

Predazione

PREDAZIONE

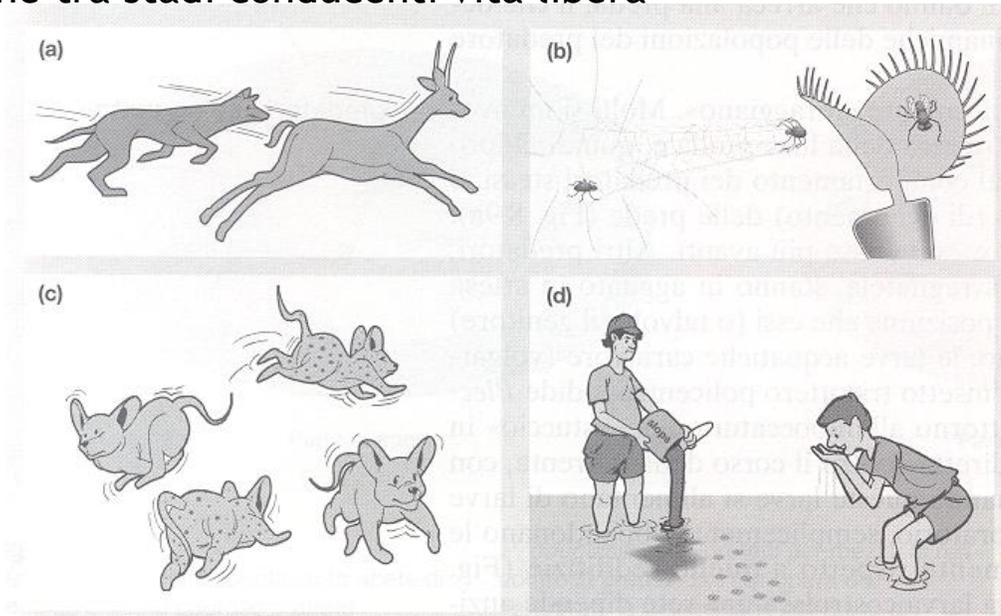
Consumo di un organismo (preda) per opera di un altro organismo (predatore), in cui la preda è in vita quando il predatore l'attacca per la prima volta

Classificazione dei predatori:

- 1) tassonomica: carnivori, erbivori, onnivori
- 2) funzionale (THOMPSON, 1982): predatori veri, pascolatori, parassitoidi e parassiti
- 3) specialisti (monofagi, oligofagi) e generalisti (polifagi)

Differenti tipi di foraggiamento:

- a) predatori attivi che cercano prede attive
- b) predatori all'agguato in attesa che prede attive giungano presso di loro
- c) trasmissione diretta dei parassiti: ospiti infettivi e ospiti non-infettati che si imbattono l'uno con l'altro
- d) trasmissione tra stadi conducenti vita libera



L'approccio del foraggiamento ottimale all'ampiezza della dieta

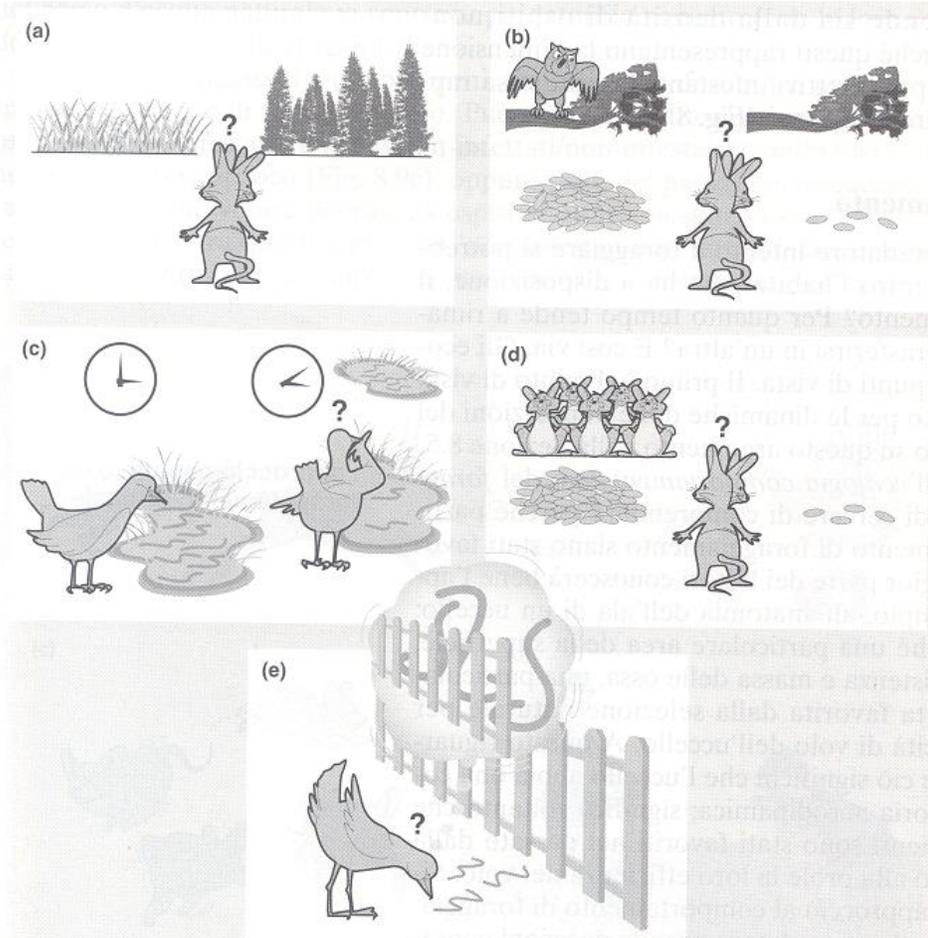
3

Nonostante le limitazioni strutturali, > animali ha la potenzialità di consumare una gamma di cibi + ampia di quella che sceglie effettivamente

Teoria del foraggiamento ottimale si basa su ipotesi:

1. il modulo di comportamento di foraggiamento degli animali attuali sarà quello che è stato favorito dalla selezione naturale e che più potenzia la fitness di un animale
2. un'alta fitness è ottenuta mediante un'alta velocità netta di assunzione di energia (differenza tra l'assunzione di energia lorda e i costi energetici per ottenere tale energia)
3. gli animali considerati vengono osservati in un ambiente in cui il loro comportamento di foraggiamento è idoneo

Teoria del foraggiamento ottimale compie previsioni sul comportamento di foraggiamento basandosi su modelli matematici: se un consumatore riesce a fare la cosa giusta nelle circostanze giuste, verrà favorito dalla selezione naturale



- (a) scelta tra habitat: il foraggiamento è concentrato dove è più alta l'aspettativa di un lungo periodo di assunzione netta di energia OPPURE dove è più basso il rischio di periodi prolungati di bassa assunzione di energia?
- (b) conflitto tra maggior disponibilità di alimento ed evitamento della predazione: dove foraggiare riflette solo l'assunzione di energia OPPURE c'è un bilanciamento dell'assunzione di energia rispetto al rischio di venire predato?
- (c) tempo di permanenza nelle chiazze: resto nella stessa posizione per periodi prolungati, evitando viaggi improduttivi tra una chiazza e l'altra, OPPURE abbandono precocemente le chiazze prima che in esse le risorse si siano esaurite?
- (d) decisione "libera ideale", il conflitto tra qualità delle chiazze e densità dei competitori: quali sono gli effetti di altri predatori in competizione che foraggiano nello stesso habitat?
- (e) dieta ottimale: includere o no un tipo di alimento nella dieta (quando dietro l'angolo potrebbe esserci qualcosa di meglio)?

Ricerca e manipolazione (MAC ARTHUR & PIANKA)

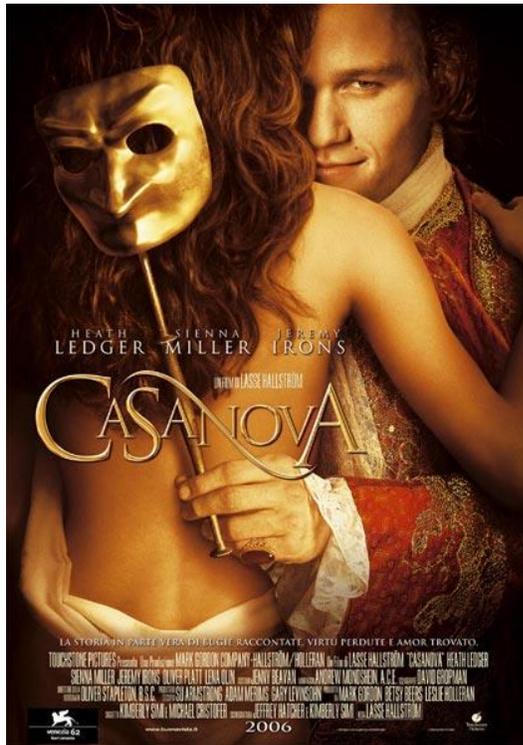
5

ogni predatore (P) spende tempo ed energia nella ricerca e nella manipolazione (inseguimento, vittoria e consumazione) della preda (p)

- la ricerca è diretta verso certi tipi di p
- tuttavia si possono incontrare tipi diversi di potenziali p

GENERALISTI inseguono una grande % delle p che incontrano

SPECIALISTI continuano a cercare finchè non incontrano il tipo preferito



AMPIEZZA DELLA DIETA

6

Proficuità della preda: $E / (T_h + T_s)$

E = energia ricavabile dalla preda

T_h = handling time (tempo di manipolazione)

T_s = searching time (tempo di ricerca)

Sicuramente la preda più redditizia $p(x)$ (quella per cui è MASSIMO il tasso netto di assunzione di E) è compresa nella dieta di P

Quando la incontra la consuma sempre e NON la rifiuterà mai a favore di una p di tipo y (a minor tasso netto di assunzione di E) a parità di condizioni di scelta...



P incontra prima p(y): cosa fare? Ignorare p(y) e continuare a cercare la + redditizia p(x) OPPURE accettare p(y)?

La scelta è basata sull'abbondanza di p(x), cioè sulla frequenza di incontro tra P e p(x), cioè su $T_s(x)$

p(y) è accettata se:

$$E(y) / Th(y) \geq E(x) / [Th(x) + Ts(x)]$$

mentre è rifiutata se:

$$E(y) / Th(y) < E(x) / [Th(x) + Ts(x)]$$

Immaginiamo che sia conveniente accettarla, e P amplia la propria dieta: $p(x) + p(y)$



P incontra un terzo tipo, $p(z)$, in ordine di redditività decrescente: che fare?

Sarà conveniente includere $p(z)$ nella dieta se:

$$E(z) / Th(z) \geq E(x,y) / [Th(x,y) + Ts(x,y)]$$

o più in generale:

$$E(n) / Th(n) \geq E / [Th + Ts]$$

con n = tipo di preda successivo in ordine di redditività decrescente



Feeding mode and food type	Preference order	Rank order of assimilable energy per item
Scavenging on dead <i>Macoma</i> (bivalve mollusc)	1	1
Hunting live <i>Tubifex</i> (oligochaete annelid)	2	2
Hunting live <i>Corophium</i> (amphipod crustacean)	3	4
Hunting live <i>Erioptera</i> larvae (dipteran insect)	4	3
Deposit feeding on surface sediment particles	5	5
Suspension feeding on particles in the overlying water	6	6
Browsing live <i>Enteromorpha</i> (green alga)	7	7
Browsing live <i>Ulva</i> (green alga)	8	8
Hunting live <i>Hydrobia</i> (gastropod mollusc)	9	9

DENSITA'-DIPENDENZA

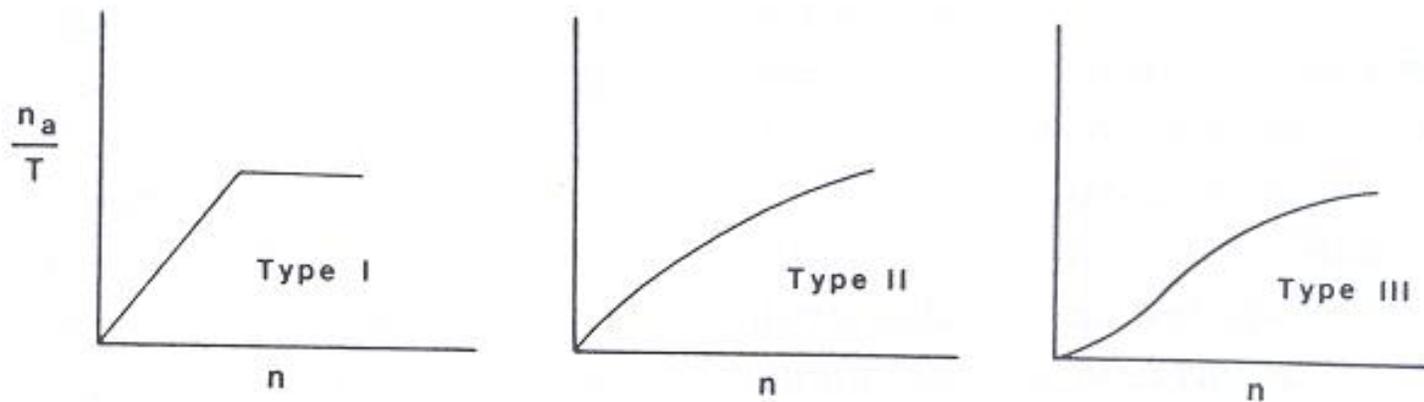
Il comportamento di P è influenzato dalla densità di p

Relazione fra il tasso di consumo di P e la densità di p: RISPOSTA FUNZIONALE del consumatore

HOLLING descrive 3 tipi di risposte funzionali, corrispondenti a 3 diverse strategie di foraggiamento di P in funzione della densità di p

se n = densità della preda

n_a/T = quantità di p consumata nel tempo



Tipo I: curva lineare fino ad un plateau (apparato alimentare saturato)

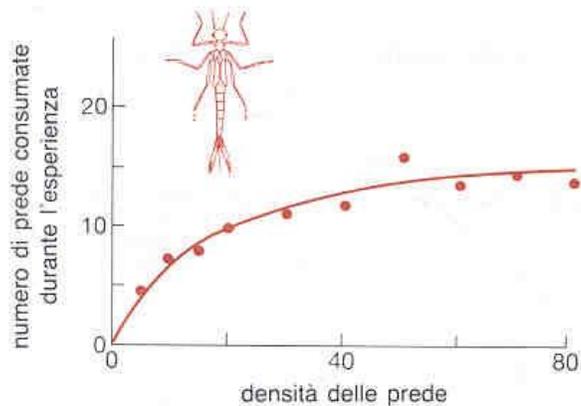
Tipo II: curva iperbolica (p: alta \Rightarrow bassa densità: maggior rischio di morte)

Tipo III: curva sigmoide (p: alta \Rightarrow bassa densità: minor rischio di morte)

RISPOSTA FUNZIONALE DI TIPO II

11

Il tasso di consumo aumenta con la densità della preda, ma decelera gradualmente finché non raggiunge un plateau in cui rimane costante, indipendentemente dalla densità della preda



Interpretazione:

P dedica un certo T_h a ciascun tipo di p che consuma (inseguimento, sopraffazione, consumazione, digestione, preparazione per un'altra ricerca...)

al crescere della densità di p, trovarla diventa sempre + facile (diminuisce T_s)

T_h però rimane sempre costante, e occupa una % crescente del tempo di P

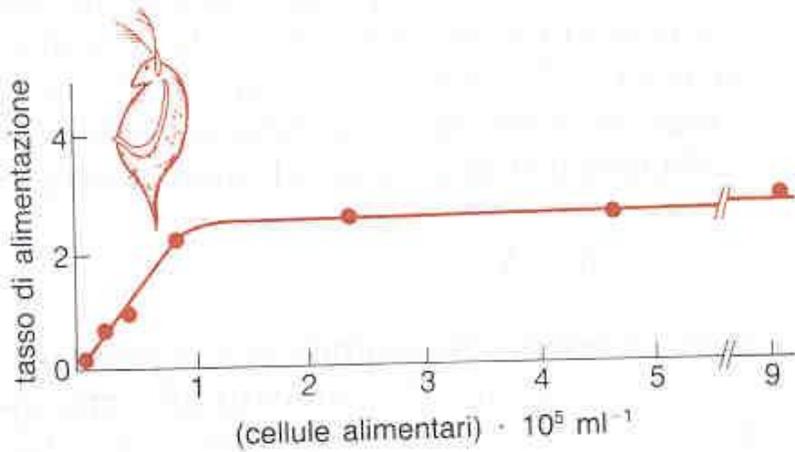
ad alte densità di p (T_s tendente a 0), P dedica tutto il suo tempo a manipolare p

il tasso di consumo tende, e raggiunge, un plateau determinato dal n° max di T_h che possono essere contenuti nel tempo tot disponibile T

RISPOSTA FUNZIONALE DI TIPO I

12

Il tasso di consumo aumenta linearmente fino a un max al crescere della densità della preda, poi si mantiene costante indipendentemente da ogni ulteriore aumento



Interpretazione:

al disotto del plateau T_h è nullo

$$T_s = T$$

non molto comune (organismi filtratori o certi erbivori...)

RISPOSTA FUNZIONALE DI TIPO III

13

L'aumento della densità del cibo determina un aumento dell'efficienza di ricerca (tasso di attacco) del consumatore, o una diminuzione del suo tempo di manipolazione

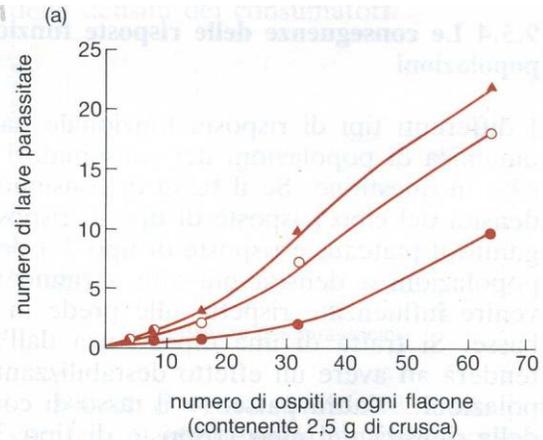
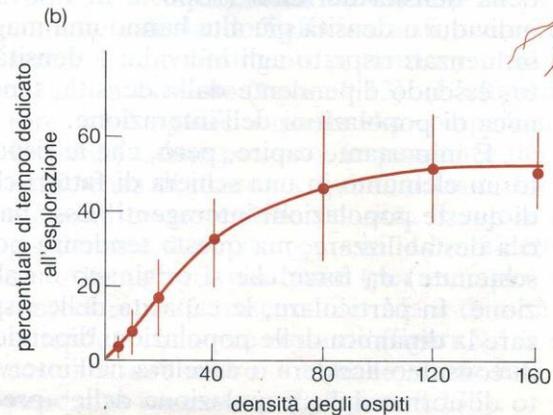


Figura 9.11. (a) Una risposta funzionale di tipo 3 (sigmoide) dell'icneumonide *Venturia canescens* che parassita larve di *Cadra* del secondo (●), del terzo (○) e del quarto (▲) stadio (Takahashi, 1968). (b) La base di questa risposta: la relazione tra il tempo dedicato all'esplorazione da *Venturia canescens* (come percentuale del tempo di osservazione totale) e la densità delle larve ospiti, *Plodia interpunctella* (medie e 95 % dei limiti di confidenza). (Secondo Hassell *et al.*, 1977.)



Interpretazione:

a basse densità p può essere difficile da trovare

Conseguenze delle risposte funzionali per la dinamica di popolazione

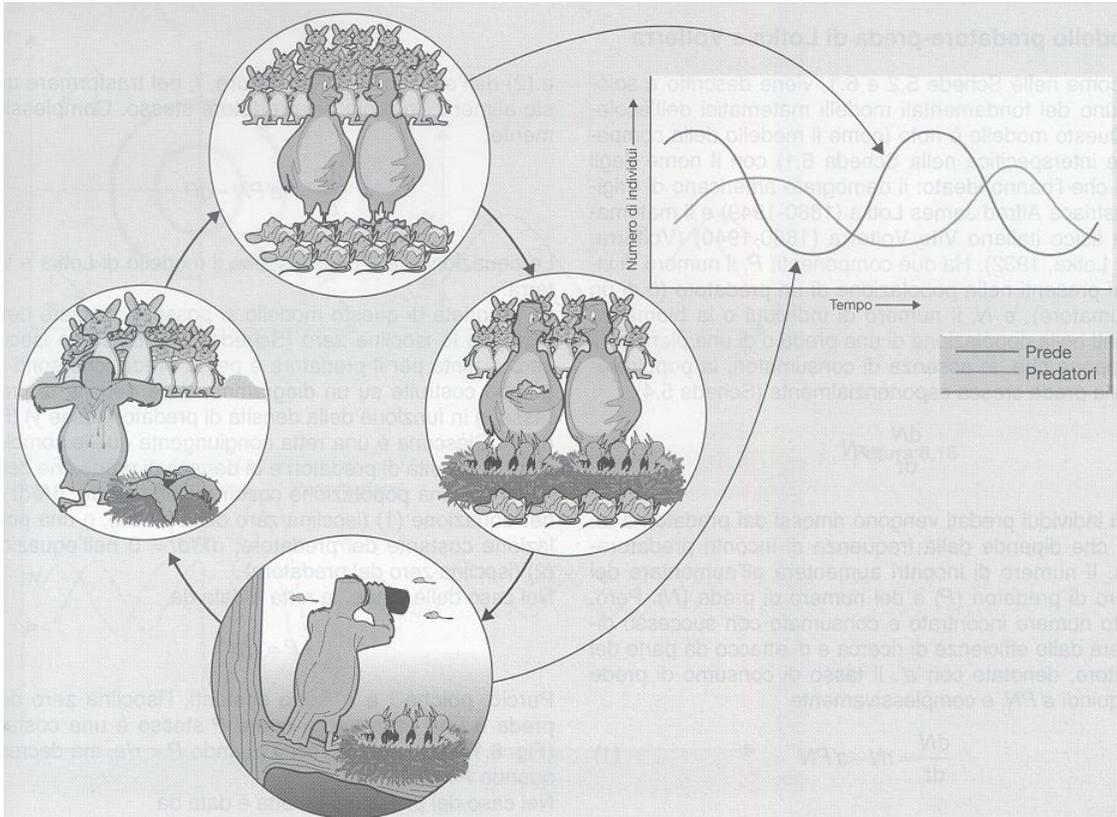
14

Se il tasso di consumo decelera al crescere della densità del cibo (tipo II, tipo I al plateau, tipo III ad alte densità) le prede in densità elevate avranno una **MINORE** **PROBABILITA'** di venire influenzate rispetto a prede in densità basse:

dipendenza dall'inverso della densità, con effetto destabilizzante sulla dinamica delle popolazioni preda

Se il tasso di consumo accelera al crescere della densità del cibo (tipo III a basse densità) le prede in densità elevate avranno una **MAGGIORE** **PROBABILITA'** di essere influenzate rispetto a prede in densità basse:

densità-dipendenza con effetto stabilizzante sulla dinamica delle popolazioni preda



Tendenza di P e p a presentare oscillazioni accoppiate dell'abbondanza in conseguenza dei ritardi di tempo nelle risposte* degli uni all'abbondanza delle altre e viceversa

(*: elevata abbondanza di P rispecchia una elevata abbondanza di p *nel passato*, ma coincide con il declino dell'abbondanza di p *nel presente*, ecc)

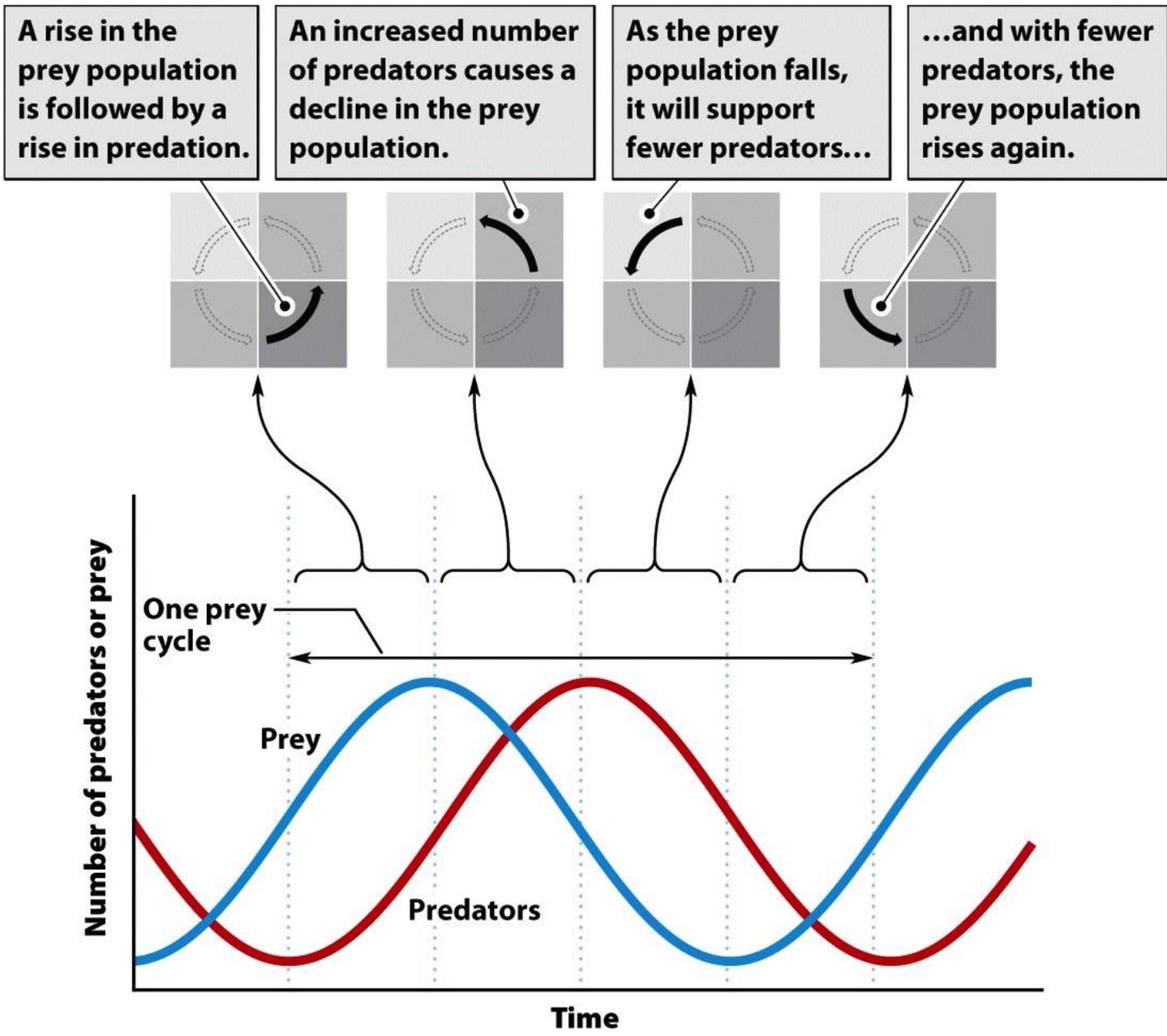


Figure 15.15
The Economy of Nature, Sixth Edition
© 2010 W. H. Freeman and Company

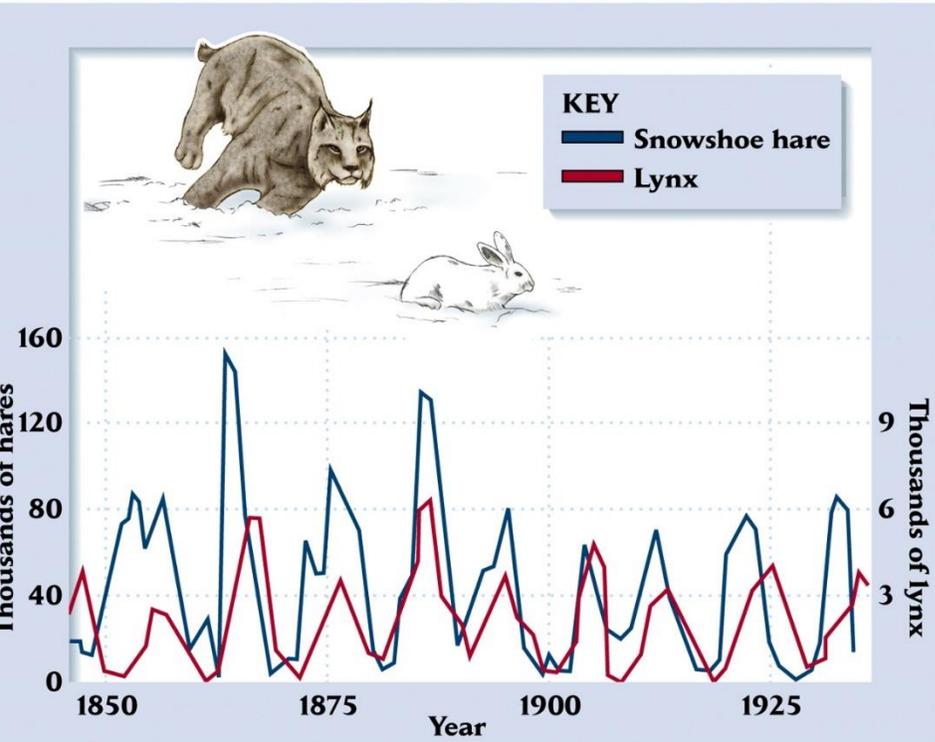
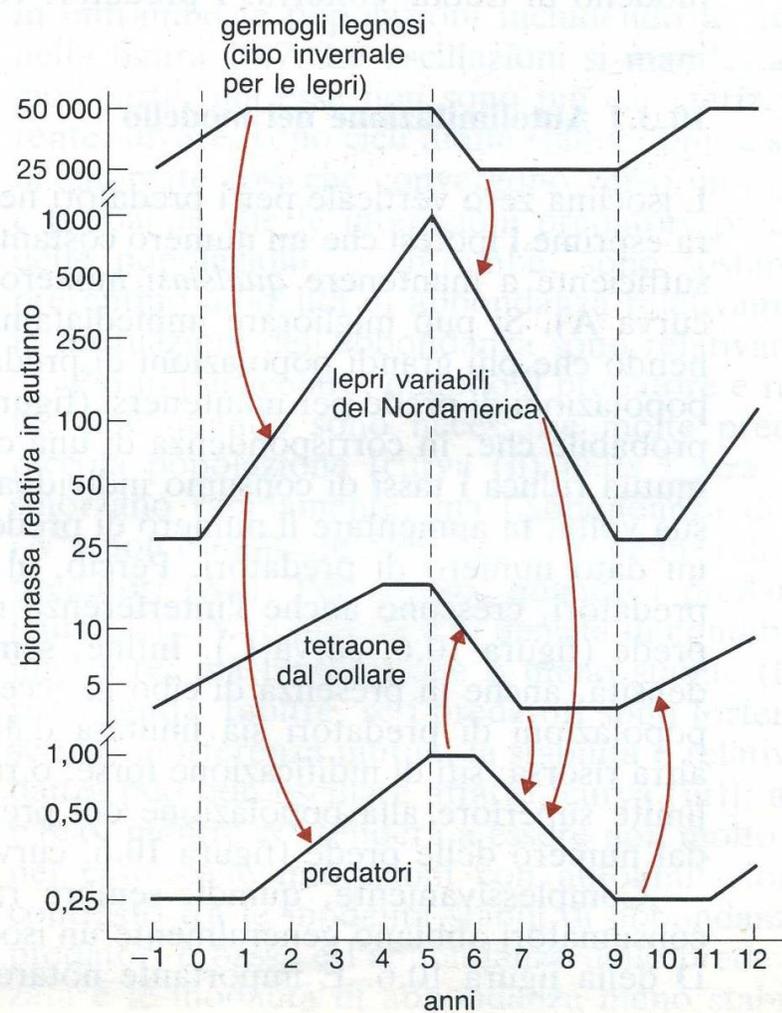


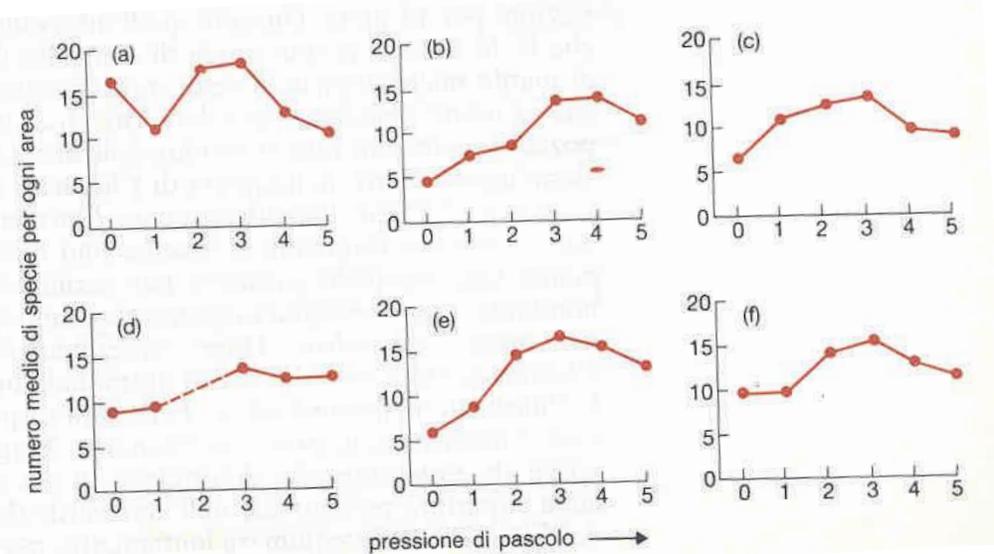
Figura 10.5. Fluttuazioni della biomassa relativa dei principali componenti del «ciclo di 10 a di animali e piante selvatiche» in Alberta (Canada). Le frecce indicano le principali influenze causali. (Modificato dall'originale in Keith, 1983.)



L'INFLUENZA DELLA PREDAZIONE SULLA STRUTTURA DELLE COMUNITA'

Predatori generalisti

Le tosaerba e i conigli sono predatori relativamente non-selettivi, anche se i conigli sono generalmente più esigenti delle tosaerba...



ZEEVALKING & FRESCO: relazione tra ricchezza di spp di piante e intensità di pascolo da parte di conigli su dune sabbiose nelle Isole Frisone (NL)

Un pascolo completamente non-selettivo (es: tosaerba) esercita effetti differenziali sull'accrescimento di differenti specie

Gli effetti esercitati sulla comunità dipendono da quali gruppi di specie ne risentono maggiormente

Se sono le spp subordinate che soffrono maggiormente, possono essere spinte all'estinzione e la diversità si ridurrà

Se sono le spp dominanti competitive, il risultato sarà quello di liberare spazio e risorse per altre spp, e la diversità aumenterà

Quando la predazione promuove la coesistenza di specie tra cui ci sarebbe altrimenti esclusione competitiva, il fenomeno è detto COESISTENZA MEDIATA DALLO SFRUTTATORE

Predatori relativamente selettivi

LUBCHENCO (1978) in pozze di marea del New England (USA)

Preferenze alimentari di *Littorina littorea* ➔ *Enteromorpha intestinalis* (alga verde)

Composizione algale delle pozze: da stand quasi puri di *Enteromorpha* a stand quasi puri di *Chondrus crispus* (alga rossa)

Esperimento:

- (1) eliminazione di tutte le Littorine da una pozza di *Chondrus*
- (2) aggiunta di Littorine ad una pozza di *Enteromorpha*
- (3) osservazione di una pozza di controllo (senza manipolazioni)

Nel controllo (pt 3) *Littorina* si cibava degli stadi giovanili di molte alghe effimere (tra cui *Enteromorpha*) che si insediavano sui talli di *Chondrus*, e non si produsse alcuna variazione nella composizione algale

Nella pozza (1) *Enteromorpha* si insediò, raggiunse la dominanza ed escluse competitivamente *Chondrus* ➔ la presenza di *Littorina* era responsabile della dominanza di *Chondrus* nelle pozze di *Chondrus*

Nella pozza (2) la copertura di *Enteromorpha* passò dal 100% a meno del 5% ➔ *Chondrus* colonizza lentamente, ma alla fine giunge a dominare le pozze dove *Littorina* ha consumato ed eliminato il suo competitore



Ma perché alcune pozze contengono Littorine (pozze a *Chondrus*) ed altre no (pozze ad *Enteromorpha*)?

20

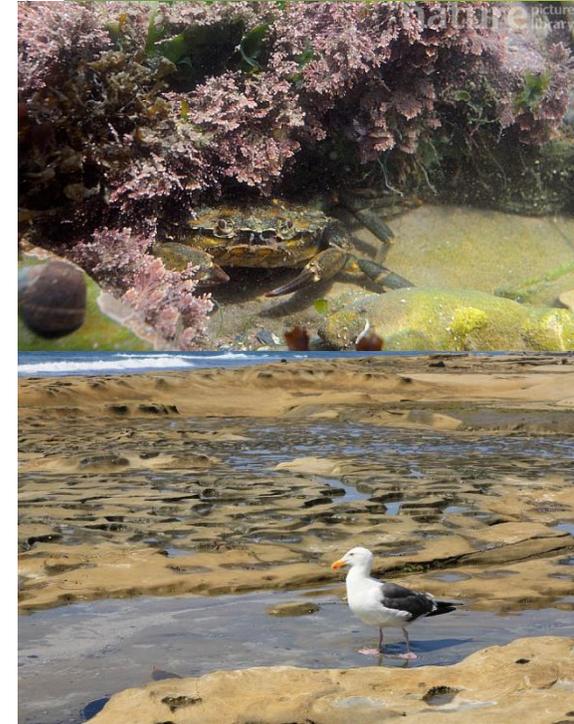
La probabilità che le larve planctoniche si insedino nelle pozze è identica, ma:

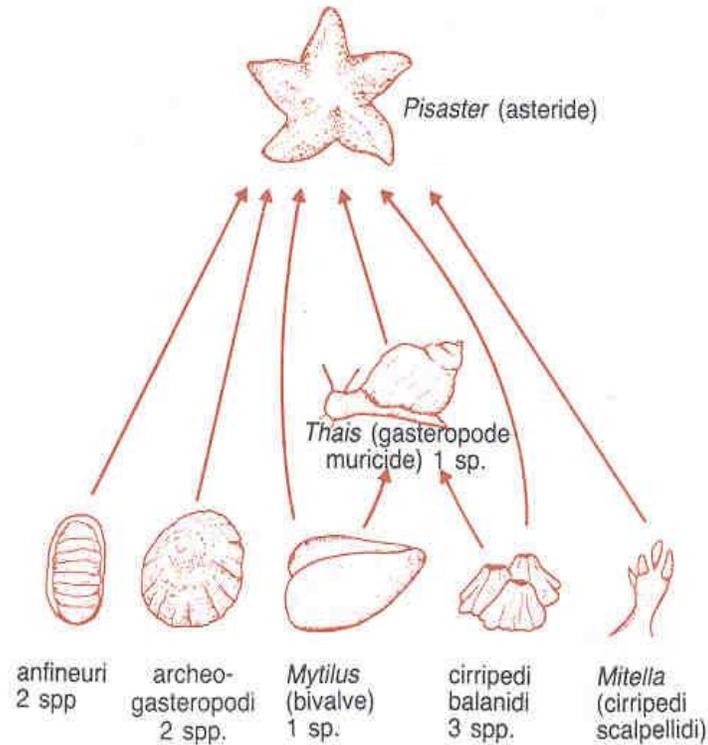
Carcinus maenas

- 1) si ciba di giovani Littorine, impedendo loro di insediare una nuova popolazione
- 2) trova rifugio sotto i talli di *Enteromorpha*

I gabbiani cacciano a vista i granchi, e li predano dove è assente la verde copertura algale (pozze di *Chondrus*) ➔ non c'è impedimento alla prosecuzione del reclutamento di Littorine in tali pozze...

La predazione selettiva favorisce una più alta diversità della comunità se le prede preferite sono competitivamente dominanti





1. asteride *Pisaster ochraceus* preda cirripedi e mitili, oltre ad altri organismi
2. esperimento: eliminazione di *Pisaster* da tratti di costa
3. entro alcuni mesi *Balanus glandula* si insediò con successo
4. in seguito fu spiazzato da *Mytilus californianus* che finì per essere dominante
5. tutte le spp di alghe scomparvero per la mancanza di spazio
6. i brucatori si allontanarono, perché lo spazio era limitato e il cibo inidoneo
7. complessivamente, l'eliminazione degli asteridi determinò una riduzione del n° di spp da 15 a 8

Pisaster ochraceus mette a disposizione spazio per le specie competitivamente subordinate ritagliando aree prive di cirripedi e di mitili che altrimenti avrebbero escluso gli altri invertebrati e le alghe nella competizione per lo spazio

ancora: COESISTENZA MEDIATA DALLO SFRUTTATORE...

Predatori specialisti

Molte spp predatrici sono altamente specifiche nei cibi che consumano:

1. panda maggiore (*Ailuropoda melanoleuca*) → germogli di bambù
2. afanittero *Cediopsylla tepolita* → sangue di *Romerolagus diazi*
3. ecc

Quando la risorsa alimentare si esaurisce, essi non sono in grado di passare a qualcos'altro

Questi specialisti producono catene alimentari lineari in una comunità che è costituita in gran parte da reti alimentari ramificate

Essi sono in una certa misura isolati e segregati dal resto della comunità e dalle sue influenze:

se il loro cibo è sovrasfruttato, saranno loro che soffriranno eccessivamente
se diventano sovrabbondanti o rari è soltanto la loro preda che soffre o si avvantaggia

E' questo grado di segregazione dal resto della comunità che rende tali specialisti un materiale molto idoneo alla LOTTA BIOLOGICA: predatori specialisti, introdotti per uccidere una pianta infestante o un insetto nocivo, non si estendono agli altri organismi quando hanno posto sotto controllo il nemico.

Inoltre raramente o mai portano la preda all'estinzione: entrano in interazioni predatore-preda in cui entrambi persistono, ma spesso a basse densità

Es: *Opuntia inermis* e *Cactoblastis cactorum* in Australia



La **zanzara tigre** è un insetto di origine asiatica che è stato segnalato in Italia per la prima volta nel 1990 ed è arrivato nel nostro paese attraverso il commercio di pneumatici usati dal sud degli Stati Uniti.

L'Istituto superiore di Sanità conferma che attualmente tutte le popolazioni di **Aedes albopictus** presenti sul territorio nazionale sono conosciute e tenute sotto controllo anche perché gli spostamenti in volo degli adulti alati sono estremamente ridotti.

Lo sviluppo della zanzara tigre è costantemente monitorato dai presidi sanitari perchè tale specie risulta essere un **potenziale vettore** di diverse patologie (febbre gialla, encefaliti, dengue) endemiche in alcune regioni del Mediterraneo e nei tropici.



Nel campo della dezzanzarizzazione gli agenti biologici maggiormente utilizzati sono **Bacillus thuringiensis**, alcuni nematodi e funghi e il pesce Gambusia (nelle risaie..).

I prodotti biologici a base di *Bacillus thuringiensis* possono essere distribuiti anche dai cittadini nei pozzetti, nelle caditoie, negli stagni ornamentali, ripetendo il trattamento ogni 10-15 giorni, all'inizio del periodo estivo (non prima di giugno).



Raccolta, caccia, pesca ed eliminazione

In una popolazione **sovrasfruttata** viene asportato un numero eccessivo di individui (la popolazione è spinta all'estinzione)

In una popolazione **sottosfruttata** viene asportato un numero di individui inferiore a quello che la popolazione è capace di rigenerare

Tabella 10.2. Effetti prodotti in popolazioni del calliforide *Lucilia cuprina* dalla distruzione di differenti percentuali costanti degli adulti sfarfallanti. (Secondo Nicholson, 1954b.)

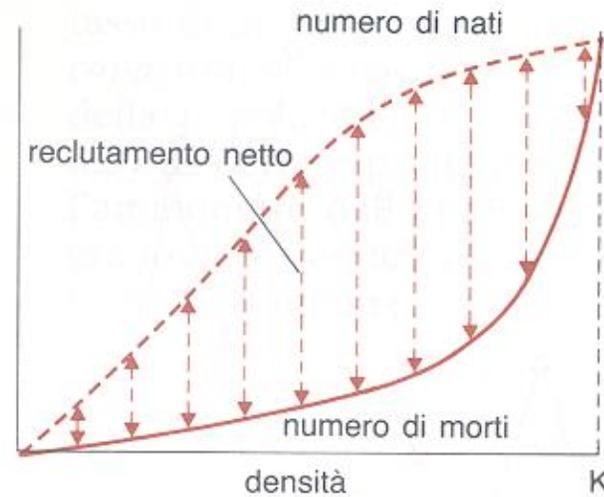
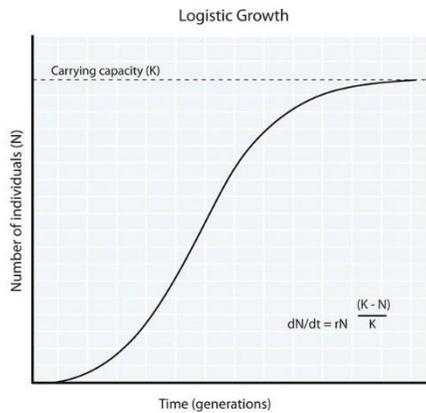
Tasso di sfruttamento degli adulti sfarfallanti	Pupe prodotte al giorno (a)	Adulti sfarfallati al giorno (b)	Popolazione media degli adulti (c)	Tasso di natalità medio (pro capite al giorno) (a/c)	Adulti morti per cause naturali al giorno	Adulti distrutti al giorno (d)	Entrate di adulti al giorno (e = b - d)	Vita media degli adulti (giorni) (c/e)
0%	624	573	2520	0,25	573	0	573	4,4
50%	782	712	2335	0,33	356	356	356	6,6
75%	948	878	1588	0,60	220	658	229	7,2
90%	1361	1260	878	1,55	125	1134	126	7,0

Il giorno del sovrasfruttamento (Earth Overshoot Day) segna la data (per il 2019 è stato il 29 luglio) in cui il consumo di risorse da parte dell'uomo eccede ciò che gli ecosistemi della Terra sono in grado di rigenerare per quell'anno. Da quel giorno, l'umanità comincia a consumare più di quello che il pianeta riesce a riformare durante l'anno, bruciando risorse del futuro.

L'Italia ha raggiunto il suo Overshoot Day 2019 il 15 maggio. Per soddisfare i consumi degli italiani, servono le risorse di 4,7 paesi come l'Italia. Solo il Giappone al mondo consuma di più in rapporto a quello che produce: 7,7 volte. Dopo vengono Svizzera (4,6), Gran Bretagna (4,0) e Cina (3,8). In media, tutto il mondo consumerà nel 2019 le risorse di 1,75 pianeti.

In termini assoluti, il paese che consuma di più sono gli Stati Uniti. Se tutto il mondo consumasse come loro, servirebbero le risorse di 5 pianeti

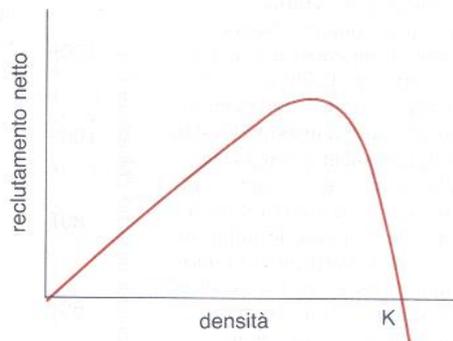
RECLUTAMENTO NETTO: la differenza tra il numero dei nati e il numero dei morti in un determinato intervallo di tempo:



Quando le densità sono basse, il reclutamento netto sarà basso poiché sono disponibili pochi individui che possono procreare o morire

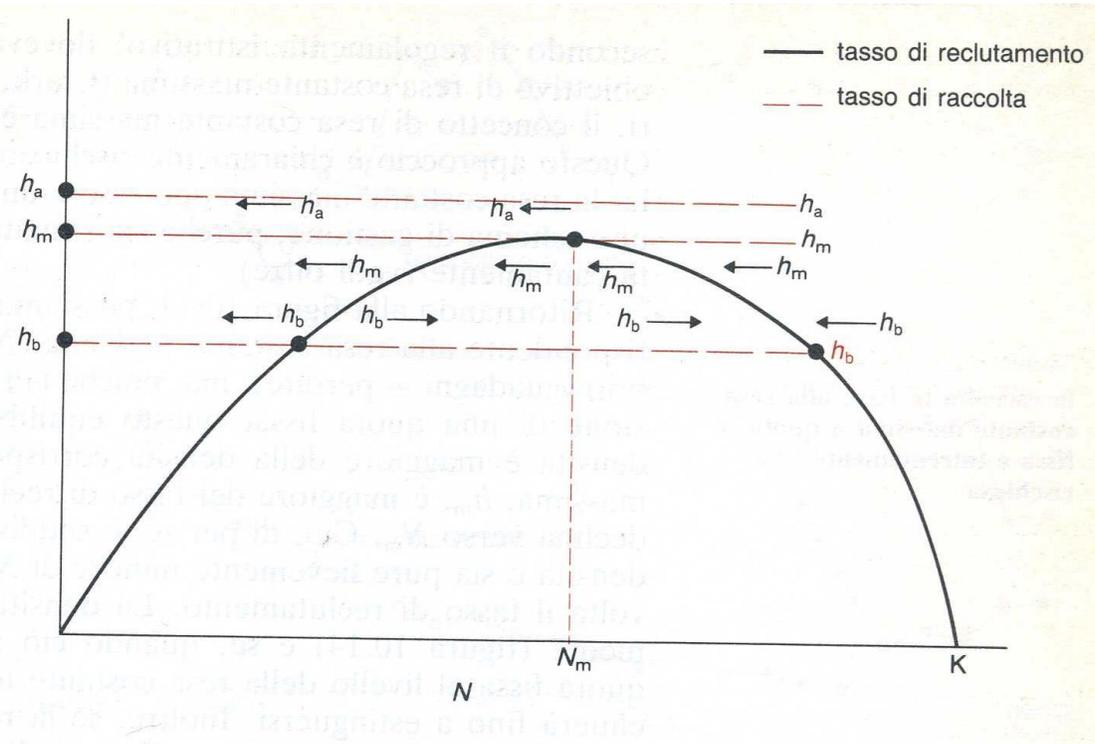
Il reclutamento netto sarà basso anche a densità elevate, quando la popolazione tende alla sua capacità portante

Il reclutamento netto quindi raggiungerà il suo valore massimo in corrispondenza di una certa densità intermedia: il risultato sarà una curva a "gobba"



La curva gobba rispecchia l'essenza del pattern di reclutamento netto quando la natalità e la mortalità sono densità-dipendenti in conseguenza della competizione intraspecifica

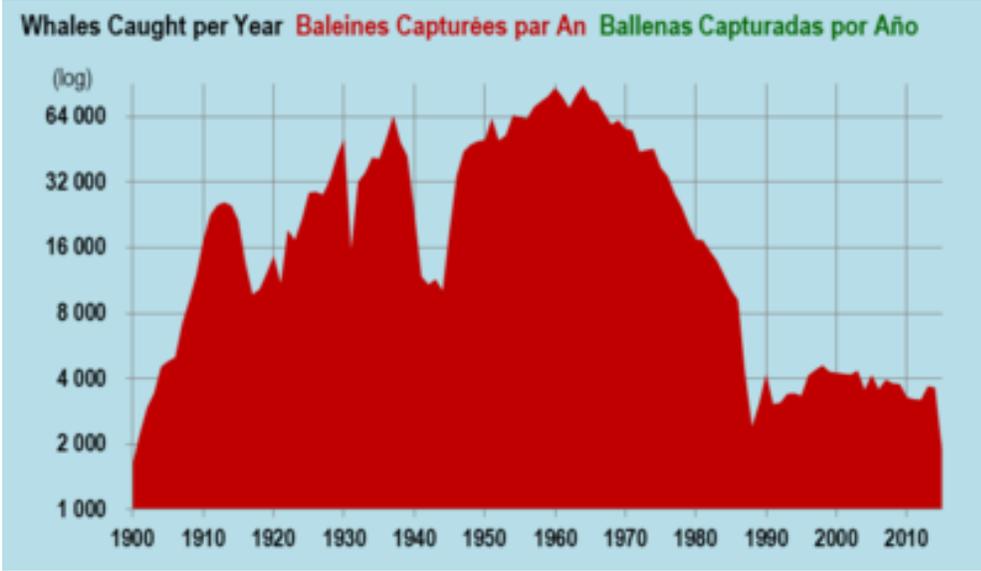
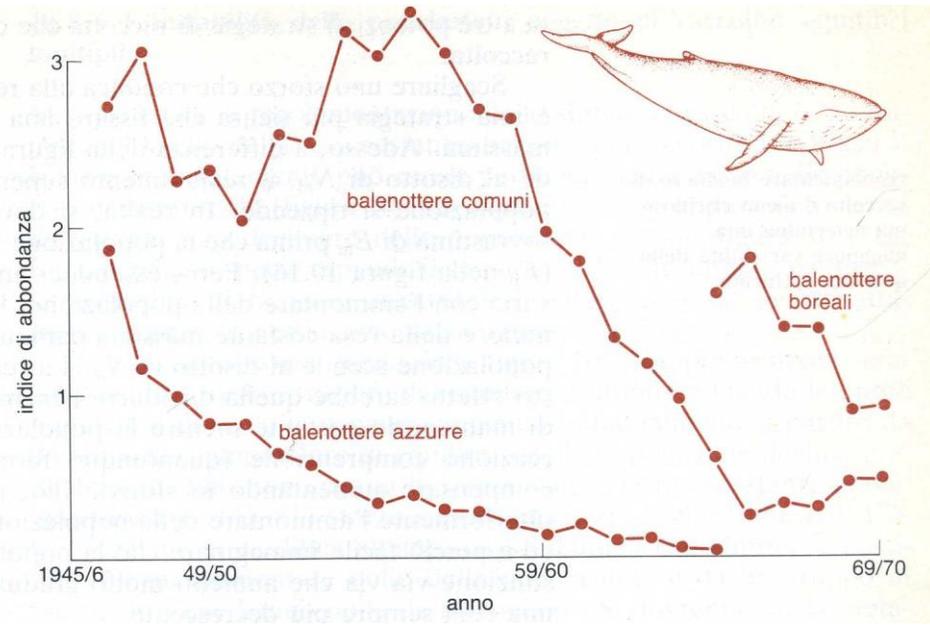
Figura 10.14. Raccolta a quota fissa. La figura presenta una singola curva di reclutamento (linea continua) e tre curve di raccolta a quota fissa (linee tratteggiate): quota alta (h_a), quota media (h_m) e quota bassa (h_b). Le frecce si riferiscono alle prevedibili variazioni dell'abbondanza sotto l'influenza del tasso di raccolta specificato. I punti (●) rappresentano equilibri. In corrispondenza di h_a , l'unico «equilibrio» si ha quando la popolazione è spinta all'estinzione. In corrispondenza di h_b c'è un equilibrio stabile a una densità relativamente alta e c'è anche un punto di rottura instabile a una densità relativamente bassa. La resa costante massima si ottiene in corrispondenza di h_m poiché la sua curva tocca appena il massimo della curva di reclutamento (a una densità N_m): le popolazioni maggiori di N_m si riducono a N_m , mentre le popolazioni minori di N_m vengono spinte all'estinzione.



N_m = densità corrispondente alla **resa costante massima**

Resa costante massima: equilibrio desiderato tra sotto e sovrasfruttamento. E' uguale al tasso massimo di reclutamento e si ottiene dalla popolazione facendola scendere alla densità alla quale la curva del tasso di reclutamento ha un massimo (sempre al disotto di K)

Figura 10.15. I declini dell'abbondanza dei mysticeti antartici sotto l'influenza della raccolta da parte dell'uomo (secondo Gulland, 1971).



$$h = g E N$$

- h resa di raccolta (harvest)
- E sforzo di raccolta (harvesting effort)
- g efficienza di raccolta
- N popolazione raccolta

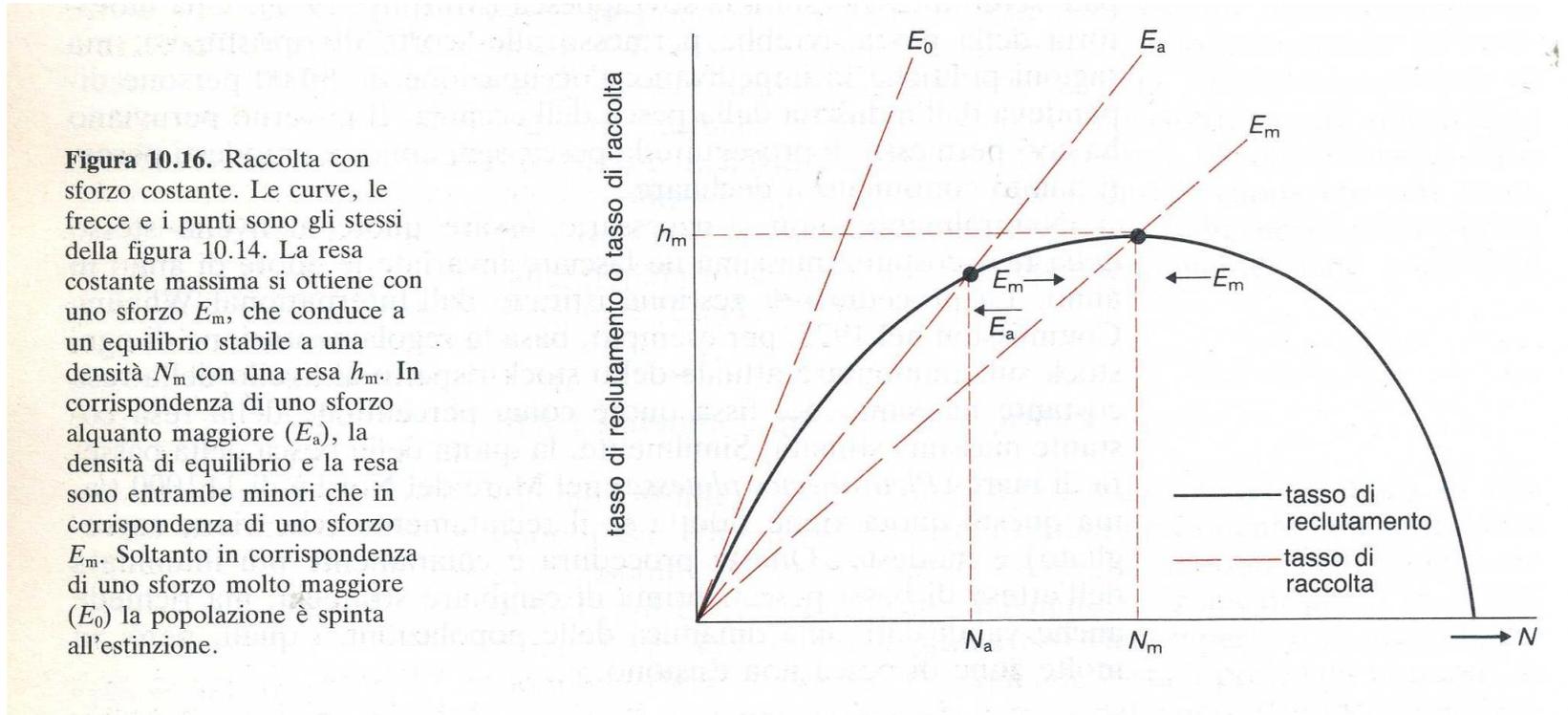


Figura 10.16. Raccolta con sforzo costante. Le curve, le frecce e i punti sono gli stessi della figura 10.14. La resa costante massima si ottiene con uno sforzo E_m , che conduce a un equilibrio stabile a una densità N_m con una resa h_m . In corrispondenza di uno sforzo alquanto maggiore (E_a), la densità di equilibrio e la resa sono entrambe minori che in corrispondenza di uno sforzo E_m . Soltanto in corrispondenza di uno sforzo molto maggiore (E_0) la popolazione è spinta all'estinzione.