

BIODIVERSITÀ

RADICI ANTICHE PER NUOVE FRONTIERE

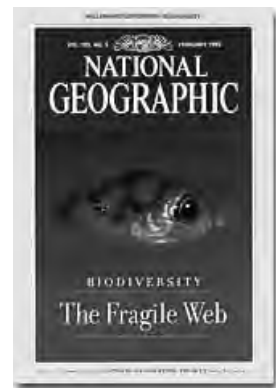
di Giorgio Bavestrello*

Che cos'è la biodiversità? In quale area scientifica si collocano gli studi della biodiversità? Perché salvaguardare la biodiversità fa bene al pianeta? A domande di questo tipo, che vengono alla mente leggendo i quotidiani o ascoltando i notiziari televisivi occorre rispondere fondandosi su dati concreti e utilizzando un approccio rigorosamente scientifico. Così, in questo contributo ricco di esempi, l'autore conduce a riscoprire l'importanza della sistematica, sia nella storia della biologia che nella più recente ricerca.

A partire dall'ultimo decennio dello scorso secolo, numerose voci si sono levate mettendo in allarme il mondo, non solo scientifico, sulla necessità di difendere la biodiversità. Questo termine si riferisce a tutti gli organismi viventi che popolano una data area, un ecosistema o l'intera biosfera. Di quanto questa esigenza sia uscita al di fuori della ristretta cerchia degli specialisti, teorici o di campo, è dimostrato dalla copertina di *National Geographic* del febbraio 1999 che titolava *Biodiversity, the fragile web* (*Biodiversità, la vita in gioco* nell'edizione italiana). Questo fascicolo faceva eco a un articolo pubblicato su *Scientific American* dove Robert May [May, 1992] dichiarava: «Alla specie umana importa capire la diversità degli organismi viventi per le stesse ragioni che ci spingono a cercare di capire le origini e il destino dell'universo [...]. A differenza di questi altri interrogativi lo studio e la conservazione della diversità hanno limiti temporali molto stretti.»

D'altra parte, mentre il problema della costante erosione della biodiversità [Wilson, 1989; 1993] sembra drammaticamente inquadrato dall'opinione pubblica mondiale, estremamente più sfocati sono i contorni dello specialista in grado di definire, in termini scientifici, le reali dimensioni della questione. Chi è lo studioso della biodiversità? In un'epoca nella quale i problemi biologici sono affrontati da nuove figure di ricercatori – architetti ambientali, biologi molecolari, ecologi dei sistemi – bisogna lealmente riconoscere che i principali conoscitori del problema sono i tassonomi eredi di una tradizione bicentennaria nello studio e nella classificazione della diversità biologica [Boero, 1996].

*Professore Ordinario presso il Dipartimento di Scienze del Mare dell'Università Politecnica delle Marche, ad Ancona; docente di Biologia animale ed Ambientale ed Etologia per la laurea triennale in Scienze Biologiche e Biodiversità Animale per il corso di Biodiversità della laurea specialistica in Biologia Marina.



La biodiversità ha una storia lunga e complessa. La testimonianza dei fossili indica una continua alternanza di proliferazioni ed estinzioni che hanno seguito la cosiddetta esplosione cambriana: il fenomeno che ha condotto, circa 550 milioni di anni or sono, al differenziamento di tutti i *phyla* di animali così come oggi noi li conosciamo (AA.VV., 1992). Le cause di queste catastrofiche estinzioni, delle quali la più celebre, benché probabilmente non la più drammatica, è quella che al termine del Cretaceo annientò i dinosauri, sono da imputarsi a cambiamenti climatici oltre che a competizione biologica.

Attualmente l'uomo, una specie di enorme successo evolutivo, compete, direttamente o indirettamente, con numerose altre determinandone, in molti casi, l'estinzione. D'altra parte la specie umana, con un'ambiguità comportamentale che ne rappresenta una delle caratteristiche più impressionanti, mentre da un lato sfrutta a fondo ogni risorsa offerta dal pianeta, dall'altro si interroga non solo sul proprio destino ma anche sul destino del mondo quasi ne fosse custode e punto di sintesi, operando un impressionante sforzo di conoscenza e classificazione con l'inaudita presunzione di giungere a conoscere tutte le specie viventi presenti sulla Terra.

La storia

Questa ciclopica aspirazione ha radici molto antiche tanto da far sospettare la sua insorgenza all'origine della specie umana. Fatto sta che questa umanissima attitudine trova una descrizione straordinariamente coinvolgente nei primi capitoli di un antico testo considerato sacro da oltre un terzo della popolazione mondiale: «Il Signore Iddio formò dalla terra tutti gli animali della campagna e tutti gli

Rembrandt van Rijn, Adamo dà il nome agli animali ca.1641

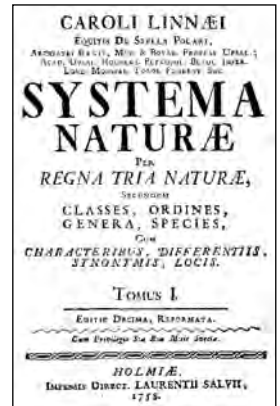


uccelli del cielo e li condusse ad Adamo per vedere con quale nome li avrebbe chiamati poiché il nome che egli avrebbe loro imposto sarebbe stato il loro nome. Adamo dette il nome a ogni animale domestico, a tutti gli uccelli del cielo e a ogni animale della campagna» [Genesi 2, 19-20]. Un moderno tassonomo non deve fare, in fondo, un grande sforzo di immaginazione per immedesimarsi nell'emozione che deve aver provato il primo uomo che, appena formato egli stesso

dalla polvere del suolo, si affaccia attonito sullo splendore primordiale del reale e riceve, come primo compito quello di assegnare il nome agli animali che ordinati e mansueti gli sfilano dinanzi.

La primitiva responsabilità certo non è stata abbandonata nelle successive epoche storiche. Filtrata attraverso la sensibilità culturale del tempo, l'aspirazione a elencare le specie viventi ha trovato espressione nelle menti razionali dei filosofi greci e latini, in quelle più immaginifiche degli uomini dell'età di mezzo fino a quelle impregnate di metodo scientifico del secolo dei lumi. In quest'ultimo turno di tempo, la più brillante espressione della mentalità classificatoria ha trovato uno straordinario ambito realizzativo nell'opera di tipico sapore enciclopedico dello svedese Carlo Linneo che ha posto le basi della moderna classificazione dei viventi con la X edizione del *Systema Naturae* (1758). In piena epoca coloniale sulla scorta di quest'opera, le grandi esplorazioni geografiche hanno fornito uno straordinario incentivo alla compilazione dell'inventario delle specie che è diventato uno dei principali obiettivi della ricerca scientifica.

Dall'opera di Linneo passa appena un secolo e lo sforzo classificatorio produce il suo più straordinario frutto e inizia la sua parabola discendente. Sono gli adattamenti morfologici e comportamentali di numerose specie, studiati durante il faticoso viaggio del *Beagle*, che suggeriscono a Charles Darwin la teoria-dogma sull'evoluzione dei viventi [AA.VV. 1988]. Per l'ambiente delle ricerche biologiche il contraccolpo è enorme: pur con secoli di ritardo la biologia ha, come la fisica, una sua teoria unificatrice [Allen, 1985]. D'altra parte la specie, pietra miliare della pragmatica tassonomia linneiana, nella visione evolucionistica, perde i suoi contorni cristallizzati trasformandosi in un'entità molto più vaga e inafferrabile, costantemente mutevole nel tempo, ma anche nello spazio. Lo studio dei processi prende ovunque il sopravvento sulla descrizione delle strutture a partire dai fisiologi meccanicistici fino a trionfare, durante il XX secolo, nella biologia cellulare e molecolare e nell'ecologia dei sistemi. Dal vertiginoso tentativo di descrivere la globalità spaziale e temporale della diversità si passa al più rassicurante e produttivo lavoro su modelli i cui risultati vengono estesi, senza tanti complimenti, a tutto il vivente: il fago λ , *Escherichia coli*, *Drosophila melanogaster*, il topo bianco diventano le vittime e i paradigmi della nuova biologia. I sistematici hanno un bello strillare che la diversità è importante, che non si può fare di ogni erba un fascio: la ricerca del XX secolo non andrà tanto per il sottile, ma i suoi successi sono travolgenti, tanto più che vengono, con estrema tempestività, trasformati in applicazioni utili prima di tutto per la salute umana. La conseguenza più importante riguarda la distribuzione dei finanziamenti per la ricerca scientifica. In Italia nel 2004, circa il 1,3% dei finanziamenti ministeriali in campo biologico è andato a studi sulla bio-



Frontespizio della X edizione del *Systema Naturae*, 1758

diversità di piante e animali mentre il resto è stato ripartito tra progetti di biochimica, biologia molecolare e cellulare.



Particolare della barriera corallina nel Parco marino di Bunaken, Mare di Celebes, Indonesia

Sulla base di queste evidenze sull'attuale modo di procedere della comunità scientifica il destino degli studiosi di biodiversità sembra irrimediabilmente segnato. Loro stessi, gli artefici della scoperta della selezione naturale, ne sono diventati le vittime: la competizione con le altre discipline sembra averne decretato l'estinzione proprio nel momento in cui la stessa opinione pubblica sentiva maggiormente il bisogno della loro opera. Questa situazione è ben evidenziata da James T. Carlton [Carlton, 1993]: «I futuri storici della scienza descriveranno una crisi nella ricerca della fine del ventesimo secolo: l'estinzione dei sistematici, dei naturalisti, dei biogeografi, di coloro che avrebbero potuto raccontare la storia del potenziale decremento della biodiversità.»

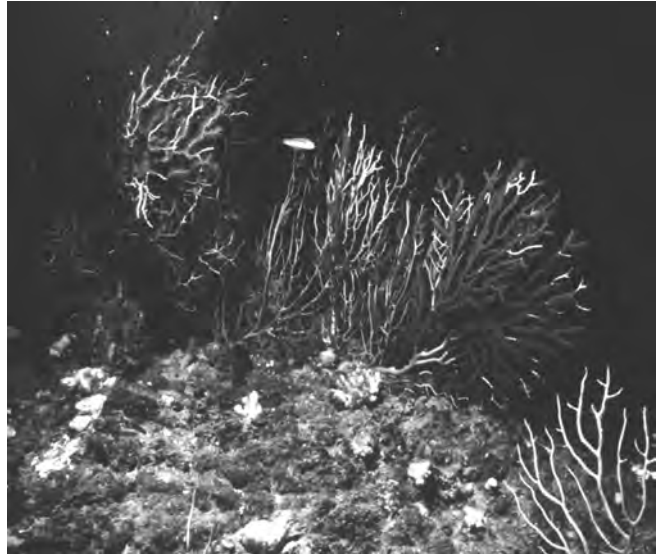
simo secolo: l'estinzione dei sistematici, dei naturalisti, dei biogeografi, di coloro che avrebbero potuto raccontare la storia del potenziale decremento della biodiversità.»

Complessità temporale e spaziale

Esiste comunque un problema intrinseco nello studio della biodiversità rappresentato dal fatto che, come in parte già esemplificato, si tratta di conoscere non un oggetto statico, ma un oggetto che presenta continue variazioni in senso temporale che possono subire improvvise accelerazioni o rallentamenti. Questo fatto, su scala geologica, è così noto da risultare banale: i mutamenti nella biodiversità sono la regola della storia della vita sulla Terra. Ogni naturalista ha sognato di poter vedere di persona le straordinarie faune marine cambriane, le foreste del carbonifero popolate di anfibi stegocefali o gli ambienti del mesozoico, nei quali intere stirpi di potenti rettili si sono succedute nel dominio dei mari delle terre e dei cieli. Sogni meno audaci ci fanno arretrare di poche migliaia di anni quando, all'epoca della glaciazione wurmiana, la valle del Po si estendeva fino alla fossa di Pomo e gli armenti pascolavano sul bassopiano che oggi è il fondo dell'Adriatico settentrionale.

I dati raccolti durante indagini recenti ci hanno però risvegliato dalla tranquillizzante dimensione onirica, dimostrandoci che mutamenti tanto repentini quanto drammatici possono verificarsi negli ecosistemi su una scala temporale assolutamente confrontabile con quella della vita umana. Nella tarda estate 1999, uno strato di acque calde

di inusitato spessore ha percorso il Bacino Ligure-Provenzale da Est a Ovest determinando, nel giro di un paio di settimane, una catastrofica moria di gorgonie e di altri gruppi del *benthos* marino di substrato duro [Cerrano et al., 2000]. A tre anni dal fatto, la struttura biocenotica del coralligeno ligure è radicalmente mutata: numerosi organismi sono scomparsi o si sono notevolmente rarefatti, altri, un tempo rari, si stanno diffondendo. Un caso tra tutti, il raro zoantideo parassita *Savaglia savaglia*, che ricopre lo scheletro delle gorgonie di uno spesso strato proteico, il falso corallo nero, è diventato molto più frequente.



Moria di gorgonie sulla scogliera del promontorio di Portofino, Mar Ligure

D'altra parte, intensi fenomeni di migrazione di organismi sono stati attribuiti a variazioni nella temperatura delle acque superficiali del Mediterraneo: il labride *Talassoma pavo*, di origine senegalese, ha risalito passo passo il Mediterraneo occidentale. Negli anni Settanta non oltrepassava la latitudine del Golfo di Napoli; nel 1978 è stato osservato allo Scoglio d'Africa, porta meridionale dell'Arcipelago Toscano; dalla metà degli anni Ottanta è presente in Mar Ligure, dove accanitamente compete con l'autoctono *Coris julis*. Inoltre sono molte decine le specie esotiche di pesci che sono penetrate in Mediterraneo, autonomamente attraverso la porta di Gibilterra, o tramite l'insperato aiuto dell'ingegner Ferdinand-Marie de Lesseps (1805-1894) che, con il canale di Suez, ricongiunse, 15 milioni di anni dopo, le acque tetiane. Il fenomeno è talmente vasto che, in alcune regioni del Mediterraneo orientale, le specie esotiche contribuiscono per circa la metà al pescato professionale [Orsi Relini, 2001].

Queste sono alcune delle vicende più eclatanti, ma la variabilità temporale della biodiversità si apprezza in continuo nel campo dei piccoli invertebrati, poco studiati e pochissimo compresi, soggetti a spettacolari variazioni con specie sconosciute o ritenute rarissime che divengono, per un periodo, estremamente abbondanti e ripiombano subito dopo nel limbo della rarità [Bavestrello et al. 2006]. È il caso delle improvvise esplosioni di meduse o di altri organismi del plancton gelatinoso e spesso urticante che, dopo aver terrorizzato, con una comparsa repentina, i bagnanti durante una settimana di fine giugno, non si fanno vedere per anni e nessuno sa dove si nascondano quando non ci sono [Boero, 1994].

Come è ovvio, le difficoltà non riguardano solo la costante evoluzione della biodiversità in accordo con la scala temporale. Anche la distribuzione spaziale ci mostra enormi spazi di incompresa e frastronante complessità. Da questo punto di vista uno degli aspetti più impressionanti riguarda le associazioni simbiotiche tra organismi che giocano un ruolo fondamentale nella strutturazione delle comunità marine. È noto che la varietà e la complessità delle relazioni biotiche, in particolare di tipo co-evolutivo è direttamente proporzionale al livello di biodiversità di un ecosistema [Calcinai et al., 2005]. Queste relazioni possono essere considerate l'esito, ma anche la sorgente, di crescenti livelli di biodiversità: dall'unione di due organismi si materializzano inattese proprietà emergenti che portano alla definizione di nuove nicchie ecologiche a loro volta occupate da altri organismi. Il caso più emblematico riguarda le barriere coralline tropicali dove uno degli ambienti più biodiversificati dell'intera biosfera è sorto dall'associazione simbiotica tra le madrepore ermatipiche e le loro alghe simbiotiche.

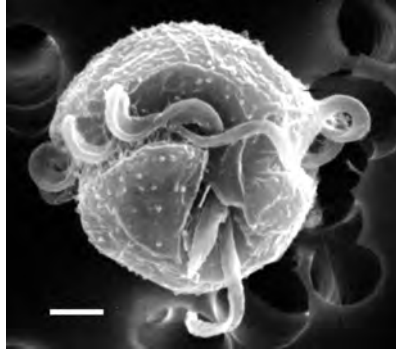


Popolamento a diatomee bentoniche su una foglia di *Posidonia oceanica*; tra le diatomee sono visibili gruppi di batteri; la barra equivale a 10 μm

In fondo la biodiversità, come un vivente frattale, tende a saturare interamente lo spazio riproponendosi autosimilmente al variare di scala. Le foreste di diatomee bentoniche che, come un impalpabile feltro, ricoprono la gran parte dei fondi duri marini sono un ambiente ancora inesplorato [Di Camillo et al., 2005]. Ma già sappiamo che, tra le fronde delle alghe unicellulari, si estende un ricco sottobosco formato da un gran numero di specie di batteri e recenti lavori ci indicano con certezza l'importante ruolo delle particelle virali nel funzionamento degli ecosistemi marini [Danovaro et al., 2001]. Di fronte a questa incalcolabile complessità il monito linneiano sul nostro compito nella conoscenza di tutti gli organismi viventi suscita una rinnovata vertigine e deve essere affrontato con un ritrovato slancio.

D'altra parte ci stiamo drammaticamente accorgendo che la carenza di studi di dettaglio sulla biodiversità non è marginale perché il ruolo funzionale delle singole componenti degli ecosistemi non è aprioristicamente prevedibile e, benché l'approccio termodinamico abbia consentito ormai da cinquant'anni un nuovo e più sintetico punto di vista, tale approccio non è assolutamente in grado di prevedere o di spiegare alcune frequenti alterazioni casuali nell'evoluzione dei sistemi complessi. Per esempio, le estese morie di pesci verificatesi negli estuari dei fiumi del Nord America sono state, solo nel 1992, attribuite a un diabolico e misterioso dinoflagellato fino a quel momento completamente sconosciuto [Burkholder et al., 1992]. Oppure, ci si è recentemente resi conto che le microalghe simbiotiche dei coralli ermatipici delle barriere

caraibiche, un tempo ritenute un'unica specie, sono in realtà almeno tre, ciascuna con differenti preferenze ecologiche. Questo fatto rende ragione della differente sensibilità di diverse specie di coralli, o di coralli viventi in diverse zone, ai fenomeni di *bleaching* che hanno colpito le formazioni madreporiche della fascia tropicale.



Pfiesteria piscicida, il dinoflagellato che ha causato drammatiche morie di pesci in molti estuari del Nord America. La barra equivale a 1 μm

Applicazioni

Nuove generazioni di tassonomi stanno impostando nuove ricerche il più possibile multidisciplinari. È importante inserire i lavori tassonomici in un contesto generale, con implicazioni per le ricerche di punta, la biologia molecolare, la biochimica, magari la farmacologia. Esempi clamorosi sono offerti dalla ricerca sulle sostanze naturali di interesse farmacologico. Da tempo immemorabile da organismi viventi vengono estratte sostanze a potente azione biologica come è facilmente verificabile pensando semplicemente all'acido acetilsalicilico, alla morfina e alla penicillina, probabilmente le sostanze che hanno attuato i maggiori sconvolgimenti nella pratica medica [Cagliano, 1994]. Questa tendenza non è certo venuta meno se, come sembra, il tassolo (estratto dalla pianta, genere *Taxus*; non dall'animale, genere *Meles*) è una delle più potenti molecole antitumorali mai sperimentate [Nicolau et al., 1996]. Tragica rivincita dalla biodiversità, la benemerita molecola si estrae esclusivamente dal raro tasso della Virginia mentre è completamente assente nel comunissimo tasso europeo. D'altra parte, solo di recente le onnipotenti industrie del farmaco hanno destinato somme molto consistenti alla sistematica ricerca di nuove sostanze naturali eventualmente da sottoporre a sintesi. In questo notevole sforzo tecnico e finanziario i ricercatori si sono scontrati con il problema della biodiversità: se non si è ben sicuri della specifica origine di una certa sostanza è ben difficile essere certi di poterla ritrovare nel

Taxus brevifolia con la molecola del tassolo



complesso «calderone chimico» dei misteriosi gruppi viventi. A onore del vero bisogna ammettere che, proprio in questo tipo di studi i sistematici e i chimici organici si sono notevolmente complementati in ricerche, di notevole interesse per entrambe le discipline, che hanno originato una tassonomia e un'ecologia chimiche che, per esempio nel caso delle spugne, hanno notevolmente contribuito ad apportare nuovi caratteri diagnostici [Lee, Gilchrist, 2001].

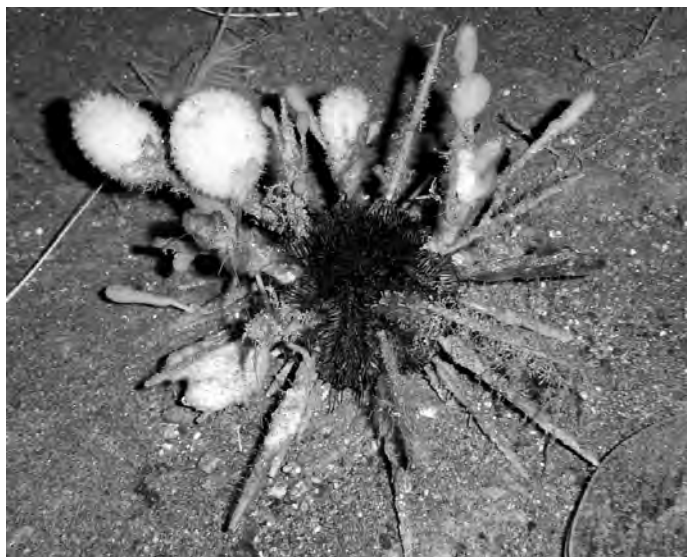
Questo tipo di ricerche, decisamente multidisciplinari, ha contribuito in maniera molto significativa ad amplificare l'interesse per la sistematica tanto che, nemesi della storia, proprio nella comunità scientifica statunitense che per prima aveva decisamente abbandonato gli studi di sistematica si sta sviluppando una forte richiesta di specialisti dei diversi gruppi.

Segnale inequivocabile: la potentissima *National Science Foundation*, uno dei maggiori distributori mondiali di denaro pubblico destinato alla ricerca, sta finanziando programmi di studi sulla biodiversità in tutto il mondo.

Nuove sfide

Ma quali sono le sfide che attendono i moderni tassonomi? Certo i tradizionali compiti della tassonomia - compilare l'inventario di tutte le specie viventi, chiarirne le relazioni evolutive, organizzarle in un sistema coerente di affinità - mantengono ancora intatto il loro richiamo. Esistono ambienti che hanno recentemente fornito uno

Il riccio di mare antartico *Ctenocidaris perrieri* con numerose spugne insediate sugli aculei (foto C. Cerrano)



sviluppo incredibile alla ricerca di nuove specie.

Ne indico tre come esempio: le volte degli alberi delle foreste pluviali, i mari delle regioni polari, le profondità oceaniche [Connel, 1978; Robinson, 1995; AA.VV., 1995].

Proprio questi ambienti ai quali il semplice accesso rappresenta una sfida, contengono livelli di biodiversità talmente elevati da aver permesso di suggerire stime sulla biodiversità globale che raggiungono alcune decine di milioni di specie.

D'altra parte la ricerca del nuovo non è appannaggio

esclusivo di superuomini che rischiano la vita nell'agone della scoperta; forse sono proprio gli ambienti più consueti a riservare le maggiori sorprese. Lo studio delle faune interstiziali [Danovaro, 1998], con tutta la gamma di straordinari adattamenti che permettono ad organismi dei gruppi più disparati di vivere miniaturizzati negli spazi tra i granelli dei sedimenti sia terrestri che marini, è un esempio di come il problema sia solo nel saper cercare: la vita si organizza ovunque in forme sempre nuove la cui complessità si ripete continuamente in modo autosimile al variare della scala.

In fondo quindi il vero problema non è la carenza di mezzi economici - anzi talvolta la penuria sviluppa l'ingegno e la creatività - ma piuttosto una mentalità disinteressata alla novità che continuamente approfondisce quello che già sa, che crogiolandosi nel prevedibile rifugge lo stupore, unica molla della conoscenza. ❖

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- Allen G.E., 1985. *La Biologia contemporanea*. Il Mulino, Bologna.
- AA.VV., 1988. *Il problema biologico della specie*, Collana UZI "Problemi di Biologia e di storia della natura" Vol. 1, Mucchi, Modena.
- AA.VV., 1992. *Estinzione e sopravvivenza*. Le Scienze, Quaderni, 68.
- AA.VV., 1995. *Understanding Marine Biodiversity*. National Academy Press.
- Bavestrello G., Puce S., Cerrano C., Zocchi E., Boero F. 2006. *The problem of seasonality of benthic hydroids in temperate waters*. Chemistry and Ecology (in stampa).
- Boero F., 1996. *Specie, Biodiversità e Comunità*. Biologia Marina Mediterranea, 3: 13-20.
- Boero F. 1994. *Fluctuations and variations in coastal marine environments*. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 15 (1): 3-25.
- Burkholder J.M., Noga E.J., Hobbs C.H., Glasgow H.B. jr, 1992. *New "phantom" dinoflagellate is the causative agent of major estuarine fish kills*. Nature, 358: 407-410.
- Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G. 2005. *Le spugne come hotspot di biodiversità*. Biologia Marina Mediterranea, 12: 63-68.
- Cagliano S., 1994. *Dieci farmaci che sconvolsero il mondo*. Economica Laterza, Bari.
- Carlton J.T., 1993. *Neotinctions of marine invertebrates*. Amer. Zool., 33: 499-509.
- Cerrano, C., G. Bavestrello, C.N. Bianchi, R. Cattaneo-Vietti, S. Bava, C. Morganti, C. Morri, P. Picco, G. Sara, S. Schiaparelli, A. Siccardi, F. Sponga, 2000. *A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999*. Eco. Lett. 3: 284-293.
- Connel J.H., 1978. *Diversity in rain forests and coral reefs*. Le Scienze, 199: 1302-1310.
- Danovaro R., 1998. *Biodiversity in the Mediterranean Sea: Patterns, Concerns and Conservation needs*. Costal and Marine Biodiversity, Hong Kong.
- Danovaro R., Dell'Anno A., Trucco A., Serresi M, Vanucci S., 2001. *Determination of Virus Abundance in Marine Sediments*. Applied and Environmental Microbiology, 67: 1384-1387.
- Di Camillo C., Puce S., Romagnoli T., Tazioli S., Totti C., Bavestrello G. 2005. *Relationship between benthic diatoms and hydrozoans*. J. Mar. Biol. Ass. UK, 85: 1-8.
- Gibbs W.W., 2001. *La nuova grande estinzione*. Le Scienze, 67:78-87
- Lee W.L., Gilchrist B.M., 2001. *Carotenoid patterns in twenty-nine species of sponges in the order Poecilosclerida (Porifera: Demospongiae): a possible tool for chemosystematics*. Marine Biology, 86: 21-35.
- May R., 1992. *Quante sono le specie che vivono sulla Terra?* Le Scienze, 292: 16-23.
- Nicolau K.C., Guy R.K., Potier P., 1996. *I tassoidi, nuove armi contro il cancro*. Le Scienze, 336: 50-55.
- Orsi Relini L., 2001. *Pesci esotici nel Mediterraneo, un aggiornamento sugli immigranti di origine indopacifica ed atlantica*. Biol. Mar. Medit., 8: 84-93.
- Robinson B.H., 1995. *La vita nelle profondità dell'oceano*. Le Scienze, 325: 51-61.
- Wilson E.O., 1993. *La diversità della vita*. Rizzoli, Milano.
- Wilson E.O., 1989. *Diversità biologica in pericolo*. Le Scienze, 255: 56-63.