



**Invasioni ed Estinzioni
Rimodellano le Reti
Trofiche Marine
Costiere**

Pierpaolo Maria Lamberti

INTRODUZIONE E OBIETTIVI

La biodiversità degli ecosistemi di tutto il mondo sta cambiando a causa da una parte dell'estinzione di specie dovuta alle attività umane, e dall'altra dall'aumento, in alcune aree, del numero di specie dovuto a introduzioni intenzionali e accidentali.

L'effetto combinato di questi due processi sta alterando la struttura delle reti trofiche nei sistemi marini costieri.

La «distorsione trofica» (Duffy, 2003) che ne consegue può risultare in grandi cambiamenti oltre che nella struttura anche nelle funzioni dell'ecosistema, andando a impattare su un'ampia varietà di processi al suo interno.

L'obiettivo dello studio preso in esame è stato quello di andare a comprendere come l'architettura delle reti trofiche marine sia cambiata, confrontando la distribuzione delle specie invasive e delle specie native estinte tra i vari livelli trofici.

METODI

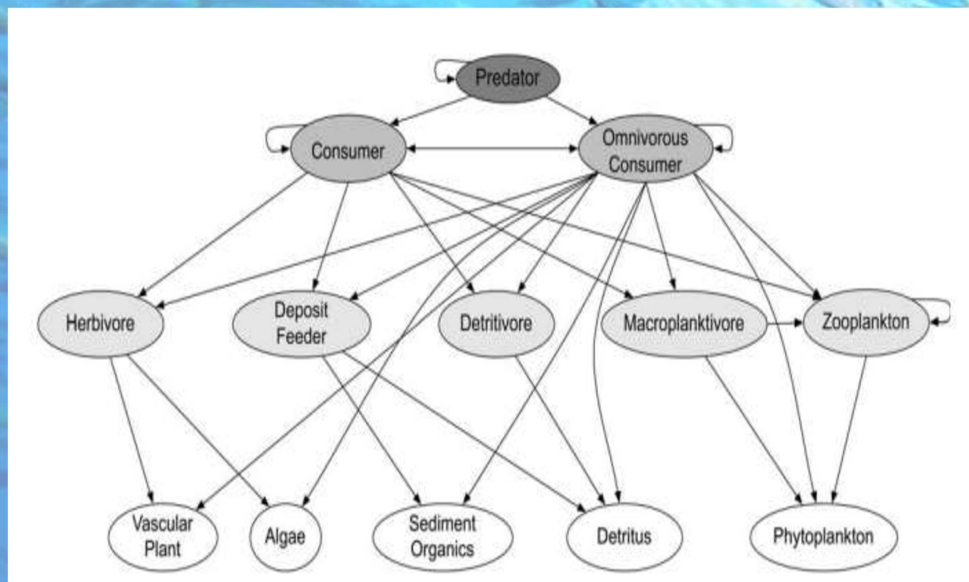
- Analisi di liste di specie native estinte e di specie invasive.

- Lista specie native da Dulvy et al. (2003), (n = 133 specie).



- 4 Liste specie invasive: Baia di San Francisco da Cohen et al. (1995) (n = 166 specie), Australia da Hewitt et al. (2002) (n = 153 specie), mare di Wadden da Nehring (2006) (n = 34 specie) e Santuario marino nazionale «Golfo delle Farallones» nel nord della California (dati non pubblicati) (n = 141 specie).

- Per ogni elenco, le specie sono state classificate in dodici diversi gruppi in base alla loro fonte di cibo primaria e modalità di alimentazione e questi gruppi sono stati aggregati in quattro livelli trofici.



- La distorsione trofica causata dai due fenomeni è stata valutata utilizzando l'analisi di contingenza in R, utile per confrontare il numero di specie in ciascun gruppo trofico (sia livello trofico che gruppo trofico funzionale) nell'elenco delle specie estinte e negli elenchi delle specie invasive.

RISULTATI

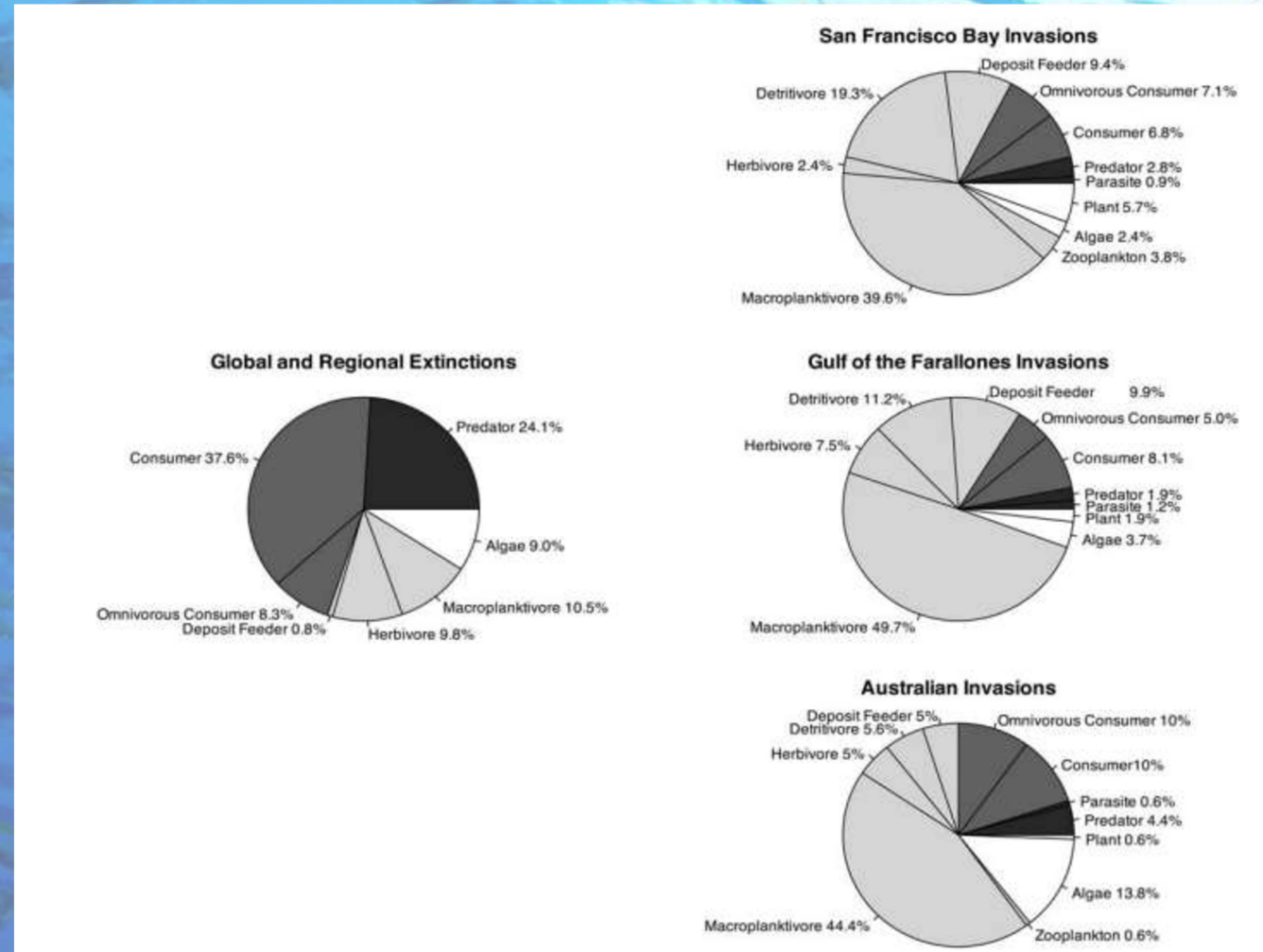
Dallo studio sono emersi i seguenti risultati:

1- I due livelli trofici più alti (predatori apicali e consumatori secondari) contenevano il 70% delle 133 estinzioni marine globali e regionali documentate. Al contrario, in ciascuna lista di invasione, circa il 70% delle specie invasive apparteneva al secondo livello trofico (filtratori macroplancivori, deposit feeders che consumano materiale organico dei sedimenti, o detritivori che consumano materia organica in decomposizione).

2- I gruppi trofici funzionali maggiormente responsabili della distorsione delle reti trofiche sono i predatori apicali (24,1% delle estinzioni), consumatori secondari (37,6% di estinzioni) e macroplancivori filtratori (44,6% delle invasioni).

3- Cambiamenti nei produttori primari dovuti alle invasioni corrispondono grosso modo a quelli dovuti alle estinzioni.

4- La distribuzione delle specie introdotte tra i gruppi funzionali è notevolmente simile tra le diverse regioni.



Mare di Wadden

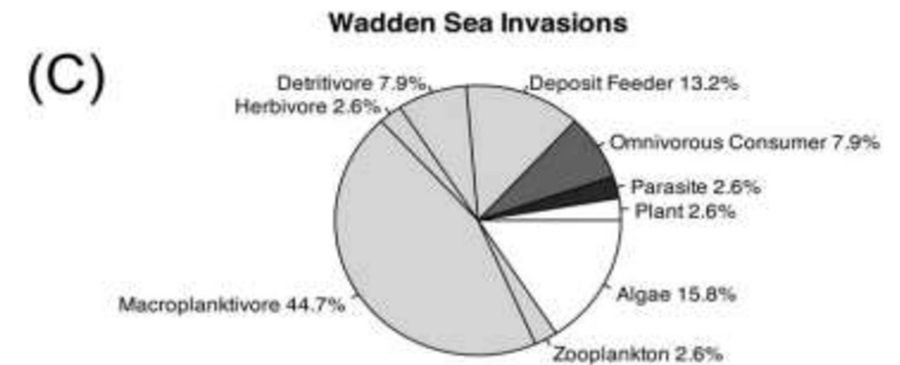
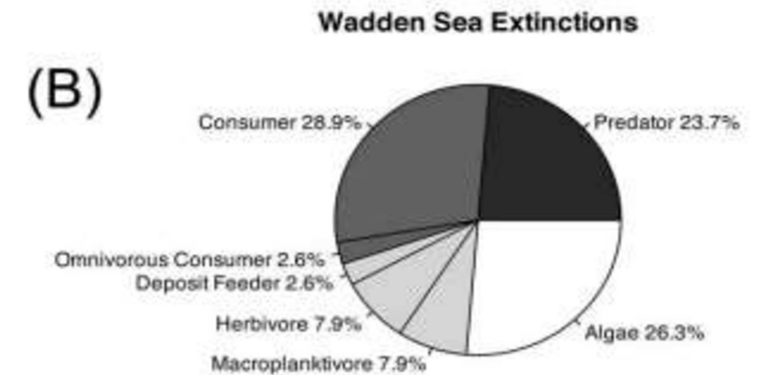
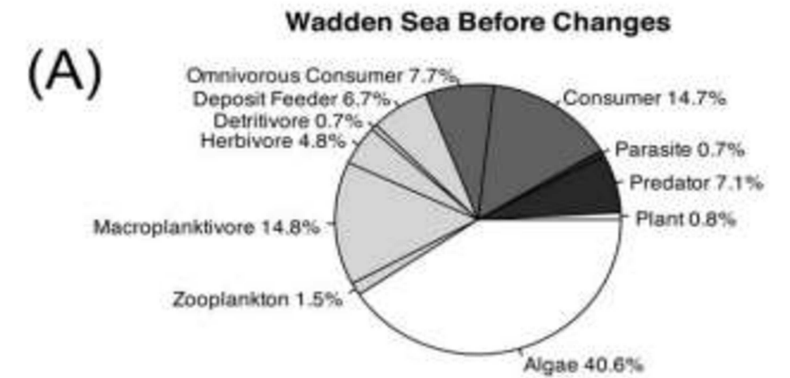
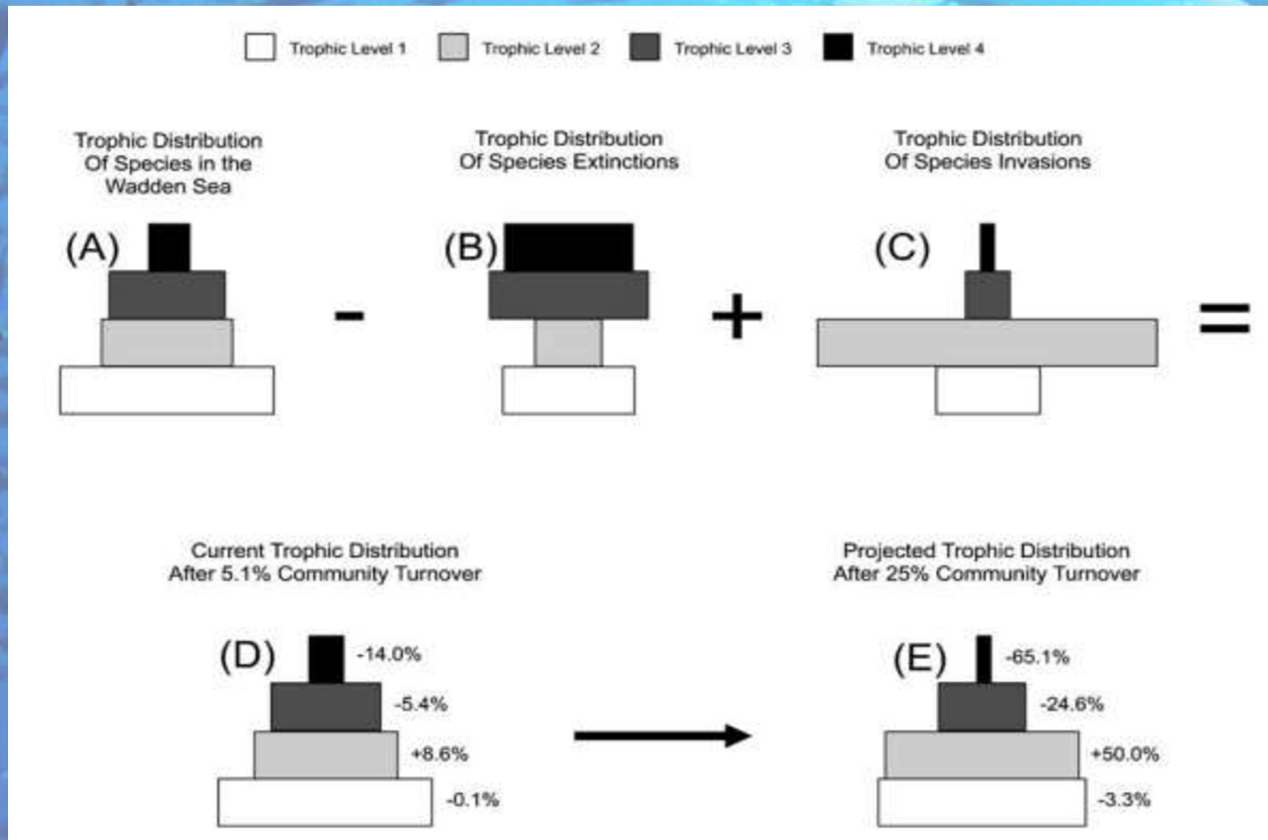


La rete alimentare prima dell'invasione e dell'estinzione mostra una classica forma a «piramide».

La distribuzione differente di invasioni ed estinzioni tra i livelli trofici ha causato cambiamenti misurabili, nonostante ciascuna coinvolga solo il 5,1% delle specie totali.

La ricchezza delle specie è rimasta quasi la stessa, ma ora ci sono il 14% in meno di specie di predatori e l'8,6% in più di specie di consumatori primarie.

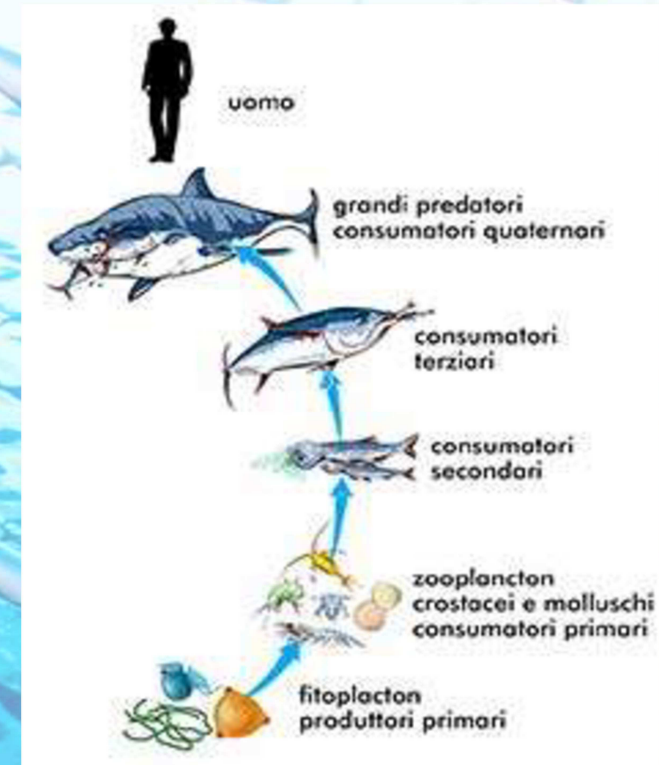
Quando il numero di invasioni ed estinzioni sarà uguale al 25% del numero totale di specie, la diversità dei predatori diminuirà del 65% mentre la diversità dei consumatori primari aumenterà del 50%. Sebbene possa sembrare estremo, alcuni taxa come uccelli e piante su alcuni ecosistemi insulari hanno già sperimentato cambiamenti simili o maggiori.



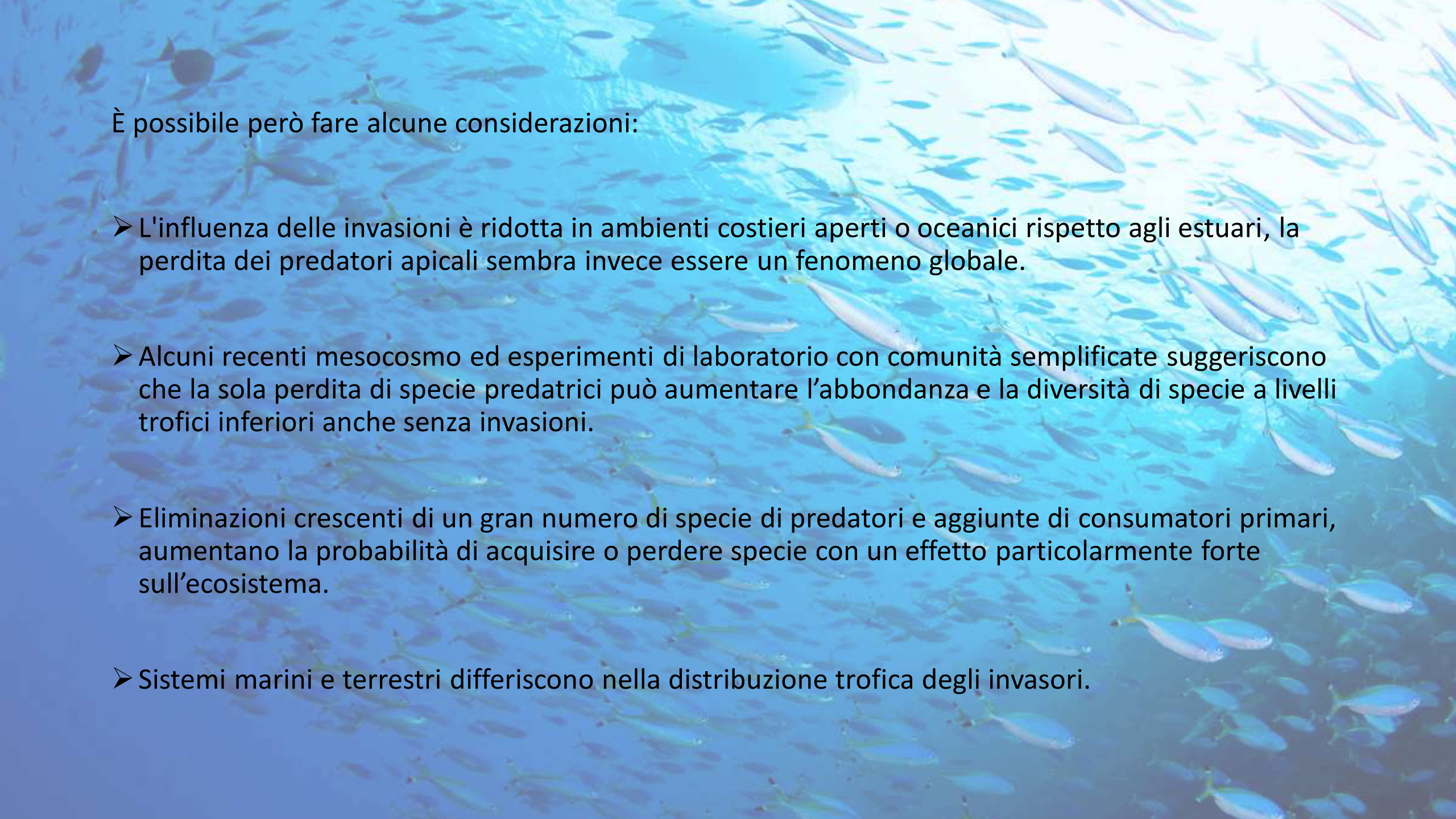
I risultati dell'analisi corrispondono a quelli del più ampio set di dati globale/regionale, mostrando come estinzioni e invasioni si verificano all'interno di gruppi trofici diversi e come la distribuzione delle specie tra i livelli non corrisponda alla loro distribuzione trofica naturale.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

I risultati mostrano che le estinzioni stanno riducendo il numero di specie predatrici e di consumatori secondari mentre le invasioni stanno aumentando il numero di consumatori primari. Questi cambiamenti opposti alterano l'architettura delle reti trofiche marine che assumono una configurazione più corta e tozza dominata da spazzini.



Questi cambiamenti saranno sempre più comuni e le loro conseguenze sulle funzioni dell'ecosistema sono in gran parte sconosciute.



È possibile però fare alcune considerazioni:

- L'influenza delle invasioni è ridotta in ambienti costieri aperti o oceanici rispetto agli estuari, la perdita dei predatori apicali sembra invece essere un fenomeno globale.
- Alcuni recenti mesocosmo ed esperimenti di laboratorio con comunità semplificate suggeriscono che la sola perdita di specie predatrici può aumentare l'abbondanza e la diversità di specie a livelli trofici inferiori anche senza invasioni.
- Eliminazioni crescenti di un gran numero di specie di predatori e aggiunte di consumatori primari, aumentano la probabilità di acquisire o perdere specie con un effetto particolarmente forte sull'ecosistema.
- Sistemi marini e terrestri differiscono nella distribuzione trofica degli invasori.

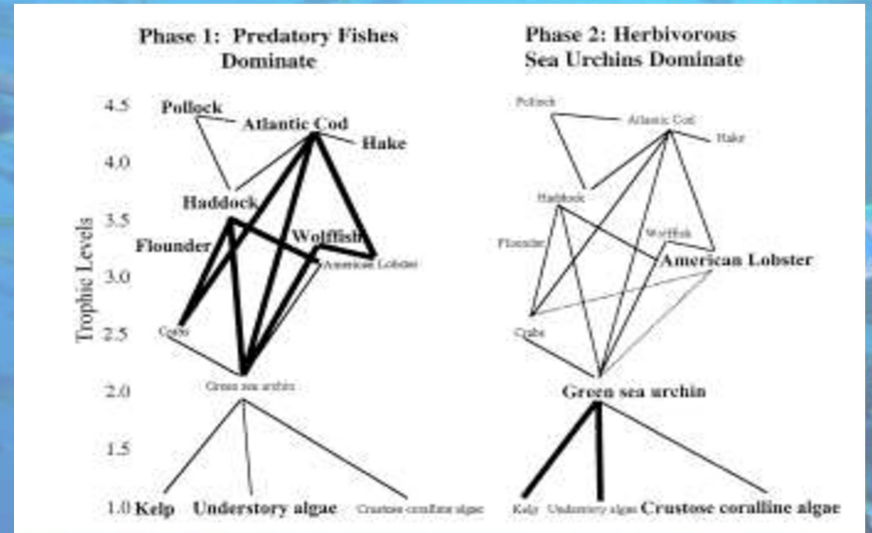
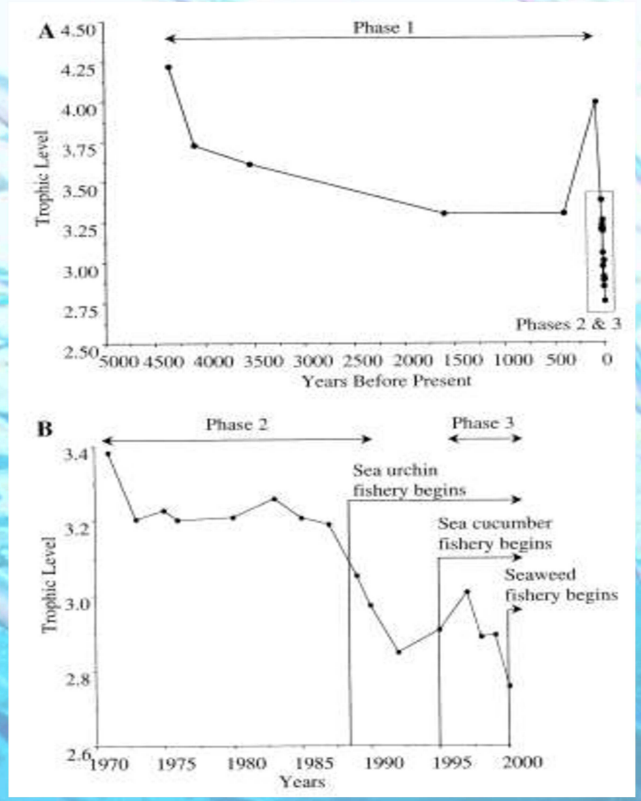
Golfo del Maine...

Diversi studi illustrano anche la difficoltà di predire le conseguenze del cambiamento nella diversità a un livello trofico senza considerare la diversità ad altri livelli trofici.

Un esempio recente delle potenziali conseguenze di questo fenomeno multi-trofico è illustrato dal Golfo del Maine. All'interno del Golfo, la pesca eccessiva ha eliminato i pesci predatori come il merluzzo, permettendo alle popolazioni erbivore autoctone (in particolare ricci) di aumentare, portando a un calo del kelp nativo.

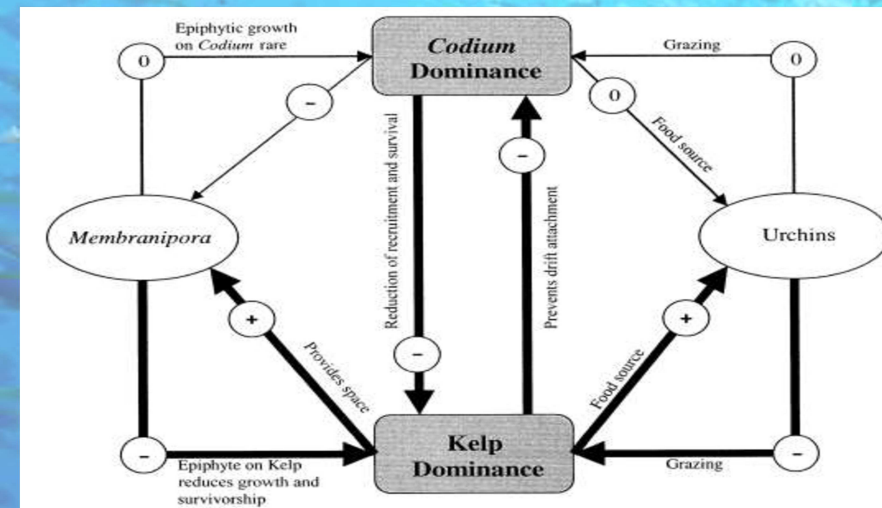
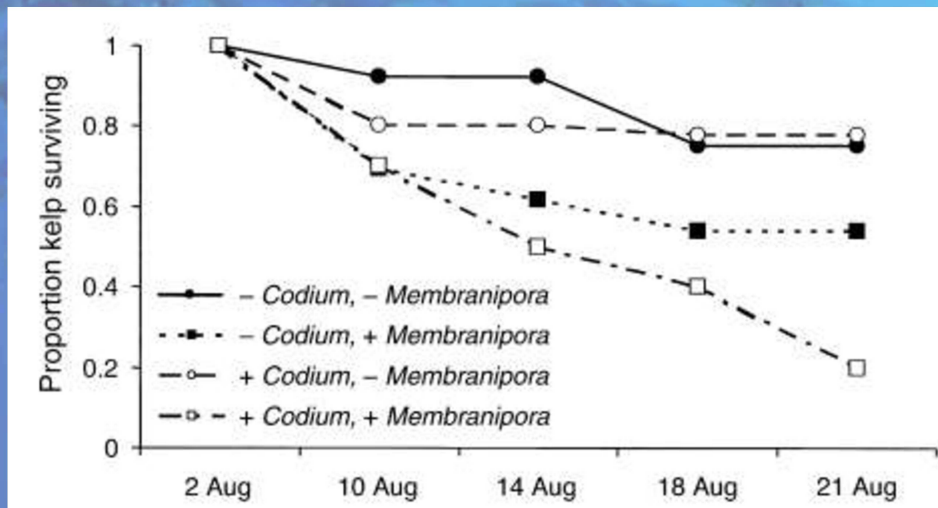
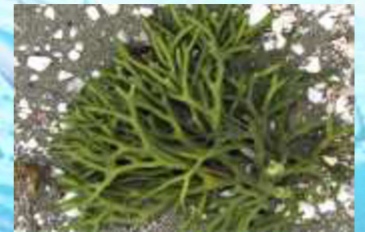
Table 1. Functional Groups, Species, and Trophic Levels of Benthic Marine Communities in Coastal Maine at Three Time Periods and Phases

| Species | TL | Phase 1 (before 1940) | Phase 2 (1970-1990) | Phase 3 (after 1995) |
|---|---------|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| Crustose coralline algae (e.g., <i>Cathromorpha</i> spp., <i>Lithothamnion</i> spp., <i>Phymatolithon</i>) | 1 | Rare ^{2a} | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Understory algae (e.g., <i>Cladonia crispus</i> , <i>Desmarestia</i> spp., <i>Geranium</i> spp., <i>Corallina officinalis</i> , <i>Bonemaisiaria lamella</i> , <i>Enteromorpha</i> sp., <i>Phycodurus rubens</i> , <i>Phleeta serrata</i>) | 1 | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} | Abundant ^{2a} |
| Kelps (e.g., <i>Laminaria</i> sp., <i>Alaria esculenta</i> , <i>Agarum dattatum</i> , <i>Desmarestia</i> sp.) | 1 | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} | Abundant ^{2a} |
| Gastropods (e.g., <i>Crepidula</i> sp.) Sea cucumber (<i>Cucumaria</i>) | 2.1 | ? | ? | ? |
| Mussels (<i>Mytilus edulis</i> , <i>Modiolus modiolus</i>) | 2.1 | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Green sea urchin (<i>Strongylocentrotus drobachensis</i>) | 2 | Rare ^{2a} | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Gastropods (e.g., <i>Tectaria striatoides</i> , <i>Tonicella</i> sp., <i>Lacuna striata</i>) | 2.4 | Rare ^{2a} | Common ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Amphipods (e.g., <i>Gammarus</i> sp.) | 2.3 | Common ^{2a} | Rare ^{2a} | Common ^{2a} |
| Crabs (<i>Cancer</i> spp., <i>Libinia</i> sp., <i>Hysis</i> sp.) | 2.5 | Rare to common ^{2a} | Common ^{2a} | Abundant ^{2a} |
| Gastropods (e.g., <i>Buccinum undatum</i>) | 2.6 | ? | ? | ? |
| Sea stars (<i>Asterias</i> sp.) | 3.1 | ? | ? | ? |
| American lobster (<i>Homarus americanus</i>) | 3.2 | Rare to common ^{2a,2b} | Abundant ^{2a} | Abundant ^{2a} |
| Hake (<i>Urophycis</i> sp., <i>Merluccius</i> sp.) | 3.6-4.2 | Abundant ^{2a} | Common ^{2a,m} | Rare ^{2a,m} |
| Atlantic wolffish (<i>Anarhichas lupus</i>) | 3.2 | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a,m} | Rare ^{2a,m} |
| Brander (<i>Paruroctes</i> sp.) | 3.2 | Abundant ^{2a} | Common ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Tomcod (<i>Microgadus tomcod</i>) | 3.3 | Common ^{2a} | ? | ? |
| Surgeon (<i>Acipenser oxyrinchus</i>) | 3.4 | Common ^{2a} | ? | ? |
| Cunner (<i>Tautoglabrus adspersus</i>) | 3.5 | Rare ^{2a} | Common ^{2a} | Common ^{2a} |
| Rock gunnel (<i>Pholis gunnellus</i>) | 3.5 | ? | Common ^{2a} | Common ^{2a} |
| Haddock (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>) | 3.6 | Abundant ^{2a,2b} | Rare ^{2a,2b} | Rare ^{2a} |
| Sculpin (<i>Moxostoma valenciennesi</i>) | 3.6 | Common ^{2a} | Common ^{2a} | Common ^{2a} |
| American plaice (<i>Hippoglossoides platessoides</i>) | 3.7 | ? | Common ^{2a,m} | Rare ^{2a} |
| Skaes (<i>Raja</i> sp., <i>Torpedo</i> , <i>Dasyatis</i> sp.) | 3.7 | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Cusk (<i>Brosme brosme</i>) | 4 | Common ^{2a} | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Seals (<i>Phoca</i> sp., <i>Halichoerus grypus</i>) | 4 | Rare ^{2a} | ? | Common ^{2a} |
| Dogfish (<i>Squalus acanthias</i>) | 4.3 | Common ^{2a} | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Atlantic cod (<i>Gadus morhua</i>) | 4.4 | Very Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} | Rare ^{2a} |
| Radiated shanny (<i>Uluvaria subbiurcata</i>) | 4.4 | ? | Common ^{2a} | Common ^{2a} |
| Pollock (<i>Pollachius virens</i>) | 4.5 | Abundant ^{2a} | Rare ^{2a} | Common ^{2a} |
| Bluefish (<i>Pomatomus saltatrix</i>) | 4.5 | Rare ^{2a} | Common ^{2a} | Common ^{2a} |



Questo declino è stato esasperato da due invasioni a livelli trofici inferiori, una che facilita la diffusione dell'altra:

1. Di un briozoo europeo epifita (*Membranipora membranacea*) che rende il kelp più fragile e più appetibile per i pascolatori.
2. Un' alga verde asiatica resistente ai pascolatori, Dead Man's Fingers (*Codium fragile*), che riempie le lacune nella chioma di kelp e ne inibisce il reclutamento.

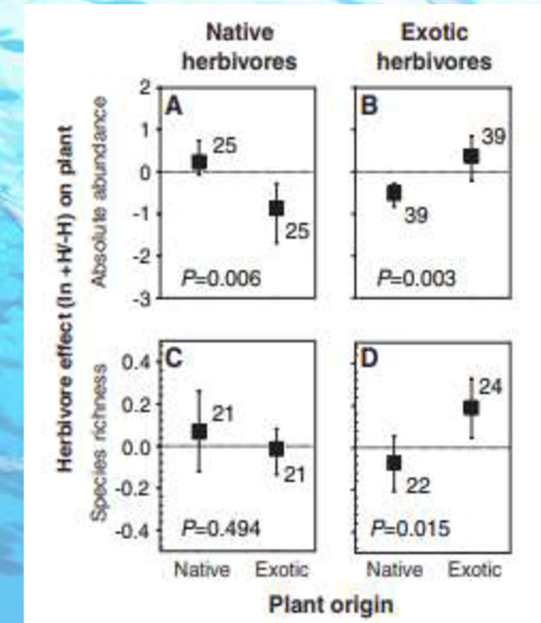


Effetti sinergici di estinzioni e invasioni hanno causato un grosso cambiamento nella struttura della comunità.

... e altro

Una recente meta-analisi mostra che gli erbivori esotici sono migliori dei nativi nel controllare le piante autoctone. Gli erbivori autoctoni, al contrario, sono migliori degli esotici nel controllare le piante esotiche. Questo è l'opposto della preferenza trovata nell'esempio del Golfo del Maine.

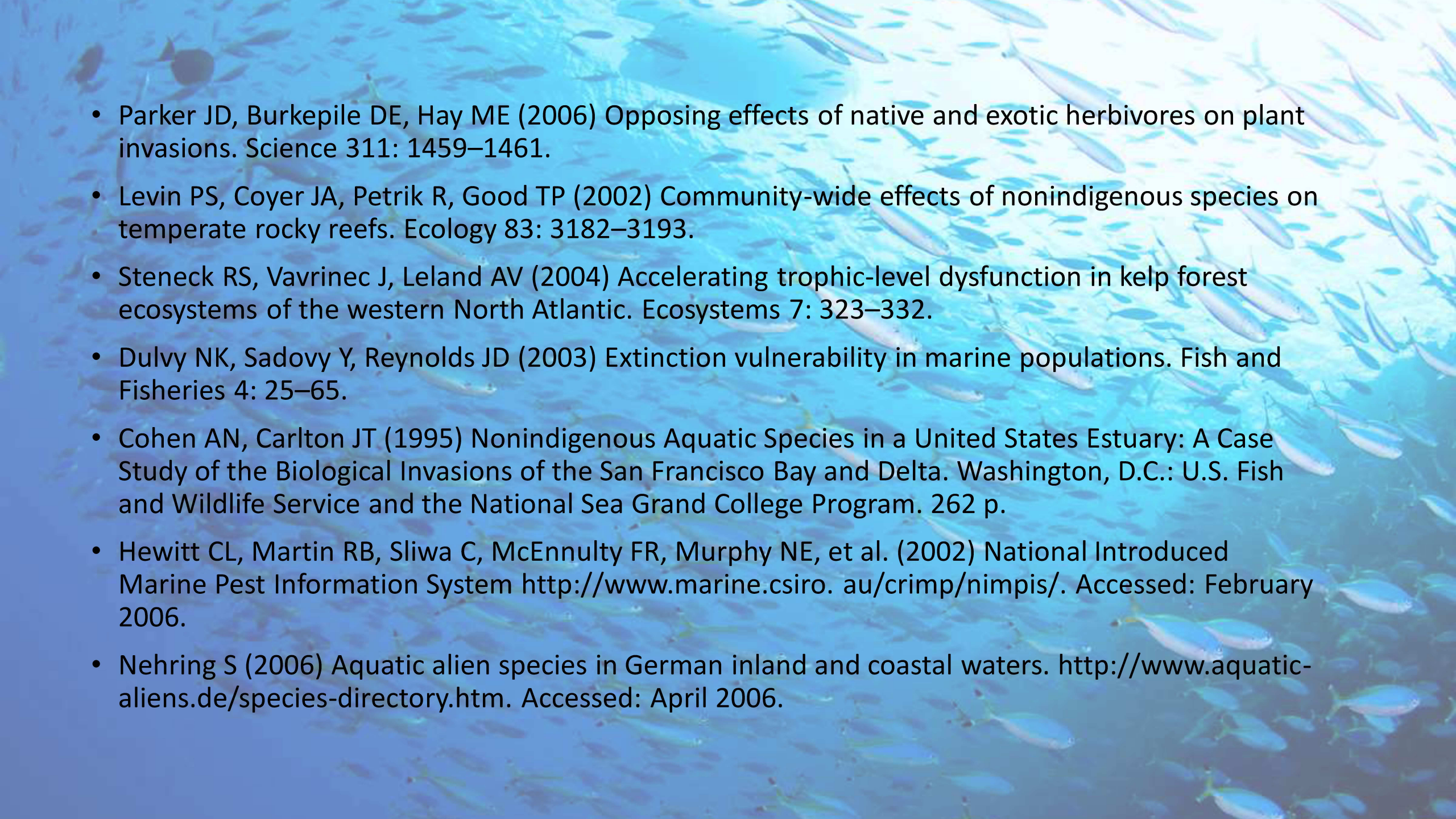
Se questa conclusione è solida per altri consumatori come sembra essere per gli erbivori, l'introduzione di erbivori esotici e l'eliminazione di predatori autoctoni, come suggerito dai nostri dati, potrebbero avere un effetto sinergicamente negativo sulle piante autoctone.



Gli esiti contraddittori di questi due esempi evidenziano la nostra attuale incapacità di fare specifiche previsioni sugli effetti dei cambiamenti simultanei nella composizione in specie a più livelli trofici.

Sources

- <https://mar-rosso.it/fucilieri-schede-biologia-marina-guardando-il-reef> Sfondo.
- <https://www.theitaliantimes.it/2020/05/24/cambiamenti-climatici-cosa-sono-effetti-cause-soluzioni/> Immagine Pianeta B.
- <http://www.fipsasavona.eu/biologiamarina/biologia/index.html> Immagine catena alimentare.
- <https://www.posterlounge.it/p/676365.html> Immagine Mappamondo.
- <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/file/screenshot2018-06-26at101724png>
Immagine Mare di Wadden.
- <https://www.flickr.com/photos/finaticphotography/16248367260> immagine Membranipora membranacea
- <https://spain.inaturalist.org/taxa/67555-Codium-fragile> immagine Codium fragile.
- [Jarrett E. Byrnes](#) , [Pamela L. Reynolds](#), [John J. Stachowicz](#) (2007) Invasions and Extinctions Reshape Coastal Marine Food Webs. [PLoS ONE](#) 2(3):e295, DOI:[10.1371/journal.pone.0000295](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000295).

- 
- Parker JD, Burkepile DE, Hay ME (2006) Opposing effects of native and exotic herbivores on plant invasions. *Science* 311: 1459–1461.
 - Levin PS, Coyer JA, Petrik R, Good TP (2002) Community-wide effects of nonindigenous species on temperate rocky reefs. *Ecology* 83: 3182–3193.
 - Steneck RS, Vavrinec J, Leland AV (2004) Accelerating trophic-level dysfunction in kelp forest ecosystems of the western North Atlantic. *Ecosystems* 7: 323–332.
 - Dulvy NK, Sadovy Y, Reynolds JD (2003) Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries* 4: 25–65.
 - Cohen AN, Carlton JT (1995) Nonindigenous Aquatic Species in a United States Estuary: A Case Study of the Biological Invasions of the San Francisco Bay and Delta. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service and the National Sea Grant College Program. 262 p.
 - Hewitt CL, Martin RB, Sliwa C, McEnnulty FR, Murphy NE, et al. (2002) National Introduced Marine Pest Information System <http://www.marine.csiro.au/crimp/nimpis/>. Accessed: February 2006.
 - Nehring S (2006) Aquatic alien species in German inland and coastal waters. <http://www.aquatic-aliens.de/species-directory.htm>. Accessed: April 2006.