

SELEZIONE NATURALE E ADATTAMENTO

La teoria della selezione naturale è all'origine de "L'ORIGINE DELLE SPECIE" e della teoria dell'evoluzione

SPIEGA

- 1) Gli adattamenti tra gli organismi, cioè le caratteristiche che li mettono in grado di sopravvivere e di riprodursi,
- 2) La divergenza delle specie da antenati comuni
- 3) L'enorme diversità dei viventi



(a)



(b)

Impollinazione per pseudocopulazione. (a) un'orchidea australiana, *Chiloglottis formicifera*, attrae i maschi delle vespe tinnine grazie a un profumo e alle strutture scure sul labello del fiore che in qualche modo ricordano un insetto. (b) Una vespa maschio impollina un fiore nel tentativo di copulare con esso.

Va sottolineato:

- 1) la forma ed il profumo sono adattamenti per favorire la riproduzione piuttosto che la sopravvivenza;
- 2) la pianta si riproduce ingannando o sfruttando un altro organismo che non riceve benefici.



Formiche tessitrici (*Oecophylla*) che costruiscono un nido. Questi comportamenti geneticamente determinati sono adattamenti che non aumentano il successo riproduttivo degli organismi che li mettono in atto, ma di altri membri della stessa specie.

ADATTAMENTO

Processo di cambiamento su base genetica in una popolazione attraverso il quale, come risultato della selezione naturale, il valore medio dello stato di un carattere migliora con riferimento a una specifica funzione

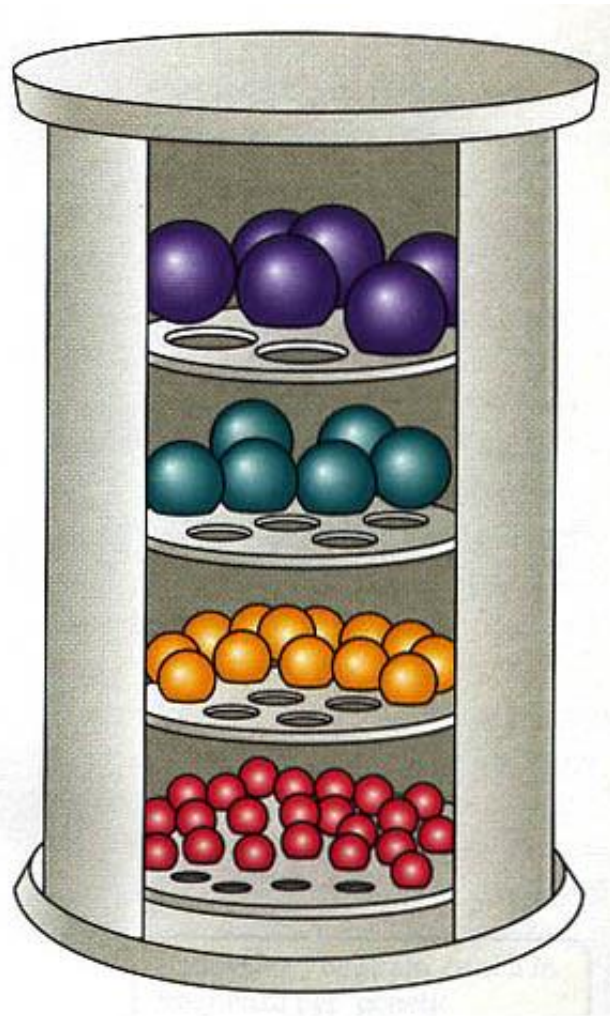
Processo attraverso il quale si ritiene che una popolazione sia divenuta più adeguata a confrontarsi con alcune caratteristiche del suo ambiente

Caratteristica che è divenuta prevalente in una popolazione a causa del vantaggio selettivo portato da questa caratteristica al miglioramento di alcune funzioni.

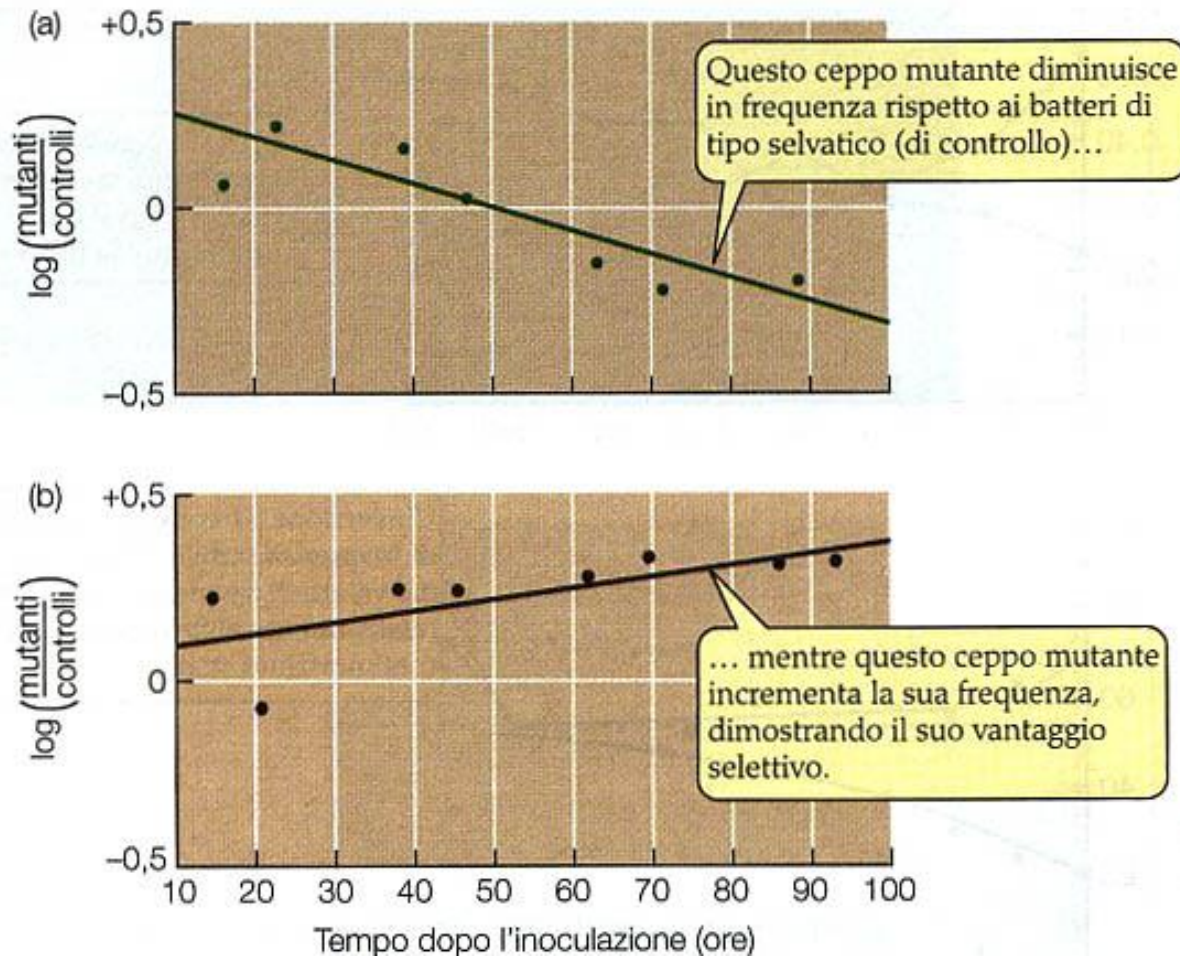
Alternativa Darwiniana al progetto intelligente

- Alternativa Darwiniana: progetto realizzato dal processo completamente inconscio della selezione naturale, secondo cui gli organismi con caratteri che aumentano la sopravvivenza e la riproduzione sostituiscono quelli con caratteristiche meno adeguate, che quindi si riproducono e sopravvivono in misura minore.
- Tale progetto non ha un fine o scopo. L'apparente direzionalità verso un fine è causata dall'esecuzione di un programma che controlla un processo. L'informazione codificata per tale programma è contenuta nelle sequenze del DNA. Essa è stata modellata dunque da un processo storico di selezione naturale (Mayr, 1988).
- *Per selezione naturale intenderemo quel processo che opera sulla base di ogni differenza costitutiva nella fitness tra classi fenotipicamente differenti di entità biologiche.*
- Ci sarà selezione solo se esistono variazioni in fitness: differenze statistiche nel successo riproduttivo tra geni, individui o popolazioni.

**SELEZIONE PER..
E
SELEZIONE DI..**

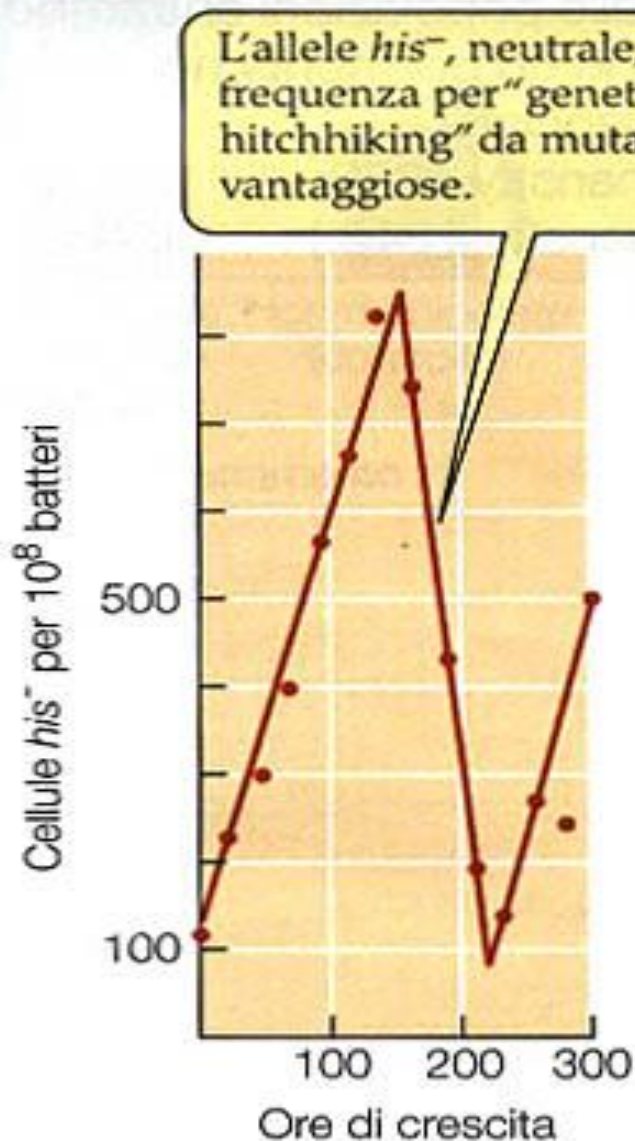


Un giocattolo che seleziona palline. Le palline cadono attraversando buchi sempre più piccoli dall'alto verso il basso. In questo caso, c'è selezione di palline rosse, che sono anche le più piccole, ma la selezione è per le piccole dimensioni. (Da Sober 1984.)



Selezione naturale in popolazioni sperimentali nutrite con lattosio di *Escherichia coli* con mutazioni al locus β -galattosidasi, l'enzima che idrolizza il lattosio

SELEZIONE PER.... E SELEZIONE DI...



In *Escherichia coli* sono presenti l'allele selvatico *his⁺* che codifica enzima che sintetizza istidina, mentre *his⁻* no.

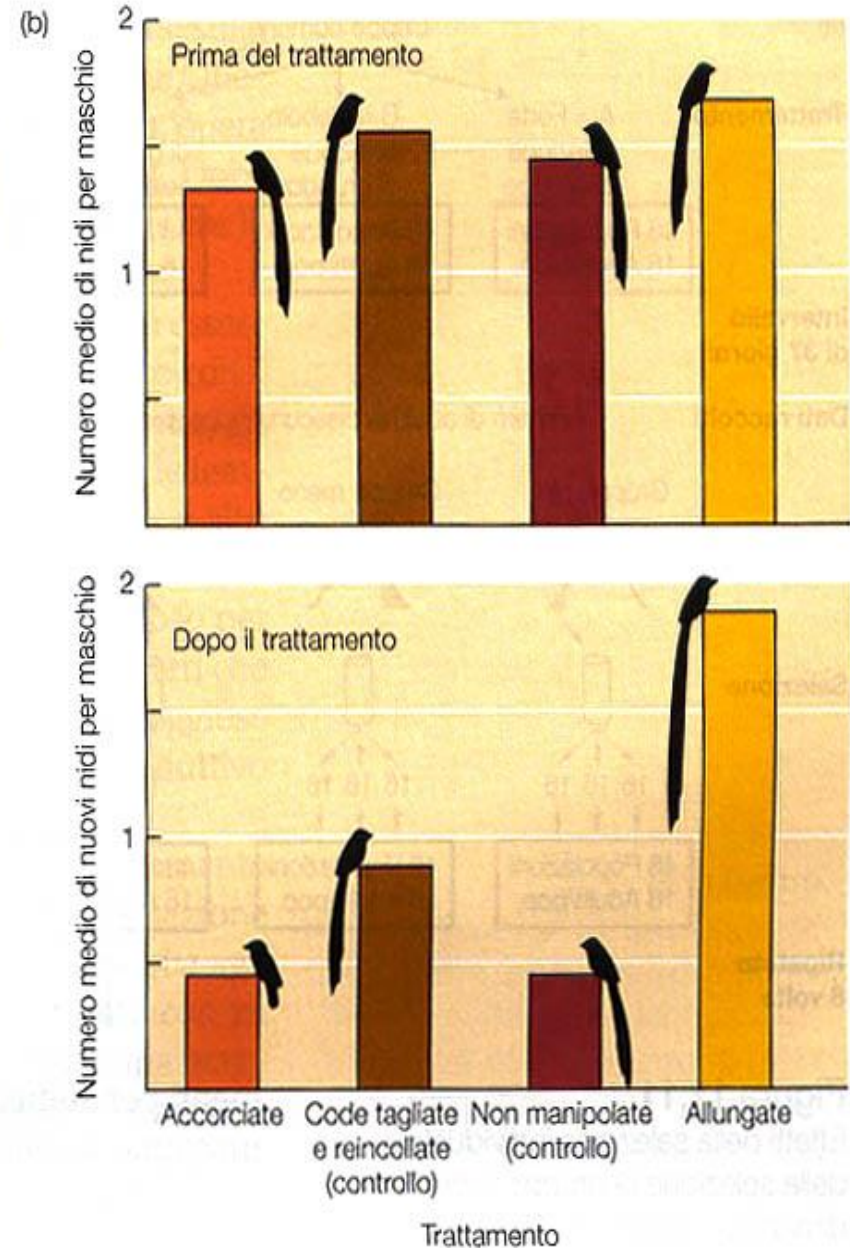
Le due popolazioni furono fatte crescere in terreno con istidina.

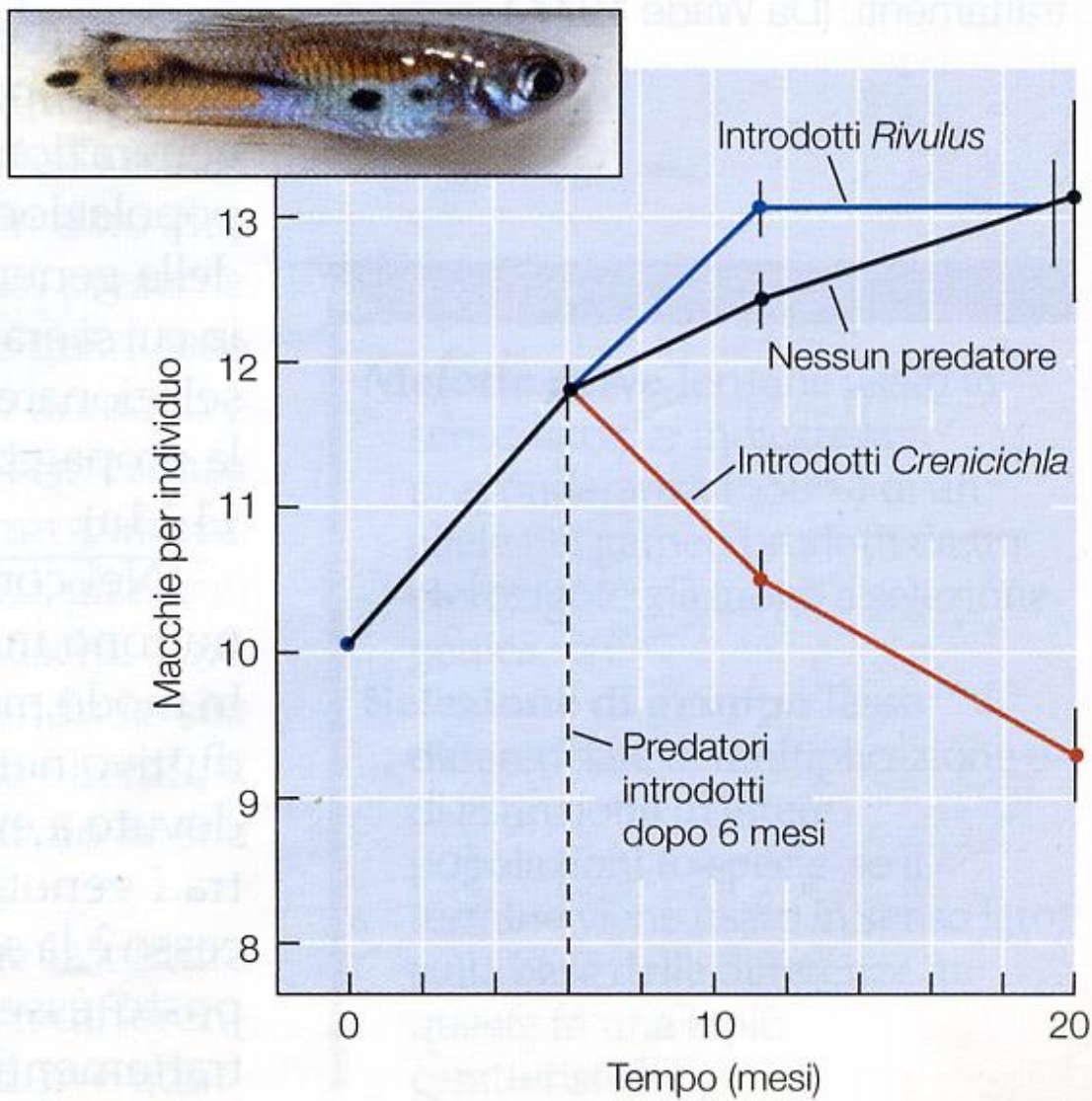
Risultato: la frequenza di *his⁻* aumenta se in una cellula che porta questo allele si verifica una mutazione vantaggiosa ad un altro locus. La frequenza poi può diminuire se una nuova mut. vantaggiosa si verifica in una cellula di tipo selvatico con *his⁺*

Successo riproduttivo nei maschi



(a) Maschio di vedova codalunga in volo. (b) Effetti della modifica sperimentale della lunghezza della coda sul successo nell'accoppiamento dei maschi, misurato come numero di nidi nel territorio di ciascuno. Furono utilizzati nove uccelli per ciascuno dei quattro trattamenti: allungamento o accorciamento delle penne della coda e due tipi di controllo: uno in cui le penne della coda venivano tagliate e poi nuovamente incollate e uno in cui la coda non veniva manipolata. (Da Andersson 1982; foto per gentile concessione di Malte Andersson.)





Pressioni selettive conflittuali

Evoluzione della colorazione nei maschi di guppy in popolazioni sperimentali. Sei mesi dopo che le popolazioni erano state fondate, alcune popolazioni furono esposte al più importante predatore di guppy adulti (*Crenicichla*), alcune altre a un predatore meno efficace (*Rivulus*) che si nutre principalmente di giovani guppy, mentre altre ancora furono lasciate senza predatori (controlli). Il numero di **macchie colorate** (**maggior successo riproduttivo** ma **alta esposizione al predatore**) sul corpo fu rivelato dopo 4 e 10 generazioni. (Da Endler 1980.)

Selezione sessuale

Riproduzione differenziale come risultato di differenze nella capacità di avere partner sessuali

Selezione individuale

Forma di selezione naturale che consiste nella differenza non casuale tra i contributi di distinti genotipi (o fenotipi alle generazioni successive all'interno di una popolazione

Selezione genica

Forma di selezione nella quale il singolo gene è l'unità di selezione, così che il risultato si può descrivere in termini di fitness dei differenti alleli

LIVELLI DI SELEZIONE

GENI
INDIVIDUI
POPOLAZIONI
SPECIE

Elementi genetici egoisti

In molte specie esistono elementi genetici egoisti trasmessi ad un tasso maggiore rispetto al resto del genoma dell'individuo e che sono non vantaggiosi o anche dannosi.

In *Nasonia vitripennis* un piccolo cromosoma *psr*, **trasmesso solo dagli spermatozoi**, causa nell'uovo fecondato la distruzione dei cromosomi paterni.

Negli imenotteri gli zigoti diploidi si sviluppano in femmine, quelli aploidi in maschi

L'elemento *psr* garantisce la sua sopravvivenza attraverso gli spermatozoi, nonostante questo possa alterare il rapporto sessi di una popolazione fino al punto di mettere in pericolo la sua stessa sopravvivenza.

Gli elementi egoistici illustrano la natura della selezione naturale: successo riproduttivo differenziale (geni) che non deve necessariamente produrre adattamento.

La selezione a livello di geni o di individui è probabilmente la più importante perché il numero ed il tasso di rinnovamento di queste entità sono maggiori di quelli delle specie.

Selezione di gruppo: è associata all'evoluzione di un "tratto altruistico": caratteristica che riduce la fitness dell'individuo a beneficio della popolazione o specie.

- 1) Un genotipo altruista, tra genotipi egoisti, dovrebbe diminuire in frequenza perchè lascerebbe meno prole
- 2) Un mutante egoista aumenterebbe in frequenza verso la fissazione

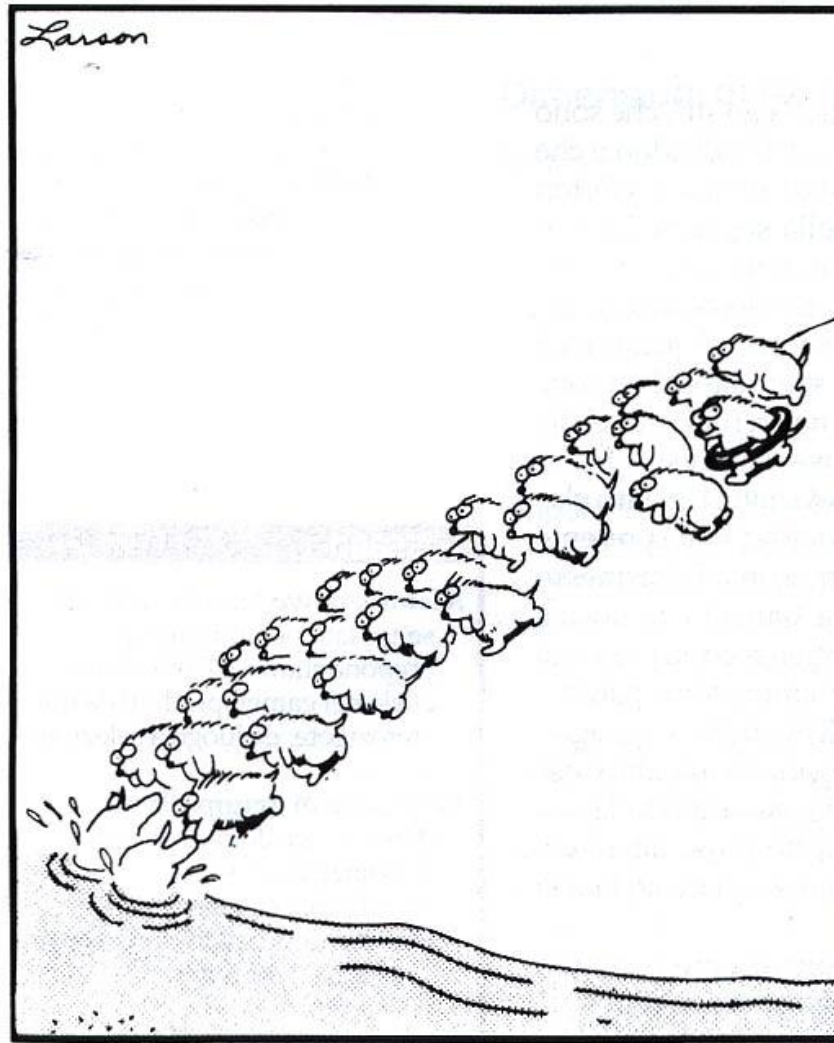
Alcuni studiosi di biologia evuzionistica hanno sostenuto che la selezione di gruppo è importante nell'evoluzione.

E' tuttavia opinione condivisa che poche caratteristiche si siano effettivamente evolute a causa del beneficio portato alla popolazione o alla specie

SELEZIONE DI GRUPPO:

Una specie o popolazione potrebbe evolvere "fenotipi altruisti".

Tuttavia la selezione individuale all'interno potrebbe agire in direzione opposta



Il mitico comportamento suicida del lemming, che (in accordo con la credenza popolare) si precipitano nel mare per evitare il sovrappopolamento. Il disegnatore di fumetti Gary Larson, in *The far side*, illustra il "principio dell'imbroglione" e il perché non ci si aspetta che un tale comportamento altruistico possa evolversi. (Da Chronicle Features, San Francisco)

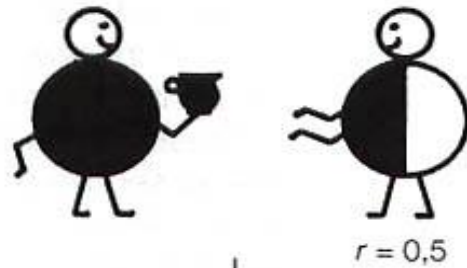
Se sono rari gli adattamenti che portano beneficio alla popolazione, come si spiegano “le operarie delle formiche che lavorano per la colonia e non si riproducono?”

Evoluzione per Kin Selection (Hamilton 1964)

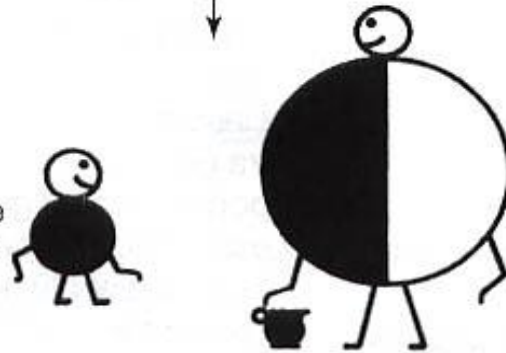
Kin selection: forma di selezione attraverso la quale gli alleli differiscono nel tasso di propagazione grazie all'influenza che hanno i loro portatori sul successo riproduttivo di individui imparentati (kin) i quali portano gli stessi alleli per discendenza comune

(a) **Altruismo**

L'altruista fornisce benefici a suo fratello che condivide $\frac{1}{2}$ dei suoi geni.



Nonostante l'altruista veda diminuire la sua fitness individuale, un numero maggiore di copie dei suoi geni è trasmesso alla generazione successiva.

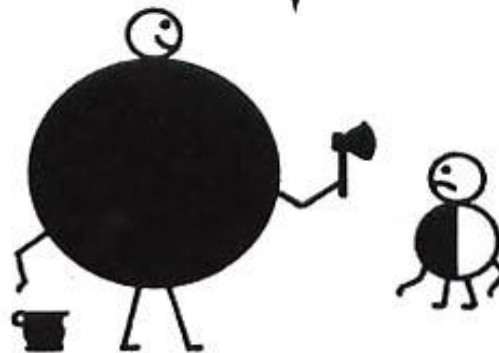


(b) **Egoismo**

Le azioni dell'individuo egoista danneggiano suo fratello.



L'azione dannosa diminuisce la fitness individuale del fratello, mentre la fitness dell'individuo egoista aumenta.



Nei due casi:
comportamento
altruista o egoista,
aumentano la
fitness perché uno
dei due fratelli
incrementa la
trasmissione degli
alleli condivisi

SELEZIONE DI SPECIE (Stanley 1979, Williams 1992)

Forma di selezione di gruppo nella quale specie con caratteri distintivi aumentano di numero (per speciazione) o diminuiscono di numero (per estinzione) in modo differenziale a causa di differenze nelle loro caratteristiche

SELEZIONE DI SPECIE (Stanley 1979, Williams 1992)

(a)



(b)



Fiori (a) dell'orchidea *Caliypso bulbosa* e (b) dell'iris *iris macrosiphon*. Il fiore altamente modificato dell'orchidea è anatomicamente rovesciato come mostra il picciolo che lo connette al fusto, che è avvitato di 180°, ritorto.

Tale sistema di impollinazione altamente specializzato spiega il fatto che costituiscono la più grande famiglia tra le piante

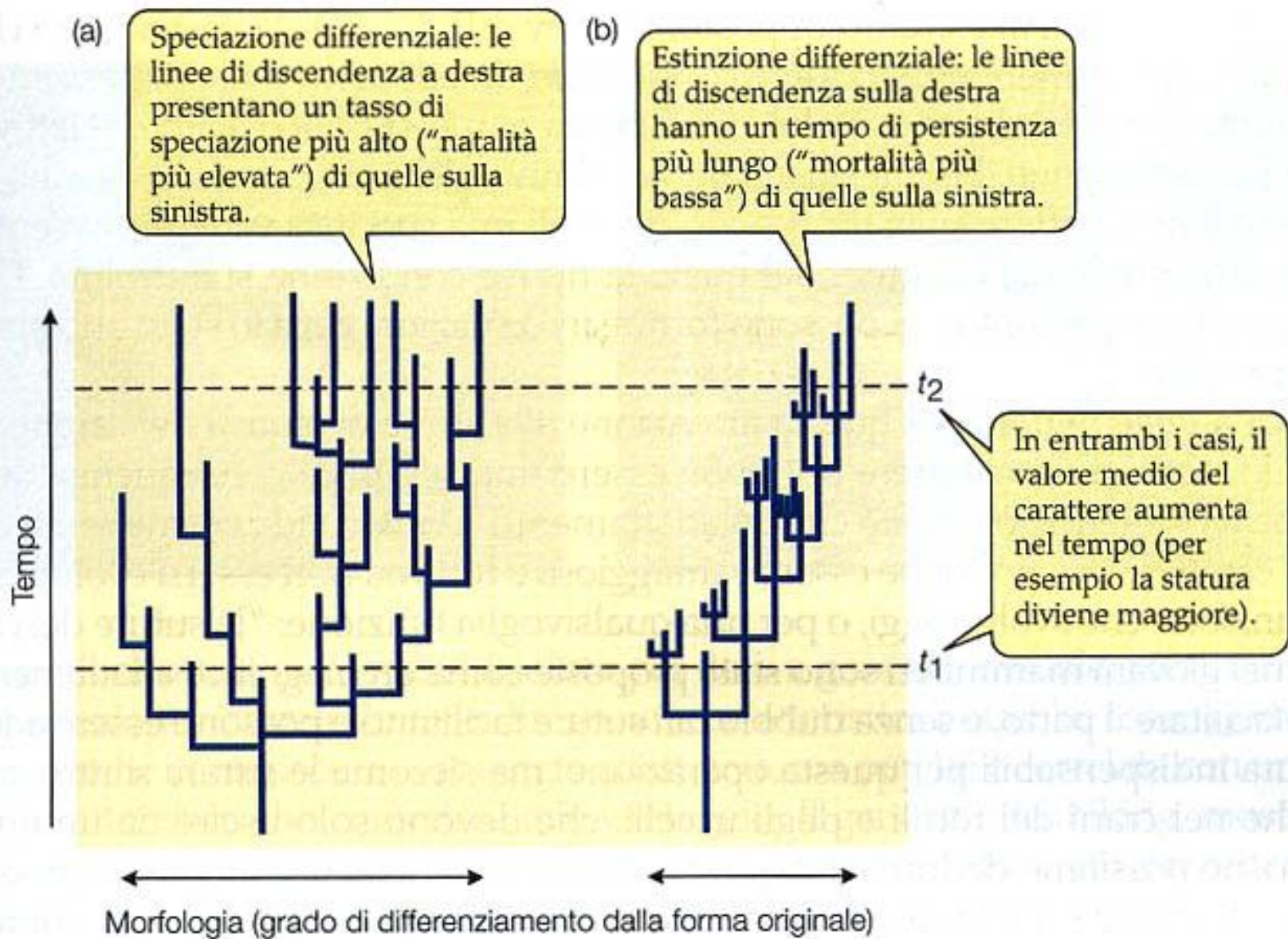
(A) An orchid (*Ophrys scolopax*) that is pollinated by "pseudocopulation." (B) Male bees of certain species are attracted to the flower by its scent (which mimics a female bee's sex pheromone) and color pattern (which imperfectly mimics a bee), and "mate" with it. The male bee shown here carries the yellow pollen mass of a previously visited orchid flower on its forehead.

(A)



(B)





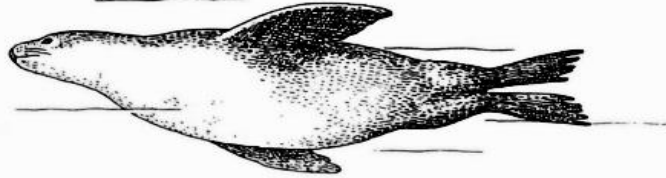
Selezione di specie: proliferazione differenziale di specie con diverso stato di un carattere. L'asse delle ascisse rappresenta un carattere morfologico, come le dimensioni del corpo. (Da Gould 1982.)

EVOLUZIONE INDIPENDENTE

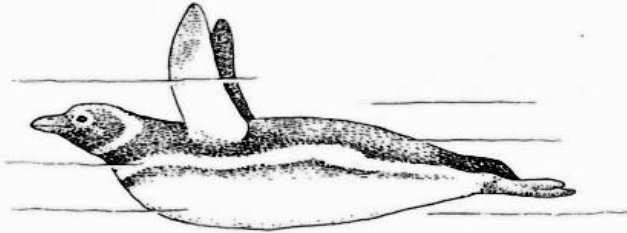
BALENE



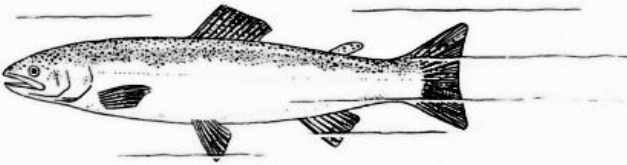
FOCHE



PINGUI.NI



PESCI



SERPENTI DI MARE



La realtà dell'adattamento è dimostrata dal fatto che gruppi di animali non imparentati reagiscono a pressioni selettive simili con adattamenti simili. La locomozione nell'acqua richiede strutture particolari e, in verità, balene e foche hanno natatoie e coda a pala di timone, i pinguini zampe palmate, i pesci pinne e i serpenti di mare un corpo appiattito lateralmente.

EVOLUZIONE INDIPENDENTE



Differenti vie evolutive tendenti allo stesso fine: trasformazioni nelle piante rampicanti. **A** stipule modificate in viticci nelle Passifloraceae. **B** foglioline modificate in viticci e in polloni nelle Bignoniacee. **C** foglie modificate in viticci nelle Ranunculaceae. **D** infiorescenze modificate in uncini nelle Rubiaceae. (da Hutchinson, 1969)

Adattamenti imperfetti per:

- la mancanza di variabilità genetica idonea alla risposta all'ambiente;
- la produzione continua di fenotipi meno idonei per mutazione ed immigrazione;
- la presenza di fenotipi ben adattati nel passato che rimangono nel presente;
- l'azione stessa della selezione naturale che tende complessivamente a diminuire col tempo la variabilità genetica (selezione stabilizzante);
- la risposta di un carattere alla selezione che può influire su un secondo carattere (correlazione genetica);
- la selezione che, se applicata ad un carattere, può provocare negli altri caratteri variazioni che influenzano la fitness dell'organismo.

LA SELEZIONE ARTIFICIALE E LA SELEZIONE NATURALE SONO PROCESSI DIVERSI

La selezione artificiale si propone uno scopo per il futuro:

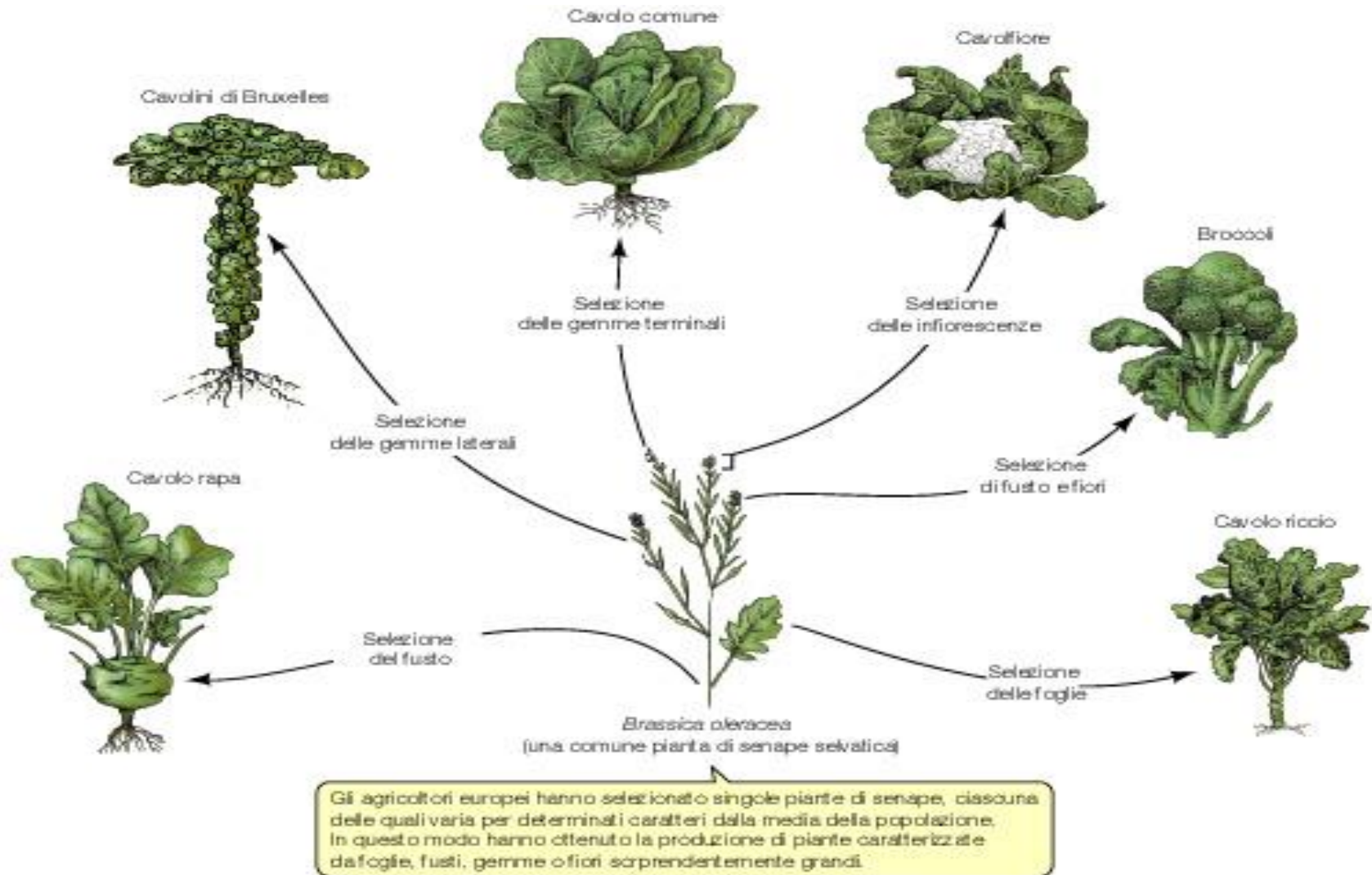
Es. coltivare un cereale con resa più alta

allevare una vacca che produca più latte

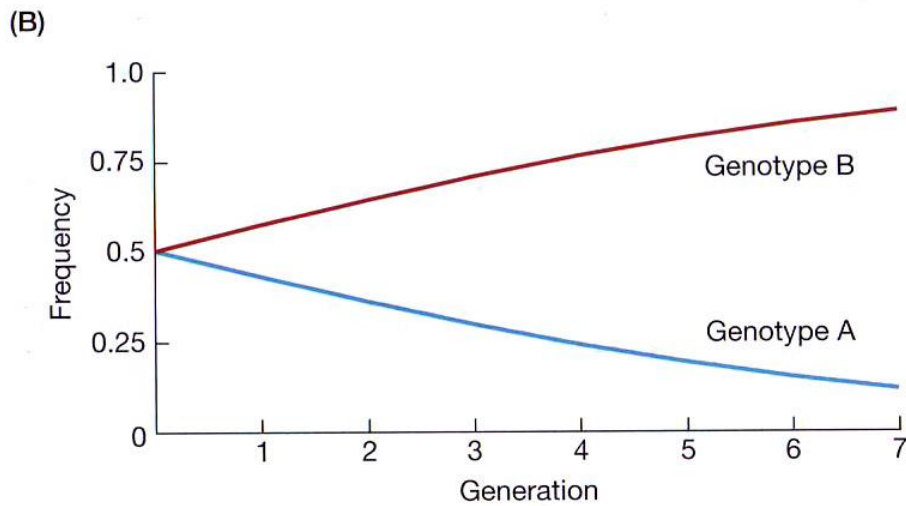
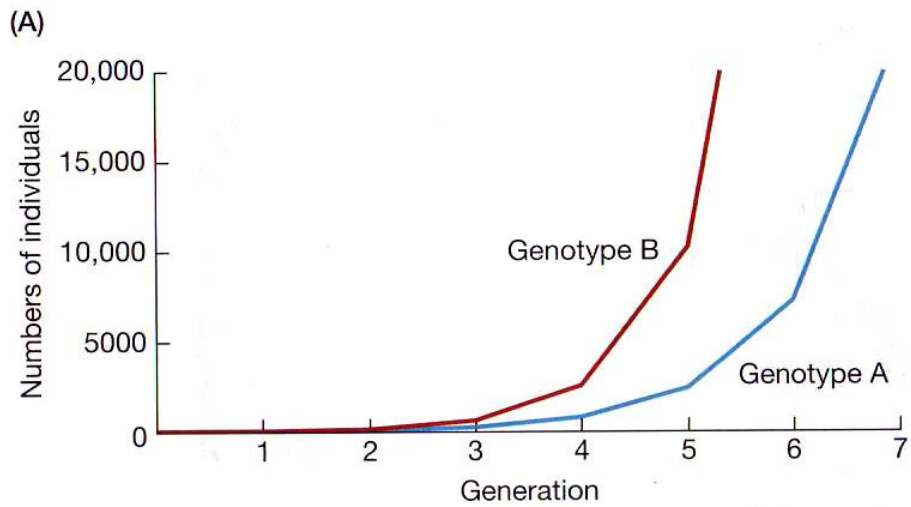
allevare un cane da caccia più abile

La selezione naturale non ha scopi. L'evoluzione per selezione naturale avviene poiché alcuni individui sono sopravvissuti alla mortalità, non perché sono stati scelti e selezionati come miglioramenti per il futuro

SELEZIONE ARTIFICIALE



Una stessa specie vegetale può dare origine a molte varietà commestibili. Tutti i tipi di cavolo illustrati in figura derivano da un'unica specie di senape selvatica. L'esempio illustra l'elevata variabilità che può essere presente in un pool genico.



Two genotypes of a plant are growing together. Genotype A has a fitness of 3, while genotype B has a fitness of 4. Both genotypes start with 10 individuals. (A) The population size of genotype B grows much more rapidly. (B) Plotting the frequencies of the two genotypes shows that genotype B, which starts at a frequency of 0.5, makes up almost 90% of the population just 7 generations later.