



WWF

ITALIA



PANDEMIE, L'EFFETTO BOOMERANG DELLA DISTRUZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Tutelare la salute umana conservando la biodiversità

*“Là dove si abbattono gli alberi e si uccide la fauna,
i germi del posto si trovano a volare in giro
come polvere che si alza dalle macerie”.*

David Quammen (2012)

PANDEMIE, L'EFFETTO BOOMERANG DELLA DISTRUZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Tutelare la salute umana conservando la biodiversità

A cura di Isabella Pratesi

TESTI

Isabella Pratesi, Marco Galaverni, Marco Antonelli

REVISIONE SCIENTIFICA

Marco Galaverni, Gianfranco Bologna, Roberto Danovaro

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Eva Alessi per il progetto grafico

COPERTINA E INFOGRAFICHE

arimaslab srl

WWF ITALIA ONLUS

Via Po, 25/c - 00198 Roma - Tel. 06/844971

www.wwf.it

e-mail wwf@wwf.it

SOMMARIO

MESSAGGI CHIAVE.....	5
PERICOLO PUBBLICO NUMERO 1: IL CORONAVIRUS SARS-CoV-2	6
ALL'ORIGINE DEL SARS-CoV-2	7
DAGLI ANIMALI ALL'UOMO: ZONOSI E LORO IMPATTO	12
LE MALATTIE EMERGENTI: IN ATTESA DEL BIG ONE?.....	14
DAI DANNI AGLI ECOSISTEMI AI RISCHI PER LA NOSTRA SALUTE.....	17
LA PORTATA DELLA DISTRUZIONE DEGLI ECOSISTEMI NEL MONDO	19
DISTRUZIONE DELLE FORESTE E PANDEMIE.....	20
CASI STUDIO: COME IMPARARE DAGLI ERRORI DEL PASSATO	22
IL CASO DEL BELIZE.....	22
MALATTIE TRASMESSE DALLE ZECCH E DISTRUZIONE DEGLI HABITAT	22
SVEZIA: CAPRIOLI ED ENCEFALITE	22
MALARIA E DIVERSITÀ DELLE PIANTE.....	23
SCHISTOSOMIASI E SCOMPARS A DEI PREDATORI.....	23
HANTAVIRUS E BIODIVERSITÀ.....	23
SCOMPARS A DEGLI AVVOLTOI E AUMENTO DEI CASI DI RABBIA	24
VIRUS DI NIPAH	24
WILDLIFE TRAFFICKING, BUSHMEAT E PANDEMIE	24
COSA FARE	28
LE RISPOSTE NATURALI: L'EFFETTO DILUIZIONE E L'EFFETTO COEVOLUZIONE	29
LA NOSTRA RISPOSTA: PROTEGGERE LA NATURA E RICOSTRUIRE GLI ECOSISTEMI DEGRADATI.....	30

INTRODUZIONE

Molte delle cosiddette malattie emergenti - come Ebola, AIDS, SARS, influenza aviaria, influenza suina e oggi il nuovo coronavirus (SARS-CoV-2 definito in precedenza come COVID-19) non sono eventi catastrofici casuali, ma la conseguenza del nostro impatto sugli ecosistemi naturali.

L'uomo con le proprie attività ha alterato in maniera significativa i tre quarti delle terre emerse e i due terzi degli oceani, modificando a tal punto il Pianeta da determinare la nascita di una nuova epoca denominata "**Antropocene**".

Molte pandemie degli ultimi decenni hanno origine nei mercati di metropoli asiatiche o africane dove si riscontra il commercio illegale o incontrollato di animali selvatici vivi, di scimmie, di pipistrelli, di carne di serpente, scaglie di pangolini, e tanti altri rettili, mammiferi e uccelli. Si creano in questo modo pericolose opportunità per il contatto tra l'uomo e le malattie di questi organismi, offrendo il fianco allo sviluppo di vecchie e nuove zoonosi, ovvero di malattie infettive che possono essere trasmesse dagli animali all'uomo.

Nel report cercheremo di illustrare quali sono i collegamenti, in larga parte ancora poco noti, tra le nostre azioni sugli ecosistemi e la biodiversità e le conseguenze che queste hanno sulla diffusione di alcune malattie e quindi sulla salute pubblica, fino alle condizioni socio-economiche delle nostre società.

In questa prospettiva l'attuale pandemia di coronavirus SARS-CoV-2 che sta mettendo in seria crisi il mondo, offre lo spunto per un approfondimento del rapporto uomo e natura sempre più globalizzato.

MESSAGGI CHIAVE

- Virus, batteri, archea e altri microrganismi come protozoi e funghi svolgono un ruolo essenziale nei cicli biogeochimici della biosfera. Costituiscono il presupposto per la nascita e persistenza della vita sulla Terra che si è andata formando 3,8 miliardi di anni fa e sono nella stragrande maggioranza dei casi assolutamente innocui, anzi spesso essenziali per gli ecosistemi e la salute umana (basti pensare al microbioma umano o alle numerosissime simbiosi tra organismi e microbi);
- Alcuni di essi, in come batteri e virus patogeni o protozoi parassiti, possono tuttavia avere effetti negativi rilevanti sulla salute umana. E' questo il caso del coronavirus SARS-CoV-2 responsabile della pandemia in atto;
- In molti di questi casi, la loro origine deriva dalla trasformazione di questi patogeni, che permette loro il passaggio da animali selvatici all'uomo;
- Il passaggio di patogeni (come i virus) da animali selvatici all'uomo è facilitato dalla progressiva distruzione e modificazione degli ecosistemi dovuta alla penetrazione dell'uomo nelle ultime aree incontaminate del pianeta e al commercio, spesso illegale e non controllato, di specie selvatiche che, di fatto, determina un contatto intimo tra animali e i loro patogeni. Queste malattie emergenti possono avere un costo drammatico in termini di vite umane e forti impatti socio-economici;
- Il crescente impatto umano su ecosistemi e specie selvatiche, in combinazione con quello dei cambiamenti climatici globali, indebolendo gli ecosistemi naturali facilita la diffusione dei patogeni aumentando l'esposizione dell'uomo a tali rischi;
- Conservare la natura e restaurare gli habitat danneggiati rappresenta uno strumento essenziale per preservare la nostra salute e il nostro benessere.

PERICOLO PUBBLICO NUMERO 1:

IL CORONAVIRUS SARS-CoV-2

I Coronavirus sono una vasta famiglia di virus diffusi in molte specie animali, inclusi uccelli e mammiferi tra cui l'uomo, con cui spesso convivono in equilibrio.

Essi possono causare patologie di differente natura e gravità, che vanno dal comune raffreddore a malattie più gravi come la Sindrome respiratoria mediorientale (MERS, *Middle East Respiratory Syndrome*, apparsa per la prima volta in Arabia Saudita nel 2012) e la Sindrome respiratoria acuta grave (SARS, *Severe Acute Respiratory Syndrome*, apparsa per la prima volta nella provincia di Guangdong in Cina nel 2002).

Il virus responsabile dell'epidemia che sta attualmente interessando oltre 100 paesi del mondo, e che per questo è stata definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come pandemia, è un nuovo ceppo di coronavirus, che non aveva mai colpito prima l'uomo. L'OMS ha identificato il nome definitivo della malattia in COVID-19, abbreviazione per *CO*rona*V*irus *D*isease-2019. La Commissione Internazionale per la Tassonomia dei Virus (*International Committee on Taxonomy of Viruses - ICTV*) ha assegnato al virus che causa questa malattia il nome definitivo SARS-CoV-2 (Sindrome Respiratoria Acuta Grave - Coronavirus 2). Si tratta infatti di un virus simile a quello della già nota SARS, da cui si differenzia per due caratteristiche fondamentali, ovvero una maggiore contagiosità a fronte di una minore letalità.

L'infezione da nuovo coronavirus può causare sintomi lievi come raffreddore, mal di gola, tosse e febbre, oppure sintomi più severi quali polmonite, sindrome respiratoria acuta grave, insufficienza renale. Le persone più suscettibili alle forme gravi sono gli anziani e quelle con malattie pre-esistenti, quali diabete, malattie cardiache e respiratorie. La maggior parte delle persone (circa l'80% degli infettati) guarisce dalla malattia senza bisogno di cure ospedaliere. Tuttavia, una parte degli infetti da SARS-CoV-2 sviluppa difficoltà respiratorie, con complicazioni che possono risultare fatali¹.

¹<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-coronaviruses>

Il contagio da SARS-CoV-2 nell'uomo sembra aver avuto origine nel grande mercato di animali di Wuhan, nella provincia cinese di Hubei, e si è manifestato in modo palese nel dicembre 2019.

In realtà il mercato di Wuhan pare non essere stata l'unica fonte del contagio che, come suggerito da uno studio dell'università Zhejiang di Hangzhou², potrebbe anche essere avvenuta in altri luoghi. Le analisi delle sequenze di RNA del virus indicano che esistono due ceppi 'fratelli' del virus SARS-CoV2, chiamati Tipo I e Tipo II. Quest'ultimo, diventato predominante perché più contagioso, pare essere nato nel mercato di Wuhan, mentre il Tipo I non ha ancora un'origine chiara.

Ma qual è la sorgente di questi nuovi virus?

La comparsa di nuovi virus patogeni per l'uomo, precedentemente circolanti solo nel mondo animale, è un fenomeno ampiamente conosciuto come **spillover** (nell'uso corrente in ecologia e epidemiologia lo *spillover* - che si potrebbe tradurre come "tracimazione" - indica il momento in cui un patogeno passa da una specie ospita a un'altra, come ricorda il giornalista scientifico David Quammen nel libro che porta proprio questo titolo) e si pensa che possa essere alla base anche dell'origine del nuovo coronavirus.

Recenti studi³ dimostrano, infatti, la somiglianza tra il SARS-CoV-2 e altri coronavirus simili presenti in alcune specie di chiroteri, appartenenti al genere *Rhinolophus*, che potrebbero aver costituito il serbatoio naturale del virus⁴. Questi pipistrelli sono abbondanti e ampiamente presenti nella Cina meridionale e in tutta l'Asia, il Medio Oriente, l'Africa fino all'Europa. I chiroteri risultano tra gli ordini di mammiferi con più "familiarità" con i virus, probabilmente a causa di alcuni fattori biologici, quali la spiccata socialità che li porta, per il riposo o il letargo, a concentrazioni elevatissime (fino ad un milione di individui in un sito), la loro lunga storia evolutiva, che li ha portati a maturare con molti virus un legame di coabitazione coevolutiva, e la capacità di volare che li porta a diffondere e contrarre virus su aree molto estese. Le ricerche scientifiche svolte recentemente hanno rilevato un'elevata corrispondenza tra il genoma del SARS-CoV-2 umano ed il genoma di un coronavirus trovato in un pipistrello nella provincia cinese di Yunnan, sebbene si sia subito registrata una differenza tra le rispettive sequenze RBD (*Receptor Binding Domain*), ovvero la sequenza genetica che codifica i recettori che servono ai virus per legarsi alle cellule e penetrarvi. Questo ha portato a pensare che il virus del pipistrello, prima di arrivare all'essere umano, sia passato attraverso un ospite intermedio.

² Zhang, Yang, Zhang, Lin, 2020. Genomic variations of SARS-CoV-2 suggest multiple outbreak sources of transmission. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.02.25.20027953>

³ Lu *et al.*, 2020, Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*, 395, 565-574.

⁴ <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9>

Tale meccanismo è già stato osservato in passato, quando un virus, forse originatosi nei pipistrelli, si adattò ai dromedari e successivamente alle persone causando nella penisola arabica l'epidemia di MERS nel 2012. Nel 2002, la sindrome respiratoria acuta grave (SARS) comparve in un mercato cinese che vendeva "civette delle palme" (*Paradoxurus hermaphroditus*), che a discapito del nome è un mammifero viverride noto anche come *musang*.

Ancora non è certo quali specie animali abbiano fatto da ospiti intermedi nel caso del SARS-CoV-2, anche perché il mercato cittadino di Wuhan, dove si è evoluto il ceppo di Tipo II, commercializza e macella in loco animali selvatici vivi di numerose specie di uccelli e mammiferi.

Per capire l'evoluzione del virus e il suo passaggio attraverso diversi ospiti, bisogna sapere che ogni volta che il virus infetta un ospite, mescola il proprio patrimonio genetico con quello di altri virus presenti nell'ospite, si riproduce a spese della cellula che infetta e poi abbandona l'ospite, ma con un corredo genetico diverso. In questo modo analizzando il DNA o RNA del virus si può "tracciare" il suo passaggio attraverso diverse specie.

Secondo i ricercatori cinesi della *South China Agricultural University*, a facilitare la diffusione del nuovo coronavirus potrebbero essere stati i pangolini⁵. Il genoma di SARS-CoV-2 ha una corrispondenza tra l'85,5% e il 92,4% con quello del coronavirus ritrovato nei pangolini analizzati, troppo poco per essere sicuri che siano stati effettivamente l'ospite intermedio (le somiglianze al 99%, inizialmente segnalate in conferenza stampa dagli stessi ricercatori, si riferivano unicamente al RBD).

Tuttavia, l'ipotesi rimane aperta, dato che i pangolini sono intensamente commerciati illegalmente soprattutto per le scaglie di cheratina che ne ricoprono il corpo, che li rendono così ricercati. Infatti, la cheratina di cui sono composte, secondo antiche credenze, contrarie ad ogni evidenza scientifica, viene considerata curativa ed è purtroppo ancora utilizzata nella medicina tradizionale orientale. A questo si aggiunge il fatto che la carne di pangolino viene considerata da alcune comunità asiatiche e africane una vera e propria prelibatezza. Per questi motivi oggi il pangolino è divenuto l'animale più contrabbandato al mondo, con oltre 120 tonnellate di pangolini o loro parti sequestrate dal 2010 al 2015, lungo oltre 150 diverse rotte di contrabbando in oltre 60 Paesi in ogni continente⁶. La sottospecie cinese è declinata del 90% dal 1960, proprio a causa del commercio illegale.

Il commercio internazionale di pangolini è illegale dal 2016, quando una risoluzione della CITES⁷ (*Convention on International Trade of Endangered Species*), la Convenzione internazionale che regola il commercio delle specie animali e vegetali minacciate di estinzione, ha bandito qualsiasi tipo di commercio di parti o derivati

⁵ Mammiferi insettivori, le cui 8 specie esistenti, appartenenti alla famiglia dei Manidi, sono tutte a rischio estinzione secondo la IUCN (Lista rossa della IUCN - Unione Internazionale per la Conservazione della Natura).

⁶ Heinrich *et al.*, 2017. The global trafficking of pangolins: A comprehensive summary of seizures and trafficking routes from 2010-2015. TRAFFIC & IUCN.

<https://www.traffic.org/publications/reports/the-global-trafficking-of-pangolins/>

⁷ <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/69/E-SC69-57-A.pdf>

delle specie di pangolino esistenti. Purtroppo, il commercio illegale è ben lontano dall'essere fermato, ma misure come quelle adottate dalla Cina di restrizione al consumo di carni di animali selvatici potrebbero, in parte, limitarne la richiesta.

Nel frattempo, ulteriori ricerche⁸, condotte da un team dell'Università Campus Bio-Medico di Roma, suggeriscono invece che proprio nei pipistrelli venduti vivi e macellati nei mercati cinesi vi sia l'origine dell'epidemia, da cui si sarebbe trasmessa da animale a uomo e successivamente per via respiratoria tra gli umani, tramite fluidi, colpi di tosse, starnuti.

In definitiva, ad oggi non sappiamo ancora quale sia stata l'origine del SARS-CoV-2. L'unica certezza è che dietro la diffusione di questa nuova patologia si nasconde il commercio, spesso illegale, di animali selvatici vivi e di loro parti del corpo. Questa pratica è veicolo per vecchie e nuove zoonosi, ed aumenta il rischio di pandemie che possono avere grandissimi impatti sanitari, sociali ed economici su tutte le comunità coinvolte.

⁸ Benvenuto *et al.*, 2020. The 2019-new coronavirus epidemic: evidence for virus evolution. *BioRxiv*. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.01.24.915157>

I VIRUS

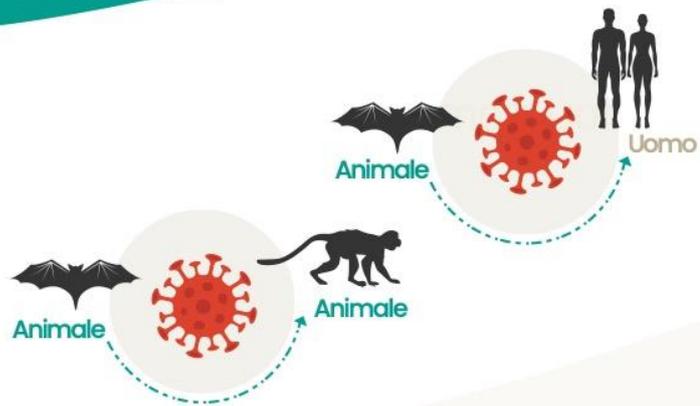
I virus sono organismi incredibilmente semplici: in pratica, del materiale genetico rivestito da una capsula proteica. Tuttavia le loro origini non sono chiare: sono considerati da alcuni biologi come vere e proprie forme di vita, poiché possiedono materiale genetico, si riproducono e si evolvono attraverso la selezione naturale. Tuttavia, i virus non sono in grado di riprodursi autonomamente, bensì necessitano sempre di una cellula ospite, che può essere rappresentata sia da animali sia da piante, funghi, batteri, o archeobatteri. Poiché possiedono alcune, ma non tutte le caratteristiche degli altri esseri viventi, i virus sono stati spesso descritti come "organismi ai margini della vita". Tuttavia, a livello ecologico, i virus svolgono un compito essenziale, regolando le popolazioni delle specie ospiti e garantendone l'equilibrio all'interno dei rispettivi ecosistemi.

I virus possono distinguersi in virus a DNA o RNA, a seconda del tipo di materiale genetico che contengono, possono contenere acidi nucleici a doppio o singolo filamento.

I virus a RNA, esattamente come il SARS-CoV2, sono un gruppo diversificato e importante di virus che comprende oltre 158 specie note che infettano l'uomo. Questi virus, condivisi principalmente tra i mammiferi – uomo incluso - e talvolta gli uccelli, sono considerati i virus più importanti nella trasmissione di zoonosi a causa della loro capacità di mutare più in fretta, evolversi, adattarsi a nuovi ospiti e sviluppare resistenza ai farmaci. Specialmente quando una cellula viene infettata da virus diversi, questi possono scambiarsi parte del materiale genetico dando origine ad un virus nuovo (**shift antigenico**). La promiscuità di specie, tipica di molti mercati del sud est asiatico, può favorire tali situazioni, andando perciò ad aumentare la probabilità di comparsa di nuovi virus in grado di infettare specie nuove come l'uomo, creando i presupposti per attuali e nuove pandemie. Esempi di virus a RNA particolarmente pericolosi includono HIV, SARS, Hendra, Nipah e MERS, per citarne alcuni.

Come tutti gli organismi sulla Terra, anche i virus cercano di massimizzare la propria sopravvivenza e capacità di riprodursi. Questo punto è cruciale per comprendere come un virus in equilibrio con la specie in cui si è evoluto non le provochi una letalità eccessiva, dato che la morte dell'ospite significherebbe il più delle volte la morte del virus stesso. Nel momento in cui avviene un cambiamento sostanziale del virus, che diventa così in grado di infettare una nuova specie, questo equilibrio viene meno. Nelle nuove specie ospite è facile che la letalità iniziale sia molto più alta, salvo poi assestarsi su livelli di equilibrio tra il patogeno e la specie ospite.

La strada della pandemia

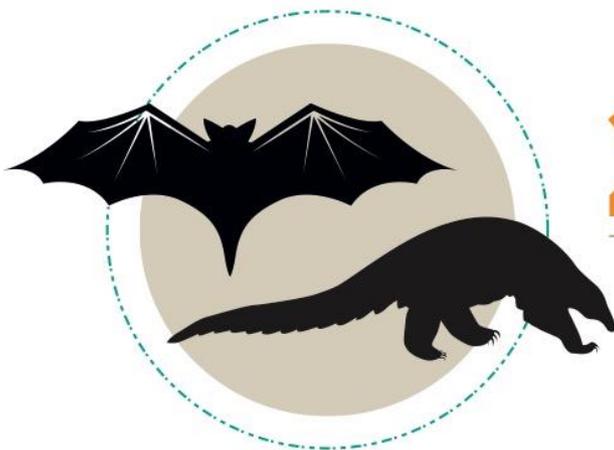


4. Salto di Specie

Trasmissione da animale ad animale,
da animale a uomo e da uomo a uomo

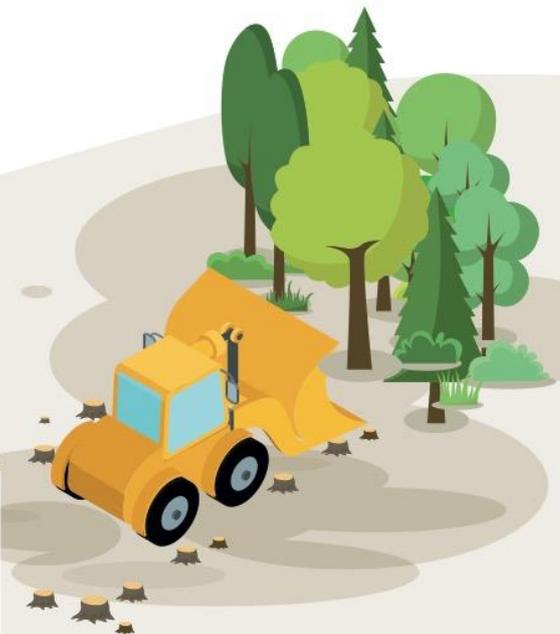
3. Mercati di animali

Affollamento e vicinanza fra specie



2. Prelievo e traffico di specie

1. Deforestazione



DAGLI ANIMALI ALL'UOMO: ZONOSI E LORO IMPATTO

Le malattie umane possono essere generate da una grande diversità di microrganismi, ma quelle che destano attualmente un maggiore interesse sono quelle di origine virale e soprattutto le zoonosi, anche dette malattie zoonotiche.

Con zoonosi si intendono tutte quelle malattie che si trasmettono dagli animali all'uomo. Queste malattie comprendono un gruppo eterogeneo di infezioni, che possono essere causate da virus, batteri, funghi, altri organismi o agenti proteici non convenzionali (prioni). Le zoonosi conosciute sono molto numerose - oltre 200 secondo l'OMS - e il loro studio costituisce uno dei settori di maggior interesse della medicina umana e veterinaria. Sono zoonosi la rabbia, la leptospirosi, l'antrace, la SARS, la MERS, la febbre gialla, la dengue, l'HIV, Ebola, Chikungunya e i Coronavirus, ma anche la più diffusa influenza, solo per citarne alcune.

Come per i virus, il momento in cui un patogeno passa da una specie ospite ad un'altra si chiama *spillover* ed è un evento ben definito nel tempo.

Il contagio può avvenire, a seconda dei casi, per contatto diretto, come per la rabbia, tramite altri organismi vettori, fra cui diversi insetti (es. zanzare) o altri artropodi (es. zecche), o altri veicoli di tipo ambientale e alimentare. Ovviamente per la nostra specie sono più pericolose quelle zoonosi che si trasmettono non solo dagli animali, ma che successivamente si adattano alla nostra specie consentendo, come per il virus Ebola, che la malattia si diffonda tra uomo e uomo. Le zoonosi che riescono a trasmettersi da umano a umano sono le più pericolose perché con miliardi di esseri umani che si assembrano, socializzano e viaggiano possono generare vere e proprie epidemie se non pandemie, favorite dalla crescente globalizzazione.

Tra tutte le malattie emergenti **le zoonosi di origine selvatica potrebbero rappresentare in futuro la più consistente minaccia per la salute della popolazione mondiale**⁹. Il 75% delle malattie umane fino ad oggi conosciute derivano da animali e il 60% delle malattie emergenti sono state trasmesse da animali selvatici. Le zoonosi causano ogni anno circa un miliardo di casi di malattia e milioni di morti ogni anno¹⁰.

Ma oltre alla portata sanitaria e alla conseguente mortalità dovuta a queste zoonosi, il cui valore è chiaramente incalcolabile, è tuttavia importante valutare anche l'impatto socio-economico. Ad esempio, a fronte di circa 9.000 persone infette, la perdita economica dovuta all'esplosione della SARS nel 2003 è costata all'economia globale circa tra i 30 e i 50 miliardi di dollari. Altre zoonosi, meno prese in considerazione dai media, come ad esempio l'echinococco, che viene trasmesso all'uomo dai cani e che ha alcuni ungulati come ospiti intermedi, costa ogni anno - in analisi e farmaci - ben 4 miliardi di dollari. Sappiamo inoltre che alcune malattie

⁹ Jones *et al.*, 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, doi:10.1038/nature06536

¹⁰ Morse *et al.*, 2012. Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *Lancet*, 380, 1956-1965.

causate da zoonosi contribuiscono drammaticamente alla povertà di alcune regioni del mondo.

Tabella 1: Principali zoonosi di origine virale registrate a livello mondiale negli ultimi 50 anni. Per ciascuna di esse sono indicati, ove noti o ipotizzati, il paese e la specie in cui si sono originate, gli eventuali ospiti intermedi e i relativi impatti stimati in termini di vite umane e costi economici¹¹.

ANNO	ZOONOSI	PAESE D'ORIGINE	SPECIE D'ORIGINE	OSPITE INTERMEDIO	VITTIME	IMPATTO ECONOMICO (Miliardi Di USD)
1976	Ebola	DRC	Chiroteri		14.693	> 10
1983-1986	HIV-1, HIV-2	Africa centrale	Primati		23-42 milioni ad oggi	
1999	West Nile	Uganda	Uccelli	Zanzare	2199 (USA)	
2002	SARS	Cina	Chiroteri	Civetta delle palme	774	40
2003	Influenza aviaria H5N1	Cina	Uccelli selvatici	Uccelli d'allevamento	861	40
2009	Influenza suina H1N1	Stati Uniti, Messico	Suini		429	45-55
2012	MERS	Arabia Saudita	Dromedari		858	10
2013	Influenza aviaria H7N9	Cina	Uccelli		616	6.5
2014	Ebola	Africa occidentale	Chiroteri		11.310	53
2014	Zika	Cile, Brasile	Zanzare			7-18

Tutto questo senza contare le tossinfezioni, ovvero quelle zoonosi di origine virale, batterica, fungina o animale trasmesse all'uomo attraverso gli alimenti, come quelle causati da *Salmonella* e *Campylobacter*, che colpiscono ogni anno milioni di persone, di cui centinaia di migliaia nella sola EU¹².

¹¹ http://apps.who.int/gpmb/assets/annual_report/GPMB_annualreport_2019.pdf;
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646195/EPRS_BRI\(2020\)646195_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646195/EPRS_BRI(2020)646195_EN.pdf); <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>

¹² <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/zoonoses-EU-one-health-2018-report.pdf>

LE MALATTIE EMERGENTI: IN ATTESA DEL BIG ONE?

Cinquant'anni fa, in seguito alla produzione e all'uso su larga scala di antibiotici e vaccini, sembrava che la battaglia contro le infezioni fosse stata vinta dall'uomo. Da allora, però, oltre ad aumentare la resistenza antibiotica tra gli agenti patogeni batterici, si è assistito ad un aumento dell'insorgenza di vecchie e nuove zoonosi, per lo più virali, trasmesse spesso dalla fauna selvatica, causando talvolta vere e proprie epidemie.

Secondo la definizione dell'OMS, le **malattie emergenti** sono quelle che in una certa popolazione compaiono per la prima volta o che erano già presenti ma sono in rapido aumento per numero di casi o diffusione geografica.

Il termine malattia emergente comprende nello specifico una di queste tre categorie:

- un agente infettivo conosciuto che compare in una nuova area geografica;
- un agente infettivo conosciuto (o un suo parente stretto) che compare in una specie finora insospettabile;
- un agente infettivo sconosciuto classificato per la prima volta.

Le **zoonosi emergenti** sono quelle che più preoccupano l'umanità perché compaiono ad un ritmo che non ha precedenti nella nostra storia umana e perché hanno un impatto importante sulla salute umana, sui sistemi sociali e quelli economici.

Secondo alcuni scienziati ci troviamo a fronteggiare una nuova situazione "epidemiologica" nella quale la globalizzazione, con i crescenti spostamenti di persone e merci e l'impatto ecologico si accompagnano a nuove malattie emergenti e all'insorgenza di vecchie malattie che si credevano sotto controllo. L'ovvia conseguenza è che la globalizzazione renda di fatto immediata a livello planetario la diffusione di un patogeno altamente infettivo come il Coronavirus.

Le nuove zoonosi emergenti sono al centro di un'intensa attività di ricerca nonostante il numero di persone effettivamente colpite sia ancora relativamente contenuto. Questa attenzione è probabilmente legata all'avversione della società umana verso ciò che non conosce, ma anche alla consapevolezza che prima o poi potrebbe svilupparsi nell'umanità un'epidemia di proporzioni catastrofiche, un vero e proprio "**Big One**". Si sta infatti diffondendo la consapevolezza che il peggior nemico dell'umanità potrebbe non essere una terza guerra mondiale, un'esplosione nucleare, o un fenomeno di terrorismo globale, ma piuttosto qualche virus straordinariamente efficace che, partendo da qualche territorio deforestato o da qualche animale selvatico venduto in un mercato asiatico, si diffonda tra gli uomini. D'altronde l'uomo ha già avuto a che fare con zoonosi che hanno determinato il corso della storia, come la peste bubbonica, trasmessa alla nostra specie dalle pulci di alcuni roditori (tra cui i ratti) e causata dal batterio *Yersinia pestis*, che nel Medioevo uccise un terzo della popolazione europea.

Tutto ciò può portare a scenari perversi in cui la paura della malattia può avere un impatto maggiore rispetto all'impatto diretto dell'epidemia stessa.

Un esempio lampante si è verificato in Africa Centrale, durante una recente epidemia causata dal virus Ebola, nel corso della quale si stima che siano morte più persone a causa della malaria, contratta per aver evitato le strutture sanitarie, dove temevano di poter prendere l'Ebola, che le migliaia di persone che sono morte a causa del virus stesso¹³.

¹³ Plucinski *et al.*, 2015. Effect of the Ebola-virus-disease epidemic on malaria case management in Guinea, 2014: a cross-sectional survey of health facilities. *Lancet*, 15 (9), 1017-1023.

LE PEGGIORI EPIDEMIE NELLA STORIA RECENTE

I costi in termine di vite umane ed economici delle principali zoonosi negli ultimi 50 anni e le specie serbatoio.

INFLUENZA STAGIONALE ANNUALE

Infetti
1.000.000.000
Morti
tra 123.000 e 203.000

SUINA H1N1
2009

Paese di Origine
USA MESSICO
Morti
429
Costi economici
45-55 mld. \$

EBOLA
1976

Paese di Origine
CONGO
Morti
14.693
Costi economici
10 mld. \$

MARBUNG
1967

Paese di Origine
UGANDA
Infetti
590
Morti
478
Mortalità
81%

MERS
2012

Paese di Origine
ARABIA SAUDITA
Morti
858
Costi economici
10 mld. \$

SAIRS
2002

Paese di Origine
CINA
Morti
774
Costi economici
40 mld. \$

H7N9-AVIARIA
2013

Paese di Origine
CINA
Morti
616
Costi economici
6,5 mld. \$

NIPAH
1999

Paese di Origine
MALESIA
Infetti
496
Morti
265
Mortalità
53%

H5N1-AVIARIA
2003

Paese di Origine
CINA
Morti
455
Costi economici
40 mld. \$

2019 COVID-19 IN CORSO

Paese di Origine
CINA
Infetti
132.536**
Morti
4.947**

* L'origine è ancora indeterminata
** Dati aggiornati al 13 marzo 2020



DAI DANNI AGLI ECOSISTEMI AI RISCHI PER LA NOSTRA SALUTE

È ormai assodato che gli ecosistemi naturali, che si tratti di foreste temperate o tropicali, di bacini fluviali o di zone umide costiere, di praterie o di torbiere, hanno un ruolo cruciale nel sostenere e alimentare la vita, compresa quella della nostra specie.

Recentemente approfondite ricerche hanno messo in relazione il ruolo importante dell'alterazione degli ecosistemi sulla nascita e diffusione di malattie infettive come le zoonosi.

Gli scienziati di tutto il mondo sono consapevoli che tra le cause della diffusione di **malattie infettive emergenti**, come Ebola, febbre emorragica di Marburg, SARS, MERS, febbre della Rift Valley, Zika e molte altre ancora, vi siano fattori importanti come la perdita di habitat, la creazione di ambienti artificiali, la manipolazione e il commercio di animali selvatici e più in generale la distruzione della biodiversità¹⁴.

La nostra azione distruttiva nei complessi equilibri dinamici della biosfera e il nostro intervento sugli ecosistemi - sul cui funzionamento conosciamo ancora assai poco - possono portare a conseguenze che hanno un impatto diretto sul nostro benessere e in particolare sulla nostra salute. Questo avviene attraverso alcuni semplici meccanismi:

- aumento dei siti di riproduzione dei vettori delle malattie;
- diffusione amplificata degli ospiti serbatoio;
- mantenimento in cattività di specie selvatiche a stretto contatto tra loro;
- trasferimenti di patogeni tra specie diverse;
- perdita di specie predatrici;
- cambiamenti genetici indotti dall'uomo di vettori di malattie o agenti patogeni (come la resistenza delle zanzare ai pesticidi o la comparsa di batteri resistenti agli antibiotici);
- contaminazione ambientale da parte degli agenti di malattie infettive.

Se da una parte la distruzione di habitat e di biodiversità crea condizioni favorevoli alla diffusione di malattie zoonotiche emergenti, dall'altra la creazione di habitat artificiali o più semplicemente di ambienti poveri di natura e con un'alta densità umana possono ulteriormente facilitarla.

In queste nuove condizioni determinate dall'uomo, vengono meno quegli equilibri degli ecosistemi, delle popolazioni e degli individui in grado di contrastare i microrganismi responsabili di alcune malattie.

Le periferie degradate e senza verde di tante metropoli tropicali ad esempio sono la culla perfetta per malattie pericolose e per la trasmissione di zoonosi, mentre la

¹⁴ Di Marco *et al.*, 2020. Sustainable development must account for pandemic risk. *PNAS*, 117 (8), 3888–3892, doi/10.1073/pnas.2001655117.

diffusione di sistemi d'irrigazione, canalizzazioni e dighe, permette la riproduzione di pericolosi vettori come le zanzare.

La complessa ma allarmante relazione tra distruzione degli ecosistemi (e dei meccanismi biologici che li regolano) e diffusione di malattie infettive può essere maggiormente compresa se si guarda ad una serie di casi specifici già illustrati nel primo rapporto mondiale sullo stato degli ecosistemi del mondo pubblicato nel 2005, patrocinato dalle Nazioni Unite, il **Millennium Ecosystem Assessment**¹⁵.

- In alcuni paesi tropicali, la diffusione dell'agricoltura intensiva con strumenti per l'irrigazione, come dighe e canali hanno portato ad una maggiore diffusione della schistosomiasi, in quanto i nuovi habitat artificiali permettono il proliferare di alcune lumache che fungono da serbatoio intermedio per il parassita responsabile (un trematode, ovvero piccolo verme piatto, del genere *Schistosoma*, che infetta circa 207 milioni di persone in tutto il mondo).
- La deforestazione ha aumentato il rischio di malaria in Africa e in Sud America. Questo è in larga parte imputabile allo stravolgimento degli equilibri ecologici che riducono la diffusione delle zanzare.
- Le risaie irrigate facilitano la riproduzione delle zanzare, che a loro volta diffondono malattie gravi come la malaria, la filariosi linfatica, l'encefalite giapponese e altre patologie.
- La frammentazione dell'habitat in Nord America, e la conseguente perdita di biodiversità, hanno aumentato la presenza di un gruppo di batteri (spirochete appartenenti al complesso *Borrelia burgdorferi*) che causano la malattia di Lyme, trasmessa all'uomo tramite il morso di una zecca infetta.
- L'utilizzo intensivo di farmaci nell'allevamento intensivo di bestiame ha portato alla comparsa di ceppi di *Salmonella*, *Campylobacter* e di *Escherichia coli* resistenti agli antibiotici.
- Pratiche zootecniche intensive possono facilitare lo *spillover* di agenti patogeni, portando a nuovi e pericolosi zoonosi, come la SARS e nuovi ceppi di influenza.
- L'urbanizzazione incontrollata delle aree forestali è stata associata a virus trasmessi dalle zanzare in Amazzonia e alla filariosi linfatica in Africa.
- Le aree urbane tropicali, con sistemi di approvvigionamento idrico carenti e la mancanza di riparo, favoriscono la trasmissione della pericolosa e assai diffusa febbre dengue.

Purtroppo, la nostra comprensione delle interazioni tra il cambiamento degli ecosistemi, la regolazione delle malattie e il benessere umano, è ancora limitata. Non solo conosciamo assai poco della diversità dei microrganismi presenti sul pianeta, ma dobbiamo ancora scoprire gran parte dei meccanismi che regolano la relazione tra queste e altre specie, fra cui in primis la nostra.

Capire meglio il funzionamento degli ecosistemi - e in particolare il loro ruolo nel difenderci dalla diffusione di malattie - è fondamentale per comprendere

¹⁵ www.millenniumassessment.org/en/index.html

l'importanza di proteggerli e gestirli meglio; evitando di dover successivamente correre ai ripari, ricostruendo e ripristinando equilibri e processi ecologici cruciali per la nostra salute che abbiamo distrutto.

LA PORTATA DELLA DISTRUZIONE DEGLI ECOSISTEMI NEL MONDO

Quel che è certo è che le attività umane stanno causando la disintegrazione dei vari ecosistemi naturali a un tasso che ha le caratteristiche del cataclisma. La crescente popolazione umana, che oggi ha quasi raggiunto gli 7,7 miliardi, e la rapida crescita del consumo pro capite di beni e servizi, che insieme determinano la crescente impronta ecologica dell'umanità, stanno alterando la copertura del suolo del pianeta, i fiumi e gli oceani, il sistema climatico, i cicli biogeochimici e il funzionamento degli ecosistemi. Con circa la metà delle foreste temperate e tropicali abbattute, quasi la metà della superficie terrestre priva di ghiaccio convertita in terreni coltivati o pascoli e più di 800.000 dighe che impediscono il flusso attraverso più del 60% dei fiumi del mondo, le alterazioni dell'uso del suolo e della copertura del suolo del nostro pianeta rappresentano alcuni dei cambiamenti più pervasivi che l'umanità abbia apportato ai sistemi naturali della Terra.

“Unprecedented”, ovvero senza precedenti, è l'aggettivo utilizzato nel 2019 dall'IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* dell'ONU) per definire l'azione distruttiva dell'uomo sulla natura. Il rapporto IPBES è il più autorevole e recente rapporto sullo stato della biodiversità planetaria. Secondo il report¹⁶, il 75% dell'ambiente terrestre e circa il 66% dell'ambiente marino sono stati modificati in modo significativo e circa 1 milione di specie animali e vegetali, come non si era mai verificato nella storia dell'umanità, rischiano l'estinzione.

Secondo i dati del **Living Planet Report** redatto dal WWF nel 2018¹⁷, **in poco più di 40 anni il pianeta ha perso in media il 60% delle popolazioni di vertebrati.**

Le emissioni di gas serra sono raddoppiate, provocando un aumento delle temperature medie globali di un grado 1°C rispetto all'epoca preindustriale, mentre il livello medio globale del mare è aumentato tra i 16 e i 21 centimetri dal 1900.

In 50 anni la popolazione mondiale è raddoppiata. Questi cambiamenti hanno provocato impatti diffusi in molti aspetti della biodiversità, a cominciare dalla stessa distribuzione delle specie, dando origine alla definizione di una nuova epoca geologica: l'Antropocene. I cambiamenti globali determinano un futuro incerto, non solo per la biosfera, ma per l'umanità stessa. C'è un ampio dibattito sulla capacità di un ambiente globale alterato di soddisfare le esigenze di una popolazione umana in continua crescita. La salute è una dimensione del benessere umano che ha ricevuto particolare attenzione in questa discussione.

¹⁶ IPBES, 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://ipbes.net/global-assessment>.

¹⁷ WWF, 2018. Living Planet Report - 2018: Aiming Higher. Grooten and Almond (Eds). WWF, Gland, Switzerland.

DISTRUZIONE DELLE FORESTE E PANDEMIE

Le foreste coprono il **31% delle terre emerse** del pianeta, costituiscono l'habitat per **l'80% della biodiversità terrestre** e, in varie forme e particolarmente grazie al processo della fotosintesi clorofilliana e all'assorbimento di CO₂, contribuiscono alla lotta al cambiamento climatico. Forniscono un'infinità di servizi alla vita sul pianeta, fra cui non ultimo la protezione della nostra salute.

Secondo i dati più recenti risulta che le foreste pluviali producono nel loro complesso oltre il 40% dell'ossigeno terrestre e la deforestazione è una delle principali cause del riscaldamento globale, poiché produce dal 12 al 20% delle emissioni di gas serra.

Ad oggi abbiamo perso quasi la metà della superficie forestale che abbracciava e proteggeva il nostro pianeta. Secondo uno studio si stima che all'inizio della rivoluzione agricola vi fossero sulla Terra circa 6.000 miliardi di alberi, mentre oggi ne restano circa 3.000 miliardi¹⁸.

I cambiamenti di uso del suolo e la distruzione di habitat naturali - come le foreste tropicali - sono considerati responsabili di circa la metà delle zoonosi emergenti¹⁹.

Le foreste tropicali non sono l'unico ambiente verso cui si sia rivolta la forza distruttiva della nostra specie, ma sono senz'altro il più ricco di vita e il più complesso. In questi ecosistemi si ritiene vivano milioni di specie in gran parte sconosciute alla scienza.

Tra questi milioni di specie ignote ci sono virus, batteri, funghi e molti altri organismi, molti dei quali parassiti. Ebola, Marburg, Lassa, il vaiolo delle scimmie, e il precursore dell'HIV sono un campione minuscolo della miriade di altri virus non ancora scoperti. Nella maggior parte dei casi sono parassiti benevoli che non riescono a vivere fuori del loro ospite. Oggi però la distruzione degli ecosistemi sembra avere tra le sue conseguenze la sempre più frequente comparsa di patogeni in ambiti più vasti di quelli originari.

Come scrive David Quammen: "Là dove si abbattono gli alberi e si uccide la fauna i germi del posto si trovano a volare in giro come polvere che si alza dalle macerie"²⁰.

I virus, soprattutto quelli il cui genoma è costituito da RNA, essendo facilmentesoggetti a mutazioni, si adattano bene e velocemente alle nuove condizioni e a nuovi ospiti.

¹⁸ Crowther T.W. *et al.*, 2015, Mapping tree density at a global scale, *Nature*, 525, 201-205.

¹⁹ Keesing *et al.*, 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468, 647-665; Loh *et al.*, 2015. Targeting Transmission Pathways for Emerging Zoonotic Disease Surveillance and Control <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26186515>

²⁰ Quammen D., 2014. Spillover. L'evoluzione delle pandemie. Adelphi. 608 pp, ISBN 8845929299

La distruzione delle foreste può quindi esporre l'uomo a nuove forme di contatto con microbi e con specie selvatiche che li ospitano.

Ad esempio, nelle foreste incontaminate dell'Africa occidentale vivono alcuni pipistrelli portatori del virus **Ebola**. Il cambiamento di uso del territorio come le strade di accesso alla foresta, l'espansione di territori di caccia e la raccolta di carne di animali selvatici (**bushmeat**), lo sviluppo di villaggi in territori prima selvaggi, ha portato la popolazione umana a un contatto più stretto con l'insorgenza del virus.

Similmente, l'ingresso in foreste un tempo intatte da parte di comunità umane, sempre in Africa, ha aumentato i contatti diretti o indiretti con serbatoi di malattie, portando ad un aumento di patologie come la **febbre gialla** (che viene trasmessa, attraverso le zanzare, da scimmie infette) e la **leishmaniosi**.

Anche l'**HIV** (*Human Immunodeficiency Virus*) si è adattato all'uomo a partire dalla variante presente nelle scimmie delle foreste dell'Africa Centrale. Raggiunto l'ospite umano si è potuto diffondere attraverso la trasmissione uomo-uomo, determinando così l'attuale diffusione globale dell'AIDS, che ha contato più di 35 milioni di morti ad oggi. Altri esempi più recenti di pandemie attivate dalla deforestazione e trasmesse da primati non umani sono la malaria delle scimmie, causata da diverse specie di plasmodi in Asia e in Sud America.

Tabella 2: Malattie emergenti e potenziali meccanismi di impatto delle attività antropiche legati a cambiamenti ecologici (fonte: Millennium Ecosystem Assessment, Chapter 14²¹)

PATOLOGIA	AREA GEOGRAFICA	NUMERO DI CASI OGNI ANNO	MECCANISMO DI SVILUPPO	FATTORI UMANI FACILITANTI
Malaria	Asia, America, Asia tropicali	350 milioni	Espansione di organismi vettori, invasione di nicchia ecologica	Deforestazione, progetti idrici
Schistosomiasi	Asia, America, Asia	120 milioni	Espansione dell'ospite intermedio	Irrigazione, costruzione di dighe
Dengue	Aree tropicali	80 milioni	Espansione degli organismi vettori	Urbanizzazione, cattive condizioni abitative
Rabbia	Aree tropicali	35.000 (morti)	Perdita di biodiversità, alterata selezione dell'ospite	Deforestazione, miniere
Morbo di Lyme	Nord America, Europa	23,763 (USA)	Riduzione predatori, perdita di biodiversità, espansione delle specie serbatoio	Frammentazione degli habitat
West Nile virus	Nord America, Eurasia	5.483 (media USA)	Invasione di nicchia ecologica	Viaggi internazionali, variabilità climatica
Ebola	Africa	-	Deforestazione, caccia	Deforestazione

²¹ <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.283.aspx.pdf>

CASI STUDIO: COME IMPARARE DAGLI ERRORI DEL PASSATO

IL CASO DEL BELIZE

Alcuni cambiamenti nell'uso del suolo influiscono direttamente sull'esposizione alle malattie. In Belize, per esempio, l'arricchimento dei nutrienti con azoto e fosforo provenienti dal deflusso agricolo a centinaia di chilometri a monte - in zone deforestate - provoca un cambiamento nel modello di vegetazione delle zone umide di pianura che favorisce il più efficiente vettore della malaria, *Anopheles vestipennis*, rispetto al meno efficiente vettore, *Anopheles albimanus*, portando ad una maggiore esposizione alla malaria tra le popolazioni costiere

MALATTIE TRASMESSE DALLE ZECHE E DISTRUZIONE DEGLI HABITAT

Le zecche sono tra tutti gli artropodi le responsabili della trasmissione del maggior numero di malattie. L'incidenza di malattie trasmesse da zecche, conosciute e nuove, continuano ad aumentare via via che l'uomo e i suoi animali domestici continuano ad occupare gli habitat della fauna selvatica. Più del 40% degli agenti patogeni trasmessi dalle zecche sono stati scoperti negli ultimi due decenni²².

In particolare, la **malattia di Lyme** è originata da un batterio, la *Borrelia burgdorferi*. Il batterio infetta le zecche, le quali possono trasmetterlo all'uomo e ad altri animali. Secondo alcune ricerche, il rischio per l'uomo di contrarre questa malattia è significativamente più alto in aree con una bassa diversità di vertebrati, come boschi di piccole dimensioni (più piccole di 2 ettari) e habitat intensamente frammentati²³.

SVEZIA: CAPRIOLI ED ENCEFALITE

Un altro caso interessante, che può farci meglio capire come l'intervento umano sugli ecosistemi possa portare a degli squilibri ecologici che hanno un effetto sulla nostra salute, è quanto si è verificato in Svezia. In questo paese la progressiva riduzione di caprioli (*Capreolus capreolus*) dovuta all'intervento umano ha portato ad un aumento dei casi di **encefalite TBE**, veicolata dalle zecche (TBE, ovvero *Thick-borne encephalitis*) negli ultimi decenni. Questo potrebbe avvenire perché il capriolo è un ospite importante per tutti gli stadi di sviluppo della zecca vettore. La progressiva scarsità di ospiti (dovuta a fattori umani) avrebbe spinto le zecche a colonizzare le arvicole, che sono dei roditori portatori sani di TBE e che, avendo una popolazione in crescita e molto più numerosa dei caprioli, hanno facilitato la trasmissione del patogeno all'uomo²⁴.

²² Eisen *et al.*, 2017. Tick-Borne zoonoses in the United States: Persistent and emerging threats to human health. *ILAR J.*, 1-17.

²³ Brownstein *et al.*, 2005. Forest fragmentation predicts local scale heterogeneity of Lyme disease risk. *Oecologia*, 146, 469-475.

²⁴ McMahon, Morand, Gray, 2018. Ecosystem change and zoonoses in the Anthropocene. *Zoonoses and public health*, 65, 755-765.

MALARIA E DIVERSITÀ DELLE PIANTE

La deforestazione, la frammentazione e la distruzione degli habitat riducono la diversità della presenza delle specie di piante. Questi fattori determinano effetti sulla presenza, abbondanza e distribuzione delle zanzare, aumentando in questo modo il rischio di trasmissione della **malaria**²⁵. Nell'Amazzonia peruviana i siti deforestati, confrontati con foreste ancora integre, presentano una maggiore densità di *Anopheles darlingi*, la più efficiente tra le zanzare locali nel trasmettere la malaria²⁶.

SCHISTOSOMIASI E SCOMPARSA DEI PREDATORI

La **schistosomiasi** è una malattia causata da vermi piatti del genere *Schistosoma*. Si tratta di una parassitosi, la cui diffusione è legata anche alla scomparsa di predatori. Questo parassita entra nel corpo umano attraverso il contatto della pelle con le larve che vivono in ambiente acquatico. Questi vermi si riproducono in un ospite intermedio costituito da alcune lumache acquatiche. Nel Malawi, la pesca insostenibile e la progressiva scomparsa dei pesci che si nutrono delle lumache hanno portato ad una grande diffusione dei vermi parassiti²⁷. Ogni anno nel mondo sono 200 milioni le persone che si ammalano di schistosomiasi con oltre 10.000 vittime²⁸.

HANTAVIRUS E BIODIVERSITÀ

Gli hantavirus sono un genere di virus, il cui serbatoio è costituito da roditori presenti in Europa, Asia e Americhe, che possono causare sindromi polmonari e renali emorragiche. La trasmissione tra i roditori avviene con morsi e graffi, mentre l'uomo può infettarsi attraverso le urine e le feci dei roditori. Nel continente americano gli hantavirus causano importanti malattie polmonari con un tasso di mortalità del 37%²⁹. Alcune ricerche confermano che diversi fattori, fra cui la distruzione della biodiversità, concorrono all'insorgenza di queste malattie. I ricercatori hanno infatti constatato che un'alta diversità tra le specie di roditori mantiene più bassa la popolazione di quelle specie che sono portatrici dei virus e, di conseguenza, il numero delle infezioni all'uomo³⁰.

²⁵ Yasuoka & Levins, 2007. Impact of deforestation and agricultural development on Anopheline ecology and malaria epidemiology. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 76, 450-460.

²⁶ Vittor *et al.*, 2006. The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian amazon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 74, 3-11.

²⁷ Stauffer *et al.*, 2006. Schistosomiasis in Lake Malawi: Relationship of Fish and Intermediate Host Density to Prevalence of Human Infection. *EcoHealth*, 3, 22-27.

²⁸ Sayed *et al.*, 2008. Identification of oxadiazoles as new drug leads for the control of schistosomiasis. *Nature Medicine*, 14, 407-412.

²⁹ Centers for Disease Control & Prevention. 2004. Case Information: Hantavirus Pulmonary Syndrome Case Count and Descriptive Statistics Atlanta, GA: Centers for Disease Control & Prevention.

³⁰ Suzan *et al.*, 2009. Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased Hantavirus prevalence. *PLoS One*, 4(5): e5461. doi: 10.1371/journal.pone.0005461.

SCOMPARSA DEGLI AVVOLTOI E AUMENTO DEI CASI DI RABBIA

Un esempio lampante di come la scomparsa di biodiversità possa contribuire alla diffusione di certe zoonosi ci arriva anche dall'India. In questo paese nel secolo scorso scomparvero gli avvoltoi, uccisi dal Diclofenac, un potente antinfiammatorio utilizzato negli allevamenti, che permaneva nelle carcasse di cui si alimentavano i rapaci. Alla scomparsa degli avvoltoi fece seguito una rapida insorgenza di casi di rabbia nella popolazione umana; questo perché le carcasse non "smaltite" dagli avvoltoi avevano consentito un rapidissimo aumento della popolazione di cani inselvaticati, che costituiscono il principale vettore di rabbia per l'uomo.

VIRUS DI NIPAH

Nel 1999 il virus di Nipah si propagò in Malesia diffondendo il panico e creando un serio danno all'economia locale. Il virus infatti si trasmette all'uomo tramite contatto con maiali o pipistrelli, causando infezioni respiratorie acute o encefalite, con letalità superiore al 40%. Una volta isolato nei laboratori, questo virus risultò essere completamente nuovo alla scienza. Successive ricerche hanno dimostrato che lo stesso virus aveva vissuto per anni, se non per secoli, nei pipistrelli frugivori senza provocare nessun danno. I fattori che lo hanno scatenato, sono legate alla distruzione dell'habitat, agli eventi climatici e l'espansione dell'agricoltura industrializzata³¹.

WILDLIFE TRAFFICKING, BUSHMEAT E PANDEMIE

Il commercio di specie selvatiche e il diretto contatto con parti di animali attraverso lo scambio di liquidi, o altro, espone l'uomo al contatto con virus o altri agenti patogeni di cui quell'animale può essere un ospite.

L'uccisione illegale di animali selvatici a scopo alimentare viene sempre di più considerata, dal mondo scientifico e conservazionista internazionale, una delle maggiori cause di declino delle popolazioni animali fuori e dentro le foreste, in particolare in quei paesi dove l'instabilità politica si riflette anche sulla instabilità dei sistemi di gestione e controllo delle proprie risorse.

È comprovato che il contatto con specie selvatiche come pipistrelli, civette delle palme, scimmie e altri animali (prevalentemente uccelli e mammiferi) può portare all'insorgere e contribuire alla diffusione di gravi zoonosi. Non a caso le ricorrenti esplosioni di epidemie di Ebola sono spesso collegate al consumo di *bushmeat* contaminata (carne di scimmie).

³¹ Brown, 2004. Emerging zoonoses and pathogens of public health significance – an overview. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 23, 435-442.

In molte aree del mondo, vengono cacciati a fine alimentare le più svariate specie animali, dai rettili ai pangolini, dalle antilopi agli ippopotami, per arrivare drammaticamente alle grandi scimmie come gli scimpanzé e i gorilla.

Il **bushmeat** viene consumato direttamente nelle foreste, ma anche trasportato nelle campagne e nelle città. In alcuni casi, quelle che vengono considerate prelibatezze, come purtroppo la carne di scimmia, seguono delle vere e proprie rotte di commercio illegale che arrivano in paesi lontani.

La costante crescita della popolazione nei paesi dove scarseggiano alcune risorse alimentari (come quelle proteiche) e dove il divario economico tra le diverse classi sociali non consente a tutti di potere disporre delle risorse disponibili, gli animali selvatici costituiscono sempre più una fonte alimentare ed economica di importanza vitale. La fauna selvatica, tuttavia, oltre che una risorsa di proteine può trasformarsi anche in una facile fonte di guadagno e di scambio commerciale.

Il consumo di *bushmeat* nel mondo è in drammatica crescita in molte parti del mondo.

Nelle diverse ricerche realizzate dal network dell'ufficio TRAFFIC³² emergono dati drammatici circa il consumo di *bushmeat*: si è calcolato che in un solo distretto del Kenya circa l'80% delle famiglie consuma in media 14,1 kg di *bushmeat* al mese, mentre in una zona rurale del Botswana il 46 % delle famiglie ne consuma circa 18,2 kg. Solo in Centrafrica se ne consuma da 1 a 3,4 milioni di tonnellate all'anno.

Sembra inoltre esistere una relazione inversa tra reddito del nucleo familiare e consumo di *bushmeat*: minore è il reddito, maggiore il consumo. Invece nelle zone urbane la carne selvatica viene preferita per il sapore e il suo prezzo è maggiore della carne domestica e quindi sono le famiglie a reddito più alto a farne maggiore consumo. Questo vale anche per alcune comunità africane trasferitesi all'estero, le cui abitudini alimentari sostengono un ricco mercato illegale anche fuori dai paesi d'origine.

Ma il commercio e il consumo di *bushmeat* è lungi dall'essere una pratica esclusivamente africana: molti altri paesi nel mondo (Cina inclusa) consumano *bushmeat*. Per averne un'idea basti pensare che ogni anno solo in Perù vengono cacciate e consumate 28.000 scimmie. In Indonesia oltre a scimmie e altri mammiferi selvatici vengono catturate ed esportate 25 tonnellate di tartarughe.

Così come la caccia e il consumo di *bushmeat* pone dei serissimi rischi alla salute umana, altrettanto succede con l'assai diffuso commercio di fauna selvatica o di loro parti: il **wildlife trafficking**. Il commercio di fauna selvatica o di parti di specie animali e vegetali non è solo una causa primaria di perdita di biodiversità (si pensi solo al commercio illegale di corno di rinoceronte o di scaglie di pangolino), ma può essere un importante meccanismo di diffusione di zoonosi.

³² TRAFFIC è un programma congiunto di WWF e IUCN - l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura <https://www.worldwildlife.org/initiatives/traffic-the-wildlife-trade-monitoring-network>

Lungo le strade commerciali che collegano tra loro continenti e paesi lontani, viaggiano animali selvatici di ogni tipo, amplificando potenzialmente la diffusione di patogeni.

In alcuni casi le specie selvatiche vengono allevate per il commercio. Ciò non toglie che in assenza di adeguati controlli, come in tanti allevamenti clandestini o a conduzione familiare, questi animali possano essere pericolosi per la salute umana.

Nei paesi in via di sviluppo, ma anche in quelli più sviluppati, esistono diversi mercati che offrono animali vivi.

Gli animali allevati o selvatici hanno un potenziale enorme di trasmettere virus. Possono infatti graffiare, defecare, urinare, tossire, contaminandosi tra loro o, in maniera più preoccupante, contaminare l'uomo. Per di più, la stretta vicinanza di specie diverse facilita la ricombinazione genetica tra virus diversi e con essa lo *spillover*, ovvero la capacità di infettare nuove specie.

Il virus della SARS - che nel 2002-2003 ha causato più di 800 morti ed è costato più di 80 miliardi di dollari a livello globale - è emerso dai pipistrelli, è passato alle civette delle palme (un mammifero viverride) e, in ultima analisi, ha infettato le persone nei mercati di animali vivi della Cina meridionale.

Ugualmente, come abbiamo visto, si sospetta che la recente epidemia di Coronavirus sia scoppiata in uno dei tanti mercati cinese, dove vendono animali selvatici tra cui i pipistrelli frugivori e altre specie selvatiche.

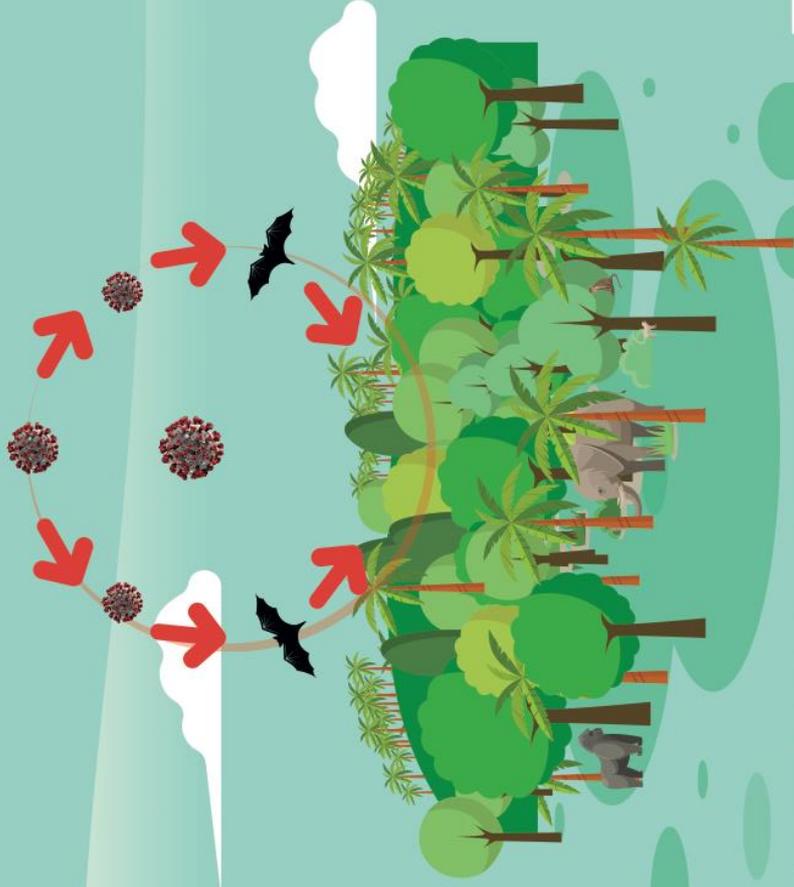
Il WWF da sempre combatte il commercio illegale di specie selvatiche, che costituisce nel mondo il quarto mercato criminale più importanti e diffuso. Le Nazioni Unite hanno valutato che il business generato da questo fenomeno, che comporta la perdita di biodiversità e aumenta il rischio di pandemie, genera un indotto compreso tra i 7 e i 23 miliardi di dollari l'anno³³.

La recente decisione della Cina di vietare sul proprio territorio nazionale il commercio di animali vivi a scopo alimentare rappresenta una scelta di fondamentale importanza, ma ancora non sufficiente.

Ancora una volta, l'uomo si trova a dover fronteggiare con colpevole ritardo una pandemia favorita dalle sue stesse azioni che avrà costi enormi sia in termini di vite umane che a livello sociale ed economico.

³³ <https://www.traffic.org/about-us/illegal-wildlife-trade/>

Foreste: Il nostro Antivirus



Foresta Integra

I VIRUS SONO IN EQUILIBRIO
CON L'AMBIENTE
E LE DIVERSE SPECIE



Foresta Degradata

I VIRUS INCONTRANO
NUOVE SPECIE
E SI DIFFONDONO
GENERANDO EPIDEMIE

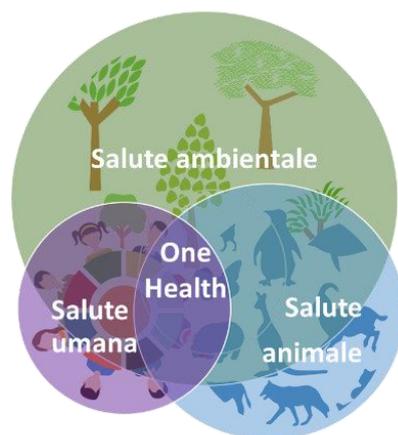


COSA FARE

Per controllare o prevenire le zoonosi, l'uomo ha spesso puntato a ridurre le popolazioni di specie ospiti o vettori (ovvero gli animali che, come le zanzare, trasportano gli agenti della malattia). In molte parti del mondo sono stati realizzati sistemi drastici e ad altissimo impatto, come l'uso sfrenato di insetticidi. Un esempio recente è stato l'utilizzo del DDT contro la malaria. Questo tipo di interventi ha mostrato diversi limiti tra cui:

- la resistenza acquisita di insetti e altri vettori (come ad esempio le zecche) agli insetticidi e altre sostanze chimiche;
- il cambiamento impreveduto nell'ecologia delle popolazioni ospiti;
- l'impatto su specie non target (ovvero specie selvatiche assolutamente innocue per l'uomo e di fondamentale importanza per il funzionamento degli ecosistemi);
- le conseguenze negative, e spesso inaspettate, sugli ecosistemi (si pensi solo al DDT che ancora permane in molti ambienti);
- l'impatto socio-economico, quando si tratta di abbattere animali d'allevamento, vedi i polli nel caso dell'influenza aviaria.

Per questo nell'ultimo decennio si è affermato sempre più, a livello globale, l'approccio "**One Health**", che riconosce come la salute degli esseri umani sia strettamente legata alla salute degli animali e dell'ambiente. Un concetto strategico, formalmente riconosciuto da tanti organismi delle Nazioni Unite dall'UNEP, all'UNDP, dalla OMS alla FAO, all'Organizzazione Mondiale per la Salute Animale (OIE), alla Commissione Europea, a Istituti di ricerca di tutto il mondo, ONG e altri enti. **One Health** identifica un concetto olistico di salute delle persone, degli animali, delle piante, degli ambienti di vita e lavoro e degli



ecosistemi, promuovendo l'applicazione di un approccio multidisciplinare e collaborativo per affrontare i rischi potenziali o attivi che hanno origine dall'interfaccia tra ambiente di vita e lavoro, popolazioni animali ed ecosistemi.

Per rendere davvero efficace l'approccio "One Health" occorre stabilire una migliore e sistematica interazione tra i gruppi professionali con una maggiore

competenze a riguardo, in particolare tra medici e veterinari, epidemiologi, ecologi ed esperti faunistici, ma anche sociologi, economisti, giuristi.

Solo riconoscendo che la nostra salute e il nostro benessere sono strettamente collegati a quelli della natura che ci ospita, possiamo garantire la nostra specie dagli effetti più nefasti delle pandemie.

Una via d'azione efficace e sostenibile dovrebbe quindi garantire il funzionamento naturale degli ecosistemi e la loro attenta gestione, per regolare le malattie, ostacolare la loro diffusione e ridurre così il loro impatto sulla salute umana.

LE RISPOSTE NATURALI: L'EFFETTO DILUIZIONE E L'EFFETTO COEVOLUZIONE

La ricchezza e l'abbondanza di specie (due componenti importanti della biodiversità) possono contrastare la diffusione di malattie in diversi modi.

Tra questi, l'**effetto di diluizione** è quello più studiato e conosciuto. L'effetto "diluizione" descrive come in un ecosistema con una ricca comunità di potenziali ospiti (animali in cui un virus o un altro organismo si possono riprodurre), un agente patogeno ha una minore probabilità di trovare un ospite in cui possa facilmente moltiplicarsi (*highly-competent host*) e da cui possa diffondersi utilizzando un altro animale vettore. In uno scenario ricco di animali diversi è più facile che l'organismo patogeno capiti su una specie non adatta che funzionerà da "trappola ecologica" per l'organismo patogeno o per il suo vettore. Gli scienziati chiamano questi animali "*dead-end hosts*", ovvero ospiti "a vicolo cieco". Recenti studi suggeriscono come l'effetto di diluizione possa spiegare la riduzione della trasmissione della malaria in diverse regioni dell'Amazzonia brasiliana.

In condizioni di bassa biodiversità tendono a prevalere poche specie abbondanti, che divengono quindi più esposte a contrarre e diffondere le infezioni ³⁴.

L'**"effetto coevoluzione"** è invece una evidenza sempre più forte. Alcuni ricercatori si sono posti la domanda da dove vengano i tanti nuovi organismi patogeni che oggi mettono a rischio la nostra salute. La risposta, oggetto di recenti ricerche, è che quando distruggiamo gli habitat, i frammenti di foresta rimanenti agiscono come isole, dove i microbi e gli animali che li ospitano subiscono una rapida diversificazione, aumentando in questo modo la probabilità che uno o più di questi microbi possano riuscire a infettare l'uomo, diffondendosi e creando epidemie³⁵.

³⁴ Lugassy *et al.*, 2019. What is the evidence that ecosystem components or functions have an impact on infectious diseases? A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 8, 4.

³⁵ Zohdy, Schwartz, Oaks. 2019. The Coevolution Effect as a Driver of Spillover. *Trends in Parasitology*, 35, 399-408.

LA NOSTRA RISPOSTA: PROTEGGERE LA NATURA E RICOSTRUIRE GLI ECOSISTEMI DEGRADATI

È di tutta evidenza che conservare gli ecosistemi ancora intatti, proteggere le aree incontaminate del pianeta, anche limitandone l'accesso, proibire il consumo e il traffico di specie selvatiche, favorire gli equilibri naturali degli ecosistemi e ripristinare quelli danneggiati sono tra le scelte più lungimiranti che l'umanità possa fare.

La straordinaria rete di vita che sostiene il benessere della nostra specie insieme a tutte le altre è stata aggredita e deteriorata dalla nostra specie ad un'intensità tale che per poter immaginare un futuro globale abbiamo bisogno di intervenire con una visione d'insieme per il nostro pianeta, che passi attraverso un nuovo accordo globale tra persone e natura: a *New Deal for Nature & People*.

Questo nuovo accordo deve prevedere di:

- **dimezzare la nostra impronta sulla Natura**
- **arrestare la perdita degli habitat naturali**
- **arrestare l'estinzione delle specie viventi.**

Per quanto ancora oggi l'obiettivo fondamentale e prioritario sia il mantenimento della vitalità dei sistemi naturali per conservare le loro capacità evolutive e le loro dinamiche, è altresì necessario procedere ad azioni di ripristino e restauro delle funzioni, dei processi e delle dinamiche di questi straordinari sistemi che la natura ha progettato in miliardi di anni di evoluzione della vita. Dobbiamo avviare vere e proprie opere di "ricostruzione" degli ecosistemi che abbiamo distrutto o degradato.

Consapevoli di questa difficile sfida le Nazioni unite hanno deciso di dedicare questo decennio proprio alla *Ecosystem Restoration*.

Per il bene del Pianeta e quindi per il nostro è diventato urgente e prioritario non solo proteggere, ma anche ripristinare gli equilibri naturali, restaurando gli habitat degradati. Il ripristino della natura e dei suoi sistemi è fondamentale per mantenere il funzionamento di tutti i meccanismi della biosfera, compresi quelli del clima.

"Tutti noi dipendiamo da ecosistemi sani per il cibo e l'energia, l'acqua e la biodiversità. Il loro continuo degrado contribuisce al cambiamento climatico e aumenta il rischio di gravi disastri ecologici. La diffusa perdita di funzionalità degli ecosistemi terrestri e acquatici sarà catastrofica per il nostro pianeta e rappresenterà un enorme passo indietro rispetto ai progressi compiuti verso il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite. È tempo di ricostruire ciò che è andato perduto" (<https://www.decadeonrestoration.org/>).

La soluzione per un futuro meno legato a ospedali sempre più grandi, vaccini sempre più potenti, disinfettanti sempre più tossici, passa anche attraverso la

ricostruzione di quello che abbiamo distrutto, rimettendo insieme i pezzi degli unici sistemi in grado di proteggerci da epidemie e catastrofi: gli ecosistemi naturali.

Dipende tutto da noi e dalle nostre scelte.



Working to sustain the natural
world for the benefit of people
and wildlife.

together possible. panda.org

© 2020
© 1986 Panda symbol WWF – World Wide Fund for Nature (Formerly World Wildlife Fund)
® “WWF” is a WWF Registered Trademark. WWF, Avenue du Mont-Bland,
1196 Gland, Switzerland. Tel. +41 22 364 9111. Fax. +41 22 364 0332.

Per maggiori informazioni visita il nostro sito wwf.it