

Metodologie didattiche nella Biologia Animale



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Percorso 24 Cfu – Master formazione insegnanti

Marco Oliverio & Luigi Maiorano

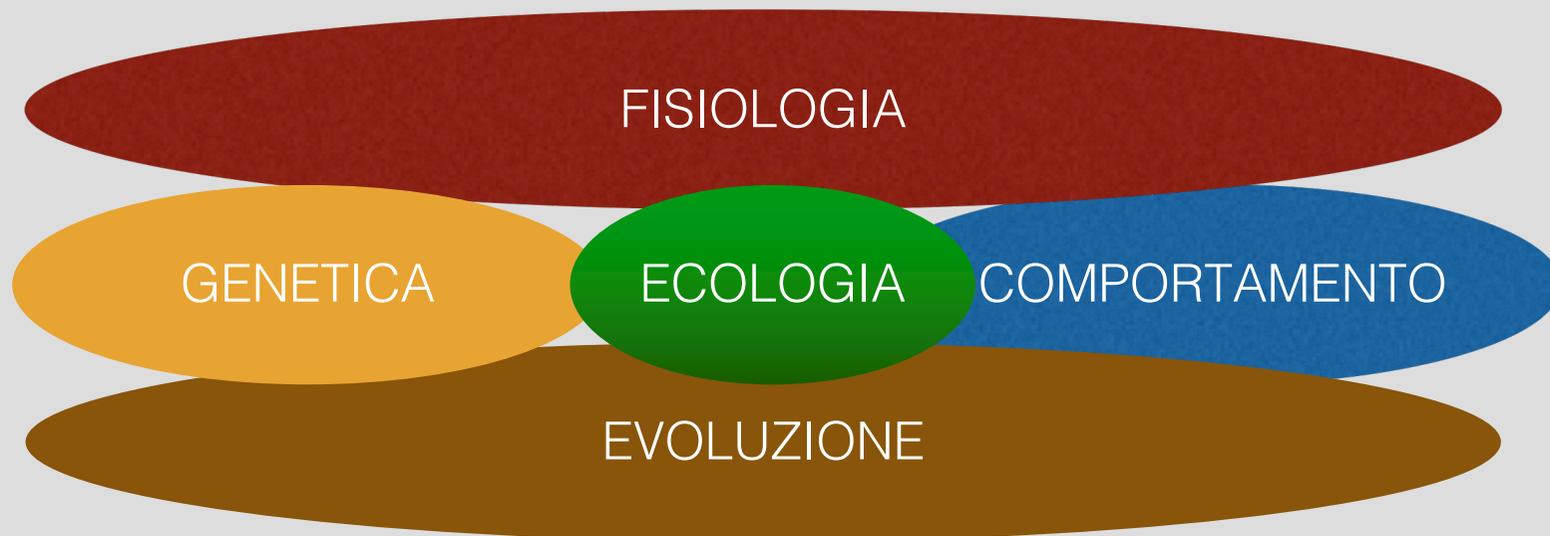
Dipartimento di Biologia e Biotecnologie

«Charles Darwin»

☞ Che cosa è l'*Ecologia Animale*?

☞ Alcune definizioni di *Ecologia*

- E. Haeckel (1869): le relazioni di una specie con l'ambiente organico ed inorganico



☞ Alcune definizioni di *Ecologia*

- C. Elton (1927): storia naturale scientifica (Animal Ecology) ==> ancora estremamente vago!
- E. Odum (1963): lo studio della struttura e funzione della natura ==> enfatizza il ruolo di strutture e funzioni ma ancora molto vago!
- H. Adrewartha (1961): lo studio scientifico della distribuzione e abbondanza degli organismi ==> trascura RELAZIONI!!!
- C. Krebs (1985): lo studio scientifico delle interazioni che determinano la distribuzione e l'abbondanza degli organismi

☞ Storia dell'*Ecologia Animale*

- Radici dell'ecologia risalgono alla storia naturale: materia vecchia quanto l'uomo!
- Tribù primitive di cacciatori-raccoglitori: precise conoscenze di dove/quando/come trovare le risorse alimentari
- Agricoltura: area specializzata dell'ecologia applicata!
- Problema nello “spiegare” il sistema: es. locuste

Ecologia

- ☞ sviluppo dell'Ecologia moderna dal XX secolo (Lotka, Elton)
- ☞ accresciuto interesse nell'ecologia come *scienza* dagli anni '60 (grazie anche ad ambientalismo)
- ☞ *ecologia non è sinonimo di studi ambientali o ambientalismo*:
 - ✓ l'*ecologia* è una **scienza** che ha come oggetto le interrelazioni tra specie viventi (uomo incluso)
 - ✓ gli *studi ambientali* rappresentano **materia applicativa** che si occupa dell'impatto antropico sulla terra
 - ✓ l'*ambientalismo* è un **movimento sociale** con importanti obiettivi politici e sociali per minimizzare l'impatto antropico sulla terra

Ecologia : Studi (applicazioni) ambientali = Fisica : Ingegneria

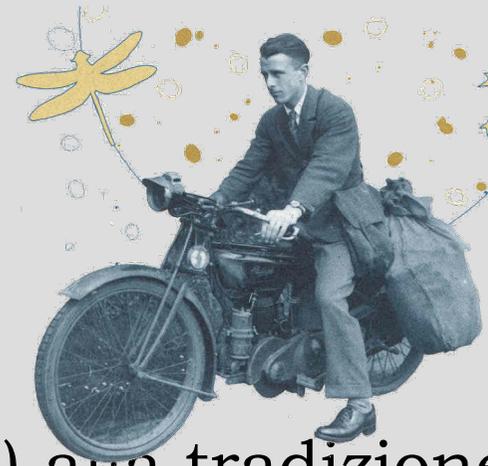
☞ *Ecologia animale*

✓ C. Elton (1927):

‘storia naturale scientifica’

- si contrappone (complementa) alla tradizione zoologico-sistemica e morfologico-fisiologica
- enfatizza lo studio delle popolazioni animali nel loro ambiente naturale
- caratterizza uno sviluppo della zoologia verso aspetti prettamente ecologici

✓ branca dell'ecologia che pone enfasi sulle *popolazioni animali* e il loro *studio nell'ambiente naturale*



☞ *Ecologia animale*

✓ lo sviluppo dell'Ecologia Animale ha avuto due importanti conseguenze:

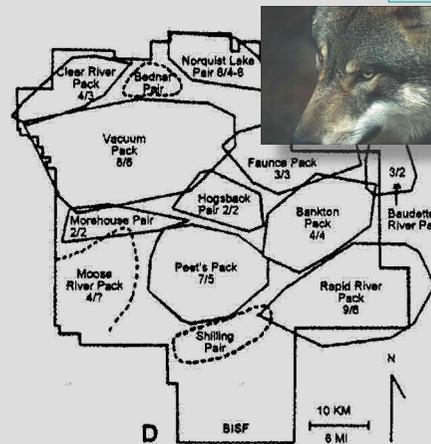
- l'elaborazione di metodi e tecniche di studio 'di campo' articolate su più livelli (individui, popolazioni, comunità)
- l'acquisizione di conoscenze affidabili (scientifiche) utilizzabili in un contesto applicativo:
 - produzione/mantenimento delle risorse faunistiche
 - gestione della fauna
 - Biologia della Conservazione

☞ *Approcci possibili allo studio dell'Ecologia*

- ✓ Descrittivo: storia naturale!
- ✓ Funzionale: comprendere relazioni e dinamiche dei sistemi naturali
- ✓ Approccio funzionale si occupa delle cause prossime: risposta delle popolazioni ai fattori ambientali
- ✓ Approccio evolutivo: si occupa delle cause ultime: ragioni storiche perché la selezione naturale ha favorito i particolari adattamenti che vediamo oggi
- ✓ Ecologia funzionale chiede come! Ecologia evolutiva chiede perché!

DISTRIBUZIONE E PARAMETRI SPAZIALI DELLE POPOLAZIONI ANIMALI

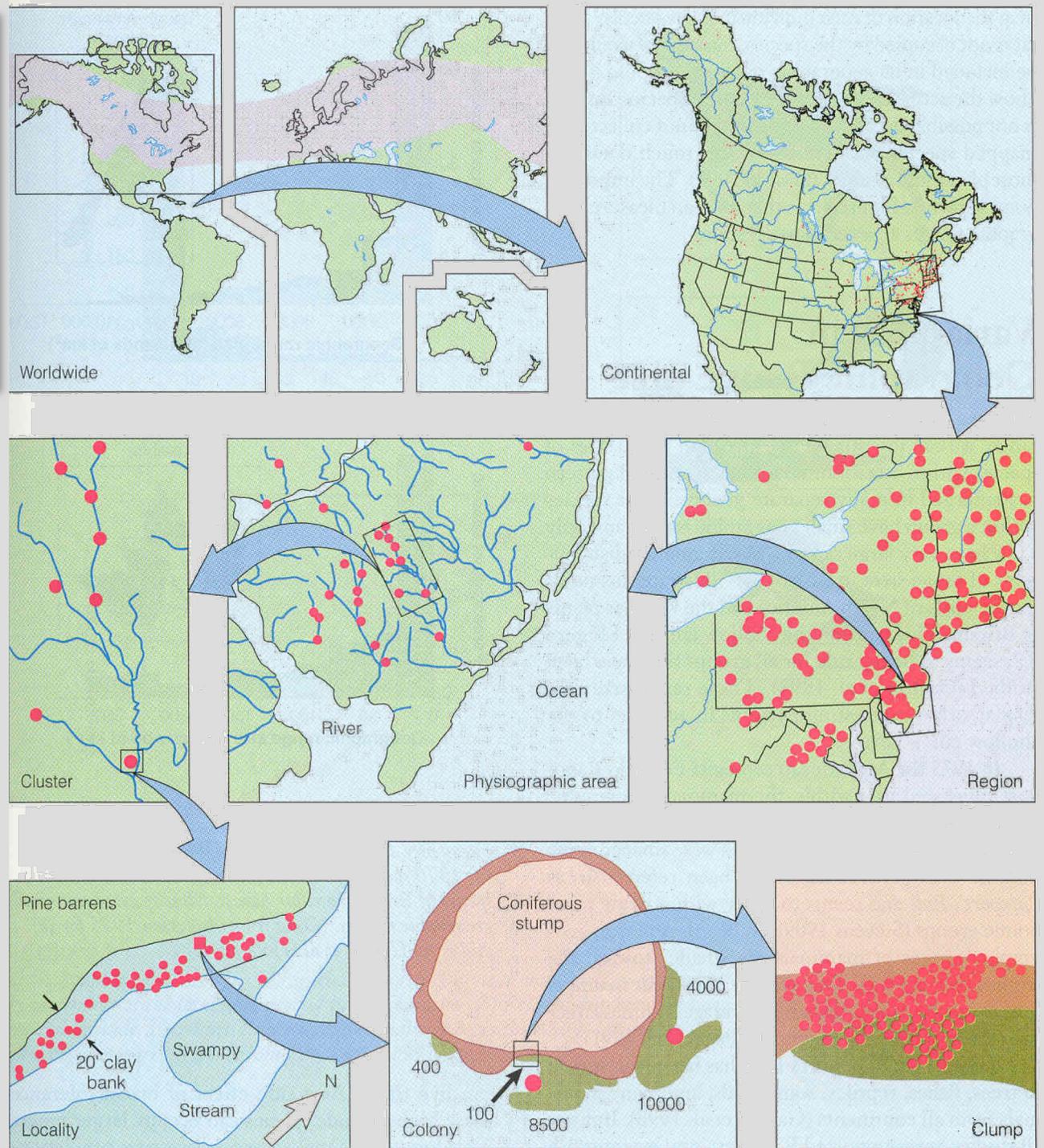
- Areale
- Dispersione
- Movimenti di dispersal
- Migrazioni
- Home range e territorialità



- “Perché gli organismi di una data specie sono presenti in alcune zone e non in altre?” (Krebs 1985 – *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.*)
- I *patterns spaziali* delle popolazioni animali come *stati* e *processi*
 - complessi
 - dinamici
 - operanti su più *scale spaziali* e *temporali*



Gerarchia di scale spaziali per analizzare la distribuzione di Tetraphis



☞ è utile descrivere i patterns spaziali delle popolazioni secondo stati che contemplan diverse scale geografiche:

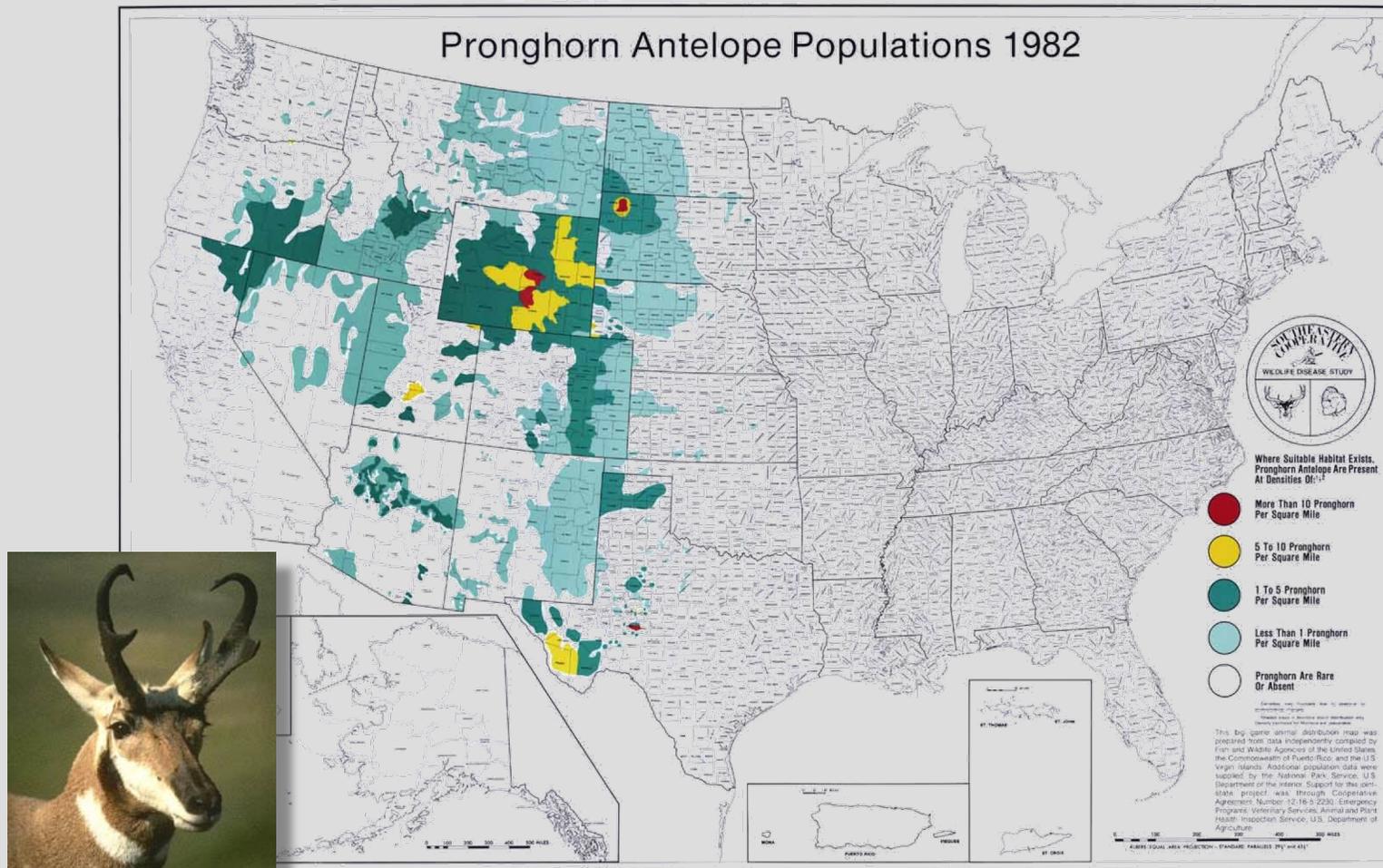
- *distribuzione*
- *dispersione*

. . . e i processi in grado di modificarli:

- *movimenti di ‘dispersal’*
- *migrazioni e movimenti irregolari*
- *movimenti su scala locale (‘home range’)*

Distribuzione

☞ è l'area geografica in cui la specie è presente (areale)



☞ la distribuzione dipende da *fattori ambientali* (cause prossime) che influenzano la *fitness individuale* (cause remote) :

- habitat e risorse
- relazioni con altre specie (competizione, predazione, parassitosi, ...)
- fattori fisico-chimici, geomorfologici, climatici in relazione all'intervallo di tolleranza della specie

Distribuzione

☞ i fattori che influenzano la distribuzione agiscono su tempi lunghi (e non sono oggi necessariamente presenti)

☞ bisogna quindi considerare

- la storia evolutiva della specie
- la storia geologica (climatica, ecologica) del territorio:
 - fattori *geomorfologici* e *paleogeografici* (terziario e quaternario)
 - fattori *paleoclimatici* e *paleoecologici*

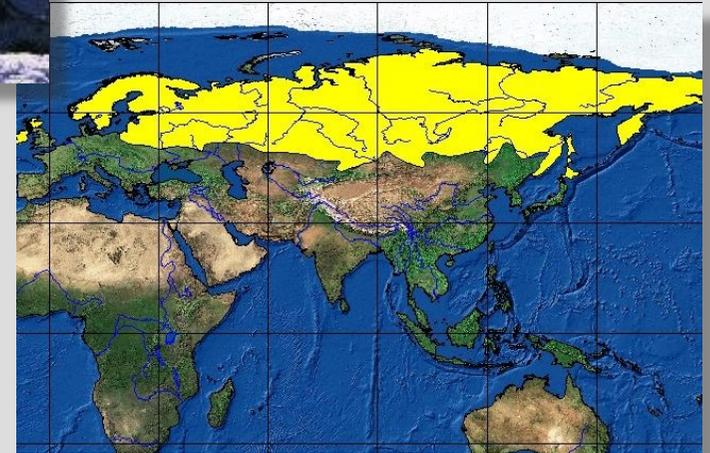


Distribuzione

- viene raffigurata da una linea che include le aree di presenza di tutte le popolazioni



Lepus timidus

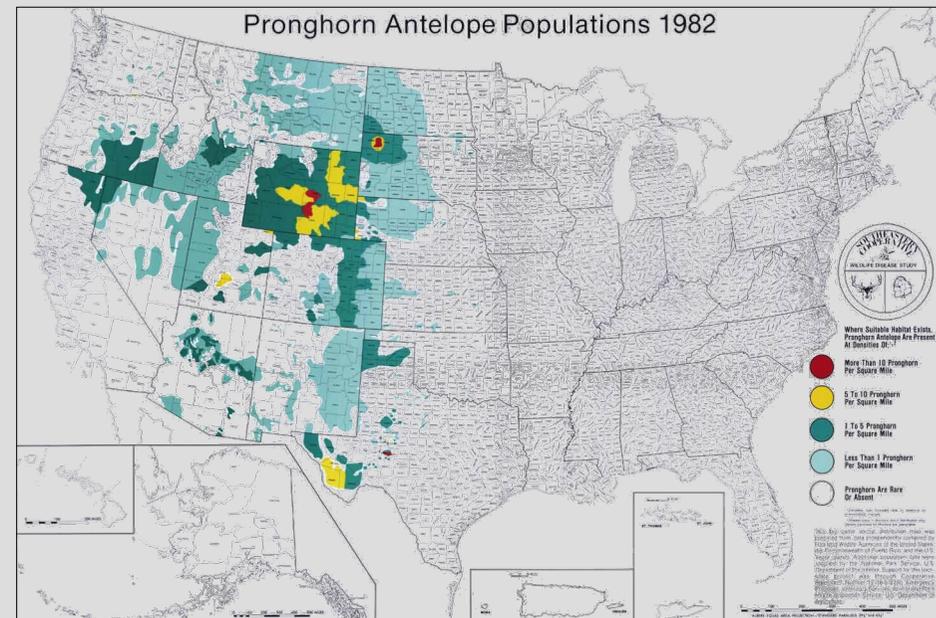
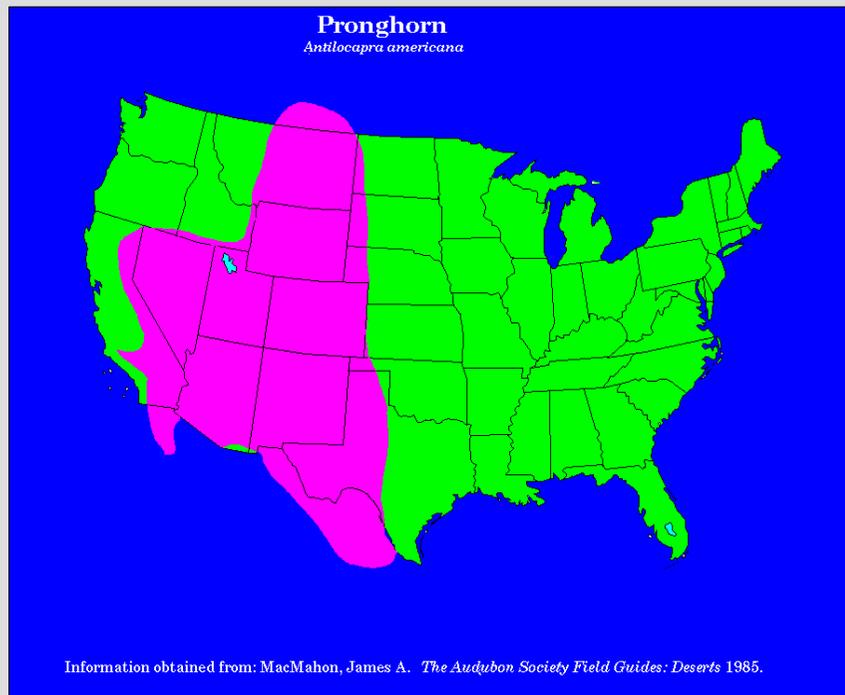


- la distribuzione può essere disgiunta



Distribuzione

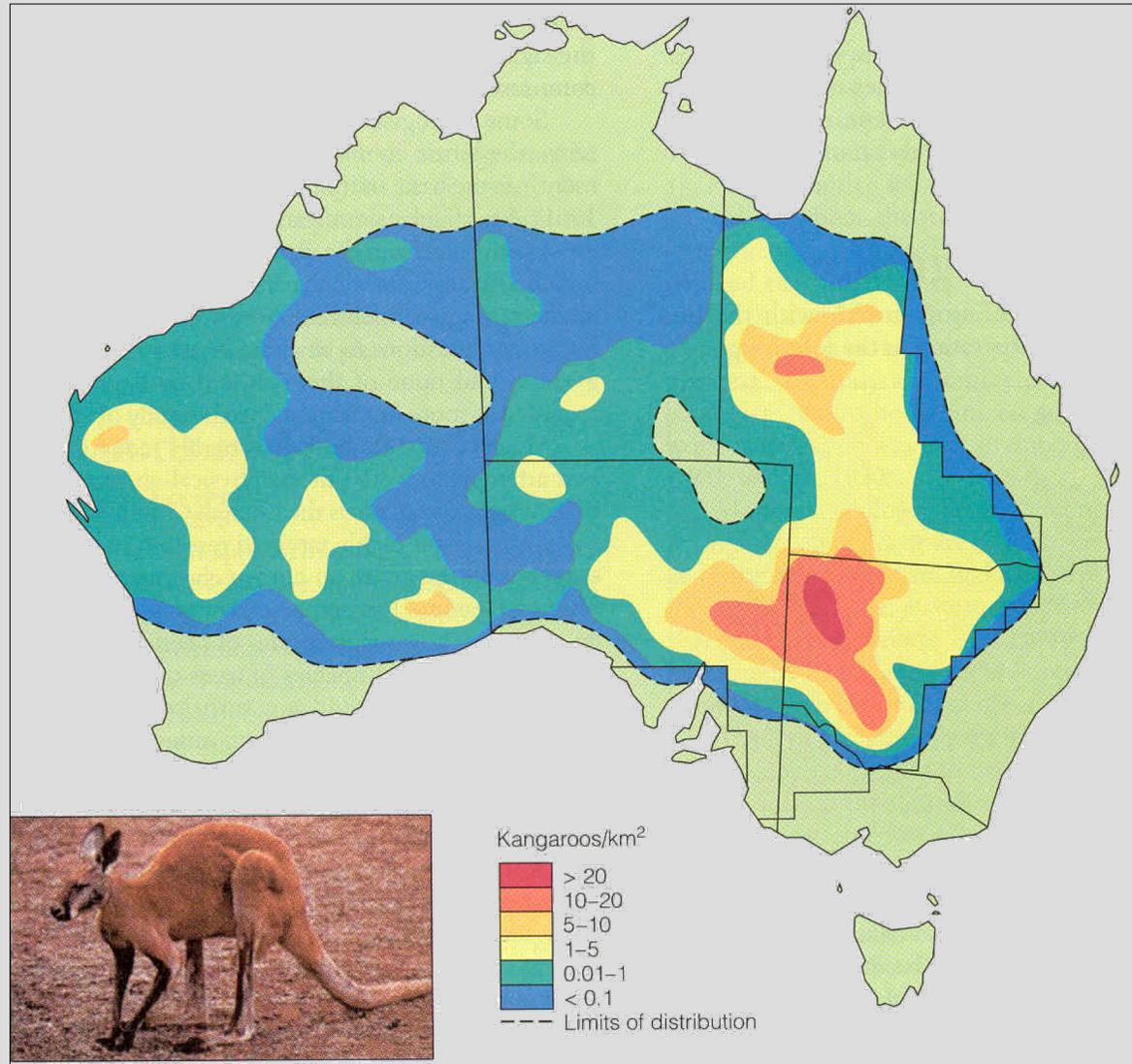
👉 la risoluzione dipende dai dati e dalle finalità di studio



Distribuzione

👉 le caratteristiche delle popolazioni possono variare dal centro alla periferia dell'areale:

- densità (abbondanza)
- condizioni
- tassi vitali (natalità, mortalità, accrescimento)

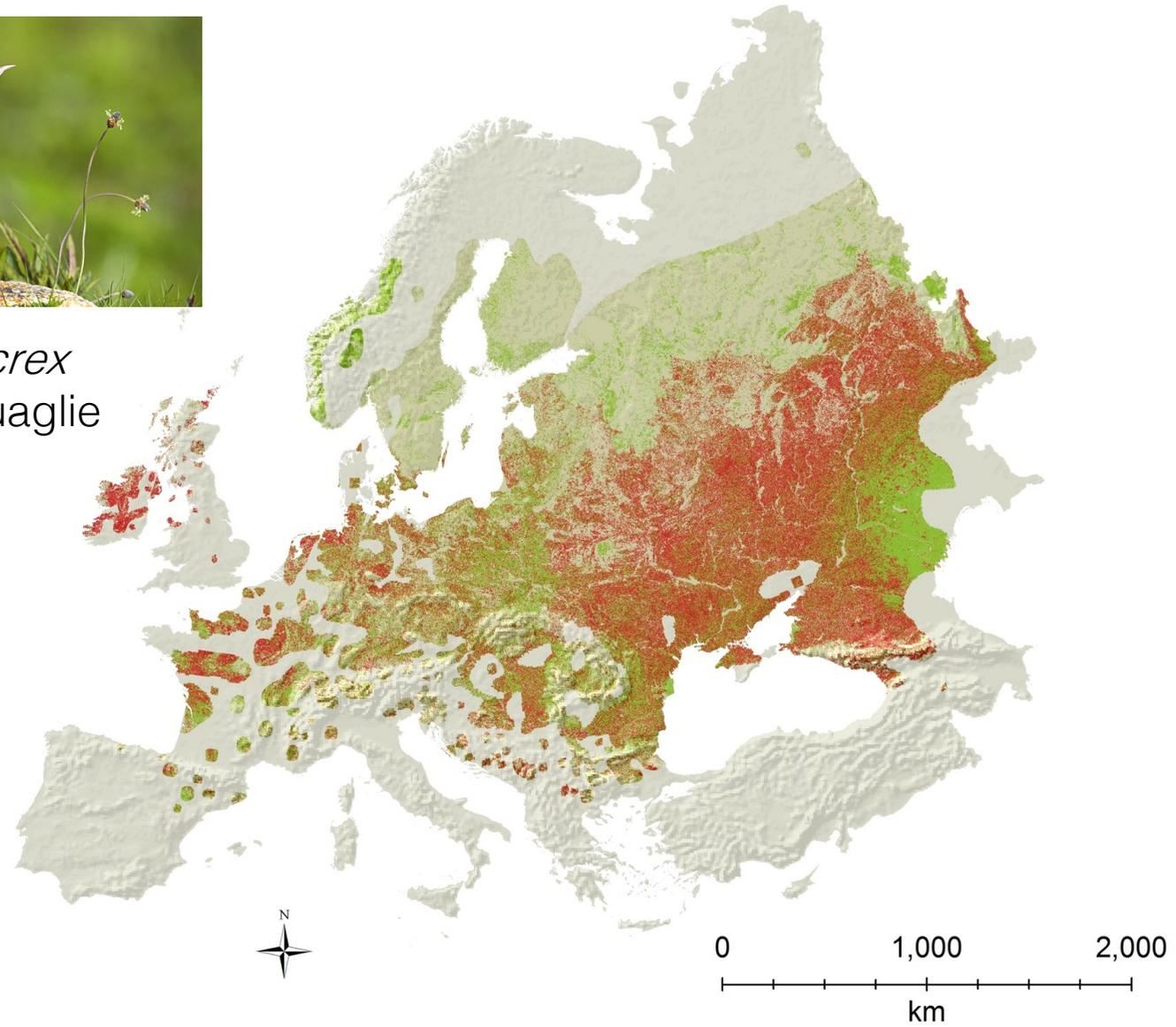


Macropus rufus in Australia (1980-82)

Distribuzione



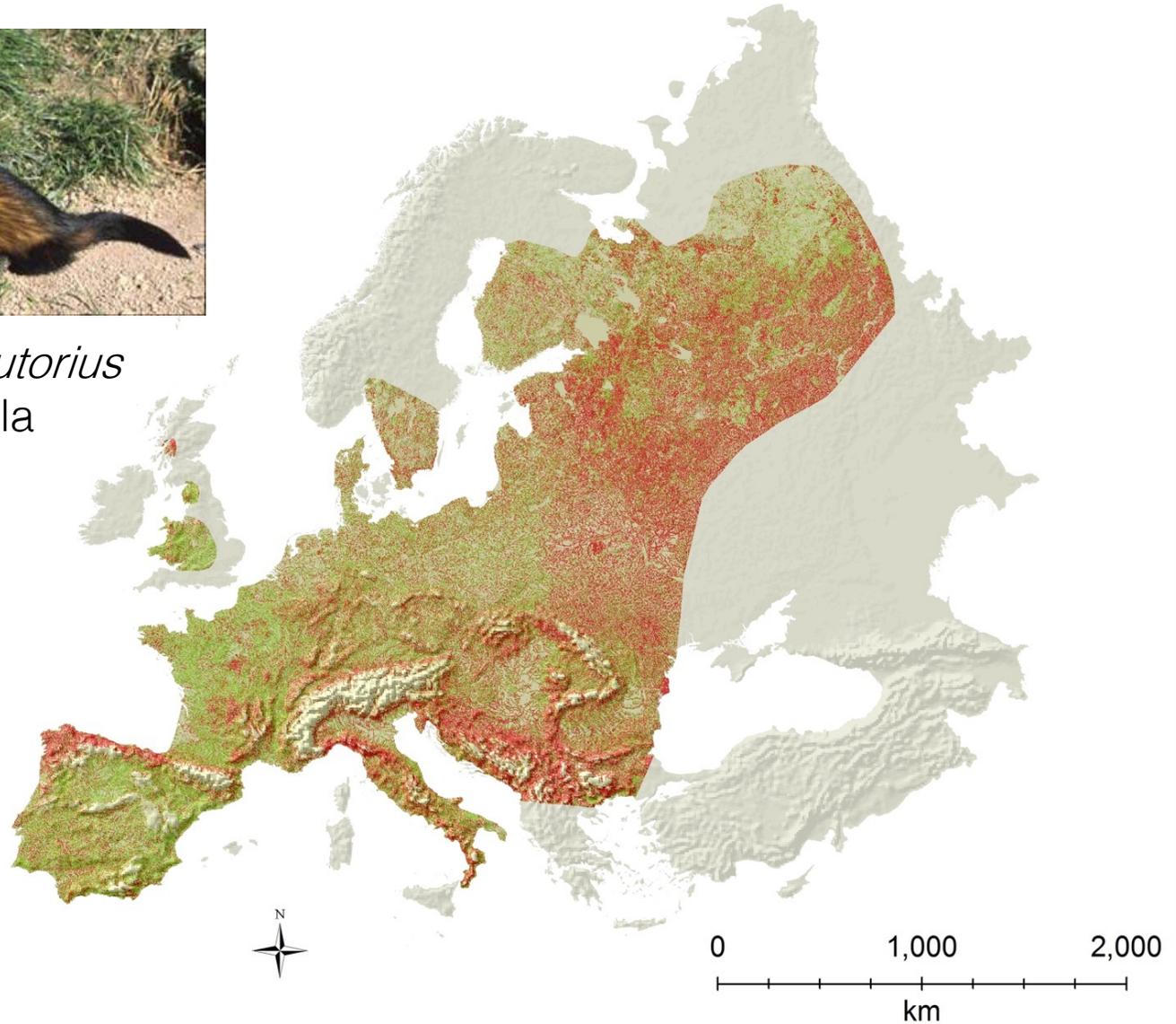
Crex crex
Re di quaglie



Distribuzione



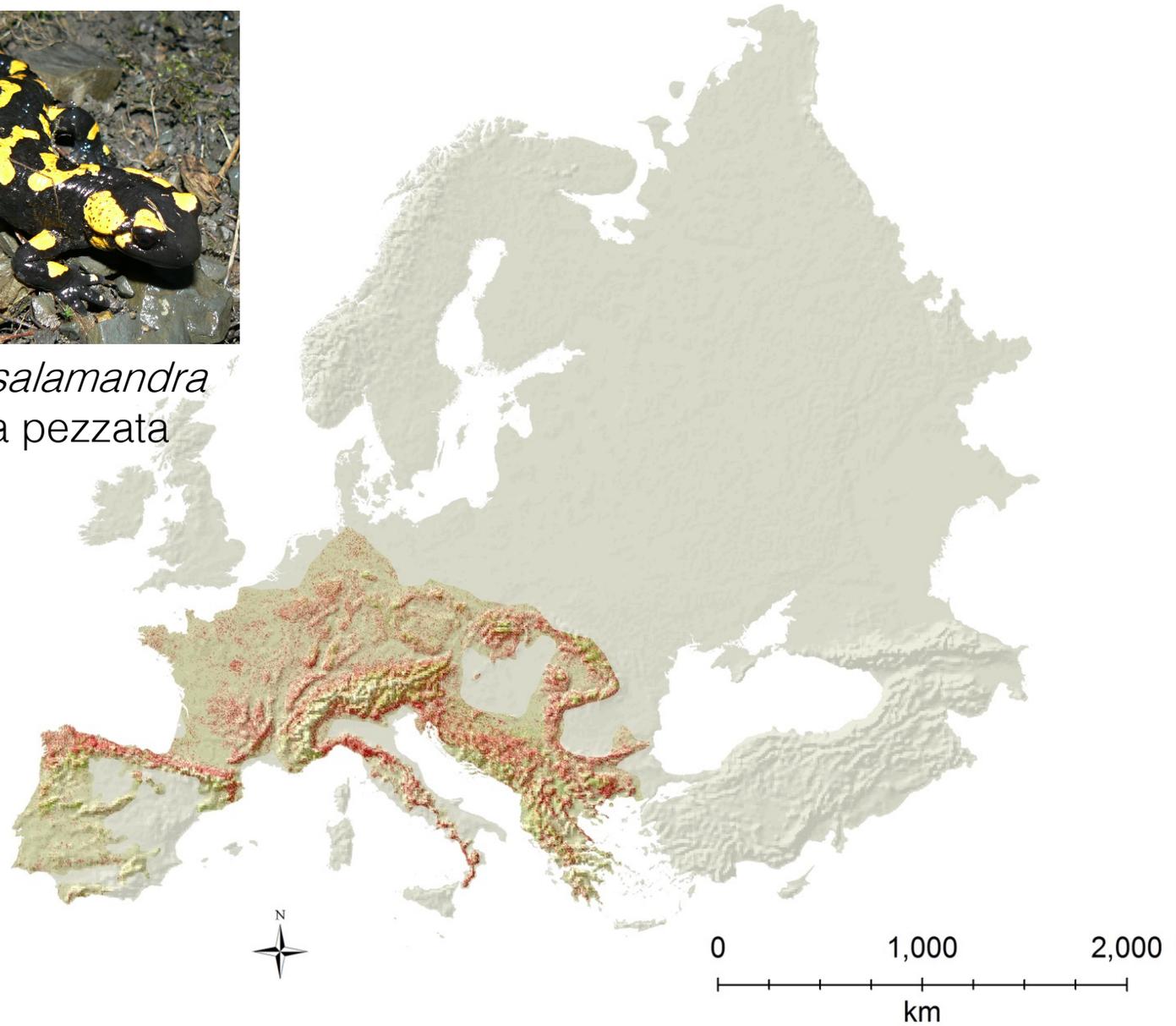
Mustela putorius
Puzzola



Distribuzione



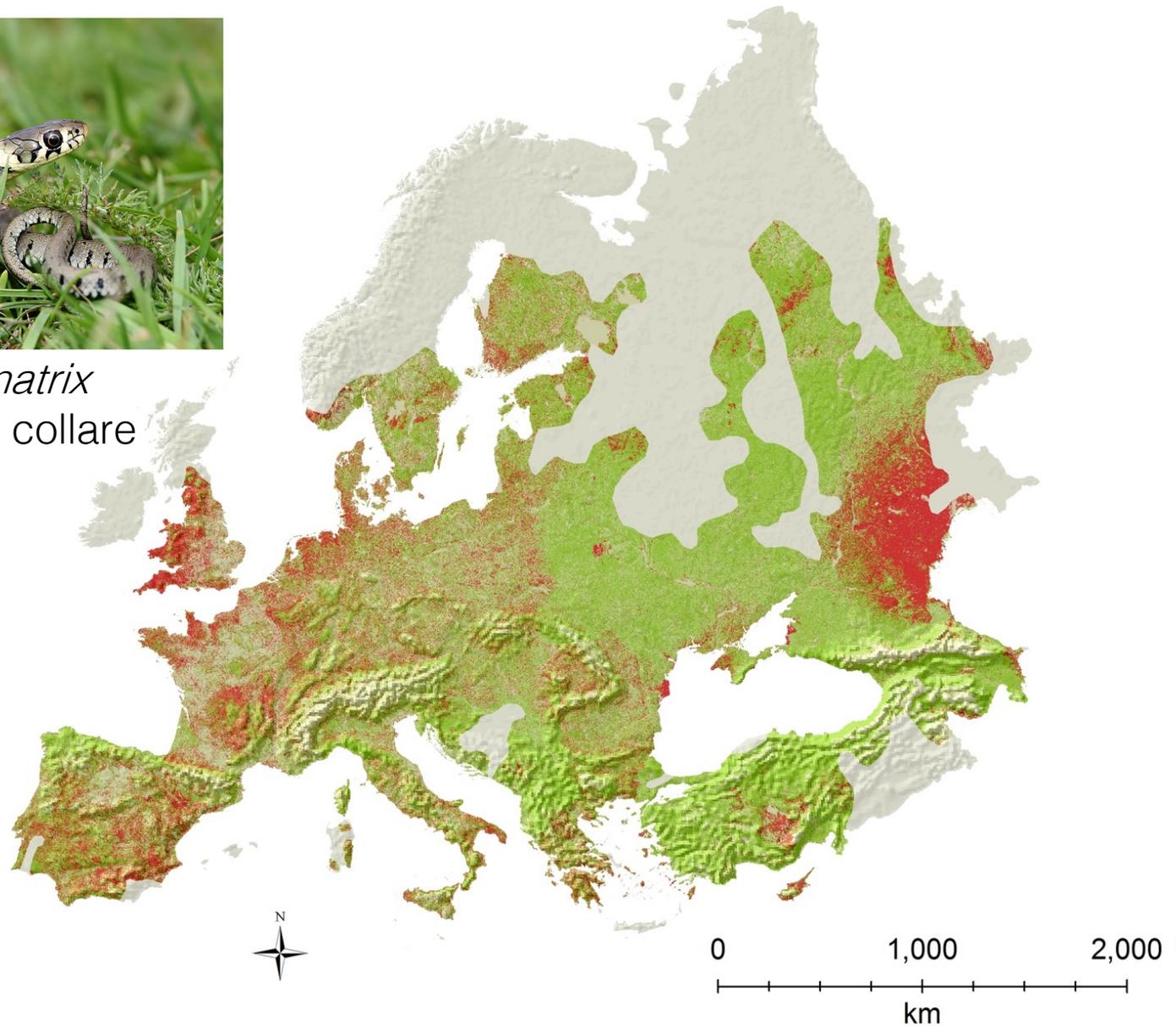
Salamandra salamandra
Salamandra pezzata



Distribuzione

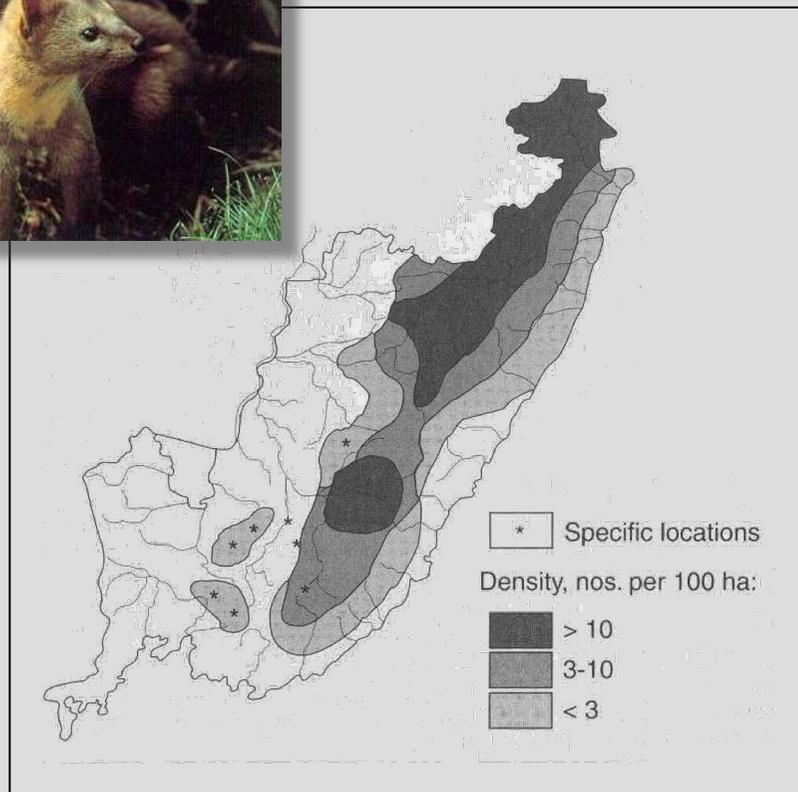


Natrix natrix
Biscia dal collare



Distribuzione

- in base a variazioni di densità all'interno dell'areale si identificano distribuzioni 'bull's-eye' e troncate



Mustela zibellina



Chamaea fasciata

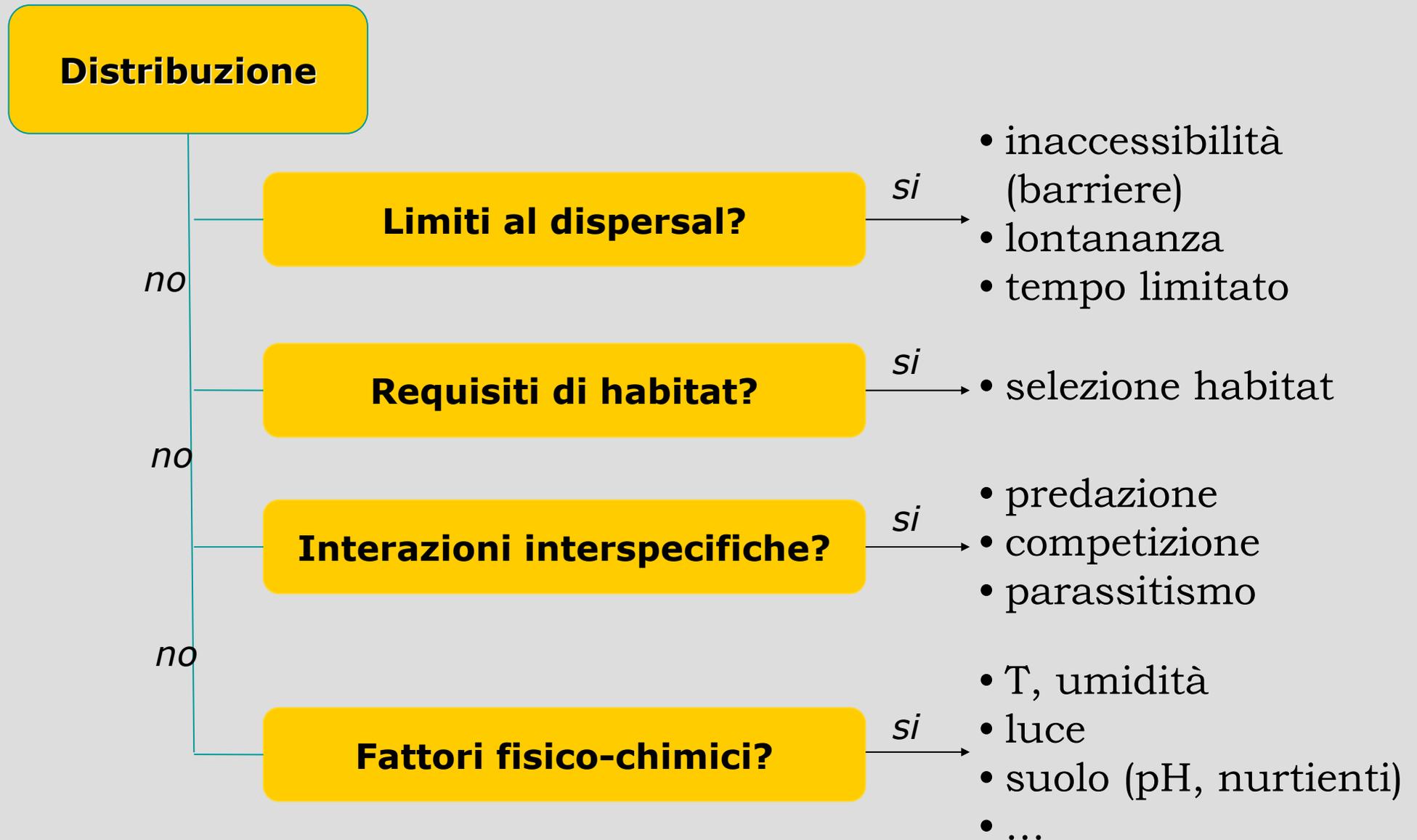
Distribuzione

- idealmente, il confine dell'areale esclude le zone in cui $r < 0$
- i limiti della distribuzione possono indicare la mancanza delle condizioni bio-fisiche idonee o limiti nella espansione (dispersal) della specie



Areale del lupo in Italia
(2001)

- da cosa sono limitate le distribuzioni animali?



- non necessariamente l'areale *osservato* corrisponde all'areale *potenziale*
- *areale potenziale*: area in cui le caratteristiche bio-fisiche garantirebbero la presenza della specie
- la stima dell'areale potenziale assume importanza nelle applicazioni di *gestione e conservazione* della fauna (reintroduzioni, traslocazioni, ripopolamenti)

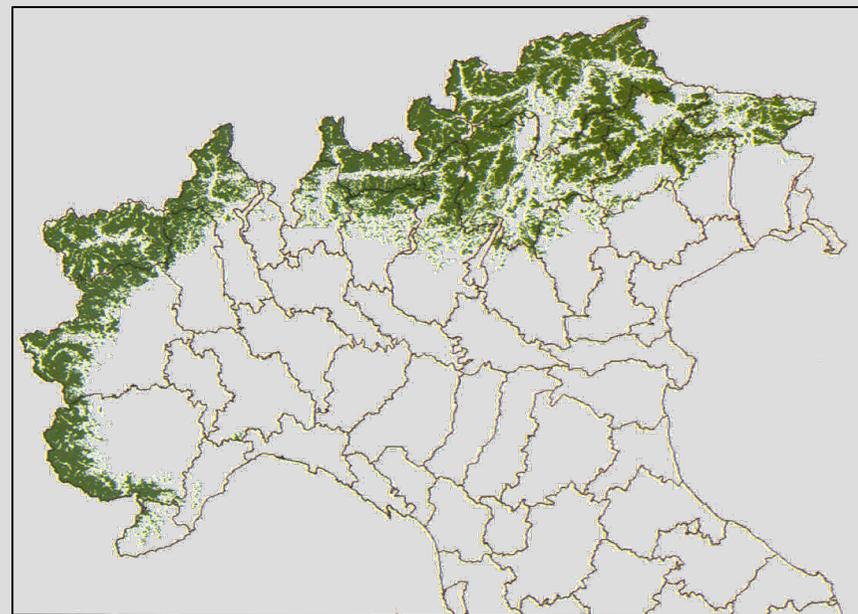
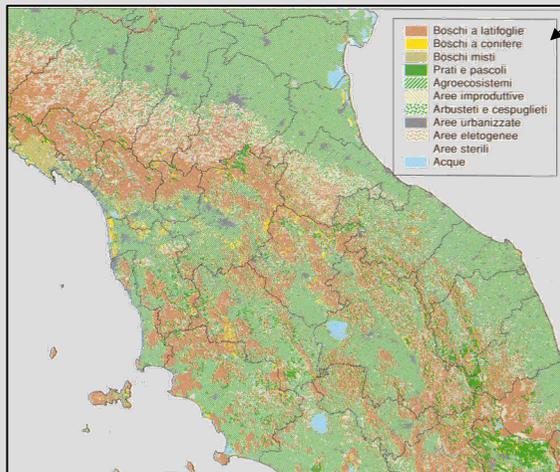
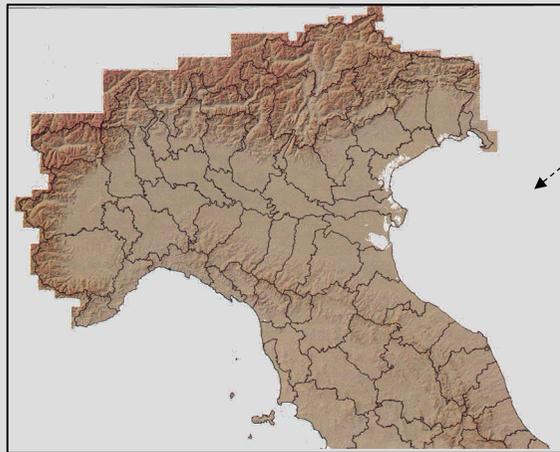
☞ la distribuzione *potenziale* si stima attraverso la resa geografica di modelli specie-habitat

es., Modello Vocazione Ambientale per il camoscio alpino



Tabella 31 - Sinossi dei requisiti delle aree ritenute idonee al camoscio.

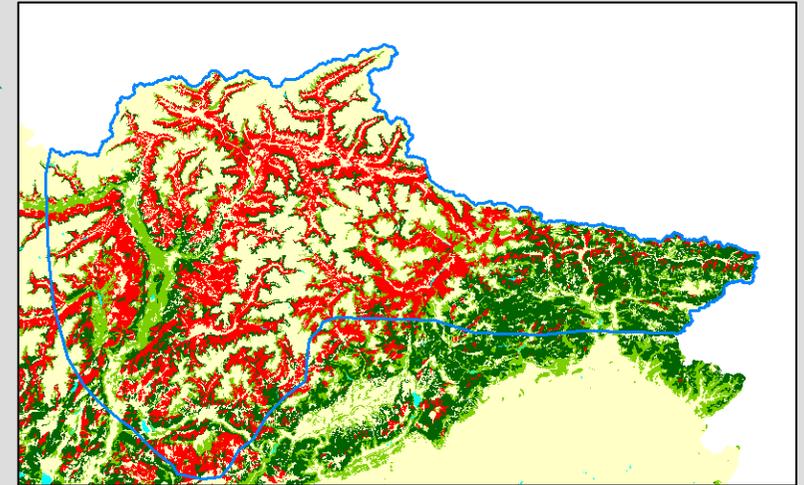
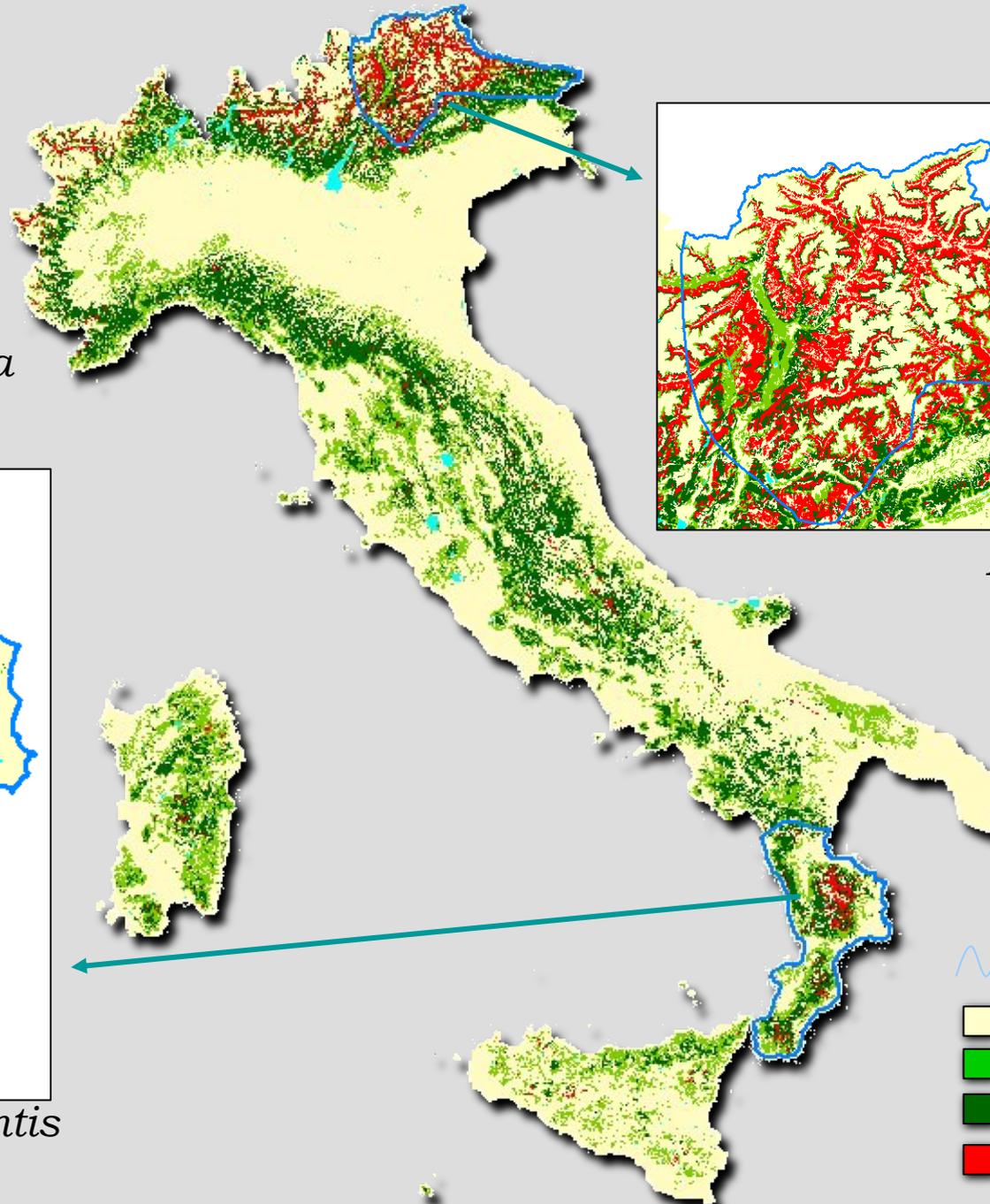
Quota	Uso del suolo	Pendenza
> 2900 m	Vegetazione rupestre, Arbusteti e Pascoli	(qualunque)
1800-2900 m	Rocce, Vegetazione rupestre, Boschi, Arbusteti e Pascoli	(qualunque)
600-1800	Rocce, Vegetazione rupestre; Boschi, Arbusteti e Pascoli (entro 500 m da altro ambiente idoneo)	Ogni ambiente se > 25°
< 600 m	Rocce, Vegetazione rupestre; Boschi, Arbusteti e Pascoli (entro 500 m da altro ambiente idoneo)	> 25°



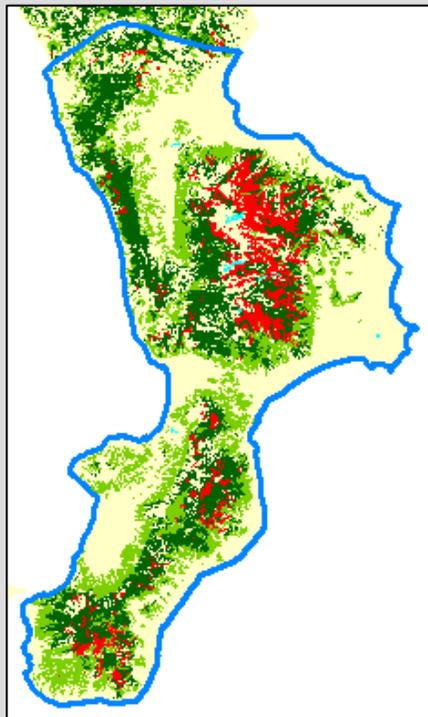
Modello d'idoneità ambientale per il driomio



Dryomys nitedula



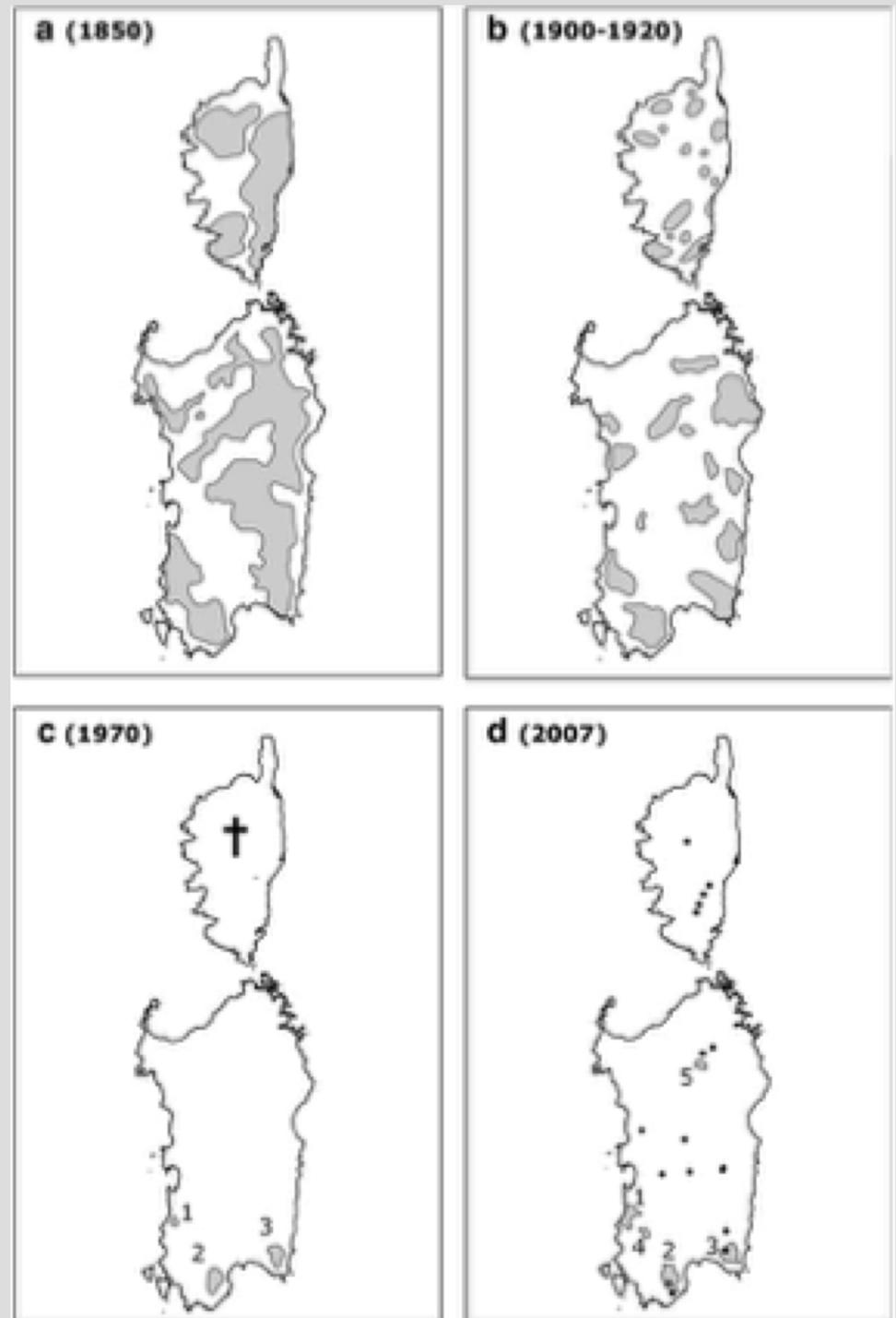
D. n. intermedius



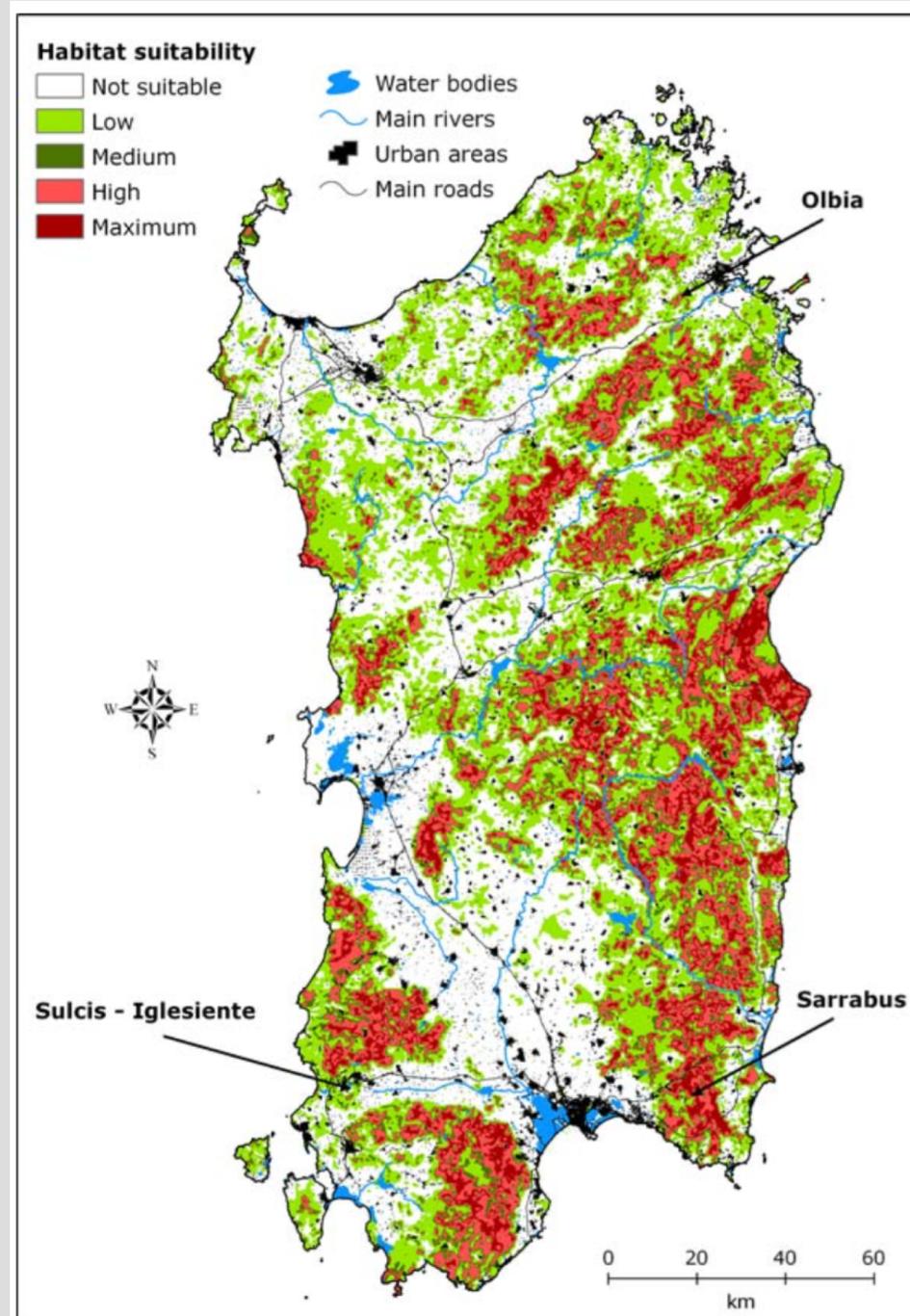
D. n. aspromontis

- ~ Areale
- Non idoneo
- Bassa idoneità
- Media idoneità
- Alta idoneità

Distribuzione

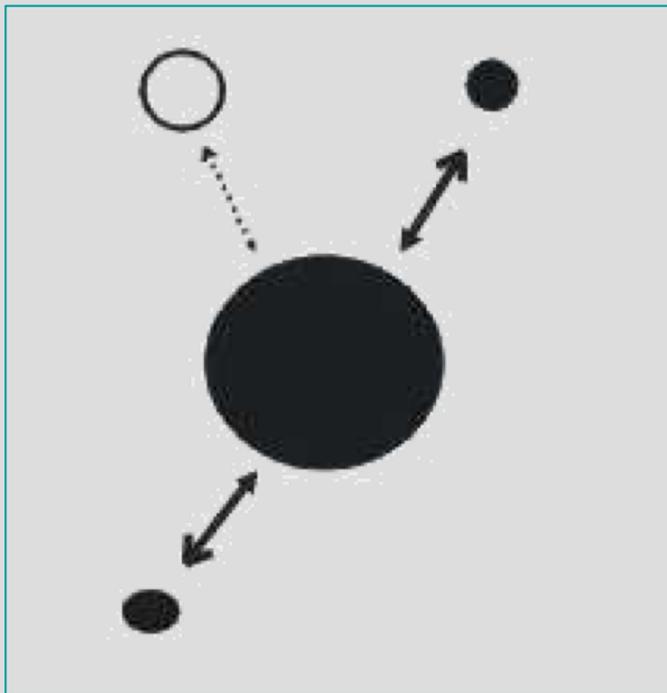


Distribuzione

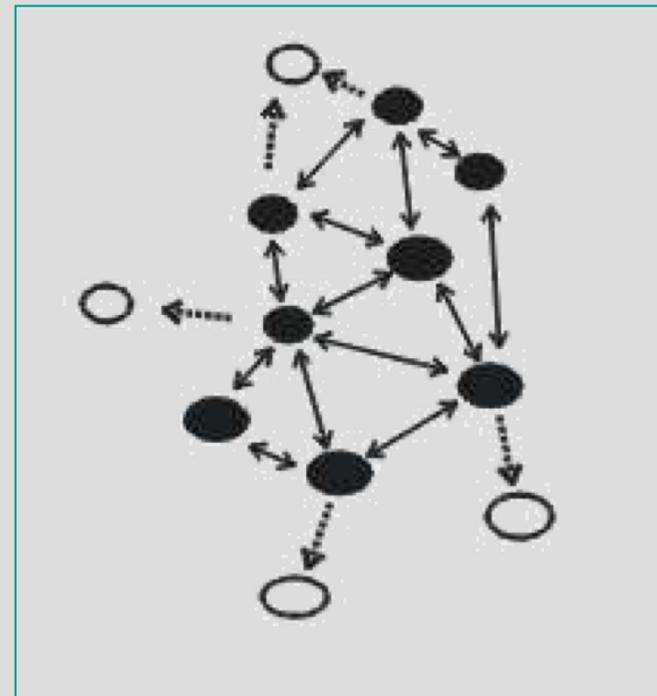


Metapopolazione

- ☞ popolazione distribuita in più sottopopolazioni tra loro interconnesse



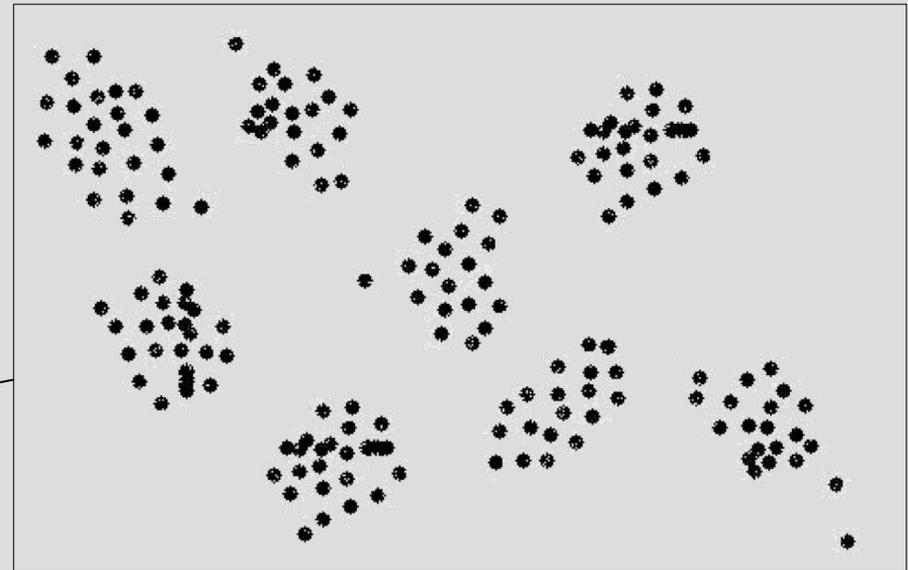
Popolazione stabile



Metapopolazione

Dispersione: definizioni

☞ *dispersione*: l'arrangiamento spaziale degli individui in una data area

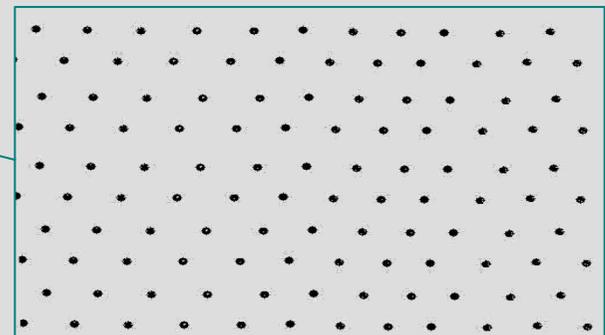
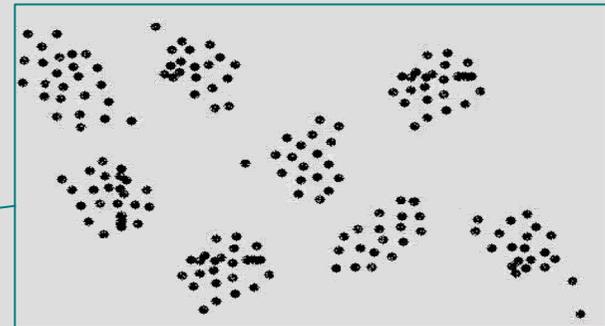
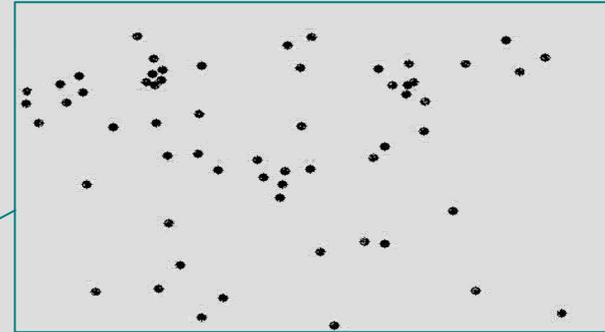


Hippotragus equinus

Dispersione

☞ la dispersione può essere

- *casuale*
- *aggregata (cluster)*
- *uniforme*



Dispersione

☞ la dispersione dipende da:

- conformazione dell'habitat e distribuzione delle risorse
- interazioni sociali ed ecologiche intraspecifiche
- competizione e predazione

☞ il concetto è rilevante in termini *genetici* (panmissia, isolamento da distanza), *socio-ecologici* (socialità, aggregazione in relazione alle risorse) e *metodologici* (censimenti)

☞ la dispersione non deve essere confusa con movimenti di 'dispersal' !!

- ☞ distribuzione e dispersione non sono *statici*:
vari tipi di movimenti le rendono dinamiche
- *migrazioni*: periodici, stagionali
 - *movimenti irregolari* (eruzioni): irregolari ed improvvisi
 - *'dispersal'*: allontanamento definitivo dall'area natale
 - *movimenti locali* ('home range'): quotidiani, all'interno dell'area familiare



Migrazioni

☞ spostamenti *ciclici* che comportano presenza periodica (stagionale) della specie in diverse aree geografiche



Anser fabalis



Eschrichtius robustus

Migrazioni

- migrazioni latitudinali o altimetriche
- distanze variabili (fino $>1.6 \times 10^4$ km, *Sterna paradisaea*)
- sincronizzano il ciclo biologico con le variazioni climatiche (T, disponibilità stagionale di risorse, etc.)
- evolutesi (~15.000 anni) come risposta a modificazioni del contesto paleoclimatico (glaciazioni), paleoecologico e conseguente variazione delle risorse (competizione, predazione)



Movimenti irregolari

☞ movimenti a lungo raggio oltre i confini dell'areale con frequenza irregolare; legati a:

- condizioni climatiche critiche (es. grifalco, gufo delle nevi, ulula)
- fluttuazioni in abbondanza e qualità di risorse critiche → crescita di popolazione e/o movimenti di emigrazione (immigrazione) (es. crociere, lemming)



Nyctea scandiaca



Lemmus lemmus

Movimenti di 'dispersal'

- ☞ movimento *unidirezionale* dall'area natale all'area di riproduzione
- ☞ la tipologia di dispersal (*frequenza, tempi, distanze*) è determinata da:

- caratteristiche della specie (*meccanismi prossimali, patterns età- e sesso specifici*)
- caratteristiche della popolazione (*tasso di accrescimento, densità, competizione*)
- caratteristiche dell'habitat (*direzione, distanza, esito del dispersal*)



'Dispersal'

☞ il dispersal è un parametro critico da due punti di vista

- *ecologico*: influenza la distribuzione
- *genetico*: influenza la differenziazione geografica tra popolazioni (*flusso genico*)

☞ può essere

- *naturale*
- *assistito* (es., reintroduzioni, o introduzione di specie esotiche)

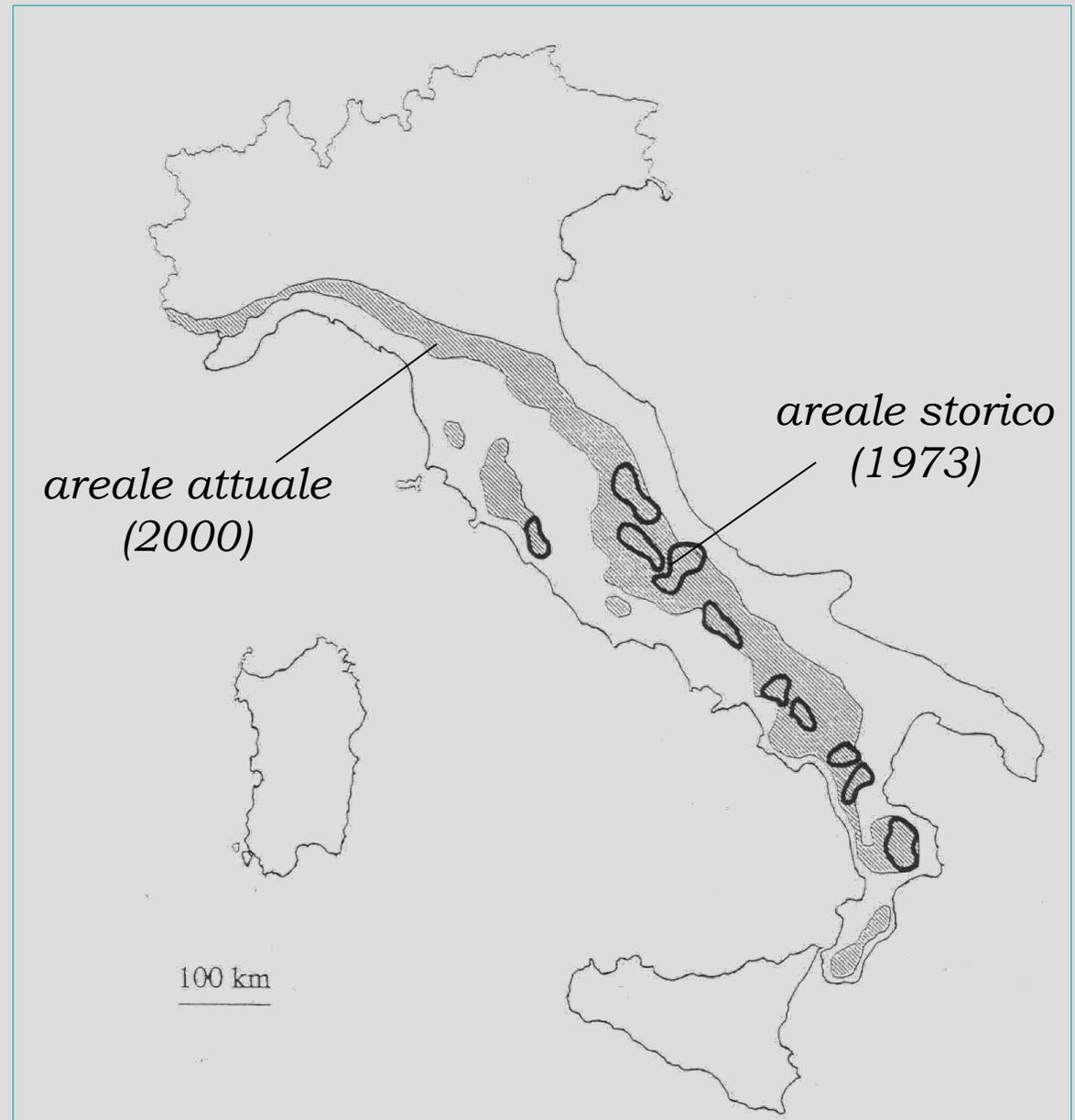
'Dispersal'

Recupero spontaneo del lupo in Italia (1973 – 2001)



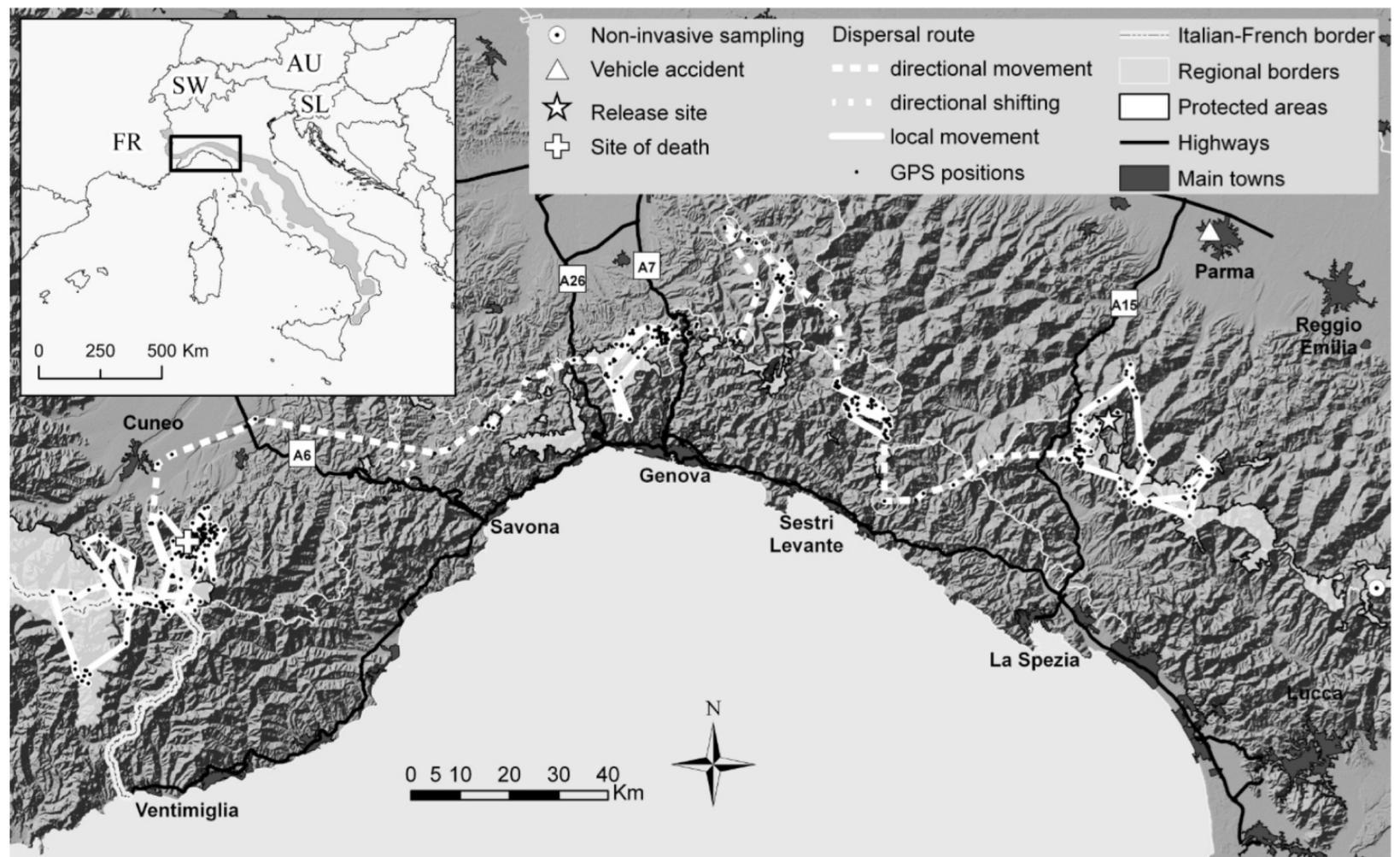
👉 ricolonizzazione spontanea dell'areale pregresso tramite *dispersal*

👉 no reintroduzioni, no *traslocazioni!!*



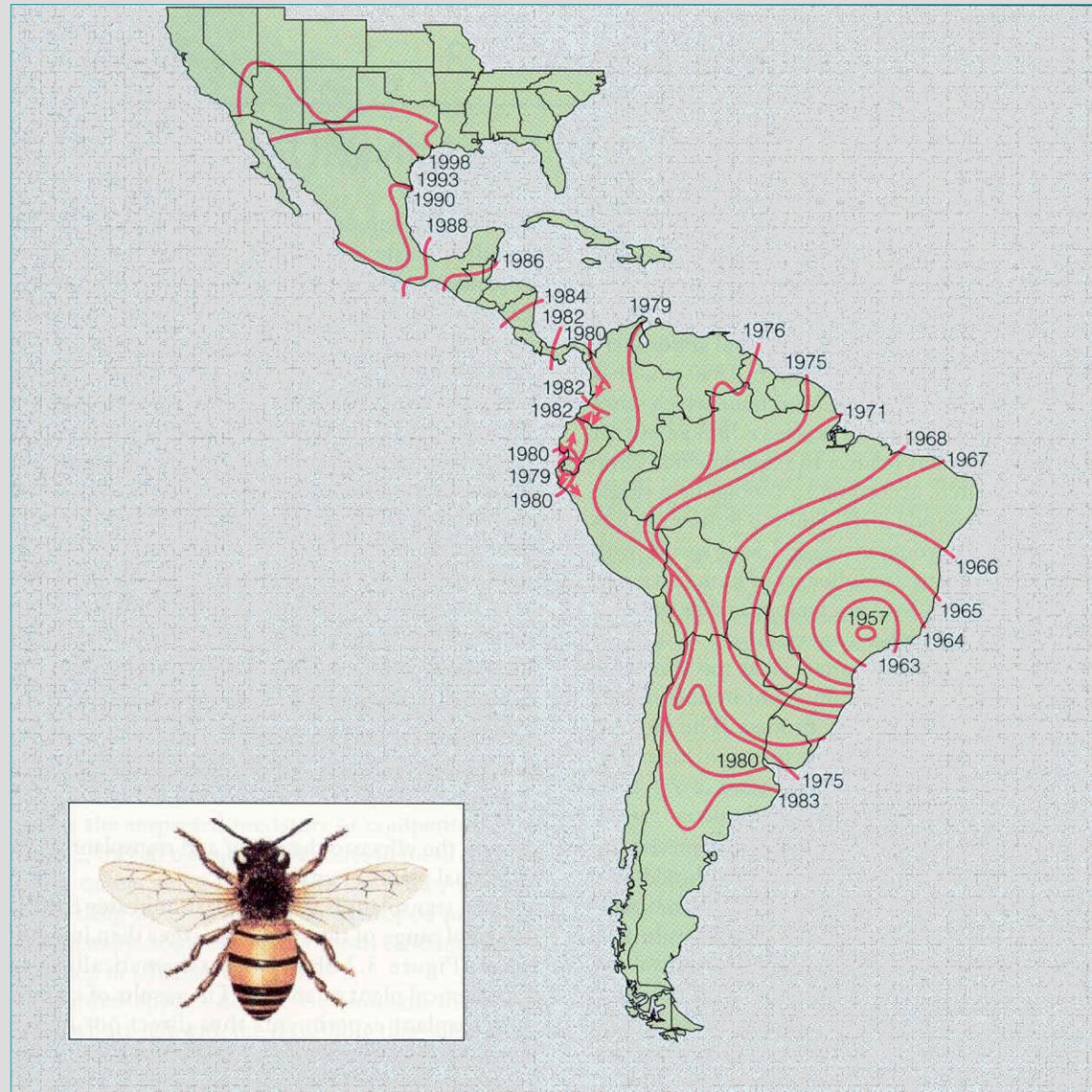
'Dispersal'

Recupero spontaneo del lupo in Italia (1973 – 2001)



'Dispersal'

Espansione dell'ape africana (*Apis mellifera scutellata*) nelle Americhe in seguito ad introduzione accidentale ad opera dell'uomo (1956 - 1998)



'Dispersal'

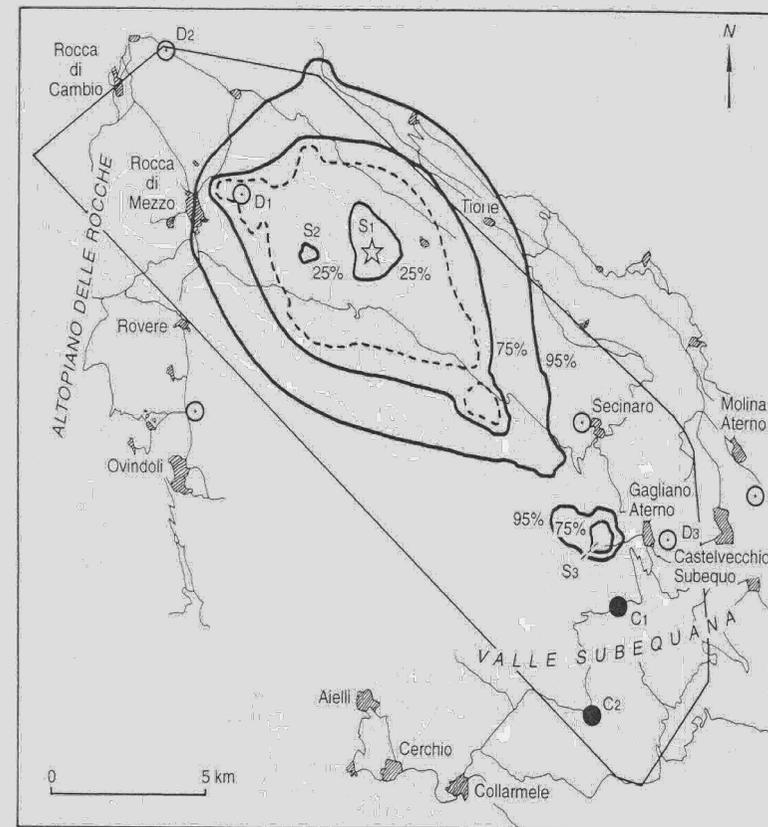
👉 le implicazioni del *dispersal* (naturale) sono importanti a più livelli:

- è il meccanismo primario di *espansione dell'areale*
- determina il *flusso genico* tra popolazioni e il livello di *inincrocio*
- caratterizza la dinamica di *estinzione/ricolonizzazione* a livello di *metapopolazioni*
- è un fattore critico per la *sopravvivenza delle specie* in ambienti frammentati
- è sensibile alle *barriere ambientali* di origine antropica

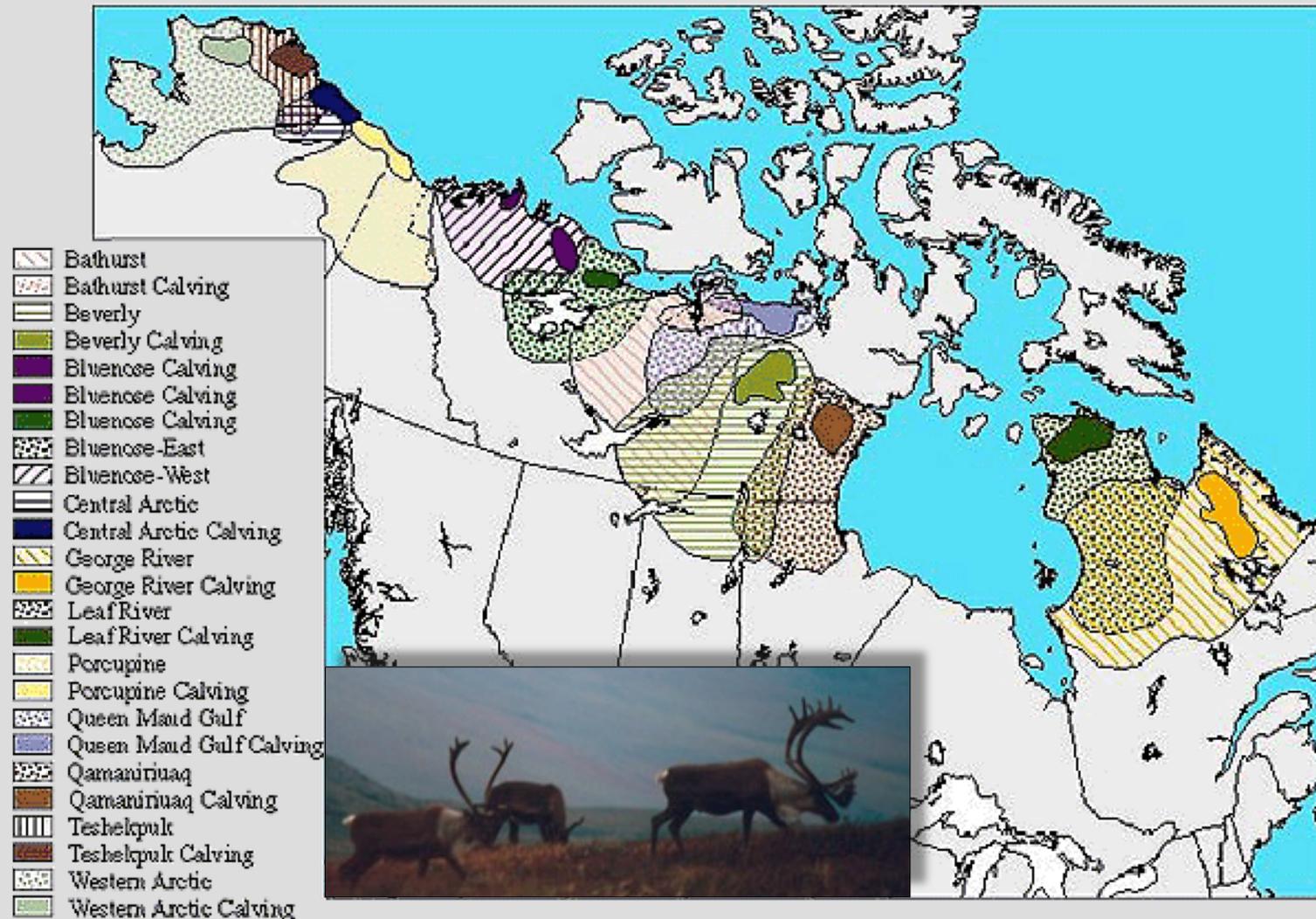
Movimenti locali ('home range')

☞ *“l'area attraversata dall'individuo durante le sue normali attività di alimentazione, riproduzione e cura della prole” (Burt 1943)*

- ✓ area che comprende tutti i movimenti di un animale (o di un gruppo sociale)
- ✓ “normali” esclude le escursioni extraterritoriali



☞ l'organizzazione spaziale degli *home ranges* fornisce indicazioni su dispersione e distribuzione a livello di popolazione



Annual ranges and calving grounds of Barren Ground Caribou

☞ il concetto di home range non è *statico*:
implica una dimensione temporale

- home ranges *stagionali*
- home range *dislocati* (es. pre e post migrazione)
- *fluttuazioni* annuali (contrazioni, espansioni)
- *sfasamenti* gradualali ('shift')

☞ l'ambito temporale di riferimento deve avere
senso biologico e deve essere specificato!!

Home range

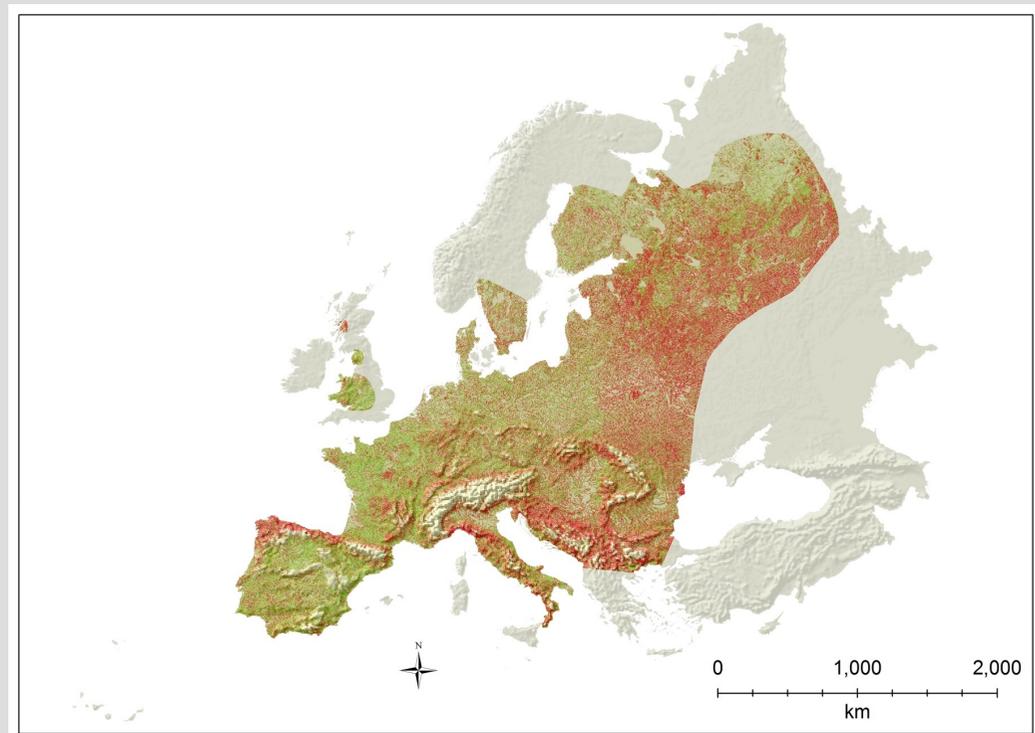
- l'*home range* non sempre coincide con il *territorio* (area attivamente difesa da estranei conspecifici)
- l'*home range* non è utilizzato in modo uniforme, bensì alcune zone interne vengono utilizzate più frequentemente (*core areas*)
- variabili descrittive:
 - *dimensione* (ma non solo!!)
 - *localizzazione*
 - *configurazione*
 - *composizione interna (habitat)*
 - *localizzazione delle 'core areas'*
 - *sovrapposizione*
 - . . .

Interazioni

- “Perché gli organismi di una data specie sono presenti in alcune zone e non in altre?” (Krebs 1985 – *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.*)



Mustela putorius
Puzzola



Interazioni tra specie

Gli organismi non vivono da soli nell'ambiente, ma all'interno di una matrice di altri organismi di molte specie

...

... L'evidenza di queste interazioni è diretta: le popolazioni di una specie cambiano se in presenza di una seconda specie

(Krebs, 2001)

- 👉 le *interazioni* tra specie/popolazioni possono essere distinte in base al *meccanismo*:
1. *Competizione*: quando una o più specie utilizzano la stessa risorsa, presente in quantità limitata, a scapito di entrambe le specie
 2. *Predazione*: quando una specie animale consuma interamente o parzialmente individui di altre specie animali
 3. *'Herbivory'*: quando una specie animale consuma interamente o parzialmente una specie vegetale

Interazioni tra specie

- ☞ le *interazioni* tra specie/popolazioni possono essere distinte in base al *meccanismo*:
4. *Parassitismo*: quando due specie vivono in condizione di stretta associazione fisica, dove il parassita dipende metabolicamente dall'ospite
 5. *Malattia*: quando c'è associazione tra un microrganismo patogeno e una specie ospite, a scapito della fisiologia dell'ospite
 6. *Mutualismo*: quando due specie vivono in stretta associazione reciproca con il beneficio di entrambe

Interazioni tra specie

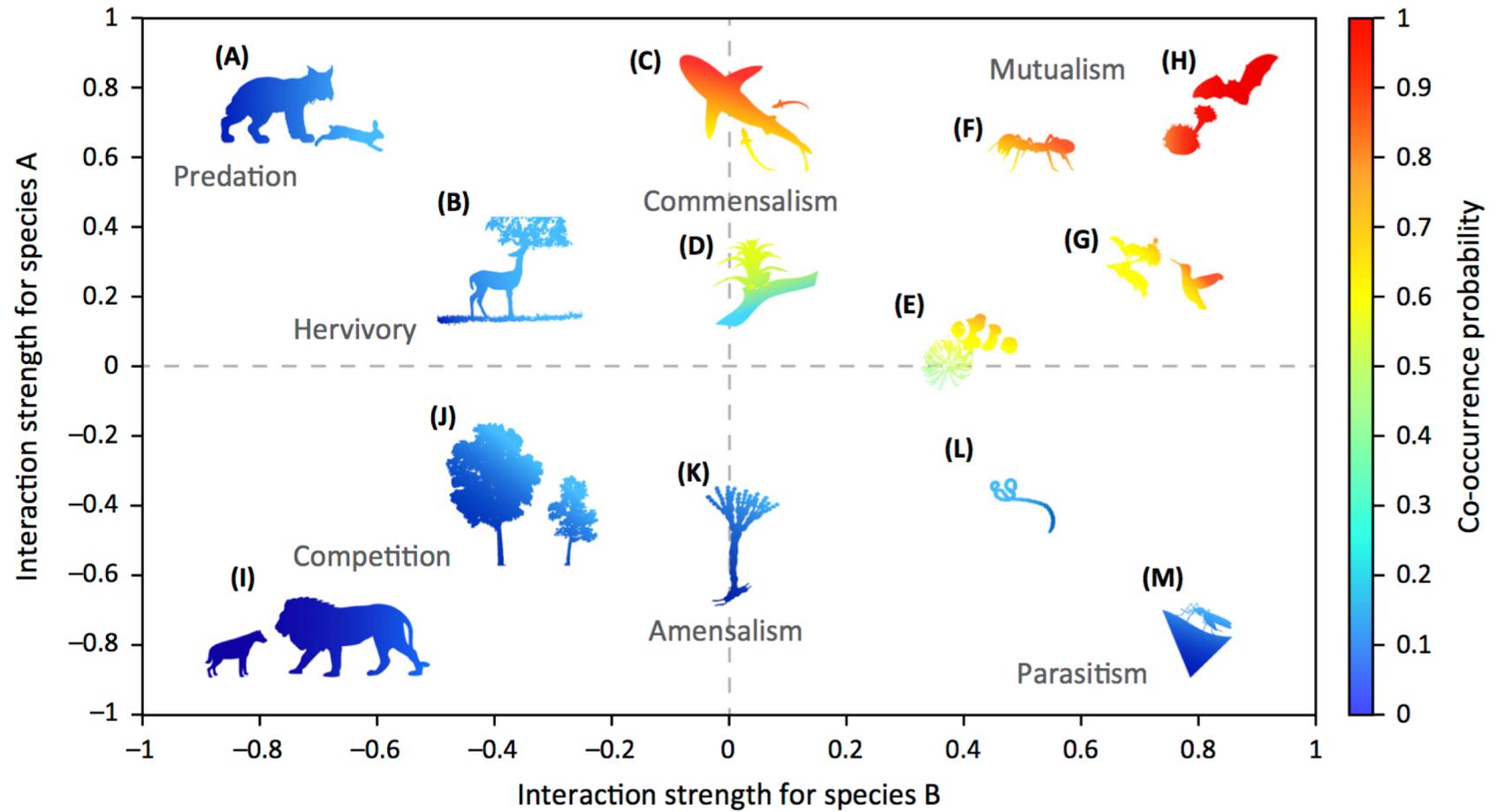
☞ le *interazioni* tra specie/popolazioni possono essere distinte in base al *meccanismo*:

7. *Commensalismo*: quando due specie vivono in condizione di associazione fisica (non obbligatoria), dove una specie approfitta del nutrimento/scarti dell'altra senza procurare sofferenze/disturbo

8. *Facilitazione*: interazione tra specie viventi in cui una trae vantaggio dall'attività di un'altra

9. *Amensalismo*: interazione tra specie viventi in cui una impedisce/diminuisce il successo dell'altra, senza trarne vantaggio

Interazioni tra specie



Commensalismo

Commensalismo: quando due specie vivono in condizione di associazione fisica (non obbligatoria), dove una specie sfrutta il nutrimento/scarti dell'altra senza procurare sofferenze/disturbo

- ☞ può andare da “simbiosi” a interazione molto blanda
- ☞ Spesso difficile distinguere commensali da parassiti: epifite possono intercettare nutrienti o diminuire capacità fotosintetica

Commensalismo

- ☞ Inquilinismo: una specie usa un'altra per abitarvi (es. piante epifitiche, uccelli in cavità alberi)



Commensalismo

- ☞ Foresi: una specie usa un'altra per essere trasportata (paguro e attinia, balena e balani)



Commensalismo

- ☞ Metabiosi: una specie usa qualcosa creato da un'altra specie dopo la morte di quest'ultima (paguro)



Facilitazione

- ☞ è una tipologia di *interazione* attraverso la quale una specie trae vantaggio dalla presenza (attività) di un'altra
- ☞ si verifica quando una specie altera un habitat creando condizioni maggiormente idonee per altre specie
- ☞ può essere *obbligata* o *facoltativa*
- ☞ es., successioni di pascolo, cavità arboree come siti di nidificazione, etc.

Facilitazione

*es., successioni di pascolo:
ungulati nelle pianure del Serengeti*



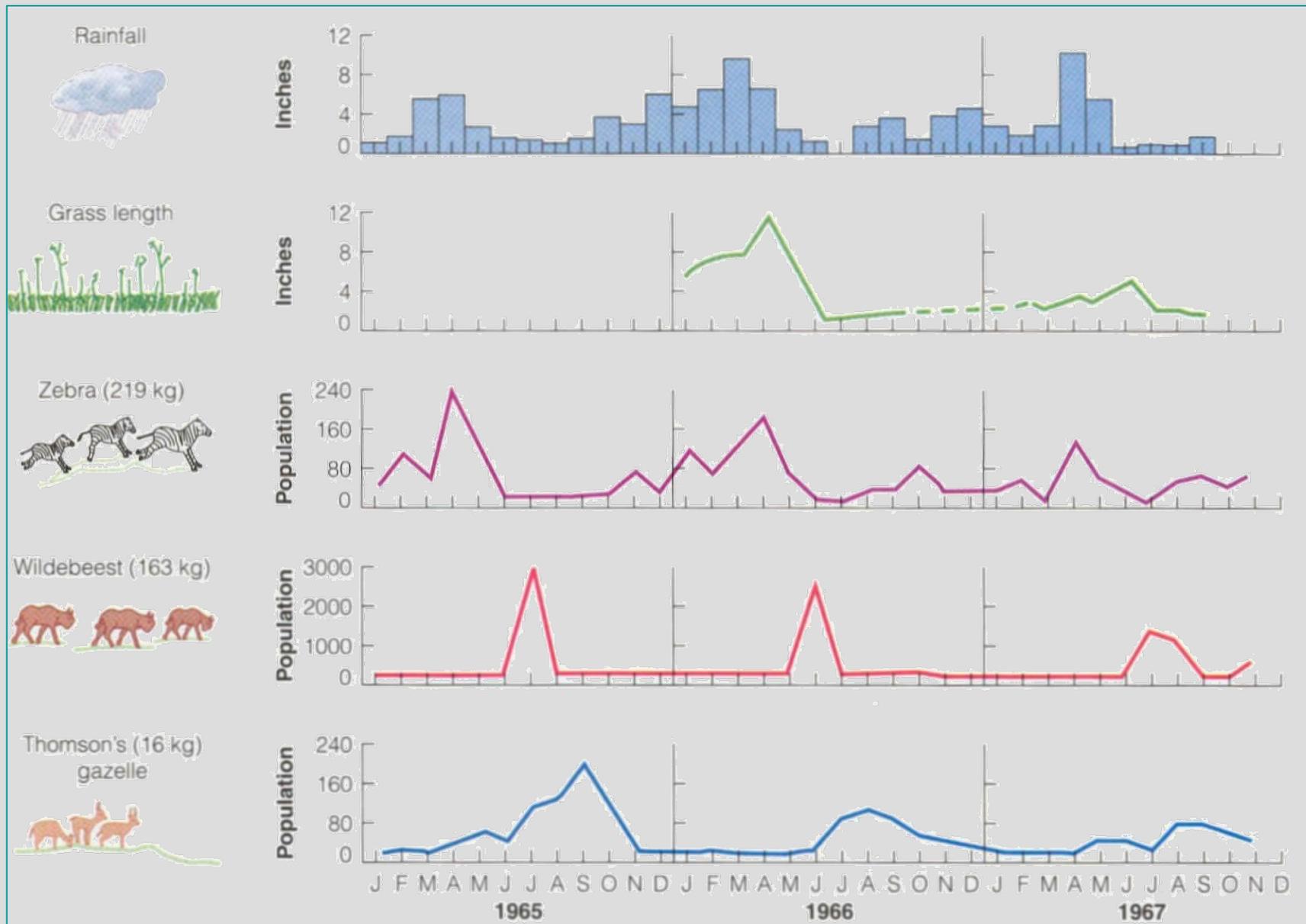
in 25.000 km² pascolano:

- 1 milione di gnu
- 600.000 gazelle
- 200.000 zebre
- 65.000 bufali
- altre 20 specie di ungulati...



Facilitazione

es., successioni di pascolo



es., ungulati selvatici e domestici

Cervo (*Cervus elaphus*) e bovini nell'Isola di Rhum (Scozia)

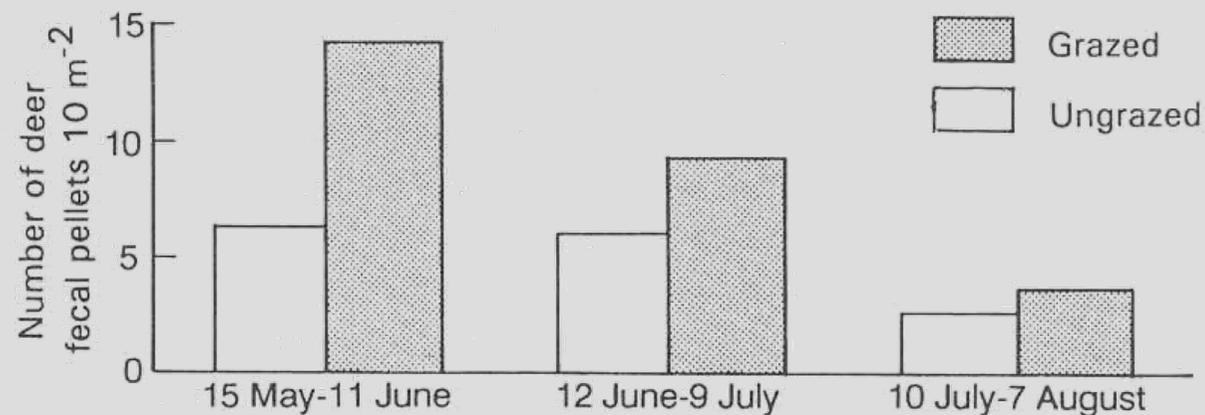


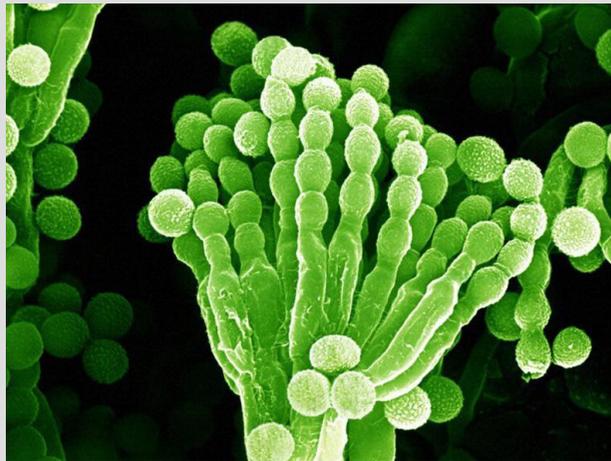
Fig. 9.18 Facilitation of deer grazing by cattle is demonstrated by deer fecal-pellet groups on cattle-grazed plots during each of the 3 months of study. Deer preferred to graze plots used by cattle the previous winter. (After Gordon 1988.)

👉 le aree sottoposte a pascolo di bovini in inverno supportano in primavera una più elevata produzione di biomassa erbacea

Amensalismo

Amensalismo: interazione tra specie viventi in cui una impedisce/diminuisce il successo dell'altra, senza trarne vantaggio

- ☞ specie secerne prodotto chimico come parte del suo normale metabolismo, con effetto negativo su altra specie
- ☞ *Penicillium notatum*: secerne penicillina, composto battericida!



Amensalismo

- ☞ *Penicillium camemberti*: camembert e brie!
- ☞ *Penicillium roqueforti*: roquefort e danish blue!



Competizione

Competizione: quando una o più specie utilizzano la stessa risorsa, presente in quantità limitata, a scapito di entrambe le specie

- ☞ la competizione si realizza per una varietà di risorse:
 - *cibo, acqua*
 - *riproduttori*
 - *spazio, copertura, siti specifici*
- ☞ affinché esista competizione non è sufficiente che due o più specie abbiano risorse in comune ...
- ☞ ... le risorse devono essere limitate, e l'uso comune deve influenzare riproduzione, crescita e sopravvivenza delle specie

Competizione

☞ esistono *due tipi* di competizione:

- competizione per **sfruttamento**: quando organismi della stessa specie o di specie diverse utilizzano risorse in comune che sono in quantità limitata; non implica interazione diretta
- competizione per **interferenza**: implica interazione diretta e si realizza quando gli organismi, alla ricerca di una risorsa, possono interferire reciprocamente attraverso vari comportamenti con esito negativo
- entrambe le forme di competizione possono realizzarsi tra individui della stessa specie (comp. **intraspecifica**) e tra individui di due o più specie diverse (comp. **interspecifica**)

Predazione

- ☞ *Predazione*: quando una specie animale consuma in parte o interamente altri organismi animali viventi
- ☞ la definizione esclude *detritivori e necrofagi*
- ☞ a differenza della competizione, la *predazione* avviene tra diversi livelli trofici
- ☞ è di grande interesse ecologico e gestionale
 - ruolo dei predatori come fattore di limitazione e regolazione
 - impatto ecologico ed economico dei predatori

- ☞ Si possono riconoscere 3 tipi di *interazioni predatorie*:
- *Parassitismo*: l'alimentazione è a carico di un'ospite che spesso non viene ucciso
 - *Cannibalismo*: caso speciale di predazione in cui preda e predatore sono della stessa specie
 - *Predazione* (carnivory): concetto classico di predazione in cui una specie animale (predatore) caccia e uccide un'altra specie animale (preda)

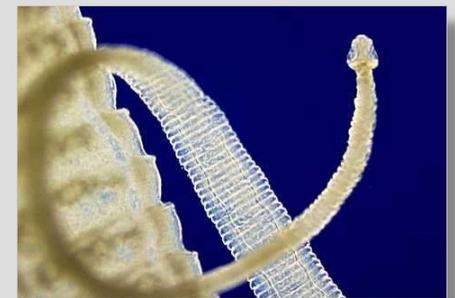
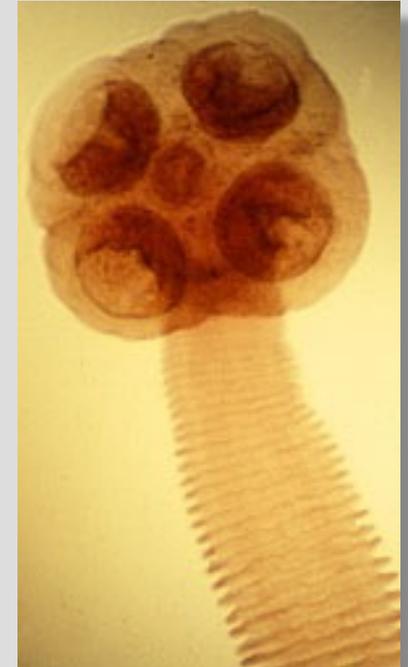
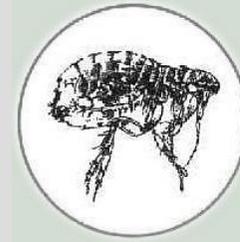
L'effetto della *predazione* sulle popolazioni preda dipende da:

- contesto ambientale (clima, habitat)
- comportamento delle prede
- relazioni all'interno delle biocenosi:
 - *sistemi preda multispecifici*
 - *hyperpredation*
 - *rilascio dei mesopredatori*
 - *trophic cascades (teorie del top-down vs. bottom-up)*



Parassiti e agenti patogeni

- *Definizioni*
- *Effetti su individui e popolazioni*
- *Modelli e parametri epidemiologici*
- *Applicazioni gestionali*



Parassiti e agenti patogeni

- ☞ *Parassitismo e malattie (disease)*: interazione biotica in cui una specie trae vantaggio a scapito dell'altra
- ☞ oltre a *competizione e predazione* è tra i fattori maggiormente responsabili della dinamica (limitazione, regolazione) delle popolazioni
- ☞ parassitismo e malattie (disease) simili in termini di interazione, differiscono essenzialmente per le dimensioni degli agenti patogeni
- ☞ grande interesse storico per gli effetti sulla popolazione umana, molto più scarso su quelle animali

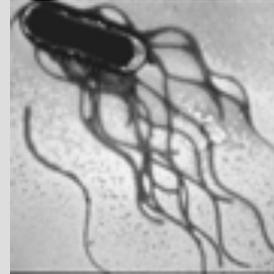
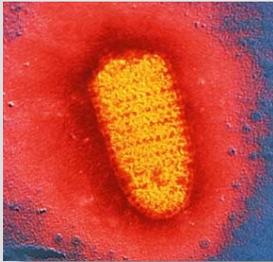
👉 a differenza della predazione ...:

- agenti patogeni e parassiti sono molto più piccoli dell'ospite
- sono spesso sub-letali
- agiscono sia su sopravvivenza che riproduzione
- possono interessare un'elevata proporzione della popolazione (epizoozia)
- difficilmente osservabili, se non tramite accurati esami individuali (analisi serologiche, anatomo-patologiche, istologiche)

Parassiti e agenti patogeni

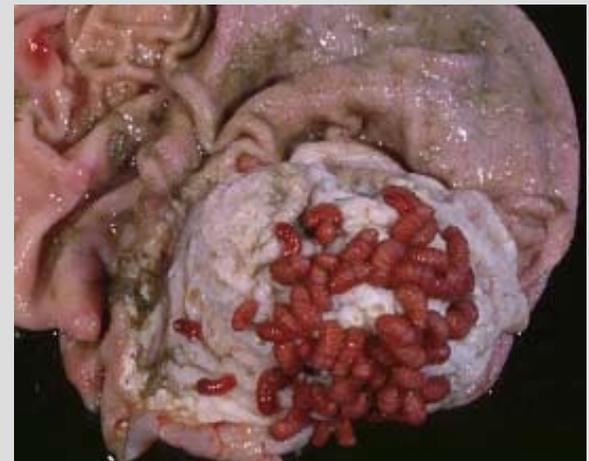
☞ i parassiti e gli agenti patogeni vengono distinti in base alle dimensioni

- **microparassiti:** *virus, funghi, batteri*



• **macroparassiti:** generalmente più grandi e multicellulari

es., *vermi, aracnidi, insetti*



Parassiti e agenti patogeni

👉 gli effetti sugli individui possono essere

- **letali** (raramente)
- le modalità di trasmissione dell'agente sono legate a sintomatologia acuta nell'ospite (es., rabbia)
- l'agente si trasmette tra specie (popolazioni) diverse e geograficamente distanti (es., mixoma virus nel coniglio europeo, cimurro delle foche)



Oryctolagus cuniculus



Sylvilagus brasiliensis



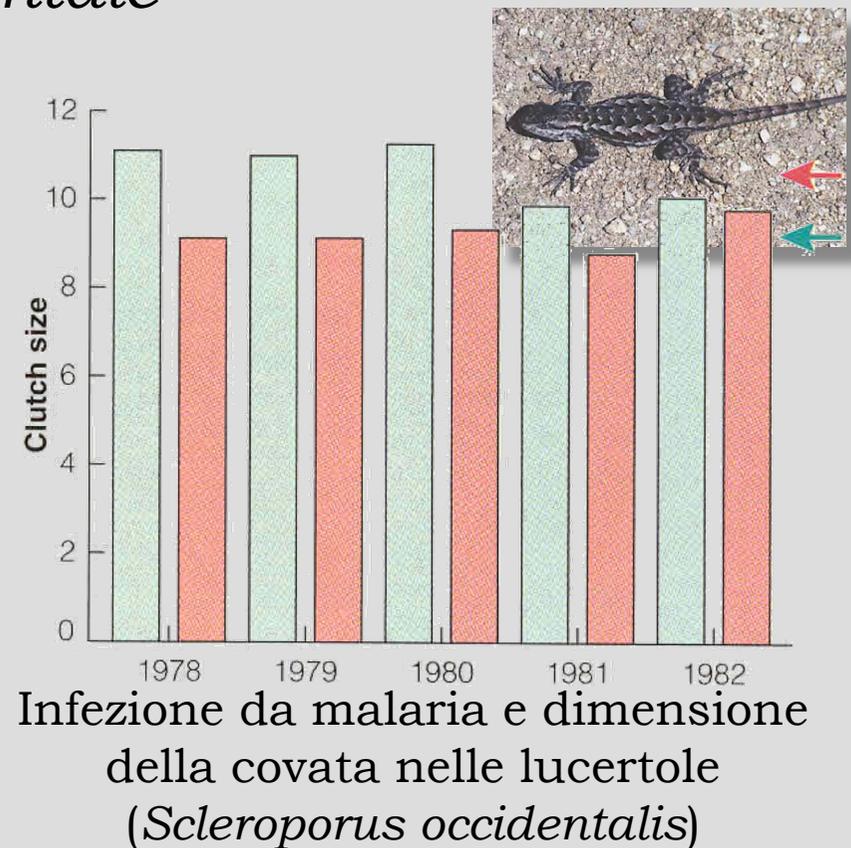
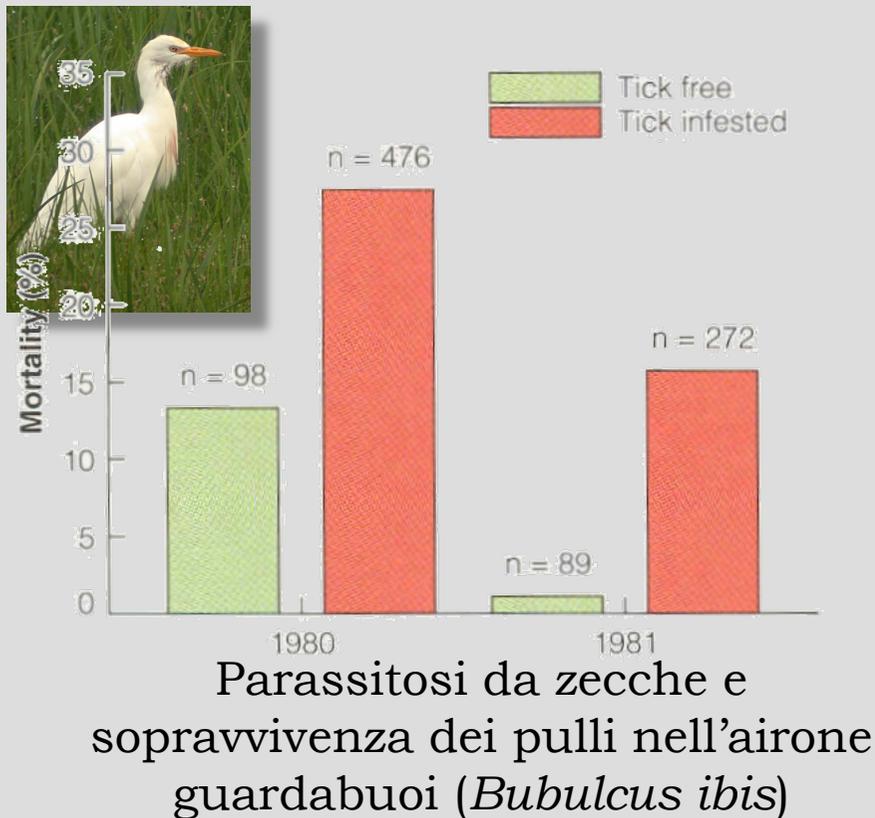
Phoca vitulina



Phoca groenlandica

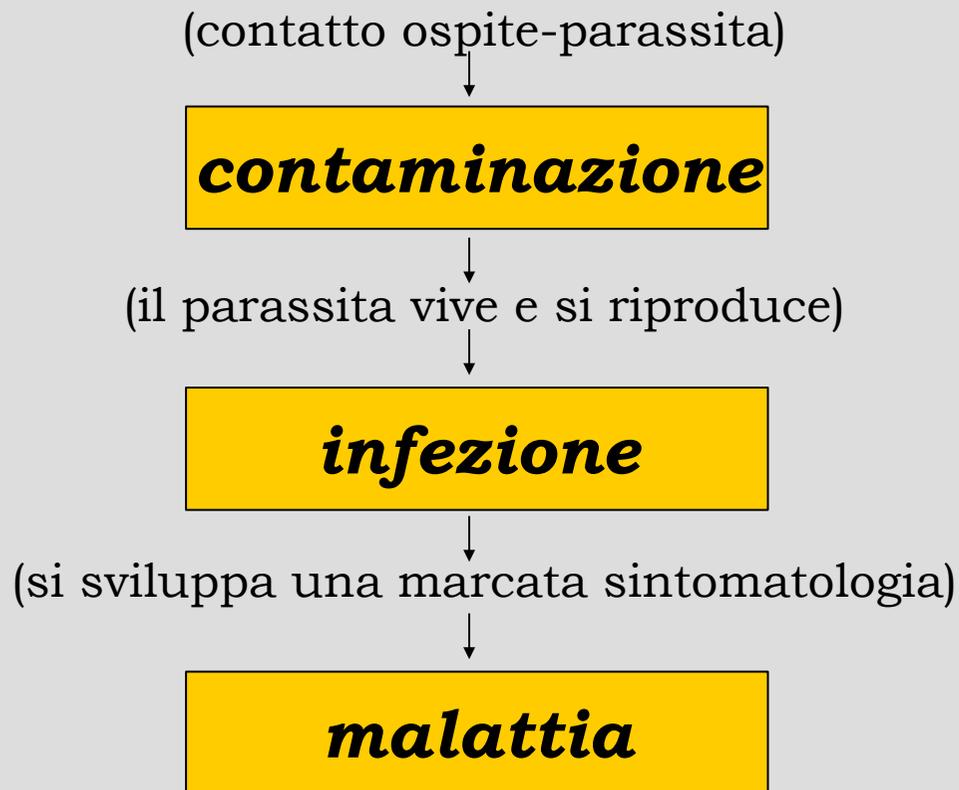
👉 gli effetti sugli individui possono essere

- **sub-letali** (*interferenza bilancio energetico*)
 - depressione *riproduzione*
 - *attività* ridotta
 - ridotta *tolleranza ambientale*



Parassiti e agenti patogeni

- ☞ gli effetti di un agente patogeno si manifestano in varie fasi



✓ non sempre la contaminazione sfocia in infezione e l'infezione in malattia

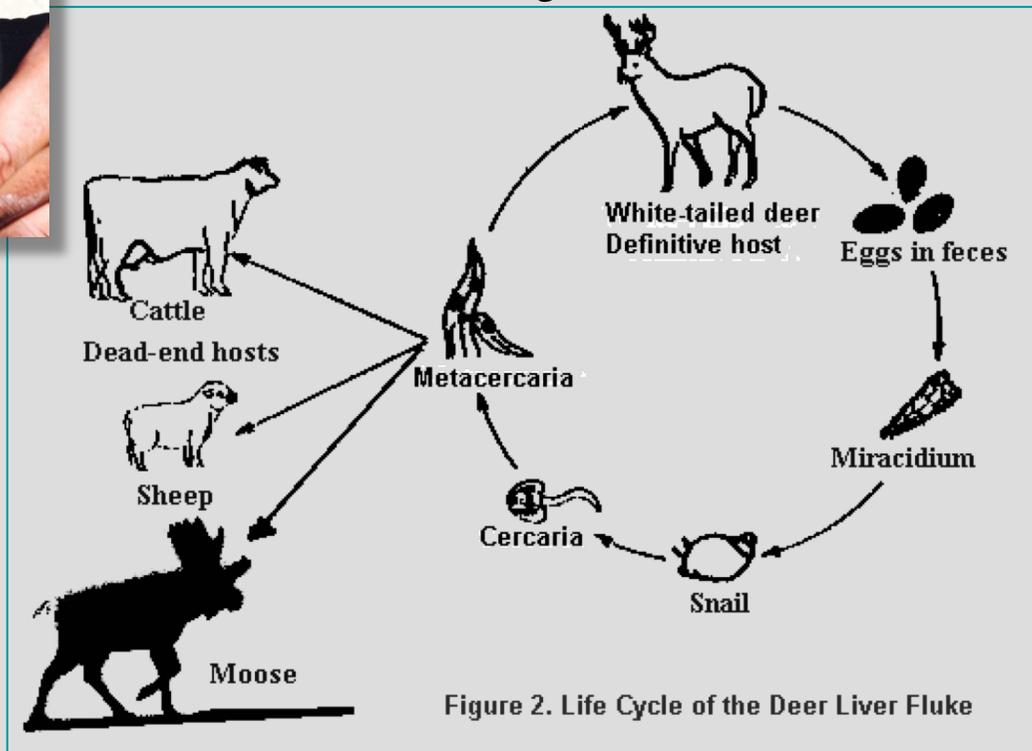
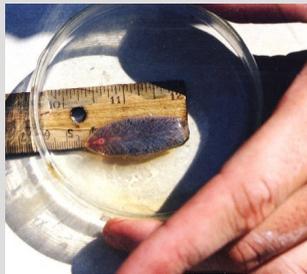
✓ malattie **condizionate** (es., rogna, cheratocongiuntivite, parassitosi) e **incondizionate** (es., rabbia)

- ☞ *virulenza*: capacità di un agente patogeno di infestare e sviluppare in malattia

Parassiti e agenti patogeni

- ☞ parassiti e altri agenti patogeni necessitano di *condizioni ambientali idonee e/o di ospiti intermedi* per le varie fasi del ciclo vitale

es., *Fascioloides magna* nel cervo

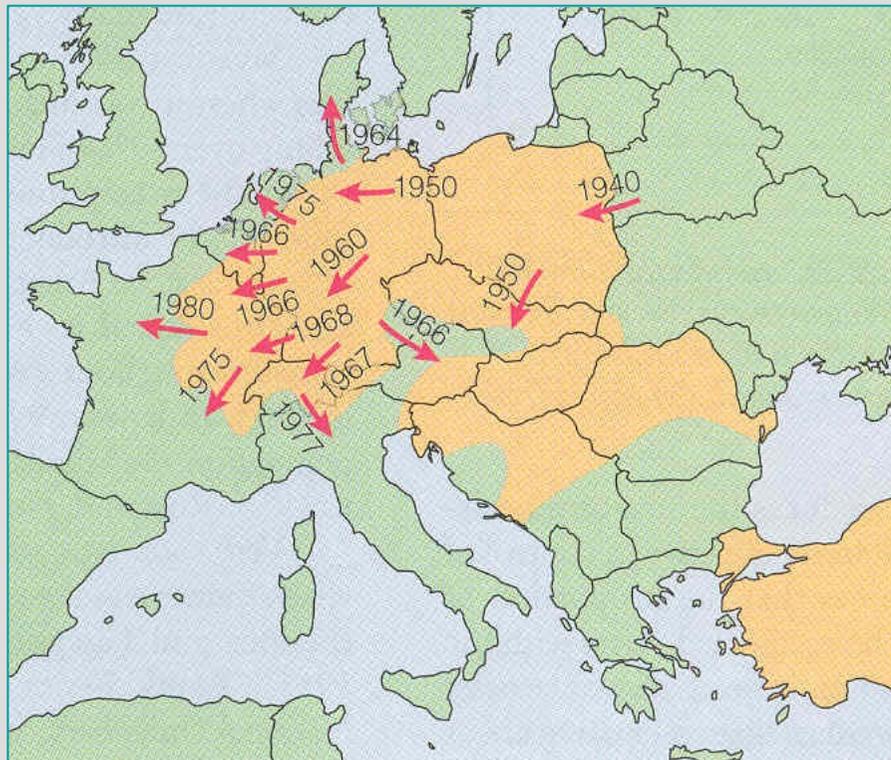
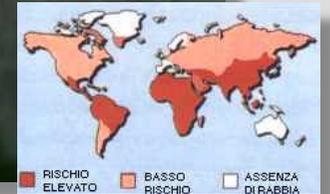
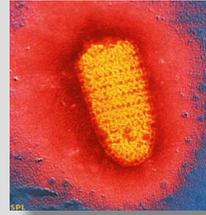


- ☞ l'ospite definitivo ha una *risposta anticorpale* che si contrasta lo sviluppo della malattia

Parassiti e agenti patogeni

es., controllo della rabbia in Europa

- il virus (*Lyssavirus* spp.) a trasmissione diretta (morso) al sistema nervoso centrale (mammiferi)
- i carnivori sono gli ospiti principali
- non esiste cura, per l'uomo la morte è inevitabile (25-50,000 persone/anno)



- ☞ epidemia in Europa dalla Polonia (1939), con una diffusione ad ovest di 20-60 km/anno (vettore: volpe)
- ☞ il *controllo numerico* delle volpi non è stato sufficiente!
- ☞ campagne intensive di *vaccinazione orale* hanno notevolmente ridotto il problema

Parassiti e agenti patogeni

es., controllo del coniglio in Australia

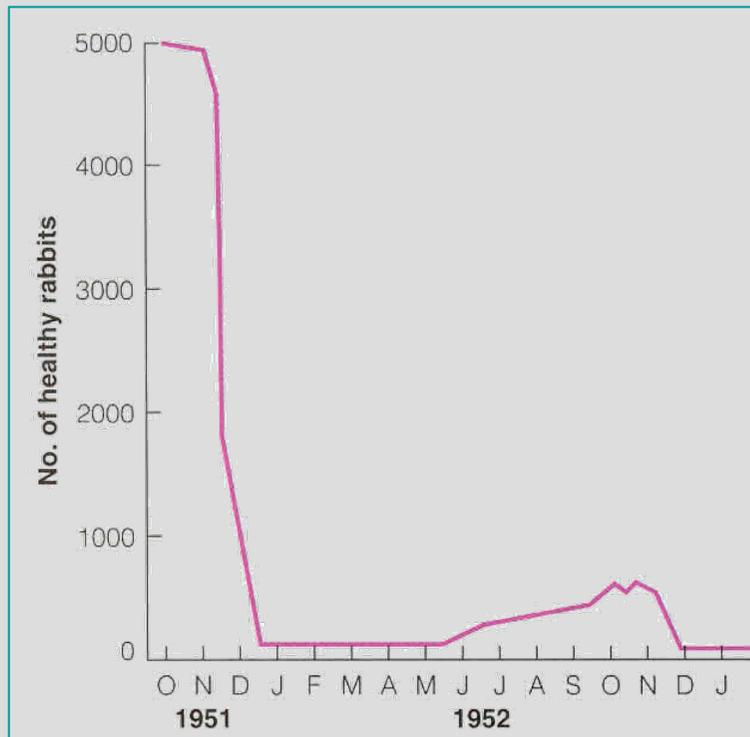
- *Oryctolagus* introdotto in Australia (1859), e successiva crescita esponenziale
- per il controllo numerico, introduzione della mixomatosi (*Leporipoxvirus*) nel 1950 (zanzare, pulci come vettore)
- virus originario del Sud America, ospite di *Sylvilagus* (effetti deboli)



Sylvilagus brasiliensis



Oryctolagus cuniculus



- ☞ mixoma virus altamente letale per *Oryctolagus* (mortalità >99% degli infetti)
- ☞ introdotto in Francia (1952) e Gran Bretagna (1953: 99% di mortalità in 2 anni)
- ☞ coevoluzione del virus (attenuato) e del coniglio (resistente), ma ancora forte limitazione

☞ in una prospettiva gestionale, il monitoraggio epidemiologico è critico per:

- interventi di profilassi sanitaria (zoonosi)
- tutela delle specie minacciate
- mantenimento delle specie d'interesse economico-venatorio
- controllo/eradicazione delle specie esotiche

☞ particolari problemi in riferimento a:

- trasferimento di agenti patogeni tra specie e/o popolazioni (reintroduzioni, traslocazioni, ecc.)
- trasferimento di agenti patogeni tra specie domestiche e selvatiche
- alterazione dei parametri della popolazione ospite (densità, distribuzione)
- alterazioni ambientali e climatiche