività umane stanno esercitando sull'ambiente e sulla biodiversità. L'aumento della pressione sull'ambiente deriva direttamente dalla crescita della popolazione mondiale. L'espansione esponenziale della popolazione nelle regioni meno sviluppate, a cui si aggiunge l'aumento del benessere dei paesi sviluppati, comporta un crescente aumento dell'utilizzo delle risorse naturali, reso più rapido dallo sviluppo della tecnologia che permette di sfruttare le risorse del pianeta su una scala mai conosciuta prima. Secondo le previsioni ONU, la popolazione mondiale – che al momento ha già superato i 7 miliardi di unità – potrebbe stabilizzarsi, durante il XXI secolo, tra gli 8 e i 14 miliardi di individui.

Una delle principali minacce per la sopravvivenza di molte specie è la distruzione, l'alterazione e la frammentazione del loro habitat collegata alla espansione dell'agricoltura, al prosciugamento sistematico delle aree umide, allo sviluppo industria-

le, all'estensione della rete dei trasporti e dell'urbanizzazione, al disboscamento.

L'introduzione di specie esotiche, ossia non native di una certa area geografica, è un'altra delle cause della perdita di biodiversità. È un fenomeno in costante aumento a causa dell'incremento dei trasporti e del turismo. Le specie "aliene", infatti, una volte liberate in un nuovo ambiente, possono naturalizzarsi, cioè formare una popolazione stabile, e diventare competitive nei confronti delle specie autoctone. In Australia e in Nuova Zelanda, ad esempio, dove, prima dell'arrivo degli Europei, erano presenti solo mammiferi primitivi (marsupiali



Fig. 6 – Il gecko leopardino (*Eublepharis macularis*) vive nei deserti dell'Asia meridionale (foto Carlo Cencini).



Fig. 7 – *Dendrobates pumilio*, un piccolo anfibio velenoso delle foreste dell'America Centrale. La sua colorazione appariscente avverte i predatori del veleno contenuto nelle sue ghiandole (foto Carlo Cencini).

e monotremi), l'introduzione di animali domestici e selvatici o inselvaticiti, come volpi, cani, gatti, conigli e ratti, ha sconvolto i delicati equilibri naturali esistenti. Ben noto e disastroso è il caso dei conigli selvatici introdotti in Australia a scopo alimentare, che si sono poi riprodotti a dismisura, causando danni incalcolabili ai pascoli e alle colture. Solo dopo molti anni sono stati decimati dalla diffusione intenzionale del virus della mixomatosi, che poi ha pesantemente colpito (e continua a colpire) anche gli allevamenti domestici. Anche l'inquinamento di origine antropica può modificare in modo irreversibile gli ecosistemi e quindi ridurre la biodiversità. Tra le attività umane che maggiormente sono considerate fonti d'in-

quinamento ambientale si ricordano le attività industriali, gli scarichi civili, le pratiche agricole attraverso l'eccessivo uso d'insetticidi, pesticidi e anticrittogamici.

I luoghi dove si concentra un elevato numero di specie viventi in pericolo di estinzione sono definiti *hotspots* di biodiversità. Per essere qualificato come tale un luogo deve avere almeno 1500 specie vegetali endemiche (pari allo 0,5% del totale del pianeta) e deve aver subito perdite per almeno il 70% dell'habitat originario.

Gli studiosi hanno individuato 34 *hotspots* di biodiversità (Fig. 2) per una superficie pari ad appena il 2,3% delle terre emerse. Tuttavia essi ospitano il 42% di tutti i vertebrati terrestri e il 50% di tutte le piante vascolari (Myers *et al.*, 2000).

Tra questi, le foreste pluviali (*rainforest*) sono tra gli ambienti naturali più minacciati di distruzione. E, quando a essere demolito è l'intero habitat, vengono colpite tutte le specie, non solo quelle più grandi e vistose, capaci di colpire la suggestione del pubblico per il loro grande valore estetico ed emotivo, ma anche le più umili e modeste, spesso ritenute, a torto, inutili e prive di valore.

Le foreste più minacciate sono quelle della zona equatoriale che, con i loro 8 milioni di kmq, coprono una superficie stimata in meno della metà di quella originaria. L'uomo sta distruggendo la foresta pluviale a un ritmo preoccupante: oltre 150.000 kmq di splendide foreste vergini, pari all'1,8% della copertura esistente, vengono abbattute ogni anno,

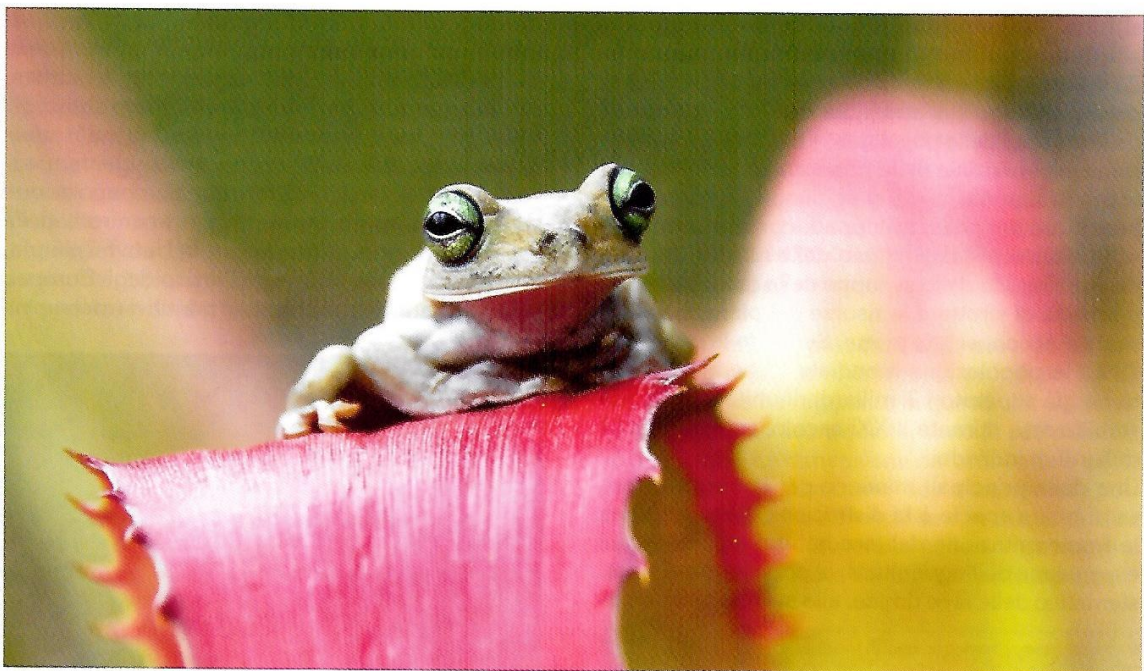


Fig. 8 – *Hyla crepitans*, una raganella dei Llanos del Venezuela (foto Carlo Cencini).





Fig. 9 – Larva della falena *Actia selene*, una specie di Saturnide diffusa in Asia (foto Carlo Cencini).

per motivi spesso discutibili e, alla lunga, economicamente svantaggiosi.

Le foreste equatoriali sono gli ecosistemi più fragili che esistano. I suoli sono acidi e poverissimi di nutrienti e spesso assai poco profondi. Una volta abbattuta la foresta – per creare nuovi spazi per l’agricoltura itinerante (detta anche “taglia e brucia”) – la decomposizione delle materie organiche del suolo è assai rapida, come pure il dilavamento per opera delle piogge torrenziali. In queste condizioni la fertilità del suolo decresce molto velocemente e, dopo pochi anni, gli agricoltori sono costretti a spostarsi, bruciando e dissodando un altro tratto di foresta. Fino a che la densità della popolazione era bassa, la durata del maggese, spesso superiore a trent’anni, consentiva la ricostituzione della foresta. Oggi, tuttavia, il rapido incremento della popolazione ha ridotto i tempi del maggese a 5-10 anni. In queste condizioni i terreni tropicali non hanno più il tempo per ricostituirsi e subiscono un impoverimento progressivo e irreversibile. Ma le principali cause di abbattimento delle foreste vergini equatoriali sono dovute soprattutto alle politiche di sfruttamento messe in atto da grandi compagnie internazionali, con il consenso dei governi locali, per sfruttare le risorse forestali e minerarie e per guadagnare spazi all’agricoltura o

all’allevamento estensivi. La deforestazione in corso in America Centrale e nel bacino amazzonico, (tristemente nota come *hamburger connection*) è in buona parte dovuta alla disastrosa espansione dell’allevamento bovino. In Africa la crescente penetrazione cinese ha attirato l’attenzione internazionale e suscita forti preoccupazioni. La Cina ha un’insaziabile fame di petrolio, minerali, legname e altre materie prime che sono indispensabili per la sua rapida crescita economica. Per quanto riguarda il legname, a causa delle devastanti conseguenze del diboscamento in Cina, dal 1998 il governo ha posto severe restrizioni in materia di sfruttamento forestale. Da quel momento, la Cina ha aumentato le sue importazioni di legname dall’Africa, provenienti spesso da tagli illegali, con gravi conseguenze per le foreste equatoriali (Cencini, 2011).

La rapida e irreversibile trasformazione dell’ambiente terrestre sta portando oggi alla scomparsa non più dell’ordine delle unità o di decine di specie, ma di migliaia, forse milioni di specie di animali (in gran parte invertebrati) o di vegetali: una vera e propria ecatombe di massa. È molto difficile – se non impossibile – valutare la perdita di biodiversità in corso, poiché non conosciamo ancora la maggior parte degli organismi viventi. Molti si limita-

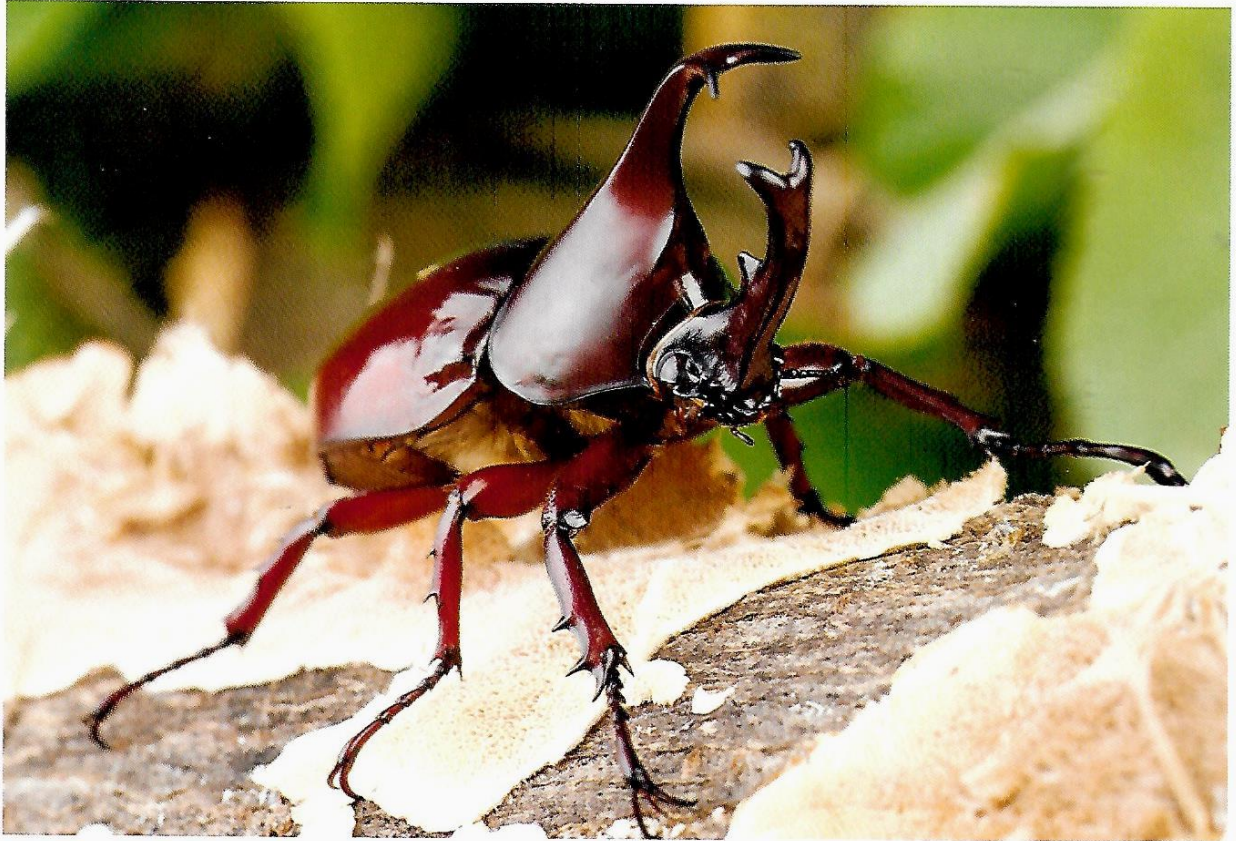


Fig. 10 – Un esemplare di *Augosoma centaurus*, un coleottero dinastino diffuso in Africa tropicale (foto Carlo Cencini).

no a dire che le specie estinte sono tantissime. E, cosa ancora più grave, spesso sono interi gruppi tassonomici a scomparire.

Qualche dato è disponibile. Per quanto riguarda le specie maggiori – quelle che Wilson (1993) chiama carismatiche – l'IUCN (*The World Conservation Union*, già Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) pubblica da tempo una serie di *red list* sulle specie estinte o in pericolo di estinzione, i cui elenchi, purtroppo, si allungano ogni anno. Secondo questi dati sono quasi 20.000 le specie gravemente minacciate di estinzione. Il 20% (un quinto) di tutte le specie di uccelli del mondo, soprattutto nelle isole, è stato eliminato. Altrettanto per i pesci, soprattutto quelli d'acqua dolce². Una categoria particolarmente a rischio è quella degli anfibi: circa un quarto della loro popolazione è minacciata dall'estinzione e più della metà (59%) sono in declino.

L'attuale perdita di specie segue un tasso che su-

² L'estinzione più catastrofica è forse quella dei ciclidi del lago Vittoria: la metà delle oltre 300 specie si è estinta, dopo l'introduzione nel lago di un pesce proveniente da un altro ambiente: la perca del Nilo (*Lates niloticus*). In Italia ha avuto una pesantissima ripercussione la imprudente immissione nel bacino del Po del vorace siluro d'Europa (*Silurus glanis*).

pera notevolmente quello della nascita di nuove specie. Le specie non hanno il tempo di rispondere attivamente ai fattori di minaccia. Si stima, infatti, una perdita annuale pari allo 0,5% del totale. Secondo la stima più ottimistica ciò significa una perdita globale dell'ordine di 20-50.000 specie l'anno, da 2 a 5 specie l'ora (Wilson 1993).

Un valore morale e una risorsa economica

Una volta accertata, sia pure a grandi linee, la dimensione del fenomeno, occorre domandarsi se è il caso di preoccuparsi. Che differenza fa se alcune specie, magari anche la metà, si estinguono? Perché perdere posti di lavoro, o rinunciare allo sfruttamento di una foresta o di un'area umida per salvare una misera pianticella o qualche piccolo (e apparentemente inutile) insetto?

A ben guardare le conseguenze dell'estinzione di massa sono molto gravi e vanno oltre ogni possibile previsione. Come ricordato, la perdita di biodiversità è un processo assolutamente irreversibile. Occorre chiarire - una volta per tutte - che esiste una profonda e fondamentale differenza sul piano



Fig. 11 – Un vespa cartonaia (*Polistes dominulus*) diffusa in tutta Europa (foto Carlo Cencini).

biologico, ma anche etico ed economico, tra la morte di un essere vivente (o anche di centinaia o migliaia) e l'estinzione di una specie. La maggior parte della gente comune è pronta a commuoversi per la morte di un cucciolo di animale, a indignarsi contro la sperimentazione sugli animali, a mettere all'indice gli allevatori e i commercianti di pellicce, fino a intraprendere plateali azioni di protesta. Eppure resta indifferente di fronte all'olocausto di migliaia di specie viventi.

La diversità biologica è assai importante sia per ragioni morali sia ecologiche ma, anche, e forse soprattutto, economiche.

Per quanto riguarda le prime, non sono pochi a ritenere che le specie viventi abbiano valore in quanto tali e non abbiano bisogno di trovare giustificazione al di fuori di se stesse. Essi sostengono che l'umanità ha l'obbligo morale di conservare la biodiversità, un obbligo che le deriva proprio dal possedere la capacità di distruggerla. Ogni specie merita di essere conservata e tramandata alle generazioni future, così come si fa per il patrimonio culturale o linguistico di un popolo, frutto della storia dell'uomo.

La biodiversità, oltre al valore *per se*, è importante anche perché fonte per l'uomo di beni, risorse e

servizi (i cosiddetti "servizi ecosistemici") dai quali dipendono la produzione di gran parte dei beni materiali e dei servizi che l'uomo utilizza. Pensiamo, ad esempio, alla produzione di ossigeno da parte delle piante, al controllo del clima da parte delle foreste, al ciclo dei nutrienti, all'acqua che utilizziamo.

Rilevante è anche il valore estetico degli organismi viventi, che si esprime come cura delle piante ornamentali e degli animali da compagnia.

Anche se la rilevanza morale ed ecologica della biodiversità fosse messa in discussione, la sua importanza come risorsa economica sta diventando sempre più evidente anche secondo i principi utilitaristici più tradizionali. Ci sono pochi dubbi che la diversità biologica della Terra rappresenti una vera e propria risorsa economica, una fonte potenziale di grande ricchezza, in gran parte ancora da sfruttare.

Le specie selvatiche di piante e di animali sono preziosi serbatoi di prodotti e di materie prime potenzialmente utili per le più disparate applicazioni, in particolare in medicina. Circa il 40% di tutti i farmaci che usiamo è stato prodotto a partire da composti che si trovano nelle piante e negli animali. Gli organismi vegetali, soprattutto, sono dei

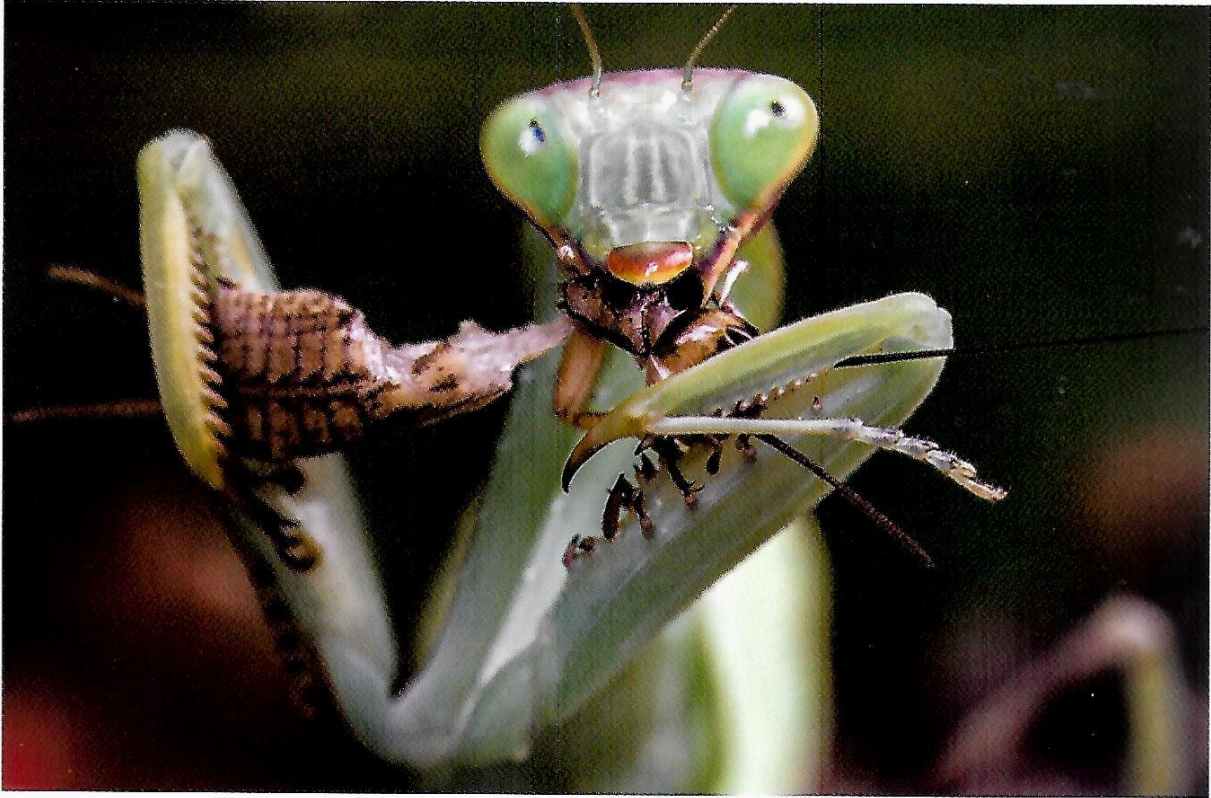


Fig. 12 – Mantide religiosa (*Mantis religiosa*) nell'atto di divorare un ortottero (foto Carlo Cencini).

veri e propri laboratori chimici. La loro capacità di sintetizzare molecole organiche è largamente superiore a quella dei migliori chimici. Pochi si rendono conto sino a qual punto la medicina occidentale dipenda dagli organismi viventi.

La scoperta di sostanze presenti nelle specie selvatiche non rappresenta che una minima parte delle occasioni favorevoli che la natura ha in serbo per noi. Una volta che il principio attivo è stato identificato, si può sintetizzarlo in laboratorio; nella fase successiva, il composto chimico naturale fornisce il prototipo dal quale si può ricavare e sperimentare un'intera classe di nuove sostanze chimiche di sintesi.

Analoghe prospettive riguardano le piante selvatiche utilizzabili in agricoltura. L'uso sostenibile della biodiversità svolge anche un ruolo fondamentale nella lotta alla fame, garantendo la produzione alimentare per la maggior parte della popolazione che vive in aree dove la produzione di cibo e la natura coesistono insieme.

Nel corso della storia umana l'agricoltura si è concentrata su un numero limitato di piante e animali. Delle 7000 specie vegetali coltivate, 20 costituiscono, da sole, il 90% delle derrate alimentari di origine vegetale consumate in tutto il mondo e, tra queste, appena tre specie - grano, mais e

riso - ne rappresentano più della metà. I successi della moderna agricoltura intensiva sono stati accompagnati da una pericolosa "erosione" della gamma di piante coltivate dagli agricoltori (il cosiddetto "pool genetico") con un conseguente aumento della suscettibilità delle specie coltivate alle malattie e ai cambiamenti climatici. Eppure almeno 75.000 specie vegetali possiedono parti eduli e sicuramente molte altre sono ancora da scoprire. Vi sono decine di migliaia di piante mai sfruttate a causa di pregiudizi e d'inerzia; alcune sono decisamente superiori, quanto a produttività, a quelle utilizzate.

Significativo è l'esempio della frutta: la dozzina di specie coltivate nei climi temperati (meli, peri, peschi, fragole, ciliegi, albicocchi, ecc.) domina i mercati mondiali. In compenso i tropici offrono almeno 3000 specie di alberi da frutta, ma di queste se ne coltivano commercialmente solo 200, in gran parte ancora sconosciute sui mercati occidentali.

Anche gli animali oggi allevati sono più o meno ancora quelli che furono addomesticati dai nostri antenati nelle zone temperate dell'Europa e dell'Asia: cavalli, bovini, asini, cammelli, maiali e capre. In altri ambienti, tuttavia, sembra possibile che altre specie selvatiche finora trascurate dall'uomo, sia-

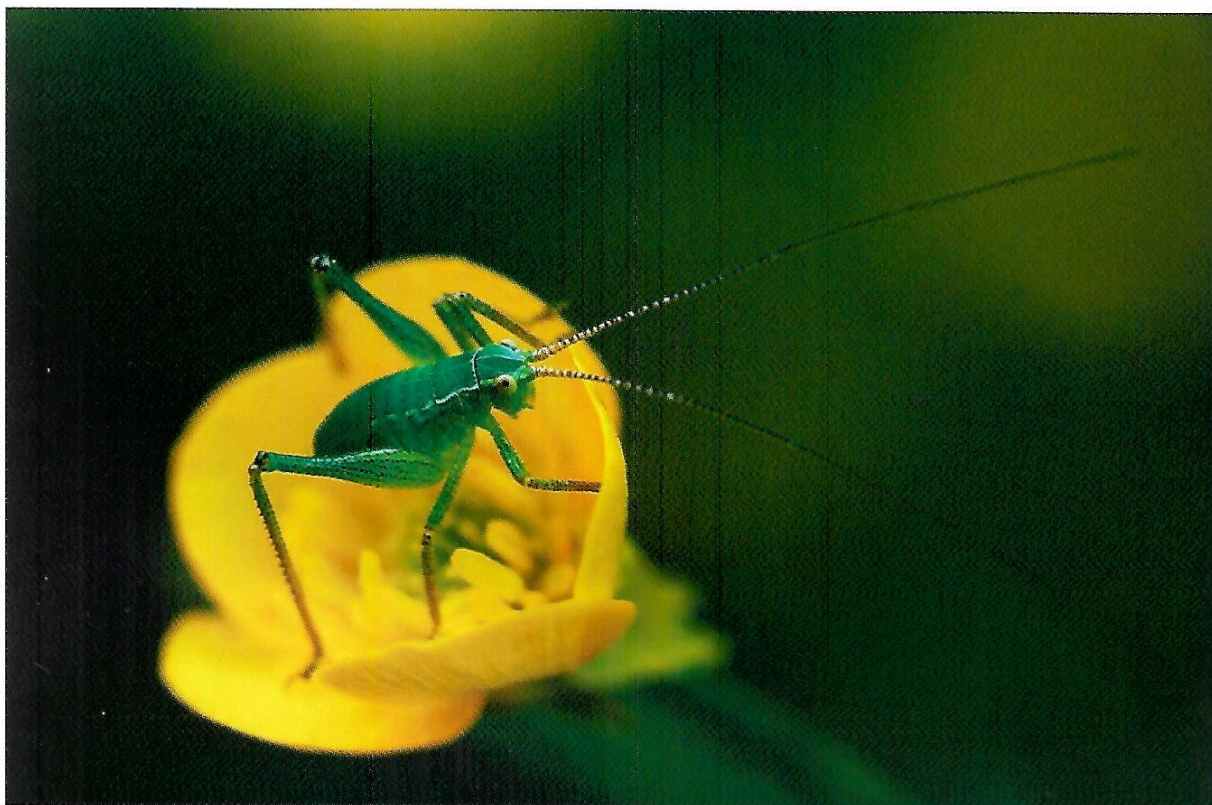


Fig. 13 – Neanide di ortottero (*Leptophyes punctatissima*) ripreso nelle Colline bolognesi (foto Carlo Cencini).

no in grado di fornire una resa superiore di quelle domestiche.

Grandi potenzialità sono offerte dall'acquacoltura, vale a dire dell'allevamento di pesci, crostacei e molluschi e altri organismi marini e d'acqua dolce. Più del 90% del pesce consumato in tutto il mondo è prelevato direttamente dall'ambiente naturale.

Anche l'industria può ricavare benefici dalle forme di vita selvatiche: gomme, oli, resine, tinture, tannini, grassi vegetali e cere, insetticidi, ecc.

E, ancora, l'ingegneria genetica può trarre profitto dalla ricchezza di materiale genetico offerta dalla natura.

La biodiversità, infine, è una risorsa economica in quanto oggetto di interesse e attrazione da parte di un intenso turismo ecologico o "ecoturismo". Sono sempre più numerose le persone, soprattutto nei paesi più ricchi, disposte a pagare per godere dello spettacolo offerto dalla natura selvaggia. Il turismo ecologico porta apprezzabili vantaggi in Africa orientale e australe (Sudafrica, Kenya, Tanzania, Botswana, Namibia) in cui il gettito di entrate determinato dal movimento turistico internazionale nei grandi parchi nazionali figura tra le prime voci dell'economia. Il turismo è la seconda fonte di valuta straniera della Costa Rica, subito dopo il caffè e prima delle banane.

Conservare la biodiversità

Si può pensare che l'estinzione faccia parte della vita. In fin dei conti, si potrebbe obiettare, il 99% di tutte le specie finora comparse si è già estinto e la Terra ha già subito almeno cinque drammatiche estinzioni. Si dimentica, però, che ogni volta sono occorsi almeno dieci milioni di anni per recuperare l'originaria diversità.

Innanzitutto occorre abbandonare le illusioni di far risorgere le specie estinte attraverso avveniristici programmi d'ingegneria genetica che utilizzano una specie affine inoculando nelle sue cellule DNA prelevato da materiali museali o da reperti fossili. Si tratta ancora di fantascienza e, per quanto ne sappiamo, non riusciremo mai a far rivivere un mammut, un dodo o, addirittura, un dinosauro. È invece possibile mantenere campioni di tessuti e preservarli, congelati, in azoto liquido. Esistono banche di semi per le piante in pericolo di estinzione. In linea teorica si potrebbe fare lo stesso per organismi superiori. In questo caso, però, andrebbe perduta la variabilità intraspecifica, indispensabile per mantenere in vita una specie, a meno di non conservare migliaia di campioni di ogni specie. La crioconservazione è solo un'operazione estrema e molto costosa, da utilizzare in casi di emergenza.



Fig. 14 - Un *Archispirostreptus gigas*: la specie di millepiedi più grande del mondo, proveniente dall'Africa tropicale (foto Carlo Cencini).

Per quanto riguarda gli animali, gli zoo (spesso ingiustamente demonizzati) possono rivelarsi strumenti di protezione veramente efficaci. È grazie all'apporto di animali viventi negli zoo di tutto il mondo che uno sparuto nucleo di bisonte europeo sopravvissuto a Białowieża in Polonia ha potuto essere convenientemente rinsanguato, sino a garantirne la sopravvivenza. La famosa okapia di Johnston, uno stupendo giraffide delle foreste fluviali del Congo, sopravvive oggi solo negli zoo. Il condor della California è stato salvato in extremis grazie a un programma messo in atto dallo zoo di San Diego dove sono stati ospitati gli ultimi 22 esemplari. Dagli anni Novanta alcuni di essi sono stati reintrodotti in natura. Ci si sta preparando a intervenire allo stesso modo per il panda gigante e per la tigre siberiana. Nel mondo vegetale analoga importanza rivestono gli orti botanici che, spesso, hanno raggiunto livelli di efficienza scientifica altissimi.

Gli strumenti adottati a livello nazionale e internazionale per combattere la perdita di biodiversità sono di tipo sia diretto, sia indiretto. Alla prima categoria appartengono gli interventi tesi a conservare direttamente specie ed ecosistemi. Alla seconda categoria fanno riferimento tutti gli interventi volti al ripristino del territorio e degli habitat e al conte-

nimento delle fonti di inquinamento.

Nel primo caso la strategia tradizionale consiste nell'individuazione delle aree a rischio e nella protezione dell'ambiente che esse ospitano. Di norma ciò avviene con l'istituzione di parchi nazionali o di altre forme di aree protette (parchi marini, riserve naturali, ecc.). Da oltre un secolo le aree protette hanno rappresentato il più avanzato livello di tutela della natura e delle sue risorse. Dal 1970 a oggi, le aree protette sono enormemente cresciute in numero e in dimensione e oggi sono almeno 100.000 e ricoprono il 12% della superficie terrestre. Questa strategia è stata affiancata da misure volte al controllo e all'eliminazione della caccia e del commercio di animali in pericolo di estinzione e anche di loro parti (avorio, corni, gusci di tartaruga, ecc.) attraverso vari tipi di bandi. Il più noto è la Convenzione di Washington del 1989 (nota anche come CITES, *Convention on International Trade in Endangered Species*), che ha portato a un drastico calo del numero di elefanti e di rinoceronti abbattuti illegalmente.

Nel corso della Conferenza di Rio de Janeiro del 1992 (il Summit della Terra), gli Stati partecipanti hanno sottoscritto la "Convenzione sulla Diversità Biologica" (o CBD, acronimo dell'inglese *Convention on Biological Diversity*), finalizzata a ricono-

scere l'importanza della conservazione del patrimonio genetico rappresentato dalle specie selvatiche di animali e piante. La CBD contempla tre obiettivi principali: la conservazione della biodiversità a scala globale, l'uso sostenibile e durevole delle sue componenti e un'equa distribuzione dei beni e dei servizi che ne derivano.

Nel 2002, a distanza di 10 anni, al vertice svoltosi a Johannesburg (denominato Rio+10) la comunità internazionale ha ribadito l'urgente necessità di intensificare e coordinare gli sforzi per arrestare, o almeno ridurre in maniera significativa, la perdita di biodiversità entro il 2010. Nello stesso anno, in occasione della sesta sessione della Conferenza delle Parti della CBD, 123 nazioni hanno assunto l'impegno politico di ridurre significativamente la perdita di biodiversità, sia a livello locale sia nazionale sia regionale, entro il 2010.

Questo obiettivo ha avuto il merito di catalizzare l'attenzione, sia a scala locale sia globale, sulla conservazione della biodiversità. Tuttavia, il bilancio fatto in occasione della scadenza del 2010 è stato fallimentare. Malgrado gli sforzi, il declino della biodiversità non ha accennato a diminuire e il raggiungimento degli obiettivi è ancora lontano. La perdita di varietà delle specie animali e vegetali prosegue con ritmi da 100 a 1000 volte superiori al normale!

Anche per questo l'ONU ha proclamato il 2010 l'Anno Internazionale della Biodiversità. Questo evento ha avuto non solo il carattere di una celebrazione della varietà delle forme di vita sulla Terra, ma anche di un forte appello a intensificare le azioni in corso e intraprendere nuove iniziative per salvaguardare la biodiversità.

Nel corso della Decima Conferenza delle Parti della CBD tenutasi a Nagoya nel 2010 è stato adottato il Piano d'Azione Strategico 2011-2020. Il Piano comprende 20 obiettivi principali organizzati in cinque punti strategici: identificare le cause alla base della perdita di biodiversità, ridurre le pressioni su di essa, tutelare il patrimonio biologico a tutti i livelli, incrementarne i benefici e potenziarne le capacità. In particolare è stato deciso che, entro il 2020, i valori della biodiversità siano integrati nei sistemi di contabilità nazionali, in un'ottica di condivisione più equa dei benefici tra Paesi avanzati e Paesi in via di sviluppo. Il Protocollo di Nagoya è entrato in vigore nel 2012, con il finanziamento di un milione di dollari USA da parte del *Global Environment Facility* (GEF), un'organizzazione finanziaria che riunisce 183 paesi in collaborazione con istituzioni internazionali e il settore privato per affrontare le questioni ambientali a livello mondiale. Anche il G8 ha sottoscritto, nel meeting di Siracusa del 2009, una Carta sulla Biodiversità che prevede di intraprendere una serie di azioni in or-

dine ai rapporti tra biodiversità, ricerca scientifica, economia e politica.

L'Unione Europea è fortemente impegnata nella protezione della natura e della diversità biologica. I pilastri dell'UE per le politiche concernenti la conservazione della natura e della biodiversità sono due fondamentali direttive: la Direttiva Uccelli (79/409/CEE) concernente la protezione degli uccelli selvatici e la Direttiva *Habitat* (92/43/CEE) sulla conservazione degli *habitat* naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Tra gli obiettivi specifici della Direttiva *Habitat* vi è la creazione di una rete ecologica europea, denominata Rete Natura 2000, costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC) – in seguito designati Zone Speciali di Conservazione (ZSC) – e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva Uccelli.

Anche l'Unione Europea ha lanciato una nuova strategia fino al 2020 con l'obiettivo chiave di "porre fine alla perdita di biodiversità e al degrado dei servizi ecosistemici e ripristinarli nei limiti del possibile".

L'Italia è tra i Paesi europei più ricchi di biodiversità, in virtù essenzialmente di una favorevole posizione geografica e di una grande varietà geomorfologica, microclimatica e vegetazionale, determinata anche da fattori storici e culturali. In particolare, essa ospita circa la metà delle specie vegetali presenti nel territorio europeo ed è la prima nazione del continente per numero assoluto di specie; per quanto riguarda quelle animali possiede circa un terzo di tutte quelle attualmente presenti in Europa con un'elevata incidenza di specie endemiche. A livello planetario l'Italia è inclusa in *hot spot* di biodiversità ed è riconosciuta come parte di ecoregioni prioritarie.

Un importante riferimento base per la conservazione della biodiversità in Italia è la Legge quadro sulle aree protette del 1991, che detta "i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese". A essa si affianca una serie di provvedimenti volti alla tutela della fauna e della flora, alla regolamentazione della caccia, alla protezione delle specie marine e alla disciplina della pesca marittima, alla tutela del patrimonio forestale. In Italia sono presenti un migliaio di aree protette che occupano una superficie terrestre oltre 3 milioni di ettari (pari al 10,5% del territorio nazionale).

Anche l'Italia ha accolto il programma "Rete Natura 2000" avviato dall'UE, creando una rete di Zone di Protezione Speciale (ZPS) e di Siti di Interesse Comunitario (SIC). In questo momento la Rete Natura 2000 in Italia si compone di 601 ZPS,

per un'estensione di quasi 4,4 milioni di ettari, e di 2.287 SIC, che coprono quasi 4,8 milioni di ettari. La superficie totale protetta arriva così al 21%. L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali volti alla tutela della biodiversità. Tra questi la citata Convenzione sulla Diversità Biologica che è stata ratificata con la Legge n. 124 del 14 febbraio 1994. Nel 1994, è stato deliberato dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica il documento "Linee strategiche e programma preliminare per l'attuazione della CBD in Italia". La Strategia Nazionale per la Biodiversità, rappresenta uno strumento di grande importanza per garantire, negli anni a venire, una reale integrazione tra gli obiettivi di sviluppo e la tutela del suo inestimabile patrimonio naturalistico.

Le risposte al problema dell'incessante perdita di biodiversità e le forme di tutela delle aree naturali sono varie. Esse includono certamente una crescente designazione di nuove aree protette, ma anche una gestione sostenibile degli ambienti naturali e semi-naturali non strettamente tutelati, attraverso un ulteriore rafforzamento degli strumenti di tutela esistenti e la disponibilità di maggiori risorse finanziarie. Proteggere la complessità della biodiversità resta una sfida difficile, da affrontare sia a livello globale sia locale e da sostenere anche in periodo di crisi.

Bibliografia

- BISOL P.M., PRANOVI F. (1999) – *Appunti sulla Biodiversità*. CLEUP Editrice, Padova.
- CENCINI C. (2004) – *Vivere con la natura: Conservazione e comunità locali in Africa subsahariana*. Pàtron, Bologna.
- CENCINI C. (2011) – *Gabon: l'ultimo paradiso? La sfida dell'ecoturismo contro la "minaccia" cinese*. "Natura e Montagna", LVIII (2): 11-21.
- CENCINI C., FORCONI G. (2011) – *La tutela delle lingue minori: il caso Europa*. Pàtron, Bologna.
- CENCINI C., CORBETTA F. (a cura) (2013) – *Il Manuale del Bravo Conservatore. Saggi di ecologia applicata*. Edagricole, Bologna.
- CHADWICK D.H. (1998) – *Planet of the Beetles*. "National Geographic", 3: 100-119.
- DEVAL B. (2006) – *Conservation of Biodiversity: Opportunities and Challenges*. "Human Ecology Review", 13 (1), 60-75.
- DORST J. (1969) – *Prima che la natura muoia*. Labor, Milano (ed. orig. 1965).
- FERRARI C. (2001) – *Biodiversità, dall'analisi alla gestione*. Zanichelli, Bologna.
- GASTON K.J. (2005) – *Biodiversity and extinction: species and people*. "Progress in Physical Geography", 29 (2), 239-247.
- LECOINTRE G., LE GUYADER H. (2001) – *Classification phylogenetique du vivant*. Belin, Parigi.
- LEGAMBIENTE (2012) – *Biodiversità a rischio*, www.legambiente.it.
- MAY R.M. (1992) – *Quante sono le specie che vivono sulla Terra?* "Le Scienze", 292: 16-23.
- MORA C., TITTENSOR D.T., ADL S., SIMPSON A.G.B., WORM B. (2011) – *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?* "PLoS Biology", 9 (8).
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B., KENT J. (2000) – *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. "Nature", 403: 853-858.
- PRIMACK R.B. (2003) – *Conservazione della natura*. Zanichelli, Bologna.
- WILSON E.O. (1993) – *La diversità della vita*. Rizzoli, Milano.
- ZERUNIAN S., BULGARINI F. (2006) – *La Conservazione della Natura*. "Biologia Ambientale", 20 (2): 97-123.