



L'ambiente abiotico



La Temperatura

La Temperatura

- **La temperatura di un corpo è il suo "stato termico inteso come capacità di trasmettere calore ad altri corpi"**
(Maxwell)
- **E' la misura dello stato termico e NON il fattore termico**
- **Fattore ecologico fondamentale**
- **È strettamente interconnesso con altri fattori ambientali (acqua, ossigeno, ...)**

La Temperatura

- **La temperatura sulla Terra varia di molti ordini: dalle colate laviche ai freddi antartici**
- **Ma le forme di vita più tolleranti vivono comunque tra circa $+90^{\circ}\text{C}$ (microrganismi) e -62°C (pinguino imperatore)**

La tolleranza alla Temperatura elevata

- Batteri di sorgenti termali $>90^{\circ}\text{C}$
- Protozoi Rizopodi = 60°C
- Cianoficee *Phormidium* e *Oscillaria* $>85^{\circ}\text{C}$
- Ditteri Ephydridae $>60^{\circ}\text{C}$

Sebbene 50°C rappresenti in linea generale il limite superiore per la vita:

- Denaturazione delle proteine (inclusi gli enzimi)
- Degradazione dei lipidi (incluse le membrane)

La tolleranza alle basse Temperature

0°C rappresentano, in linea generale, il limite inferiore a causa del congelamento dell'acqua

Rimedi al congelamento:

- Crioprotettivi (sali, proteine, polisaccaridi)
- Congelamento di spazi intercellulari
- Stadi di vita latente

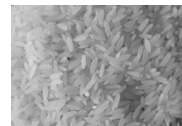
La tolleranza alle basse Temperature

**Psicrofili (optimum <20 °C) sono
Archaea e batteri, lieviti, funghi e alghe**

Adattamenti

- **fluidità delle membrane (allo stato liquido-cristallino)**
- **struttura delle proteine (minore ripiegamento a elica)**
- **Accumulo di composti osmo/crioprotettivi (*osmoliti*)**
- **sintesi di polisaccaridi (sostanze esopolimeriche)**

La tolleranza alle basse Temperature



Riso e orzo

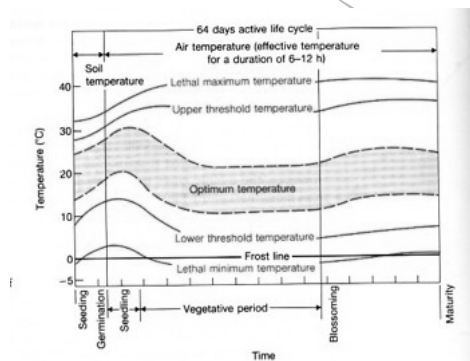
- **concentrano soluti negli spazi intercellulari a basse temperature**
- **quando la temperatura ritorna più elevata riportano rapidamente la concentrazione a valori normali**

La Temperatura

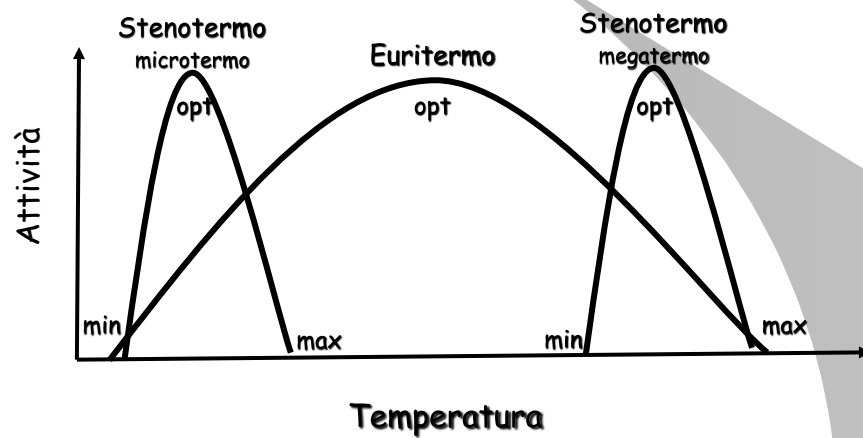
Per gli organismi viventi è fondamentale lo scarto attorno ai valori medi, non ci saranno gli stessi organismi in due località con temperatura media di 15°C se questa temperatura è determinata da

- $+10^{\circ}\text{C} < T < +20^{\circ}\text{C}$
- $-5^{\circ}\text{C} < T < +35^{\circ}\text{C}$
- Esiste una temperatura ottimale per lo svolgimento dei processi biologici
- Il variare della temperatura stimola i processi biologici

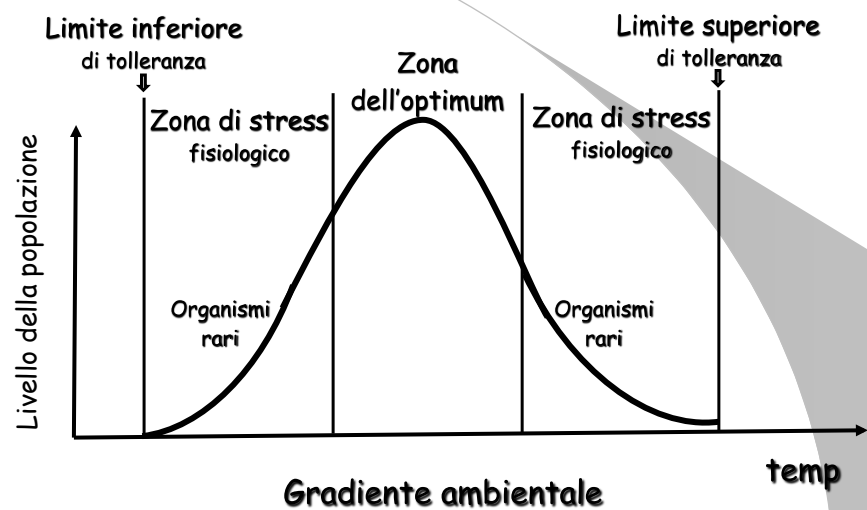
Esiste una temperatura ottimale per lo svolgimento dei processi biologici



Intervalli di tolleranza



Distribuzione delle popolazioni



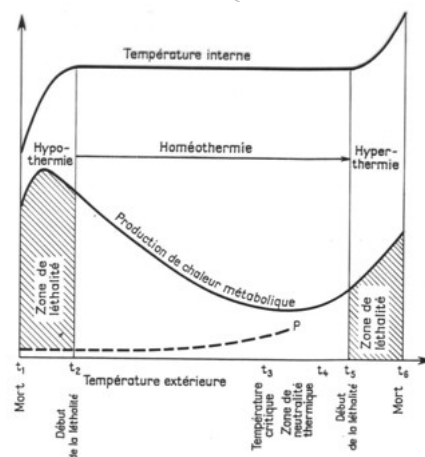
Gli organismi rispetto alla temperatura possono essere:

- **PECILOTERMI**: se la temperatura corporea varia con la variazione ambientale
 - **OMEOTERMI**: se la temperatura corporea rimane costante (entro certi limiti) rispetto alle variazioni ambientali
- o anche
- **ENDOTERMI**: se regolano la temperatura producendo calore metabolico
 - **ECTOTERMI**: se dipendono da fonti esterne di calore

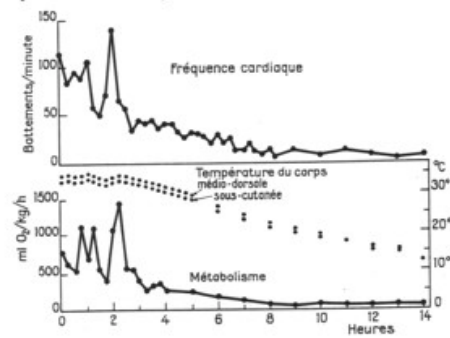
La distinzione non è netta: rettili, pesci e alcuni insetti producono calore per mantenere costante la temperatura per periodi di tempo limitati

Il filodendro produce calore metabolico per mantenere costante la temperatura del fiore

La regolazione degli omeotermi



IBERNAZIONE



Gli eterotermi

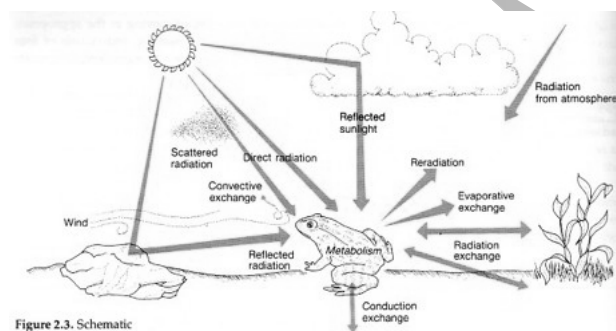
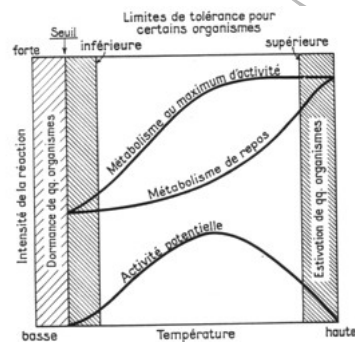


Figure 2.3. Schematic

La regolazione degli eterotermi



Reazione alle condizioni termiche sfavorevoli

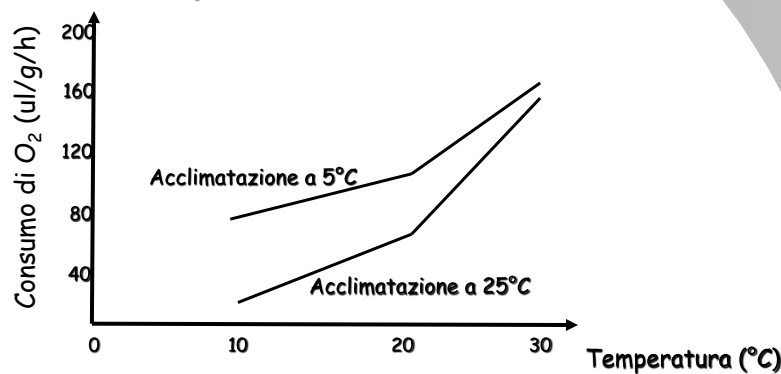
- **MIGRAZIONE:** innescata da fotoperiodo e temperatura si verifica negli omeotermi come negli eterotermi (ad es. le falene baltiche)
- **IBERNAZIONE:** si verifica negli omeotermi come negli eterotermi
- **ESTIVAZIONE:** come l'ibernazione ma per sopravvivere alle condizioni limitanti estive (ad es. nelle lumache terrestri → homing)

negli invertebrati

- **DIAPAUSA:** innescata da fotoperiodo e temperatura è obbligatoria e rappresenta un vero "ritmo biologico" a livello individuale o di popolazione
- **QUIESCENZA:** innescata dalla temperatura è facoltativa e rappresenta un sistema di blocco occasionale delle attività in risposta a una sporadica situazione di stress termico

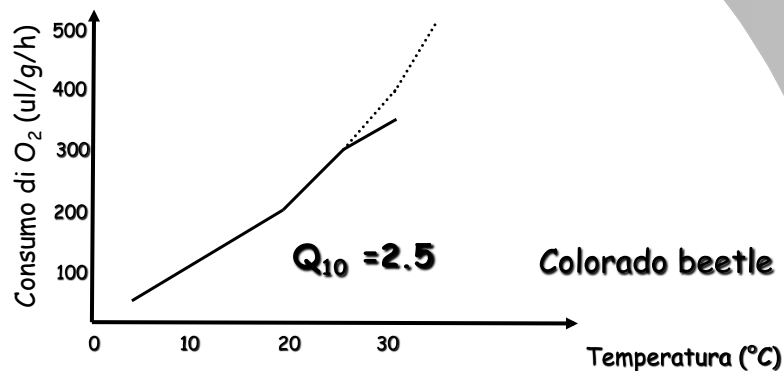
La risposta di un eterotermo alla temperatura non è fissata...

- **Acclimatazione** è il processo di esposizione a una determinata temperatura che determina una risposta di adattamento termico



La risposta di un eterotermo alla temperatura non è fissata...

- **Q_{10}** è l'incremento di un processo fisiologico (ad es. il consumo di Ossigeno) in risposta all'incremento di 10°C di temperatura



La risposta di un eterotermo alla temperatura non è fissata...

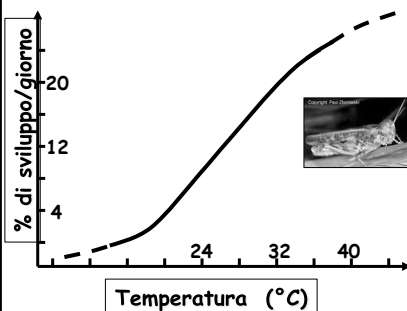
- **Somma di calore o costante termica è la quantità di calore necessaria allo svolgimento di una determinata funzione**
- **Espressa in "gradi-giorno" o "gradi-ora" è il tempo impiegato a espletare la funzione in relazione alla temperatura cui gli organismi sono sottoposti**
- **In questa misura non deve essere considerata la temperatura necessaria allo svolgimento delle funzioni metaboliche di base**

Lo sviluppo ha un tempo fisiologico variabile

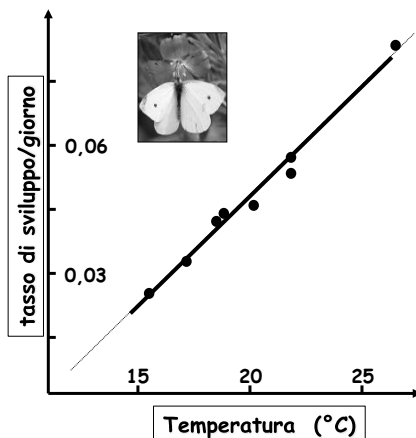
70 gradi-giorno oltre 16°C

▪ a 20 °C = 17,5 gg (4 x 17,5)

▪ a 30 °C = 5 gg (14 x 5)



Sviluppo post-diapausa delle uova del grillo, *Austroicetes cruciata*, che si ottiene con 70 gradi-giorno oltre della temperatura soglia di 16 °C



Sviluppo uovo-pupa della farfalla bianca del cavolo, *Pieris rapae*, che si verifica con 174 gradi-giorno oltre la temperatura soglia di 10,5 °C

Gli organismi sopravvivono se la temperatura è al di sopra di una certa soglia.

Al di sopra di questa soglia tanto maggiore è la temperatura tanto minore sarà il tempo impiegato a espletare una determinata funzione.

È dunque possibile calcolare la "somma di calore" o "costante termica" per le funzioni più importanti (ad es. lo sviluppo).

Le piante di mais hanno bisogno di 660-1060 gradi-giorno oltre la soglia di 6°C

N.B. = la durata di vita di molti insetti dipende dalla velocità cui si sono sviluppati!!

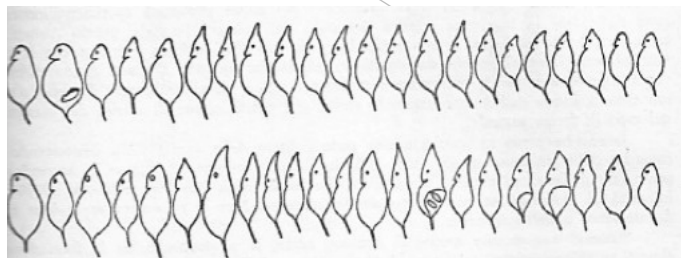
Termoperiodismo

- **La necessità di essere sottoposti ad es. a basse temperature con regolarità per mantenere un buon ritmo di accrescimento; spesso è correlato al fotoperiodismo**
- **Pomodori producono semi se passano almeno 5 notti a $t < 15^{\circ}\text{C}$**
- **Vernalizzazione di Trofim Denisovič LYSENKO (1935-36) che fece una campagna contro la genetica e in favore di una teoria neolamarckiana del frutticoltore Mičurin, cosiddetta - Agronomia Miciurinista**

La temperatura condiziona l'espressione fenotipica degli organismi ...

- Ciclomorfosi (*Daphnia*, *Bosmina* ...)
- Determinazione ambientale del sesso (ESD) nei Rettili
- Sviluppo dei caratteri sessuali maschili in *Aedes ochleratus*
 - i maschi si sviluppano bene a $t < 23^{\circ}\text{C}$
 - tra 23 e 28°C le loro caratteristiche sono meno evidenti
 - a t maggiori di $28,4^{\circ}\text{C}$ scompaiono

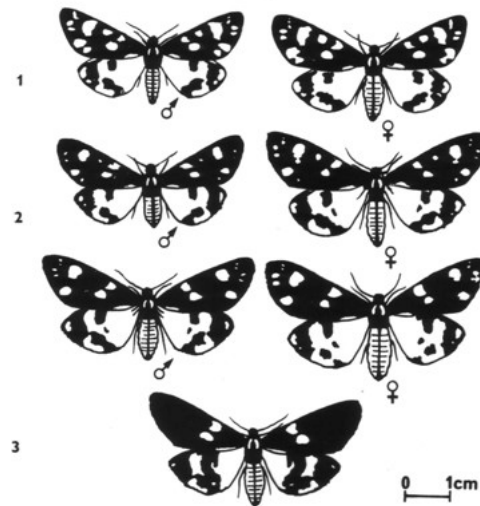
Ciclomorfosi di *Daphnia*



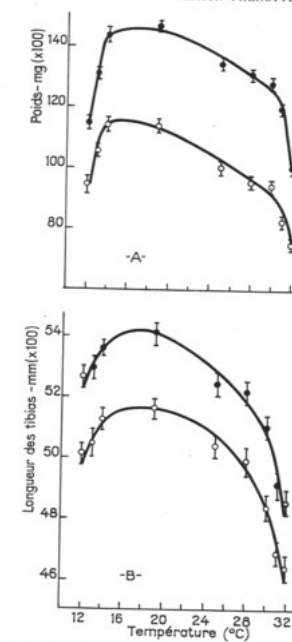
Polimorfismo fenotipico di *Panaxia dominula*

1. Dominula (omozigote dominante)
2. Medionigra (eterozigote)
3. Bimacula (omozigote recessivo)

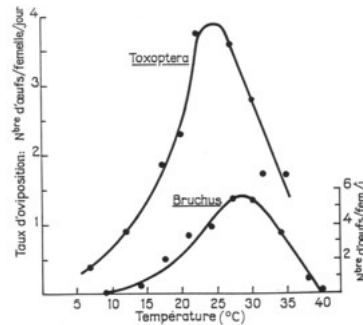
L'espressione fenotipica
dell'eterozigote dipende
dalla temperatura di
allevamento



Variazione del
peso e della
lunghezza delle
tibie in adulti di
Drosophila in
relazione alla
temperatura



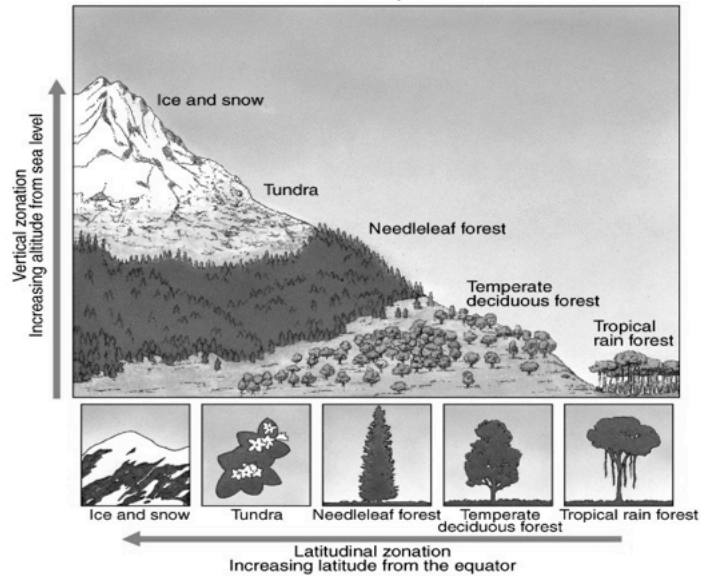
Variazione del tasso di deposizione delle uova nell'afide *Toxoptera graminis* e nel bruco *Bruchus objectus* in relazione alla temperatura



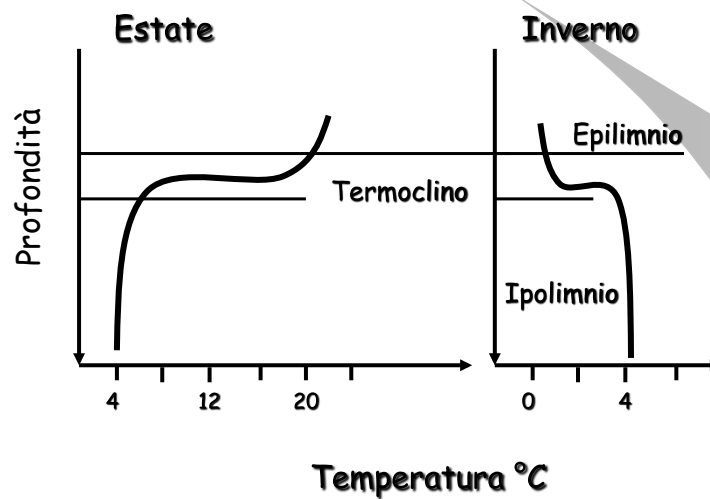
La temperatura come barriera geografica

- **Gradiente Nord-Sud di distribuzione di animali e piante**
- **FROST LINE (linea del ghiaccio)** il limite della distribuzione delle comunità, dove la temperatura scende fino a far gelare i tessuti - limitazione latitudinale
- **TREE LINE (linea degli alberi)** il limite della distribuzione delle comunità arboree e della fauna associata, dove la vegetazione non riesce a sopravvivere - limitazione altitudinale
- **LIFE ZONES** zone di distribuzione delle comunità, lungo gradienti latitudinali e altitudinali

Distribuzione delle comunità lungo gradienti latitudinali e altitudinali



La stratificazione termica negli ecosistemi acquatici



La stratificazione termica negli ecosistemi acquatici

I laghi possono avere periodi di circolazione verticale delle acque e periodi di stratificazione/stagnazione

●OLOMITTICI: dimittici
 monomittici

●MEROMITTICI

Alla stratificazione termica corrisponde una STRATIFICAZIONE CHIMICA e un CHEMOCLINO ovvero una zona in cui si osserva una rapida variazione del parametro chimico in esame

Nel mare, il gradiente termico è molto lento

● a 3000 m: $t < 3^{\circ}\text{C}$

● a 5000 m: $2 < t < 2.5^{\circ}\text{C}$

Gli organismi marini sono fortemente stenotermi

Ma se colonizzano profondità di 3000-5000 m devono necessariamente essere EURIBATI,

cioè devono poter sopravvivere in un intervallo di pressione (che aumenta con la profondità) piuttosto elevato