

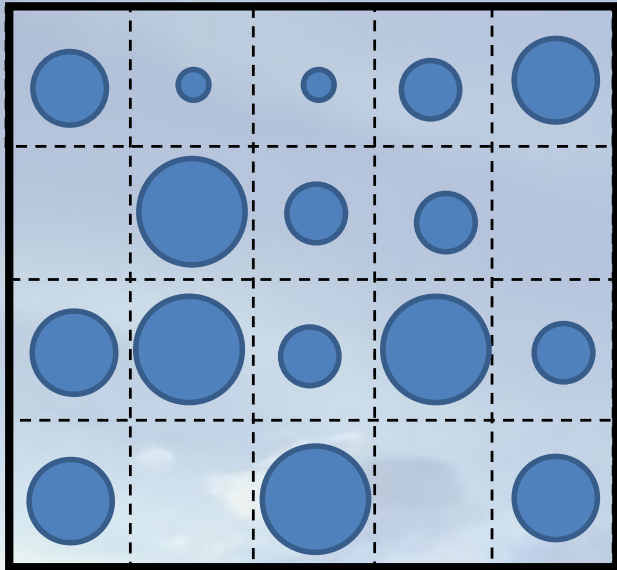
**Università degli Studi di Trieste – a.a. 2022-2023**  
**Corso di Studio in Scienze e Tecnologie per L'ambiente e la Natura**

**213SM – Ecologia**  
**213SM-3 – Ecologia Generale**

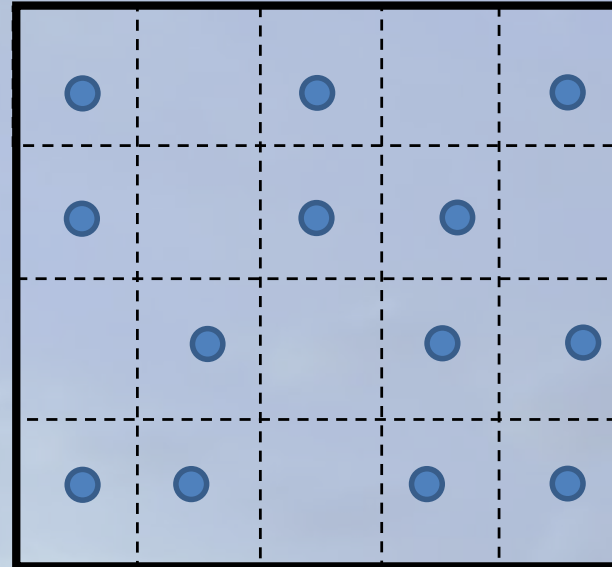
**DISTRIBUZIONI SPECIE-  
ABBONDANZA E SPECIE-AREA**

**Prof. Stanislao Bevilacqua ([sbevilacqua@units.it](mailto:sbevilacqua@units.it))**

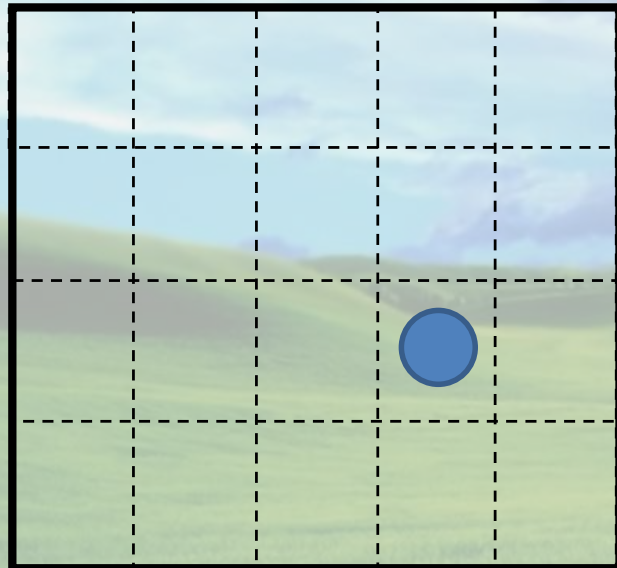
# Rarità



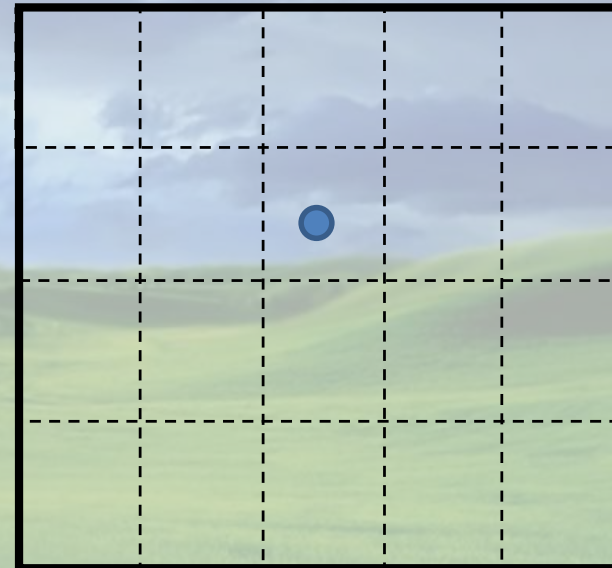
Frequente  
e  
abbondante  
(dominante)



Frequente  
ma poco  
abbondante



Poco  
frequente e  
localmente  
abbondante



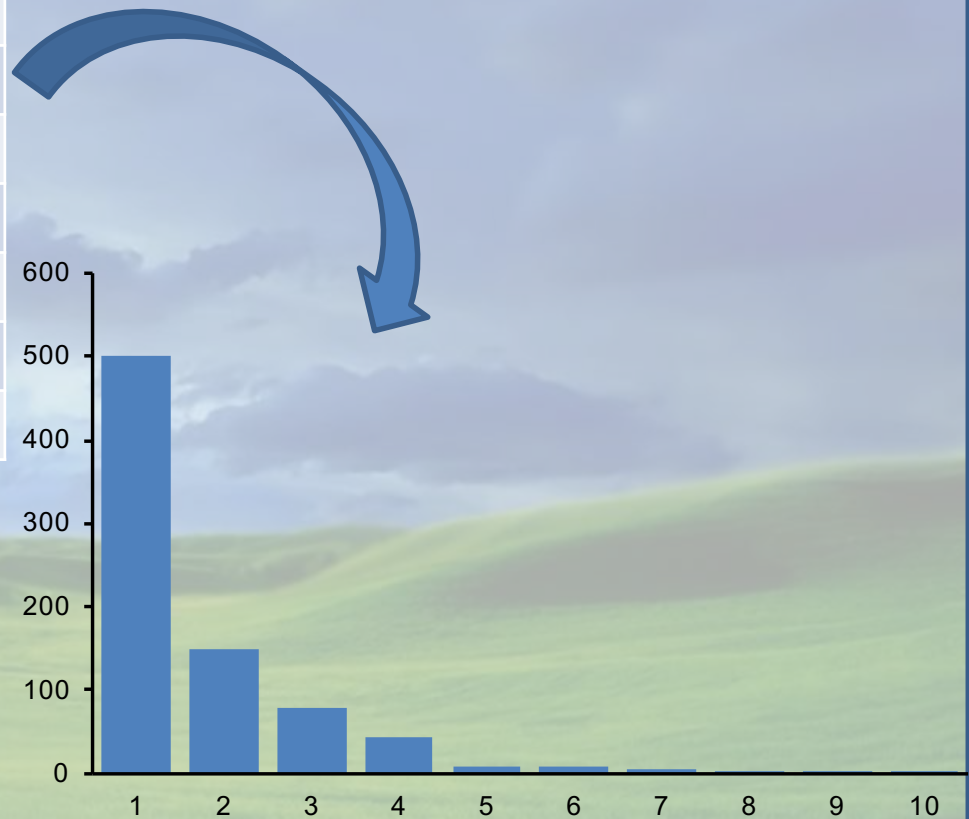
Poco  
frequente  
poco  
abbondante

# Distribuzione delle abbondanze

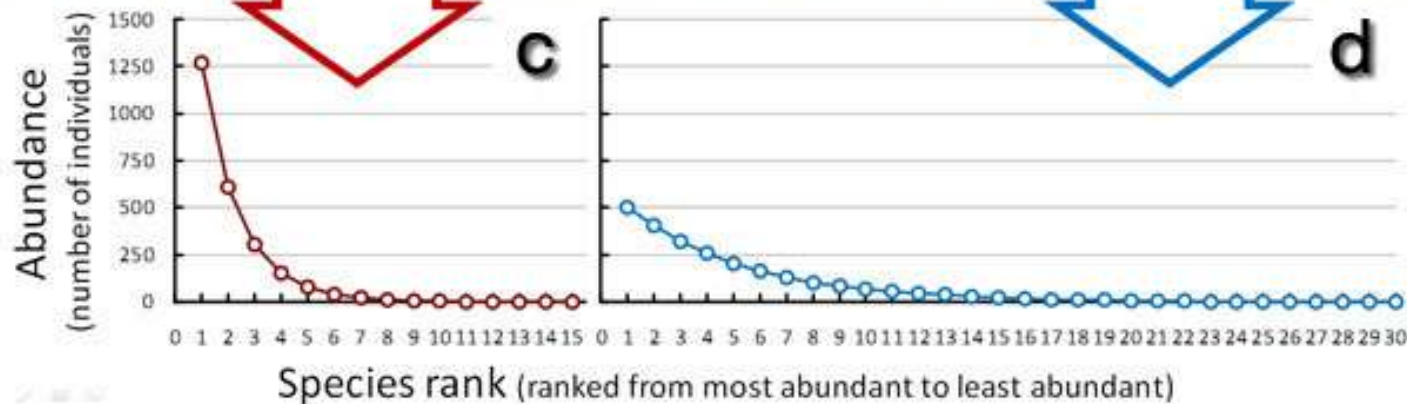
Specie	abbondanza
sp1	1
sp2	1
sp3	43
sp4	10
sp5	80
sp6	9
sp7	4
sp8	500
sp9	150
sp10	1

Specie	abbondanza
sp8	500
sp9	150
sp5	80
sp3	43
sp4	10
sp6	9
sp7	4
sp1	1
sp2	1
sp10	1

Ordinamento per  
abbondanza



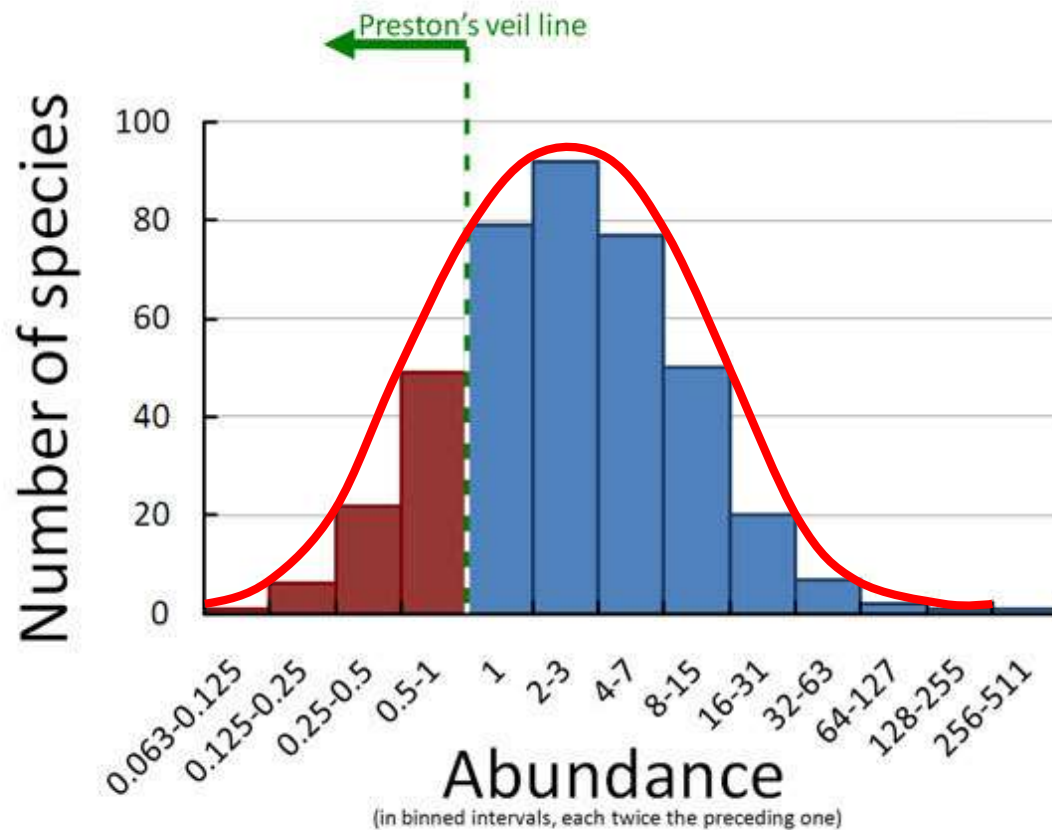
# Distribuzione delle abbondanze



Sistemi soggetti a disturbo periodico possono mostrare minore evenness rispetto a sistemi più strutturati, nei quali una più fine ripartizione delle nicchie può portare a una maggiore equidistribuzione degli individui nelle diverse specie.

In quasi tutte le comunità in cui le specie sono state identificate e contate, le distribuzioni sono fortemente sbilanciate verso la rarità. Cioè, ci sono molte specie rare e solo alcune specie comuni. Sebbene questo andamento sembri essere una caratteristica universale di tutte le comunità, può essere più pronunciato in alcuni sistemi.

# Distribuzione log-normale



Preston (1948) mette in relazione le abbondanze (in intervalli di abbondanza crescente, in cui uno è il doppio dell'altro) con il numero di specie che rientrano in tali intervalli di abbondanza. Si evince che la distribuzione segue un andamento normale. Tale distribuzione è molto frequente nelle comunità in vari ambienti. Tuttavia, nei dati reali solo una parte della distribuzione è evidente, suggerendo che non vi siano specie particolarmente rare.

In quasi tutte le comunità vi sono poche specie molto abbondanti e molte poco abbondanti. Preston teorizza che un campionamento più intensivo "scoprirebbe" il velo che nasconde la sezione a sinistra della distribuzione. Quindi possono esistere moltissime specie rare, che però sono difficilmente rilevabili dal normale sforzo di campionamento

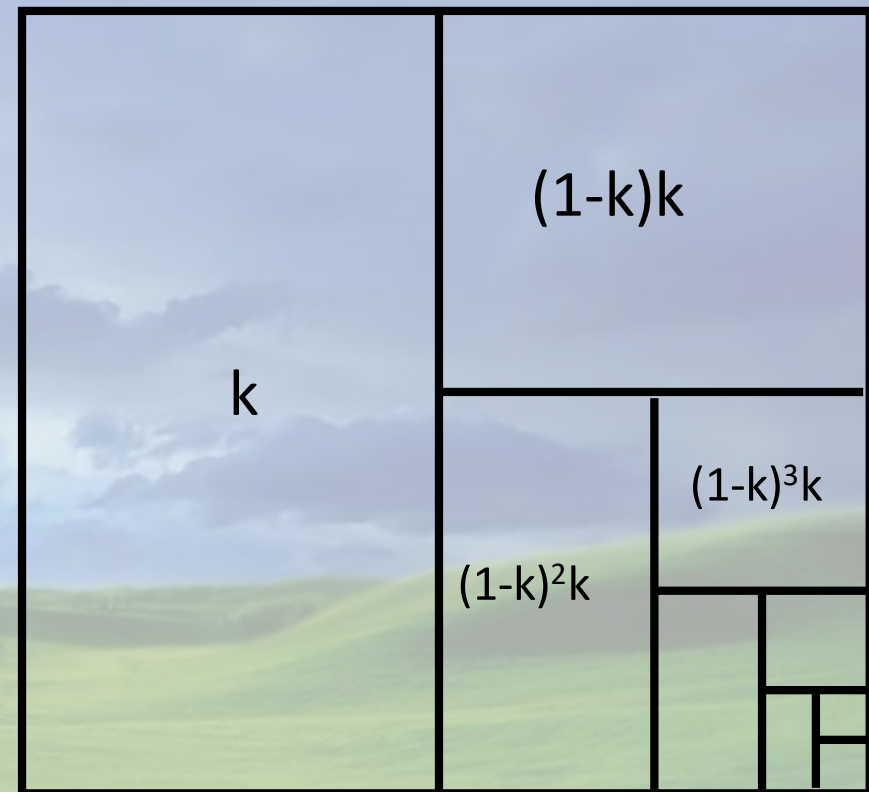
# Serie geometrica

Il modello descritto da una serie geometrica, detto anche della nicchia di prelazione o di Motomura, descrive comunità nelle quali le specie colonizzano un'area in successione ad intervalli regolari, ognuna delle quali si accaparra una frazione costante ( $k$ ) delle risorse rimanenti (Modello di Fisher, o logaritmico, simile)

L'abbondanza delle specie sarà proporzionale alla quantità di risorsa prelata.

Il modello della serie geometrica descrive una distribuzione in cui **poche specie dominano**. **L'equitabilità della comunità è bassa**. Della risorsa definita, la specie dominante ne occupa una parte, la seconda specie una parte minore e così via.

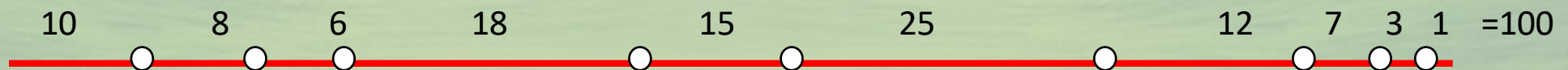
È tipico di **ambienti poveri in specie** (ambienti estremi in cui uno o pochi fattori ambientali determinano la distribuzione di abbondanza) oppure negli stadi iniziali di una successione ecologica.



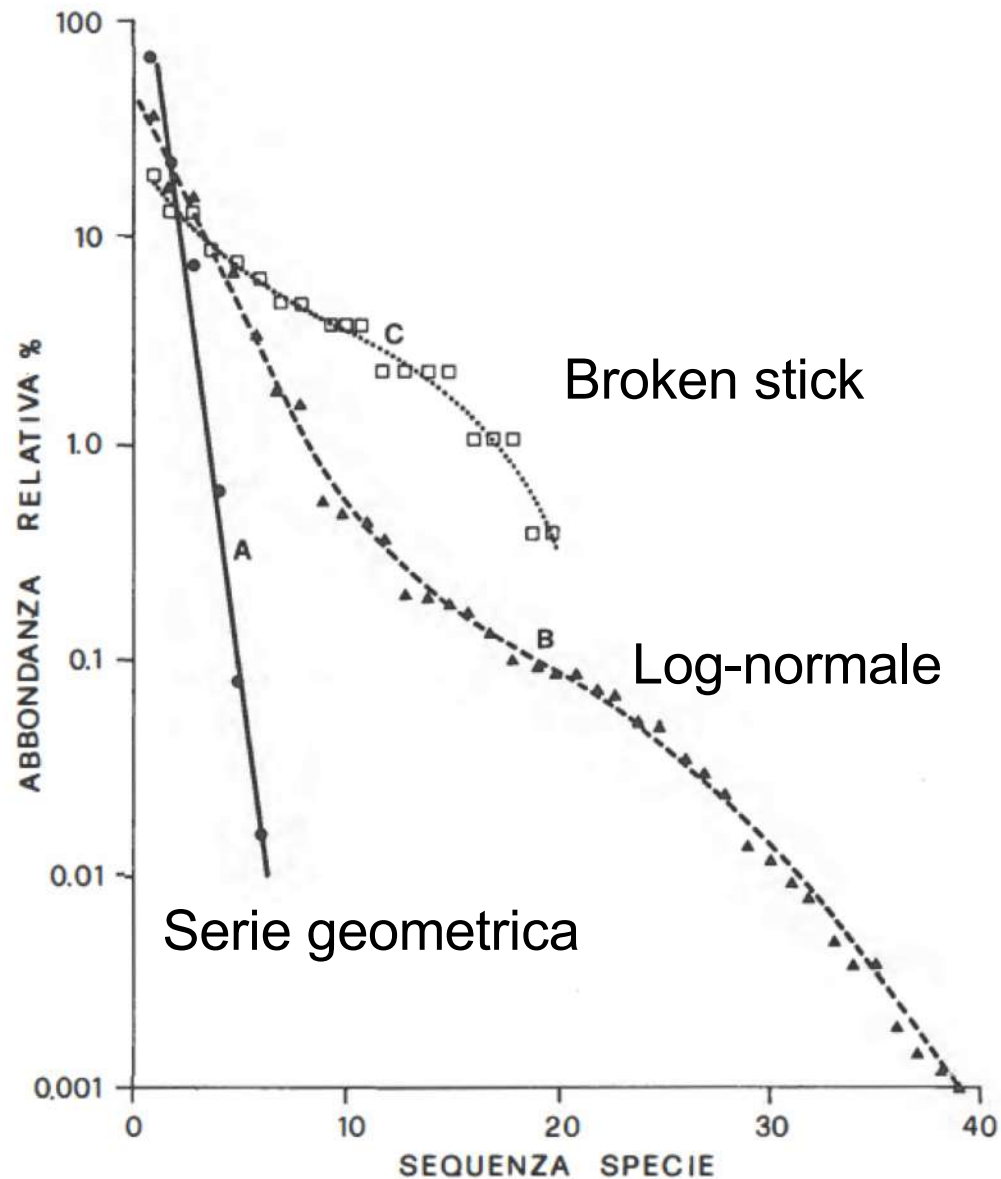
# Distribuzione “broken-stick”

MacArthur (1957) propone un tipo di distribuzione chiamato “bastone spezzato” per spiegare la distribuzione di abbondanza nelle specie di uccelli della foresta tropicale.

Questo modello presuppone il caso di specie simili troficamente che si trovano contemporaneamente ad occupare un habitat idoneo e a ripartirsi in modo casuale le risorse disponibili. Il nome viene da un’analogia: immaginiamo di segnare  $S$  punti random su un bastone e poi di spezzarlo in quei punti – quello che osserveremo sarà che la lunghezza dei frammenti non si differenzierà eccessivamente. In questo modello, le abbondanze sono proporzionali alla quantità di risorsa accaparrata, e produrrà una distribuzione delle abbondanze abbastanza uniforme tra le specie.



# Sintesi distribuzioni specie-abbondanza



Le distribuzioni vengono visualizzate generalmente come curve rango-abbondanza. Le specie vengono ordinate secondo un ordine decrescente di abbondanza (rango) e le loro abbondanze rappresentate per ciascuna specie.

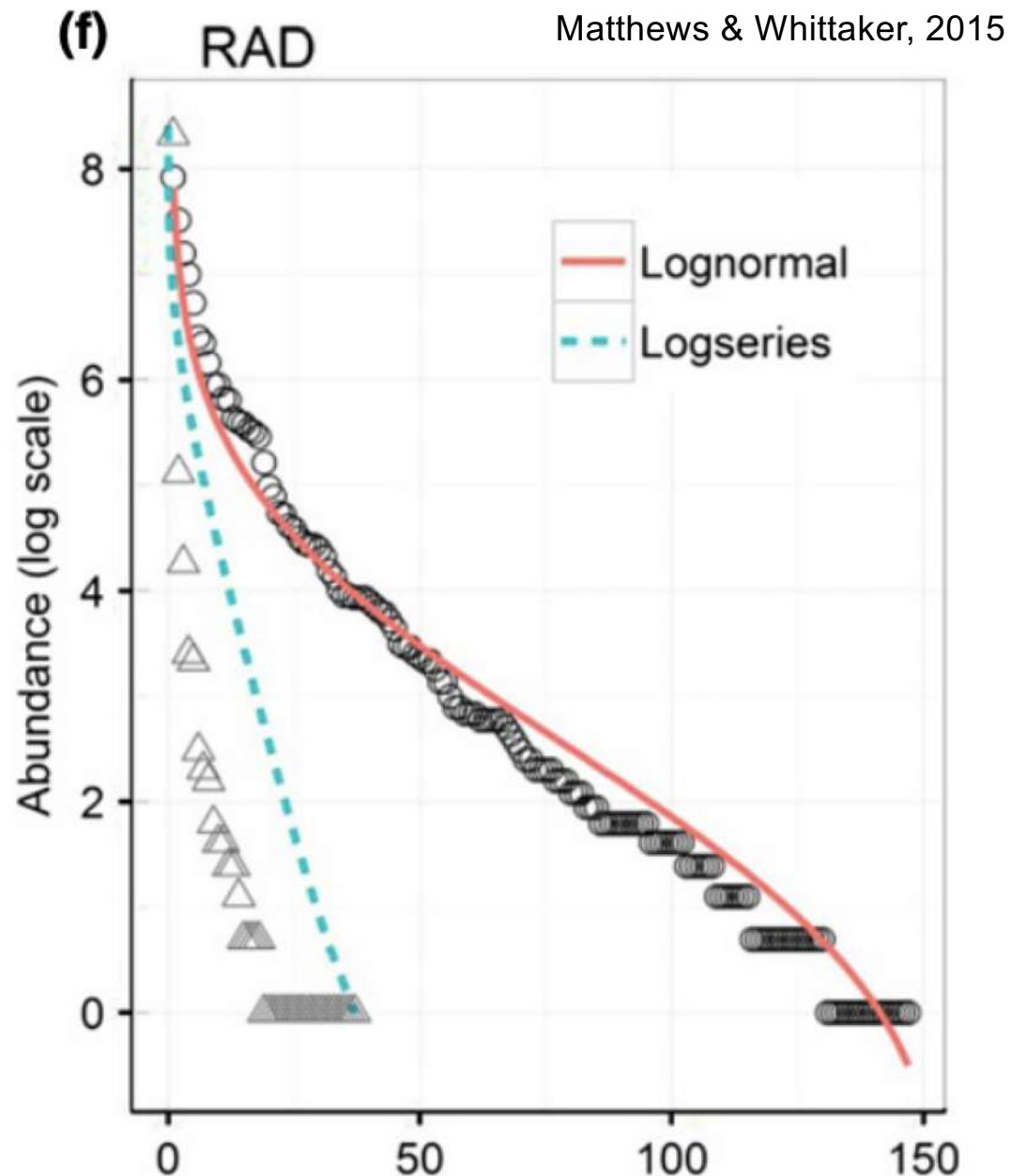
**SG:** Una o pochissime specie dominanti, e poche specie meno abbondanti

**L-N:** Poche specie molto abbondanti e molte specie rare.

**BS:** Abbondanze abbastanza equiripartite tra le specie



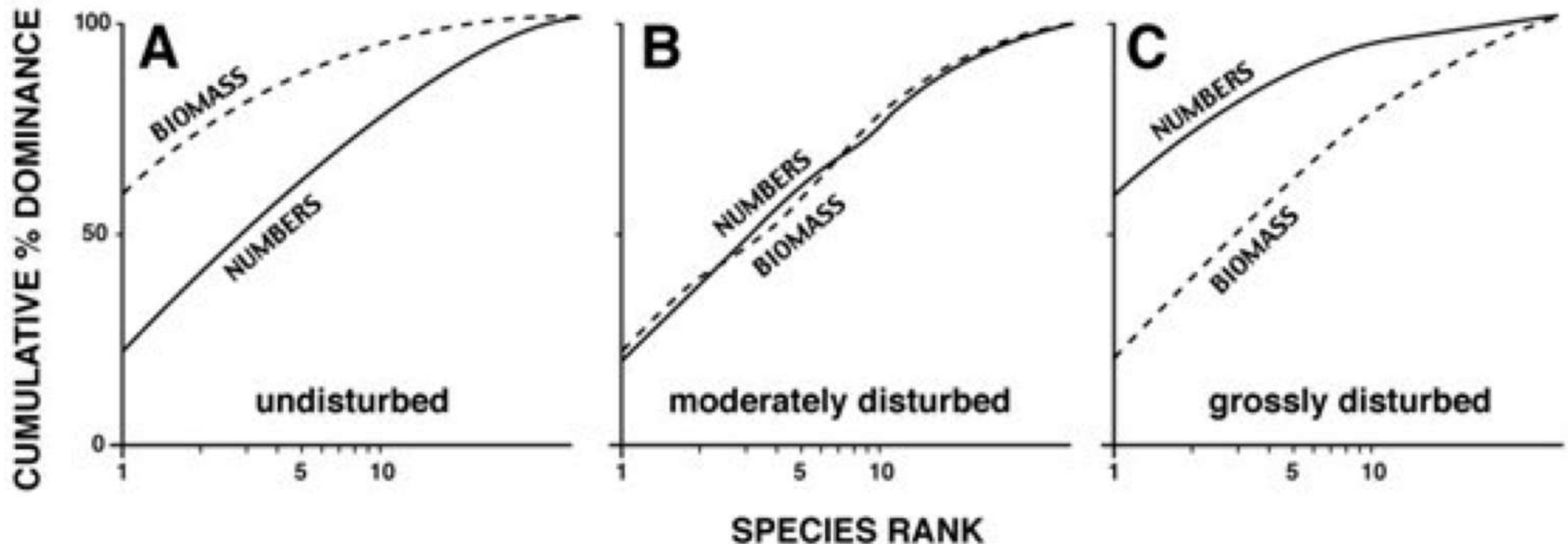
# Curve rango-abbondanza



Le curve di rango abbondanza possono essere utilizzate per comprendere lo stato di una comunità. In comunità disturbate, ad esempio, l'andamento della distribuzione può cambiare (aumento pendenza) perché la comunità può essere monopolizzata da una o poche specie, tolleranti per le condizioni disturbate. Un aumento della pendenza rispetto a comunità simili in condizioni non disturbate può mettere in luce una situazione di impatto.

# Curve abbondanza-biomassa

## ABC DOMINANCE CURVES

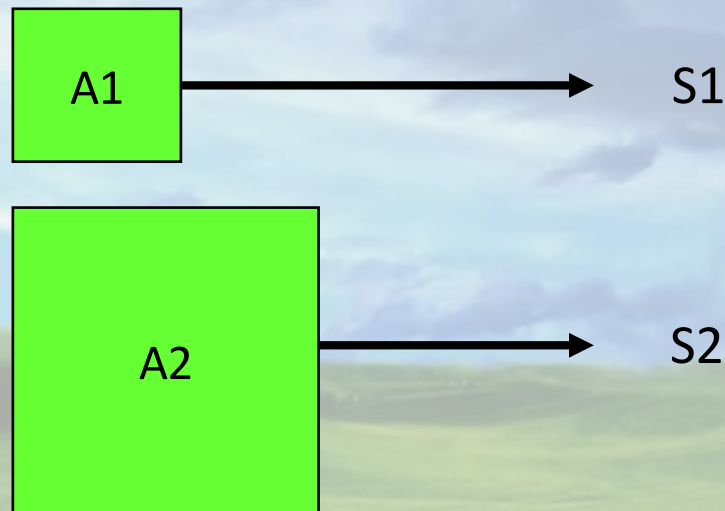


L'approccio mette a confronto le curve di abbondanza cumulativa con quelle di biomassa cumulativa. Normalmente in condizioni non disturbate la curva della biomassa dovrebbe sovrastare quella delle abbondanze (specie k, con pochi individui grandi). In condizioni di elevato disturbo, si può avere un'inversione perché le specie che vivono in queste condizioni sono soprattutto di tipo r, quindi con molti individui ma molto piccole. Scenario simile quando il disturbo rimuove gli adulti o gli individui dei livelli trofici superiori (es. impatto della pesca).

# Curve specie area

Le relazioni tra il numero di specie presenti e la dimensione dell'area che le ospita è sempre stato argomento di interesse per gli ecologi, fin dalla metà del 1800.

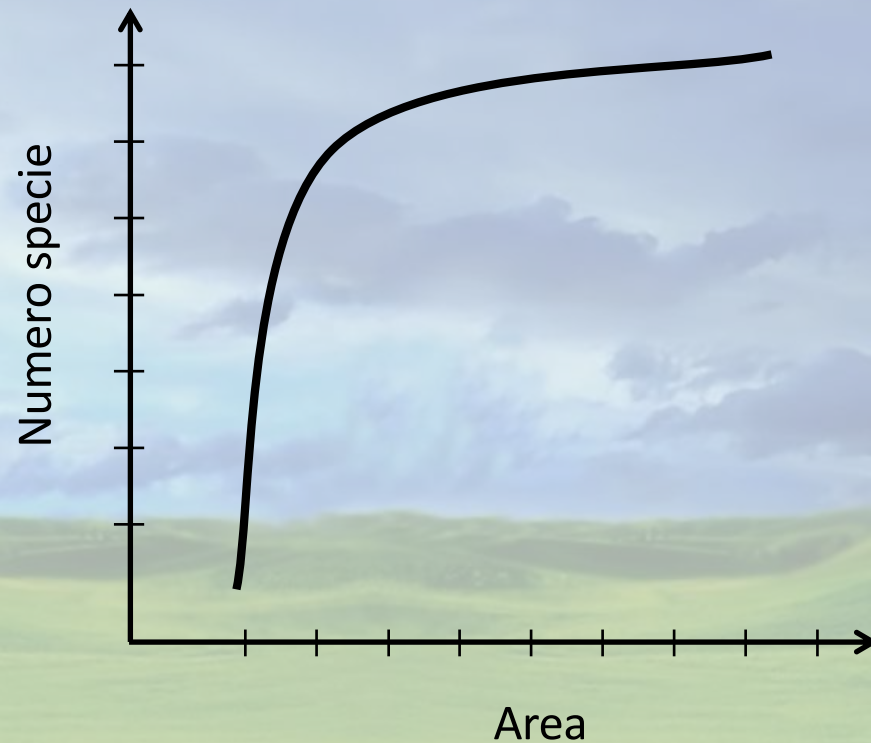
Per anni, la relazione tra specie ed area è stata considerata “una delle poche leggi genuine dell'ecologia”.



$$A2 > A1$$
$$S2 > S1$$

# Curve specie area

Da dati empirici, si è visto che, disponendo su un grafico il numero delle specie contro l'area di un numero crescente di campioni, si osserva una curva di incremento la cui pendenza è elevata all'inizio ma gradualmente si appiattisce.



# Curve specie area

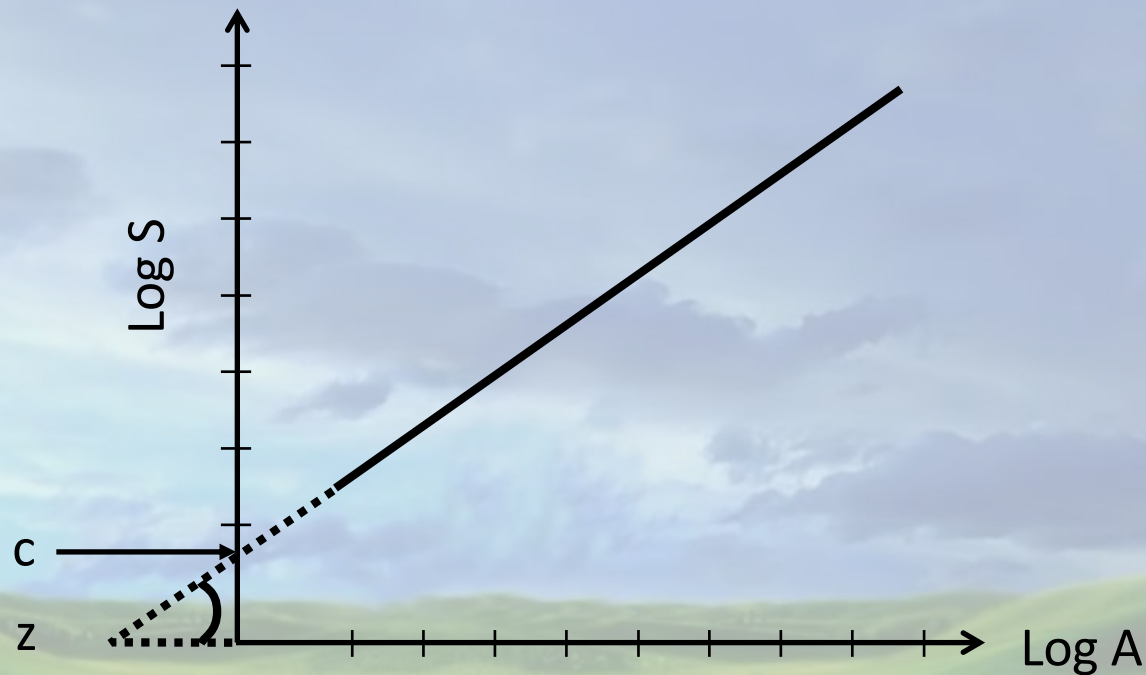
Questa relazione è tendenzialmente indipendente dalla posizione geografica dell'area oggetto di studio (tropici, zone temperate o vicino ai poli) e viene identificata dalla formula di Arrhenius:

$$S = cA^z$$

Nell'equazione,  $S$  = il numero di specie;  $A$  = l'area considerata;  $c$  = prima costante, legata al tipo di organismi (e in particolare alla relazione specie-abbondanza che li caratterizza) e alla dimensione (e tipo di misura) dei campioni;  $z$  = seconda costante, legata alla "natura" dell'area in esame (eterogeneità, disponibilità di risorse, ecc.).

# Curve specie area

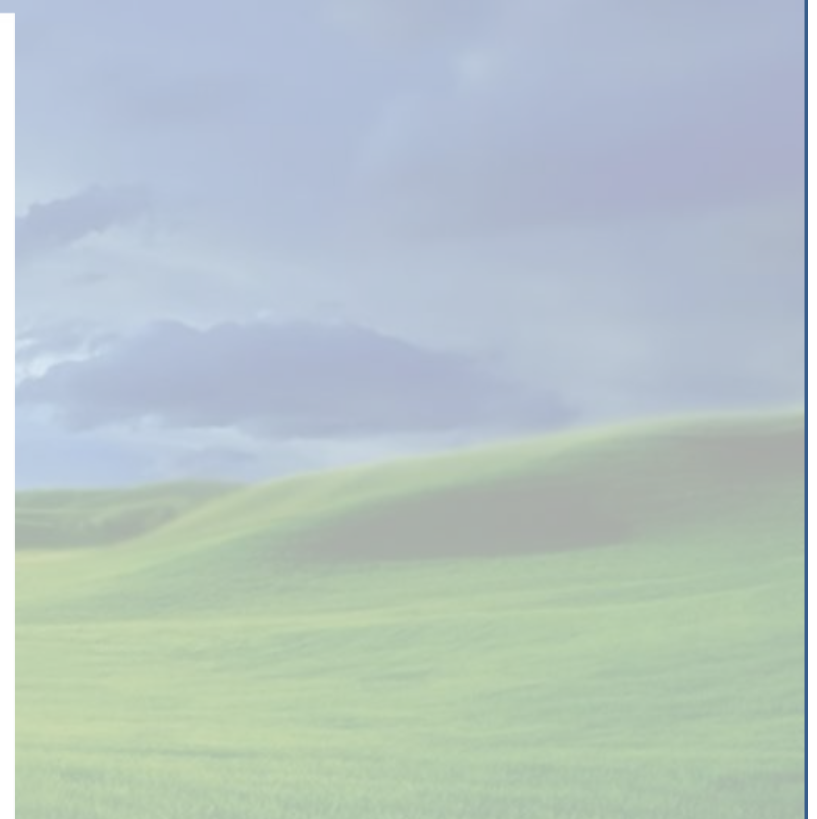
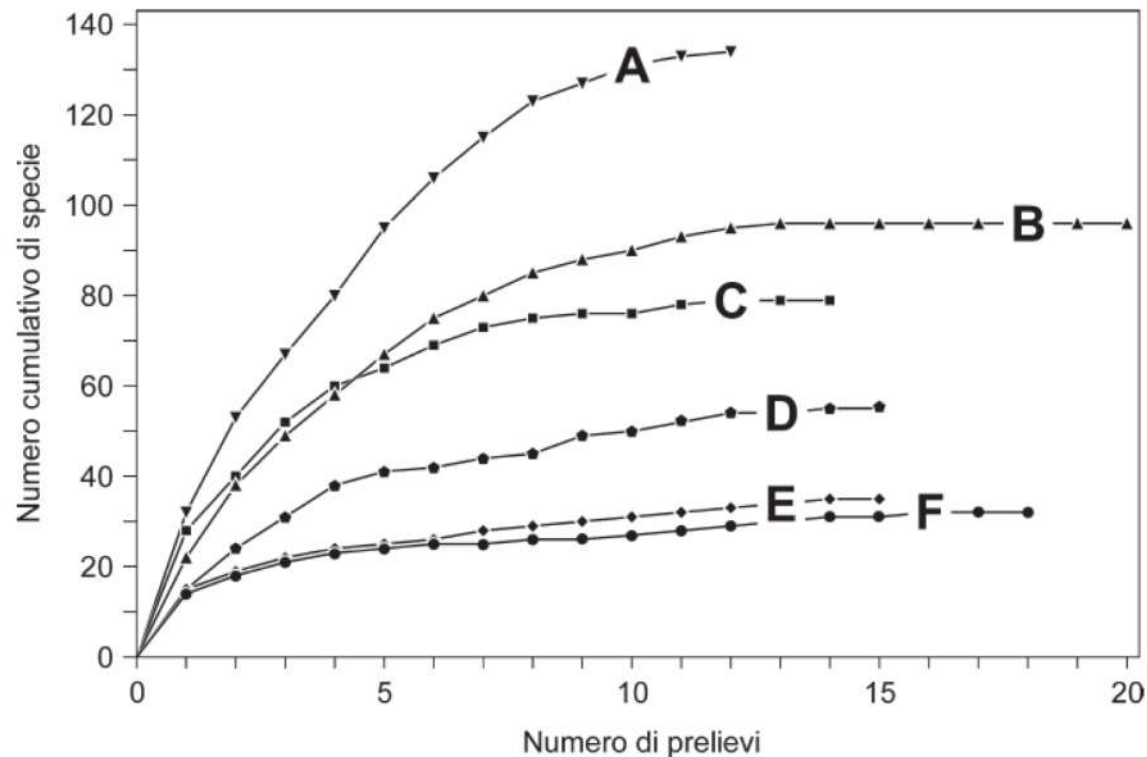
$$\log S = \log c + z \log A$$



dopo questa trasformazione si ottiene una retta la cui pendenza è data da  $z$  e l'intercetta da  $c$ .

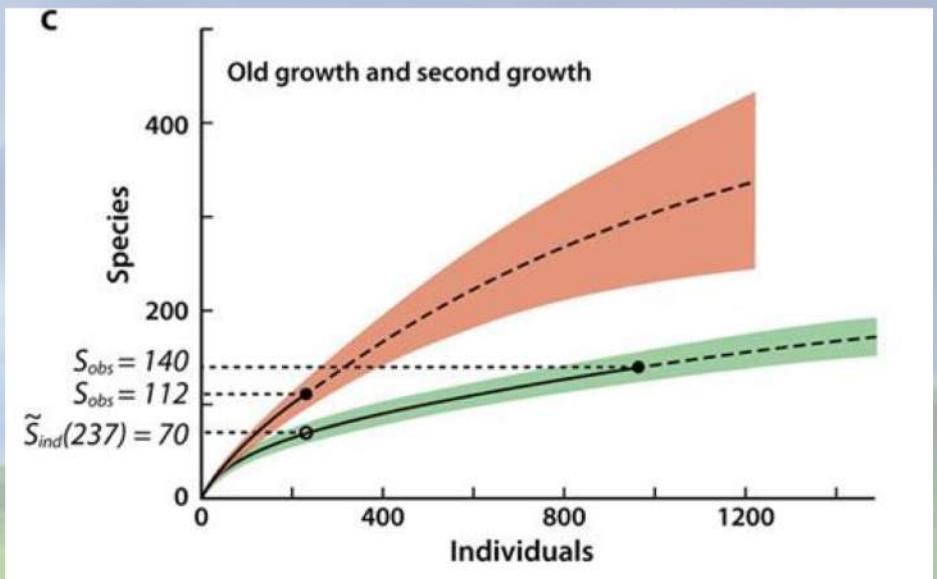
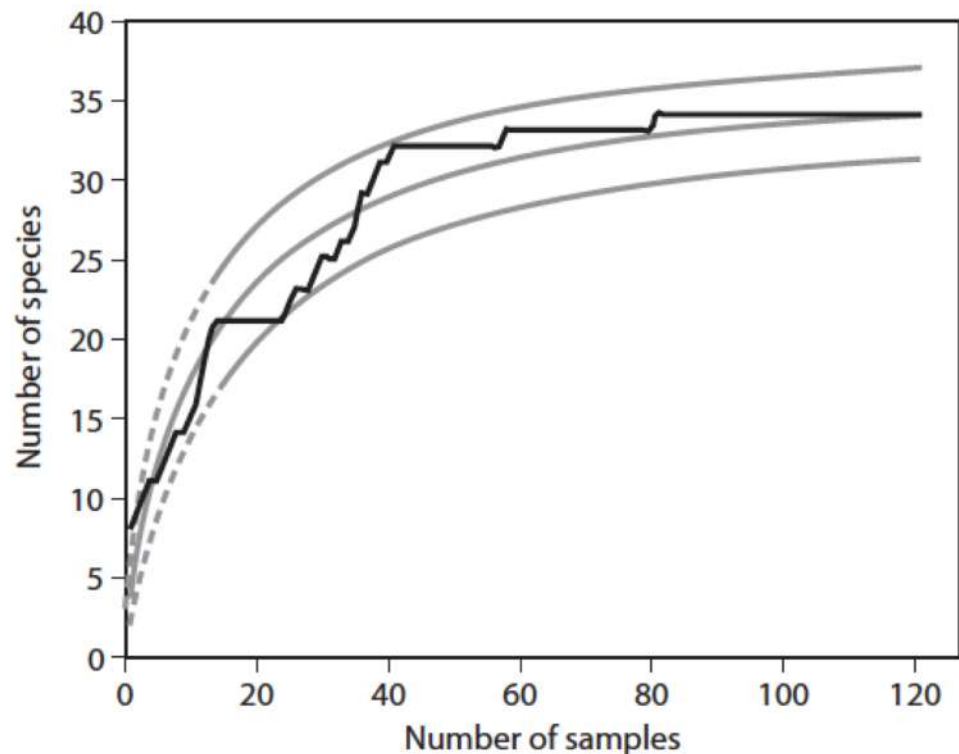
# Area minima

Le curve di accumulo specie-area (o specie-campione) possono servire a determinare quanti campioni sono necessari a quantificare in maniera rappresentativa la diversità di una comunità. Con la stessa logica si possono utilizzare le curve specie-area (o specie-campione) per definire la dimensione appropriata di una riserva, in modo da proteggere la maggior parte delle specie.



# Rarefazione

L'andamento dell'accumulo ovviamente dipende dalla particolare sequenza dei campioni. Un modo più corretto di costruire l'andamento è quello di generare una **curva di rarefazione**. Questa può essere costruita selezionando casualmente 1, 2, 3, . . . N campioni (o individui) dal set a disposizione, ripetendo l'operazione più volte, e costruendo un grafico della media delle specie per ciascun subset di campioni (o individui) selezionati, insieme ad un intervallo di confidenza (generalmente al 95%).



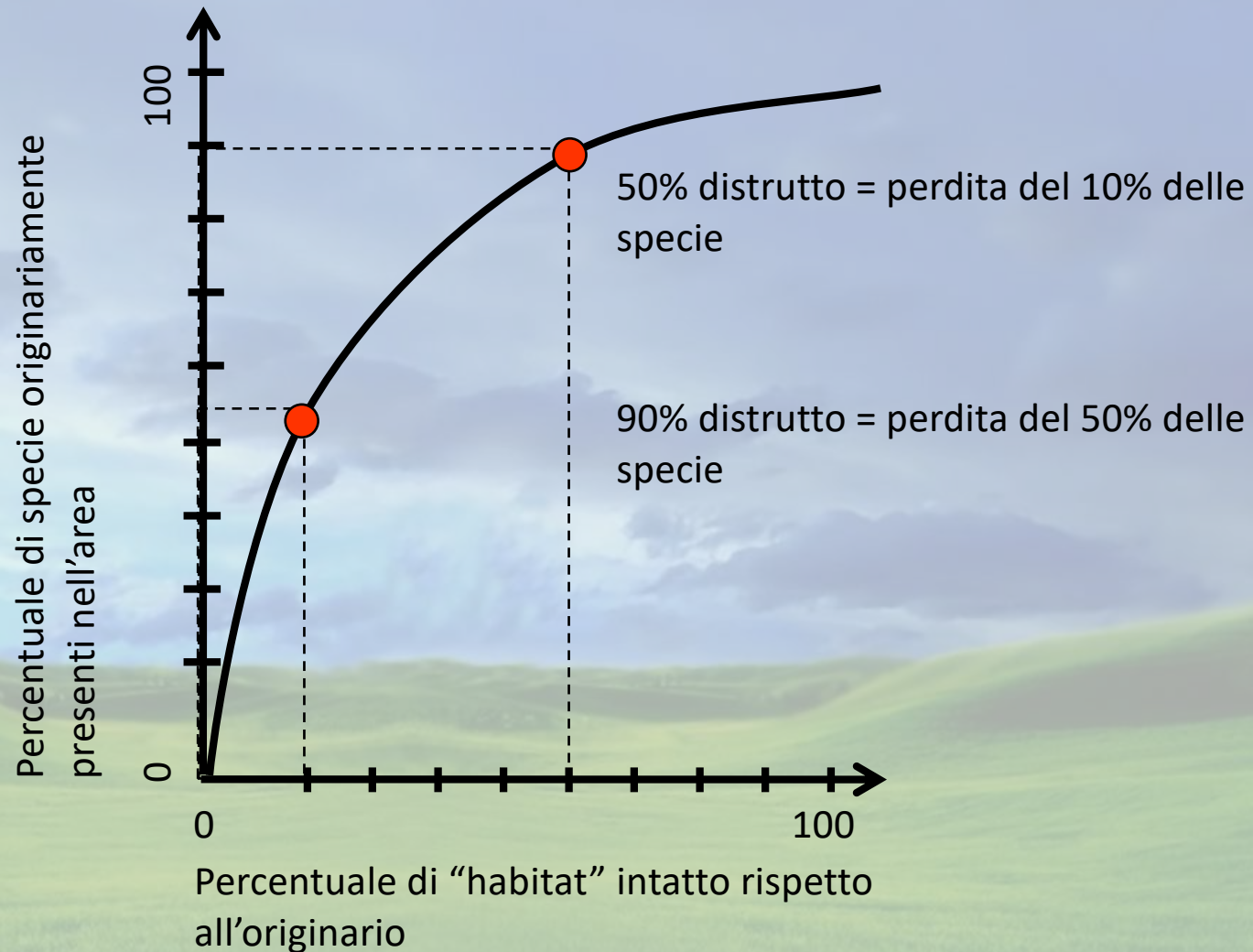
Oltre agli usi descritti in precedenza, le curve di rarefazione possono servire a comparare la ricchezza in specie tra comunità, quando questa deriva da differenti sforzi di campionamento.



# Perdita di specie

Le curve di rarefazione, inoltre, possono fornire una previsione della riduzione della diversità in seguito alla perdita di un determinato habitat.

Colwell et al 2012



# Stimatori

Le curve di rarefazione non forniscono informazioni sul valore asintotico della ricchezza in specie in una determinata area o per una data comunità, e non possono essere usate per **estrapolare** il numero di specie su un'area maggiore di quella campionata. Per far questo esistono degli stimatori. Essi sono di due tipi: non parametrici (che non si basano sull'interpolare un modello parametrico ai dati, e si basano sulla frequenza delle specie rare) e parametrici.

Un esempio di stimatore non parametrico è lo stimatore CHAO1. Esso si basa sul numero di specie rare (*singleton* e *doubleton*). È una stima di presenza delle specie al crescere del numero di individui.

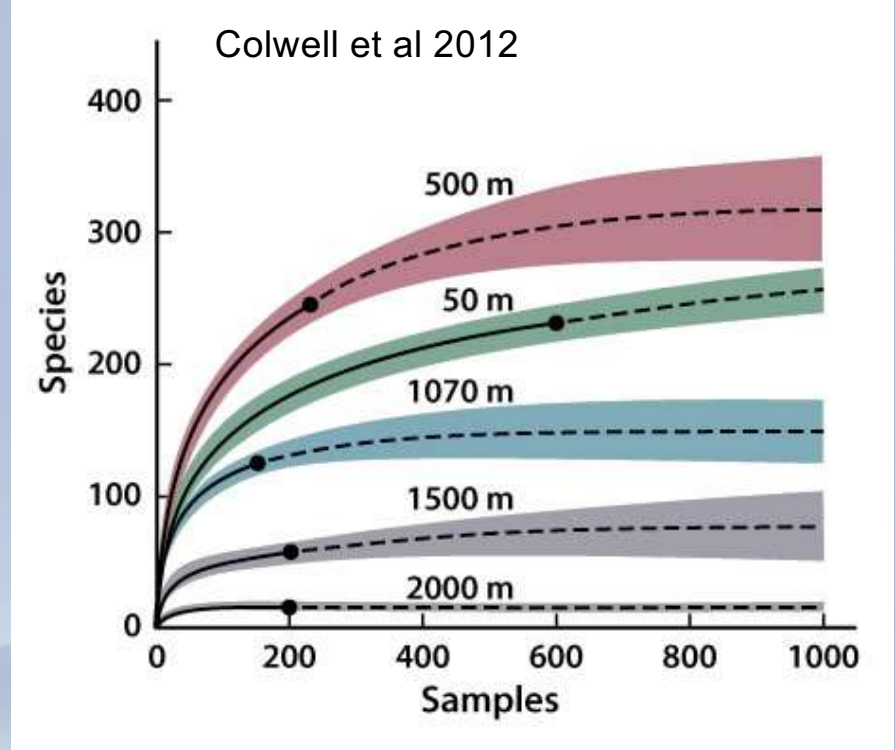
$$\text{CHAO1 } S_{\text{est}} = S_{\text{obs}} + a^2/2b$$

In presenza di molte specie rare, si preferisce usare ACE (abundance-based coverage estimator). Esistono anche le versioni per le stime basate sul numero dei campioni (CHAO2 e ICE).

Questi stimatori, tuttavia, non consentono una vera e propria estrapolazione. Essi stimano il numero di specie presenti nella comunità ma non osservate con il campionamento.

# Stimatori

Questi stimatori non parametrici risentono della rappresentatività del campionamento. In casi in cui i campioni sono ridotti rispetto all'area, o quando la comunità è estremamente diversa, essi possono sottostimare considerevolmente il numero di specie presenti. Nel caso in cui, invece, l'area è stata ben campionata, questi possono fornire una stima asintotica abbastanza affidabile. Per ben campionato, per CHAO2 ad esempio, si intende un tasso di incidenza di singleton <50%.

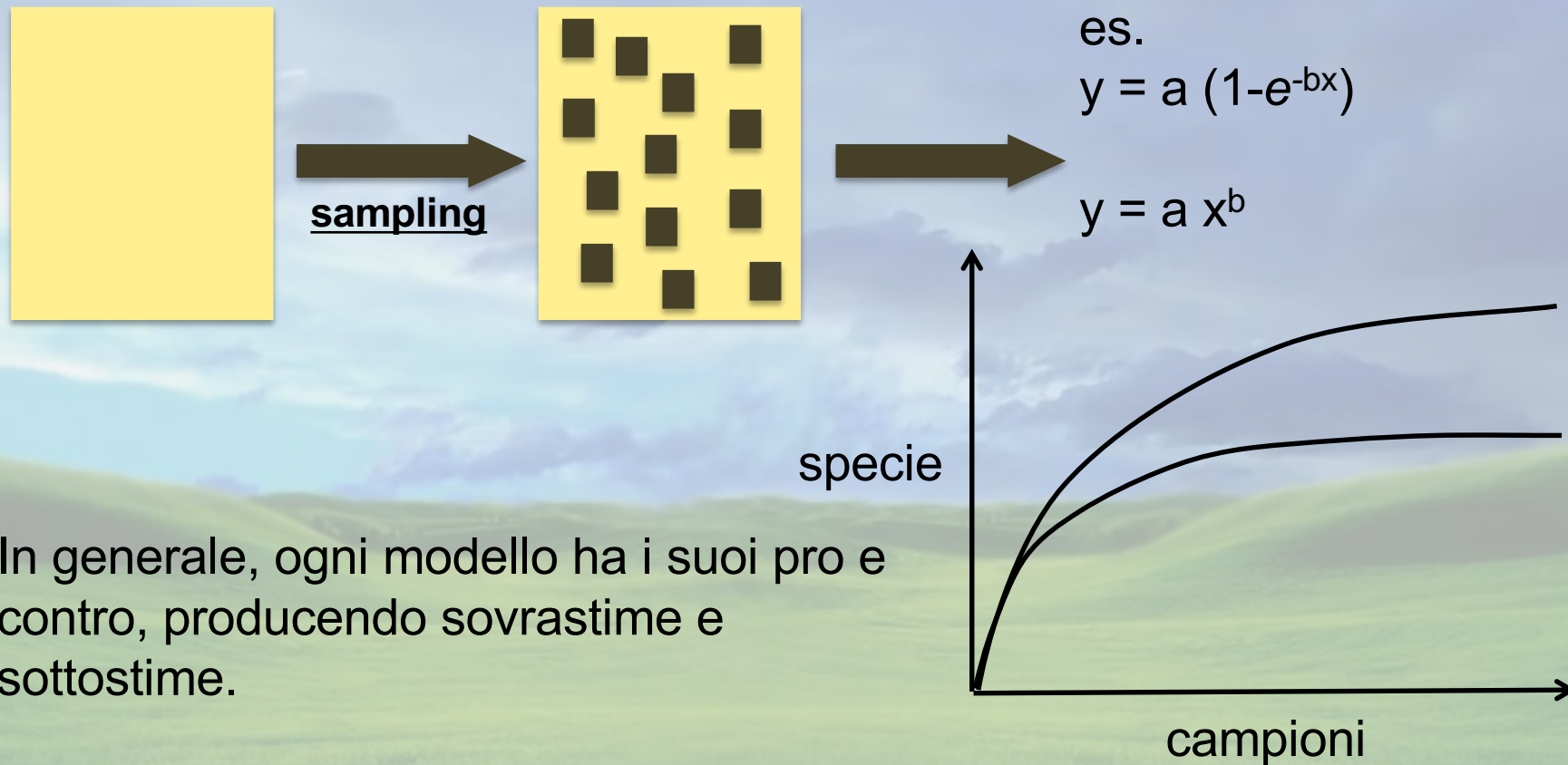


Questo spesso non si concilia con operazioni di stima della ricchezza in specie su aree molto grandi, per le quali difficilmente il campionamento può essere esaustivo. In generale, questi stimatori forniscono una stima al ribasso, cioè indicano la ricchezza specifica minima che ci si può attendere nell'area.

Vi sono stimatori non parametrici che consentono di estrapolare nel vero senso della parola su un campione più ampio. Questo però è possibile solo per piccole estensioni (2-3 volte l'area campionata), e rendono possibile l'estrapolazione partendo dalla rarefazione tramite l'uso di particolari modelli statistici.

# Estrapolazione

L'estrapolazione può essere ottenuta interpolando un modello ai dati. Esistono svariate soluzioni, comprendenti sia modelli asintotici (es. esponenziale negativo) e non asintotici (es. log-lineare o potenza).



In generale, ogni modello ha i suoi pro e contro, producendo sovrastime e sottostime.

# Teorie sui pattern macroecologici

## Teoria della nicchia

Le comunità sono composte da specie che ne fanno parte perché vi trovano l'insieme delle **condizioni e delle risorse idonee alla loro esistenza**. La coesistenza è mediata dalle **interazioni** e dalla **ripartizione** delle risorse. Nella visione più "integrata" nelle comunità esistono strette relazioni tra specie che ne fanno **un'unità separata** dalle altre. In un'altra visione, più individualistica, vi è **un continuum** di risorse e condizioni nel quale le specie si collocano in base alle loro esigenze di **nicchia**, dando vita ad assembramenti di specie che condividono in tutto o in parte il range di condizioni e risorse, formando comunità che però non sono unità separate ma piuttosto insiemi di specie che variano lungo il continuum.

## Teoria neutrale

Nella teoria neutrale, tutte le **specie hanno lo stesso potenziale** di esistere in un determinato luogo. Tutti gli **individui** che sono **simili funzionalmente sono equivalenti**. Non sono considerate le differenze tra specie né le relazioni. La composizione delle comunità dipende da **fattori stocastici di speciazione** ed estinzione a larga scala, e di **immigrazione ed estinzione** a piccola scala. La distribuzione dipende dalla **dispersione**. Un individuo si trova in un posto perché lo ha raggiunto ed è sopravvissuto.

Entrambe sono in grado di spiegare i pattern macroecologici di relazione specie-area, specie-abbondanza, e distance-decay. Non necessariamente mutualmente esclusive.