

Corso di Zoologia

# **Ecologia animale**

**(ecologia di popolazione, zoocenosi,  
ecosistemi, biomi)**

# Autoecologia e sinecologia



(a) **Ecologia degli organismi:** per quale motivo le balene possono rimanere sott'acqua per tempi prolungati?



(b) **Ecologia delle popolazioni:** quali fattori limitano il numero di topi a pelo striato che possono vivere in una determinata area?



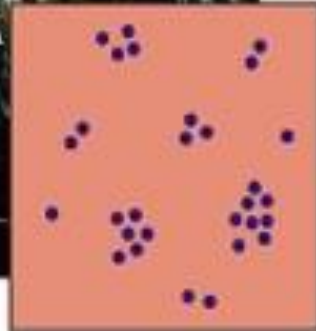
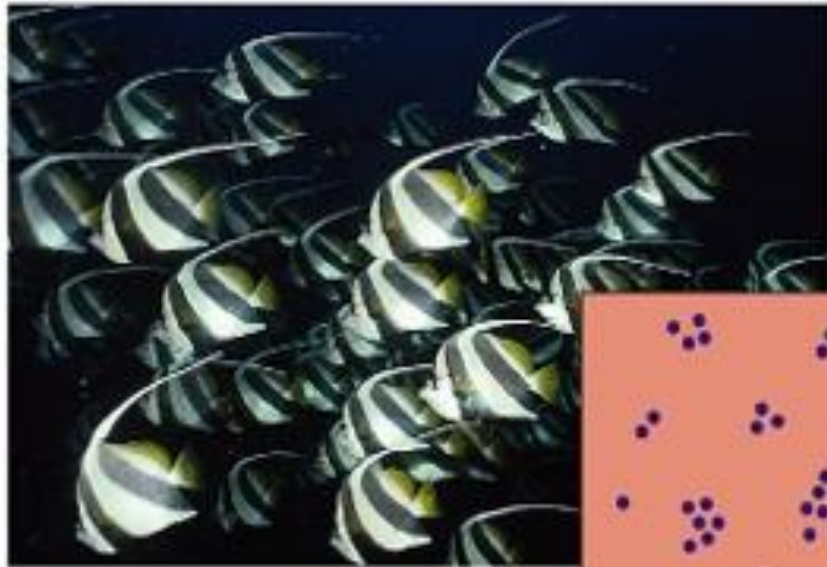
(c) **Ecologia delle comunità:** quali fattori influiscono sulla diversità di specie arboree presenti in una particolare foresta?



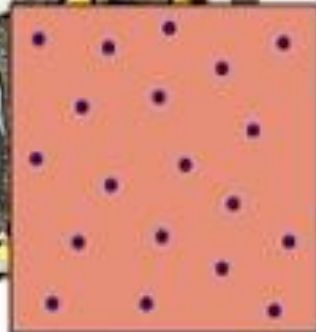
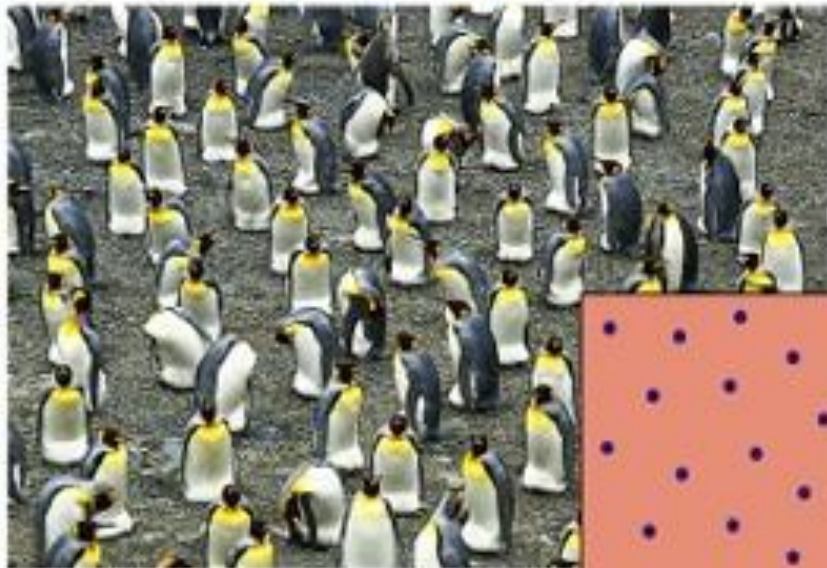
(d) **Ecologia degli ecosistemi:** quali processi provvedono al riciclo degli elementi chimici (ad esempio l'azoto) nell'ecosistema savana?

# **Ecologia di popolazione**

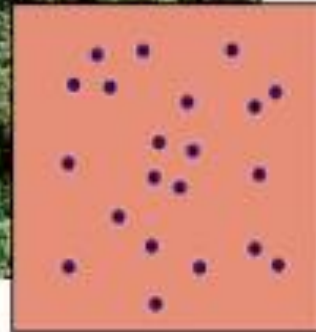
# Ecologia di popolazione



(a) Raggruppata



(b) Uniforme



(c) Casuale

**Ogni specie ha un suo potenziale riproduttivo ed ha evoluto una strategia riproduttiva che la vincola ed è geneticamente fissata (r-K). Il numero di individui di una popolazione dipende dalla interazione tra la nicchia riproduttiva e le condizioni ecosistemiche al momento T.**

# Dinamica complessiva di una popolazione

**B = nascite**

**D = morti**

**I = immigranti**

**E = emigranti**



**Equilibrio:  $B + I = D + E$**

**Aumento:  $B + I > D + E$**

**Decremento:  $B + I < D + E$**

# Stima numerica di popolazione

## Metodi di marcaggio e ricattura

**N = n° tot di individui della popolazione  
(incognita)**

**C = catturati**

**M = marcati**

$$R/C = M/N \longrightarrow$$

**R = ricatturati**

$$N = CM/R$$

# Tasso effettivo di accrescimento delle popolazioni [R]: strategie riproduttive "r" e "K"

$$R = dN/dt = rN (1-N/K)$$

$r$  = *tasso intrinseco di aumento* (all'individuo) della popolazione

$K$  = n° di organismi capaci di vivere nelle popolazioni all'equilibrio, cioè la *capacità portante* della popolazione

$N$  = n° di organismi nella popolazione al l'istante  $t$

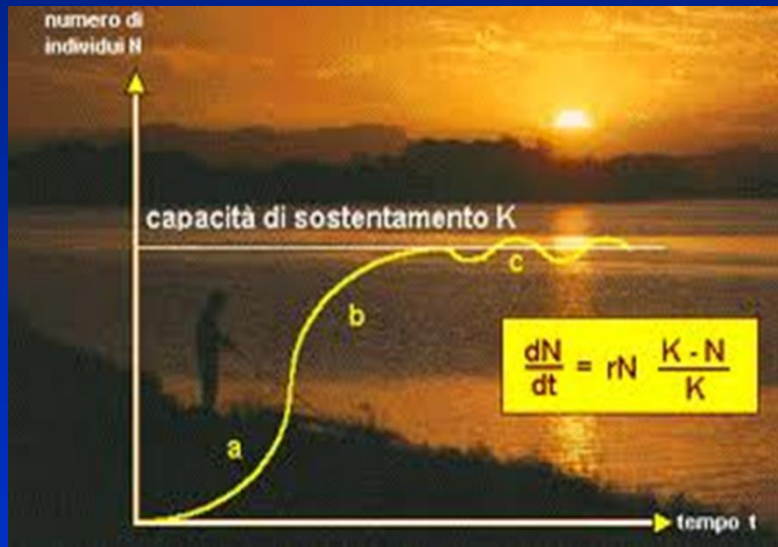
$dN/dt$  = *tasso di accrescimento* della popolazione



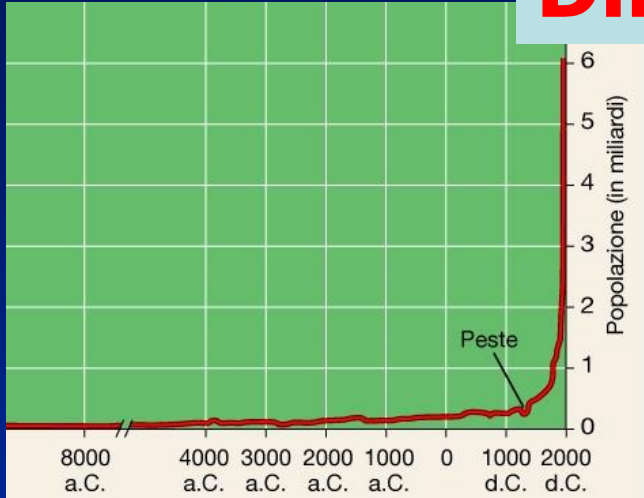
# Tasso effettivo di accrescimento delle popolazioni [R]: strategie riproduttive "r" e "K"

**Specie *r*-selezionate:**  
ambienti instabili, capacità di riprodursi velocemente, grandi perdite di individui, crescita rapida

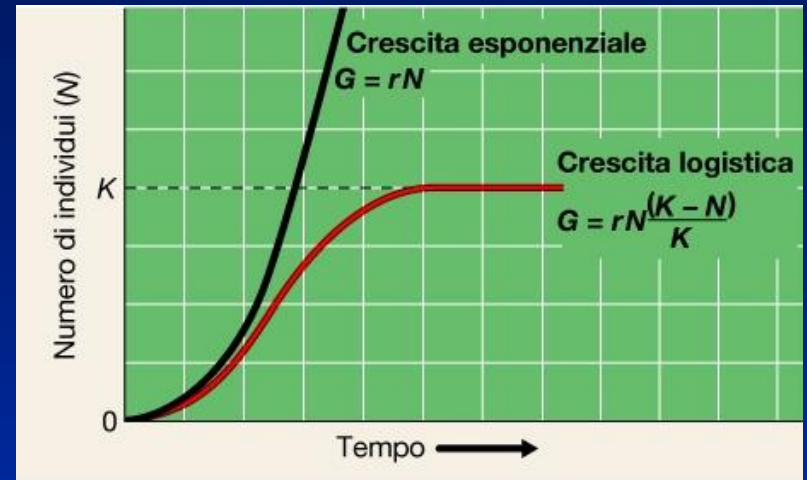
**Specie *K*-selezionate:**  
ambienti stabili, ridotta capacità riproduttiva, cure parentali, la popolazione resta sempre a livello della sua capacità portante



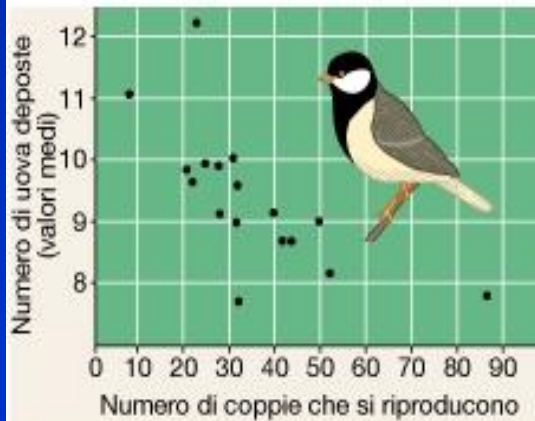
# Dinamica delle popolazioni



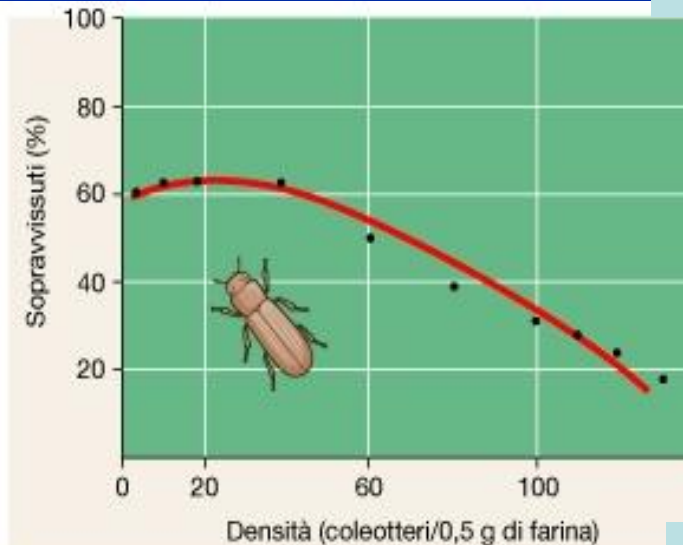
**Iperpolamento umano**



**Modalità di crescita**

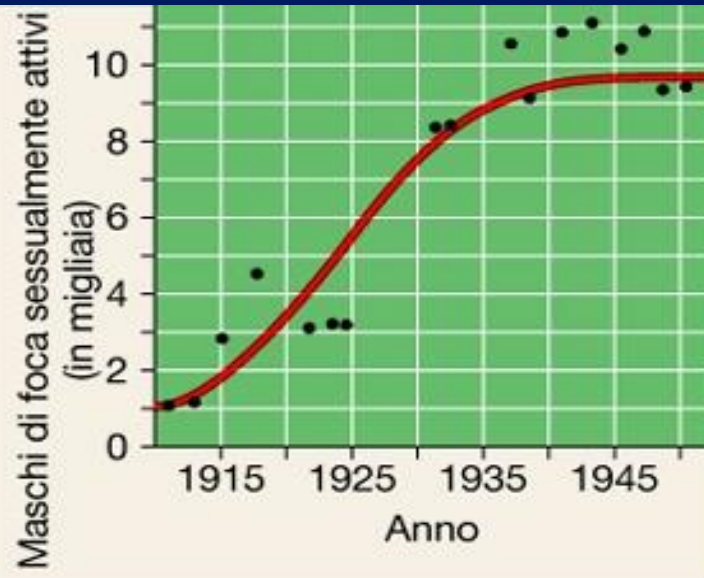


(a) Riduzione del tasso di natalità



(b) Aumento del tasso di mortalità

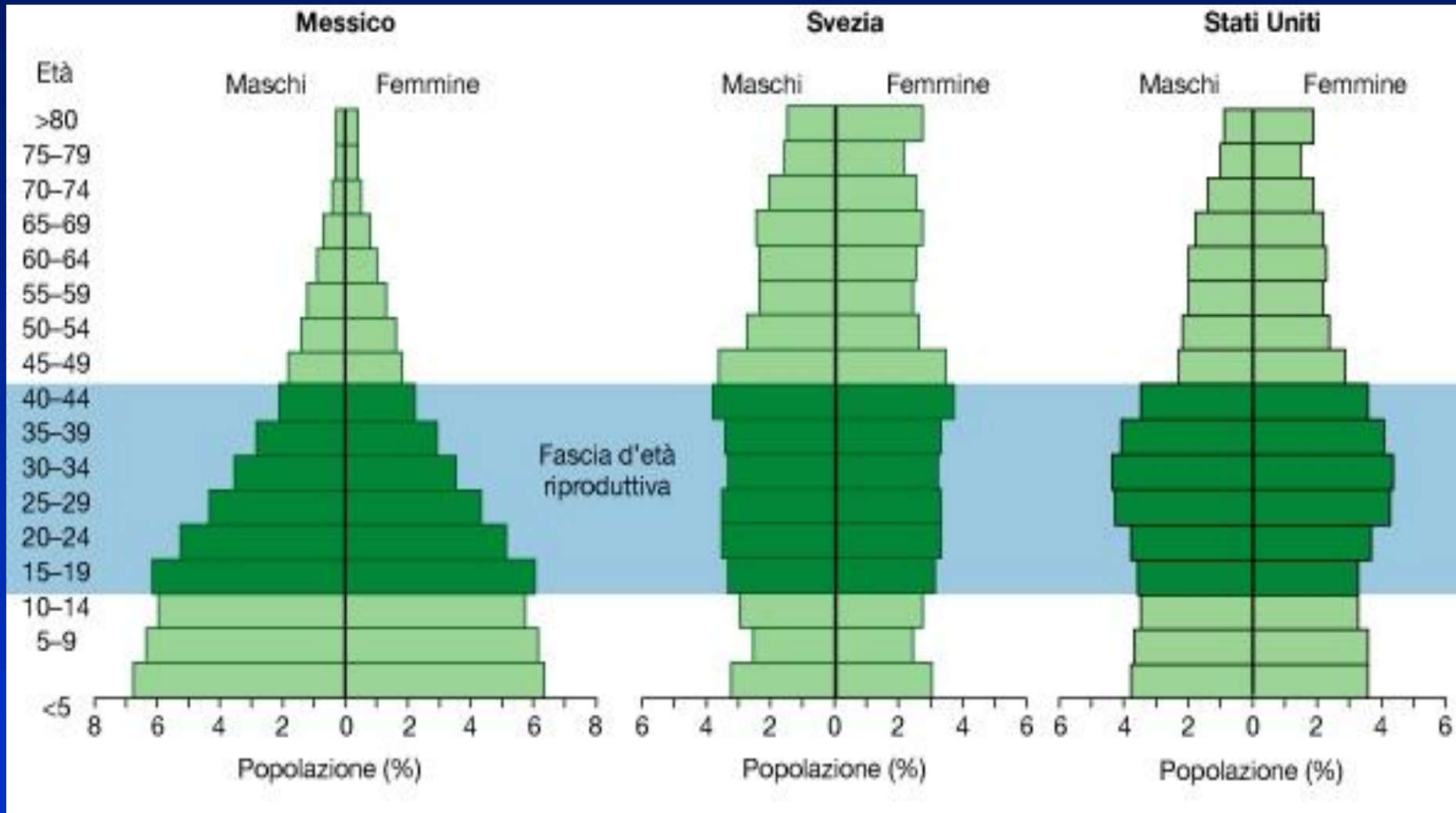
**Tasso di mortalità**



## Dinamica delle popolazioni

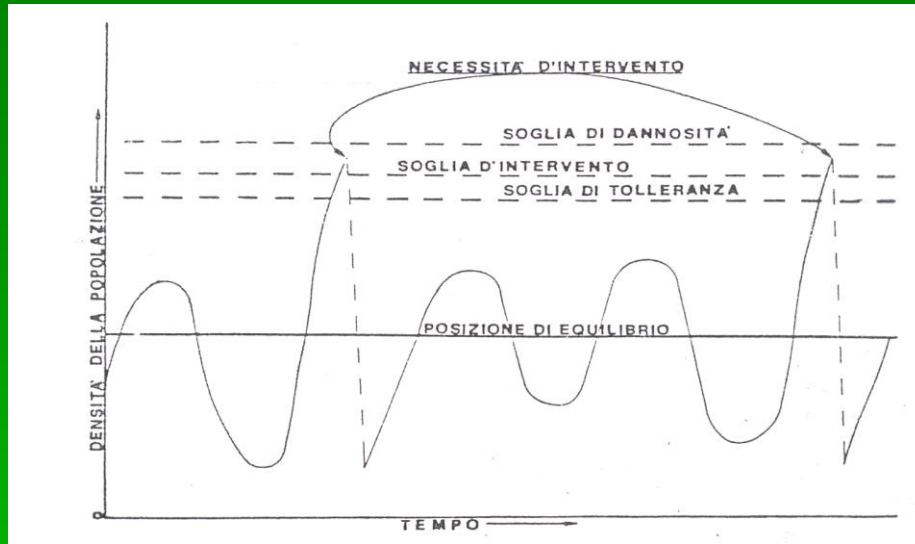


# Struttura delle popolazioni



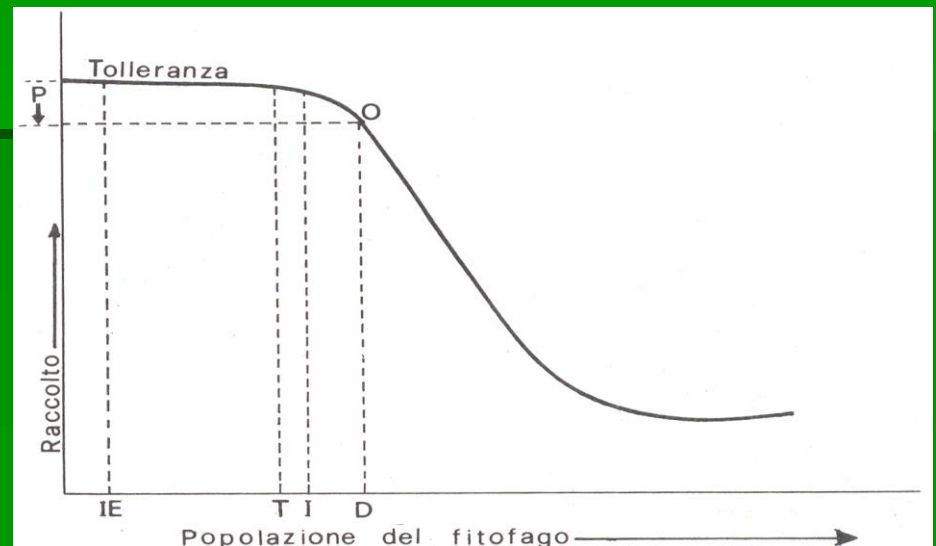
**Ripartizione per sesso e classi di età**

# Dinamica di popolazione dei fitofagi e Integrated Pest Management (IPM)



**Le popolazioni di fitofagi oscillano nel tempo intorno ad una posizione di equilibrio**

**Le popolazioni di fitofagi subiscono gradazioni tamponate dall'intervento dell'uomo, tramite l'IPM**



Per ogni specie:  
**Territori/home range presuntivi**



*Acrocephalus scirpaceus*

Per convenzione un **territorio** viene definito da almeno **3 contatti-canto** della specie. Ad ogni **territorio**, per convenzione, è stato attribuito **1 punto** se **interno** o **0,5** se è **marginale** all'area di studio.

**Ripartizione effettiva dello spazio tra individui di una popolazione**

Concentrazione di DDT:  
aumento di un fattore  
di 10 milioni di ppm



DDT negli uccelli  
che si nutrono  
di pesci: 25 ppm

DDT nei pesci  
di grossa taglia: 2 ppm



DDT  
nei pesci  
di piccola  
taglia:  
0,5 ppm

DDT  
nello zooplancton:  
0,04 ppm

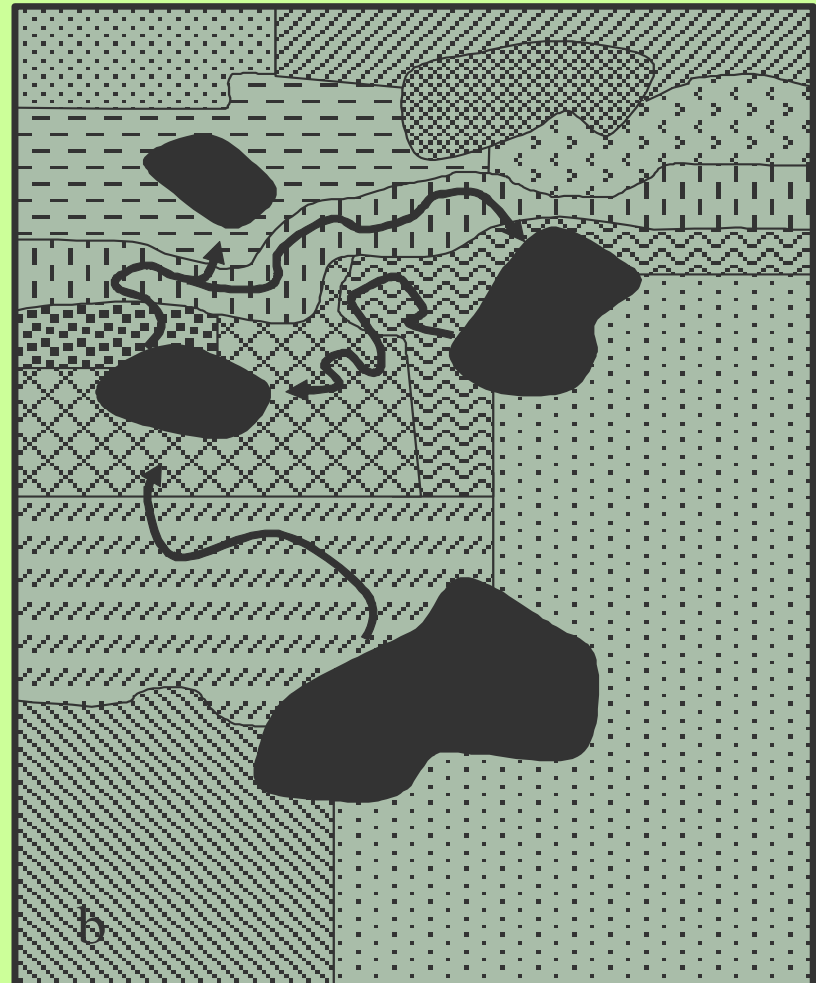
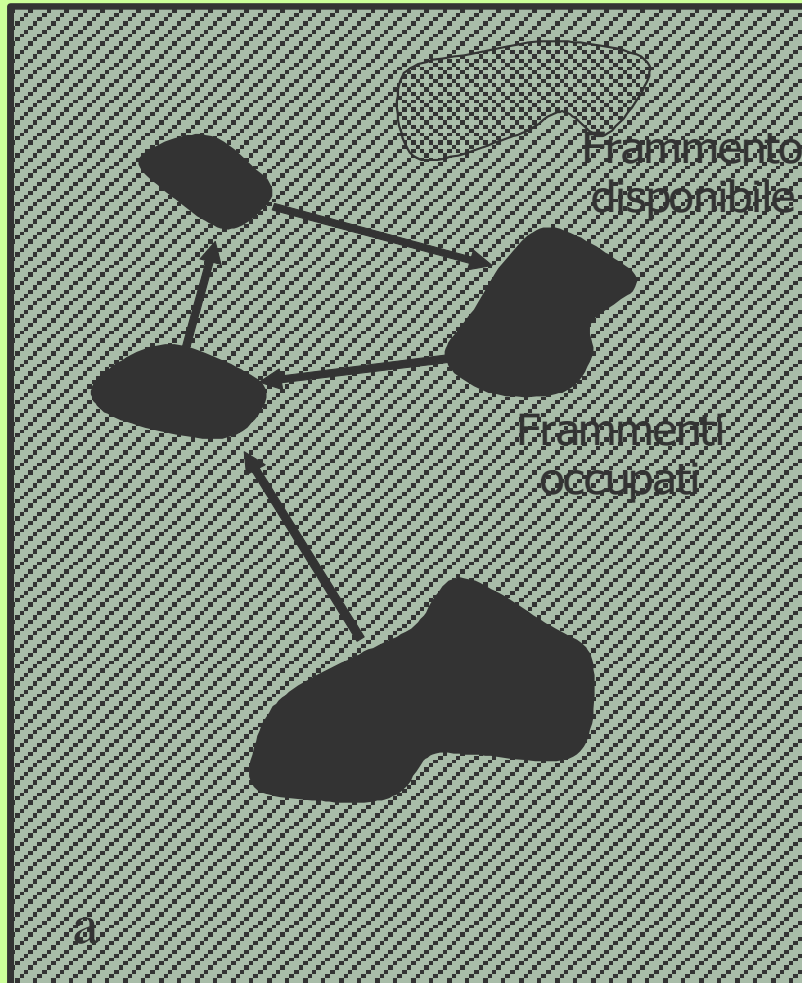


DDT nell'acqua: 0,000003 ppm

**Un fenomeno connesso  
con l'organizzazione  
numerica delle  
popolazioni nelle reti  
trofiche: la  
magnificazione  
biologica**

# Metapopolazioni

## IL CONCETTO DI METAPOPOLAZIONE: IL RUOLO DELLA MATRICE AMBIENTALE





# ANALISI DELLE METAPOPOLAZIONI

**Un caso di studio  
applicato alla  
conservazione**

**Fosso di Ponte  
Luciano**

$N_i = 32,70$   
 $F_i = 0,73$   
 $g_i = 15,47$

**Fosso del  
Pozzo**

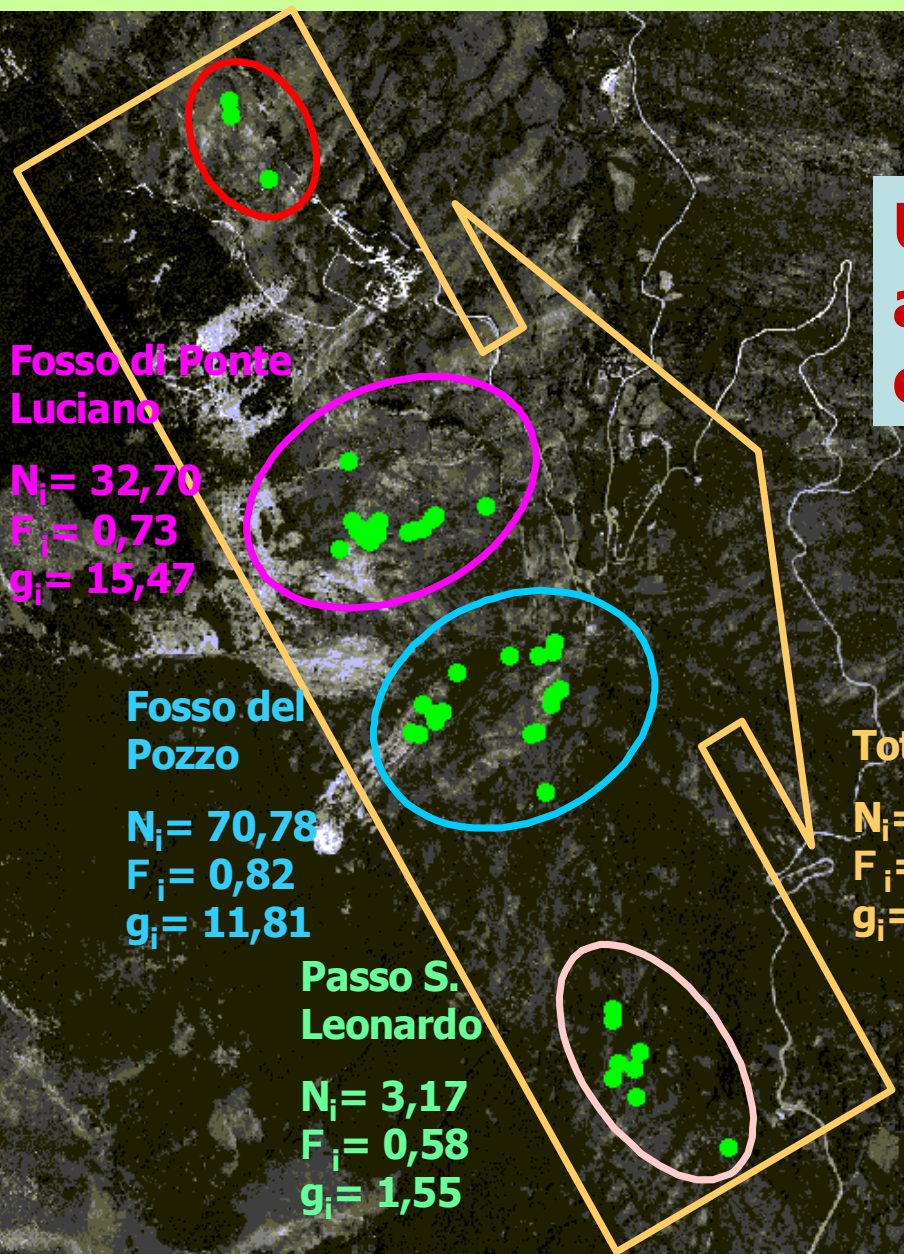
$N_i = 70,78$   
 $F_i = 0,82$   
 $g_i = 11,81$

**Passo S.  
Leonardo**

$N_i = 3,17$   
 $F_i = 0,58$   
 $g_i = 1,55$

**Totale**

$N_i = 309,72$   
 $F_i = 1,30$   
 $g_i = -17,67$

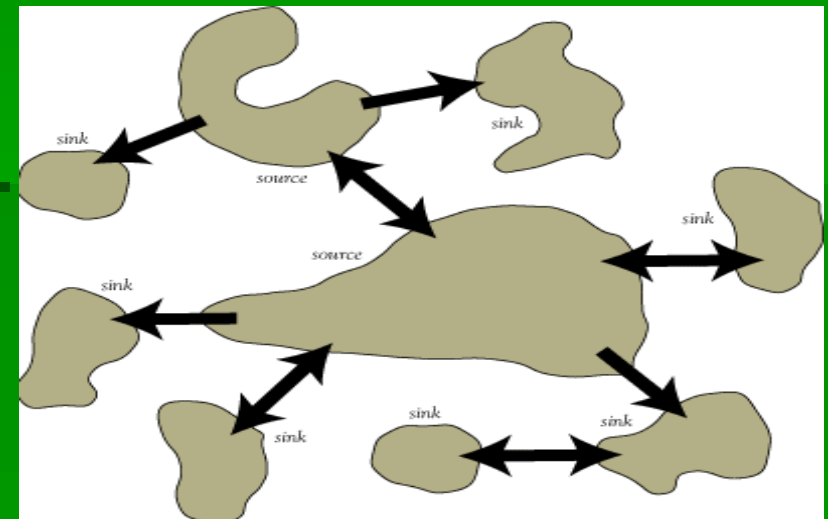
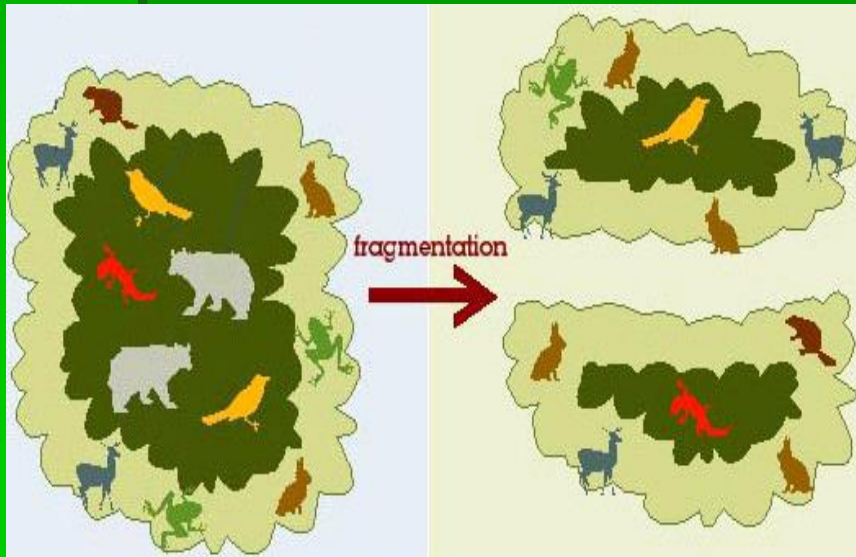
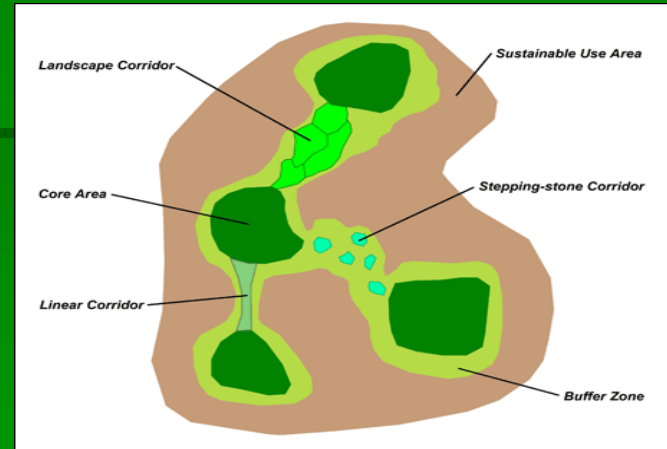


# Gestione degli artropodi parassitoidi e predatori alla scala del paesaggio: patchiness, frammentazione e metapopolazioni

Il paesaggio è un mosaico di *patches* immerse in una matrice

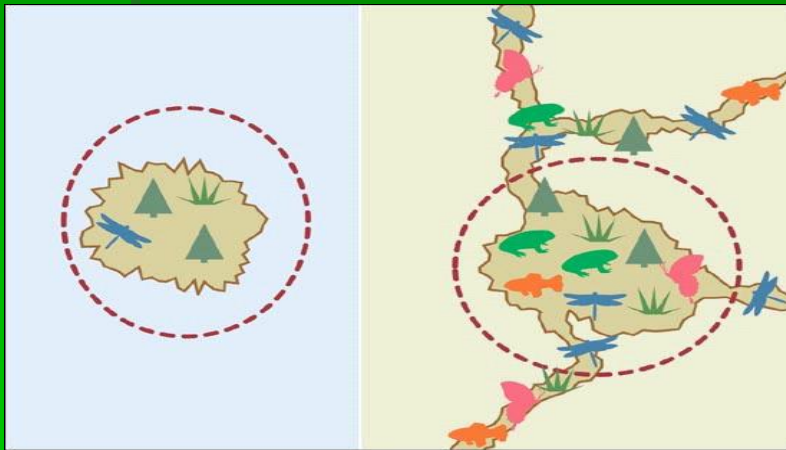
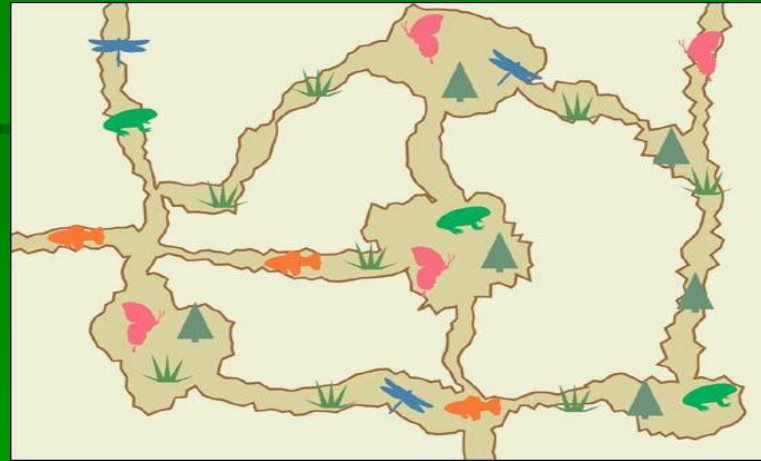
Le pratiche agricole determinano:

- frammentazione degli habitat
- costituzione di metapopolazioni

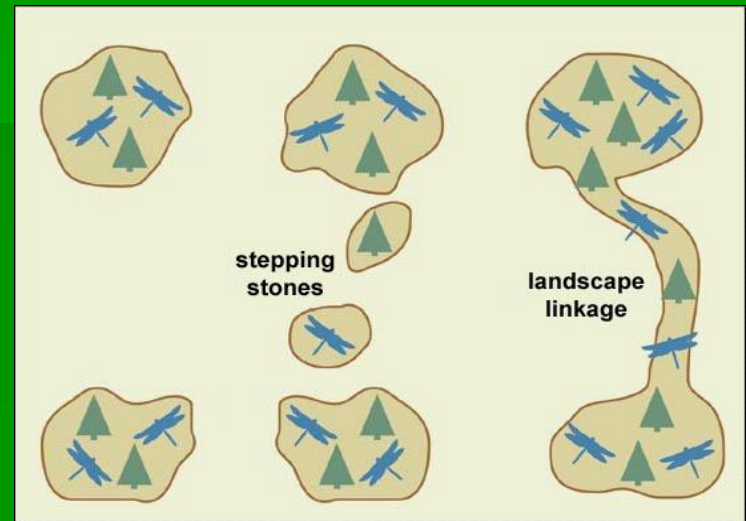


# Gestione degli artropodi parassitoidi e predatori alla scala del paesaggio: connettività e corridoio biologico

La *connettività* permette la mitigazione degli effetti della frammentazione e dell'isolamento su comunità e popolazioni



Il *corridoio biologico* connette i vari frammenti, mitigando gli effetti della frammentazione e dell'isolamento su popolazioni e comunità



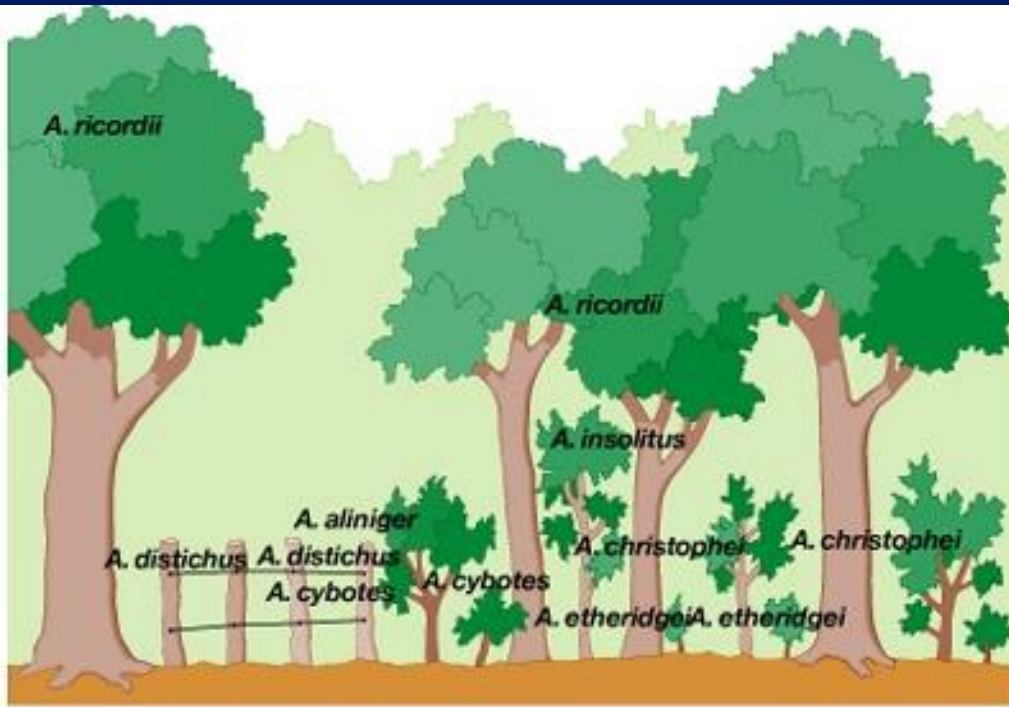
# **Ecologia di comunità**

Una zoocenosi è l'insieme delle popolazioni delle specie animali di un ecosistema.

Una biocenosi è l'insieme delle popolazioni delle specie di organismi (animali, vegetali, funghi, microbi ecc.) di un ecosistema.

L'habitat è la componente abiotica di un ecosistema.

L'ecosistema è l'insieme della biocenosi e delle caratteristiche abiotiche che caratterizzano un determinato luogo.



**In un ecosistema le  
specie si  
ripartiscono le  
risorse  
specializzando le  
nicchie ecologiche**

(a)



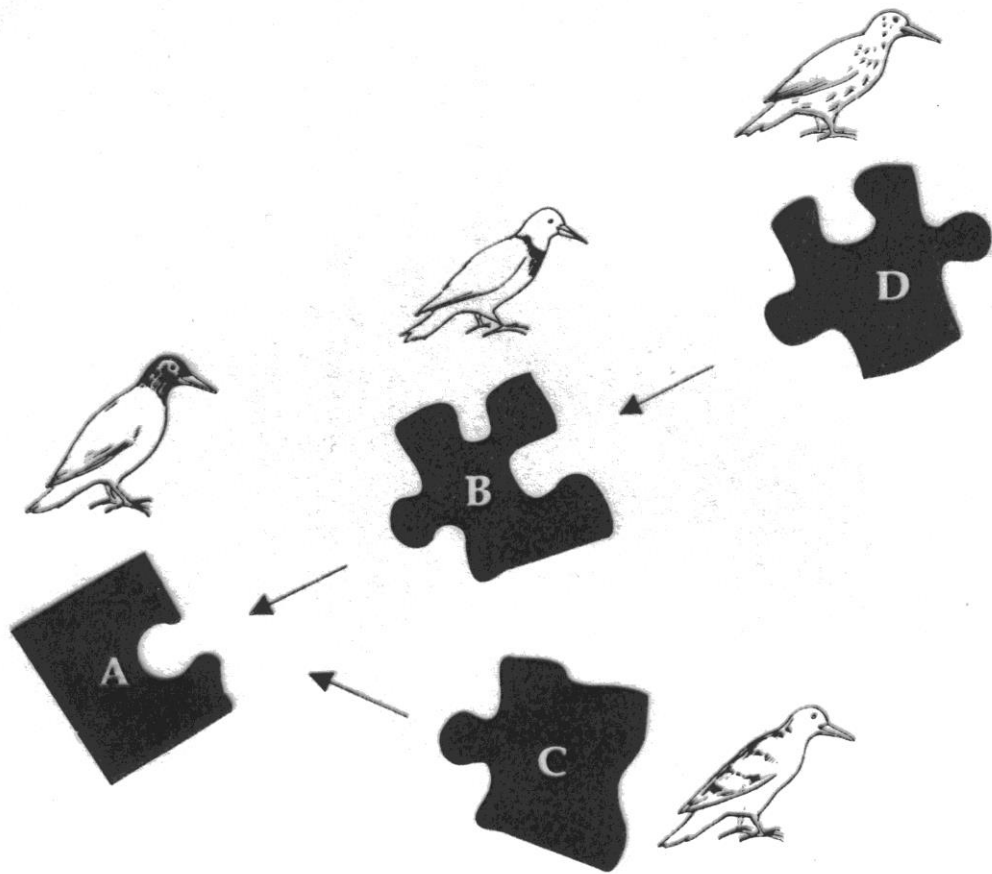
(b) *A. distichus*



(c) *A. insolitus*

**Una zoocenosi di barriera corallina, uno degli ecosistemi a più elevata diversità animale, la cui struttura non è di origine vegetale, ma animale (coralli)**



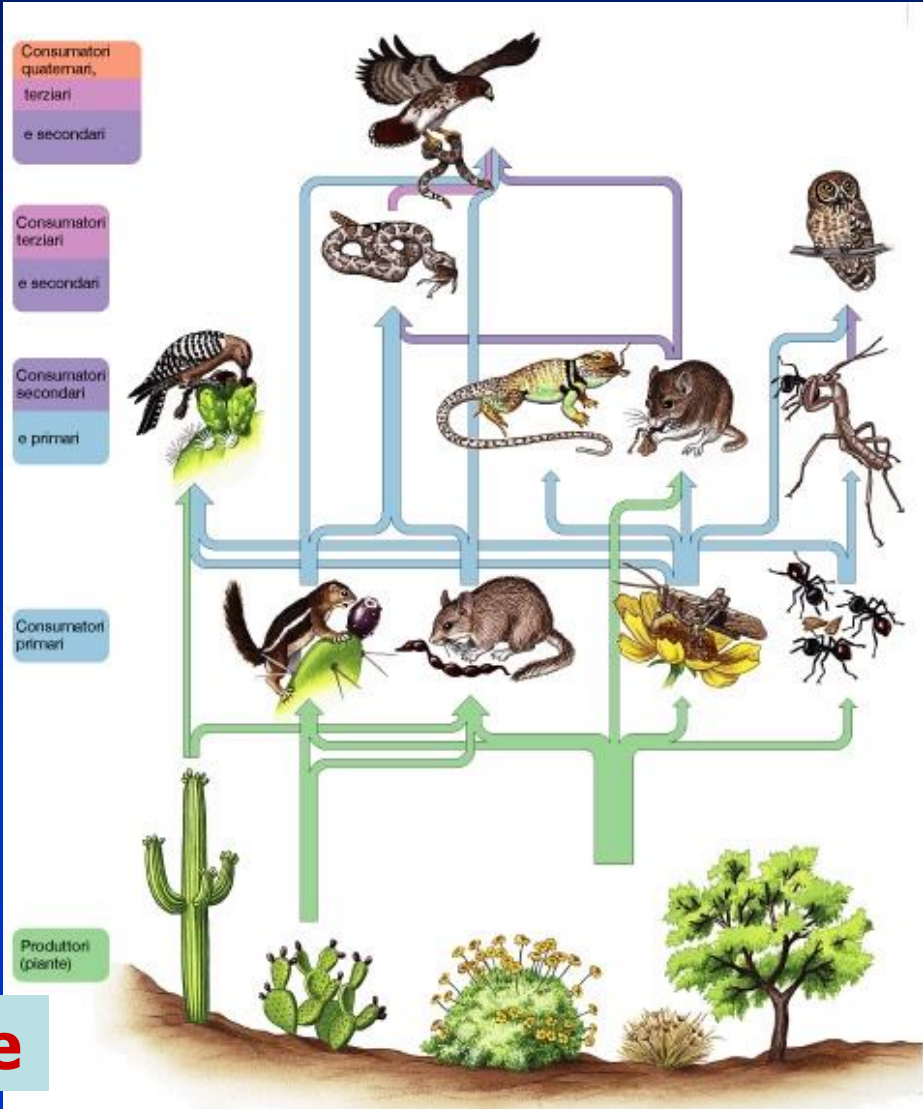
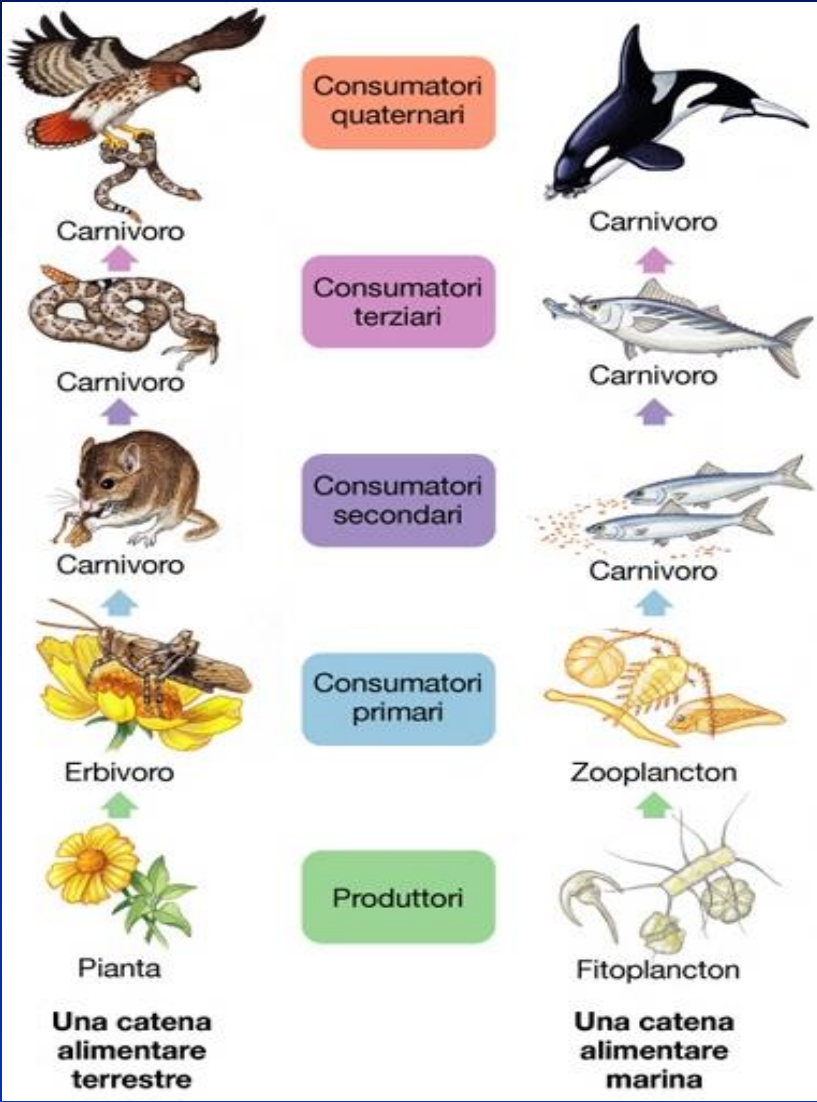


## Assemblaggio delle specie in una zoocenosi

Assembly rules determine which species can coexist in a community of organisms (such as the bird species occupying a forest patch). The rules also determine the sequence in which species are able to colonize the habitat. A set of imaginary rules is represented here as pieces of a jigsaw puzzle that can be fitted together in one of two combinations, ABD or AC.



# Le specie di una zoocenosi hanno ruoli diversi e si correlano come flussi energetici



**Livelli e catene trofiche**

**Reti trofiche**

# **Le interazioni interspecifiche in un ecosistema**

**Neutralismo: A & B indipendenti**

**Competizione: A & B competitori**

**Mutualismo: A & B simbionti**

**Pro-cooperazione: A & B cooperano**

**Commensalismo: A commensale, B ospite**

**Parassitismo: A parassita, B ospite**

**Pradazione: A predatore, B preda**

# Mutualismo: simbionti che traggono vantaggio reciproco

Attinia in barriera corallina e pesci pappagallo

Attinia e paguro



# Commensalismo: una specie ne trae vantaggio e l'altra non subisce danno



**isopode terrestre**

**formica *Lasius***



# Competizione: due specie competono per uno o più aspetti della nicchia ecologica



**Il problema delle specie alloctone**



# Parassitismo: una specie trae vantaggio da un'altra prendendone parti del corpo o sostanze, senza portarlo alla morte, ma provocando danni

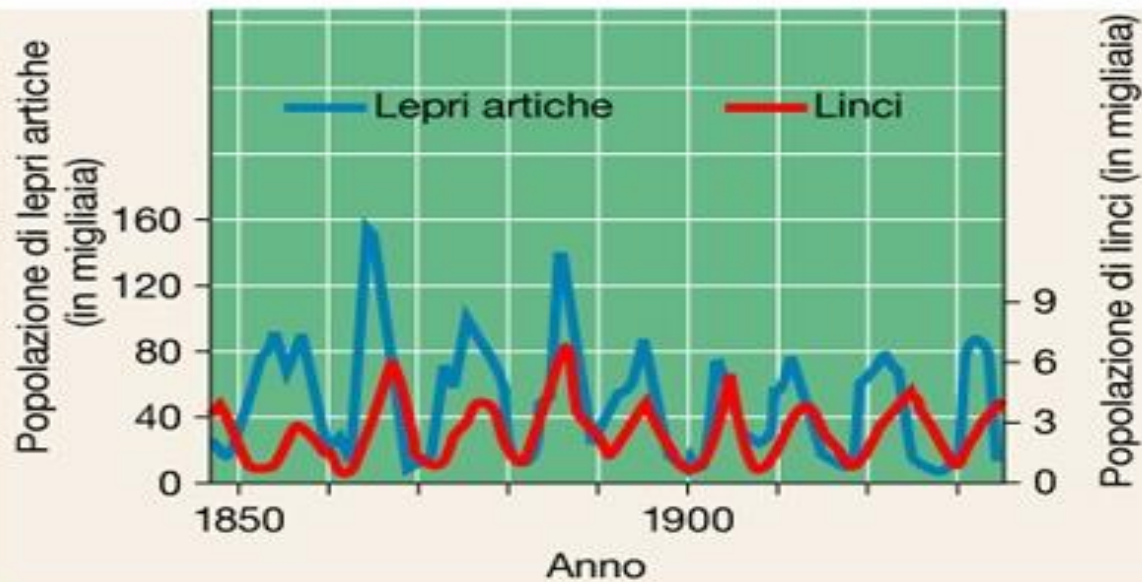


**Predazione: un individuo di una specie si nutre di uno (o più) di un'altra, eliminandolo**



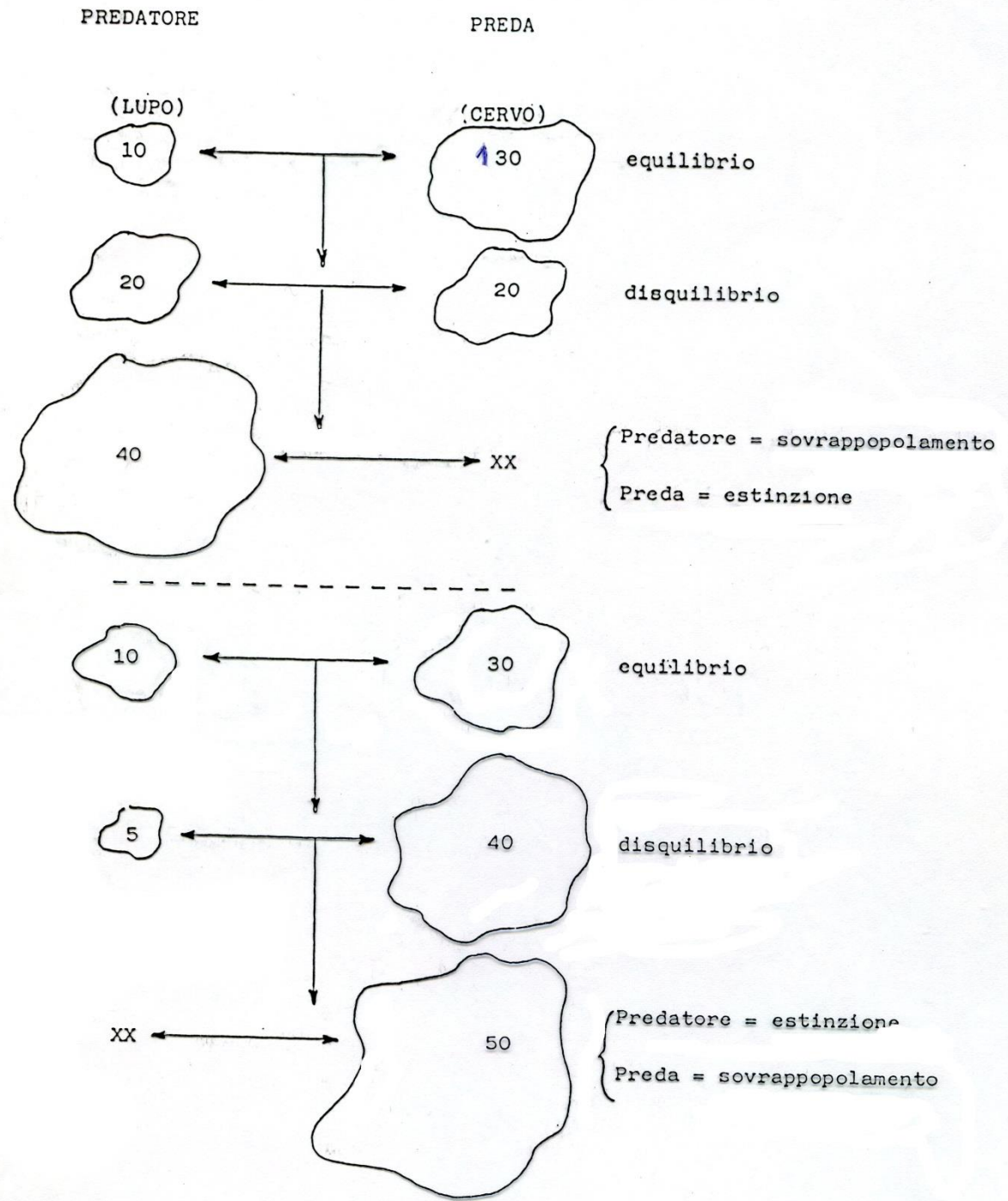


## Relazione numerica predatore-preda





# Rapporto numerico preda - predatore



# Relazioni interspecifiche multiple

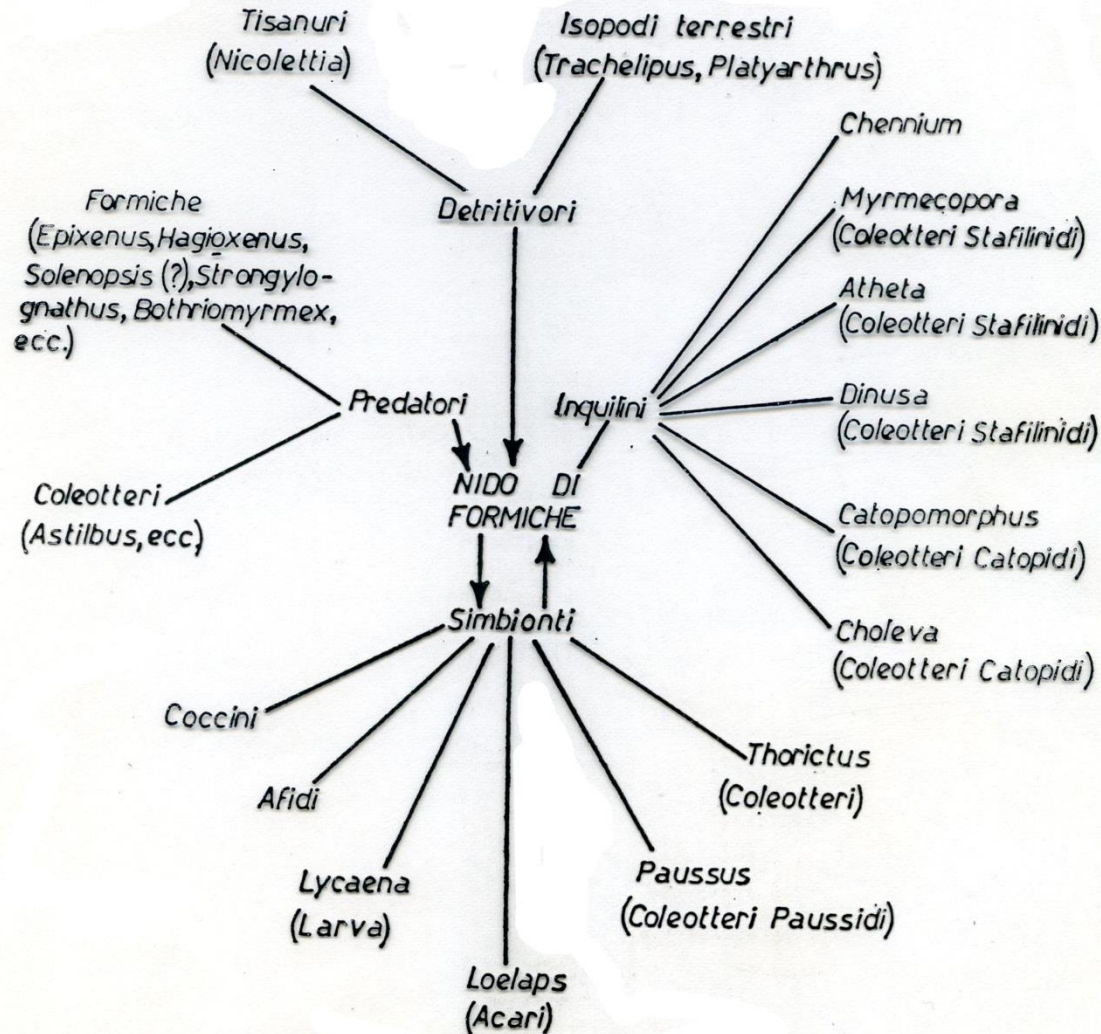



Fig. 197. Dipendenza di diversi organismi dalle formiche.

# STUDIO DI COMUNITA' ANIMALI

COMUNITA' = POPOLAZIONI DI SPECIE COESISTENTI  
NELLO SPAZIO E NEL TEMPO

COMUNITA'  $\neq \sum S_i$   PROPRIETA' EMERGENTI



INTERAZIONI FRA LE SPECIE

MOLE DI DATI  
ENORME E COMPLESSA



SCELTA DI UN  
TAXON CAMPIONE

# Differenziamento scelta habitat

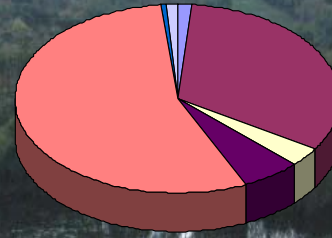
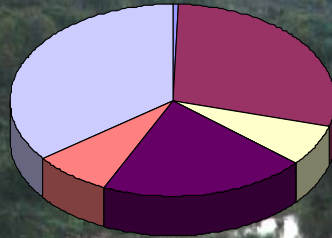
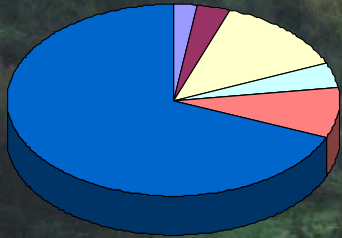
## ANALISI DELLA NICCHIA SPAZIALE = SCELTA HABITAT

*Rana dalmatina*

*Rana sk. hispanica*

*Hyla intermedia*

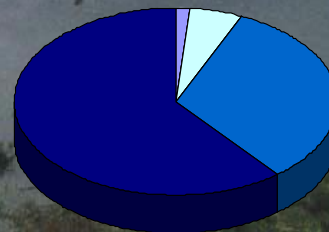
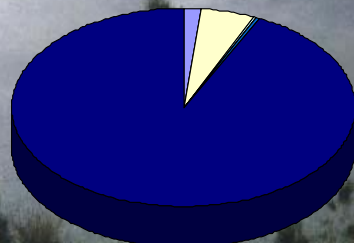
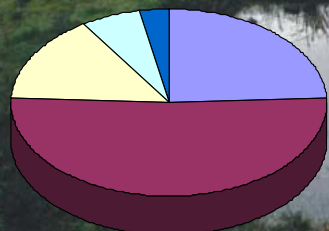
AMPIEZZA DI NICCHIA



RskH caratterizzata da nicchia ambientale più ampia: colonizza ambienti acquatici e terrestri

- |                |              |                 |
|----------------|--------------|-----------------|
| ■ Ex coltivo   | ■ Riva       | ■ Acque riparie |
| ■ Acque libere | ■ Acque sup  | ■ Veg riparia   |
| ■ Veg acq sup  | ■ Veg galleg | ■ Veg acq prof  |

| Indice di Hurlbert |             |
|--------------------|-------------|
| RD                 | 0.13        |
| <b>RskH</b>        | <b>0.35</b> |
| TC                 | 0.02        |
| TV                 | 0.14        |
| HI                 | 0.18        |
| BB                 | 0.23        |



*Bufo bufo*

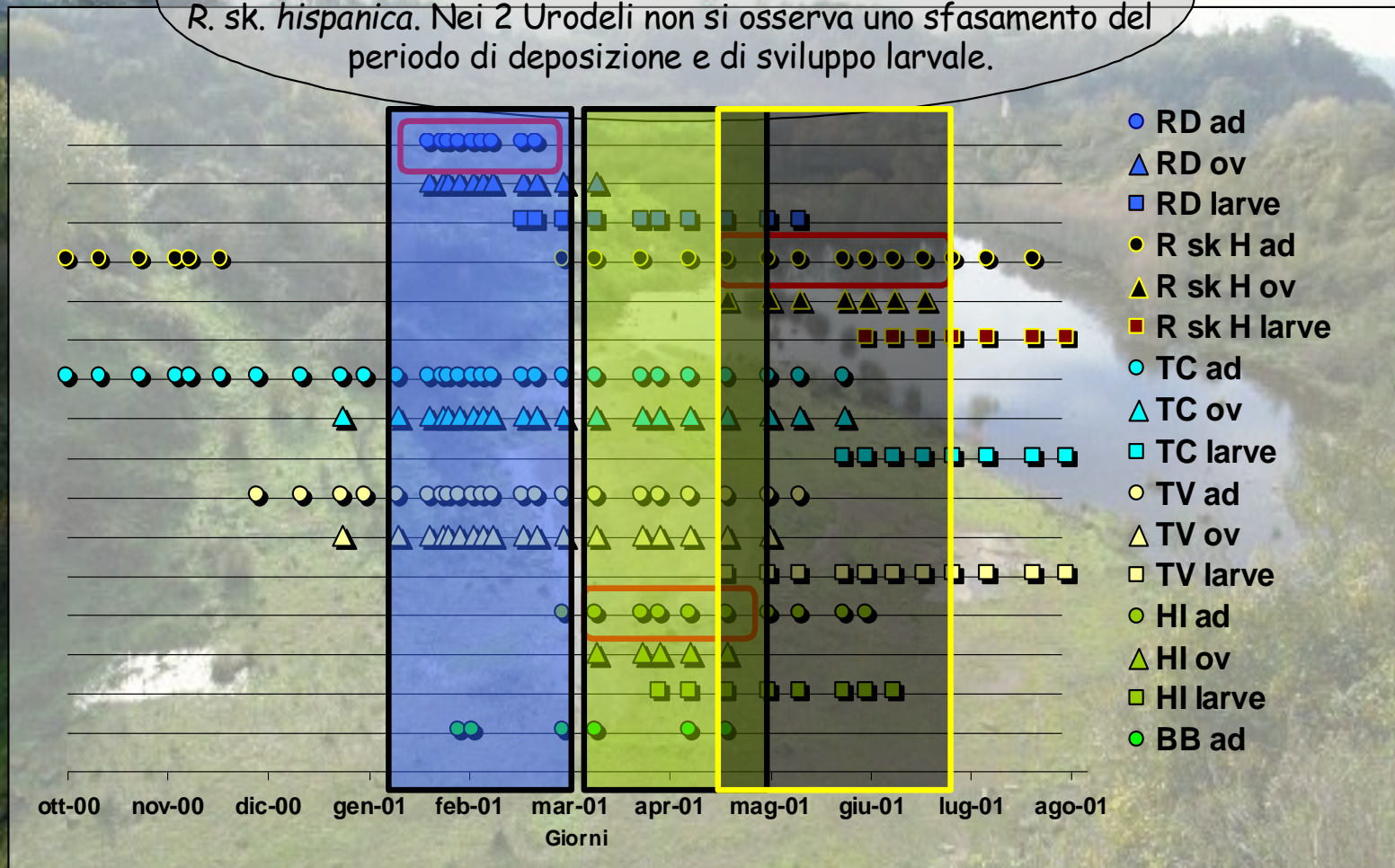
*Triturus carnifex*

*Triturus vulgaris*

# Differenziamento fenologia stadi vitali

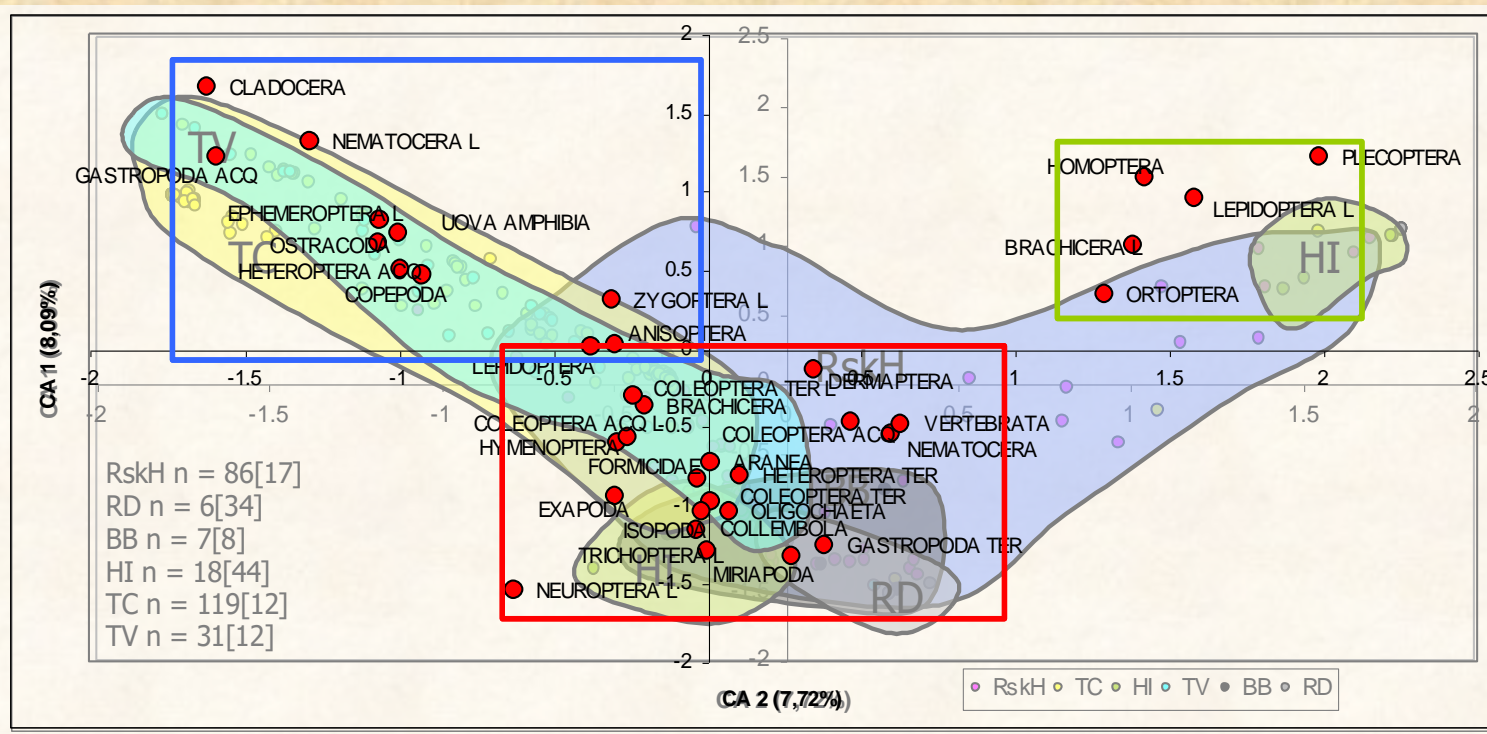
## FENOLOGIA DEGLI STADI DI ADULTO, UOVO E LARVA

Vicarianza temporale nel periodo di deposizione tra *H. intermedia*, *R. dalmatina* e *R. sk. hispanica*. Nei 2 Urodeli non si osserva uno sfasamento del periodo di deposizione e di sviluppo larvale.

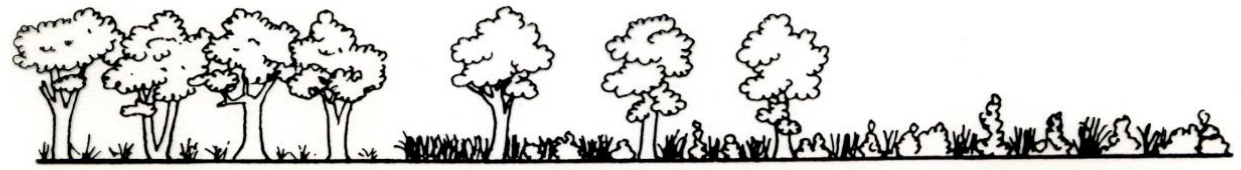


# Differenziamento alimentazione

## ANALISI FATTORIALE DELLE CORRISPONDENZE (AFC) NICCHIA TROFICA TOTALE



# Successione ecologica



Vieille futaie

Régénération

Jeune futaie

VF

Reg.

JF

*Luscinia megarhynchos*  
*Lanius collurio*  
*Carduelis cannabina*  
*Emberiza schoeniclus*

*Saxicola torquata*  
*Locustella naevia*  
*Sylvia borin*  
*Sylvia communis*  
*Phylloscopus trochilus*

*Prunella modularis*  
*Anthus trivialis*  
*Motacilla alba*  
*Pyrrhula pyrrhula*  
*Emberiza citrinella*

*Parus major*  
*Parus caeruleus*  
*Parus palustris*

*Aegithalos caudatus*  
*Troglodytes troglodytes*  
*Turdus merula*

*Sylvia atricapilla*  
*Phylloscopus collybita*

*Columba palumbus*  
*Picus viridis*  
*Picus canus*  
*Picoides major*  
*Picoides minor*  
*Picoides medius*  
*Garrulus glandarius*  
*Parus montanus*  
*Sitta europaea*

*Certhia brachydactyla*  
*Turdus viscivorus*  
*Turdus philomelos*  
*Phoenicurus phoenicurus*  
*Erithacus rubecula*  
*Muscicapa striata*  
*Sturnus vulgaris*  
*Cocc. coccothraustes*  
*Fringilla coelebs*

*Phylloscopus sibilatrix*  
*Dryocopus martius*

*Columba oenas*  
*Oriolus oriolus*  
*Carduelis carduelis*  
*Carduelis chloris*

28

40

22

TOTAL RÉGIONAL = 45

# Esempi di applicazioni

Le specie  
"guida" di una  
zoocenosi

Vigneto « Carpi ». Precenico.  
Suolo argilloso.

(Rilievi 1974)

Pterostichus macer  
Pterostichus melas  
Trechus quadristriatus  
Harpalus pubescens  
Caláthus fuscipes  
Clivina fossor  
Brachynus crepitans  
Harpalus oblitus  
Harpalus azureus  
Harpalus distinguendus  
Pterostichus cupreus  
Pterostichus vulgaris  
(Pterostichus niger)  
Carabus coriaceus  
Platynus dorsalis

Pioppeto d'impianto di 10-12  
anni nei pressi di una sorgiva  
a Bertiole.  
Suolo ghiaioso-argilloso.

Harpalus rubripes  
Harpalus luteicornis  
Pterostichus strenuus  
Anisodactylus binotatus  
(Carabus granulatus)  
Agonum moestum  
Pterostichus cupreus  
Pterostichus vulgaris  
Pterostichus niger  
Carabus coriaceus  
Carabus violaceus  
Platynus dorsalis

*Ripari*  
Boschi glaciali a *Salix* e *Populus*  
a substrato sabbio-limoso  
del corso italiano dell'Isonzo  
(camp. 1973-74).

Atranas collaris  
Europhilus micans  
Asaphidion flavipes  
Elaphrus aureus  
Oodes helopioides  
Pterostichus nigrita  
Platynus assimilis  
Pterostichus vernalis  
Cychrus caraboides  
Agonum mülleri  
Abax carinatus  
Agonum viduum  
(Carabus italicus)

Harpalus luteicornis  
Pterostichus strenuus  
Anisodactylus binotatus  
Carabus granulatus  
Agonum moestum  
Bembidion inoptatum  
Carabus granulatus  
Agonum moestum  
(Carabus coriaceus)  
(Carabus violaceus)  
Platynus dorsalis [chiarle]  
Chlaenius vestitus  
Agonum viduum  
Pterostichus anthracinus  
Abax carinatus  
Bembidion lampros  
Bembidion dalmatinum  
Notiophilus palustris  
(Carabus cancellatus)  
Abax ater  
Pterostichus interstinctus  
Carabus italicus

□ : indicatori di formazione primaria o prossimonaturale

( ) : specie di biotopi dello stesso tipo o equivalenti, ma di altra località

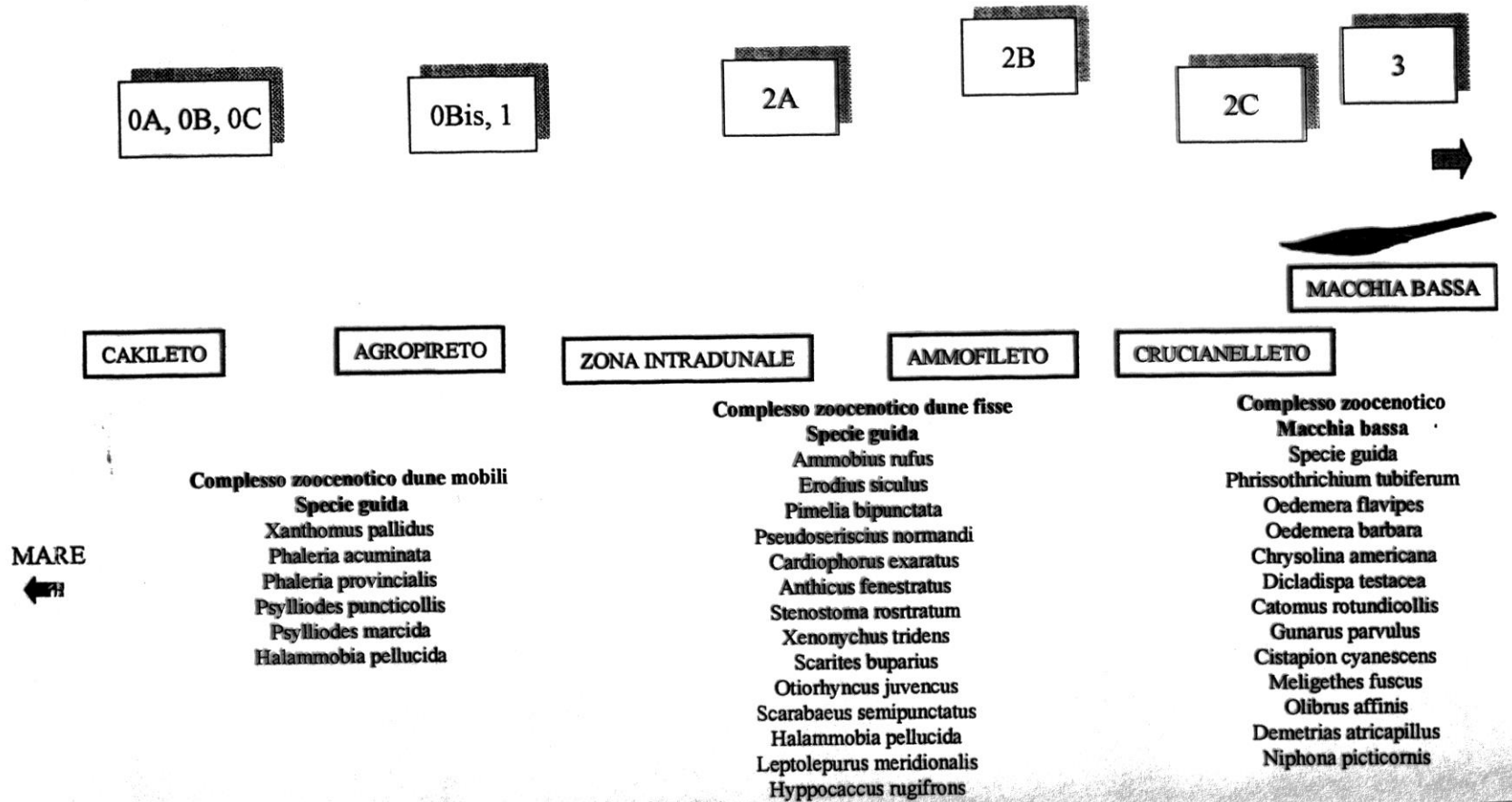
Bosco « Boscat » (Palazzolo dello Stella); Querceto-Carpinetum boreoitalicum (PIGNATTI, 1953).

Substrato argilloso, terra bruna, idromorfa in corrispondenza di rare pozze non permanenti.



# Esempi di applicazioni

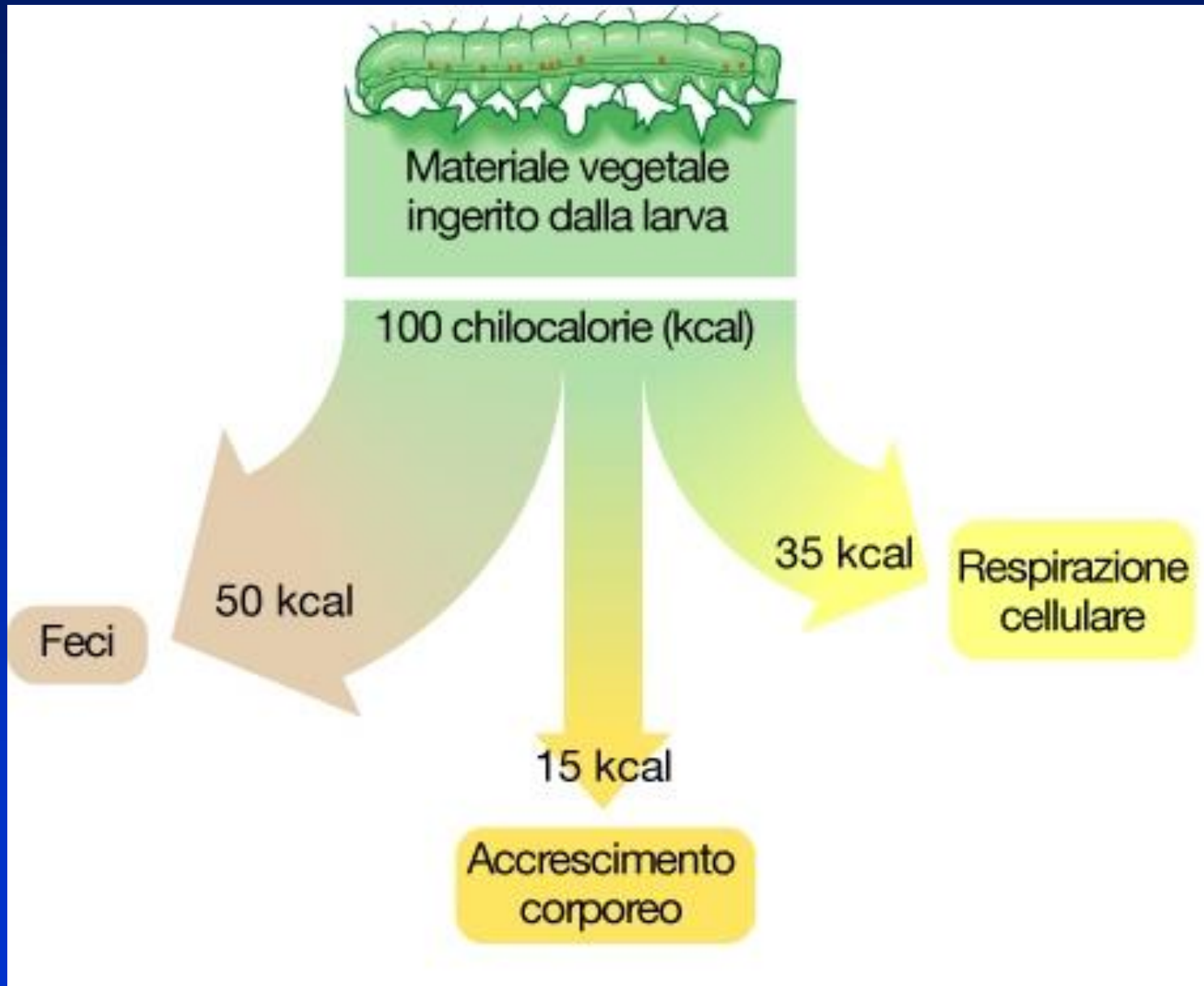
Fig. 31. Profilo longitudinale della zona d'indagine



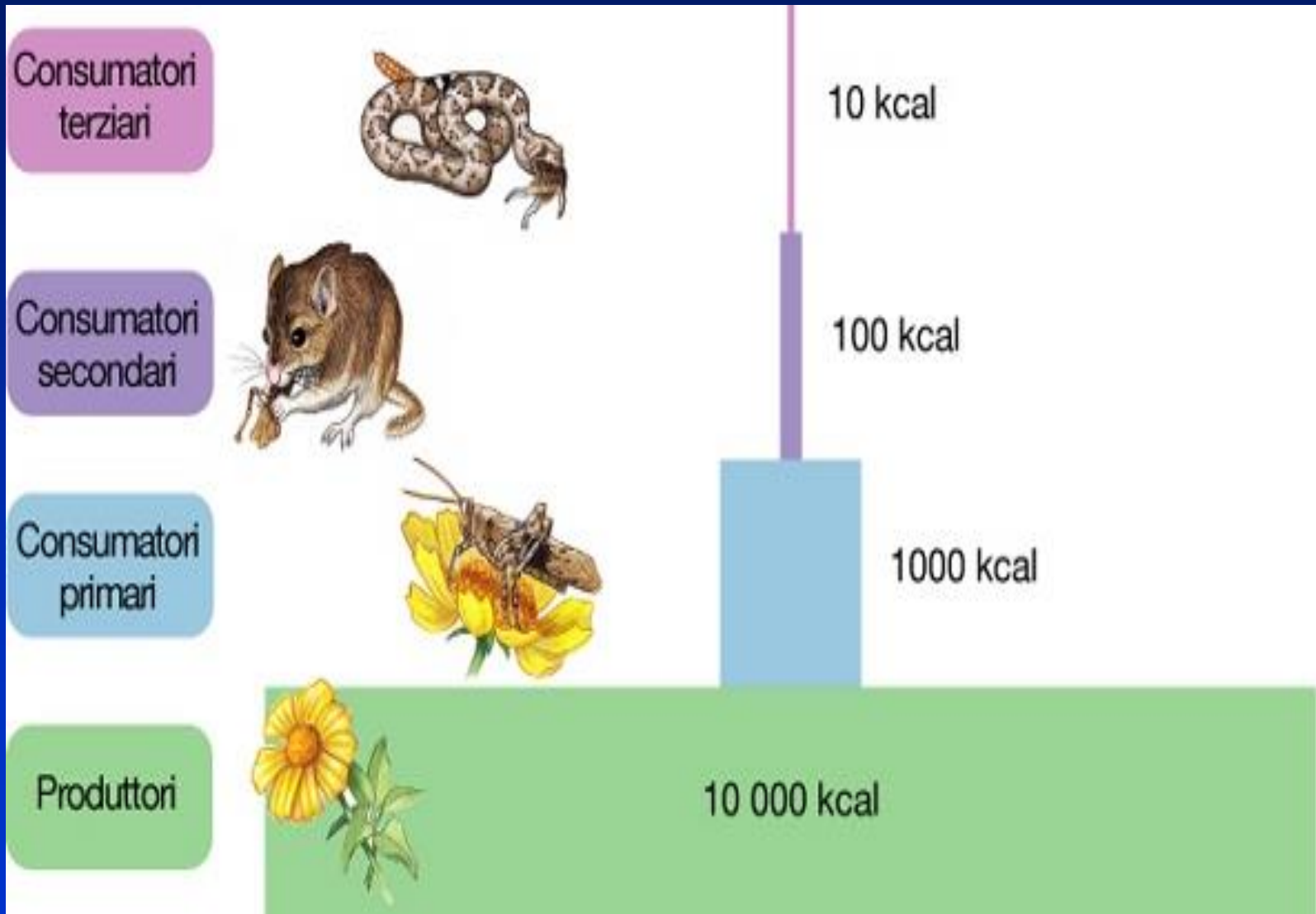
In un ecosistema ci sono  
 differenti zoocenosi

# **Gli ecosistemi**

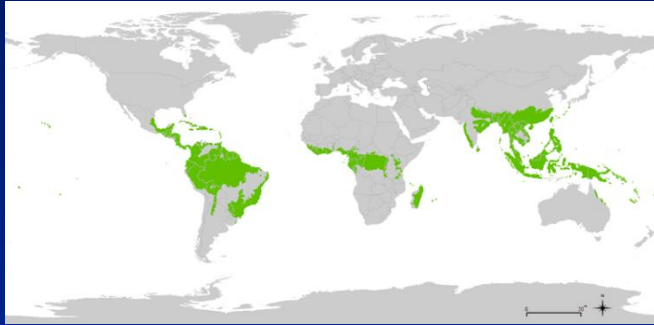
# I flussi di energia in un ecosistema



# Le piramidi di numeri in un ecosistema



# Ecosistemi primari e secondari





# Gli ecotoni



(a) Zone limite naturali tra ecosistemi



(b) Zone limite originatesi in seguito alle attività umane

**Alcune specie, più generaliste possono essere favorite negli ecotoni.**

**Le specialiste sono di norma specializzate per singoli ecosistemi**

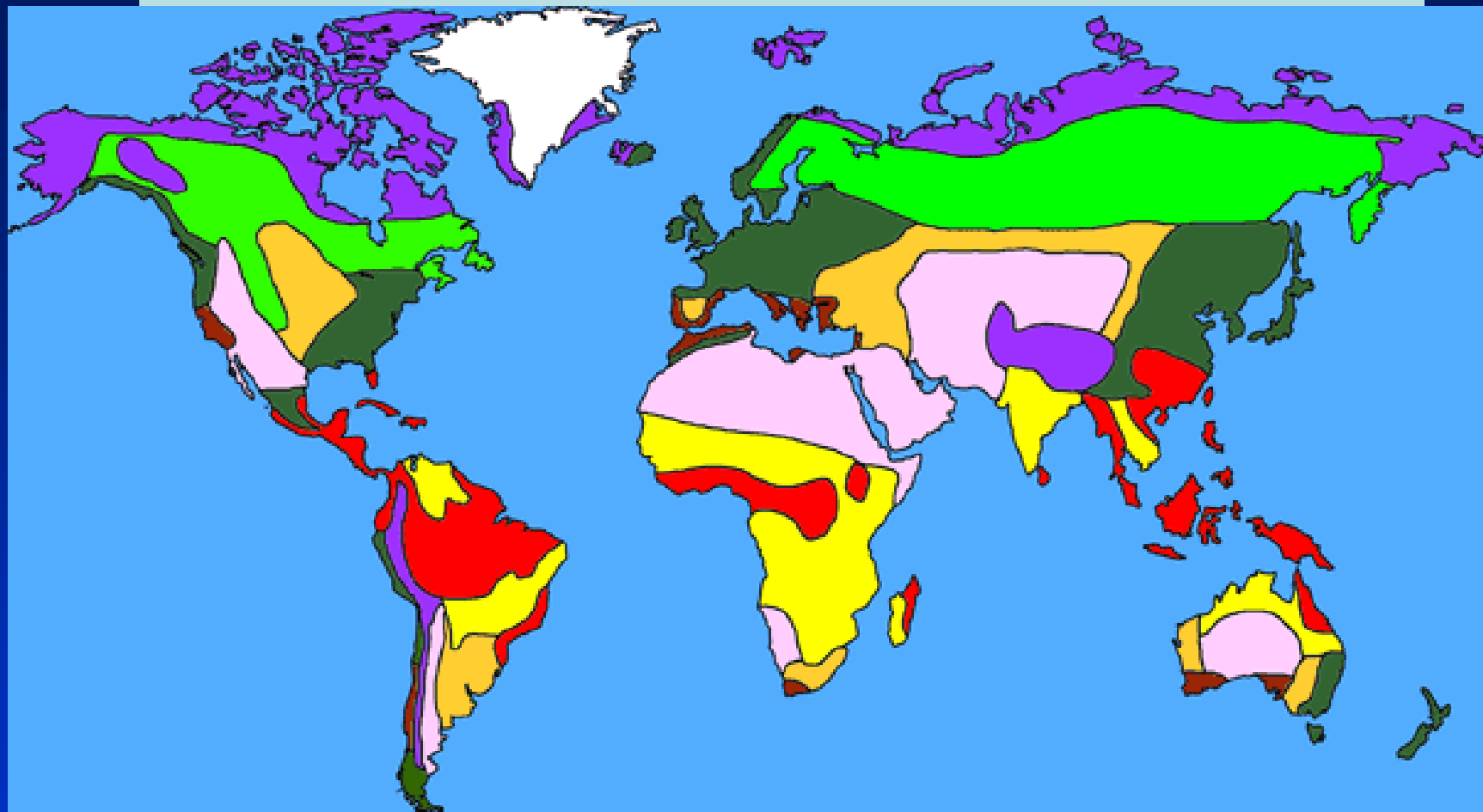


**Biomi**







# Distribuzione dei biomi nel mondo



 Foresta tropicale

 Savana


 Zone aride, deserto

 Macchia mediterranea

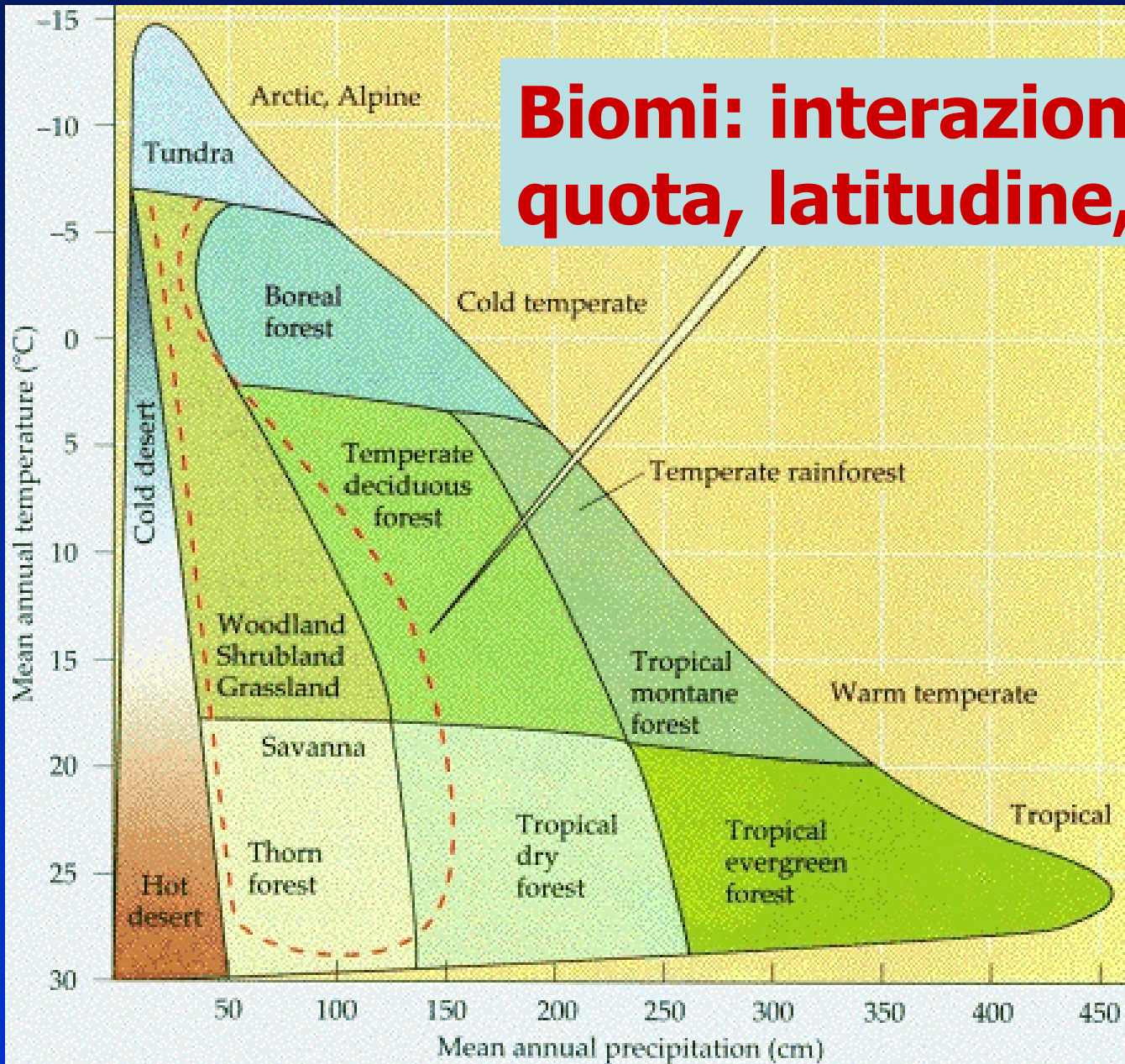
 Prateria

 Foresta temperata

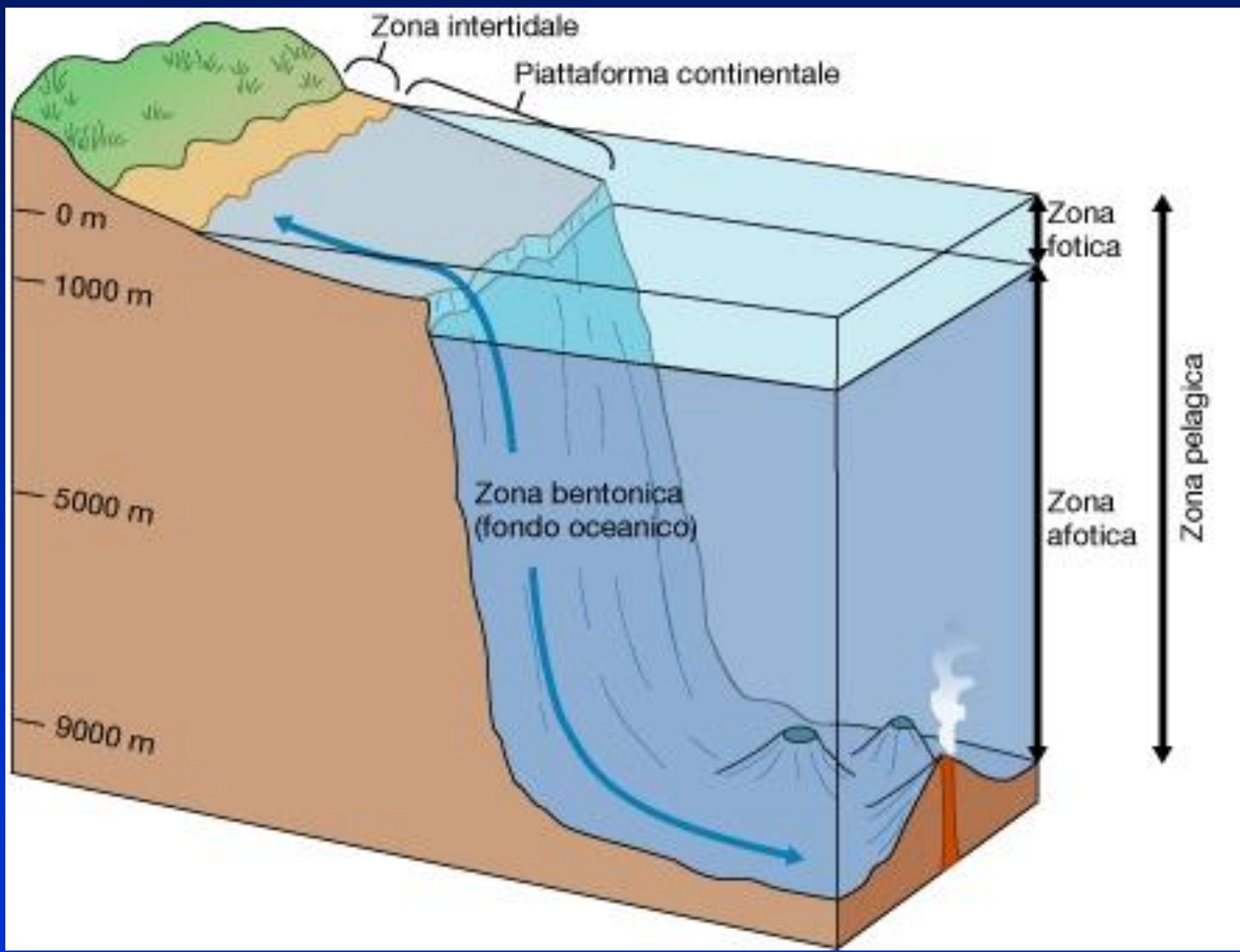
 Taiga

 Tundra artica e alpina

# Biomi: interazione quota, latitudine, clima



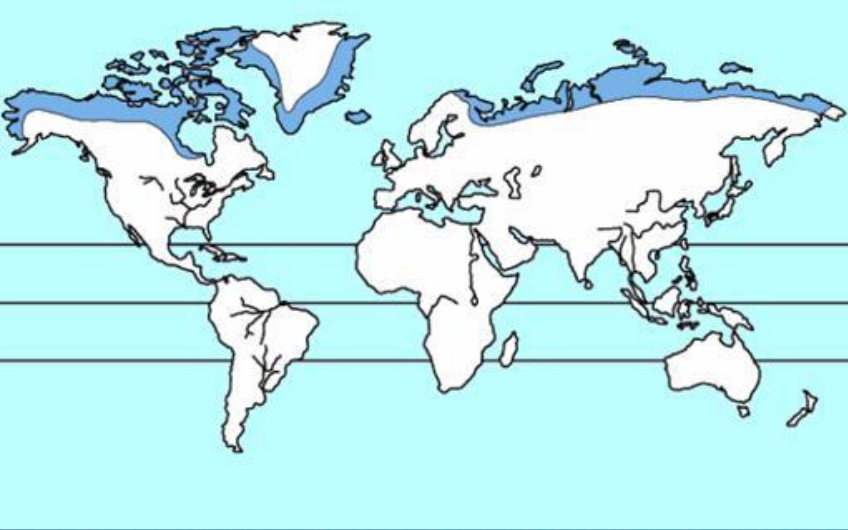
# Zonazione biomi marini



# Gli adattamenti animali ai biomi e la convergenza adattativa



# Tundra











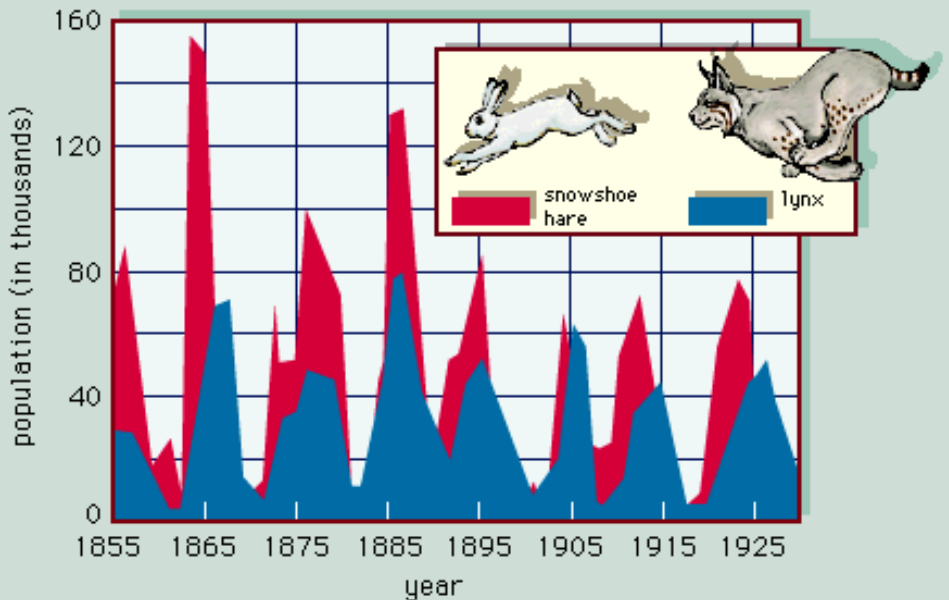
# Adattamenti eco-fisiologici

- **Stagionalità** (letargo raro, vita sotto la neve, consumo grassi, muta)
- **Isolamento termico**
- **Zampe coperte anche sulle dita**
- **Accumuli di grasso grigio**
- **Ovoviviparità** (lucertola vivipara, salamandre alpine, serpente giarrettiera)



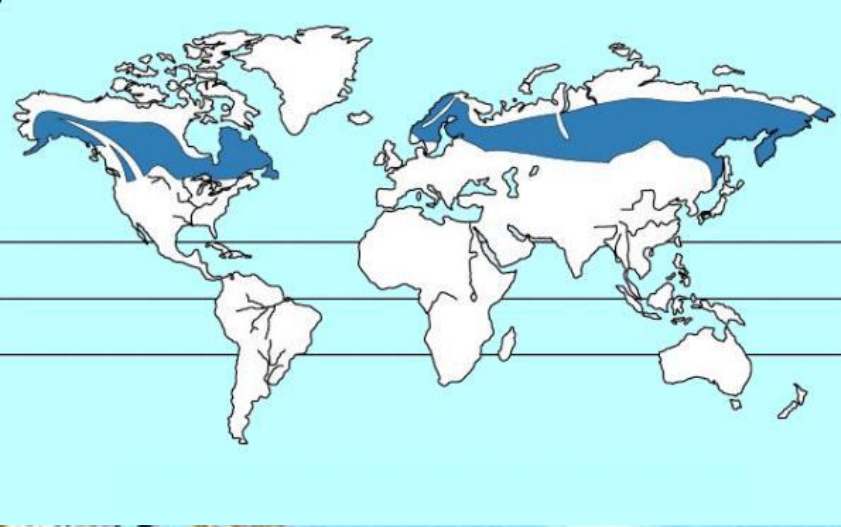
# Adattamenti popolazionali e di comunità

- Oscillazioni numeriche delle popolazioni (lemming)
- Migrazioni stagionali degli erbivori
- Migrazioni uccelli limicoli
- Grande disponibilità trofica di insetti acquatici concentrata in estate
- Cicli preda-predatore (lepre-lince)



- Ampia dimensione dell' home range

# Taiga









# Adattamenti eco-fisiologici

(in parte simili alla tundra per il freddo invernale)

- **Stagionalità** (letargo, vita sotto la neve, consumo grassi, muta stagionale)

- **Isolamento termico**

- **Zampe coperte anche sulle dita**

- **Accumuli di grasso grigio**

- **Ovoviviparità**

- **Specializzazione a nutrirsi di aghi conifere** (flagellati simbionti)

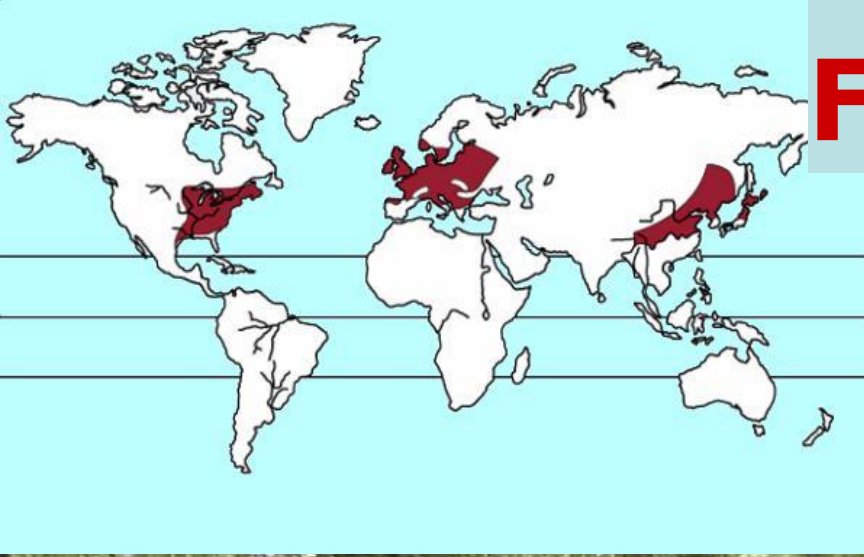
# Adattamenti popolazionali e di comunità

- Oscillazioni numeriche delle popolazioni minori rispetto alla taiga
- Migrazioni stagionali degli erbivori verso praterie a sud e verso la tundra a nord
- Cicli preda-predatore (lepre-lince)
- Maggiori risorse disponibili rispetto alla tundra
- Differenziazione nicchia
  - predatori notturni (allocco notturno di boschi umidi; allocco di Lapponia diurno vari tipi boschi; allocco degli urali intermedio)
  - predatori mammiferi (ghiottone necrofago e bacche, rispetto a lince e lupo, altri mustelidi arboricoli come le martore e zibellino)





# Foresta temperata









# Adattamenti eco-fisiologici

- Stagionalità ridotta

- Letargo nei gliridi

- Ibernazione in rettili ed anfibi

- Periodo larvale xilofago degli insetti



# Adattamenti popolazionali e di comunità

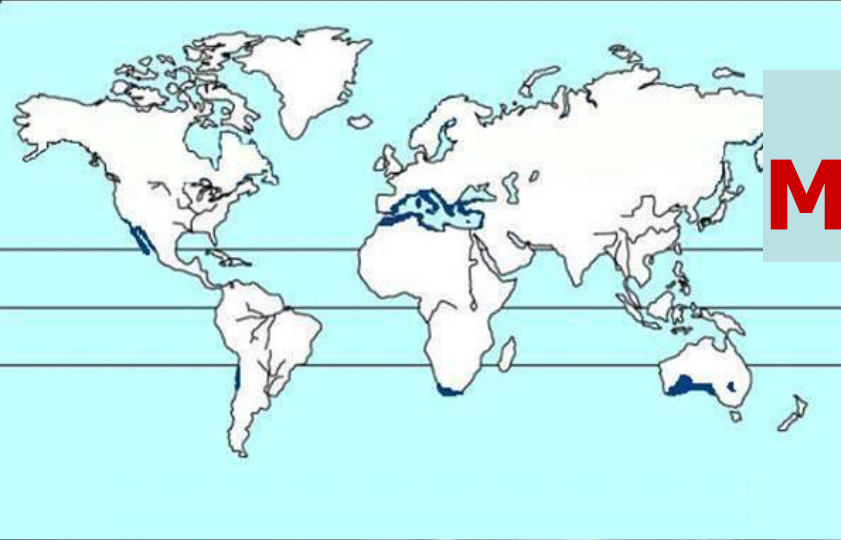
- Migrazioni stagionali uccelli

- Ripari naturali anche d' inverno per cui ibernazione e vita lunga in insetti

- Comunità più stabile (K-selezionati)

- Uso dei frutti del bosco nella stagione autunnale e diete differenziate (orso, volpe)





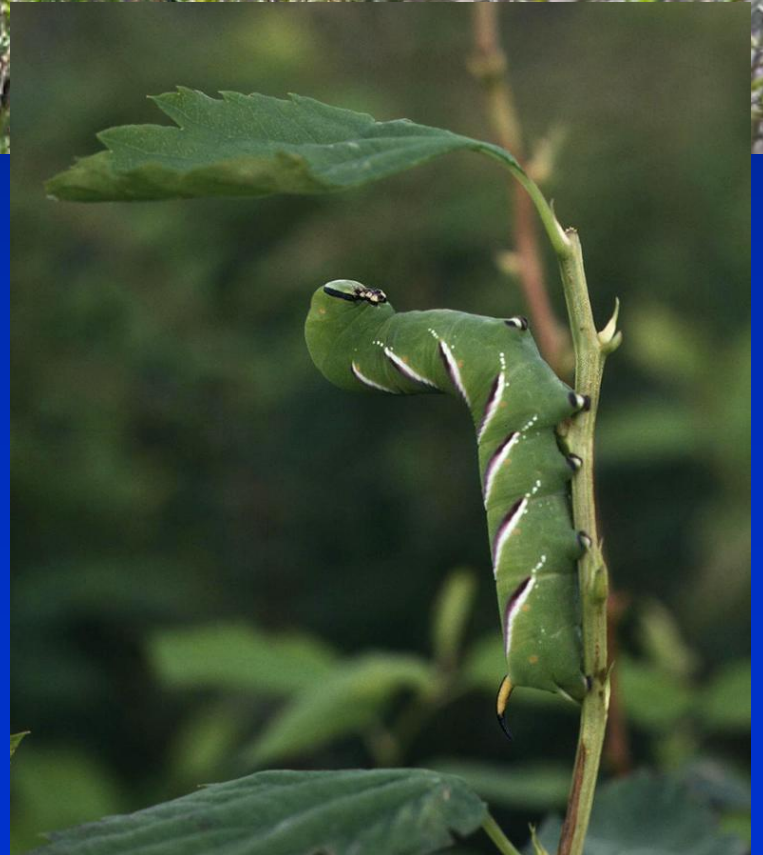
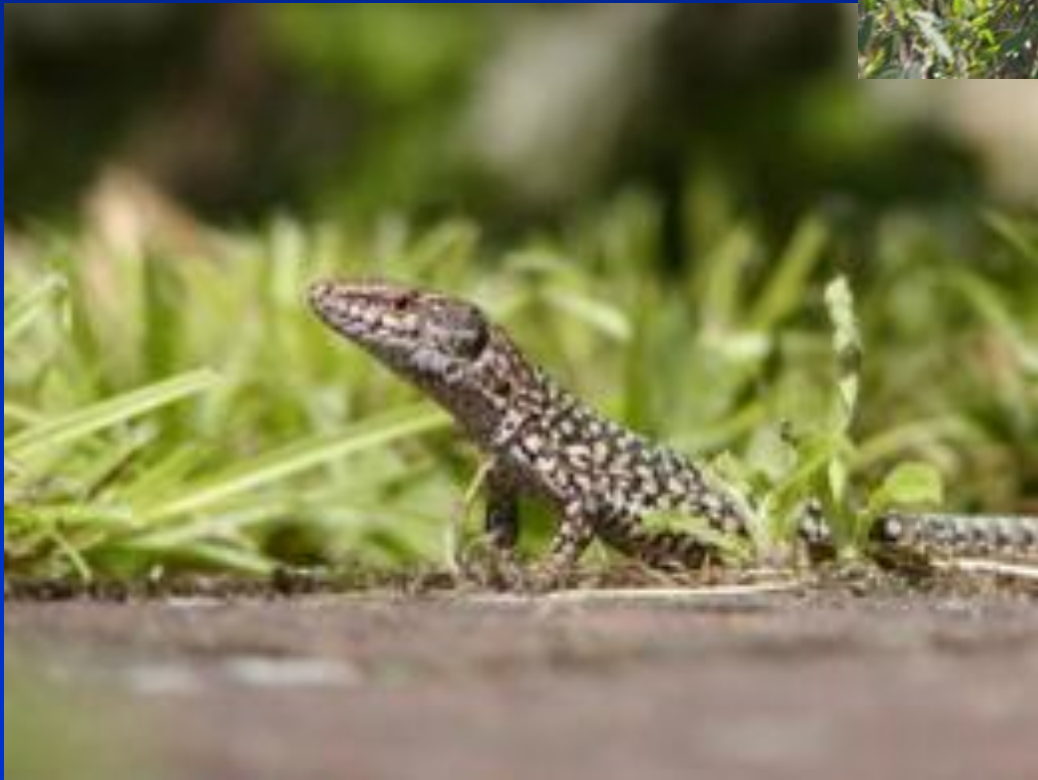
# Macchia mediterranea











# Adattamenti eco-fisiologici

- Netta stagionalità con estivazione

- Attività serale mattutina

- Resistenza all'aridità e

- Sviluppo rapido negli animali acquatici



# Adattamenti popolazionali e di comunità

- Migrazioni stagionali uccelli

- Coevoluzione bacche uccelli autunnali



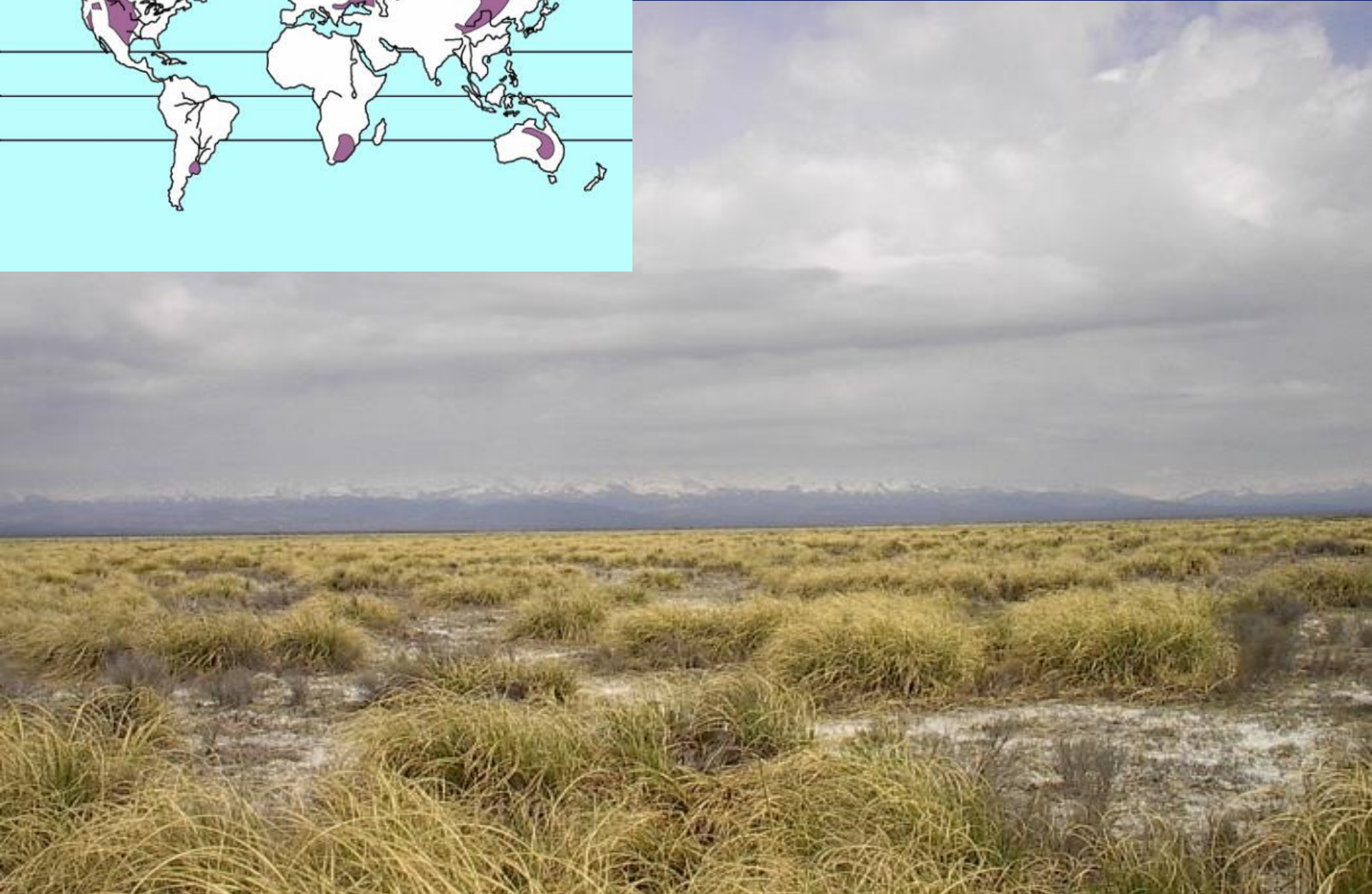
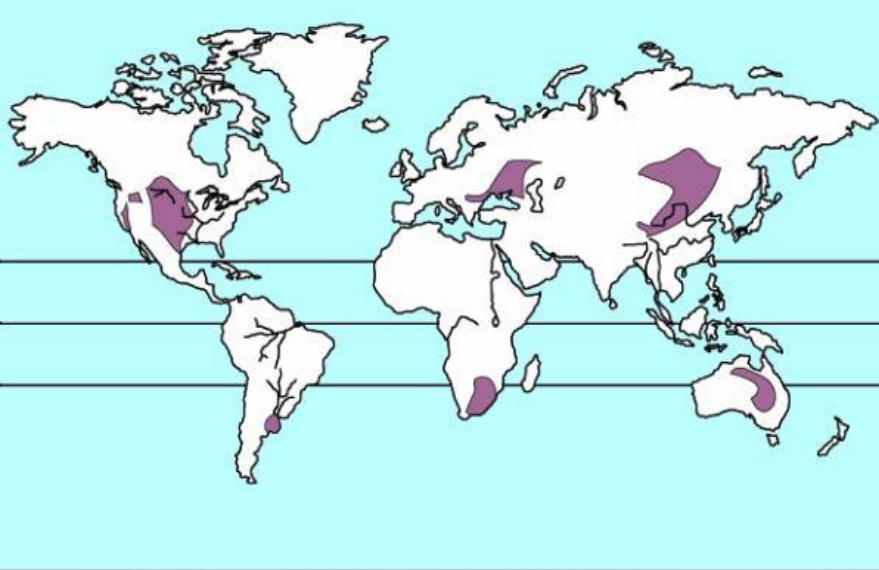
- Antofagia, nettaro-fagia, frugivoria in lucertole insulari

- Uccelli nettari-vori



- Fenologia modificata in popolazioni

# Prateria





## Praterie primarie e secondarie







# Adattamenti eco-fisiologici

- Vita sotterranea

- Roditori anche carnivori

## Adattamenti popolazionali e di comunità

- Socialità spinta (roditori)

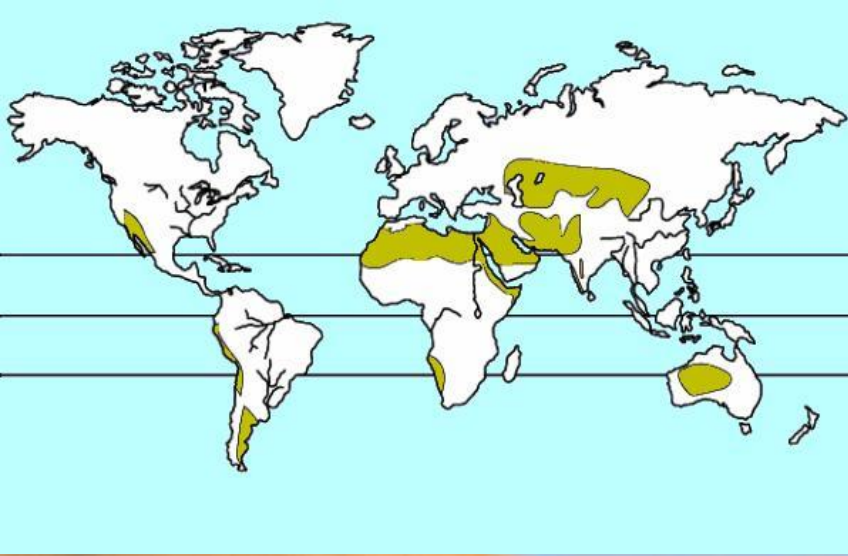
- Vita di branco (ungulati, canidi)

- Migrazioni stagionali N-S di mammiferi (saiga, bisonti) e uccelli



- Strategie alla predazione (camuffamento, inseguimento, agguato)

# Deserto





**Australia**



**Arabia saudita**



**Cina e Mongolia**



**Turkmenistan**







# Adattamenti eco-fisiologici

- Vita sotterranea

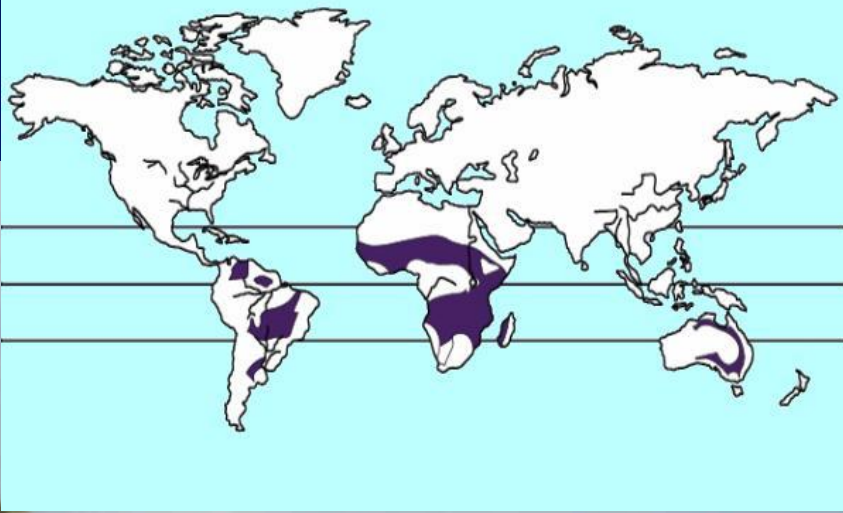
- Resistenza ad aridità

## Adattamenti popolazionali e di comunità

- K-selezione



# Savana









# Adattamenti eco-fisiologici

- Vita sotterranea

- Velocità di reazione

- Resistenza ad aridità

- r-selezione





# Adattamenti popolazionali e di comunità

- **Socialità** (roditori)

- **Vita di branco** (ungulati, canidi, felidi)

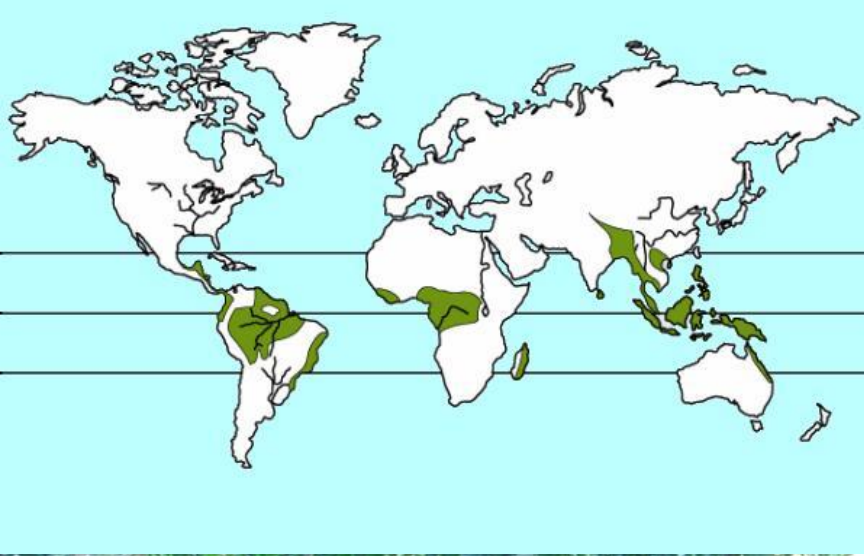


- **Migrazioni stagionali N-S di mammiferi** (antilopi, elefanti) e **uccelli**



- **Strategie alla predazione** (camuffamento, inseguimento, agguato)

# Foresta tropicale













# Adattamenti eco-fisiologici

- Vita arboricola

- Vita umicola

- Sviluppo diretto in anfibi o molto rapido

- Elevata specializzazione dei fitofagi

- Criptismo

- Comunicazione sonora

## Adattamenti popolazionali e di comunità

- K-selezione