ZANICHELLI

David Sadava, David M. Hillis,
H. Craig Heller, May R. Berenbaum

La nuova biologia.blu

Genetica, DNA ed evoluzione PLUS

ZANICHELLI

Capitolo **B5**

L’evoluzione e l’origine delle specie viventi

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La teoria di Darwin /1

La **teoria dell'evoluzione per selezione naturale** di Charles Darwin esponeva in cinque punti il meccanismo attraverso cui si evolvono le specie:

1. tutte le popolazioni sono soggette a **variabilità individuale**;

2. la **dimensione** della popolazione resta costante nel tempo;

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La teoria di Darwin /2

3. le popolazioni **competono** per le risorse disponibili nell'ambiente in cui vivono;

4. all'interno di una popolazione si ha una grande **varietà di caratteri**;

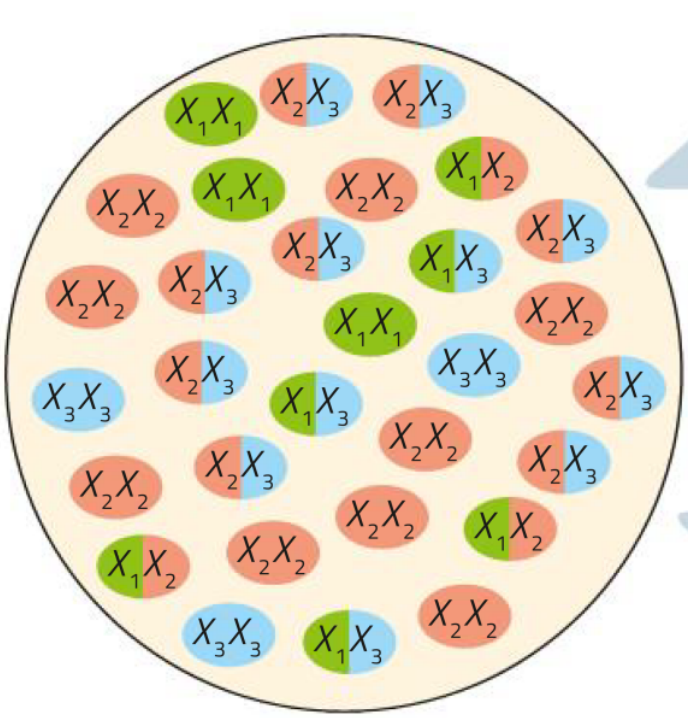
5. la variazione dei caratteri viene **ereditata** dalla prole.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La genetica di popolazione

La **genetica delle popolazioni** si avvale di equazioni matematiche per calcolare il comportamento di un determinato **pool genico**.



Ogni ovale colorato rappresenta un singolo individuo, che è portatore di due alleli.

In questa popolazione, esistono tre alleli (X_1, X_2 e X_3) per il locus *X*. Le frequenze alleliche relative in questo pool genico sono 0,20 per X_1 (X_1 compare 12 volte su 60), 0,50 per X_2 e 0,30 per X_3.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

L’equazione di Hardy-Weinberg

L’**equilibrio di Hardy-Weinberg** descrive le condizioni affinché la struttura genetica di una popolazione si mantenga invariata nel tempo:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

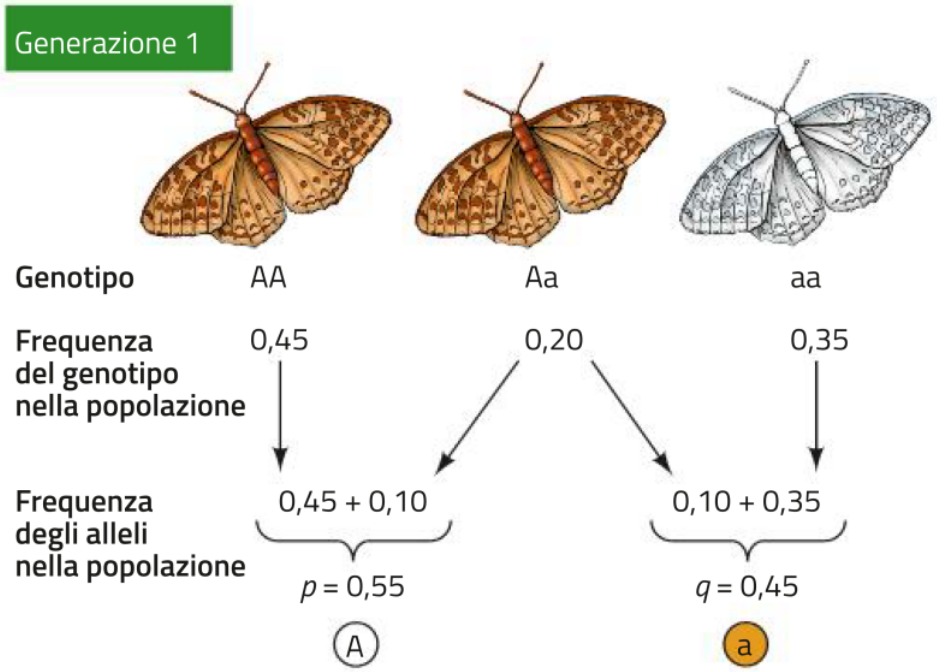
- *p* è la frequenza allelica di *A;*
- *q* è la frequenza allelica di *a.*

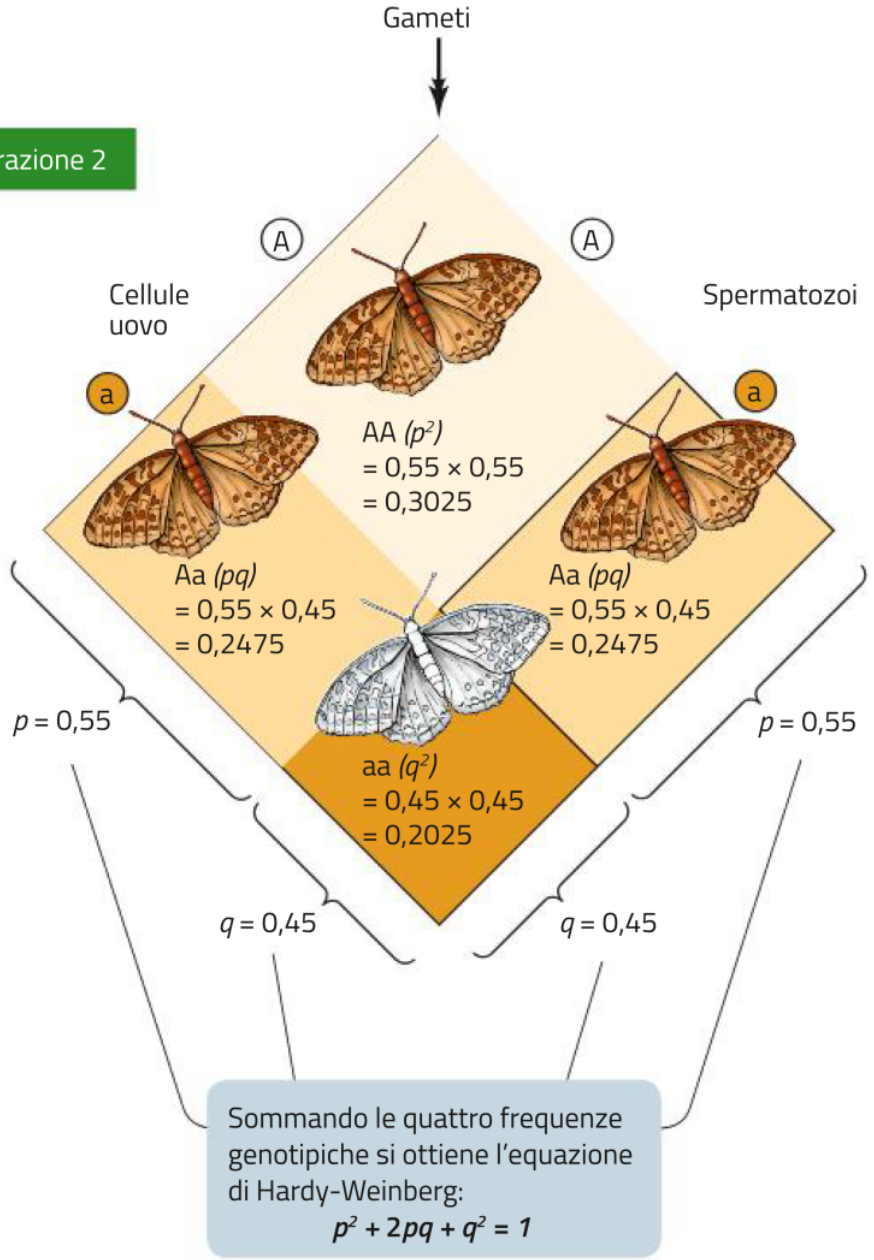
Genotipo	*AA*	*Aa*	*aa*
Frequenza	p^2	$2pq$	q^2

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Il calcolo delle frequenze





ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Le condizioni per l'equilibrio

- Gli **accoppiamenti** devono essere **casuali**;
- la popolazione deve essere di **grandi dimensioni**;
- **non** deve esserci **flusso genico**;
- **non** devono avvenire **mutazioni**;
- la **selezione naturale** non deve influenzare la sopravvivenza di particolari genotipi.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La deviazione dall'equilibrio

Le popolazioni in natura non si trovano quasi mai in equilibrio di Hardy-Weinberg, in tal caso è in atto l'**evoluzione**.

I fattori che modificano la stabilità genetica sono:

- **mutazioni**;
- **ricombinazione sessuale**;
- **flusso genico**;
- **deriva genetica**;
- **accoppiamento non casuale**.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Mutazione e ricombinazione

Le **mutazioni** introducono nuovi alleli nella popolazione in maniera casuale rispetto ai bisogni adattativi.

La riproduzione per via sessuata fa sì che si generino nuove combinazioni di alleli mediante **ricombinazione genica**.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Flusso genico e deriva genetica

Il **flusso genico** è causato dalla migrazione di individui e di gameti da una popolazione a un'altra, introducendo così nuovi alleli nel pool genico.

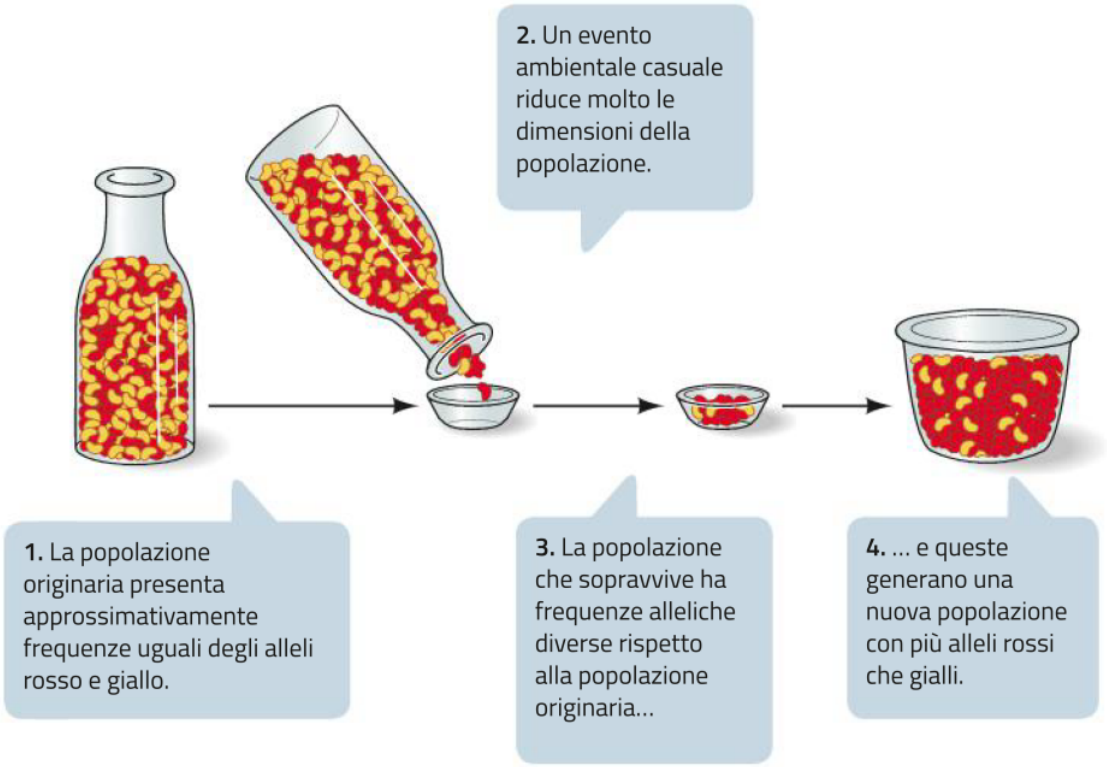
La **deriva genetica**, in popolazioni di piccole dimensioni, consiste nella riduzione casuale della frequenza di un allele, causando alterazioni nelle frequenze alleliche delle generazioni successive (*effetti collo di bottiglia* e *del fondatore*).

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Deriva genetica: **collo di bottiglia**

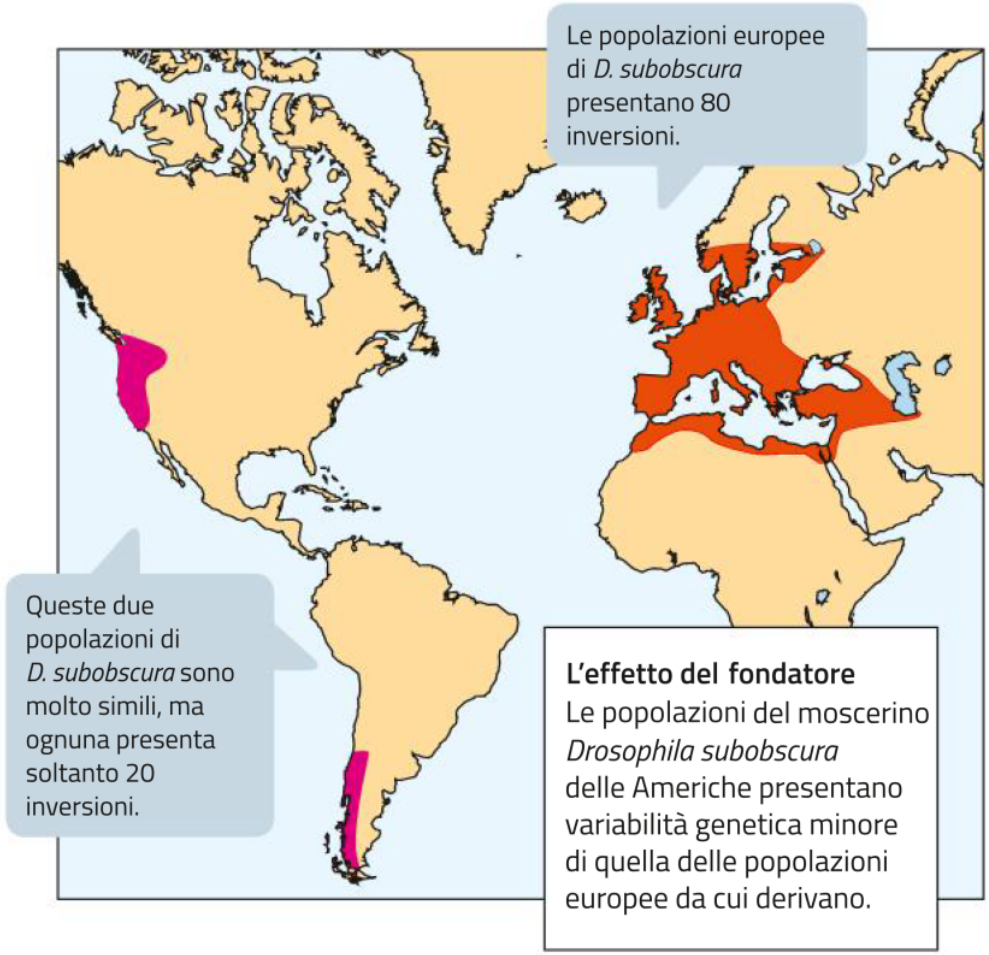
L'effetto **collo di bottiglia** è la contrazione numerica degli individui di una popolazione in risposta a eventi ambientali casuali.



ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Deriva genetica: **effetto del fondatore**



L'**effetto del fondatore** si verifica quando alcuni individui colonizzano un nuovo ambiente riducendo quindi il numero degli alleli della popolazione di origine.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

L’accoppiamento non casuale

Le frequenze genotipiche possono variare quando in una popolazione si scelgono partner con genotipi particolari.

Esempi di accoppiamento non casuale sono:

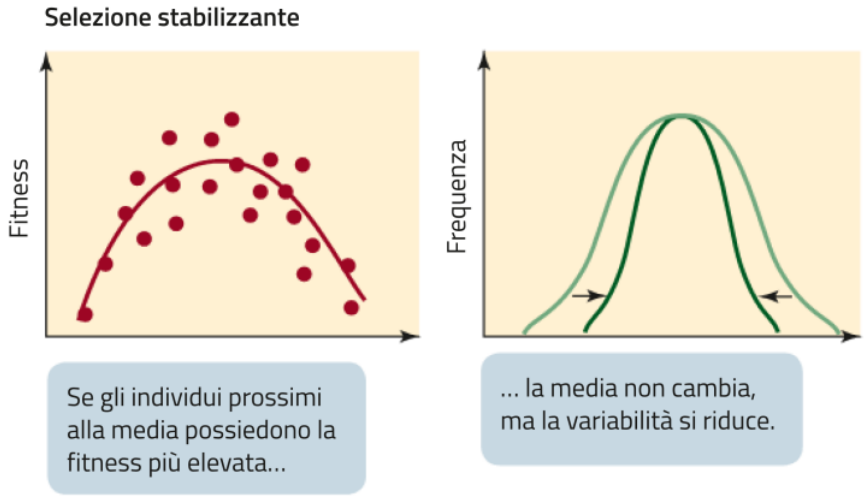
- l’**autofecondazione** nelle piante;
- la **selezione sessuale** negli animali.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La selezione naturale

La selezione naturale produce l'adattamento, e può essere **stabilizzante**, **direzionale** o **divergente**.



ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La selezione sessuale

La **selezione sessuale** è un tipo particolare di selezione naturale che agisce sulle caratteristiche determinanti per il successo riproduttivo.

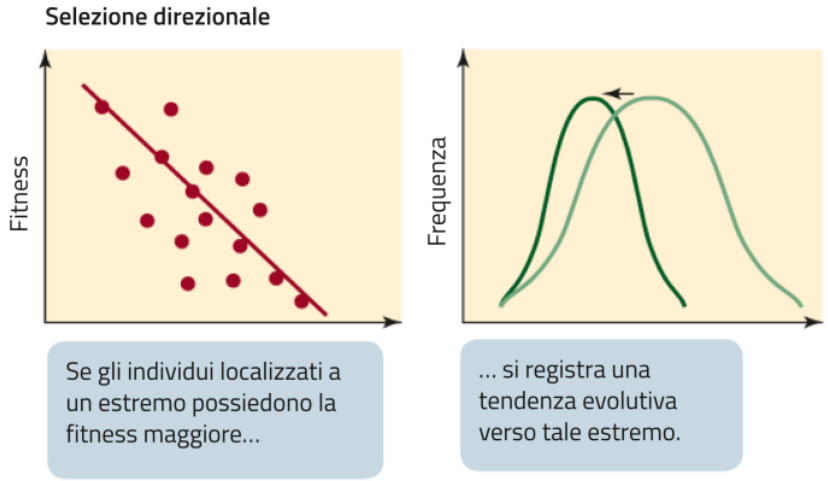
La **fitness** misura la capacità di un fenotipo di essere trasmesso alla generazione successiva.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Selezione direzionale

La **selezione direzionale** favorisce individui con una fitness che si discosta dalla media in una direzione o nell'altra, dando origine a una *tendenza evolutiva*.

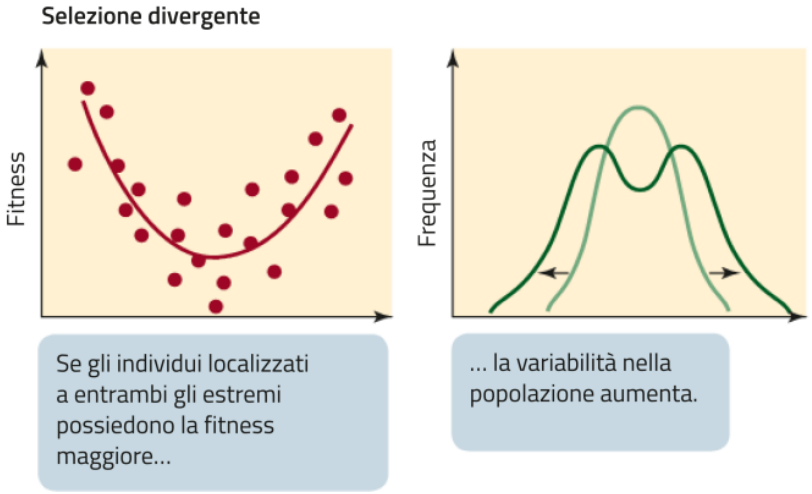


ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Selezione divergente

La **selezione divergente** favorisce gli individui con una fitness che si discosta in entrambe le direzioni dalla media, mantenendo una distribuzione bimodale.



ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Fattori che influiscono sulla selezione naturale

- Gli alleli neutrali.
- La ricombinazione sessuale.
- La selezione dipendente dalla frequenza.
- La variabilità geografica nelle sottopopolazioni.
- L'instabilità ambientale.
- I vincoli imposti dai processi di sviluppo.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Alleli neutrali e ricombinazione

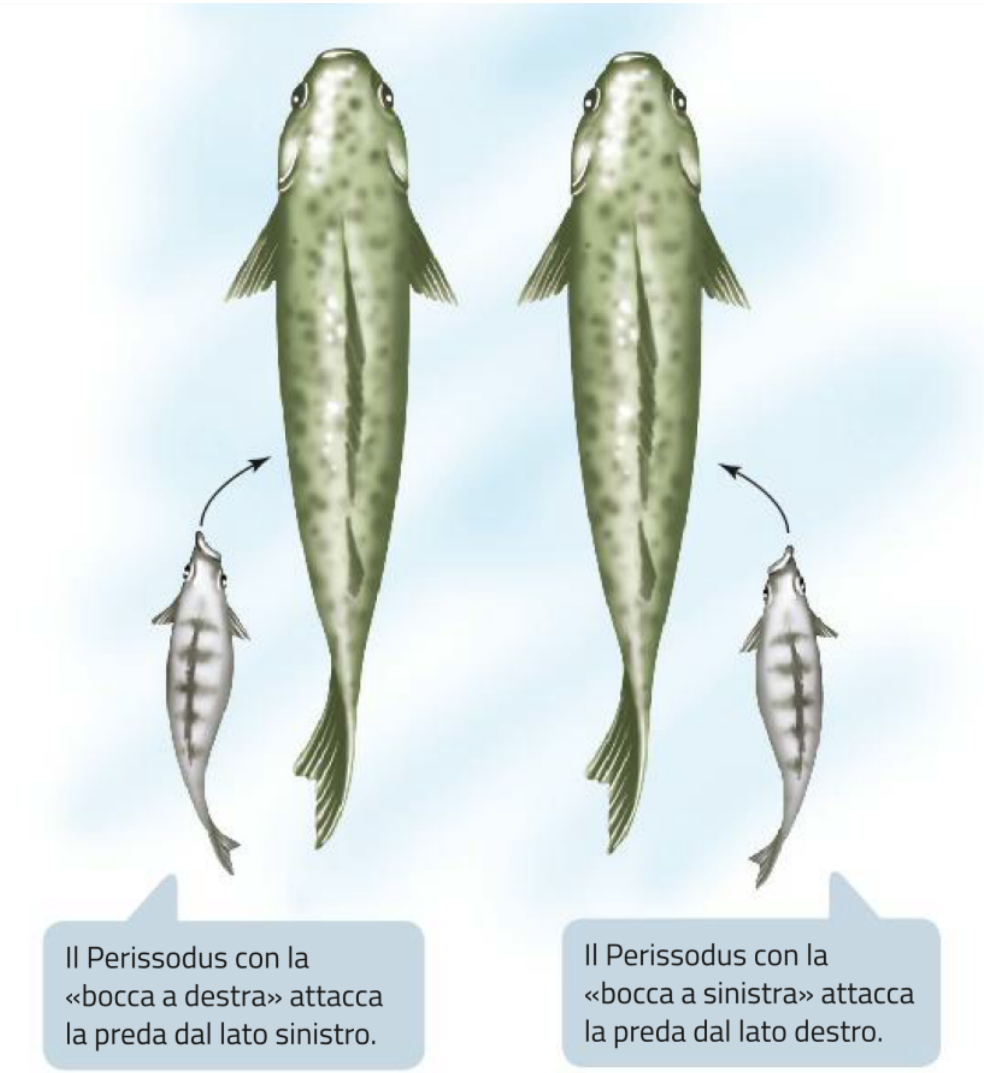
Le **mutazioni neutrali** non subiscono la selezione naturale, accumulandosi in una popolazione e aumentando la variabilità genetica.

Su ciò si fonda la **teoria neutralistica**.

La **ricombinazione sessuale** deriva dalla ricombinazione genica che si accompagna alla riproduzione sessuata e amplifica il numero dei genotipi possibili.

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Selezione e frequenza

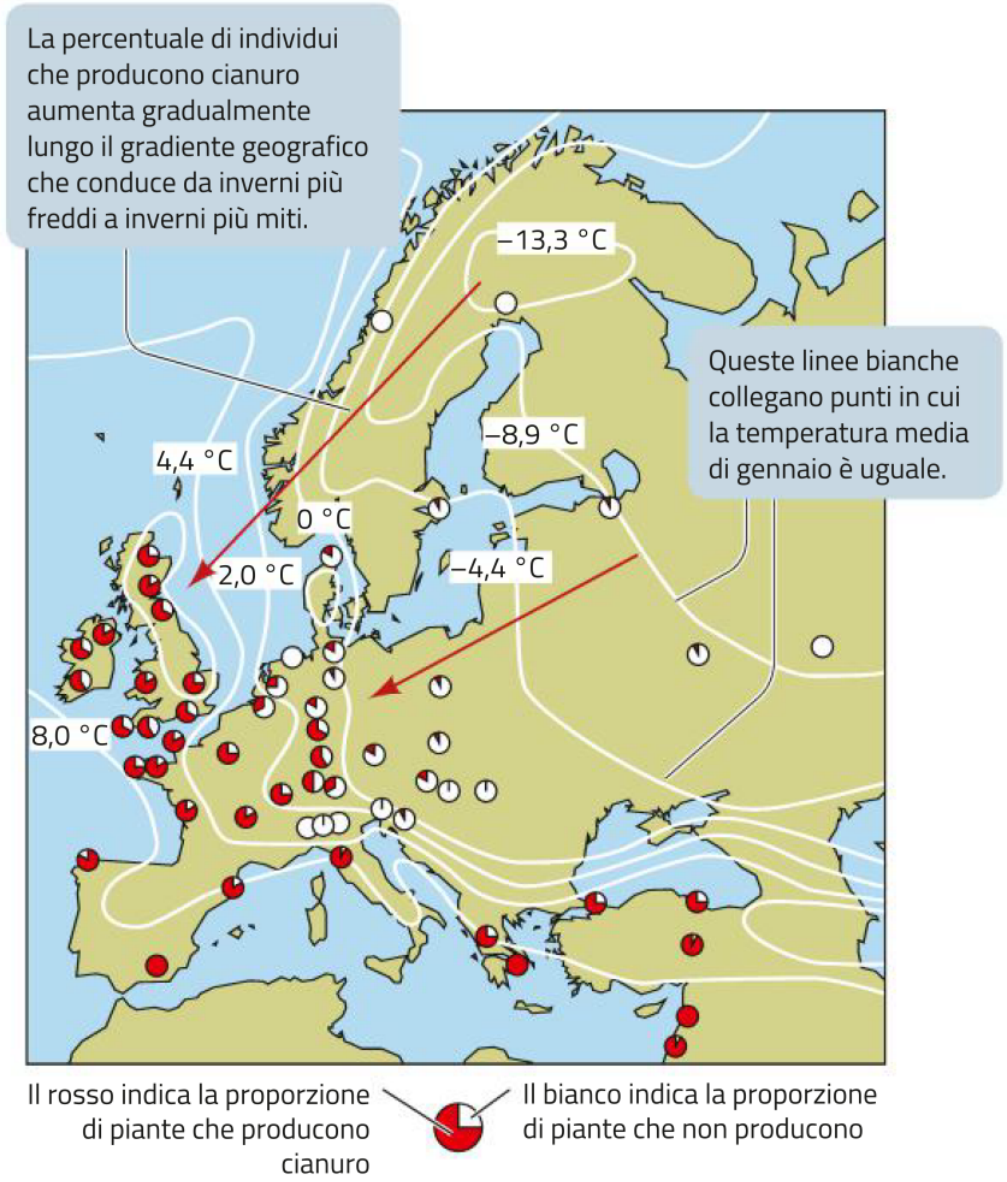


C'è **selezione dipendente dalla frequenza** se la fitness di un fenotipo dipende dalla sua frequenza nella popolazione.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Variabilità geografica



La variabilità genetica all'interno di una specie è mantenuta anche dall'esistenza di **sottopopolazioni** geograficamente separate.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Ambiente e sviluppo

Le **condizioni ambientali** sono così variabili da indurre il polimorfismo di determinati geni all'interno di una popolazione.

Tutti i cambiamenti evolutivi sono modificazioni di strutture preesistenti che **in maniera graduale e continua** si adattano in risposta all'ambiente.

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Il concetto di specie /1

Nel Settecento Linneo descrisse le specie usando il concetto di **specie morfologica**:

appartengono alla stessa specie tutti gli organismi di aspetto uguale tra loro e diverso da quello di altre specie.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Il concetto di specie /2

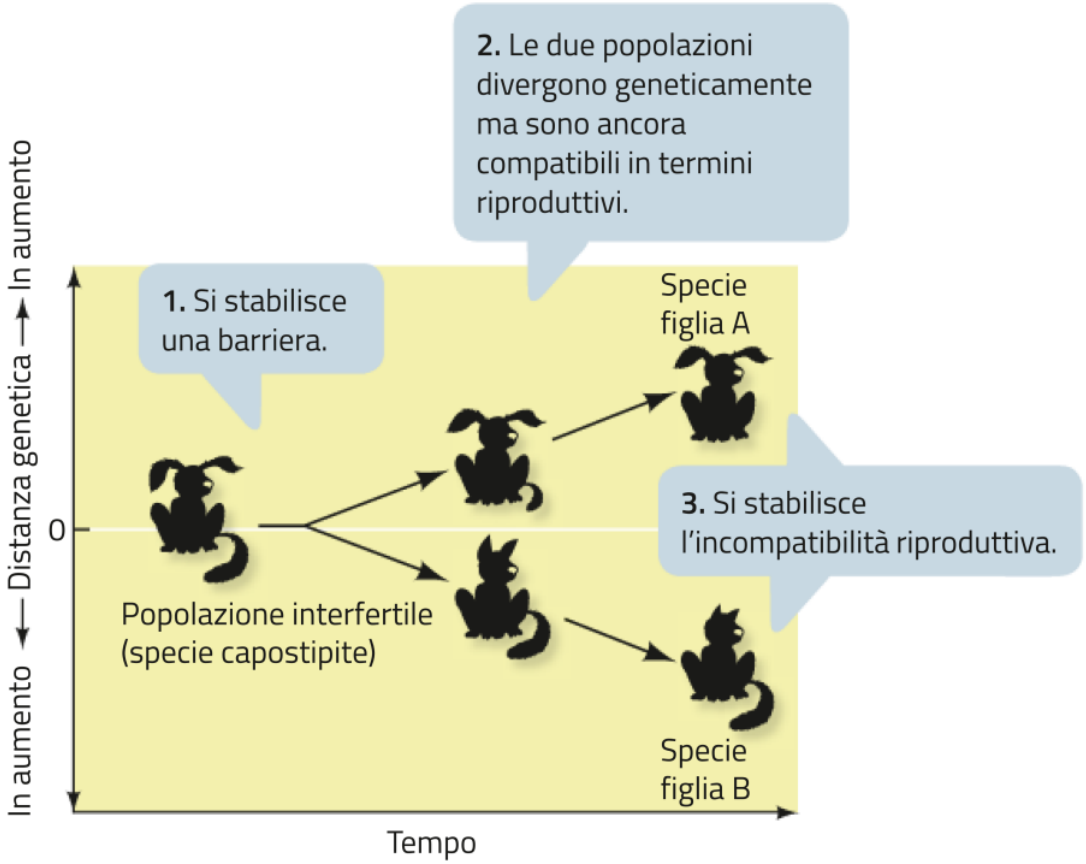
Nel 1940 Ernst Mayr propose il concetto di **specie biologica**, accettato a tutt'oggi:

le specie sono gruppi di popolazioni naturali realmente o potenzialmente interfecondi e riproduttivamente isolati da altri gruppi analoghi.

ZANICHELLI

Sadava et al. La nuova biologia.blu © Zanichelli 2016

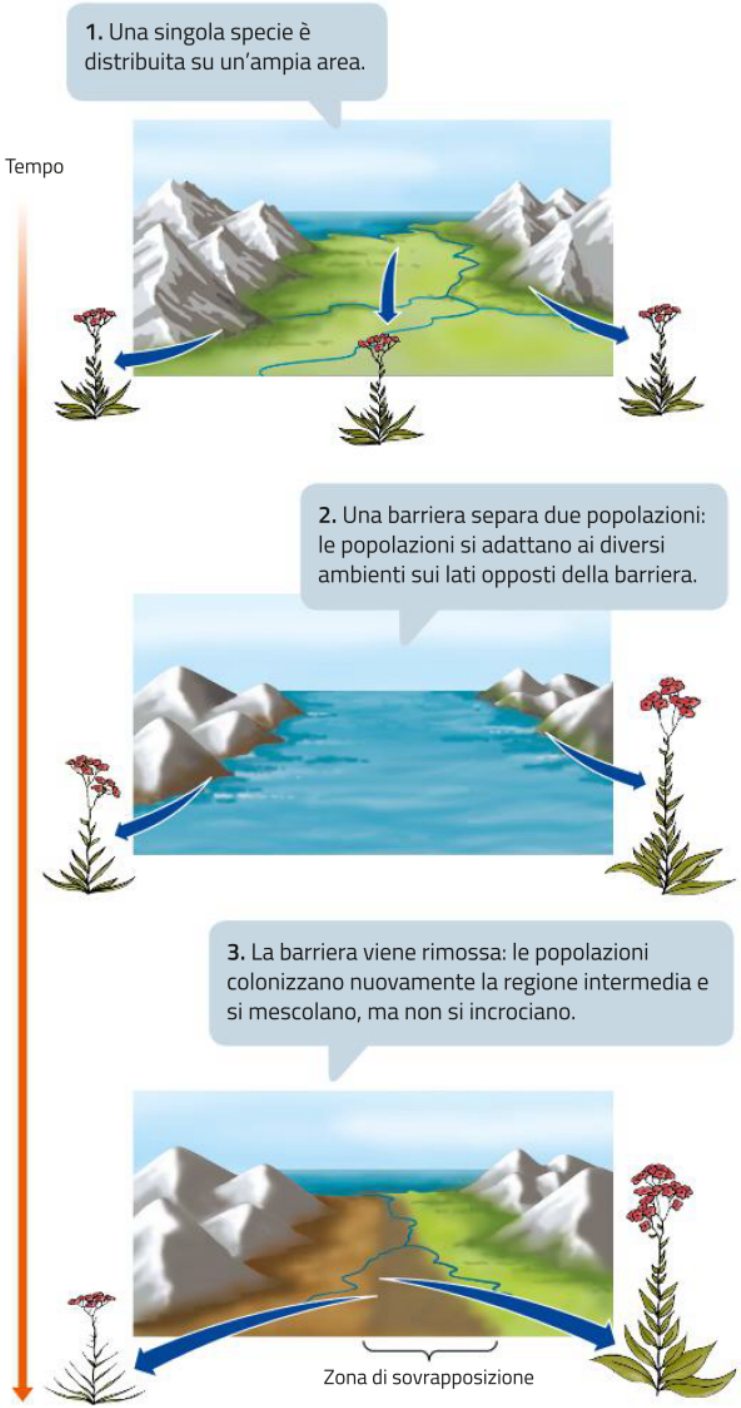
Le specie si formano nel tempo



La **speciazione** è il processo che permette ad una specie di suddividersi in due o più rami che si evolvono secondo linee distinte.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016



Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

La speciazione allopatrica

La **speciazione allopatrica** è la modalità più diffusa e avviene quando una **barriera fisica** divide una popolazione in due sottopopolazioni distinte.

La speciazione simpatrica

La **speciazione simpatrica** avviene in assenza di barriere fisiche. Essa può avvenire per:

- differenziamento degli habitat;
- selezione sessuale;
- **poliplidia**, il modo più comune, cioè sulla produzione di individui provvisti di serie soprannumerarie di cromosomi.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

L’isolamento riproduttivo

La speciazione richiede l’**isolamento riproduttivo** che può avvenire prima o dopo la fecondazione, ovvero con:

- barriere riproduttive **prezigotiche**;
- barriere riproduttive **postzigotiche**.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Le barriere prezigotiche

Le **barriere riproduttive prezigotiche** impediscono l'incrocio tra individui di specie diverse agendo prima della fecondazione, attraverso:

- isolamento **ambientale**;
- isolamento **temporale**;
- isolamento **meccanico**;
- isolamento **gametico**;
- isolamento **comportamentale**.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016

Le barriere postzigotiche

Le **barriere riproduttive postzigotiche** impediscono l'incrocio tra individui di specie diverse agendo dopo la fecondazione, attraverso:

- **riduzione della vitalità dello zigote**;
- **riduzione della vitalità dell'adulto**;
- **sterilità degli ibridi**.

ZANICHELLI

Sadava et al. *La nuova biologia.blu* © Zanichelli 2016