

La diffusione degli insetti vettore tra cambiamento climatico e viaggi internazionali

Paola Angelini

Settore Prevenzione Collettiva e Sanità Pubblica Regione Emilia-Romagna



Indice

► Specie invasive

Aedes albopictus

Aedes aegypti

Aedes japonicus

Aedes koreicus

Virus e vettori una relazione dinamica

Determinanti ambientali, climatici, socioeconomici

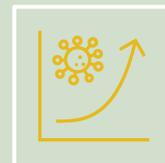
La gestione del rischio arbovirosi



Specie invasive



In biologia, per specie alloctona o specie aliena si intende una qualsiasi specie vivente che, a causa dell'azione dell'uomo, si trova ad abitare e colonizzare un territorio diverso dal suo areale storico, autosostenendosi riproduttivamente nel nuovo areale.



Possono causare seri impatti ambientali, economici e sulla salute umana in quanto vettori di patogeni



Tra le zanzare sono invasive le specie del genere *Aedes* spp. come *Ae. Aegypti* e *Ae. Albopictus*



Queste specie viaggiano sfruttando mezzi su strada, navi e aeroplani, soprattutto in relazione ad attività commerciali (pneumatici usati e piante ornamentali)

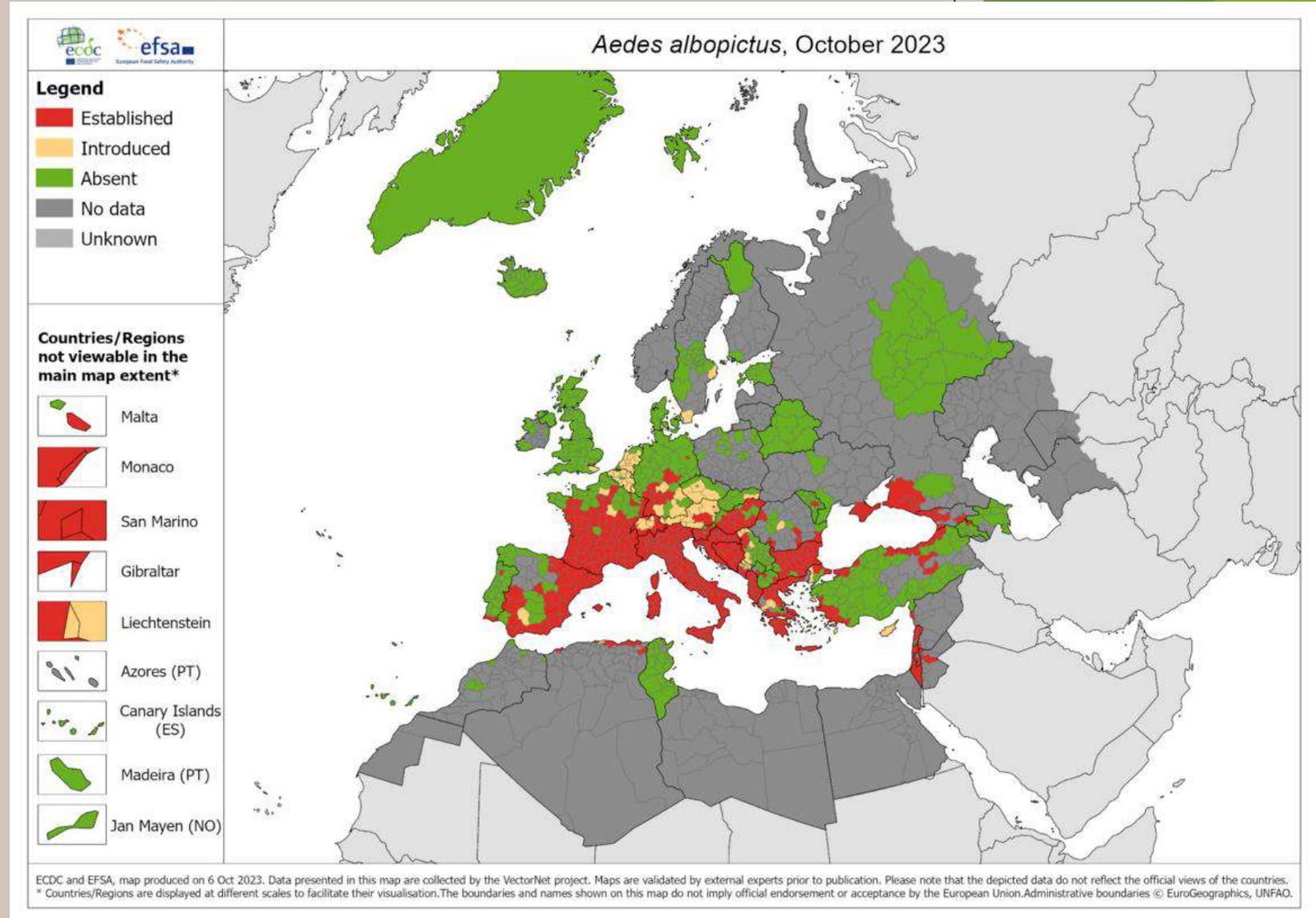
Aedes albopictus

La Zanzara Tigre ha come areale originario il Sudest asiatico.

Nella seconda metà del '900 si è diffusa in numerosi paesi dell'Africa, in larga parte degli Usa, in Sudamerica, Australia e nelle isole del Pacifico.

In Europa è stata avvistata per la prima volta in Albania nel 1979.

Le prime segnalazioni in Italia risalgono, invece, al 1990 nella città di Genova.



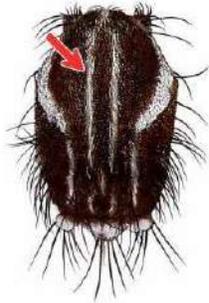


FIGURE 13. *Aedes (Stegomyia) aegypti*.



FIGURE 17. *Aedes (Stegomyia) albopictus*.

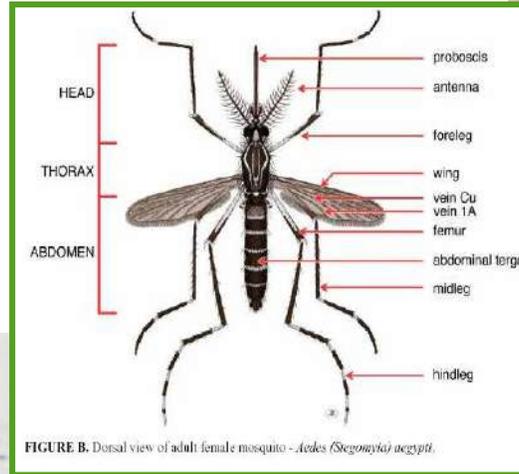


FIGURE B. Dorsal view of adult female mosquito - *Aedes (Stegomyia) aegypti*.



Caratteri morfologici differenziali tra *Ae. Aegypti* e *Ae. albopictus*

Da R. Romi 2005

Aedes aegypti



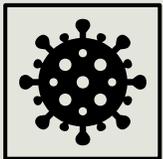
E' una specie originaria dell'Africa dove si è “addomesticata” attraverso due modifiche evolutive:

sviluppo larvale in contenitori domestici per la conservazione dell'acqua

pasti di sangue sull'uomo



La sua diffusione intercontinentale è cominciata con i commerci marittimi nel 16^{mo} secolo



A questa diffusione corrisponde l'insorgenza di epidemie di malattie causate da patogeni trasmessi da questa specie

Aedes aegypti



All'apogeo della sua distribuzione in Europa, nei primi decenni del 20mo secolo, *Ae. aegypti* era insediata nell'intero bacino del Mediterraneo

All'epoca viene tracciata come abbondante in vari paesi (Francia; Grecia; Italia; Russia; Portogallo) e presente in aree anche lontane dai Points of Entry (Spagna e Grecia)

Ae. aegypti è considerata il vettore responsabile delle epidemie di febbre gialla in Spagna (1819-24) e di dengue in Grecia (1927-28)

Aedes aegypti

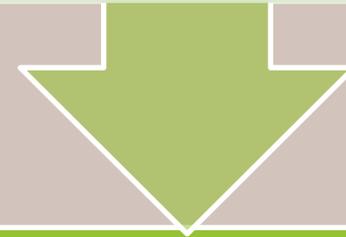


Nell'area paleartica occidentale scompare intorno agli anni '60 a seguito di

campagne di eradicazione dedicate

campagne antimalariche (uso di principi attivi con azione non solo verso *Anopheles* spp)

introduzione di sistemi di canalizzazione per la fornitura di acqua nelle aree rurali (riduzione dei potenziali siti di riproduzione)

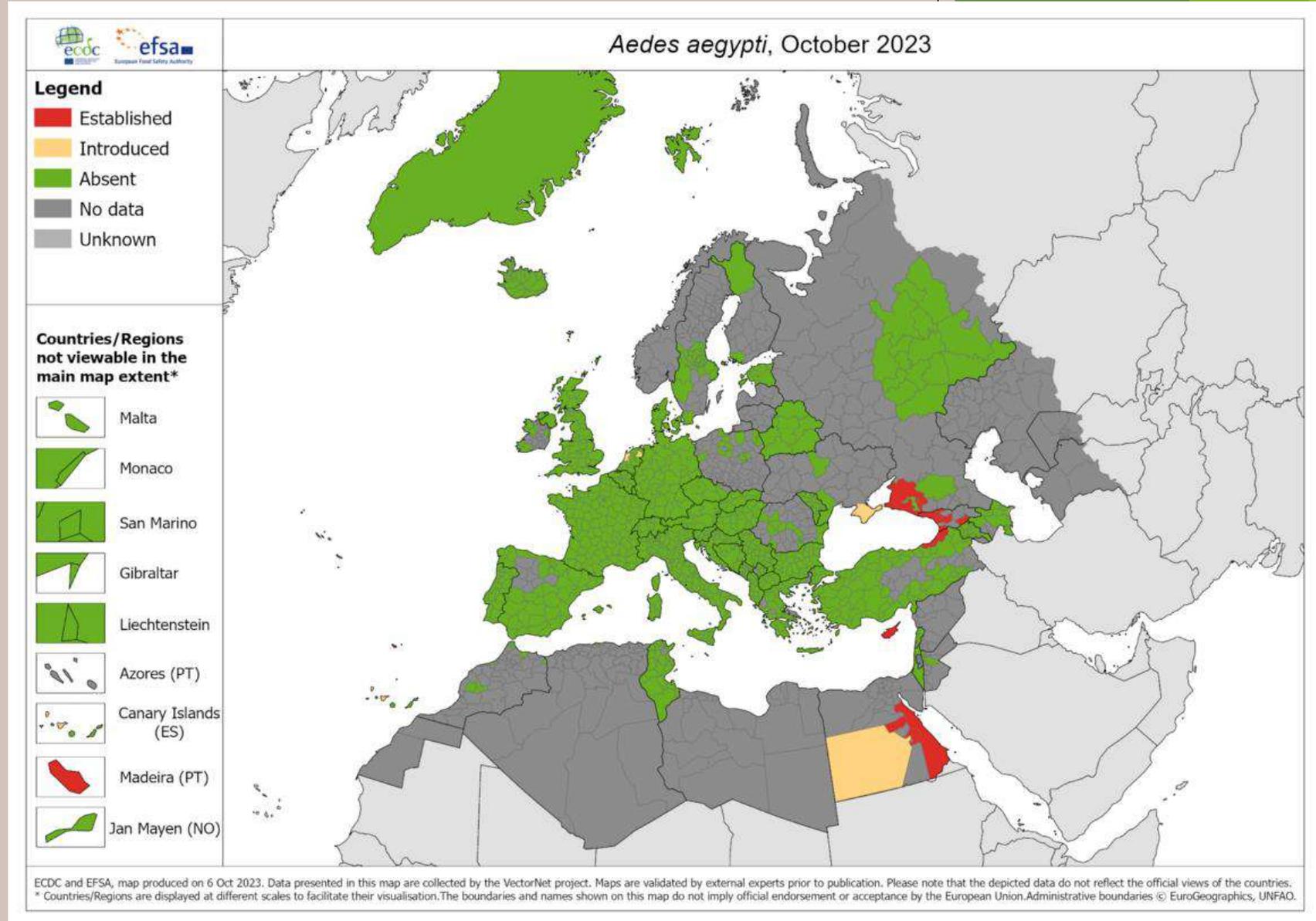


Tra il 1960 e il 2000 vengono riportate in Europa solo poche sporadiche registrazioni

Aedes aegypti

Oggi *Aedes aegypti* è riportata sporadicamente nei Points of Entry come aeroporti o porti, ma anche nei depositi di pneumatici usati importati in serre.

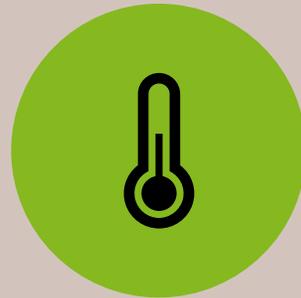
E' stabilmente insediata a Madeira, Cipro, costa del Mar Nero, Egitto (Sud-Ovest)



Aedes aegypti



Oggi è una delle specie di zanzare più diffuse al mondo



È una specie legata ai climi caldi: pur essendo molto simile alla Zanzara Tigre, non riesce a superare i rigidi inverni italiani, in quanto le sue uova non hanno una diapausa e muoiono non appena le temperature si avvicinano allo zero



Nonostante questa intolleranza agli inverni temperati il suo areale di diffusione si è espanso negli ultimi 30 anni



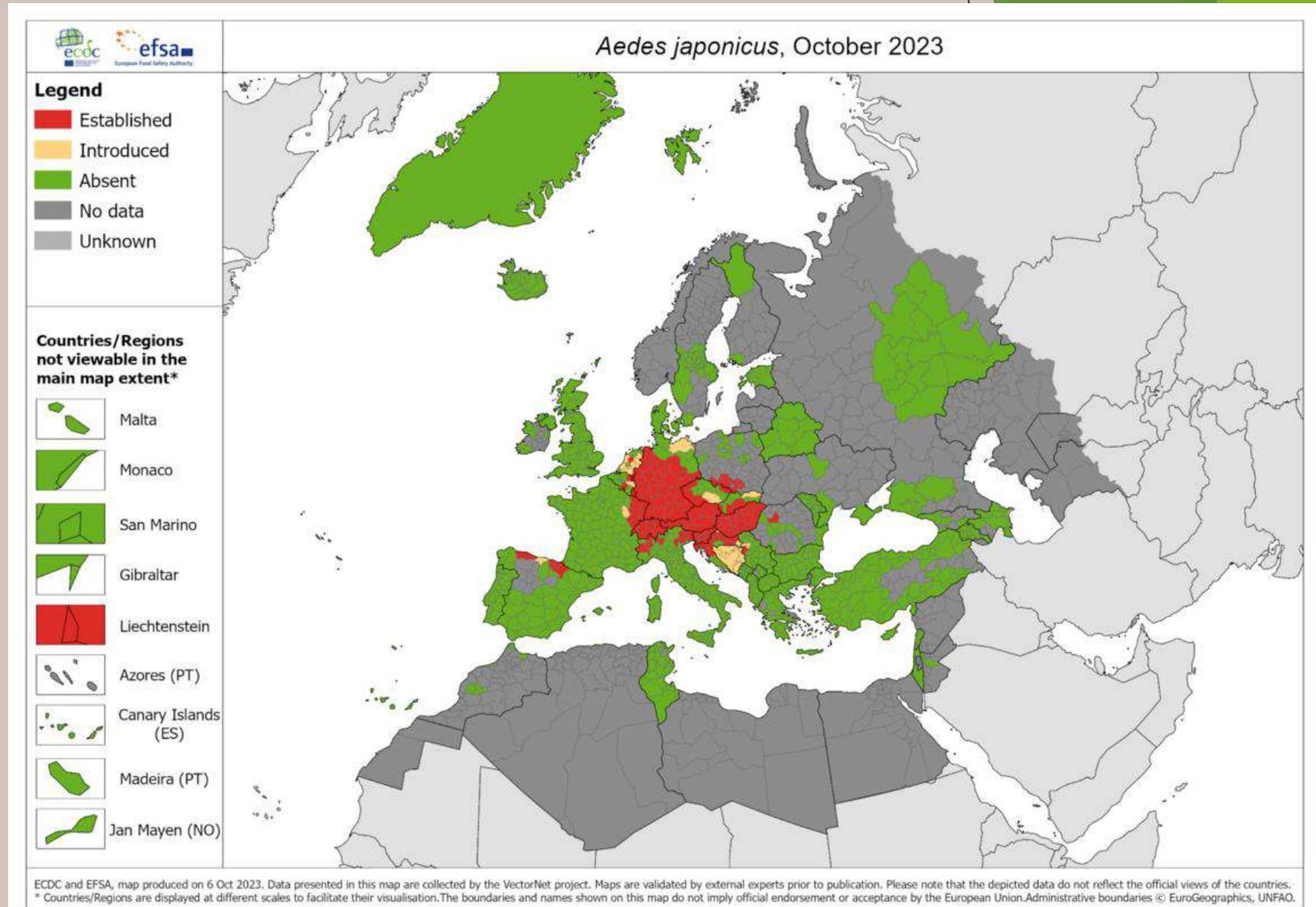
La presenza attuale della specie in paesi europei rende il rischio di introduzione più elevato e, considerando gli scenari conseguenti al cambiamento climatico, la possibilità che la specie si stabilisca alle nostre latitudini è concreta

Rischiamo di importare altre specie?



zanzara prevalentemente diurna, molesta, punge l'uomo e depone uova resistenti al freddo invernale

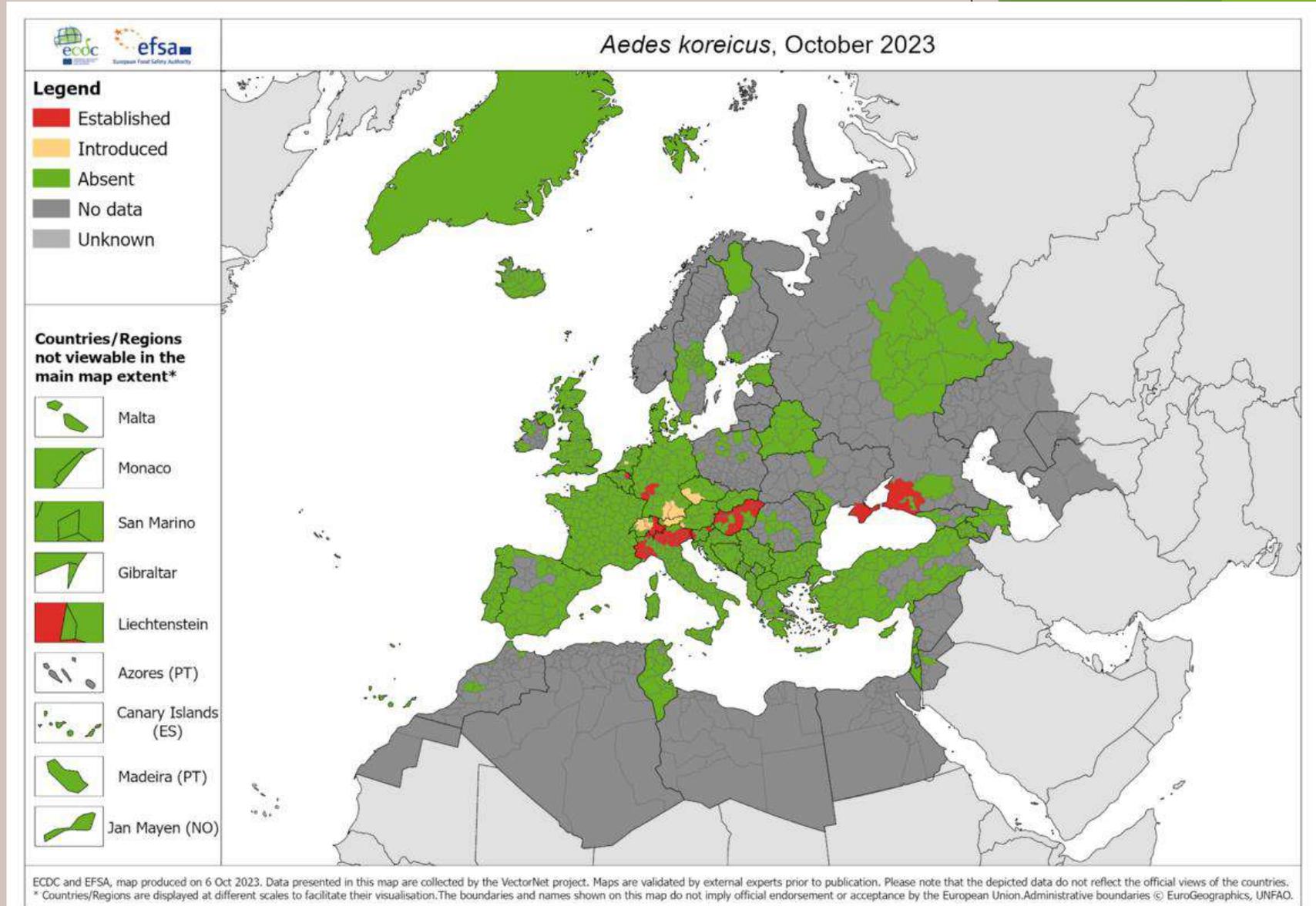
non è considerata un importante vettore di malattia, sebbene la specie abbia mostrato competenza per la trasmissione di arbovirus quali dengue e chikungunya



Rischiamo di importare altre specie?



Figure 2 Particular of the mesonotum of *Aedes koreicus* (left) compared to *Ae. albopictus* (right).



Indice

Specie invasive

Aedes albopictus

Aedes aegypti

Aedes japonicus

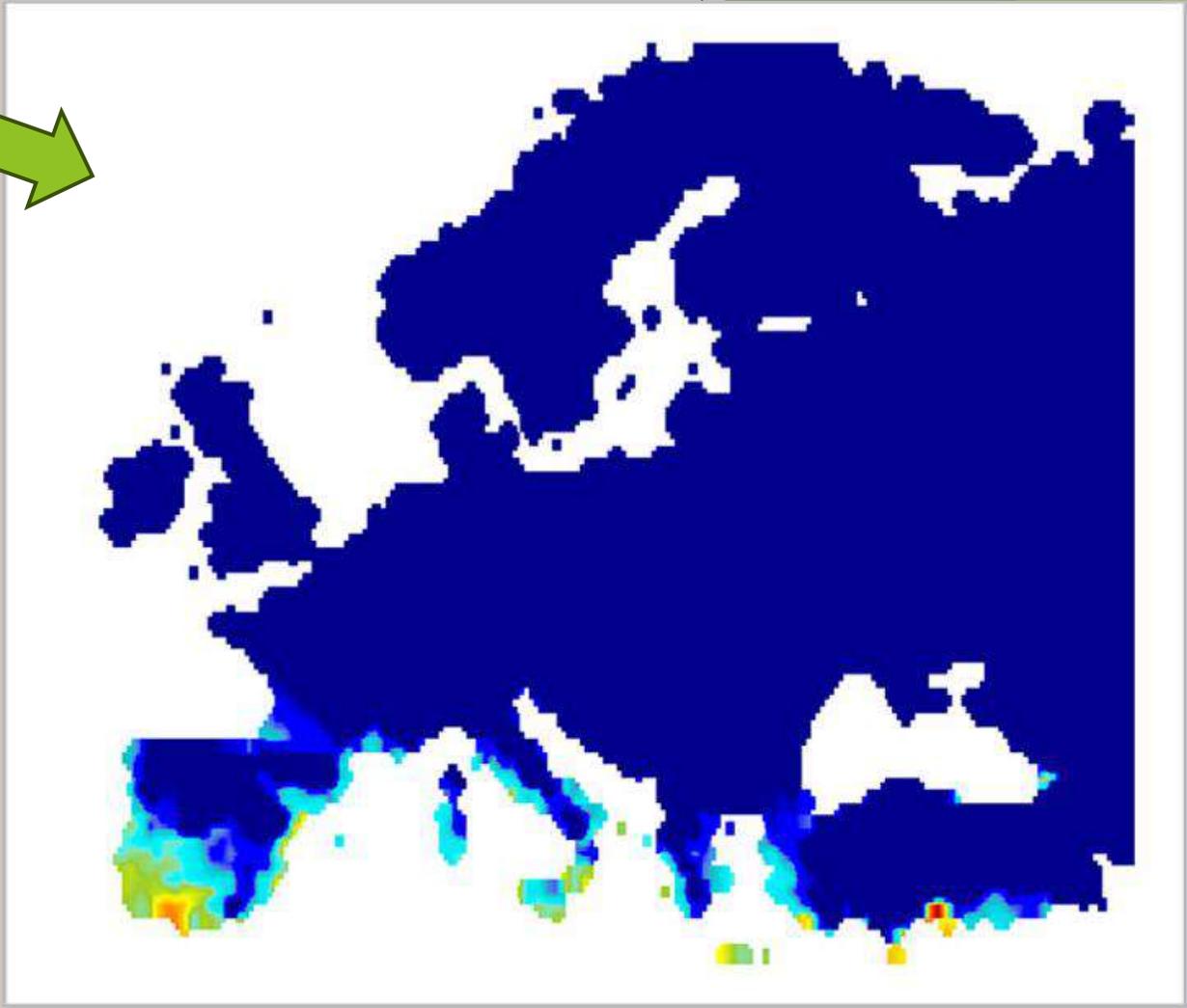
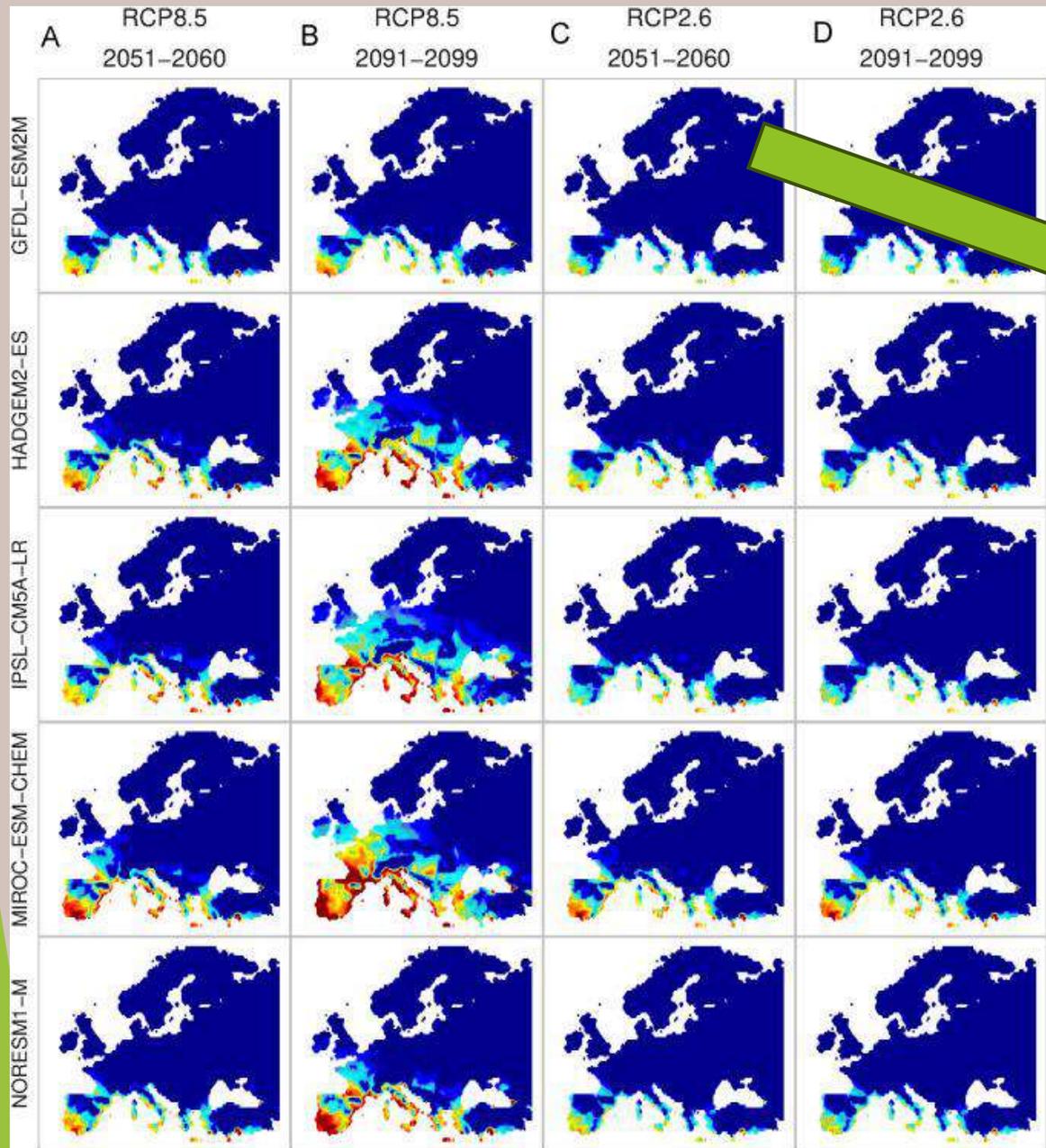
Aedes koreicus

Virus e vettori una relazione dinamica

Determinanti ambientali, climatici, socioeconomici

La gestione del rischio arbovirosi





Growth rate r_{10} (day⁻¹)

Color scale: <math>< -0.08</math> -0.07 -0.06 -0.05 -0.04 -0.03 -0.02 -0.01 0 0.01 0.02 0.03 >=0.04

Cambiamento climatico e LCC per *Ae. aegypti*



Life-cycle completions (LCC): il numero di generazioni che si sviluppano per unità di tempo



Si rappresenta un'accelerazione nell'aumento di idoneità globale per lo sviluppo di *Ae. Aegypti*



L'idoneità complessiva differisce tra regioni geografiche e climatiche: le aree tropicali hanno una più elevata idoneità, mentre le aree temperate mostrano una minore accelerazione di LCC

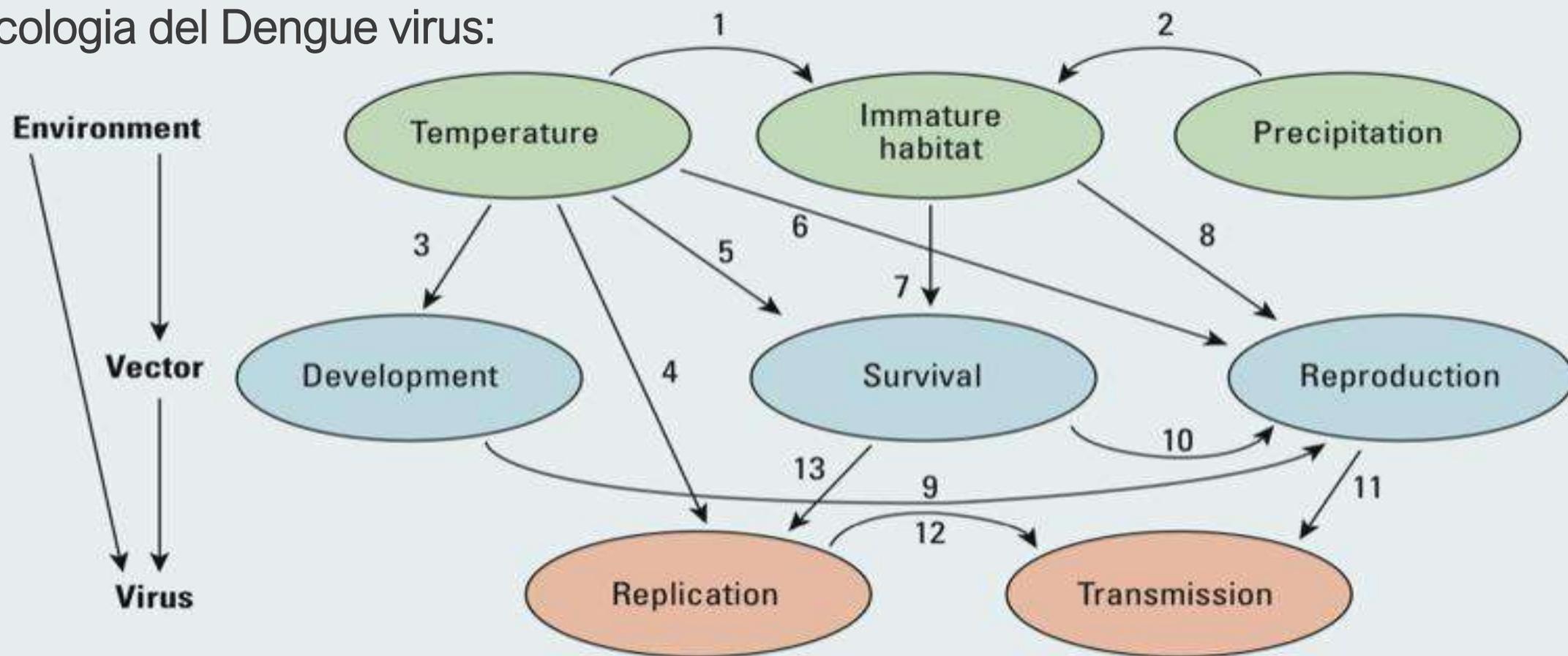
Changes of LCC of *Ae. aegypti* between 1950, 2000 and 2050. Differences in LCC relative to LCC in 2000s (2000–2004 average).

- a. Comparison with 1950s (1950–1954 average);
- b. Comparison with 2050s (2050–2054 average) under RCP 4.5;
- c. Comparison with 2050s (2050–2054 average) under RCP 8.5 (worst scenario).

Decreases in LCC are shown in 'cool' colours (blue and green) and the increases in 'warm' colours (orange and red).



Ecologia del Dengue virus:



Le relazioni tra parametri ambientali, vettoriali e del patogeno sono complesse

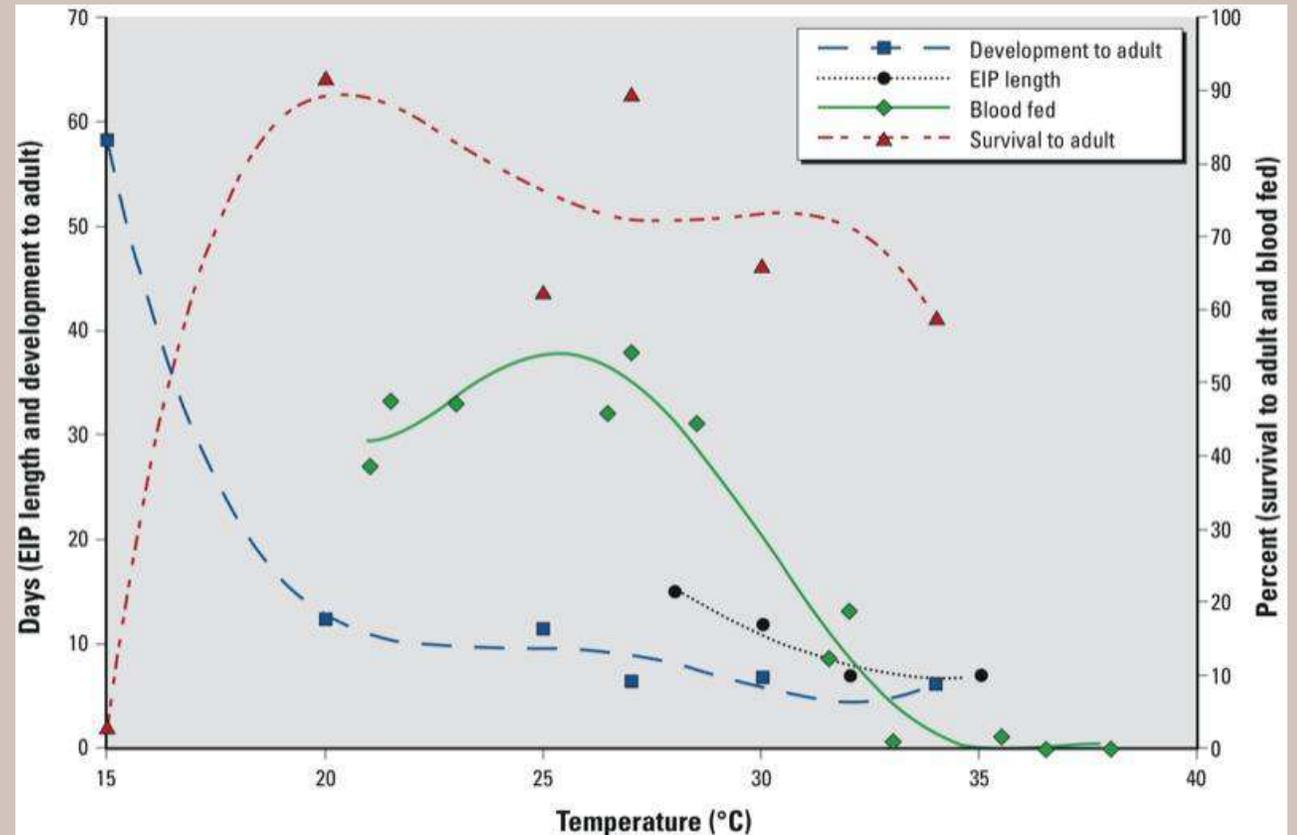


Come il clima influenza le VBD

- ▶ Il clima ha influenza su:
 - ▶ dinamica della trasmissione dei patogeni
 - ▶ spread geografico di vettori e virus
- ▶ Ha effetti diretti su patogeno, vettore e ospite
- ▶ Può modificare gli ecosistemi e habitat anche urbani rendendoli sia più che meno adatti
- ▶ Gli effetti del clima sulla trasmissione dei patogeni sono parecchi, non lineari e spesso agiscono in direzioni contrapposte

Warmer is better?

- ▶ In prove di laboratorio, la **sopravvivenza** di *Aedes aegypti* da uovo a forma adulta cresce in modo lineare da 0% a 15°C fino a circa 90% a 20°C e poi lentamente declina fino al 60% a 35°C;
- ▶ Il **tempo di sviluppo da uovo ad adulto** è di circa 60 giorni a 15°C; scende a 12 giorni a 20 °C ed è di soli 6 giorni a 27–34°C;
- ▶ La percentuale di zanzare che fa il **pasto di sangue entro 30 minuti** dalla disponibilità di un ospite è al suo massimo a 22-28°C ma poi declina fino a quasi lo 0% a 33°C;

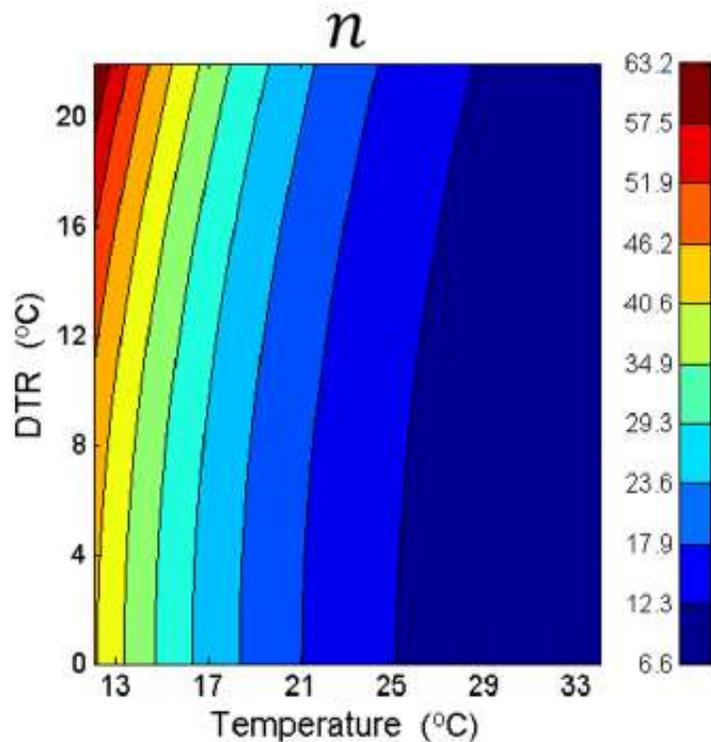


Warmer is better?

- EIP (extrinsic incubation period) è il tempo che intercorre tra il pasto di sangue e l'inizio di infettività del vettore
- EIP per il virus della Dengue è inversamente associato alla temperatura ambientale



- Un vettore può non diventare mai competente nella trasmissione di un virus se il tasso di sviluppo del patogeno è lento o se la durata di vita del vettore è così breve che questo muore prima di diventare infettivo

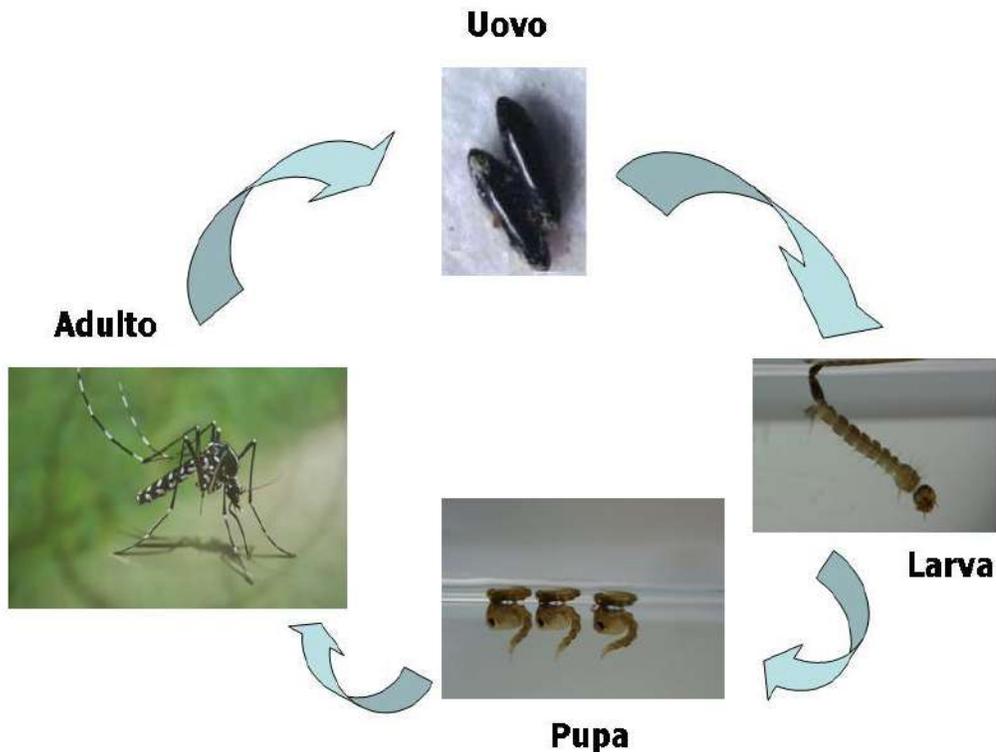


Il periodo di incubazione estrinseca (n) diminuisce al crescere della temperatura T e del range di temperatura diurna (DTR). La variazione è tanto maggiore quanto più T si avvicina all'estremo più basso

Liu-Helmersson J, Stenlund H, Wilder-Smith A, Rocklöv J (2014) Vectorial Capacity of *Aedes aegypti*: Effects of Temperature and Implications for Global Dengue Epidemic Potential. PLOS ONE 9 (3)
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0089783>

Precipitazioni e densità del vettore

Aedes spp. - un ciclo acqua-aria



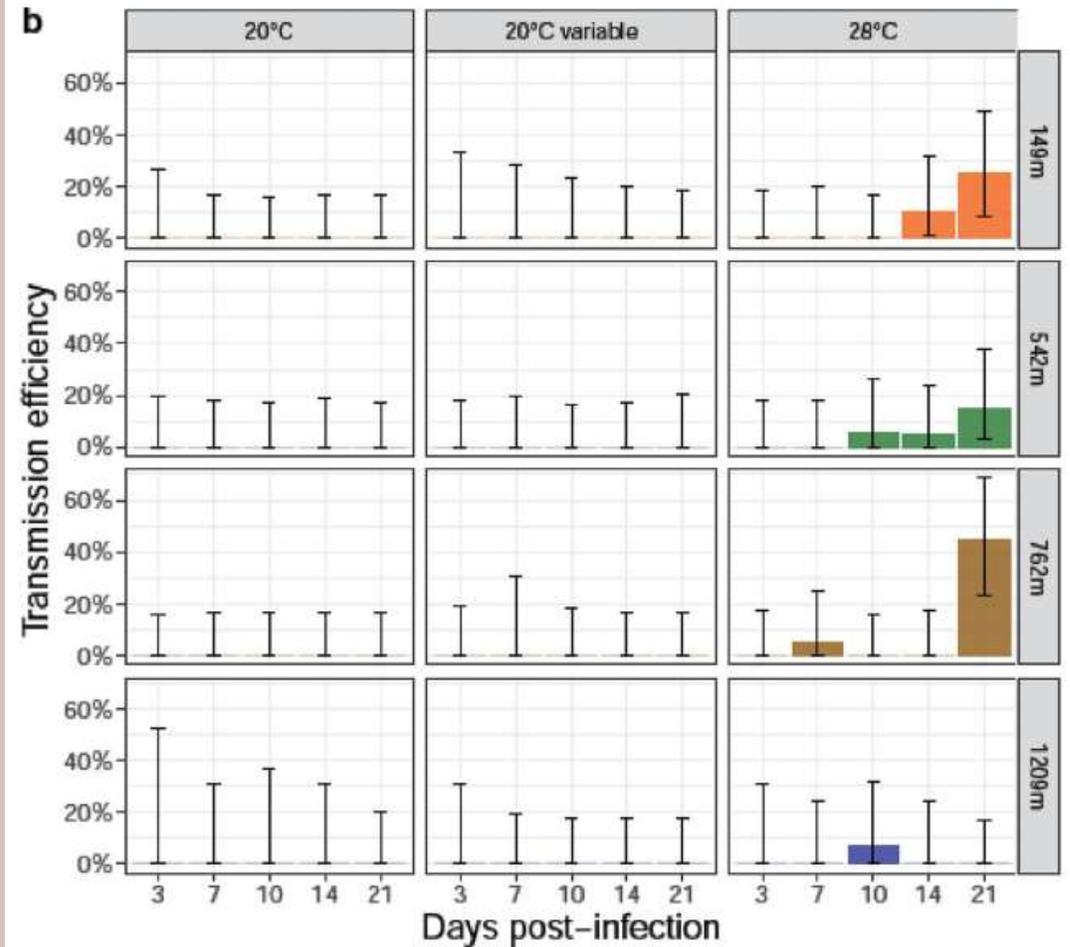
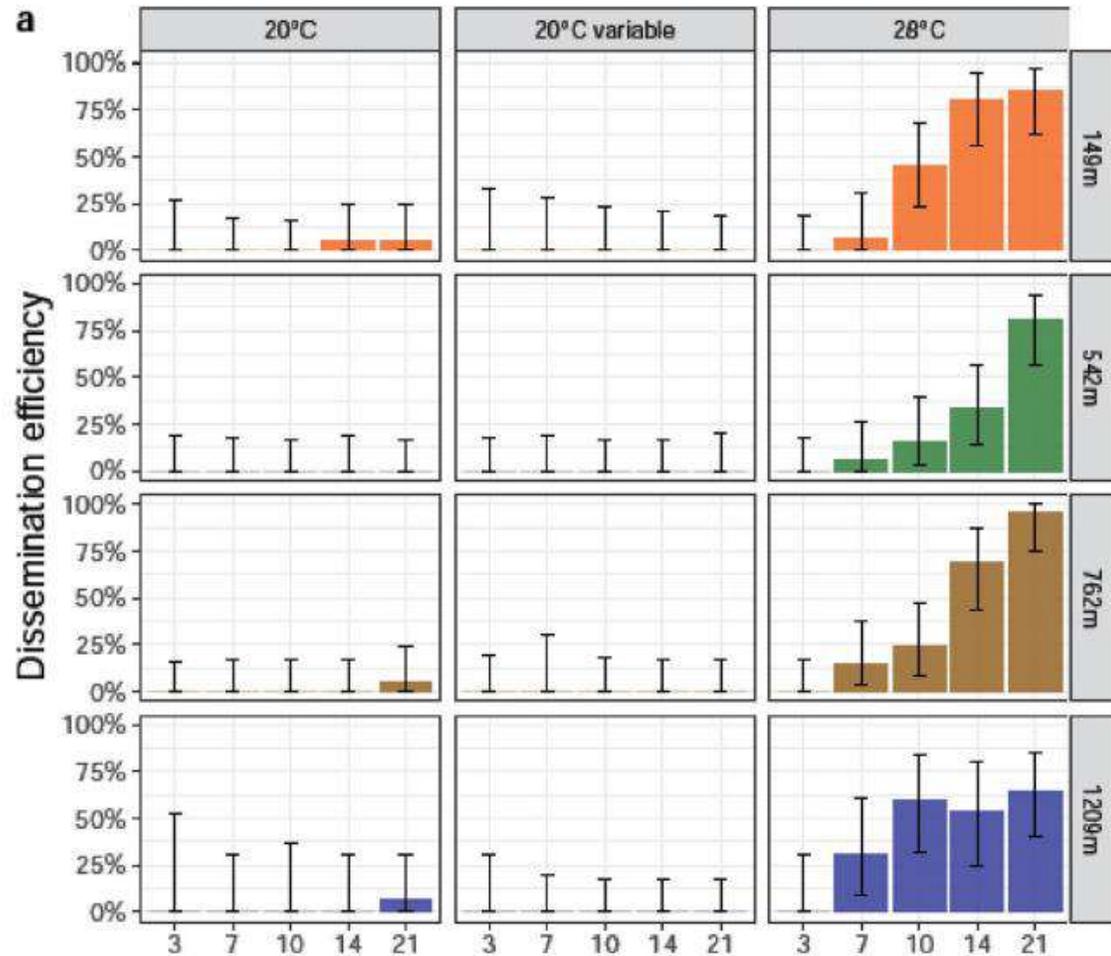
Le precipitazioni alimentano l'habitat essenziale per gli stadi pre-adulti, acquatici, del ciclo di vita delle zanzare

La pioggia intensa però può dilavare i siti di riproduzione e avere di conseguenza un effetto negativo sulla popolazione dei vettori

I contenitori di acqua di riserva che si riempiono per contrastare la siccità da temperature elevate e ridotta piovosità, forniscono ulteriori luoghi di riproduzione per le zanzare *Aedes spp.*



Aedes albopictus e Dengue



Dissemination and transmission efficiencies of *Ae. albopictus* populations infected with DENV.
(a) Dissemination efficiency corresponds to the proportion of mosquitoes with infected heads.
(b) Transmission efficiency refers to the proportion of mosquitoes with infectious saliva.

Aedes albopictus e Dengue

24 studi condotti in America hanno rilevato la presenza di genoma di DENV in zanzare tigre catturate in campo, ma solo in 4 di questi la presenza del virus è stata confermata con isolamento



Il MIR stimato in femmine infettate con DENV varia da 5.95 a 43.85, valori simili a quelli stimati per *Ae. aegypti*. Zanzara tigre è quindi potenzialmente in grado di trasmettere DENV.

La minor efficacia di trasmissione è probabilmente dovuta al fatto che *Ae. aegypti* si nutre esclusivamente sull'uomo e si rifugia dentro le case, assumendo più di un pasto di sangue ad ogni ciclo gonotrofico.

Ae. albopictus, pur essendo antropofila, ha una dieta più opportunistica e trova rifugio preferibilmente nella vegetazione

Ae albopictus è una zanzara con un'elevata plasticità fenotipica in grado di adattarsi bene a nuove condizioni. È efficiente nella trasmissione di DENV sia per via orizzontale che verticale e può avere un ruolo nella trasmissione inter-epidemica di Dengue per cui può essere utile come specie sentinella per monitorare DENV



Fattori non climatici e l'emergere di VBD

Globalization and environment

Deforestation, mining and dams	Change vector and non-human host habitats
Ecosystem degradation/change	Changes vector and non-human host habitats
International travel and trade	Spreads pathogen and vector
Urbanization	Provides an ideal habitat for <i>A. aegypti</i>
Population displacement	Spreads pathogen to new locations or puts immunologically susceptible populations in contact with the vector and pathogen

Sociodemographic factors

Population demographic	Children, the elderly and pregnant women may have elevated vulnerability
Level of economic development	Quality of housing (including presence of air conditioning) affects exposure to vectors
Baseline incidence of disease	Vulnerability to climate change may be highest at the margins of current endemic areas
Population health status	Low level of population health increases vulnerability
Humanitarian crises	War and famine confer high vulnerability

Public health systems

Surveillance	Passive and active surveillance inform prevention and control efforts
Early warning systems	Preemptive vector control and other public health responses occur before impending outbreaks
Vector control	Vector control measures reduce vector abundance
Quality of healthcare system	Access to and quality of healthcare can affect size of infected human population, as well as case fatality rate and prevalence and severity of disabilities
Research	Research on vector control, disease treatment, vaccine development, pathogen and vector evolution, and how to best coordinate prevention and control efforts across sectors, can lead to progress in control of vector-borne diseases

Vector and pathogen characteristics

Insecticide resistance	Vector proliferation
Vector evolution	Potential for greater vectorial capacity
Pathogen drug resistance	Increased pool of infected humans
Pathogen evolution	Potential for higher pathogen transmissibility or virulence

Indice

Specie invasive

Aedes albopictus

Aedes aegypti

Aedes japonicus

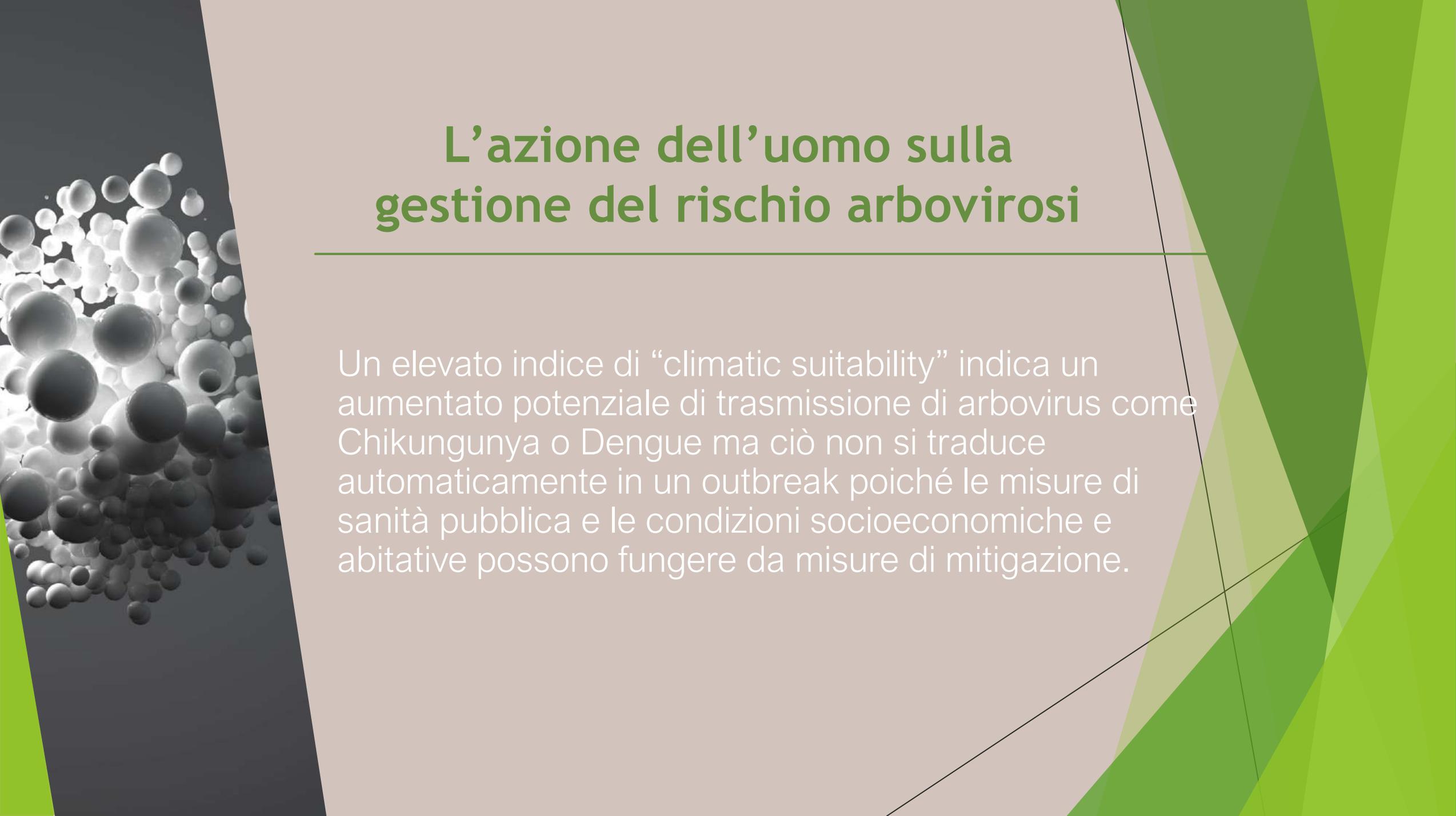
Aedes koreicus

Virus e vettori una relazione dinamica

Determinanti ambientali, climatici,
socioeconomici

▶ La gestione del rischio arboviroosi

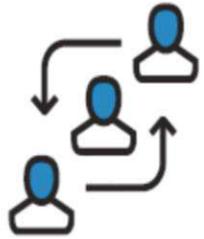




L'azione dell'uomo sulla gestione del rischio arboviroosi

Un elevato indice di “climatic suitability” indica un aumentato potenziale di trasmissione di arbovirus come Chikungunya o Dengue ma ciò non si traduce automaticamente in un outbreak poiché le misure di sanità pubblica e le condizioni socioeconomiche e abitative possono fungere da misure di mitigazione.

Cosa si deve fare



**INCREASED
CAPACITY**



**BETTER
COORDINATION**



**IMPROVED
SURVEILLANCE**



**INTEGRATED
ACTION**

**Effective proven vector control
approaches include:**

**Promising new approaches
on the horizon include:**

**GLOBAL VECTOR
CONTROL RESPONSE
2017-2030**

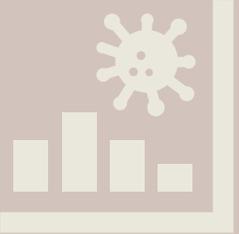
Cosa abbiamo imparato - sfide per invertire il trend

All'alba del XXI secolo molte delle malattie responsabili, in precedenza, di epidemie poi risolte sono riemerse come importanti problemi di salute pubblica.

I programmi di prevenzione e controllo infatti erano stati depauperati dalla riallocazione delle risorse a necessità considerate più contingenti rispetto ad una minaccia di malattia futura. Solo al verificarsi effettivo di un'epidemia i responsabili politici si attivano attraverso piani di risposta all'emergenza, ma a quel punto è solitamente troppo tardi per avere un impatto sulla trasmissione della patologia

Nel mondo di oggi, iperconnesso e globalizzato, abbiamo imparato ad aspettarci che le vecchie malattie riemergano, che ne emergano di nuove e che si diffondano rapidamente in tutto il mondo.

Una volta introdotti in ambiente e adattatisi ad esso, è improbabile che gli agenti zoonotici possano essere eliminati da un'area.



Cosa abbiamo imparato - sfide per invertire il trend



Abbiamo imparato che la cooperazione e la collaborazione internazionali sono critici per lo sviluppo ed il mantenimento di efficaci sistemi di allerta precoce e risposta all'emergenza.

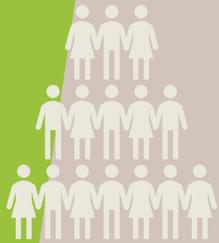
Nonostante i piani di preparedness e response siano generalmente predisposti, spesso vengono implementati solo tardivamente per via delle implicazioni politiche ed economiche della decisione di dichiarare uno stato di emergenza.

Di conseguenza, problemi che dovrebbero restare locali hanno il potenziale di diffondersi rapidamente e con facilità.



Dobbiamo concentrarci sulla prevenzione. L'infrastruttura del sistema di salute pubblica locale va ricostruita in maniera da contenere eventuali outbreaks e, infine, la popolazione e la stampa hanno bisogno di informazioni chiare e precise in modo da evitare il panico.

Cosa abbiamo imparato - sfide per invertire il trend



Sappiamo che le future malattie infettive emergenti saranno probabilmente delle zoonosi e che quelle a maggior impatto globale avranno probabilmente origine nel continente asiatico.

È stato così negli scorsi 25 anni e il trend sembra destinato a mantenersi inalterato in futuro: in Asia nei prossimi 25 anni si registreranno la maggior crescita economica e di popolazione.

I cambiamenti nelle pratiche agricole e di allevamento, in combinazione con le pratiche culturali locali faciliteranno l'emergere di nuove patologie in zone in cui il costante movimento delle persone dalle aree rurali a quelle urbane ne aumenta il rischio di diffusione.



Per aggredire il problema del continuo emergere e riemergere di malattie infettive, bisogna attenzionare lo spostamento di patogeni e vettori tramite le moderne connessioni e trasporti.

Questo problema ha grosse implicazioni economiche e politiche ma sul lungo termine i costi dell'inazione in tal senso supererebbero quelli necessari ad affrontare il tema adesso.

È necessario sviluppare infrastrutture adeguate laboratori dedicati e sorveglianza attiva ovunque, e in particolare in quei paesi tropicali in cui le patologie potrebbero nascere. Abbiamo bisogno di nuovi mezzi per contrastare la diffusione di malattie emergenti e di capire l'ecologia per sviluppare adeguate strategie preventive: per la maggior parte di esse infatti, probabilmente non potranno essere sviluppati vaccini o terapie.



**Grazie
dell'attenzione!**

paola.angelini@regione.emilia-romagna.it