



AMBIENTE E SALUTE



La conservazione della biodiversità è fondamentale per i cosiddetti servizi ecosistemici che contribuiscono, sia direttamente sia indirettamente, al benessere umano in termini di sopravvivenza, salute e qualità della vita. La relazione esistente tra alterazioni della biodiversità e salute ha ricevuto solo di recente una maggiore attenzione da parte di ricercatori e istituzioni.

Gli ecosistemi ci proteggono efficacemente dalla esposizione a rischi chimici e biologici agendo come sistemi tampone e di controllo e fornendo materie prime naturali.

Introduzione

La conservazione della biodiversità rappresenta, nel suo complesso, il presupposto fondamentale del funzionamento dei cosiddetti servizi ecosistemici (Box 1) che contribuiscono, sia direttamente sia indirettamente, al benessere umano in termini di sopravvivenza, salute e qualità della vita¹. Su questo punto la posizione degli esperti è incontrovertibile.

Di contro, il *come* e il *quanto* le alterazioni della biodiversità possano avere effetti avversi per salute e benessere, sono temi che solo in tempi relativamente recenti hanno ricevuto una maggiore attenzione da parte dei ricercatori e delle istituzioni. Forse anche a causa della loro complessità, le relazioni che intercorrono tra pressioni ambientali, alterazioni della biodiversità, salute e benessere e della popolazione, non sempre sono state sufficientemente evidenziate negli studi di settore. Ad oggi questo rappresenta ancora una sfida non soltanto scientifica, ma anche nel campo della comunicazione e informazione, sia per gli operatori del settore sia per la popolazione, nel senso di una corretta percezione da parte di quest'ultima dei rischi e dei benefici per la salute. Si tratta di una questione sempre più urgente. Da un lato molte minacce alla diversità biologica nascono proprio dai nostri modelli socio-economici e comportamentali, dall'altro, in apparente contraddizione, la nostra salute deriva dalla "salute" stessa degli ecosistemi.

La comprensione del legame tra salute umana e salute ecosistemica viene indicata dall'EEA (SOER 2010)² come la sfida del XXI secolo per coloro che operano in quest'ambito. Gli ecosistemi ci proteggono, infatti, dall'esposizione a rischi chimici e biologici non solo tamponando/regolando l'inquinamento di acqua, aria e suolo e/o la distribuzione/presenza di specie patogene; ma anche garantendo la disponibilità di materie prime naturali atossiche quali legno o coloranti utilizzati per costruzioni, arredi, vestiario; nonché la disponibilità di specie vegetali e animali per l'alimentazione, le cure mediche e la ricerca biomedica, l'igiene personale, salustica e domestica.

¹ *The 2010 Congress of the European Economic Association* - EEA, 2010a

² *European Environment State and Outlook Report 2010*, <http://soer2010.ew.eea.europa.eu/>



Inoltre, un'adeguata conoscenza e percezione dei legami intercorrenti tra biodiversità e salute è fondamentale per un'efficace attuazione delle politiche di sostenibilità. Tale conoscenza consente di portare avanti argomentazioni socio-economiche nelle consultazioni con altri settori a livello locale e globale; mitiga eventuali pregiudizi e contrapposizioni "uomo/biodiversità", favorendo anche le priorità nella distribuzione delle risorse; permette una programmazione integrata degli interventi sul territorio con più evidenti benefici per la società e, non in ultimo, facilita comportamenti individuali ecosostenibili mettendone in rilievo il valore aggiunto: proteggere la salute degli ecosistemi è anche proteggere la salute umana nel breve, medio e lungo termine. L'intuizione di questo paradigma, in assenza di un quadro d'insieme più rigoroso, può portare anche effetti negativi. Per esempio negli ultimi tempi si assiste, con il fine di tutelare la propria salute da rischi chimici o biologici, a un ritorno alla richiesta e al consumo di prodotti naturali per l'alimentazione e la cosmesi, di prodotti salutistici e di detergenti ecologici per la casa. L'incremento è talmente significativo da richiedere opportune scelte gestionali: garantire da una parte che i prodotti classificati come "ecologici" (spesso su criteri esclusivamente ambientali) siano anche privi di rischi per la salute, dall'altra salvaguardare la loro qualità e produzione sostenibile potenzialmente minacciate dalla crescente domanda di mercato³.

Il potenziamento delle conoscenze dei meccanismi ecologici che possono concorrere a un incremento dei rischi per la salute è relativamente recente. Nell'ultimo decennio, infatti, nell'ambito delle attività dedicate ai cambiamenti ambientali globali, l'attenzione degli esperti sui legami esistenti tra biodiversità e salute si è andata sostanzialmente rafforzando, grazie a diverse iniziative internazionali in partenariato tra organizzazioni specializzate (es. OMS, UNEP, UNDP⁴, Mille-

La carente percezione dei legami biodiversità-salute può alimentare l'uso indiscriminato di risorse o "prodotti ecosistemici". Attualmente si assiste a un significativo incremento della richiesta e del consumo di elementi naturali a tutela della salute.

³ L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), sin dal 2003, a causa del crescente uso di specie vegetali per cure tradizionali, fitoterapiche o omeopatiche, ha redatto linee guida per la loro raccolta in sicurezza e per promuovere pratiche sostenibili: WHO *Traditional Medicines Strategy: 2002 - 2005*; WHO *guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants (2003)*, <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s4928e/s4928e.pdf>

⁴ UNDP *United Nations Development Program*, <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity>



La perdita di biodiversità è causata e amplificata dalla deforestazione, dall'uso del territorio, dall'urbanizzazione, dall'inquinamento chimico diffuso, dalle pratiche agricole, dal cambiamento e dalla variabilità del clima.

nium Ecosystem Assessment ⁵) e programmi scientifici (COHAB ⁶, *Earth System Science Partnership, Center for Health and the global environment Harvard medical School, UN campus network*). La materia è oggetto delle attività della Convenzione internazionale sulla Biodiversità (CBD) ⁷. La stessa Strategia nazionale ospita una sessione riguardante l'argomento.

È ormai condiviso che sui processi dinamici che collegano biodiversità e rischi per la salute agiscono molteplici impatti di natura sociale, etica ed economica. La perdita di biodiversità è causata e amplificata dalla pressione crescente dovuta a cambiamenti ambientali globali quali, ad esempio, la deforestazione, l'uso del territorio, l'urbanizzazione, l'inquinamento chimico diffuso, le pratiche agricole, il cambiamento e la variabilità del clima (Box 2). Si tratta di legami complessi, non facili da misurare, ma che di fatto stanno cambiando il mondo. E in un mondo che muta, anche i rischi per la salute si trasformano. Si intensificano di conseguenza anche gli studi sul legame esistente tra biodiversità e patologie umane emergenti o ri-emergenti, a causalità infettiva, allergica e chimica. Nei reports prodotti nell'ambito del *Millennium Ecosystem Assessment* viene ribadita la trasformazione che le società stanno affrontando a proposito dei rischi per la salute umana connessi alla perdita della diversità biologica e all'alterazione degli ecosistemi. Malattie emergenti e riemergenti e i rischi associati ai fenomeni meteorologici avversi stanno assumendo la stessa importanza delle cosiddette "classiche": le malattie infettive e le malattie non trasmissibili legate ai moderni stili di vita dei paesi industrializzati (malattie cardiovascolari, obesità, diabete, ipertensione, ecc.)⁸. Sono molte le aree di ricerca che si occupano dei rischi per la salute a breve, medio e lungo termine, "mediati" da alterazioni della variabilità biologica, ma è solo per alcune di esse che le informazioni e le metodologie elaborate dalla comunità scienti-

⁵ *Millennium Ecosystem Assessment (MA)*: <http://www.millenniumassessment.org/>

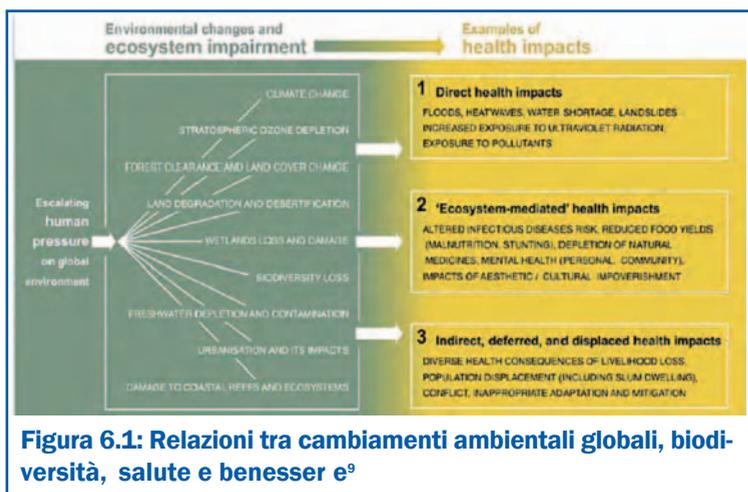
⁶ COHAB Initiative (*Co-Operation On Health And Biodiversity*), un programma internazionale di lavoro su benessere e umano e sviluppo sostenibile, a cui collaborano organizzazioni internazionali come UNEP, UNDP, CBD, FAO e istituzioni nazionali come il Ministero dell'ambiente dell'Inghilterra, della Danimarca e della Germania. L'iniziativa è operativa dal 2005, <http://www.cohabnet.org>

⁷ *Convention on Biological Diversity (CBD)*: <http://www.cbd.int/>

⁸ <http://www.maweb.org/en/Reports.aspx#>



fica consentono di andar e oltre la descrizione e l'individuazione di minacce ambientali, fino a una quantificazione dei rischi e degli impatti (Tabella 6.1) utile per i decisori pubblici. Le condizioni d'incertezza, come ad esempio gli effetti a lungo termine della contaminazione chimica o dell'uso di biotecnologie, richiedono un particolare atteggiamento di precauzione e lo sviluppo di adeguati strumenti di informazione per i ricercatori e i decisori pubblici. Come primo passo, diviene urgente incorporare una visione integrata di ambiente e salute anche nelle ordinarie attività di monitoraggio e di studio degli operatori di settore e nel campo della biodiversità, specie per i rischi ormai condivisi e consolidati dalla comunità scientifica (Figura 6.1).



Cambiamenti ambientali globali che determinano molteplici impatti su biodiversità, salute e benessere.

Agli esperti del settore, in particolare, è rivolta la breve sintesi di questo capitolo con un duplice scopo: favorire una più profonda comprensione delle valenze socio-economiche di tali impatti e promuovere lo sviluppo di attività che consentano un "sano" sviluppo sostenibile, ovvero potenziare il ruolo delle politiche ambientali nella prevenzione dei rischi per salute e benessere e determinanti ambientali.

⁹ Fonte: OMS adattata da *Millenium Ecosystem Assessment* (2005)



Il degrado e la perdita dei servizi ecosistemici si ripercuotono sui meccanismi di filtrazione e purificazione, di detossificazione e sulla presenza dei predatori naturali di vettori di malattie infettive.

Biodiversità e salute

Il degrado e la perdita dei servizi ecosistemici, oltre alla perdita del ruolo chiave da essi sostenuto nel fornire beni come cibo, medicine e materie prime, si ripercuotono su meccanismi di importanza fondamentale per la salute umana, quali filtrazione e purificazione (es. foreste e composizione dell'atmosfera; ruolo delle terre umide nel riciclo e nell'assorbimento di nutrienti antropici), detossificazione di composti chimici nel suolo e nei sedimenti (degradazione microbica) e sulla presenza dei predatori naturali dei vettori di malattie infettive.

La perdita o l'alterazione della funzione "tampone" dei filtri ecosistemici per la qualità di aria, acqua e suolo, le pressioni antropiche sugli ecosistemi e l'aumento di alluvioni, piogge intense e siccità agiscono sinergicamente causando non soltanto rischi di contaminazioni, ma anche di diffusione di malattie determinate da patogeni, allergeni e inquinanti chimici clima-sensibili.

L'attenzione al rischio di malattie infettive connesso all'alterazione della biodiversità è prioritaria tra i ricercatori¹⁰, anche per l'incremento del rischio legato alla potenziale insorgenza di epidemie dovute alla globalizzazione unita alla presenza di aree urbane sovraffollate e, non in ultimo, per il concomitante crescente fenomeno della comparsa di specie patogene resistenti agli antimicrobici (batteri, virus e funghi).

Le alterazioni degli ecosistemi e delle condizioni meteorologiche locali, agendo in sinergia, favoriscono inoltre la diffusione di specie infestanti, condizionando l'uso di pesticidi e, *de relato*, la sicurezza chimica di alimenti, suolo e acque. Ciò richiede una gestione della sicurezza chimica alimentare e delle pratiche agricole basata sulla comprensione degli effetti derivanti dall'azione combinata delle alterazioni della biodiversità unitamente ai cambiamenti climatici.

In alcuni Paesi del mondo, disastri naturali e degrado del suolo stanno mettendo a dura prova anche la sicurezza della produzione alimentare e con essa la sicurezza nutrizionale. Quest'ultima rischia di essere minacciata anche da pratiche incontrollate di allevamenti intensivi (carni, prodotti ittici, vegetali). Nel 1970 circa

¹⁰ Keesing et al., 2010; Jones et al., 2008



il 6% dei prodotti ittici proveniva da allevamenti marini e lagunari. Oggi la quota supera il 50% ¹¹ ponendo, tra l'altro, problemi di sostenibilità ambientale sotto vari profili.

Lo studio dei rapporti tra biodiversità e salute lancia sfide scientifiche e gestionali e genera raccomandazioni socio-economiche per le politiche di sostenibilità.

Per esempio le aree protette, proprio per i benefici ambientali che comportano, non sono soltanto delle risorse naturalistiche di per sé, ma consentono anche la conservazione di importanti specie medicinali e la sopravvivenza di comunità locali, altamente dipendenti dall'integrità degli equilibri ecosistemici.

La crescente consapevolezza dei rischi per la salute derivanti da esposizioni in ambiente *indoor* o da contatto - dovuti all'uso diffuso di prodotti chimici per la colorazione di tessuti, per la costruzione di materiali di arredo, per la produzione di detersivi domestici e per l'igiene personale - sta indirizzando il mercato produttivo verso l'uso di derivati sostitutivi costituiti da sostanze naturali di cui, quindi, va garantita la disponibilità sostenibile, nel senso che tali risorse devono essere utilizzate a un ritmo tale che possano essere rigenerate naturalmente. L'Italia è tra le prime nazioni al mondo per numero di aziende di prodotti biologici (48.509 operatori al 31/12/2009 ¹²) e al quarto posto, tra i Paesi europei, per vendite di prodotti biologici ¹³. Nel 2008, il mercato globale del biologico ha fatturato oltre 51 miliardi di dollari, di cui oltre il 50% è di provenienza europea. Sono fenomeni di consumo e commerciali che mostrano un *trend* in netta crescita.

Globalizzazione, mobilità internazionale, scambi commerciali (legali e illegali) e cambiamenti climatici stanno favorendo anche l'intrusione e l'occupazione di *habitat* da parte di specie invasive, in grado di generare squilibri ecosistemici ed effetti tossici o allergizzanti. È un problema, questo, condiviso anche dall'Europa che ha lanciato una Strategia comunitaria nei cui documenti di *background* ¹⁴ è evidenziato che: "Le specie invasive (SI) incidono nega-

Nel 1970 circa il 6% dei prodotti ittici proveniva da allevamenti marini e lagunari. Oggi la quota supera il 50% ponendo, tra l'altro, problemi di sostenibilità ambientale sotto vari profili.

Il mercato globale del biologico ha fatturato oltre 51 miliardi di dollari, di cui oltre il 50% è di provenienza europea.

¹¹ FAO, 2007

¹² SINAB

¹³ International Federation of Organic Agriculture Documents, http://www.ifoam.org/about_ifoam/index.html; Cressey D., Nature, 2009

¹⁴ Bruxelles 3.12.2008 (SEC(2008) 2886)



Lo scopo di questo lavoro è fornire una panoramica dei rapporti tra biodiversità e salute, per promuovere una maggiore consapevolezza tra gli operatori del settore.

L'OMS sostiene che l'aumento di molte malattie infettive, non solo quelle emergenti, può essere collegato a una serie di minacce ambientali attraverso meccanismi incidenti, direttamente o indirettamente, sull'integrità degli ecosistemi.

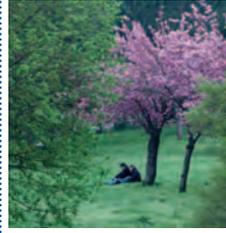
tivamente sulla biodiversità, ad esempio entrando in concorrenza con altri organismi e modificando gli habitat, a causa della loro tossicità, del fatto di essere un ricettacolo di parassiti o un vettore di agenti patogeni, ibridandosi con specie o varietà vicine, predando gli organismi autoctoni, alterando la catena alimentare locale, ad esempio, le piante invasive alterano la disponibilità di alimenti, perturbando i servizi di impollinazione, causando l'estinzione delle specie autoctone, agendo come ingegneri ecosistemici che modificano i flussi di energia e di nutrienti nonché i fattori fisici negli habitat e negli ecosistemi”.

Le alterazioni della biodiversità rappresentano quindi un fondamentale determinante di salute.

Lo scopo di questo lavoro è fornire una panoramica sui rapporti tra biodiversità e salute, in particolare per le aree in cui c'è consenso scientifico su meccanismi ecosistemi-mediati, metodologie e rischi per la salute (Figura 6.1), per promuovere una maggiore consapevolezza tra gli operatori del settore e incentivare la messa a sistema delle diverse attività per facilitare la comprensione e il monitoraggio dei meccanismi di incremento del rischio per salute e benessere.

Biodiversità e rischio infettivo

La perdita di biodiversità e dei servizi ecosistemici viene attualmente riconosciuta come un fattore di rischio per la trasmissione di malattie batteriche, virali e parassitarie per l'uomo, il bestiame, le colture e le specie selvatiche di animali e vegetali. L'OMS mette in relazione l'aumento di molte malattie infettive per l'uomo, non solo emergenti, con una serie di minacce ambientali che incidono, direttamente o indirettamente, sull'integrità degli ecosistemi attraverso vari meccanismi quali, per esempio, l'invasione delle nicchie ecologiche e l'espansione di popolazioni di specie patogene (Tabella 6.1). Ad eccezione dei disastri naturali questi determinanti sono quasi sempre opera dell'uomo. Ne sono un esempio la distruzione di foreste o *habitat* della fauna selvatica (costruzione di infrastrutture, cementificazione ed espansione delle aree urbane); l'aumento di *reservoir* artificiali per vettori patogeni (costruzione di dighe o canali d'irrigazione artificiali); la modificazione/distruzione di *habitat* per l'introduzione di pratiche agri-



cole e di allevamento; l'utilizzo di prodotti chimici per il controllo di vettori pericolosi per l'uomo o patogeni per le piante; il cambiamento e la variabilità del clima. Altri *driver* globali socio-economici come la migrazione e la mobilità internazionale, il commercio (legale e illegale) di specie, l'introduzione accidentale o intenzionale di specie patogene per uomini, animali e vegetali concorrono a determinare situazioni locali di rischio per la salute della popolazione.

La trasmissibilità delle malattie infettive è sicuramente il risultato di una serie di complesse interazioni socio-economiche, ambientali e meteo climatiche che non può considerarsi totalmente ecosistema-dipendente. Tuttavia molti studi confermano ciò che già era intuibile sotto il profilo scientifico, identificando alcuni meccanismi chiave attraverso i quali le alterazioni della biodiversità agiscono sui meccanismi di trasmissione delle malattie infettive ovvero:

- alterazione degli *habitat* con conseguente variazione del numero di siti di riproduzione del vettore o di una specie ospite che funge da serbatoio del patogeno;
- fenomeni di invasione delle nicchie ecologiche;
- scomparsa di specie predatrici;
- variazione della densità della popolazione ospite;
- alterazioni genetiche nei vettori o negli agenti patogeni indotte dall'uomo a seguito dell'uso indiscriminato di fitofarmaci e antibiotici (ceppi resistenti a pesticidi o antibiotici);
- contaminazione ambientale da parte di agenti di malattie infettive (es. contaminazione delle fonti di acqua potabile).

Altrettanto condivisa è, quindi, l'opinione che la gestione di servizi ecosistemici svolga un proprio ruolo nel ridurre e, in alcuni casi, eliminare la trasmissione di malattie infettive ecosistema-mediate, specie in presenza di pressioni ambientali.

La presenza di microrganismi patogeni (compresi batteri, virus, funghi e protozoi) nell'ambiente non è negativa in via pregressiva per la salute dell'uomo e degli ecosistemi, laddove siano comunque mantenute condizioni di equilibrio naturale. Infatti, la conservazione della biodiversità negli ecosistemi contribuisce al controllo naturale delle specie potenzialmente infestanti e/o portatrici di malattie, grazie all'interazione con specie animali e microbiche che ne rappresentano i nemici naturali.



I fattori derivanti dalle pressioni antropiche o naturali sulla biodiversità, possono influire sul rischio di esposizione alle infezioni sia delle piante sia degli animali, compreso l'uomo.

I fattori derivanti dalle pressioni antropiche, o naturali, sulla biodiversità, possono influire sul rischio di esposizione alle infezioni sia delle piante sia degli animali (compreso l'uomo) agendo sulla quantità e/o sulla crescita di determinate specie, modificandone sia l'interazione reciproca sia quella con l'ambiente.

Le principali alterazioni rilevanti per il rischio di malattie infettive per l'uomo riguardano impatti diretti o indiretti sugli organismi coinvolti nel mantenimento e/o nella trasmissione delle infezioni.

Questi organismi possono essere gli agenti patogeni stessi, gli artropodi o altri animali che fungono da vettori dell'agente patogeno, le specie che ospitano gli agenti infettivi al di fuori della popolazione umana (le cosiddette "reservoir species") le quali agiscono da "portatori sani" e altri organismi che supportano in vari modi le interazioni tra i precedenti¹⁵.

I numerosi studi sul rapporto biodiversità-malattie infettive hanno consentito, per diversi tipi di patologie, alcune valutazioni importanti in merito alle relazioni esistenti tra cambiamenti ecosistemici, pressioni antropiche correlate e impatti sullo stato di salute. Un esempio è riportato nella Tabella 6.1. Lo studio da cui è tratta è il risultato di un'analisi condotta a livello globale¹⁶ e comprende anche la misura del "peso" di queste malattie espresso come perdita di anni di vita in buono stato di salute (DALY - Disability Adjusted Life Years).

¹⁵ Harvard Medical School, 2002; Keesing et al., 2010

¹⁶ Millennium Ecosystem Assessment. *Biodiversity and health: a synthesis*



Tabella 6.1: Malattie infettive e alterazioni della biodiversità ¹⁷

Malattia	DALYs* (migliaia)	Meccanismo emergente	Determinante emergente	Distribuzione geografica	Sensibilità al cambiamento ecosistemico	Livello di confidenza
Malaria	46.486	invasione della nicchia, espansione del vettore	deforestazione, gestione idrica	Aree tropicali (America, Asia, Africa)	+ + + +	+ + +
Dengue	616	espansione del vettore	urbanizzazione, scarsità abitativa	Aree tropicali	+ + +	+ +
HIV	84.458	ospite intermedio	incursioni antropiche nelle foreste, caccia di selvaggina, comportamento umano	globale	+	+ +
Leishmaniosi	2.090	ospite intermedio, alterazione dell'habitat	deforestazione, sviluppo agricolo	aree tropicali americane, Europa, Medio Oriente	+ + + +	+ + +
Malattia di Lyme		scomparsa dei predatori, perdita della biodiversità, espansione delle specie "reservoir"	frammentazione dell'habitat	America del Nord, Europa	+ +	+ +
Morbo di Chagas	667	alterazione dell'habitat	deforestazione, espansione dell'urbanizzazione con invasione di aree selvatiche	Americhe	+ +	+ + +

continua

Si riassumono le relazioni tra le alterazioni ecosistemiche indotte da specifiche azioni antropiche e alcune malattie infettive, compresa la loro sensibilità alle variazioni meteorologiche. Lo studio è il risultato di un'analisi globale e comprende anche la misura del "peso" di queste malattie espresso come perdita di anni di vita in buono stato di salute (DALY - Disability Adjusted Life Years).

¹⁷ Fonte: WHO, 2005. *Millenium Ecosystem Assessment. Biodiversity and health: a synthesis* - Rielaborazione ISPRA



segue

Tabella 6.1: Malattie infettive e alterazioni della biodiversità ¹⁷						
Malattia	DALYs* (migliaia)	Meccanismo emergente	Determinante emergente	Distribuzione geografica	Sensibilità al cambiamento ecosistemico	Livello di confidenza
Encefalite giapponese	709	espansione del vettore	risaie	Sud-est Asiatico	+++	+++
Virus West Nile ed altre encefaliti				Americhe, Eurasia	++	+
Virus Guananito, Juan e Machupo		perdita della biodiversità, espansione delle specie "reservoir"	coltivazioni monocoltura dopo deforestazione	Sud America	++	+++
Virus Oropouche/ Mayaro in Brasile		espansione del vettore	incursione nelle foreste, urbanizzazione	Sud America	+++	+++
Hantavirus		variazioni di densità della popolazione delle fonti naturali di cibo	variabilità del clima		++	++
Rabbia		perdita della biodiversità, alterata selezione dell'ospite	deforestazione e industria mineraria	aree tropicali	++	++
Schistosomiiasi	1.702	espansione dell'ospite intermedio	costruzione di dighe, tecniche di irrigazione	America, Africa, Asia	++++	++++
Leptosirosi				globale (aree tropicali)	++	+++
Colera	b	aumento temperatura della superficie	variabilità e cambiamento del clima	globale (aree tropicali)	+++	++

continua



segue

Tabella 6.1: Malattie infettive e alterazioni della biodiversità ¹⁷

Malattia	DALYs* (migliaia)	Meccanismo emergente	Determinante emergente	Distribuzione geografica	Sensibilità al cambiamento ecosistemico	Livello di confidenza
Criptosporidiosi	b	del mare contaminazione da parte di occiti	cattiva gestione di bacini idrografici prossimi ad allevamenti di bestiame	globale	+++	++++
Meningite	6.192	tempeste di polvere	desertificazione	Africa Sahariana	++	++
Coccidiomicosi		alterazione dei suoli	variabilità del clima	globale	++	+++
Filariosi linfatica (elefantiasi)	5.777			America e Africa tropicale	+	+++
Tripanosomi	1.525			Africa		
Oncocercosi	484			Africa, America tropicale	++	+++
Rift Valley Fever		Forti precipitazioni	variabilità e cambiamento del clima	Africa	+++	+
Virus Nipha/Hendra		invasione di nicchia	industria alimentare, deforestazione, anomalie climatiche	Australia, Sud-Est Asiatico		

Legenda:

* Disability-Adjusted Life Years - perdita di anni di vita in buono stato di salute: indicator e utilizzato per la valutazione dell'impatto dei diversi fattori di rischio su mortalità, morbosità e disabilità.

^b Sia il colera che la criptosporidiosi contribuiscono alla perdita di quasi 62 milioni di DALYs annuali a causa di infezioni diarroiche

+ = basso

++ = moderato

+++ = elevato

++++ = molto elevato



Relazione tra pressioni ambientali e rischio di contatto tra l'uomo e animali infetti.

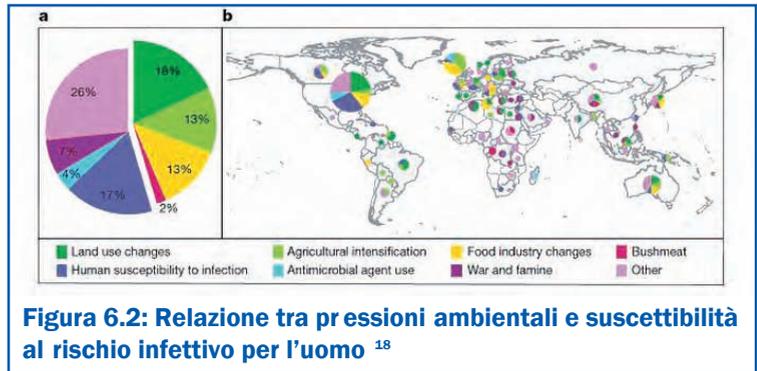


Figura 6.2: Relazione tra pressioni ambientali e suscettibilità al rischio infettivo per l'uomo ¹⁸

La deforestazione può provocare una sovrapposizione dell'habitat naturale con quello occupato dall'uomo, portando gli esseri umani a stretto contatto con le specie vettori nelle aree di confine tra le foreste e gli insediamenti umani.

Il ruolo e il comportamento delle specie animali ospiti che fungono da serbatoi (es. roditori), dei vettori (es. zecche, zanzare) e dei loro predatori naturali (es. pipistrelli, rondoni ecc.) e infine degli esseri umani sono dei determinanti chiave nella trasmissione delle malattie. Inoltre è stata evidenziata la maggiore suscettibilità della popolazione residente all'interno di foreste o nelle aree limitrofe. Per esempio, nel caso di malattie da vettori quali la leishmaniosi, la febbre gialla, le tripanosomiasi (sia la malattia del sonno sia il morbo di Chagas), la deforestazione può provocare una sovrapposizione dell'habitat naturale con quello occupato dall'uomo, portando così gli esseri umani a stretto contatto con le specie vettrici nelle aree di confine tra le foreste e gli insediamenti umani. Allo stesso modo le specie animali ospiti, che fungono da riserva, in genere aumentano proprio in tali aree di confine, amplificando così il rischio di esposizione umana non solo per i professionalmente esposti (addetti al taglio delle foreste, ecc.). Inoltre, la distruzione degli habitat forestali può portare alla eradicazione del vettore dominante e alla sua sostituzione con altri vettori maggiormente "efficienti", oppure può causare un'alterazione degli schemi di distribuzione dei vettori stessi. Un importante studio sul rapido aumento della malaria in Amazonia ha accertato che le zanzare portatrici del parassita della malaria risultano maggiormente presenti e diffuse nelle aree

¹⁸ Fonte: Keesing et al., 2010



disboscate, indipendentemente dalla densità della popolazione umana locale¹⁹.

I cambiamenti climatici ovvero i cambiamenti del regime delle temperature locali (ad es. delle temperature medie o del grado di variabilità), l'alterazione del ciclo dell'acqua (in particolare nella durata, nell'intensità e nella distribuzione spaziale delle precipitazioni), gli eventi estremi quali alluvioni e ondate di calore/gelo agiscono da cofattori, insieme ad altri determinanti sociali e ambientali, nel favorire la diffusione e l'insediamento di vettori anche in regioni geografiche storicamente indenni, contribuendo al rischio di malattie infettive attraverso vari meccanismi:

- ampliamento dell'area di distribuzione dei vettori endemici;
- riduzione della durata dei cicli di sviluppo dei vettori endemici;
- riduzione della durata del ciclo riproduttivo del patogeno nell'ospite;
- prolungamento della stagione idonea alla trasmissione degli agenti patogeni;
- importazione e adattamento di nuovi vettori;
- importazione e adattamento di nuovi agenti patogeni attraverso vettori o serbatoi.

L'Italia non è indenne dal rischio di espansione, introduzione e reintroduzione sul territorio di specie vettoriali e di patogeni per l'uomo. Sono state infatti registrate, negli ultimi anni, epidemie virali trasmesse da zanzare e tigre infette - virus Chikungunya e del Nilo Occidentale (*West Nile Virus*) - che hanno richiesto specifici interventi sia tecnici²⁰ sia normativi²¹. Questi aspetti sono stati ampiamente discussi nei report ISPRA²².

Le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici sono anche centrate sulla gestione dell'acqua, ma anche in questo caso una non adeguata sorveglianza, progettazione e manutenzione delle

I cambiamenti climatici possono avere effetti sulla diffusione delle malattie da vettore, agendo sia direttamente sia indirettamente, su specie ospiti e vettori.

Anche in Italia esiste il rischio di espansione, introduzione e reintroduzione di specie vettoriali e di patogeni per l'uomo.

¹⁹ Vittor et al., 2009

²⁰ Per controllare lo sviluppo e la diffusione dei vettori vengono periodicamente aggiornate dall'Istituto Superiore di Sanità le linee guida per la "Sorveglianza e il controllo e il monitoraggio dei Culicidi di interesse sanitario"

²¹ Circolare del Ministero della salute 04/08/2006: Sorveglianza della Chikungunya, http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_norativa_1518_allegato.pdf; Circolare del Ministero della salute del 21 luglio 2010 "Sorveglianza della Malattia di West Nile in Italia - 2010". http://www.normativasanita.it/normsan-pdf/0000/34923_1.pdf

²² ISPRA, Rapporto 77/2007; ISPRA, Rapporto 110/2010



In Senegal e in Egitto si registra un elevato incremento di casi di schistosomiasi.

infrastrutture legate all'approvvigionamento idrico può generare e perturbazioni ecosistemiche con effetti sulla distribuzione di malattie quali parassitosi e malattie trasmesse da alcune varietà di zanzare²³. Uno studio condotto negli USA (2004-2006) ha evidenziato un incremento delle infezioni del virus del Nilo Occidentale correlate alla costruzione e gestione di impianti di irrigazione²⁴. La valutazione dei rischi per la salute derivanti dalle scelte di *management* delle risorse idriche, in risposta al cambiamento climatico, è stata presa in considerazione anche nella Strategia ONU-ECE²⁵.

Ma non si tratta solo di una questione di insetti. La costruzione di dighe, sbarramenti e impianti di irrigazione ha provocato in alcuni paesi, quali ad esempio Senegal ed Egitto, un elevato incremento di casi di schistosomiasi, una parassitosi umana. Tale incremento è una conseguenza dell'alterazione degli *habitat* acquatici, da cui deriva un aumento della popolazione (come numero di individui) della chiocciola d'acqua dolce che funge da ospite intermedio per il parassita.

Relativamente agli aspetti di sanità pubblica vale la pena menzionare anche altri fattori concorrenti al quadro generale di rischio. Per esempio, nel caso delle malattie virali trasmesse da vettori, la sintomatologia è spesso aspecifica (simil-influenzale) e questo può ritardare l'identificazione dei focolai epidemici e, quindi, differire le azioni di intervento specifico (controllo del vettore). Inoltre la presenza di un'epidemia può avere anche altre ripercussioni di valenza sanitaria come, ad esempio, il blocco delle trasfusioni di sangue (riduzione di interventi chirurgici) per ovviare al rischio di trasmissione.

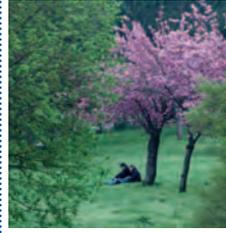
Non va inoltre dimenticato il rischio epidemico correlato alla crescente insorgenza della resistenza agli antimicrobici.

L'uso di antibiotici e/o di farmaci antimicrobici, in genere, per le specie destinate all'alimentazione, e l'abuso degli stessi da parte dell'uomo, sono tra i fattori di rischio per lo sviluppo di specie patogene (batteri, virus e funghi) resistenti agli antimicrobici. Ciò determina, allo stesso tempo, rischi anche per la cura di malattie infettive.

²³ Harvard Medical School, 2002

²⁴ Gates & Boston RC, 2009

²⁵ *Water, Climate and adaptation* - UNECE 2009 - UNECE Water Convention



Il problema dell'antibiotico-resistenza è ormai un fenomeno globale. A livello europeo, sin dal 2001, è stata diffusa una Strategia comunitaria volta a contrastare e la diffusione della resistenza agli agenti antimicrobici²⁶, avviando contromisure che vengono così sintetizzate nella corrispondente Comunicazione della Commissione: *“Il fenomeno della resistenza agli antimicrobici e la sua diffusione costituiscono un importante problema di salute pubblica nella Comunità e nel mondo intero. L'uso eccessivo e l'abuso di sostanze destinate a uccidere o inibire la crescita di microrganismi (compresi i batteri, virus e funghi) e certi parassiti (ad esempio i protozoi) hanno favorito la crescita di organismi resistenti. Questa che viene definita “resistenza antimicrobica” può diffondersi ad altre popolazioni microbiche. Le infezioni da organismi resistenti mettono in pericolo la popolazione umana, gli animali e le piante, compresi quelli precedentemente non in contatto con gli agenti antimicrobici”*.

In conclusione si auspica un potenziamento della conoscenza, tra gli esperti di settore e, dei meccanismi ecologici che concorrono all'aumento di patologie emergenti e di diffusione/trasmissione di malattie infettive, al fine di identificare e preventivamente aree a maggior rischio e implementare azioni idonee di contrasto.

Biodiversità e rischi alimentari e nutrizionali

Oltre ai dibattiti attualmente in corso relativi a biotecnologie (OGM) e rischi collegati²⁷ al loro uso, il ruolo della biodiversità per la sicurezza chimica, biologica e produttiva dei nostri alimenti riguarda diversi temi scientifici.

L'alimentazione, intesa come disponibilità di cibo (vegetali, carne, pesce), valore nutrizionale degli alimenti e sicurezza alimentare (assenza di contaminazione chimica e/o biologica) è un altro importante fattore legato alla salute umana sul quale la biodiversità svolge un ruolo fondamentale.

Una diversità biologica ottimale assicura la produttività sostenibile del suolo e il valore nutrizionale degli alimenti e, inoltre, garantisce la variabilità genetica necessaria alle coltivazioni, al bestiame e alle specie acquatiche utilizzate nell'alimentazione umana: l'ac-

Il problema dell'antibiotico-resistenza è mondiale. A livello europeo, dal 2001, è stata diffusa una Strategia comunitaria contro la resistenza agli agenti antimicrobici (COM/2001/0333 def.).

L'alimentazione è un altro importante fattore legato alla salute umana, sul quale la biodiversità svolge un ruolo fondamentale.

²⁶ COM/2001/0333 def.

²⁷ http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/index_en.htm



L'agricoltura e l'allevamento, dipendono dalla biodiversità: la variabilità genetica delle varie specie animali e vegetali conferisce loro la capacità di resistere a eventuali stress ambientali e alle malattie.

cesso a una varietà appropriata di cibo nutriente rappresenta un determinante di salute fondamentale.

Una dieta sana, comprensiva di un adeguato apporto di nutrienti, è un'esigenza primaria per il normale sviluppo (fisico e mentale) del bambino e per il mantenimento dello stato di salute dell'adulto, perciò è necessario garantire la tutela di elevati livelli di biodiversità. L'intensificazione e l'aumento della produzione di cibo mediante irrigazione, l'uso di fertilizzanti e pesticidi o l'introduzione di varietà di colture e di modelli di coltivazione, oltre a influenzare la sicurezza chimica degli alimenti nel medio-lungo termine, comportano anche la riduzione della variabilità genetica delle varie specie animali e vegetali che conferisce loro la capacità di resistere ad eventuali *stress* ambientali e alle malattie ²⁸.

Coltivazioni di piante simili o addirittura identiche dal punto di vista genetico risultano molto più a rischio di coltivazioni che mantengono una buona variabilità genetica. Queste ultime hanno, infatti, una migliore possibilità di adattarsi e di sopravvivere in ambienti eterogenei le cui condizioni siano in continua fluttuazione, garantendo comunque produzioni sufficienti anche in caso di stagioni sfavorevoli. Al contrario, le monocolture geneticamente uniformi garantiscono un raccolto abbondante in condizioni ambientali favorevoli, ma possono subire un crollo notevole in condizioni subottimali o anomale. Ciò è generalmente dovuto al fatto che gli organismi patogeni si diffondono più facilmente e le epidemie tendono a essere più gravi quando le piante e gli animali ospiti sono più uniformi dal punto di vista genetico, numerosi e ammassati insieme (come nelle coltivazioni e negli allevamenti intensivi).

L'aumento di malattie nelle specie animali e vegetali comporta un maggior uso di fitofarmaci e antimicrobici che possono contaminare gli alimenti: in questo modo vengono a determinarsi ulteriori situazioni di sinergia tra fattori "favoriti" (es. aumento dell'uso di pesticidi e cambiamenti climatici) e rischi sanitari globali (es. resistenza agli antimicrobici).

Inoltre, la contaminazione chimica agisce anche sugli impollinatori naturali. Le connessioni esistenti tra biodiversità e sicurezza alimentare riguardano, infatti, anche il ruolo svolto dalle specie impollinatrici quali api, farfalle (e altre varietà di insetti), colibrì,

²⁸ Harvard Medical School, 2002



pipistrelli: circa un terzo delle coltivazioni mondiali dipendono da impollinatori naturali e un calo del loro numero, o peggio la loro estinzione, avrebbe gravi ripercussioni sull'agricoltura e di conseguenza sull'allevamento e sulla produzione alimentare.

Molte specie impollinatrici risultano attualmente a rischio a causa delle pressioni dell'uomo sull'ambiente e sulla biodiversità, quali la distruzione degli *habitat*, l'uso eccessivo di pesticidi e l'introduzione volontaria o involontaria di nuove specie.

A partire dal 2003 sono stati segnalati in Europa e in America gravi perdite di api da alveari. Nel 2006 è stato usato il termine *Colony Collapse Disorder* (CCD) per descrivere questo fenomeno caratterizzato dalla rapida perdita di una colonia di api.

Nel 2008, l'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) ha pubblicato un *report*²⁹ con l'intento di lanciare un sistema di sorveglianza riguardante:

- il monitoraggio dei livelli di residui chimici nel miele negli Stati membri;
- i programmi di monitoraggio di sorveglianza del collasso, dell'indebolimento e della mortalità delle api, attivi all'interno dell'UE;
- i dati sui livelli di produzione di miele negli Stati membri.

Nello stesso anno ISPRA³⁰ ha ospitato un *workshop* sullo spopolamento degli alveari. In questa occasione è stato evidenziato che le perdite di alveari, finora segnalate e direttamente riconducibili alla "sindrome da collasso o spopolamento", sono stimabili nell'ordine del 30-50% del patrimonio apistico nazionale, con oltre 40 milioni di euro/anno di perdite economiche.

Il rischio di contaminazione chimica è, infine, segnalato da molti ricercatori come un altro degli effetti dei cambiamenti delle temperature medie e dei *patterns* di precipitazione: siccità alterate e piogge violente e aumento delle temperature favoriscono infatti la diffusione di specie infestanti e patogene per le piante a cui seguono, inevitabilmente, un uso maggiorato di fitofarmaci e di nuove molecole di sintesi per le specie resistenti.

Dal 2003 sono stati segnalati in Europa e in America gravi perdite di api da alveari.

Le perdite di alveari sono stimabili nell'ordine del 30-50% del patrimonio apistico nazionale, con oltre 40 milioni di euro/anno di perdite economiche.

²⁹ *Bee Mortality and Bee Surveillance in Europe* (EFSA-Q-2008-428) - 11 August 2008

³⁰ Il fenomeno si stima abbia determinato 1 miliardo circa di euro/anno di perdite economiche globali; di queste 20 milioni/euro/anno interessano gli Stati Uniti d'America, 70 milioni/euro/anno la Cina, 500 milioni/euro/anno l'Europa e 40 milioni/euro/anno l'Italia (Fonte: FAO e Federazione Apicoltori Italiani)

http://www.apat.gov.it/site/it/IT/Rubriche/Eventi/2008/Gennaio/documenti_alveari.html



Circa 20.000 piante medicinali tradizionali sono a rischio di sovrasfruttamento e alcune rischiano l'estinzione.

Medicine, benessere e biodiversità

La variabilità genetica che contraddistingue i microrganismi, la flora e la fauna, reca importanti benefici alla biologia, alla farmacologia e alla salute umana tanto che, grazie allo studio e alla conoscenza della biodiversità, sono state realizzate significative scoperte sia in campo medico sia in campo farmaceutico³¹.

La tutela di specie importanti per la cura delle malattie riguarda non solo i farmaci naturali e la fitoterapia, ma moltissimi prodotti usati in medicina convenzionale o coloranti naturali usati nel comparto tessile, alimentare e salutistico.

In questo ambito la tutela della biodiversità ha quindi un triplice scopo: conservare il patrimonio necessario alla produzione di principi attivi terapeutici, ridurre l'esposizione a prodotti chimici di sintesi grazie alla preservazione della quantità e qualità dei prodotti naturali e, non ultimo, garantire i benefici terapeutici a quelle comunità rurali che si affidano principalmente alla medicina naturale per motivi economici o culturali.

In quest'ottica la biodiversità riveste un ruolo importante per la ricerca medica e la medicina tradizionale e moderna.

Si stima che circa 20.000 specie di piante medicinali tradizionali sono a rischio di sovrasfruttamento e alcune di esse rischiano l'estinzione: la perdita delle piante medicinali e del sapere medico legato a esse avrà così effetti negativi sulla ricerca scientifica e sulla salute, in particolare per popolazioni vulnerabili quali le comunità rurali.

Negli ultimi decenni sono state attuate a livello locale, nazionale e internazionale nuove strategie di conservazione delle piante, buona parte delle quali si concentrano sulla sopravvivenza delle singole specie. Secondo il BGCI (*Botanic Gardens Conservation International*)³², un gruppo fondato nel 1987 a Londra di cui fanno parte 2.500 istituti botanici con sede in 120 Paesi, la scomparsa di molte piante potrebbe danneggiare non solo la medicina naturale, ma anche quella tradizionale, perché più del 50% dei principi attivi che costituiscono i farmaci su prescrizione sono derivati da sostanze chimiche individuate in primo luogo in specie vegetali.

³¹ WHO <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity/en/print.html>

³² <http://www.bgci.org/>



A tale proposito la Convenzione sul commercio internazionale delle specie di flora e fauna selvatiche minacciate di estinzione (CITES, 2008) considera a rischio circa 15.000 delle 50.000/70.000 specie di piante utilizzate per scopi terapeutici, cosmetici o dietetici³³. Le piante con applicazioni terapeutiche sono tra le specie vegetali più utilizzate di ogni profumo naturale e circa 1/4 di tutte le piante conosciute sono usate per qualche scopo terapeutico³⁴. La medicina tradizionale basata sull'uso di sostanze naturali di origine vegetale e animale continua, quindi, a svolgere un ruolo essenziale per la cura della salute, in particolare modo per le cure di base. Si stima che essa venga usata dal 60-80% della popolazione mondiale e in alcuni paesi risulta ampiamente inclusa nel sistema sanitario nazionale³⁵. L'OMS, sin dal 2003, proprio per il crescente uso di specie vegetali per cure tradizionali, fitoterapiche o omeopatiche, ha redatto delle linee guida per disciplinarle e la loro raccolta³⁶ nell'ambito di un programma strategico, condotto *ad hoc*, sui rischi connessi all'uso di vegetali tossici e/o contaminati per scopi terapeutici e finalizzato a promuovere pratiche sostenibili. Attualmente, nonostante la disponibilità di farmaci di origine sintetica, persiste l'uso dei profumi naturali di origine vegetale, animale e microbica sia nella medicina sia nella ricerca e nell'applicazione biomedica. Alcuni di questi composti di origine naturale vengono, inoltre, utilizzati anche come struttura molecolare di base per la creazione di nuove molecole medicinali.

Le piante con applicazioni terapeutiche sono tra le specie vegetali più adoperate di ogni profumo naturale e circa 1/4 di tutte le piante conosciute sono usate per qualche scopo terapeutico.

³³ Hamilton, A. (2003); www.traffic.org/home/2008/5/19/therapy-for-medicinal-plants.html

³⁴ Stolton, S., N. Dudley and J. Randall (2008) *Natural Security: Protected areas and hazard mitigation*, WWF, Gland; Hamilton A., K. Dürbeck and A. Lawrence (2006); *Towards a Sustainable Herbal Harvest: A Work in Hand*, Plant Talk, 43: January 2006; Farnsworth, N.R. and D.D. Soejarto (1988); *Global Importance of Medicinal Plants, The Conservation of Medicinal Plants, Proceedings of an International Consultation*, Chiang Mai, Thailand, Cambridge University Press

³⁵ Harvard Medical School, 2002; WHO in <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity/en/print.html>

³⁶ WHO Traditional Medicines Strategy: 2002 - 2005. Geneva, World Health Organization, 2002; WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants (2003), <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s4928e/s4928e.pdf>



Farmaci di origine vegetale attualmente in uso:
Chinino, Morfina,
Paclitaxel (Taxol®).

Anche gli animali sono fonte di alcune sostanze utilizzate in medicina.

Alcuni molluschi marini producono una grande quantità di tossine peptidiche da cui sono ricavate alcune potenti sostanze farmaceutiche.

Sono diversi i farmaci di origine vegetale attualmente in uso. Tra questi si ricordano:

- *Chinino*: farmaco antimalarico isolato nel 1820, ricavato dalla corteccia di piante della varietà *Cinchona*, utilizzato in seguito come struttura di base per la sintesi di nuovi farmaci antimalarici come la cloroquina e la meflochina;
- *Morfina*: oppiaceo isolato nel 1816 dal *Papaver somniferum*, da cui sono state successivamente sviluppate una serie ulteriore di sostanze analgesiche oppiacee sintetiche;
- *Paclitaxel (Taxol®)*: agente chemioterapico appartenente al gruppo dei taxani, isolato nel 1969 dalla corteccia del *Taxus brevifolia*, sviluppato dal *National Cancer Institute* durante un programma di *screening* condotto su di un gran numero di piante. Può essere utilizzato come medicinale e impiegato per il trattamento di diverse neoplasie tra cui il carcinoma dell'ovaio, il cancro della mammella e il carcinoma polmonare non a piccole cellule.

È noto come il *Taxus brevifolia* fosse considerato, in passato, un prodotto di scarso valore commerciale del suo legname; ma successivamente è stato rivalutato dai ricercatori proprio per i suoi effetti benefici.

Appunto per questi motivi la conservazione di specie medicinali è di recente stata indicata come valore e "aggiunto" nella conservazione di aree protette e di giardini botanici³⁷.

Anche gli animali, sia vertebrati sia invertebrati, sono fonte di alcune sostanze utilizzate in medicina. Un esempio è rappresentato da alcune specie di rane che vivono nelle foreste dell'America Centrale e Meridionale, le cui secrezioni epidermiche contengono una serie di alcaloidi in grado di legarsi a diversi recettori presenti sulla membrana delle cellule nervose e muscolari e sono in grado di produrre un effetto analgesico molto maggiore di quello della morfina.

Un altro esempio è dato dai molluschi marini appartenenti alla famiglia dei *Conidi*. Questi gasteropodi producono una grande quantità di tossine peptidiche di cui solo una piccolissima parte è stata caratterizzata e studiata, ricavandone alcune potenti sostanze farmaceutiche, quali:

³⁷ Stolton & Dudley, WWF, 2010



- *Zicotonide (Prialt®)*: utilizzato nella terapia del dolore, è mille volte più potente della morfina, ma che a differenza di quest'ultima e di altri oppiacei non dà assuefazione;
- un agente *antiepilettico* ad ampio spettro, possibilmente utilizzabile per l'epilessia che non risponde ai normali trattamenti, ancora in fase di sperimentazione (I fase);
- un farmaco potenzialmente utilizzabile per prevenire la morte delle cellule nervose e per il trattamento della spasticità secondaria a danni al midollo spinale, anche questo ancora in fase di studio.

Nello specifico, dalla metà degli anni '80 sono stati identificati oltre 2.500 differenti composti chimici in specie marine sia vegetali sia animali³⁸.

Si ricordano anche le sostanze ad attività farmacologica isolate da microrganismi (batteri e funghi), quali gli antibiotici e i composti da essi successivamente derivati. Tra questi si ricordano la cefalosporina e la penicillina e gli altri antibiotici appartenenti ai betalattamici (e loro derivati); gli aminoglicosidi cui appartiene la streptomina; le tetracicline e le antracicline, di cui la più conosciuta è l'adriamicina.

Infine, molti composti di origine naturale vengono utilizzati soprattutto in agricoltura come pesticidi e insetticidi naturali di vario tipo.

Tra questi si ricordano:

- *Piretroidi*, isolati dal *Chrysanthemum cinerariaefolium* o piretro, hanno la particolarità di non concentrarsi sulla superficie delle acque. I prodotti della loro degradazione hanno una tossicità molto più bassa dei composti di origine, di conseguenza è più basso il rischio di accumulo e di contaminazione dell'ambiente;
- *Neem*, ricavato dall'albero di Neem, che fa parte della famiglia delle *Melicacee* (alberi del mogano). In India il *Neem* è utilizzato da generazioni anche come medicinale, ma a tale proposito non si hanno a disposizione dati tossicologici ufficiali.

Non va inoltre dimenticato l'uso di prodotti attivi naturali nella cosmesi e nell'igiene della persona. Anche questo è un mercato in aumento, nel nostro territorio nazionale, che contribuisce a mitigare l'esposizione a composti chimici di sintesi non esenti da rischi a lungo termine.

Molti composti di origine naturale vengono utilizzati soprattutto in agricoltura come pesticidi e insetticidi naturali di vario tipo. Tra questi si ricordano i Piretroidi e il Neem.

In Italia, il mercato della fitocosmesi è in aumento e contribuisce a mitigare l'esposizione a composti chimici di sintesi.

³⁸ Zakrzewsky, 2002; Donia & Hamann, 2003



Ad oggi non si è ancora in grado di comprendere i meccanismi attraverso i quali l'impatto di specie invasive può risultare rischioso per l'uomo se non per meccanismi diretti di tossicità e reazioni allergiche.

In Italia, allo stato attuale, si contano circa 1.023 specie vegetali alloctone, che rappresentano circa il 13,4% della flora italiana.

Specie invasive e salute

Un altro fattore perturbativo a livello ecosistemico che ha effetti diretti sull'alterazione della variabilità biologica è rappresentato dalle cosiddette specie aliene invasive, sia vegetali sia animali, ossia specie alloctone la cui diffusione, accidentale o volontaria, al di fuori del loro *habitat* naturale d'origine è divenuta una minaccia per la biodiversità dell'*habitat* in cui sono state introdotte. Ad oggi comunque non si è ancora in grado di comprendere i meccanismi attraverso i quali l'impatto di specie invasive può risultare rischioso per l'uomo se non per meccanismi diretti di tossicità (puntura diretta di specie di meduse invasive, alghe tossiche) e reazioni allergiche.

A causa delle condizioni climatiche favorevoli l'Italia è uno dei Paesi europei maggiormente interessati dal fenomeno delle specie aliene³⁹ e il Mediterraneo è il bacino europeo che conta il maggior numero di specie invasive. I risultati primari del progetto DAISIE⁴⁰ indicano che in Italia sono presenti circa 2.029 specie alloctone, delle quali le piante rappresentano circa il 50% del totale, seguite dagli invertebrati terrestri che costituiscono circa il 33%. Le specie marine sono quasi il 6%, quelle delle acque interne il 4,8%, i vertebrati terrestri il 3,6% e i funghi il 2,7%⁴¹.

In Italia, allo stato attuale, si contano circa 1.023 specie della flora vascolare alloctona che rappresentano il 13,4% della flora italiana. Di queste 163 sono di tipo invasivo e sono caratterizzate da un'alta velocità di diffusione⁴². L'elevata biodiversità del

³⁹ Verso la strategia nazionale per la biodiversità esiti del tavolo tecnico "L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: Proposte di gestione". MA TTM, marzo 2009

⁴⁰ DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories In Europe*), <http://www.europe-aliens.org>

⁴¹ Elaborazione ISPRA su dati tratti da DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories In Europe*), <http://www.europe-aliens.org> - agg. 2007; Non-native flora of Italy, Celesti-Grappo et al. (eds.), 2009

⁴² Celesti-Grappo L., Prati D., Carli E., Blasi C. (eds), 2009. *Non-native flora of Italy*. CD allegato a Celesti-Grappo L., Prati D., Carli E., Blasi C. (eds). *Plant invasion in Italy an overview* (2009). Thematic contribution to the National biodiversity strategy. MATTM-MDPN, SBI, Inter university Research Center "Biodiversity, Phytosociology and Landscape", Univ. "La Sapienza" - Department of Plant Biology, Rome



bacino mediterraneo, la costante introduzione di nuove specie e il lungo adattamento della flora all'impatto dell'uomo hanno reso le piante più resistenti alle invasioni: le specie introdotte dall'uomo a scopo alimentare e ornamentale restano per la maggior parte confinate alla coltivazione o comunque, se sfuggono alla coltura, restano confinate agli habitat antropizzati. Si distinguono dalle piante introdotte in modo accidentale le quali, per la maggior parte, sono erbacce e specie infestanti.

Tra le specie vegetali esotiche nocive per la salute troviamo l'*Ambrosia artemisiifolia*, un'asteracea di origine nordamericana, importata per la prima volta in Italia nel 1902 e appartenente alla famiglia delle *Compositae* (Figura 6.3). Per il rischio allergico che comporta, ormai da tempo questa pianta sta ricevendo grande attenzione nel nostro Paese, sia dal punto di vista sanitario sia legislativo.

Tra le specie vegetali esotiche l'Ambrosia è una pianta fortemente invasiva che attualmente si sta diffondendo in Europa centrale e nel nord Italia.



Figura 6.3: Ambrosia in piena fioritura⁴³

L'Ambrosia è una pianta fortemente invasiva che attualmente si sta diffondendo in Europa centrale e nel nord Italia.

⁴³ Fonte: http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/Ambrosia_artemisiifolia/Ambrosia.pdf Settore Fitosanitario Anna Angela Saglia



L'Ambrosia provoca forti allergie. Nei soggetti sensibilizzati causa riniti e gravi crisi asmatiche, a causa del polline o per il contatto diretto con l'infiorescenza.

L'Ambrosia è infatti una pianta fortemente invasiva che attualmente si sta diffondendo in Europa centrale e nel nord Italia. Dimostra una grande adattabilità e, grazie alla sua elevata competitività, cresce facilmente su terreni aridi e degradati che è in grado di colonizzare rapidamente. Le infiorescenze producono grandi quantità di polline che si diffonde trasportato dal vento. Il periodo tradizionale di germinazione della pianta è la fine di maggio, ma negli anni più recenti, a causa del cambiamento del clima che ha portato a un aumento della temperatura media, la germinazione è man mano anticipata alla fine di aprile. La fioritura inizia a luglio e la fioritura tardiva, protrandosi fino al mese di ottobre, prolunga nei soggetti sensibili le manifestazioni allergiche respiratorie stagionali dovute ad altri allergeni⁴⁴. L'Ambrosia causa, infatti, forti allergie e nei soggetti sensibilizzati provoca riniti e gravi crisi asmatiche, soprattutto a causa del polline, ma anche per il contatto diretto con l'infiorescenza⁴⁵.

Va sottolineato che l'incidenza delle allergopatie nelle aree urbane può aggravarsi anche in associazione all'inquinamento atmosferico, in quanto gli inquinanti possono aumentare e le risposte acute agli allergeni facilitando processi di infiammazione delle vie aeree. Inoltre le particelle di particolato più fine possono agire da "carrier", veicolando gli allergeni pollinici e favorendo, così, nell'ospite la produzione di anticorpi della classe IgE propri dell'allergia. In particolare, il biossido di azoto (NO₂) e l'ozono potrebbero modificare le proteine dei pollini, aumentando in questo modo

⁴⁴ Nel 2005 nella regione Piemonte è stato avviato da parte dell'Assessorato alla Tutela della Salute e Sanità il "Programma regionale di contenimento della diffusione di *A. artemisiifolia*".

In Lombardia per contrastare la crescita dell'Ambrosia sono state emanate numerose ordinanze comunali e regionali che obbligano, tra luglio e agosto, periodici interventi di manutenzione e pulizia dell'erba infestante nelle aree urbane, sia ai bordi/cigli strada e margini delle grandi opere e di viabilità in corso di costruzione, sia in aree di ambito agricolo, con l'esecuzione di almeno uno sfalcio entro la terza decade di agosto e di uno successivo entro la seconda decade di settembre e, se necessario, di ulteriori sfalci prima della maturazione delle infiorescenze. I dati sulla diffusione del polline dell'Ambrosia sono forniti dalla Rete di Monitoraggio Nazionale Pollinico coordinata da ISPRA. Sul sito RIMA (Rete Italiana Monitoraggio e Aerobiologico) <http://rima.siaq.it> è possibile consultare i bollettini regionali sui livelli di concentrazione dei pollini

⁴⁵ Cecchi et al., 2006



il potenziale allergico dei granuli. L'anidride carbonica, invece, potrebbe essere causa di maggior crescita delle piante e maggiore produzione di polline. Tale fenomeno è stato dimostrato anche per il polline di *A. artemisiifolia*⁴⁶.

Per quanto riguarda gli insetti, vi sono circa 450 specie introdotte accidentalmente o intenzionalmente nel nostro Paese: alcune sono di antica introduzione, come gli insetti delle derattori, mentre il numero di specie introdotte in epoche più recenti è notevolmente maggiore.

In particolare, con il commercio sono state introdotte 115 specie tra il 1945 e 1995, prevalentemente insetti fitofagi.

Preoccupanti dal punto di vista sanitario sono alcune specie di insetti che sono potenziali vettori di patogeni per la fauna e per l'uomo, o che sono potenziali serbatoi epidemici di patogeni virtualmente occasionali. Per controllare lo sviluppo e la diffusione dei vettori vengono periodicamente aggiornate dall'Istituto Superiore di Sanità le linee guida per la sorveglianza e il controllo e monitoraggio dei *Culicidi* (zanzare) di interesse sanitario [Zanzara tigre (*Aedes albopictus*) potenziale vettore di *Dengue - Chikungunya*⁴⁷- *idrofilaria*; *Culicidi* (*Culex*) indigene potenziali vettori di *arbovirus West Nile Disease* (WND)⁴⁸; *Culicoides imicola* potenziale vettore della *Blue Tongue Disease* (BTD)⁴⁹].

L'ingresso di specie aliene rappresenta un importante fattore di

Vi sono circa 450 specie di insetti introdotte accidentalmente o intenzionalmente nel nostro Paese.

In particolare, con il commercio sono state introdotte 115 specie tra il 1945 e 1995, prevalentemente insetti fitofagi.

⁴⁶ Wayne et al., 2002

⁴⁷ Il virus responsabile della Chikungunya appartiene alla famiglia delle *Togaviridae*, del genere degli *Alphavirus*. È trasmesso dalle zanzare e del genere *Aedes*, come *Aedes aegypti* (la stessa che trasmette la febbre gialla e la Dengue) ed è presente soprattutto in zone rurali, mentre è raro o addirittura assente in vicinanza dei centri abitati. Esso causa una malattia virale caratterizzata da febbre acuta e trasmessa dalla puntura di zanzare infette (nell'agosto 2007 sono stati notificati i primi casi autoctoni in Emilia-Romagna)

⁴⁸ Arboviriosi emergente in Italia a causa di una grave encefalomyelite del cavallo (l'ospite terminale), ma trasmissibile anche all'uomo da zanzare e comuni, prevalentemente appartenenti al genere *Culex*. Nell'ottobre 2008 in Emilia-Romagna è stata confermata la presenza del virus *West Nile* in 13 cavalli; in Provincia di Bologna è stato registrato il primo caso umano di malattia neurologica *West Nile*

⁴⁹ Arboviriosi di recente importazione in Italia, ma ormai sulla via dell'endemizzazione, è la malattia cosiddetta della "lingua blu" (*blue tongue*), responsabile di una malattia di esclusivo interesse veterinario che colpisce gli ovini, trasmessa da altri piccoli ditteri appartenenti al genere *Culicoides*



Negli ultimi decenni si è assistito anche a una proliferazione di specie di microalghe: la proliferazione si manifesta soprattutto nelle zone costiere, dove è maggiore l'apporto di nutrienti.

I casi più rilevanti dal punto di vista sanitario sono associati alla proliferazione dell'alga bentonica *Ostreopsis ovata*.

impatto anche per gli ecosistemi marini e d'acqua dolce. Nel Mediterraneo, il numero di specie alloctone è aumentato costantemente negli ultimi cento anni. L'introduzione delle nuove specie ittiche è avvenuta sia per cause antropiche (dispersione dagli impianti di acquacoltura, rilascio dalle acque di zavorra delle navi o trasporto sulle incrostazioni delle carene dei natanti per quanto riguarda le specie ittiche o bentoniche di piccole dimensioni), sia per diffusione dall'Oceano Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra o dal Mar Rosso attraverso il canale di Suez. Anche nelle acque dolci interne italiane sono state introdotte e si sono acclimatate numerose specie di pesci e crostacei con una notevole progressione soprattutto negli ultimi trent'anni. Ne sono un esempio il pesce siluro (*Silurus Glanis*) e la bondella (dall'Europa centrale e orientale), il pesce gatto punteggiato e il gambero di fiume americano (*Procambarus clarkii*) (dal Nord America), il pesce re (dal Sud America). L'introduzione di nuove specie è spesso dannosa per il delicato equilibrio dell'ecosistema: per ecosistemi acquatici già compromessi dall'antropizzazione del territorio, l'insediamento di nuove specie determina fenomeni di competizione, rendendo sempre più probabile l'estinzione di specie indigene, in particolare di quelle utilizzate per l'alimentazione umana.

Negli ultimi decenni si è assistito anche a una proliferazione di specie di microalghe come conseguenza di una maggiore pressione antropica: la proliferazione si manifesta soprattutto nelle zone costiere, dove è maggiore l'apporto di nutrienti (sali di fosforo e azoto, silicati, vitamine). In particolare, negli ultimi 10 anni si sono osservati numerosi episodi di fioriture algali causate da specie potenzialmente tossiche (*Coolia monotis*, *Fibrocapsa japonica*, *Prorocentrum lima*, *P. emarginatum*, *Amphidinium sp.*, *Dinophysis sp.*, ecc.). I casi più rilevanti dal punto di vista sanitario sono associati principalmente alla proliferazione dell'alga bentonica *Ostreopsis ovata*, una microalga appartenente al genere *Ostreopsis* distribuita essenzialmente nella zona tropicale e subtropicale, il cui periodo di fioritura è tra luglio e agosto. Essa produce palitossine che possono determinare intossicazione umana sia per via alimentare sia per via inalatoria. L'intossicazione alimentare avviene per ingestione di crostacei, pesci o molluschi contaminati e si manifesta con vomito, diarrea, dolori addo-



minali, spasmi muscolari e difficoltà respiratorie. L'uso ricreativo delle acque di balneazione è, altresì, associato a intossicazione per via area ed è conseguente all'inalazione di frammenti di alghe marine o tossiche. I sintomi si manifestano a distanza di 2-6 ore dall'esposizione e si caratterizzano per febbre elevata, dispnea, nausea, congiuntivite, lacrimazione, vomito e dermatite⁵⁰.

L'ISPRA in collaborazione con le ARP A ha attivato la linea di lavoro: "Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane"⁵¹ e, in collaborazione con il Ministero della Salute e altri Istituti di ricerca e le università, ha redatto le linee guida sulla "Gestione del rischio associato alle fioriture di *Ostreopsis ovata* nelle coste italiane"⁵². Altre microalghe potenzialmente tossiche sulla base dei risultati di test biologici⁵³ sono: *O. siamensis*, *O. lenticularis*, *O. heptagona*, *O. marseenensis*, *O. labens*.

Conclusioni

In un mondo che cambia a una velocità che spesso supera le capacità della scienza e del governo del territorio, occuparsi dei legami esistenti tra biodiversità e salute non soltanto comporta attività di prevenzione per i rischi infettivi, allergici, tossici e chimici, ma riguarda anche la comprensione dei rischi globali e locali che possono ricadere sia sulla sostenibilità sia sull'uomo. Le sfide sono tante ma, come primo passo, diviene urgente incorporare una visione integrata di ambiente e salute anche nelle ordinarie attività di monitoraggio e di studio, condotte dagli operatori di settore, nel campo della biodiversità.

È fondamentale la creazione di sinergie tra le diverse attività condotte su scala locale, promuovendone l'armonizzazione e il coordinamento su scala nazionale e assicurando la piena acces-

Diviene urgente incorporare una visione integrata di ambiente e salute anche nelle ordinarie attività di monitoraggio e di studio degli operatori di settore e nel campo della biodiversità.

⁵⁰ Il caso più eclatante di esposizione a *O. ovata* si è verificato nell'estate del 2005 a Genova, dove 240 persone hanno accusato sintomatologia acuta (febbre, faringodinia, tosse, dispnea, cefalea, nausea, rinorrea, congiuntivite, vomito e dermatite) dopo aver soggiornato in riva al mare

⁵¹ http://www.isprambiente.it/site/_files/Alghe_tossiche/protocolli_operativi_direttiva_alghe_tossiche.pdf

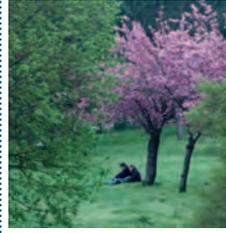
⁵² http://www.isprambiente.it/site/_files/Alghe_tossiche/Linee_guida_minsalute_ostreopsis.pdf

⁵³ Test di tossicità acuta su topo, di citotossicità e di emolisi



sibilità e integrazione delle informazioni raccolte. È, inoltre, necessario potenziare programmi collaborativi tra gli esperti di diversi settori di sanità e ambiente, al fine di costruire un'informazione volta anche a rafforzare le argomentazioni socio-economiche nell'ambito delle politiche di sostenibilità, sia locali sia nazionali, soprattutto in relazione ai rischi per i quali esistono evidenze ormai condivise e consolidate dalla comunità scientifica.

Inoltre, il monitoraggio, inteso come metodo e strumento di tutela della biodiversità, deve seguire un approccio sistematico in modo da evidenziare tempestivamente le variazioni e le minacce per le specie, le comunità o gli *habitat* sui quali è prioritario intervenire. Questo capitolo è rivolto specialmente agli esperti di settore e si propone di stimolare l'attenzione sull'importanza dei temi riguardanti l'alterazione dell'ecosistema e della biodiversità e, in particolare, su quegli aspetti per i quali non c'è ancora un'adeguata percezione delle loro implicazioni sia sanitarie sia ambientali, ma per i quali esiste un consenso scientifico ormai acclarato su meccanismi mediati da servizi ecosistemici, metodologie e rischi per la salute umana.



BOX DI APPROFONDIMENTO

Box 1: Servizi ecosistemici⁵⁴

Servizi di approvvigionamento (*provisioning services*): sono i servizi ecosistemici che descrivono la produttività materiale degli ecosistemi. Comprendono:

- *Cibo*: gli ecosistemi forniscono le condizioni utili alla produzione di cibo sia per gli habitat naturali che per gli ecosistemi agricoli gestiti dall'uomo.
- *Materie prime*: gli ecosistemi forniscono una grande varietà di materiali da costruzione e di carburanti naturali.
- *Acqua dolce*: gli ecosistemi forniscono di acqua dolce i bacini superficiali e le falde acquifere e sotterranee.
- *Risorse medicinali*: molte piante vengono utilizzate sia nella medicina tradizionale sia per l'industria farmaceutica.

Servizi di regolamentazione (*regulating services*): sono i servizi grazie ai quali gli ecosistemi agiscono da regolatori, controllando la qualità dell'aria e del suolo, o fornendo il controllo delle alluvioni e delle malattie. Comprendono:

- *Controllo del clima locale e della qualità dell'aria*: gli alberi forniscono l'ombreggiamento e rimuovono dall'atmosfera le sostanze inquinanti. Le foreste influiscono sulla piovosità.
- *Sequestro e accumulo del carbonio atmosferico*: durante la loro crescita alberi e piante rimuovono dall'atmosfera l'anidride carbonica trattenendola efficacemente nei propri tessuti vegetali.
- *Contenimento degli eventi estremi*: sia gli ecosistemi sia gli organismi viventi creano un effetto tampone contro eventi naturali come alluvioni, tempeste e frane.
- *Purificazione delle acque reflue*: i microrganismi presenti nel suolo e nelle zone umide degradano sia le sostanze di rifiuto animali e vegetali sia vari tipi di sostanze inquinanti.
- *Prevenzione dell'erosione e mantenimento della fertilità dei suoli*: l'erosione del suolo rappresenta un fattore chiave nel processo di degradazione del territorio e di desertificazione.

⁵⁴ Elaborazione ISPRA su dati tratti da: *The Economics of Ecosystems & Biodiversity-Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB, Annex 2*



- **Impollinazione:** circa 87 delle 115 principali varietà di coltivazioni mondiali dipendono dall'impollinazione animale, comprendendo alcune varietà importanti dal punto di vista economico come cacao e caffè.
- **Controllo biologico:** gli ecosistemi sono importanti nel controllo delle parassitosi e delle malattie veicolate da vettori.

Servizi per l'*habitat* o di sostegno (*habitat or supporting services*): supportano la maggior parte degli altri servizi. Gli ecosistemi forniscono lo spazio vitale e mantengono la varietà delle diverse fonti di cibo essenziali a piante ed animali. Questi servizi comprendono:

- Gli *habitat* per le specie: gli *habitat* forniscono tutto ciò di cui una pianta o un animale ha bisogno per sopravvivere. Le specie migratorie necessitano di *habitat* specifici lungo le loro rotte di migrazione.
- **Mantenimento della diversità genetica:** le diverse razze sono caratterizzate dalla variabilità genetica che fornisce le basi sia per *cultivar* localmente ben adattate sia per il pool genico utile allo sviluppo di nuove coltivazioni e razze di bestiame.

Servizi culturali (*cultural services*): comprendono i benefici non materiali che gli esseri umani ricavano dal contatto con gli ecosistemi, inclusi i benefici estetici, spirituali e psicologici.

- **Svago e salute psicofisica:** viene sempre più riconosciuto il ruolo dei paesaggi naturali e delle aree verdi urbane nella conservazione della salute psicofisica.
- **Turismo:** il turismo naturalistico fornisce considerevoli benefici economici e rappresenta una fonte vitale di reddito per molti paesi.
- **Apprezzamento estetico ed ispirazione per cultura, arte e design:** lungo tutto il corso della storia umana linguaggio, conoscenza e apprezzamento dell'ambiente naturale sono sempre state intimamente correlate.
- **Esperienza spirituale e percezione del luogo ("sense of place"):** la natura è un elemento comune a tutte le principali religioni e i paesaggi naturali costituiscono, a loro volta, l'identità locale e il senso di appartenenza.



Box 2: Perdita della biodiversità: pressioni e determinanti⁵⁵

Sull'insieme dei servizi ecosistemici agiscono, in modo più o meno rilevante, una serie di pressioni e di determinanti che nel complesso contribuiscono alla perdita della variabilità biologica. Di questi, i principali vengono attualmente raggruppati sotto l'acronimo HIPOC, dalle iniziali dei termini inglesi⁵⁶, e comprendono:

- perdita o alterazione dell' *habitat* (*Habitat loss or change*) : riferito alla perdita, alla frammentazione e alla degradazione dell'*habitat* stesso, conseguenti al cambiamento dell'uso del suolo (conversione a uso agricolo, sviluppo urbano, industriale e delle infrastrutture). Molti *habitat* stanno attualmente subendo un incremento della frammentazione a piccole aree, spesso ecologicamente isolate o troppo piccole per sostenere una popolazione sana e vitale;
- specie introdotte (*Introduced species*) o specie aliene invasive: specie alloctone la cui introduzione e/o diffusione al di fuori del loro habitat di origine rappresenta una minaccia per la biodiversità dell'*habitat* in cui sono state introdotte. È un problema che attualmente riguarda tutti i gruppi principali (animali, vegetali, funghi e microrganismi);
- inquinamento (*Pollution*): tra le sostanze inquinanti, la principale minaccia per la biodiversità è rappresentata soprattutto dal rilascio di nutrienti, in particolare azoto e fosforo. Tale problema deriva sia dalla ricaduta e dal deposito di azoto atmosferico sia dall'accumulo di composti azotati e fosfati (provvenienti da pratiche agricole e di allevamento) nei corpi acquiferi e nell'ecosistema marino. Una delle conseguenze più comuni a tale accumulo è il fenomeno dell'eutrofizzazione, per il quale l'aumento eccessivo della concentrazione di nutrienti nelle acque stimola la crescita abnorme di piante ed alghe ("*algal bloom*") con conseguente depauperamento dell'ossigeno e impoverimento del patrimonio vegetale ed animale;
- sovrasfruttamento (*Over-exploitation*): riferito all'utilizzo non sostenibile delle risorse naturali che avviene quando la raccolta

⁵⁵ EEA Technical Report – No 12/2010

⁵⁶ EEA, 2010a



supera la capacità riproduttiva delle specie animali e vegetali di origine selvatica. Continua a essere una delle maggiori minacce per la biodiversità, in quanto aumenta la vulnerabilità delle specie ad altri fattori di pressione quali inquinamento, cambiamento climatico e specie aliene. Nel sovrasfruttamento sono compresi la pesca intensiva, la gestione non sostenibile delle foreste, l'agricoltura intensiva e lo sfruttamento eccessivo delle risorse idriche;

- cambiamento climatico (*Climate change*): rappresenta, allo stato attuale, una fonte di stress aggiuntivo che va a insediarsi su di una sostenibilità ecosistemica già a rischio, in quanto aggrava gli impatti derivanti dagli altri fattori di pressione e crea problemi supplementari, molti dei quali non sono ancora stati oggetto di una sufficiente valutazione⁵⁷.

Box 3: Effetto diluizione, *infectious bites* e rischio infettivo

La diversità biologica esistente nelle specie dei vertebrati rappresenta anche un efficace sistema tampone per il rischio di trasmissione delle malattie all'uomo: questo fenomeno viene denominato "effetto diluizione"⁵⁸. Per molte zoonosi, incluse quelle veicolate da vettori, la specie ospite di riserva è più efficace per l'agente patogeno è quella specie (es. roditore) che abbia una popolazione abbondante, sia in grado di alimentarsi e una vasta porzione della popolazione del vettore del patogeno stesso (es. virus, batterio) e si trovi sia in comunità con scarsa presenza di specie diverse (biodiversità bassa) sia in comunità ricche di specie diverse (biodiversità alta). Nelle comunità con scarsa presenza di specie c'è una bassa disponibilità di ospiti alteri nativi che possa fornire cibo al vettore, di conseguenza c'è un'alta prevalenza di infezione e re-infezione nella popolazione del vettore stesso, in quanto questo si nutre molto più spesso di specie ospiti di riserva portatrici di una concentrazione molto alta di agenti patogeni. Questo meccanismo è responsabile, quindi, di un maggior rischio di contrarre l'infezione da parte della popolazione umana residente nell'area interessata da una

⁵⁷ Manley P., 2008; EEA, 2010a

⁵⁸ Harvard Medical School, 2002



bassa biodiversità. Al contrario, nelle comunità ricche di specie sono in genere disponibili molti ospiti alternativi (i cosiddetti “ospiti di diluizione”), non tutti portatori del patogeno, in grado di nutrirsi e il vettore senza necessariamente infettarlo, diminuendo così il rischio di diffusione della malattia agli esseri umani. Inoltre, nelle comunità ricche di specie aumenta anche la presenza di competitori e di predatori sia per le specie ospiti di riserva sia per i vettori; rinforzando così l'effetto diluizione sulla densità dei vettori infetti e, di conseguenza, sul rischio di esposizione umana alla malattia. Il modello dell'effetto diluizione sembra essere compatibile con alcune infezioni quali, ad esempio, la malattia di Lyme, la leishmaniosi cutanea e viscerale, la tripanosomiasi, il morbo di Chagas, alcune encefaliti trasmesse da zanzare. Anche per quanto riguarda la schistosomiasi si è osservato che, quando nell'*habitat* acquatico c'è un'abbondante varietà di specie di chioccioline d'acqua dolce che possono entrare in competizione con la chiocciola che funge da ospite per il parassita, si abbassa in proporzione il rischio di esposizione degli esseri umani alla parassitosi. A tale proposito, uno studio recente ha dimostrato che il rischio di trasmissione della malattia aumenta a seguito della diminuzione dell'abbondanza delle specie non ospiti (in questo caso di chioccioline acquatiche), anche se la densità della specie ospite resta costante⁵⁹.

La trasmissione dei patogeni non è sempre una funzione della densità delle specie ospiti: per esempio, il numero dei cosiddetti “punture infette” (*infectious bites*), trasmessi da vettori estremamente mobili come le zanzare, può essere indipendente dalle dimensioni della popolazione della specie ospite. In questi casi, se le specie ospiti non sono ottimali per lo sviluppo e la riproduzione del patogeno/parassita, la loro perdita può causare di riflesso un aumento della trasmissione, in quanto le specie non ottimali hanno appunto una scarsa capacità di trasmissione. In sostanza, la perdita della biodiversità può aumentare il rischio di trasmissione delle malattie infettive se le specie perse non sono ospiti dell'agente patogeno o se sono non ottimali per il ciclo vitale del patogeno stesso. Per gli agenti patogeni la cui capacità di trasmissione è funzione della densità delle specie ospiti, la perdita

⁵⁹ Keesing et al., 2010

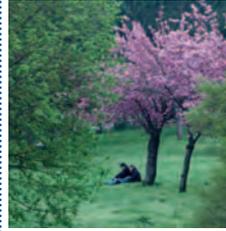


di biodiversità accresce il rischio infettivo quando favorisce l'aumento della densità delle specie ospiti ottimali. Alcuni studi dimostrano comunque che le specie perse più comunemente quando la diversità biologica delle comunità ecologiche declina, sono proprio quelle la cui presenza tende a ridurre/controllare la trasmissione dei patogeni⁶⁰.

Bibliografia

- Cecchi L., Morabito, M., Domeneghetti, M.P., Crisci, A., Onorari, M., Orlandini S., 2006. *Long-distance transport ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy*. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 96(1): 86-91.
- Cressey D., 2009. *Future Fish*. *Nature*, Vol. 458(26): pp. 398-400.
- EEA 2009. *Progress towards the European 2010 biodiversity target - indicator fact sheets*, EEA Technical Report NO 5/2009 in European Environment Agency. EU 2010 Biodiversity Baseline. EEA Technical Report - No 12/2010.
<http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline>
- Donia M., Hamann M.T., 2003. *Marine natural products and their potential applications anti-infective agents*. *The Lancet Infectious Diseases*, 3: 338-348.
- EEA, 2010a. *EU 2010 Biodiversity Baseline* in European Environment Agency, EEA Technical Report - No 12/2010.
<http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline>
- EEA, 2010b. <http://www.eea.europa.eu/articles/killer-slugs-and-other-aliens> in European Environment Agency. EU 2010 Biodiversity Baseline. EEA Technical Report - No 12/2010.
<http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline>
- EFSA, European Food Safety Authority, 2008. *Bee mortality and bee surveillance in Europe*. *The EFSA Journal* 154: 1-28.
http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/AMU_Technical_Report_Bees_EFSA-Q-2008-428_20083007_final,0.pdf?ssbinary=true

⁶⁰ Keesing et al., 2010



- FAO, 2007. *Climate change and food security: a framework document*. FAO, Interdepartmental Working Group on Climate Change.
- Gates M.C., Boston R.C., 2009. *Irrigation linked to a greater incidence of human and veterinary West Nile virus cases in US from 2004 to 2006* Prev. Vet. Med.
- Hamilton, A. (2003); *Medicinal Plants and Conservation: Issues and Approaches*, WWF UK and Press Release, from TRAFFIC, Bonn, Germany, 19 May 2008.
www.traffic.org/home/2008/5/19/therapy-for-medicinal-plants.html
- Harvard Medical School, 2002. *Biodiversity: its importance to human health*. Interim executive summary. Editor: Eric Chivian, M.D.
- ISPRA – *Cambiamenti climatici ed eventi estremi: rischi per la salute in Italia*. Rapporto 77/2007.
- ISPRA – *Cambiamenti climatici e salute: criticità e proposte progettuali per una strategia d'adattamento ambientale*. Rapporto 110/2010.
- Jones, K. et al. *Global trends in emerging infectious diseases*. Nature 451, 990–993 (2008).
- Keesing F., Belden L.K., Daszak P., Dobson A., Havel C.D., Holt R.D., Hudson P., Jolles A., Jones K.E., Mitchell C.E., Myers S.S., Bogich T., Ostfeld R.S., 2010. *Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases*. Review. Nature, Vol. 468 (Dec 2, 2010): pp. 647-652.
- Manley, P. 2008. *Biodiversity and climate change*. (May 20, 2008). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center
<http://www.fs.fed.us/ccrc/topics/biodiversity.shtml>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Stolton S., Dudley N., 2010. *Vital sites: the contribution of protected areas to human health*. Equilibrium Research, published for WWF.
http://assets.panda.org/downloads/vital_sites.pdf
- TEEB – *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policymakers, 2009*



<http://www.teebweb.org/ForPolicymakers/tabid/1019/language/en-US/Default.aspx>

The Wildlife Conservation Society – *The deadly dozen: wildlife diseases in the age of Climate Change*. 2008 www.wcs.org

Vittor A.Y., Pan W., Gilman R.H., Tielisch J., Glass G., et al., 2009. *Linking deforestation to malaria in the Amazon: characterization of the breeding habitat of the principal malaria vector, Anopheles darlingi*. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 81: 5-12.

Wayne P., Foster S., Connolly J. et al., 2002. *Production of allergenic pollen by ragweed (Ambrosia Artemisiifolia L.), increased in CO2-enriched atmospheres*. Annals of Allergy, Asthma & Immunology, Vol. 88, pp 279-82.

World Health Organization – *Biodiversity*

<http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity/en/print.html>

WHO *Traditional Medicines Strategy: 2002 - 2005*. Geneva, World Health Organization, 2002 (document WHO/EDM/TRM/2002.1).

WHO *guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants* (2003),

<http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s4928e/s4928e.pdf>

Zakrzewski P.A., 2002. *Bioprospecting or biopiracy? The pharmaceutical industry's use of indigenous medicinal plants as a source of potential drug candidates*. University of Toronto Medical Journal, 79:3.