

La **predazione** è un'interazione negativa che ha un punteggio positivo per il predatore e un punteggio negativo per la preda proprio per il processo che esso implica cioè che il predatore si nutre di un'altra specie che rappresenta appunto la preda. Il processo di predazione ha una funzione ecologica importante perché stimola la diversità di specie, in quanto la predazione può essere selettiva o non selettiva e può essere indirizzata verso quelle popolazioni che sono molto abbondanti e le popolazioni abbondanti hanno un ruolo molto importante nella competizione interspecifica, infatti l'abbondanza di specie può diventare anche dominanza di specie, ed è chiaro che andando a predare quelle popolazioni abbondanti, quelle più numerose, permette che ci sia una coesistenza di più specie, quindi aumenta la diversità specifica, e questa funzione viene detta anche **funzione equalizzatrice**, poi ha una **funzione tonificante** perché la predazione è mirata all'individuo più debole o perché malato o perché vecchio, e quindi lascia i giovani, che rappresentano una risorsa trofica futura, la predazione è anche un **fattore di regolazione** perché tiene sotto controllo la crescita delle popolazioni, e fa sì che la popolazione non esploda numericamente, questo tipo di regolazione è stato ben studiato seguendo la crescita di una popolazione di renne che è stata introdotta nell'isola di S. Mattius, in cui si è visto che all'inizio quando le renne sono state introdotte, sia maschi che femmine, un numero molto piccolo, si parlava all'inizio di 29 renne, trovando un ambiente per loro idoneo in termini di risorsa trofica, la popolazione si è potuta accrescere, l'accrescimento è stato di tipo esponenziale, ma superata la capacità portante dell'ambiente, la popolazione ha avuto un tracollo notevole, questo tracollo è stato messo in relazione al fatto che mancava il fattore di regolazione di crescita di questa popolazione, che è stato associato alla mancanza del lupo, che è il predatore delle renne. All'inizio l'interazione fra preda e predatore è alquanto convulsa e feroce, però se le due popolazioni coabitano da tempo riescono a mitigare quest'effetto, anche perché bisogna tenere conto del fatto che nel processo di predazione, avviene una sorta di adattamento della preda al predatore e del predatore alla preda, nel senso che preda e predatore coevolvono nel tempo, è un processo di evoluzione che avviene mediante un processo di **fuga e irraggiamento** nel senso che nel corso dell'evoluzione la preda può avvantaggiarsi in modo selettivo rispetto al predatore e il predatore per poter predare la preda deve rincorrerla e quindi anch'esso deve acquisire dei vantaggi selettivi, questo tipo di strategia di fuga e irraggiamento è un **processo coevolutivo** e quindi in questa ottica di processo coevolutivo entrambi gli attori acquisiscono sempre più vantaggi adattativi a fronte di una scarsa specializzazione.

Lotka e Volterra hanno modellizzato questo andamento nella predazione (considerando che di fatto la preda per non essere predata deve sfuggire al predatore, ma il predatore la deve necessariamente rincorrere perché rappresenta la sua risorsa trofica), e il modello tiene conto del fatto che mentre la preda senza il predatore potrebbe accrescersi secondo il proprio potenziale biotico mediante un accrescimento di tipo esponenziale, in una situazione teorica e in cui l'ambiente gli è favorevole (di fatto però questo non avviene, perché l'accrescimento esponenziale è possibile soltanto in un ambiente in cui non operano i fattori limitanti, in cui non vi è pressione ambientale, in cui non vi è resistenza ambientale, quindi questa è una forzatura per quanto riguarda l'accrescimento di una preda perché per essere vera dovremmo tenere conto che anche la preda si accresce mediante il modello logistico, ma Lotka e Volterra hanno scartato questa ipotesi, e hanno considerato che la preda in linea teorica potrebbe accrescersi in modo esponenziale), ma questo non avviene perché gli individui della popolazione preda, indicati come V , vengono sottratti costantemente dalla popolazione predatrice, quindi questo modello tiene conto che vi sono degli incontri, che vengono chiamati incontri riusciti, tra il predatore e la preda, e questi incontri riusciti fanno sì che vi sia un tasso di consumo da parte del predatore per quanto riguarda la preda, e si ottiene che $dV/dt = rV - V\alpha P$, dove l'alfa rappresenta proprio il tasso di incontro fra preda e predatore, α chiaramente è un valore numerico che noi assegniamo e tanto maggiore è alfa tanto maggiore è anche l'effetto negativo che un predatore esercita sulla preda, quindi ad esempio se si considera una balena, che è di grandi dimensioni, l'Alfa è un valore grande perché quando mangia filtra una marea di individui del plancton marino quindi è chiaro che ha un effetto importante per quanto riguarda la comunità palnctonica, invece se si considera un

piccolo organismo per esempio un ragno che preda su una mosca l'Alfa è un valore piccolo, quindi significa che ha una piccola incidenza.

D'altro canto per i predatori, sempre per via teorica, se non ci fosse la preda la popolazione sarebbe destinata a morire, destinata all'estinzione, quindi l'equazione di lavoro per l'accrescimento della popolazione del predatore sarebbe caratterizzata essenzialmente dal quoziente di mortalità, allora significa che affinché la popolazione del predatore non muoia ci devono essere i nuovi nati, che danno un input positivo alla popolazione del predatore, e questi nuovi nati sono dati proprio dalla risorsa trofica rappresentata dalla preda, e quindi si ha che $dP/dt = -qP + V \beta P$, dove beta è un fattore dato dalla relazione che esiste fra il consumo della preda e la trasformazione della preda in prole (nuovi nati),

(- il tasso mortalità q del predatore \times il numero dei predatori P + questo fattore V che rappresenta la preda, β è il tasso di conversione della biomassa della preda in nuovi individui nella popolazione del predatore, per P che rappresenta sempre il numero dei predatori), β rappresenta questa efficienza di conversione cioè quanto è in grado il predatore di convertire la biomassa preda in prole e se β è un valore grande allora significa che è maggiore l'effetto positivo di una singola preda sulla popolazione del predatore, cioè significa che c'è bisogno di poche prede perché sostenga una popolazione di predatore e ad esempio se si considera un alce, che è di grandi dimensioni, è chiaro che allora il β sarà un valore alto perché più lupi potranno cibarsi dell'alce, invece β è piccolo per un insetto che viene predato da uccelli insettivori perché è chiaro che l'insetto è piccolo e non può soddisfare le esigenze alimentari di più uccelli. **Equazione di Lotka - Volterra** per la predazione assume che la popolazione sia chiusa e descrive un processo ecologico all'equilibrio, per essere all'equilibrio dobbiamo porre che nessuna delle due popolazioni deve crescere, quindi assumiamo che sia dV su dt è uguale a zero sia dP su dt è uguale a zero, e fondamentalmente

il modello non fa altro che andare a risolvere il termine che mette in evidenza la densità specifica del predatore, per quanto riguarda l'equazione della preda, e il termine che mette in evidenza la densità specifica della preda, per quanto riguarda l'equazione del predatore,

e quello che viene fuori è che la densità del predatore è uguale a r su α , r è il potenziale biotico della preda, ed α rappresenta il tasso di incontro della preda col predatore, $P = r/\alpha$

questo rapporto significa fondamentalmente che P rappresenta la densità del predatore per mantenere la popolazione della preda all'equilibrio, perché nel modello questo è un equilibrio che deve essere mantenuto e allora si capisce che se questo r è molto grande questo rapporto numeratore/denominatore è grande, quindi: se r cresce, se la popolazione della preda cresce molto velocemente, anche la popolazione del predatore deve crescere perché è un equilibrio, se cresce l'uno, l'altro deve crescere per consentire che si mantenga all'equilibrio, quindi è chiaro che come cresce la preda deve crescere anche il predatore, quando però α è un valore grande, significa che non c'è bisogno di una popolazione molto numerosa di predatori, cioè significa che più è alta l'efficienza di predazione allora meno predatori sono necessari per mantenere la popolazione della preda all'equilibrio;

la stessa cosa vale per quanto riguarda la popolazione della preda perché V che è la densità della preda per mantenere la popolazione del predatore all'equilibrio, è in relazione al quoziente di mortalità del predatore q sul fattore di conversione della preda in prole β , $V = q/\beta$ e poiché la preda potrebbe esistere senza il predatore, ma il predatore non può esistere senza la preda, tutto questo modello è riferito a far sì che il predatore non scompaia, perciò in questa ottica se q è il coefficiente di mortalità del predatore se questo valore è molto alto significa che allora le prede devono essere tante per poter in qualche modo mitigare, annullare, compensare la perdita dovuta a mortalità dei predatori, questo significa che più alto è il q più è alto il numero di prede necessario per mantenere la popolazione del predatore all'equilibrio ed è anche chiaro che se più β è un valore alto il predatore ha un'ottima efficienza di convertire la preda in prole e allora meno prede sono necessarie per mantenere la popolazione del predatore all'equilibrio; questi due valori P^* e V^* che sono le densità all'equilibrio del predatore e della

preda, possono essere riportate in un grafico che è detto piano delle isocline, che viene realizzato tenendo conto delle densità numeriche tra preda e predatore;

grafico delle isocline per quanto riguarda la densità del predatore per mantenere la popolazione della preda all'equilibrio: partiamo da questa formula: $P = r/\alpha$, e da questo valore r/α tracciamo il piano delle isocline che divide il piano totale in due semipiani dove si può capire come la preda potrebbe procedere, perché a livello di r/α la preda non può crescere, il dV/dt è uguale a 0, però nel semipiano inferiore poiché la preda non ha ancora raggiunto l'equilibrio, in questo semipiano la preda può aumentare perché non ha raggiunto l'equilibrio, perché la densità del predatore consente questa situazione di equilibrio, quindi la preda può crescere sintanto si trova al di sotto di questo valore, quando però supera questo valore la preda diminuisce, quindi per un numero alto di predatori la popolazione della preda tende a diminuire,

la stessa cosa vale per quanto riguarda il predatore: la densità della preda ha un valore all'equilibrio $= q/\beta$, e allora il predatore per valori della preda inferiori di q/β diminuisce, invece per valori superiori il predatore può aumentare, e lungo l'isoclina l'accrescimento è ritenuto 0, come anche nel caso della preda;

sono due popolazioni all'equilibrio quindi anche se queste due isocline da sole fanno vedere come potrebbero crescere preda e predatore, vanno sempre interpretate insieme, allora si crea una situazione per la quale si vede che ripartendo il piano delle isocline in quattro semipiani si può comprendere come evolve la preda, come evolve il predatore, se la preda e il predatore crescono oppure se uno cresce e l'altro decresce,

questo tipo di andamento mette in evidenza che vi è una sorta di circolarità che crea un andamento ellittico: (in cui vediamo che la preda aumenta ma aumenta anche il predatore perché se sovrapponiamo i due grafici vediamo che in questo semipiano la preda aumenta e in quest'altro semipiano verticale il predatore aumenta, e partendo da questa situazione, vediamo che preda e predatore aumentano, però poi andando al secondo semipiano in alto abbiamo che la preda diminuisce perché è al di sopra del valore r su α , mentre il predatore no, il predatore aumenta sempre in questa parte di piano, dopodiché abbiamo predatore e preda che ambedue diminuiscono, e nell'ultimo semipiano considerato si ha che la preda aumenta e il predatore diminuisce;)

quello che viene fuori è la cosiddetta **fluttuazione ciclica** che esiste tra preda e predatore, che vede che all'aumento della preda inizia ad aumentare il anche predatore, e quando il predatore raggiunge un picco la preda cala, questo significa che ambedue raggiungono i picchi in questa fluttuazione ma i picchi non sono sincroni, sono sfasati, per questo si parla di un andamento di tipo ellittico, perché non è proprio sincrono, in quanto prima aumenta la preda e poi aumenta il predatore, ma quando il predatore aumenta la preda è destinata a diminuire e così via quindi questo è un andamento ciclico, (ed esempio: ciclo alci e lupi, si vede che all'aumento delle alci dopo un po' segue anche l'aumento dei lupi, in questo caso i picchi sono sfasati di 2-3 anni, ma sono delle fluttuazioni che ricorrono e sono alquanto regolari,)

in questo contesto in cui la popolazione preda e la popolazione predatore hanno tassi che non sono sincroni, sono sfalsati nel tempo,

questo è dovuto anche al fatto che il predatore ha anche un tempo di ricerca e manipolazione, dipende da quanto tempo necessità il predatore per poter ricercare la sua preda e per poterla manipolare, che viene detto tempo di maneggiamento, e poi dipende anche dal tipo di predatore perché non tutti i predatori sono uguali per esempio se il predatore necessita di un tempo di ricerca molto lungo allora il predatore è un generalista, se invece il predatore ha un tempo di ricerca breve allora il predatore è specialista, cioè non perde tempo perché sa qual'è la preda che deve agguantare,

quindi queste risposte funzionali sono specifiche delle popolazioni predatore però non sono tutte uguali, tanto è vero che sono state modellizzate delle diverse risposte funzionali che sono essenzialmente state categorizzate in tre tipi (che mettono in evidenza proprio questa sorta di capacità del predatore di divorare le prede in un tempo molto breve, di divorarne tante, di essere quasi insaziabile e di considerare che anche il tasso di ingestione può essere diverso da una popolazione ad un'altra e dunque questo tipo di

risposte funzionali sono state messe in evidenza appunto in questo modello di Holling), che si chiamano **risposte funzionali di Holling** in cui abbiamo in linea di massima tre tipologie di curve: quella di tipo 1, in cui si assume che il predatore sia insaziabile, come un organismo filtratore che quando filtra l'acqua assume cibo e quindi è insaziabile, e quando si considera il numero di prede consumate per predatore in relazione al numero di prede, l'andamento è descritto da una retta che tende quindi all'aumento, poi abbiamo il tipo 2 e il tipo 3 che sono quelle che più si avvicinano ad una situazione che può avvenire in natura, e quella di tipo 2 è proprio tipica dei predatori che ricercano in modo attivo la preda, e se la ricerca in modo attivo significa che spenderà del tempo anche per poterla maneggiare, per poterla ricercare, ed è chiaro che l'andamento non può seguire una retta che cresce all'infinito perché arriverà a una sorta di plateau, mentre l'andamento di tipo 3 si discosta poco dal tipo 2, con la differenza che mette proprio in evidenza che ogni volta che aumenta la dimensione della preda, quindi la densità del cibo, aumenta anche l'efficienza di ricerca da parte del consumatore, oppure anche la diminuzione nel tempo di maneggiamento;

l'altro tipo di graficazione è riferita alla proporzione di preda consumata per predatore in relazione alla dimensione della popolazione preda, il tipo 1 è una retta costante, il tipo 2 parte molto alto come valore e poi tende a scendere, e il tipo 3 parte da un valore basso poi aumenta raggiunge un picco e poi dopo tende a calare (si parte dalla considerazione che il predatore non può essere un organismo insaziabile e non può essere mai sempre tanto veloce nel rincorrere la preda, nel manipolare la preda e nell'avere anche un tasso di ingestione molto veloce; e ovviamente in natura l'ambiente può modificare gli andamenti, queste sono delle modellizzazioni che servono per capire le tipologie di risposte funzionali del predatore).