



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea

Il declino delle dimensioni dei predatori superiori e il cambiamento climatico alterano la struttura trofica in un ecosistema oceanico

Decline in top predator body size and changing climate alter trophic structure in an oceanic ecosystem

Tesi di Laurea di:

Ciucani Matteo

Docente Referente di:
Chiar.moProf

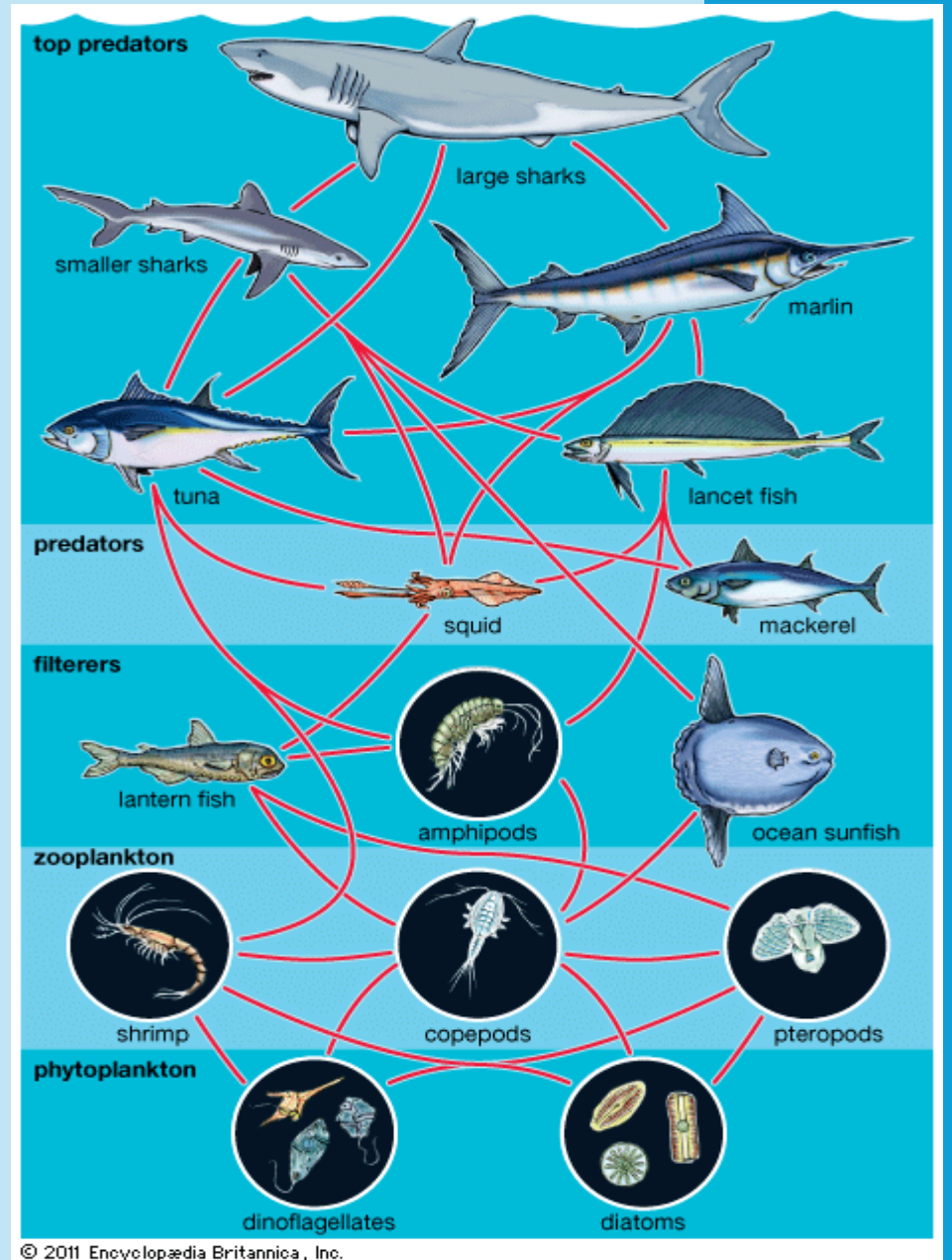
Emanuela Fanelli

Sessione autunnale ottobre 2024

Anno Accademico 2023/2024

Il declino delle dimensioni dei TOP PREDATOR e il CAMBIAMENTO CLIMATICO alterano la struttura trofica in un ecosistema oceanico

Tesi di Laurea di Matteo Ciucani
Docente Referente Emanuela Fanelli



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

- L'ecosistema marino copre oltre il 70% della superficie terrestre e include una vasta gamma di habitat.
- E' caratterizzato da reti alimentari complesse.
- I **predatori apicali** giocano un ruolo fondamentale nella regolazione delle reti trofiche, mantenendo la biodiversità e la salute degli ecosistemi marini.
- La loro diminuzione può causare squilibri ecologici (cascate trofiche)
- I **cambiamenti climatici** stanno già alterando la rete trofica, influenzando negativamente la salute degli ecosistemi
- Altre minacce come la **pesca eccessiva** e l'inquinamento contribuiscono alla riduzione delle dimensioni dei predatori, con conseguenze a cascata su tutto l'ecosistema.

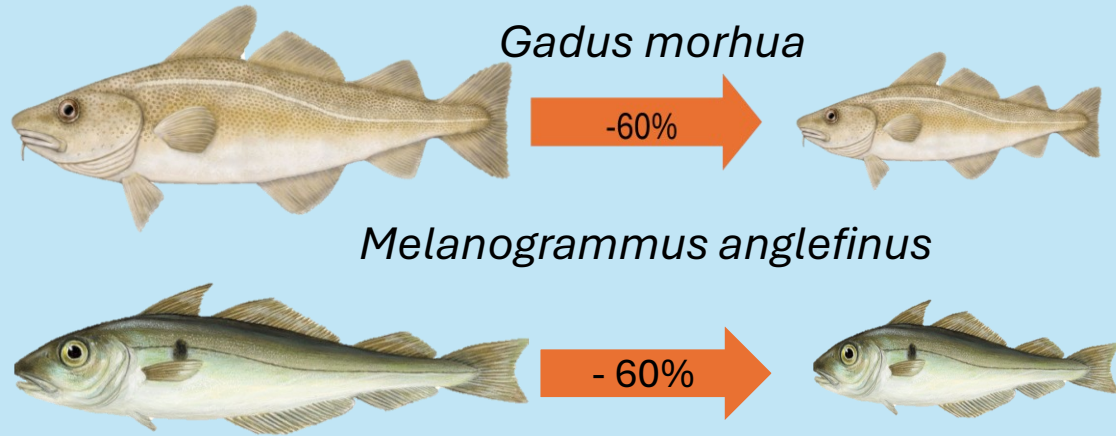




Materiali e Metodi

- **Campionamento con rete a strascico**
- **Monitoraggio del plancton:** Continuous Plankton Recorder (CPR)
- Specie studiate: *Melanogrammus aeglefinus*, *Gadus morhua*, *Carcinus maenas*
- **Modelli di regressione e analisi statistica**
- **Esperimenti con variabilità delle dimensioni corporee:** lo studio analizza come la massa corporea dei predatori influenzi la densità di popolazione e la composizione delle prede
- **Effetti del cambiamento climatico su un sistema multispecie:** lo studio analizza come il cambiamento climatico influisce sulle interazioni tra più specie

Risultati



Declino delle dimensioni dei predatori: le dimensioni di merluzzo e l'eglefino sono diminuite del 60% dagli anni 70'. Minori dimensioni portano ad una ridotta velocità di nuoto che di conseguenza porta ad una riduzione della capacità predatoria

Aumento della biomassa delle prede: il declino della taglia dei predatori ha portato ad un aumento della biomassa delle prede

Effetto della stratificazione: la stratificazione delle acque ha migliorato le condizioni di crescita delle prede e, contribuito a ridurre l'efficacia dei predatori nel controllare le popolazioni di prede. Questo fenomeno è associato all'aumento della temperatura del mare, che ha influenzato la produttività primaria.

Ecosistema multispecie: la disponibilità di zooplancton è un fattore cruciale per la sopravvivenza di tutte le specie. Gli anni più caldi hanno favorito la crescita, ma hanno portato ad una maggiore competizione nei predatori negli anni successivi.

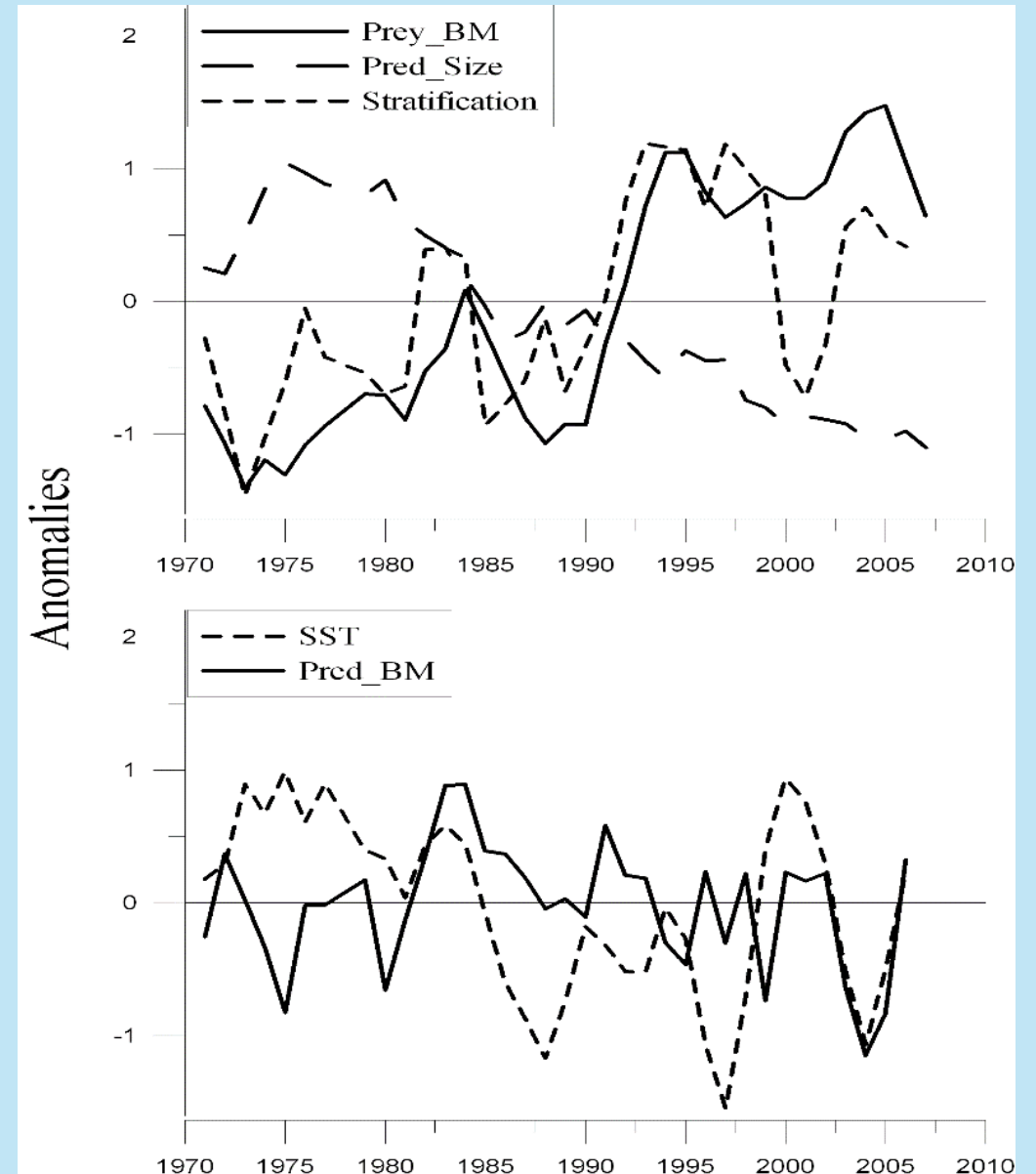
Declino delle dimensioni dei predatori

Melanogammus arglefinus (eglefino) e ***Gadus morhua*** (merluzzo) (due predatori apicali), evidenziano un costante declino delle dimensioni medie.

- La riduzione delle dimensioni dei predatori influisce sia sulla loro massa complessiva, ma anche sulla loro capacità predatoria.
- C'è una forte correlazione tra la dimensione del corpo e la capacità predatorial, inclusa la velocità di nuoto

$$\text{Log(velocità di nuoto)} = 1,68 * \text{Log(lunghezza)} + 0.84$$

Questo grafico mostra l'interconnessione tra il declino dei predatori, l'aumento di T e della stratificazione, e i cambiamenti nella biomassa delle prede.

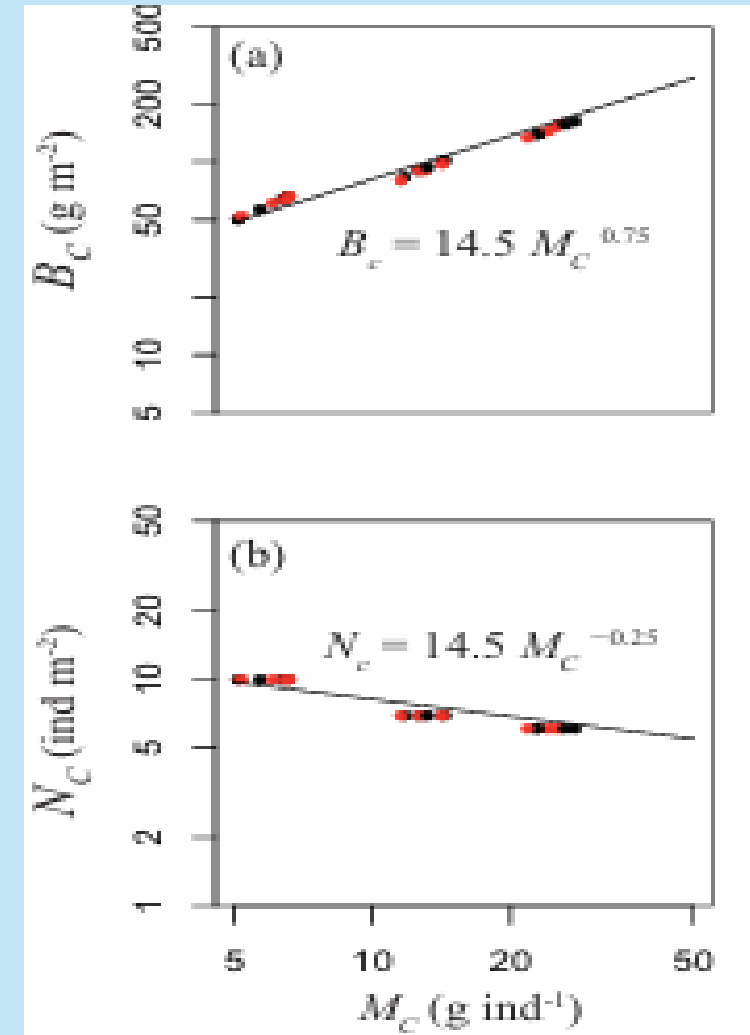


Relazione tra body size e dinamiche trofiche

La Body Size: è la misura fisica complessiva di un organismo (peso, lunghezza, altezza/volume). Esso è un importante parametro, perché influenza:

- Tasso metabolico
- Interazioni trofiche
- Capacità di movimento
- Capacità di sopravvivenza

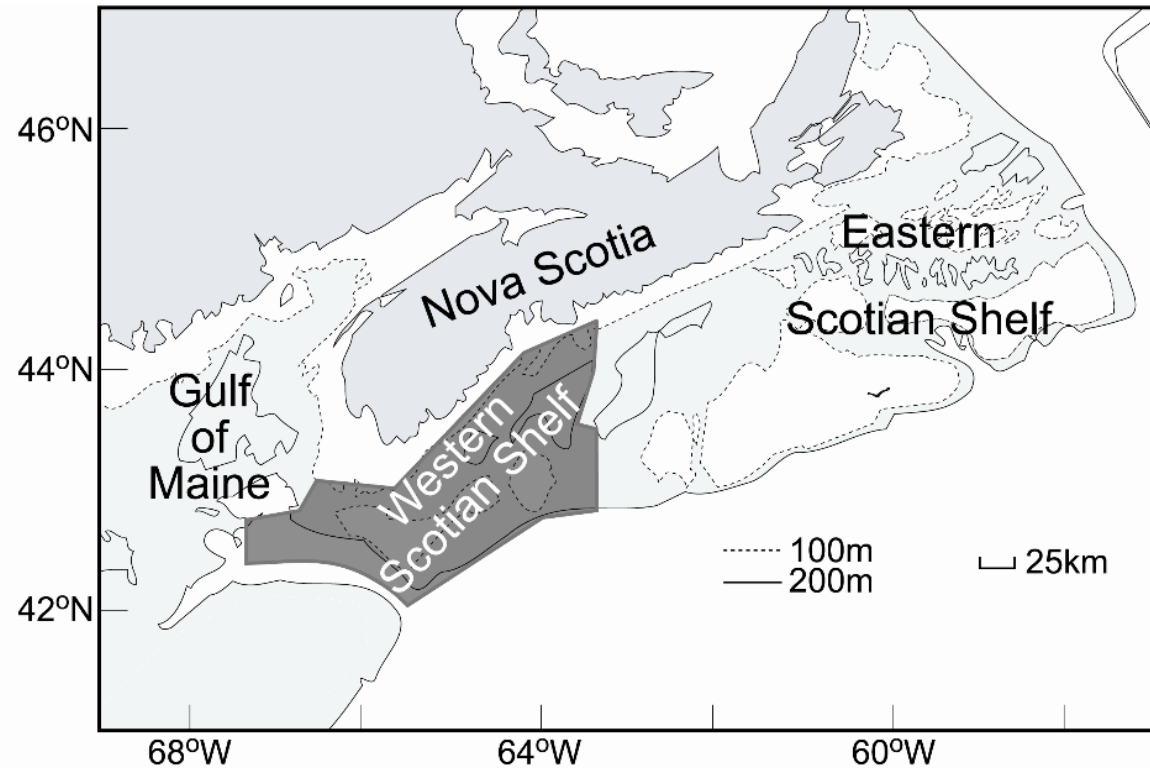
La specie studiata è il granchio di riva (*Carcinus maenas*) in cui si nota che il cambiamento di taglia (piccola, media, grande) vada ad influenzarne la composizione della dieta. Quelli di piccola taglia si nutrono princ. di Foraminiferi e Decapodi, i predatori più grandi di Bivalvi e Arpacticoidi.



Questa figura mostra chiaramente che il controllo della densità di popolazione in un ecosistema marino dipende non solo dalla dimensione corporea dei predatori, ma anche dalle risorse disponibili, con importanti implicazioni sulla regolazione delle dinamiche trofiche.

Declino delle dimensioni dei predatori

- Uno studio condotto nell'Atlantico nordoccidentale, sulla piattaforma scozzese.
- Dati raccolti tra il 1970 e il 2008, utilizzando un campionamento stratificato per monitorare la biomassa e le dimensioni delle specie.
- Dagli anni 70' le dimensioni corporee dei predatori hanno avuto un declino del 60%, con un conseguente aumento della biomassa delle specie preda



Cascade Trofiche e squilibri nella rete alimentare

- La diminuzione delle dimensioni corporee dei predatori superiori, associato con i cambiamenti climatici, ha un impatto diretto sull'intera rete trofica.

RIDUZIONE PREDATORI



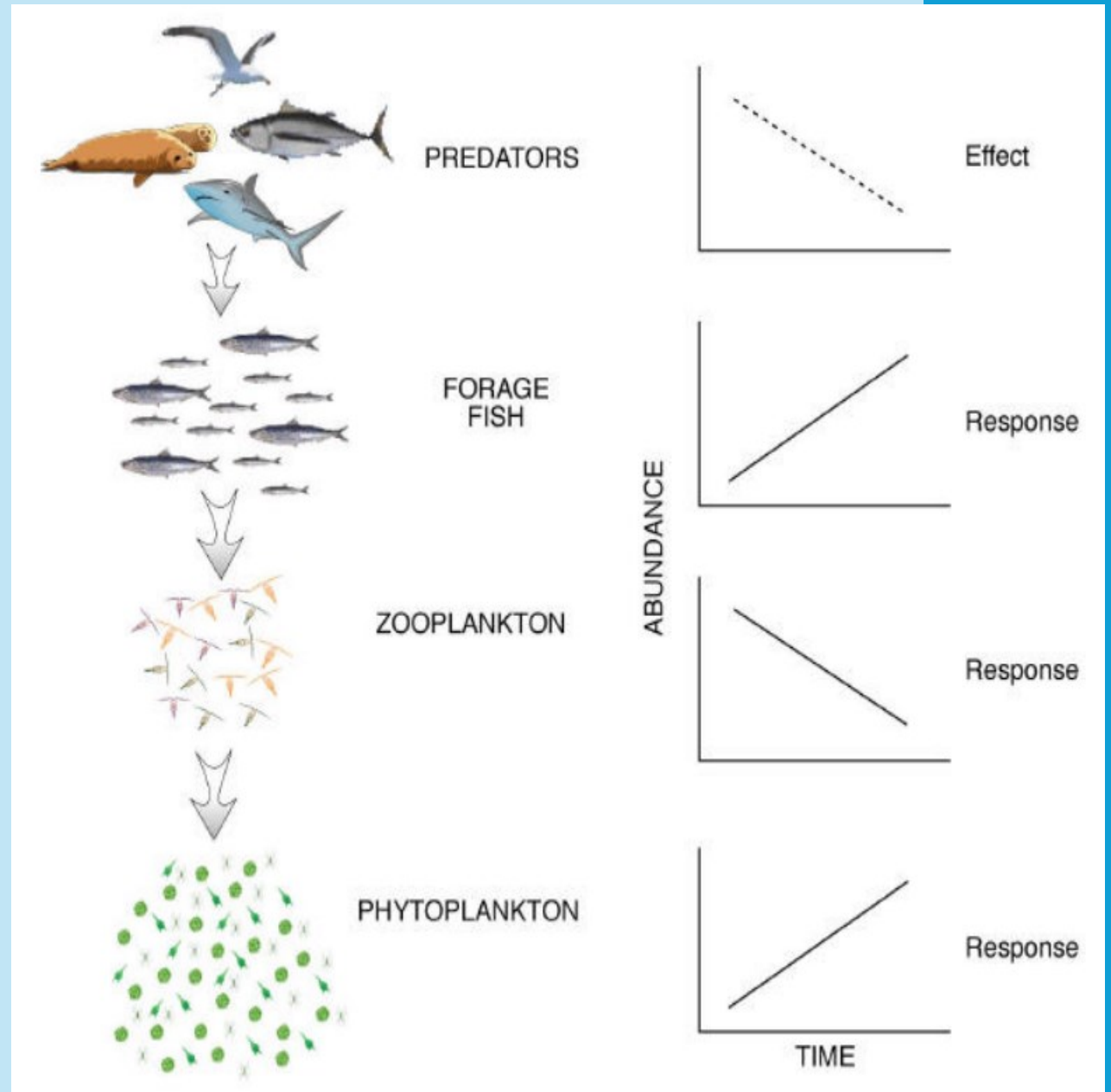
AUMENTO DELLE PREDE



DIMINUIZIONE ZOOPLANKTON



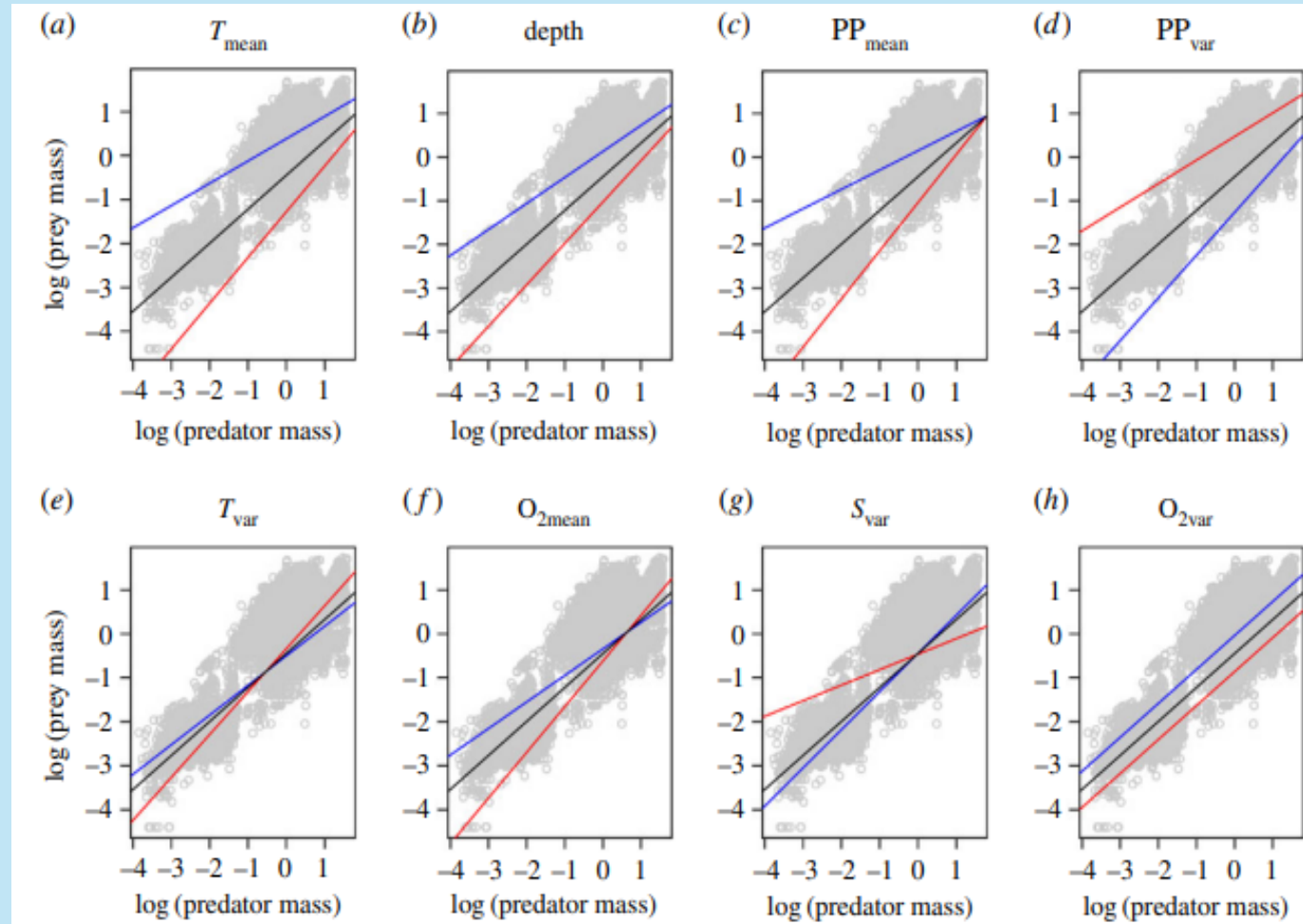
AUMENTO DEL FITOPLANKTON



Cambiamento climatico e Impatti sulle Reti Trofiche

Per valutare gli impatti sulle reti trofiche, oltre alle dinamiche preda-predatore bisogna tener conto di diverse variabili:

- Temperatura
- Stratificazione delle acque
- Concentrazione di O_2
- Produzione Primaria
- Profondità
- Salinità



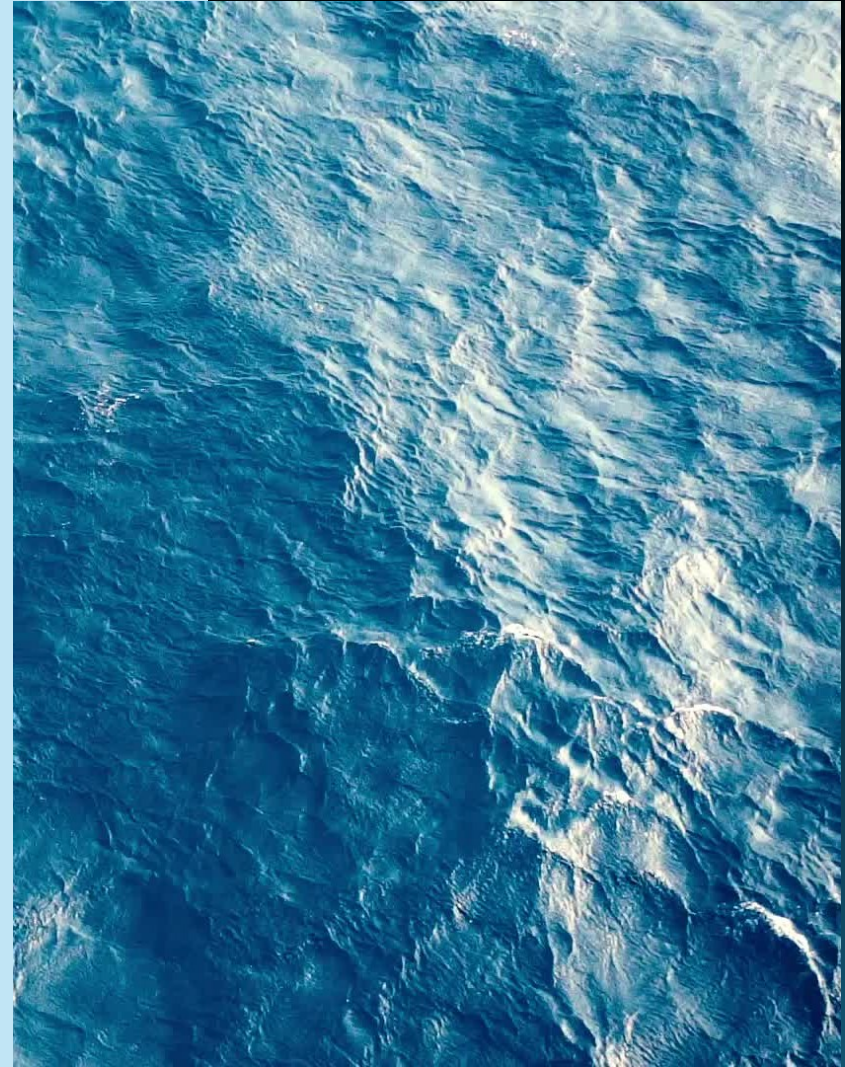
Effetti del cambiamento climatico

Il cambiamento climatico sta modificando drasticamente le condizioni chimico-fisiche degli oceani.

L'aumento delle temperature oceaniche è uno degli effetti più documentati:

- le acque assorbono calore → riscaldando sia acque superficiali che profonde;
- Questo genera un impatto diretto sui metabolismi degli organismi, accelerandone la crescita ma riducendone la dimensione corporea
- «Temperature-size rule» gli organismi tendono a essere più piccoli in ambienti più caldi (non sempre è così)

Produzione Primaria: in aree con alta PP i predatori tendono a cacciare prede più piccole. Quando la PP è bassa tendono a catturare prede più grandi

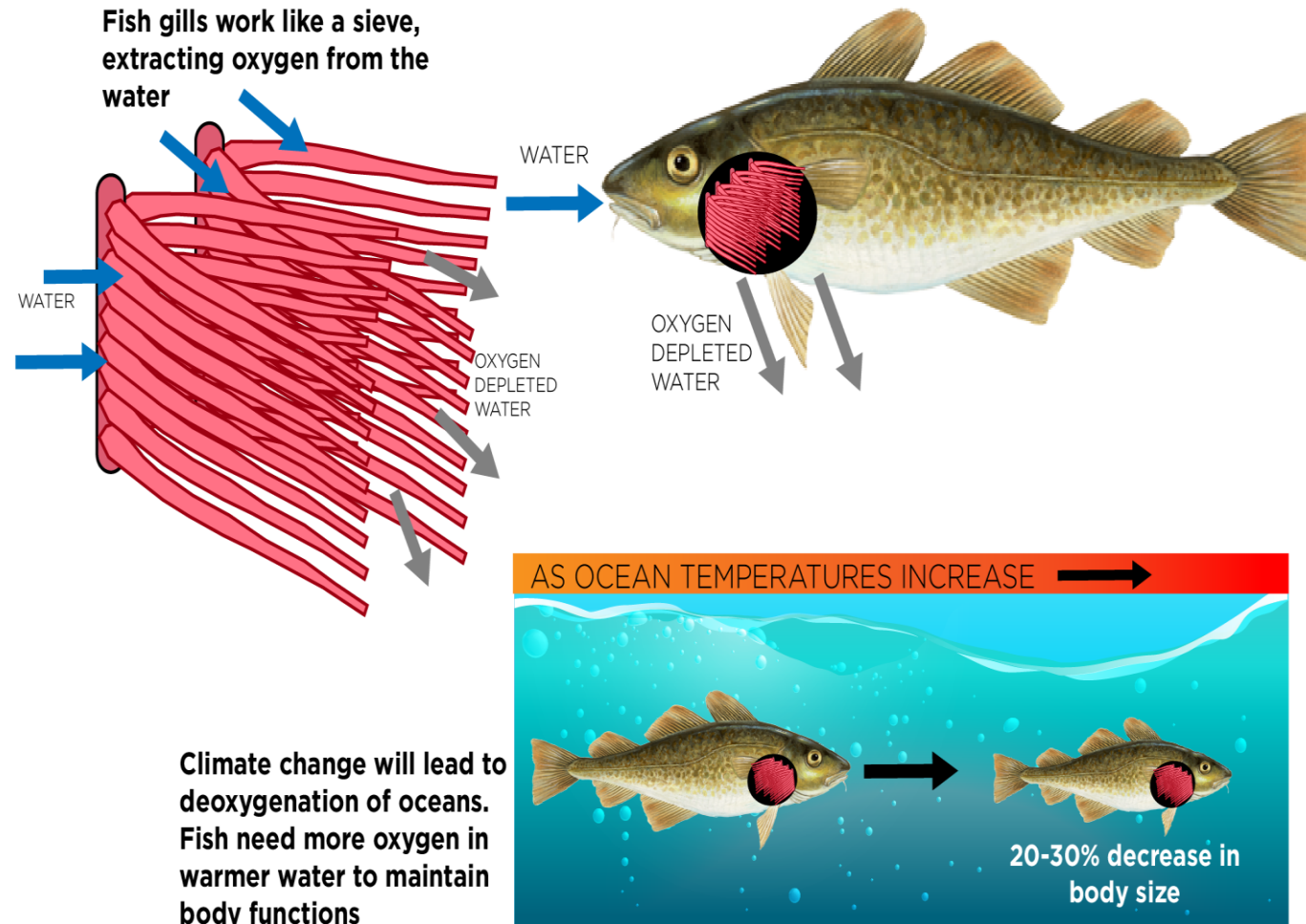


Effetti del cambiamento climatico

Oltre all'aumento delle temperature ci sono anche altri parametri che stanno cambiando:

- **Salinità** → L'aumento comporta un maggiore costo energetico per gli organismi marini, che investono più energia per la regolazione osmotica.
- **Riduzione della concentrazione di O₂** → c'è una riduzione dell'ossigeno disciolto. L'acqua calda trattiene meno ossigeno e, questo influisce sul metabolismo
- Questi cambiamenti vanno ad alterare le dinamiche preda-predatore.

Warming waters will leave fish gasping for air and shrinking in size



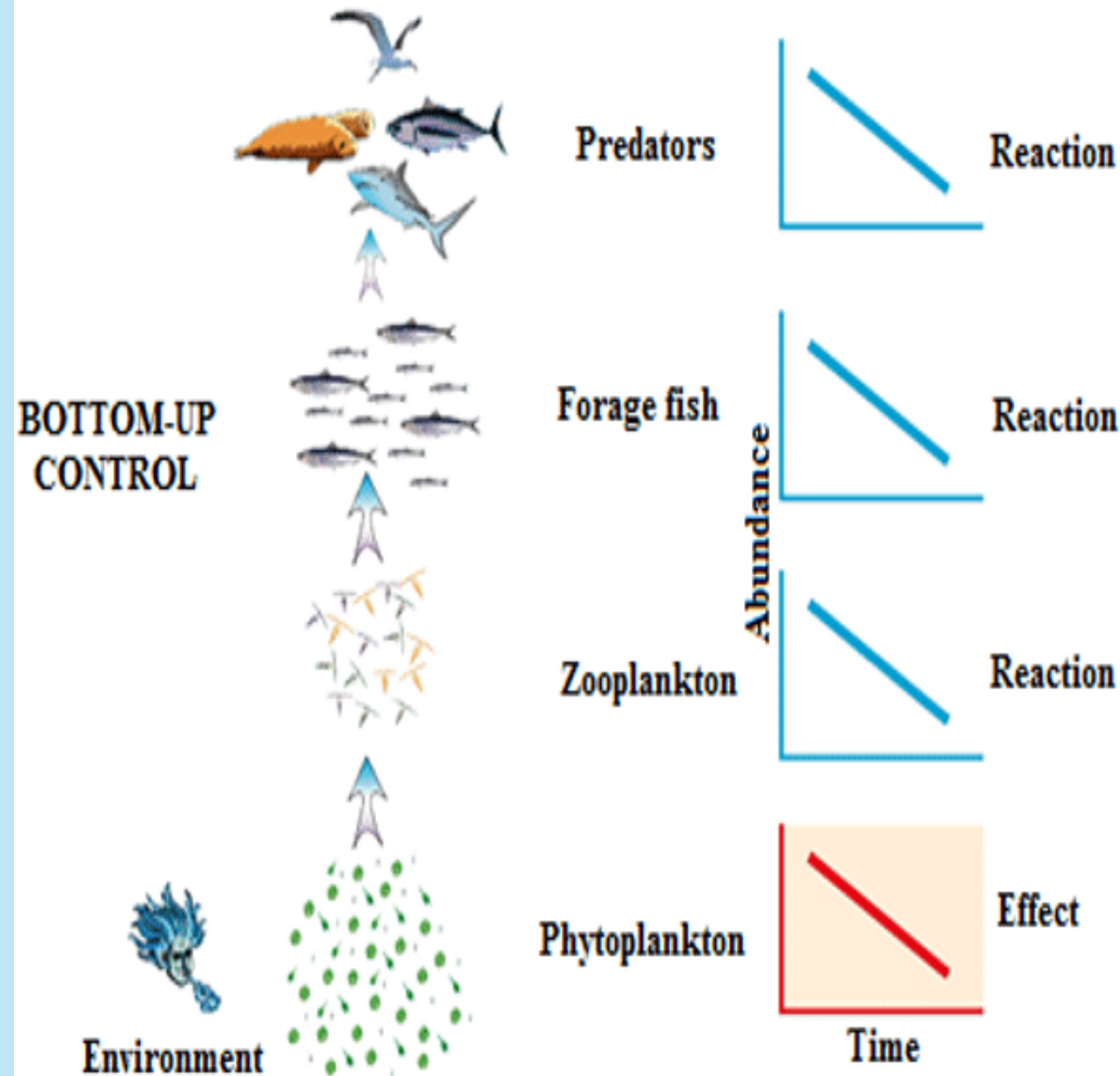
Design by Lindsay Lafreniere

Pauly D, Cheung WWL. Sound physiological knowledge and principles in modeling shrinking of fishes under climate change. *Glob Change Biol.* 2017;00: 1-12. <https://doi.org/10.1111/gcb.13831>

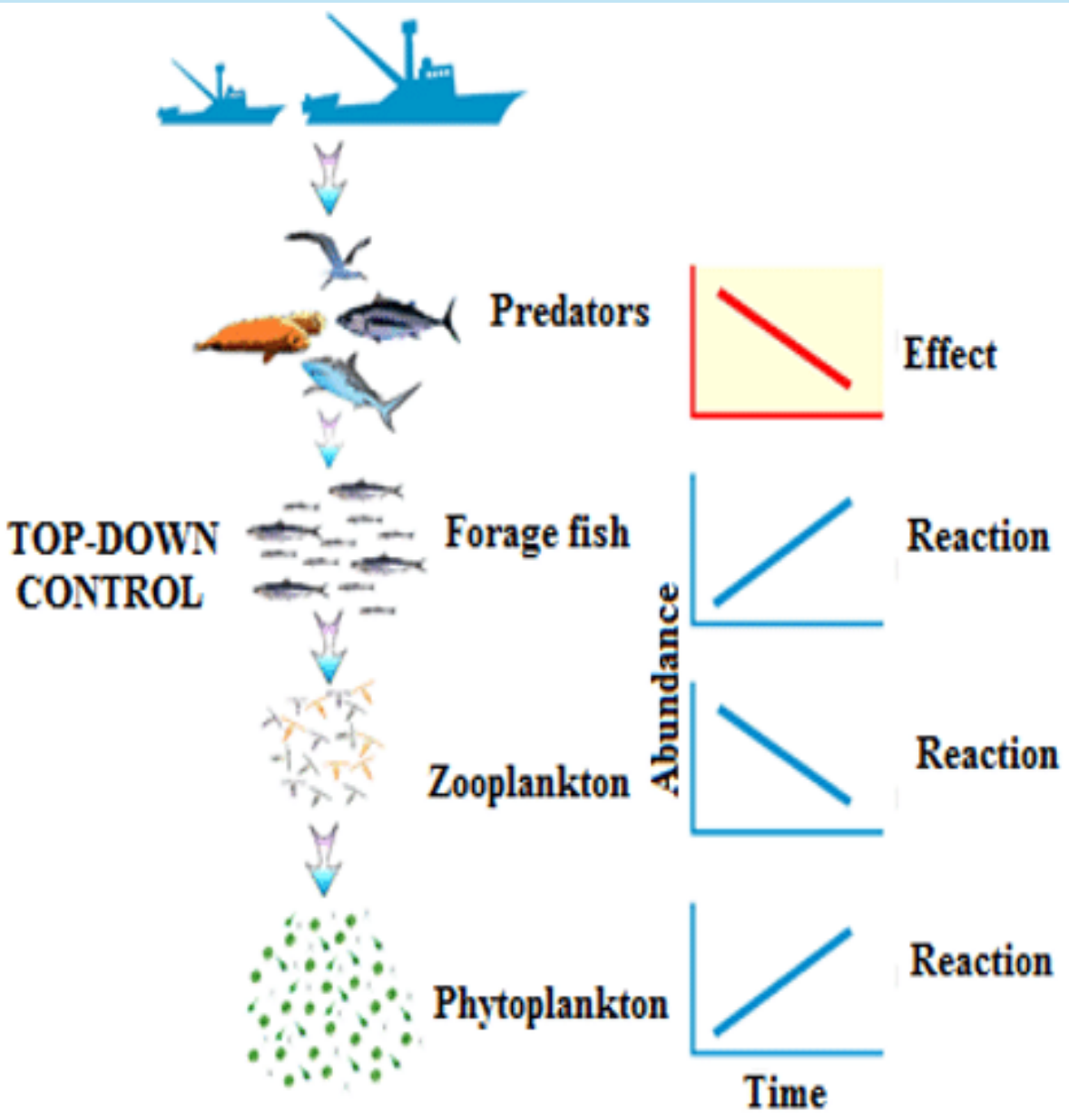
Effetti climatici Diretti e Indiretti

Effetti diretti (bottom-up)

- **Zooplankton:** la sua biomassa è un fattore cruciale per la sopravvivenza di tutte le specie studiate.
- **Temperatura ambientale:** ha un effetto diretto sulla crescita delle specie. Anni con T calde, portano ad una crescita più rapida, migliorando le condizioni di alimentazione. Ma, queste condizioni portano ad una maggiore competizione nei periodi successivi



Effetti climatici Diretti e Indiretti



Effetti indiretti (top-down)

- Predazione e competizione: c'è un importante effetto ritardato del clima. Negli anni caldi (condizioni favorevoli) c'è un aumento delle popolazioni (es. merluzzo e aringa subadulti) che porta ad una maggiore predazione e competizione alle generazioni successive
- Quindi, anche se gli anni caldi inizialmente favoriscono la crescita, successivamente portano svantaggi alle coorti successive

Conclusioni

- La riduzione delle dimensioni dei predatori superiori e il cambiamento climatico stanno destabilizzando gli ecosistemi oceanici.
- Principali impatti: alterazione delle reti trofiche, riduzione della resilienza ecologica e calo della biodiversità. Il declino dei grandi predatori altera il controllo delle popolazioni preda, portando uno squilibrio ecologico che compromette la funzionalità e la stabilità degli ecosistemi oceanici.
- Strategie per limitare questi effetti: protezione dei predatori tramite aree marine protette; gestione sostenibile della pesca e una maggiore attenzione sulla riduzione delle emissioni globali, per poter rallentare l'impatto del cambiamento climatico sugli oceani

Bibliografia

- **Shackell, N. L., Frank, K. T., Fisher, J. A. D., Petrie, B., & Leggett, W. C. (2009).** *Decline in top predator body size and changing climate alter trophic structure in an oceanic ecosystem.* Supplementary Material. **Ocean Sciences Division, Bedford Institute of Oceanography, Canada.** (File: **rsqb20091020supp1 art1.doc**)(rsqb20091020supp1 art1)
- **Dobashi, T., Iida, M., & Takemoto, K. (2018).** *Decomposing the effects of ocean environments on predator-prey body-size relationships in food webs.* **Royal Society Open Science**, 5(7), 180707. <https://doi.org/10.1098/rsos.180707> (File: **art 3.docx**)(art 3)
- **Shackell, N. L., Frank, K. T., Fisher, J. A. D., Petrie, B., & Leggett, W. C. (2009).** *Additional modelling material for stage-wise growth and survival analysis.* **Ocean Sciences Division, Bedford Institute of Oceanography, Canada.** (File: **art 5.docx**)(art 5)
- **References 1 Schneider, F. D., Scheu, S. & Brose, U. (2012)** Body mass constraints on feeding rates determine the consequences of predator loss. *Ecol. Lett.* 15, 436–443. (doi:10.1111/j.1461-0248.2012.01750.x)
- **O’Gorman, E. J. & Emmerson, M. C. (2011)** Body mass–abundance relationships are robust to cascading effects in marine food webs. *Oikos* 120, 520–528. (doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18867.x)
- **Peters, R. H. (1983)** *The ecological implications of body size.* Cambridge University Press, Cambridge, UK
- https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species/melanogrammus-aeglefinus_it
- <https://www.inaturalist.org/taxa/82351-Melanogrammus-aeglefinus>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Carcinus_maenas
- <https://www.searoundus.org/warmer-waters-from-climate-change-will-leave-fish-shrinking-gasping-for-air/>
- <https://www.earth2ocean.com/pdfs/References/Further%20reading/Cury%20et%20al%20marine%20ecosystems.pdf>
- https://www.researchgate.net/figure/Bottom-up-control-or-control-through-primary-production-in-a-simplified-four-level-food_fig3_305420537
- https://www.researchgate.net/figure/Top-down-control-or-trophic-cascade-in-the-food-chain-for-four-trophic-levels-in-a_fig4_305420537
- <https://education.nationalgeographic.org/resource/plankton/>