



Complex and lasting impacts of heatwaves on life-history traits and fitness in *Daphnia magna*

Impatti complessi e duraturi delle ondate di calore sui tratti della storia vitale e sulla fitness di *Daphnia magna*

Presentazione di
Rokia Selloum

Autori: Jie Xiao and Wen-Xiong Wang
Anno pubblicazione: 2025



Main aim of the study

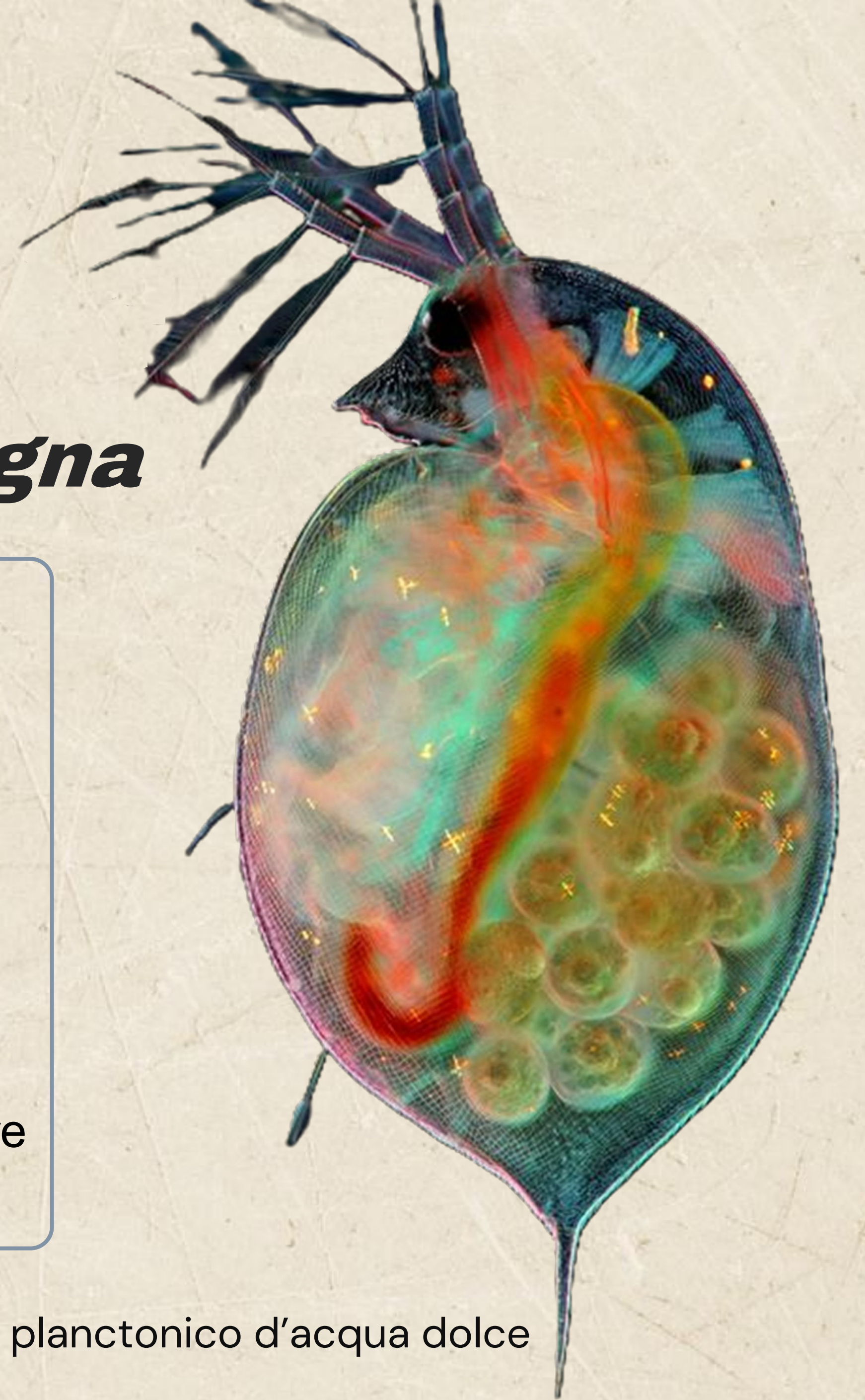
capire se le ondate di calore (*Heatwave, HW*) abbiano effetti biologici diversi rispetto a un riscaldamento stabile (*Stable Warming, SW*) e se tali effetti possano persistere nelle generazioni successive.

Organismo modello: *Daphnia magna*

Scelta come organismo modello perché presenta:

- un ciclo vitale molto breve,
- riproduzione per partenogenesi → individui geneticamente identici,
- elevata sensibilità ai cambiamenti ambientali.

Inoltre, svolge un ruolo ecologico fondamentale nelle reti trofiche acquatiche, quindi alterazioni della sua fitness possono influenzare l'intero ecosistema.



Piccolo crostaceo planctonico d'acqua dolce

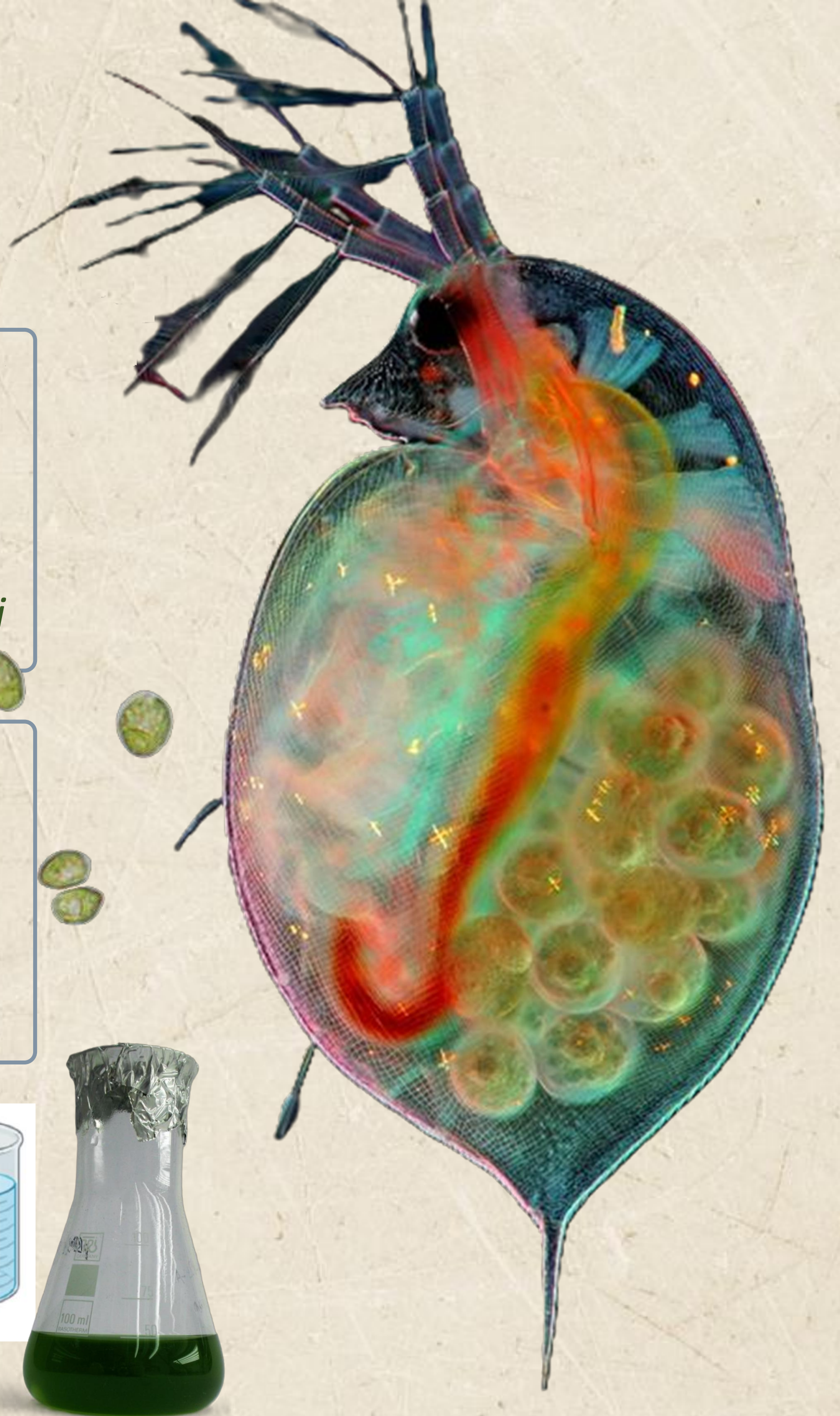
Disegno sperimentale generale

Vengono usati gli individui da una **singola linea clonale** di *Daphnia magna* mantenuta in condizioni standard:

- fotoperiodo 16h luce / 8h buio,
- 20°C,
- alimentazione giornaliera a base dell'alga *Chlamydomonas reinhardtii*

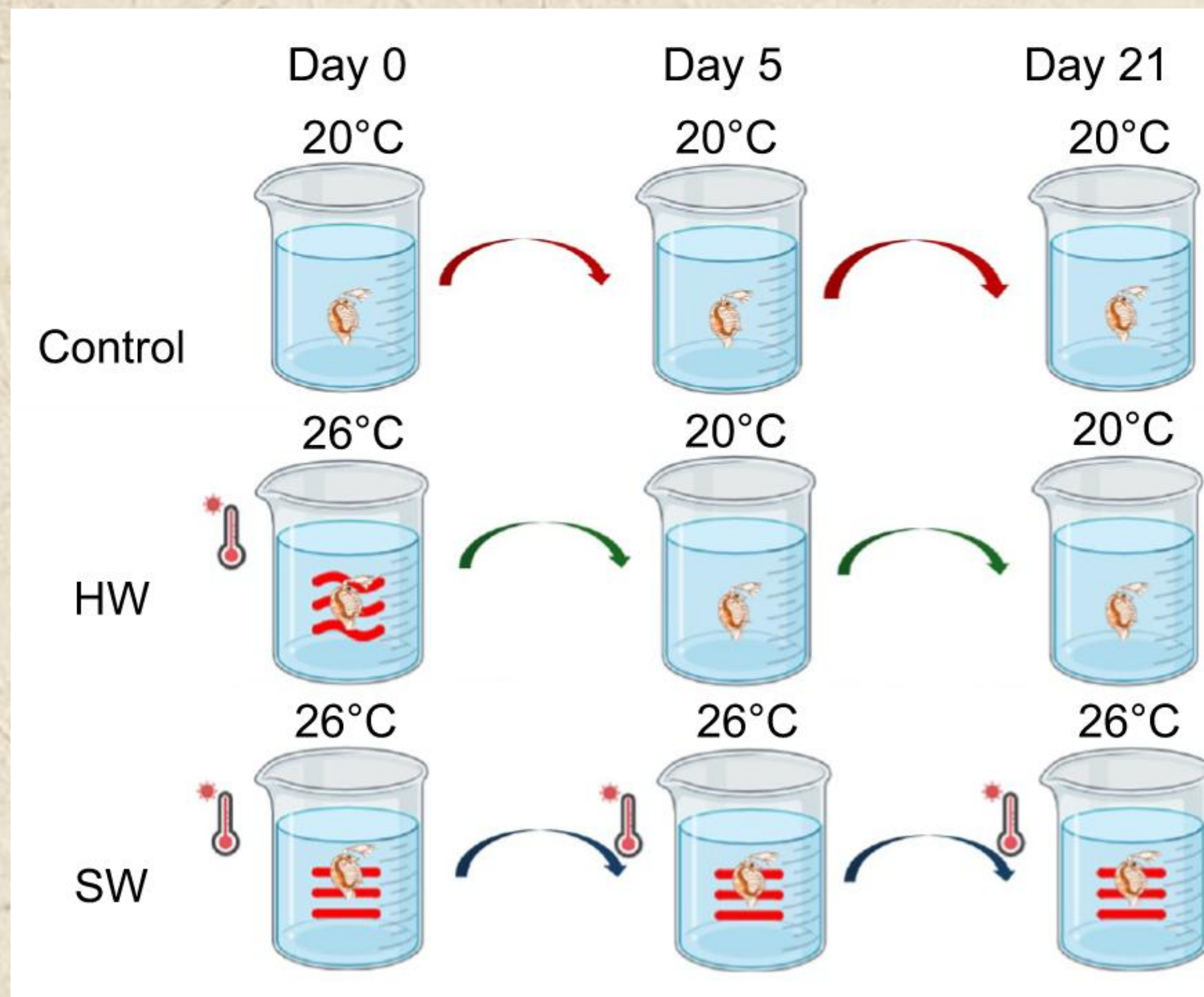
Tutti gli esperimenti durano per 21 giorni e partono da:

- neonate femmine F0 (<24h)
- 6 repliche per trattamento
- 5 individui per replica (≈30 individui per trattamento) in contenitori con 100 ml di mezzo di coltura



Esperimento 1 — Heatwave vs stable warming

Le heatwaves producono effetti diversi rispetto a un stable warming?



Gli individui F0 vengono divisi in tre condizioni:

- Controllo: 20 °C costanti
- Heatwave (HW): esposti a 26 °C per 5 giorni, poi riportati gradualmente a 20°C (velocità 2°C/h)
- Stable warming (SW): 26 °C costanti

Vari tratti di storia vitale misurati:

- Età e dimensione alla maturità,
- dimensione media della covata,
- tempo alla prima riproduzione,
- numero totale di covate,
- dimensione della popolazione al giorno 21,
- tasso di crescita somatica (calcolato).

Esperimento 1 — Heatwave vs stable warming

Risultati

La HW risulta più dannosa rispetto al SW

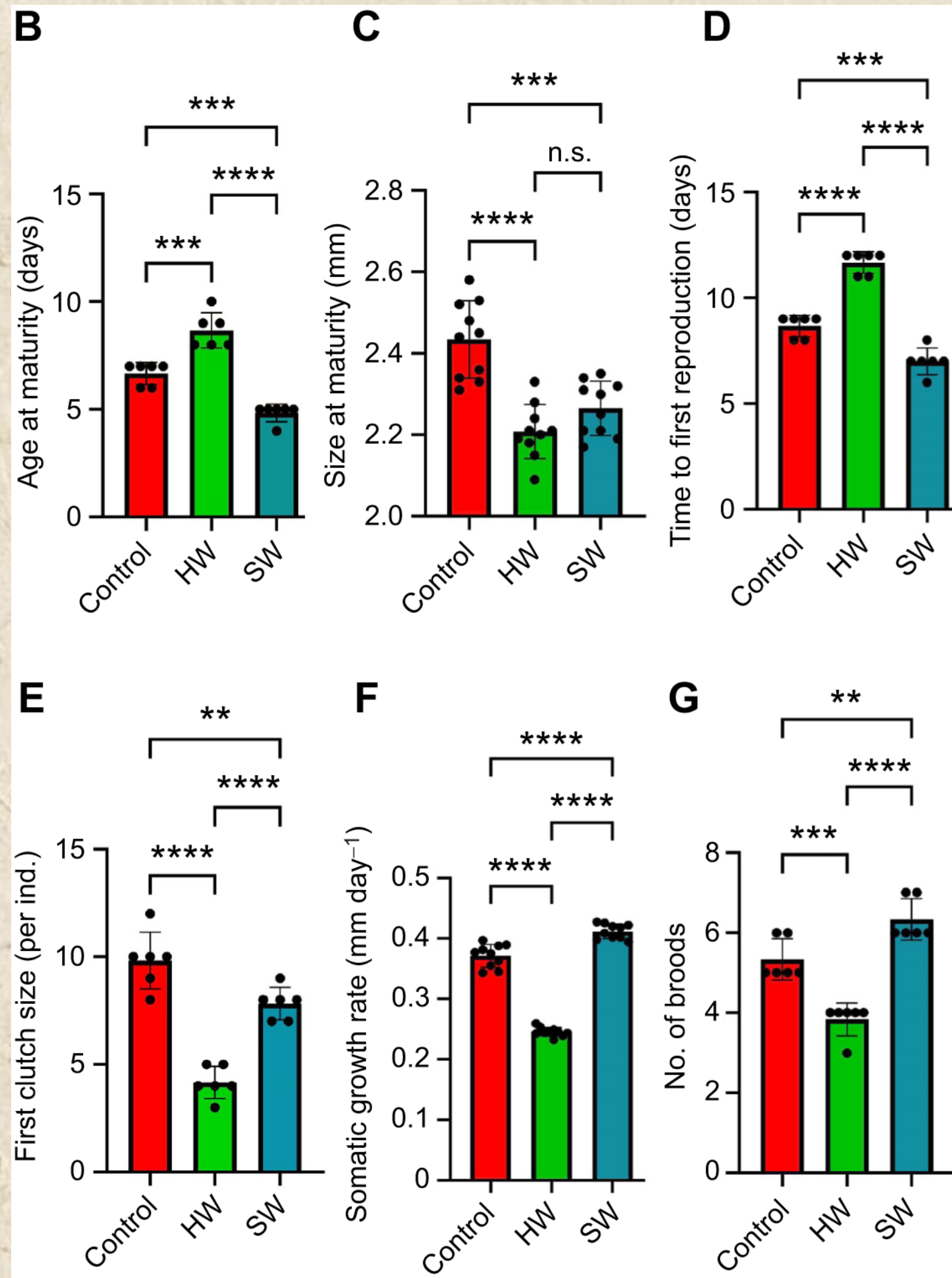
Heatwave

- maturazione ritardata di circa 20%
- riduzione della dimensione corporea di circa 20%
- forte riduzione della riproduzione: 60% in meno di prole

Stable warming

- maturazione più rapida di circa 15%
- riduzione della dimensione corporea di circa 15%
- effetti riproduttivi meno gravi rispetto alle heatwaves

Gli autori suggeriscono che il riscaldamento costante permetta una certa acclimatazione fisiologica, mentre le variazioni termiche improvvise causino uno stress metabolico molto più forte.

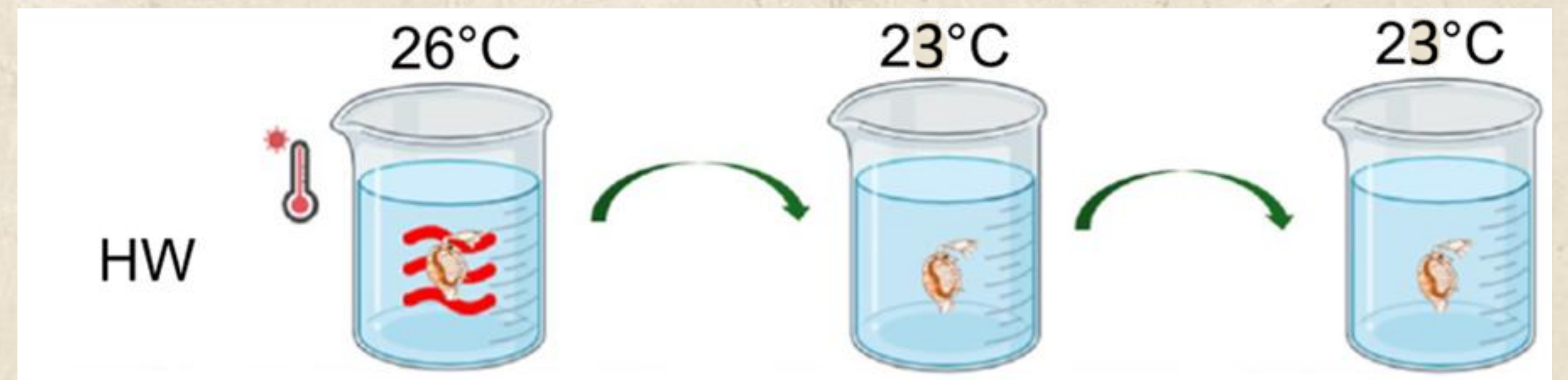
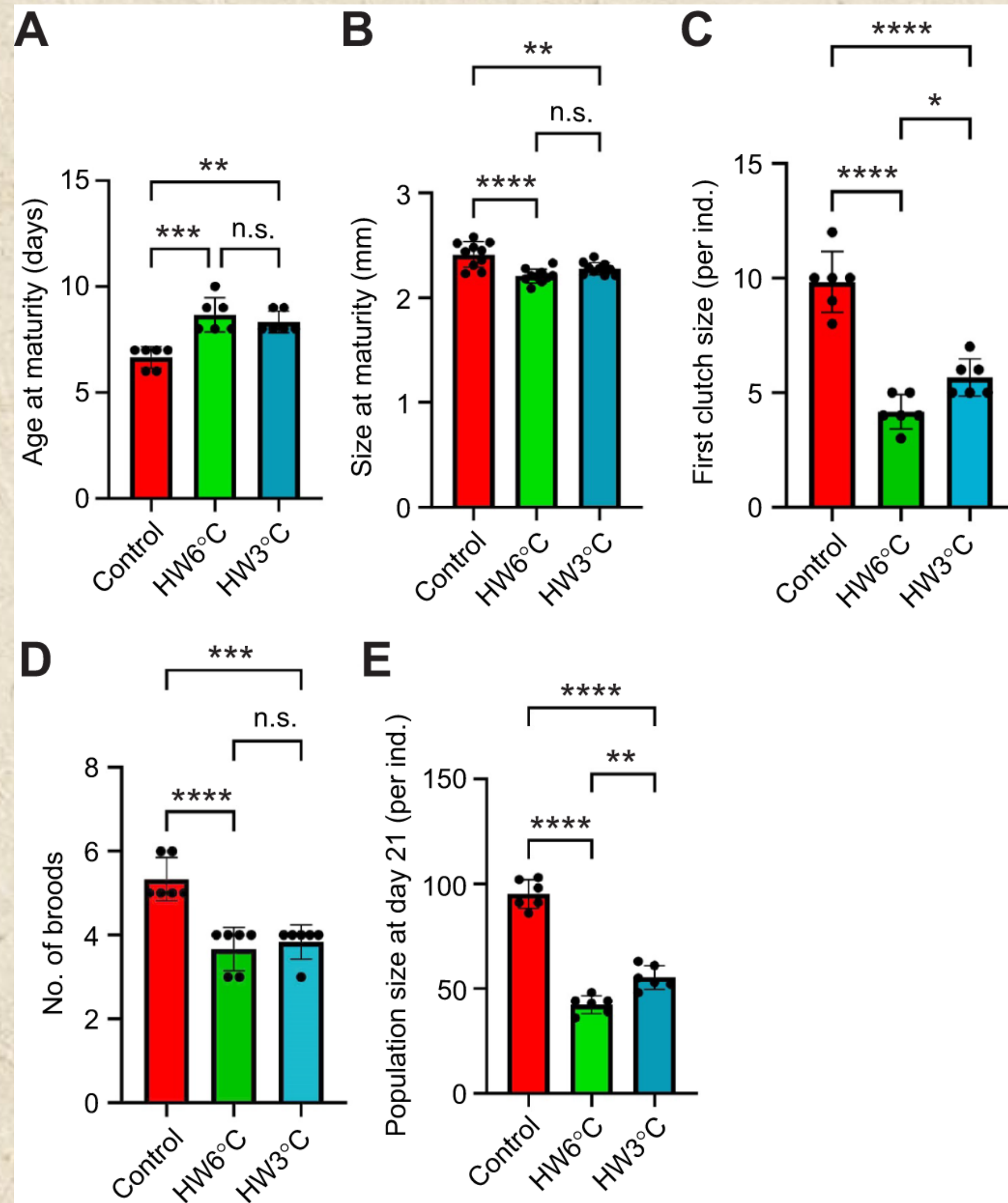


Esperimento 1 — Heatwave vs stable warming

Risultati

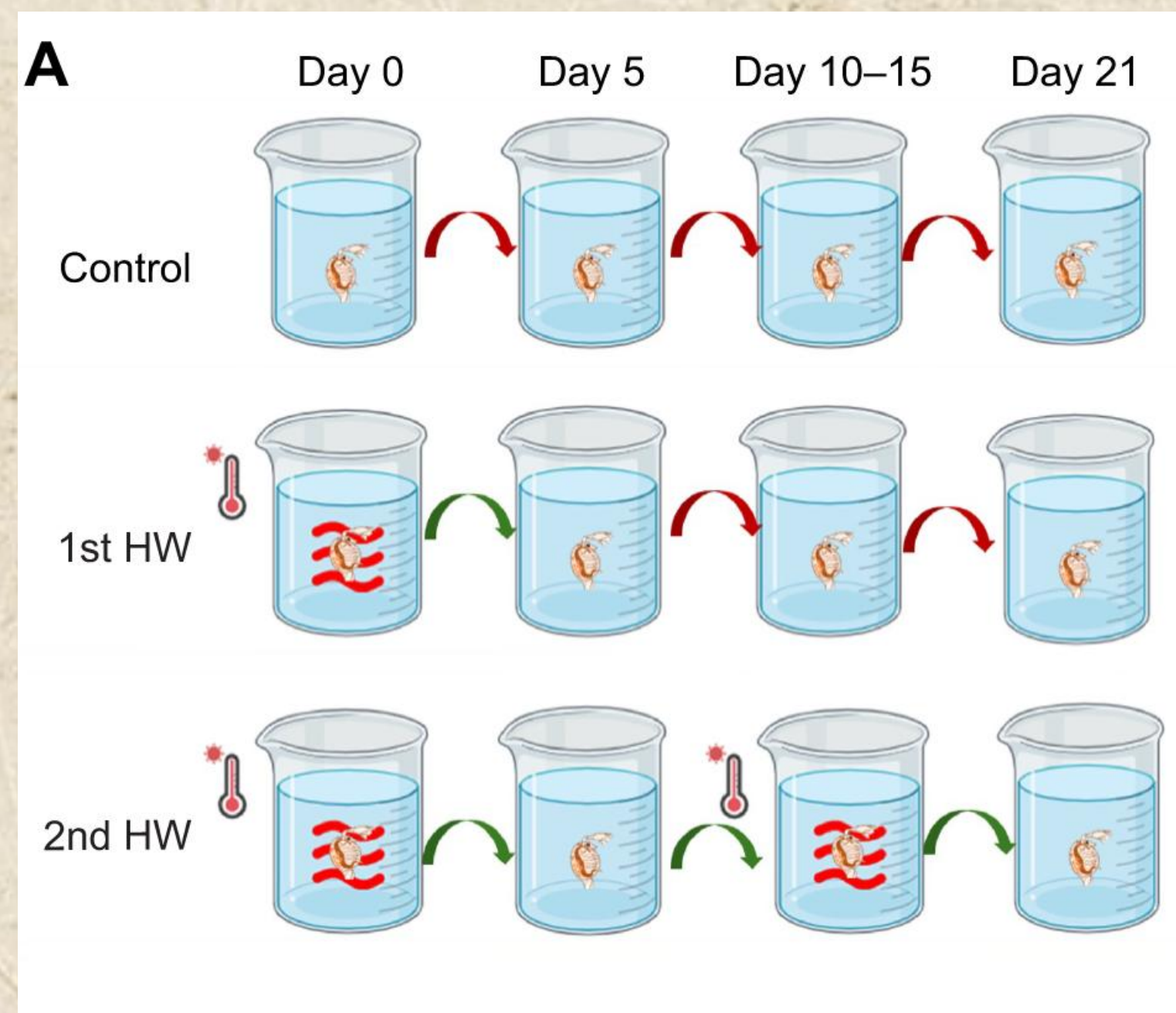
Valutazione effetti fase di raffreddamento dopo HW

In questo caso è stato fatto un esperimento aggiuntivo in cui un gruppo esposto a HW avviene la riduzione graduale di T a 23° C (HW3°C) anziché 20° C (HW6°C) e qui si è notato una **produzione riproduttiva maggiore del 23%** rispetto a HW6°C. Questo suggerisce che anche la fase di raffreddamento rapido possa rappresentare una fonte di stress.



Esperimento 2 — Heatwave ripetute

Una seconda heatwave viene tollerata meglio?

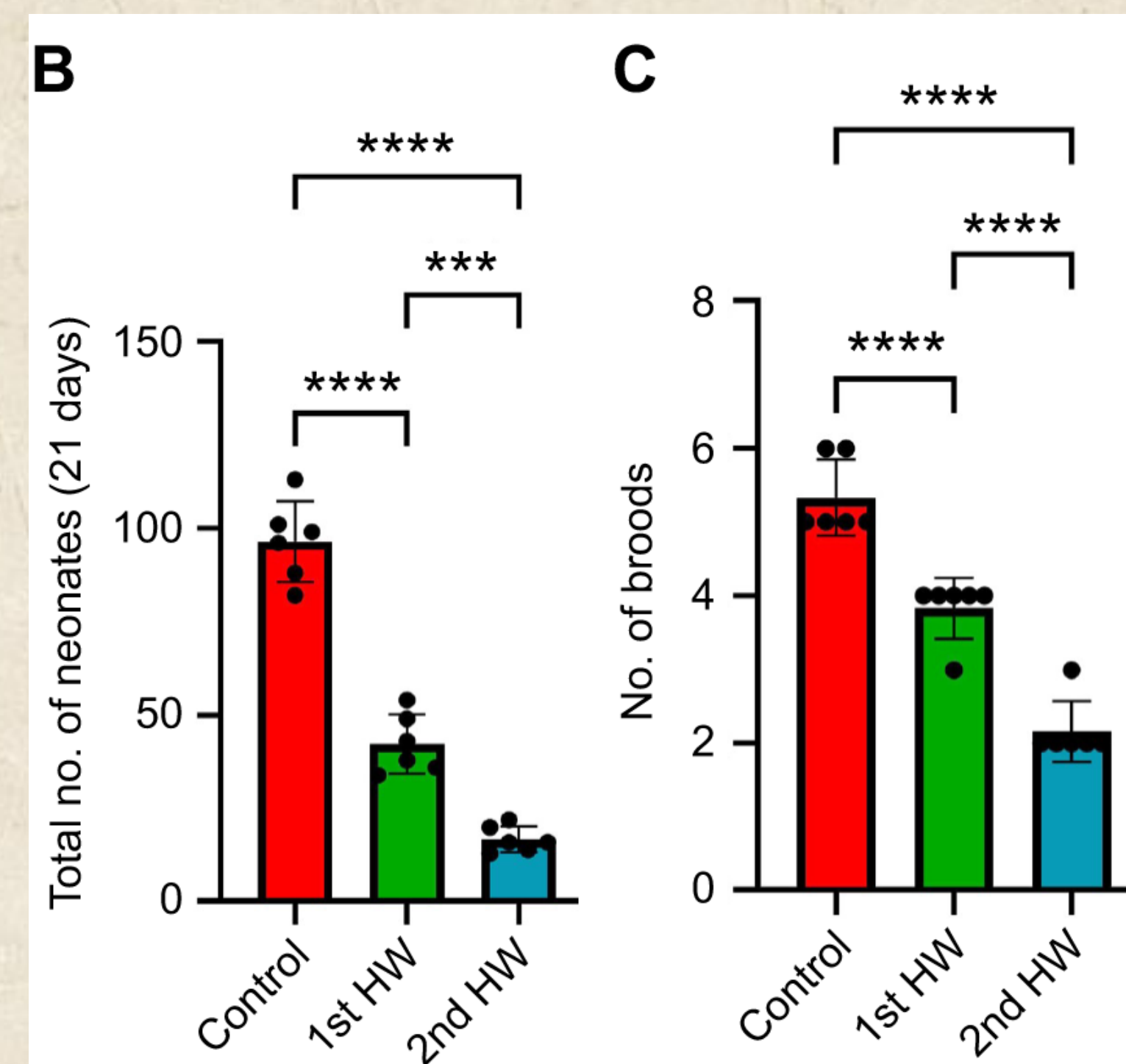


Gli individui F0 vengono divisi in tre condizioni:

- Controllo: 20°C costanti
- 1st HW: una sola esposizione di 5 giorni. esposti a 26 °C per 5 giorni, poi riportati gradualmente a 20°C
- 2nd HW: due esposizioni separate da un breve periodo di recupero.

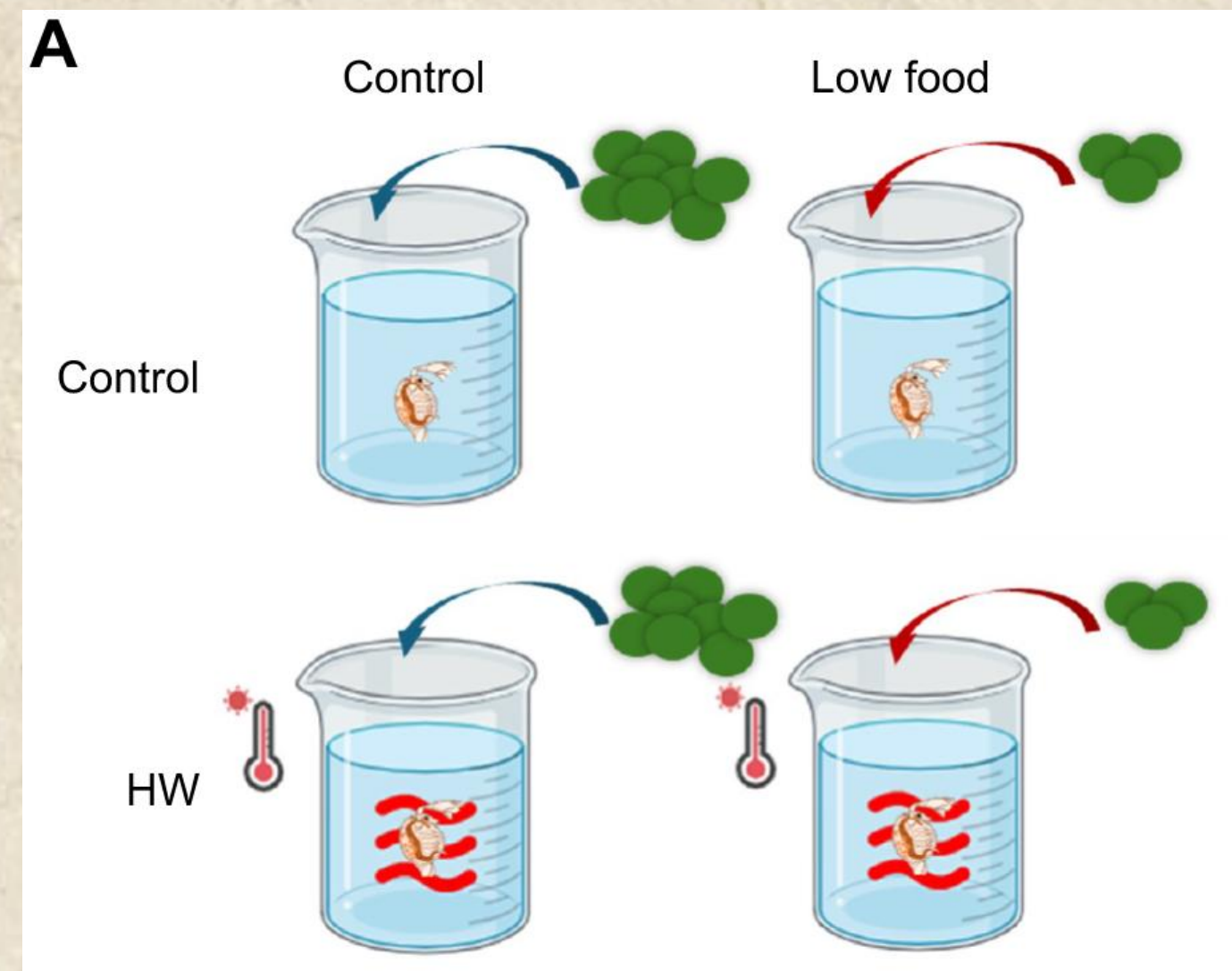
Misurazione del n° medio tot di prole per contenitore per valutare l'impatto della 2nd HW sulla produzione riproduttiva.

Risultato: la 2nd HW non viene tollerata meglio nonostante il breve periodo di recupero, con una produzione di prole ridotta al 60%. Quindi non si ha una acclimatazione a breve termine ma gli effetti delle HW risultano **cumulativi e additivi**



Esperimento 3 - Interazione tra temperatura e cibo

La scarsità di risorse peggiora lo stress termico?



Disegno fattoriale (2 × 2) con introduzione di una nuova variabile = **4 condizioni sperimentali.**

Cibo:

- condizione standard: 5×10^4 cellule/ml al giorno
- bassa disponibilità: 5×10^2 cellule/ml al giorno

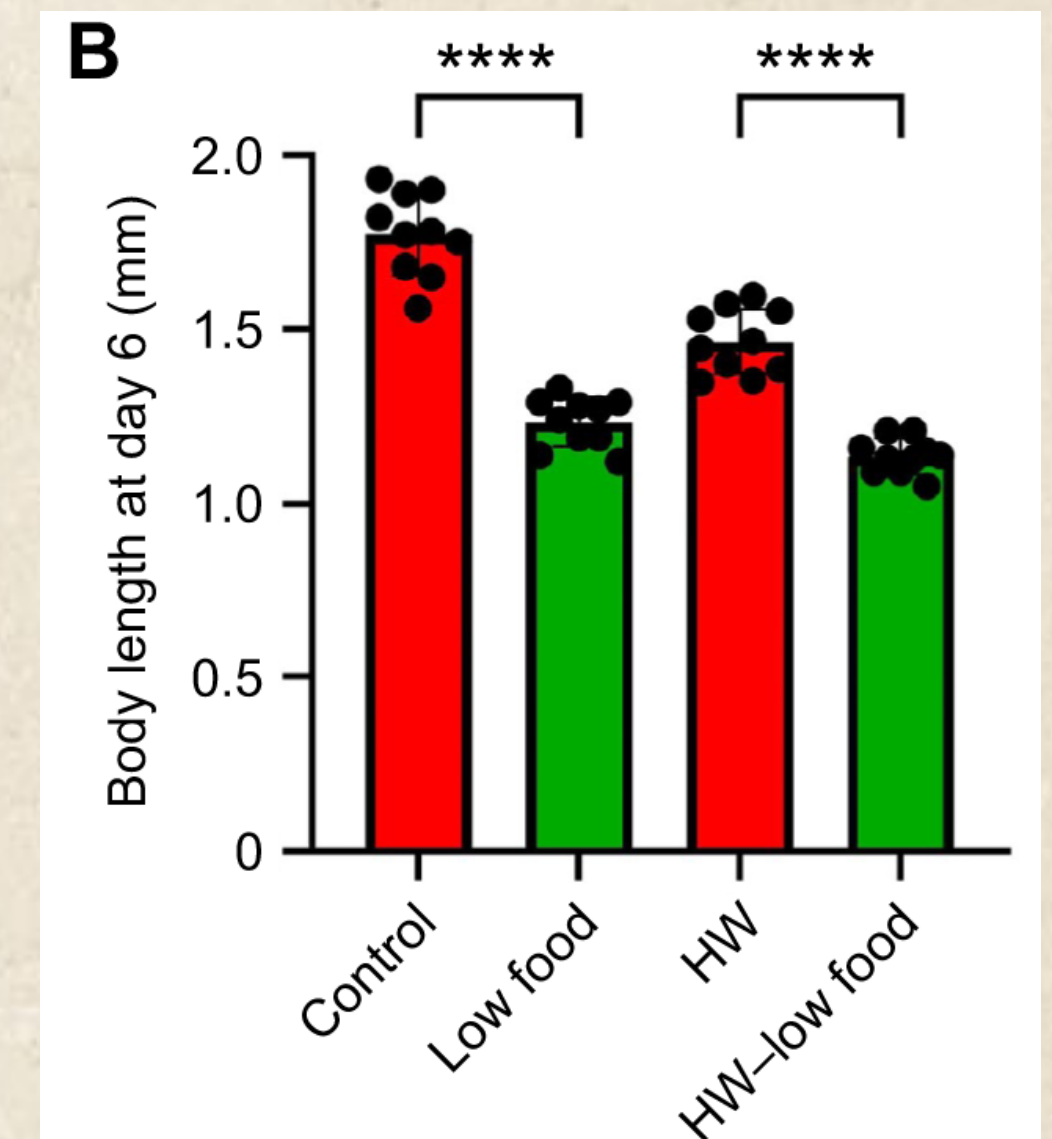
Temperatura:

- controllo: 20°C
- HW: 26°C per 5 giorni

Misurazione della lunghezza corporea al 6° giorno (dopo HW) studiare l'influenza della disponibilità di cibo sulla crescita .

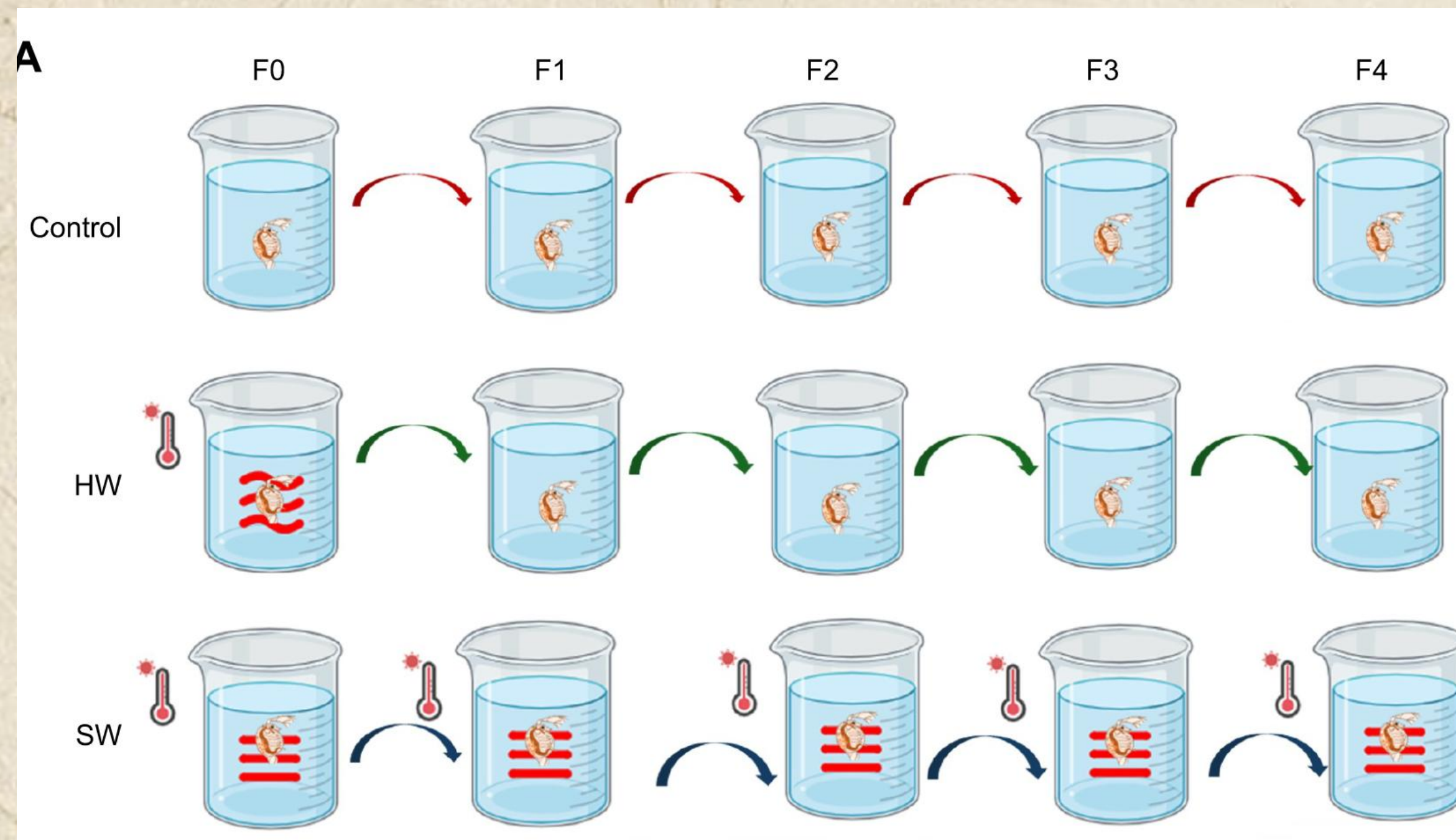
Risultato: la scarsità di cibo amplifica gli effetti delle heatwaves.

- Poco cibo da solo porta alla riduzione dimensione corporea del circa -30%
- HW + poco cibo porta a una riduzione della crescita ancora più marcata e a un aumento della mortalità di circa il 37%.



Esperimento 4 - Effetti transgenerazionali

Gli effetti delle heatwave si possono trasmettere alle generazioni successive?



Disegno sperimentale simile a quello dell'esperimento 1, ma in questo caso i cambiamenti nei tratti della storia vitale sono stati osservati lungo quattro generazioni.

F0 → F1 → F2 → F3 → F4

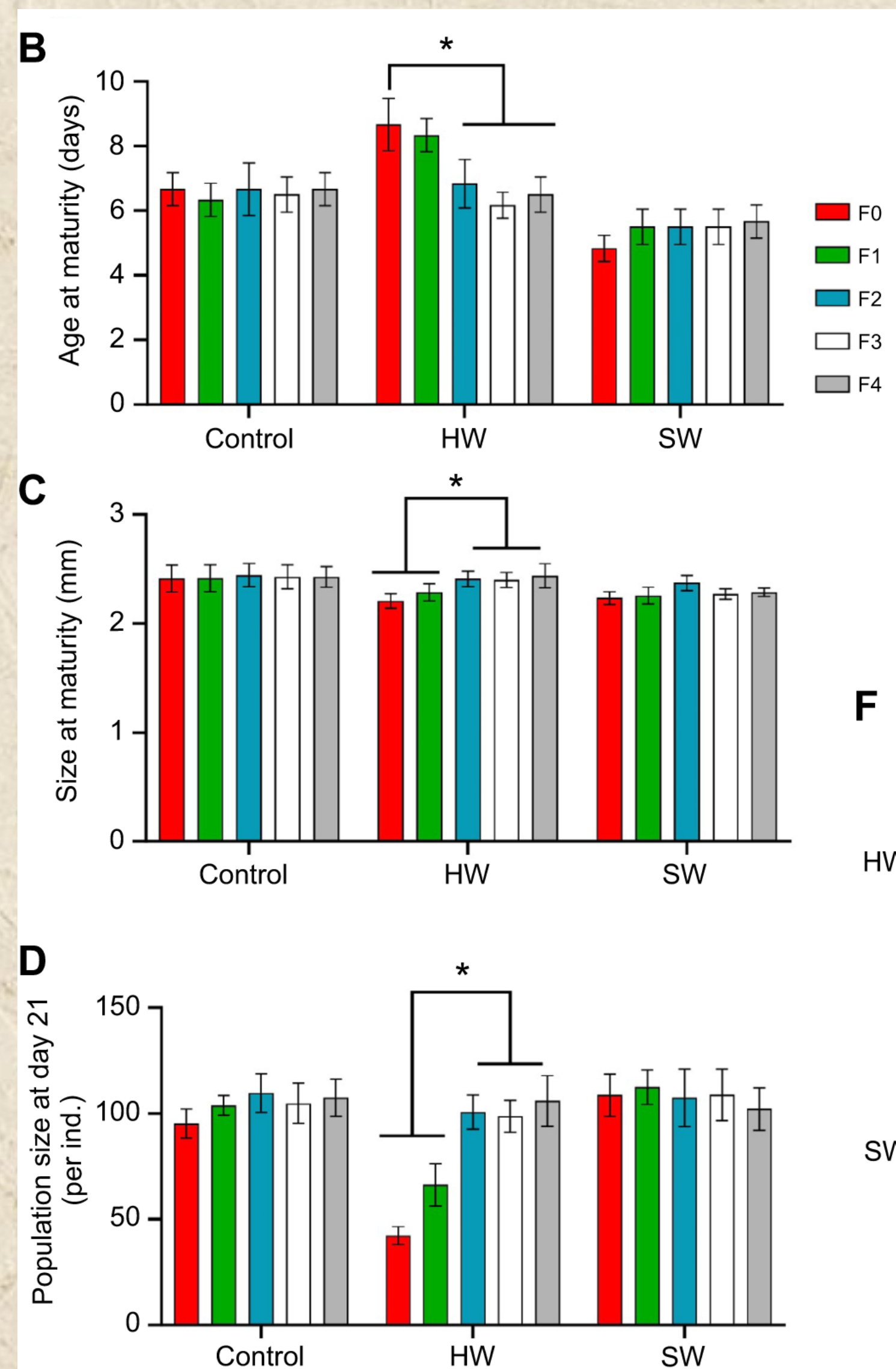
Tre gruppi sperimentali:

- Controllo: 20°C per tutte le generazioni;
- HW: esposizione della F0 a 5 giorni di HW (26°C), mentre le quattro generazioni successive (F1–F4) mantenute a 20°C; → per valutare se lo stress si trasmette ai figli senza esposizione diretta
- SW: 26°C per tutte le generazioni. → per valutare adattamento a stress cronico

*Solo i neonati della seconda covata sono stati usati come genitori della generazione successiva.

Esperimento 4 - Effetti transgenerazionali

Risultati



Gli effetti delle heatwaves persistono anche nelle generazioni non esposte direttamente probabilmente mediati da effetti materni o modificazioni epigenetiche.

Tuttavia, questi effetti sembrano reversibili nel tempo.

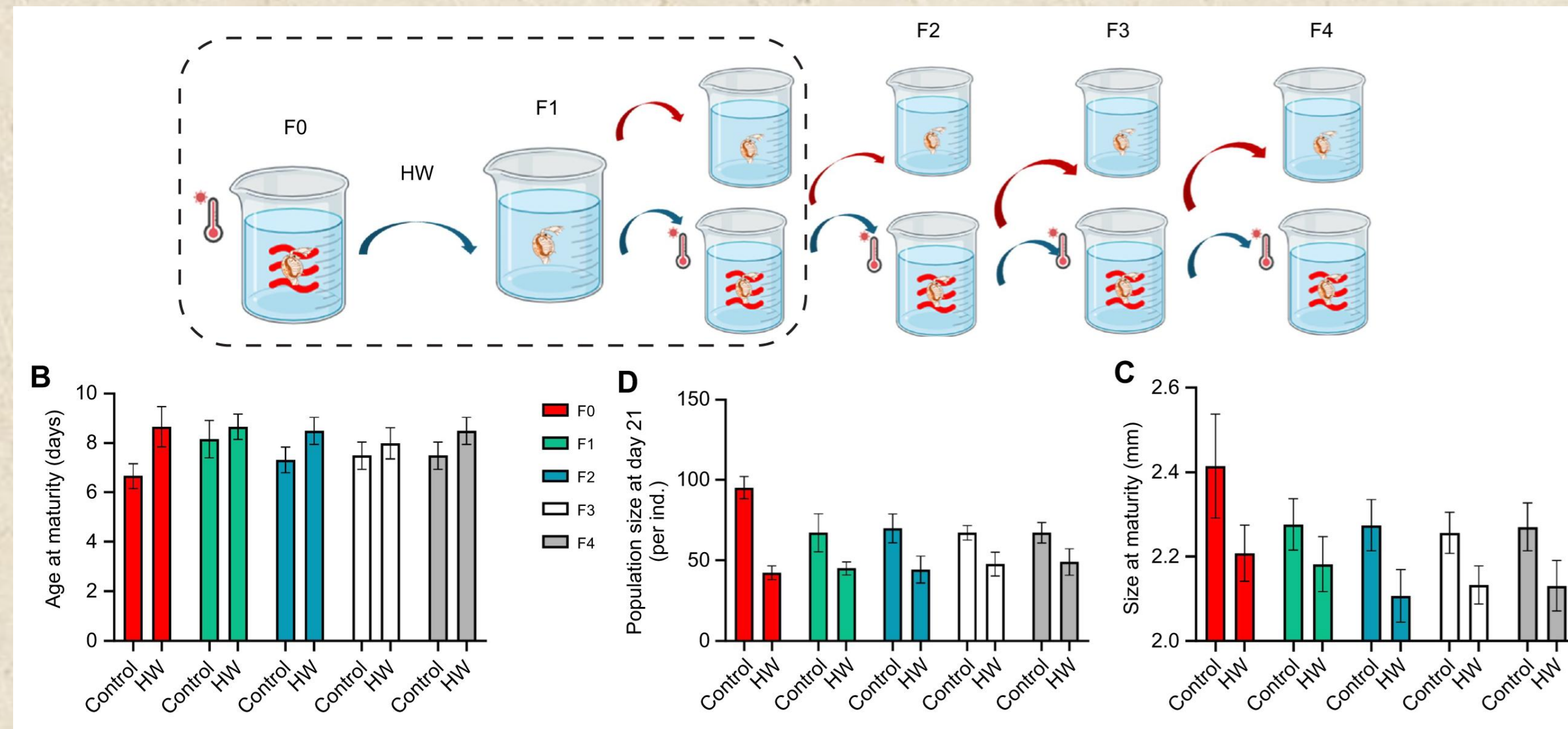
- F1: maturazione ritardata, riduzione dimensione corporea riduzione riproduzione.
- Da F2 a F4: progressivo recupero verso condizioni normali.

Misurazione dell'espressione genica delle vitellogenine : geni legati alla riproduzione misurati al 6° giorno per tutte le generazioni.

- Le HW riducono l'espressione vitellogenine e gli effetti persistono fino a F1–F2 poi ritornano verso i livelli normali.

Esperimento 5 - Esposizione multigenerazionale ripetuta

Ripetere le heatwaves porta adattamento evolutivo?



2 gruppi sperimentali:

- Controllo: mantenimento di 20°C per tutte le generazioni;
- HW: Tutte le generazioni (F0 -F4) esposte a 26 °C per 5 giorni, poi riportati gradualmente a 20°C.

*Solo i neonati della seconda covata sono stati usati come genitori della generazione successiva.

Risultato: l'esposizione ripetuta alle HW per più generazioni non induce tolleranza termica, ma provoca soprattutto costi fisiologici senza veri adattamenti ereditabili.

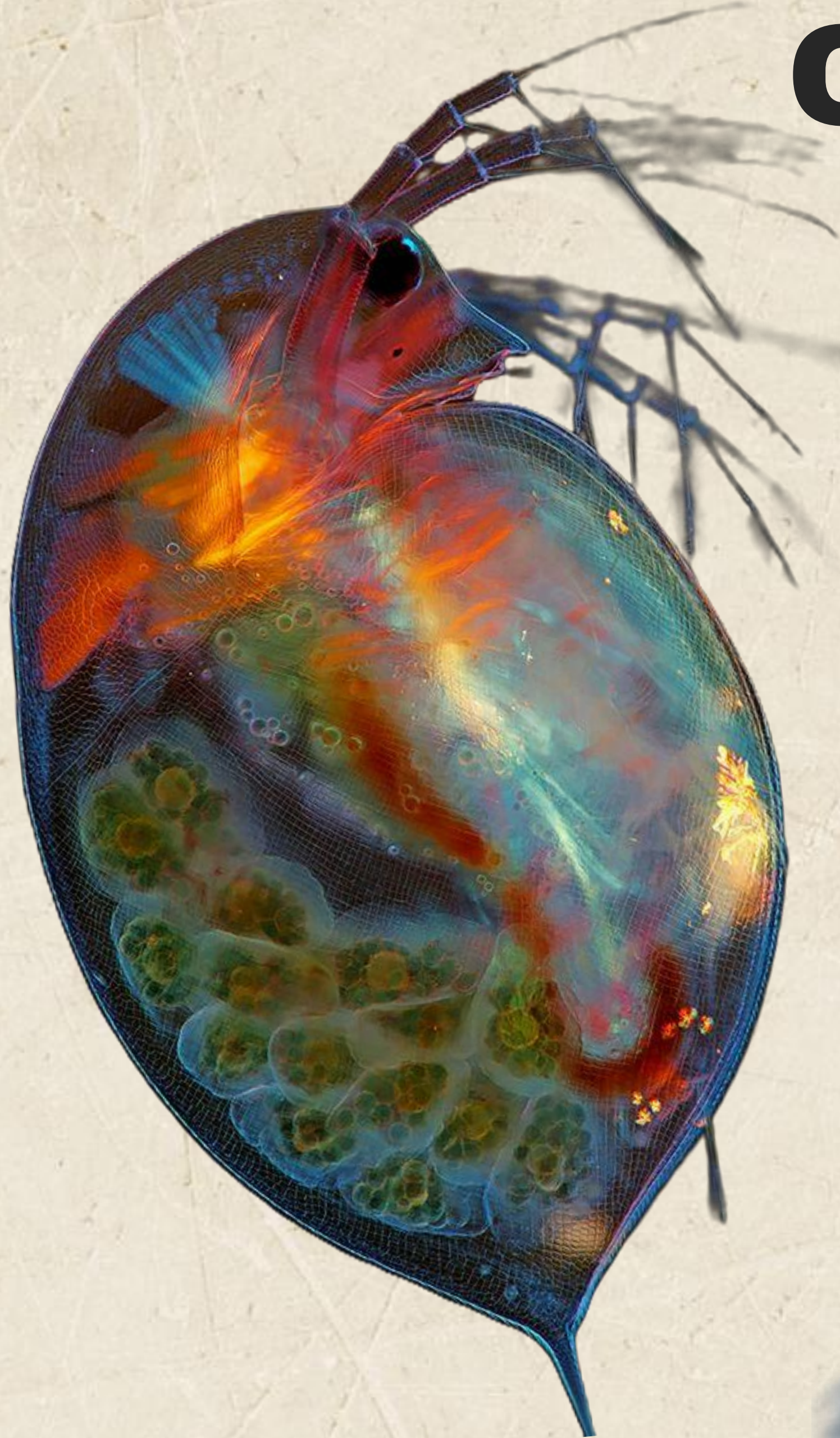
- Tra F1 e F4 si osserva una riduzione della prole del 45–55% e uno sviluppo più lento

Conclusioni:

Le heatwaves non sono equivalenti a un semplice aumento della temperatura media.

producono effetti biologici più gravi,
possono agire attraverso più generazioni,
e la loro combinazione con altri stress ambientali può compromettere la sopravvivenza delle popolazioni.

Gli eventi climatici estremi possono avere effetti ecologici molto più pericolosi del solo riscaldamento globale graduale.



An abstract painting with a complex, layered composition. The background is a dense mix of colors including deep blues, greens, yellows, and reds, with visible brushstrokes and textures. A semi-transparent dark blue horizontal band is overlaid across the center, containing the text "Grazie per l'attenzione" in a bold, white, sans-serif font.

Grazie per l'attenzione