



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Corso di Laurea in Scienze Biologiche
A.A. 2015-2016

ADATTAMENTO DEI VEGETALI ALL'AMBIENTE





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Corso di Laurea in Scienze Biologiche
A.A. 2015-2016

Docente: Dott.ssa Martina Giovanardi

Indirizzo: Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Palazzo Turchi-Di Bagno, C.so Ercole I d'Este 32
0532-293779
e-mail martina.giovanardi@unife.it

Orario di Ricevimento: il Docente riceve su appuntamento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Corso di Laurea in Scienze Biologiche
A.A. 2015-2016

Prerequisiti del Corso: per poter frequentare efficacemente il corso è necessaria la conoscenza della Botanica generale.

Testi consigliati per la consultazione:

- Pancaldi et al. «FONDAMENTI DI BOTANICA GENERALE»
McGraw-Hill Editore
- Mauseth, «BOTANICA, Biodiversità». Edizioni Idellson-Gnocchi
- Smith et al., «BIOLOGIA DELLE PIANTE». Zanichelli
- Campbell e Reece, «BIOLOGIA-Meccanismi dell'evoluzione e origini della diversità». Zanichelli



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Corso di Laurea in Scienze Biologiche
A.A. 2015-2016

Durata del Corso: 48 ore (6CFU)

Tipologia di esame: orale

Materiale di studio necessario per il superamento dell'esame:
fornito dalla Docente

Orario delle lezioni:

Dal 22 febbraio al 22 aprile: martedì-mercoledì 11:30 - 13:30

Dal 26 aprile al 10 giugno: lunedì 14:30 - 16:30 / giovedì 16:30 - 18:30



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie
Corso di Laurea in Scienze Biologiche
A.A. 2015-2016

Tematiche del Corso:

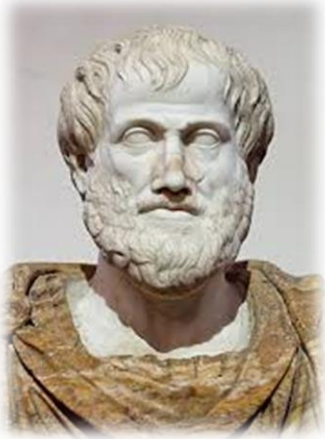
1. EVOLUZIONE e ADATTAMENTO degli ORGANISMI VEGETALI
2. ADATTAMENTO DEGLI ORGANISMI VEGETALI AI DIVERSI FATTORI AMBIENTALI: adattamenti morfologici e funzionali
3. INTERAZIONE TRA GLI ORGANISMI VEGETALI E GLI ALTRI ORGANISMI VIVENTI E PRESENTI NELLA BIOSFERA: vantaggi acquisiti per vivere meglio nel proprio contesto ambientale

1. Evoluzione e Adattamento

«La storia della vita sulla Terra, lo sappiamo, è la storia dell'adattamento all'ambiente. Attraverso una serie di mutazioni e di selezioni, le specie vegetali e animali si sono continuamente adattate all'ambiente in trasformazione, trovando ogni volta le soluzioni giuste per sopravvivere nei climi più diversi. Chi non s'adattava si estingueva. »

Piero Angela

Primi sviluppi del concetto di EVOLUZIONE



Aristotele (384-322 a.C.)

Organizzò tutti gli organismi conosciuti, dal più semplice al più complesso, in quella che chiamò *Scala Naturae*, creando una delle prime classificazioni sistematiche della storia.

ORGANISMI STABILI NEL TEMPO - EVOLUZIONE ASSENTE



Georges-Louis Leclerc (Conte di Buffon; 1707-1788)

Naturalista francese, pubblicò un'enciclopedia in 44 volumi in cui descrisse tutti gli organismi vegetali ed animali conosciuti.

Dimostrazione della modificazione di alcuni caratteri rispetto a quelli dei genitori durante la discendenza. Formulazione delle prime ipotesi sui meccanismi coinvolti in questo processo.

SOLO IPOTESI - NESSUNA TEORIA

Primi sviluppi del concetto di EVOLUZIONE



Georges Cuvier (1769-1832)

Paleontologo francese, utilizzò le conoscenze di anatomia comparata per classificare gli animali sulla base dei ritrovamenti fossili. Fu uno dei primi scienziati ad introdurre la teoria ed il concetto di «estinzione». Molto critico sulla veridicità delle teorie evolutive.

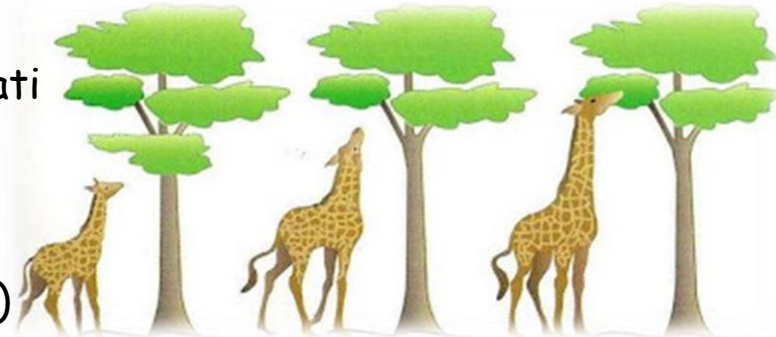
PADRE DELLA TEORIA DEL CATASTROFISMO



Jean Baptiste Lamarck (1744-1829)

Acquisizione di determinati caratteri durante la vita di un individuo potessero essere ereditati dalla generazione successiva.

PADRE DELLA TEORIA DEL LAMARCKISMO (oggi rigettata)

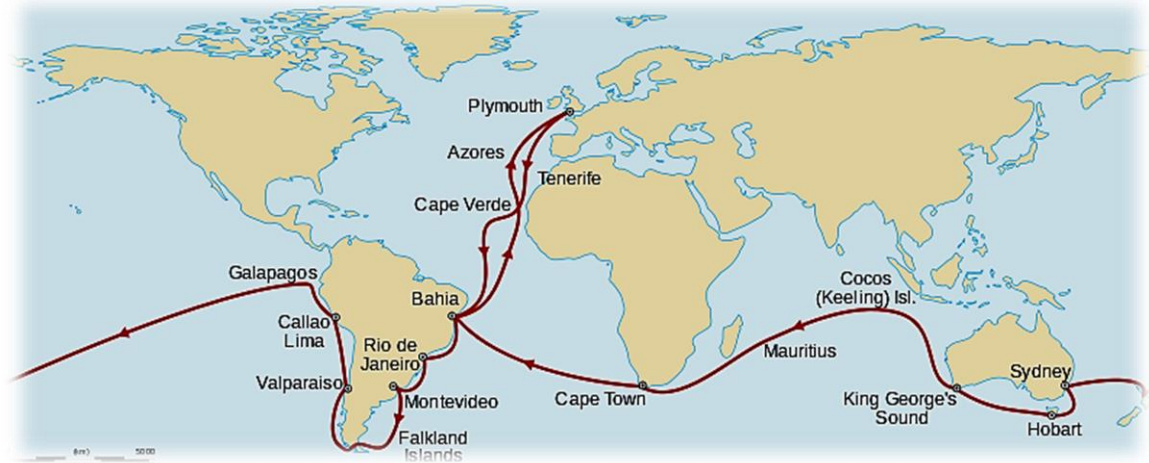


Charles Robert Darwin (1809-1882)

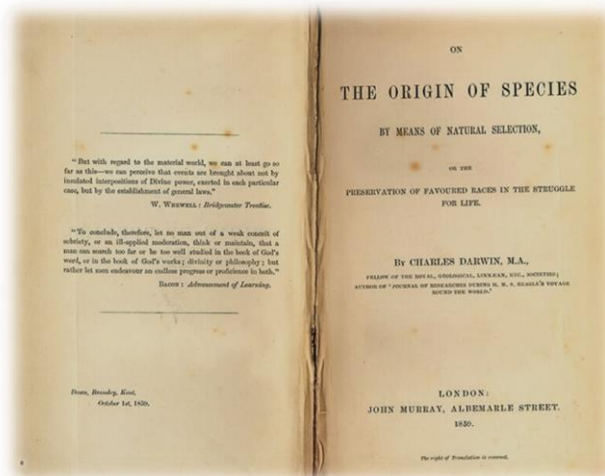


PADRE DELLA MODERNA TEORIA EVOLUTIVA CHE AGISCE PER SELEZIONE NATURALE

27 Dicembre 1831 → inizia il viaggio del brigantino Beagle, sul quale Darwin ha un impiego come assistente naturalista



1859 → *On the Origin of the species*



Raccoglie e colleziona durante il viaggio campioni animali e vegetali, osserva il mondo naturale intorno a lui. Riflette sulle diverse forme e sull'organizzazione spaziale degli organismi.

Piante e animali sono soggetti a un processo di selezione che spiegherebbe i cambiamenti delle popolazioni naturali nel tempo. Intuisce che l'origine di nuove specie e l'adattamento all'ambiente sono processi estremamente correlati.

L'Origine delle specie sottolinea due punti fondamentali:

- Esistenza dell'evoluzione
- Selezione naturale come meccanismo evolutivo

Prove dell'Evoluzione

Si possono trovare diverse prove a sostegno dell'evoluzione biologica:

1. **OMOLOGIA:** caratteri in comune a diversi organismi possono suggerire una discendenza comune. Es: alcaloidi prodotti nelle Brassicaceae.
2. **RELAZIONI MOLECOLARI:** struttura molecolare e relazioni esistenti tra proteine, DNA e reazioni metaboliche comuni a tutti gli organismi viventi potrebbero derivare da un organismo progenitore comune da cui sono state ereditate. Es: funzione dell'ATP, presenza dell'enzima citocromo c ossidasi in tutti gli organismi, conservazione dell'enzima RUBISCO in tutte le specie vegetali.
3. **FOSSILI:** forniscono una prova convincente della discendenza per modificazione di organismi progenitori. Fossili più semplici: negli strati geologici più antichi. Fossili più complessi: strati geologici più superficiali.
4. **DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEGLI ORGANISMI:** permette di osservare la presenza di organismi simili in continenti diversi. Dimostrazione della possibilità degli organismi di effettuare processi di migrazione.

Prove dell'Evoluzione

EVOLUZIONE: conversione graduale di una specie in una o più nuove specie

MICROEVOLUZIONE

Evoluzione intraspecifica dovuta al cambiamento delle frequenze alleliche all'interno di una popolazione. Processo di adattamento delle singole popolazioni ad una pressione selettiva vigente nel proprio ambiente

- Selezione naturale
- Mutazione
- Deriva genetica



MACROEVOLUZIONE

Fa riferimento all'evoluzione e alla formazione di nuove specie



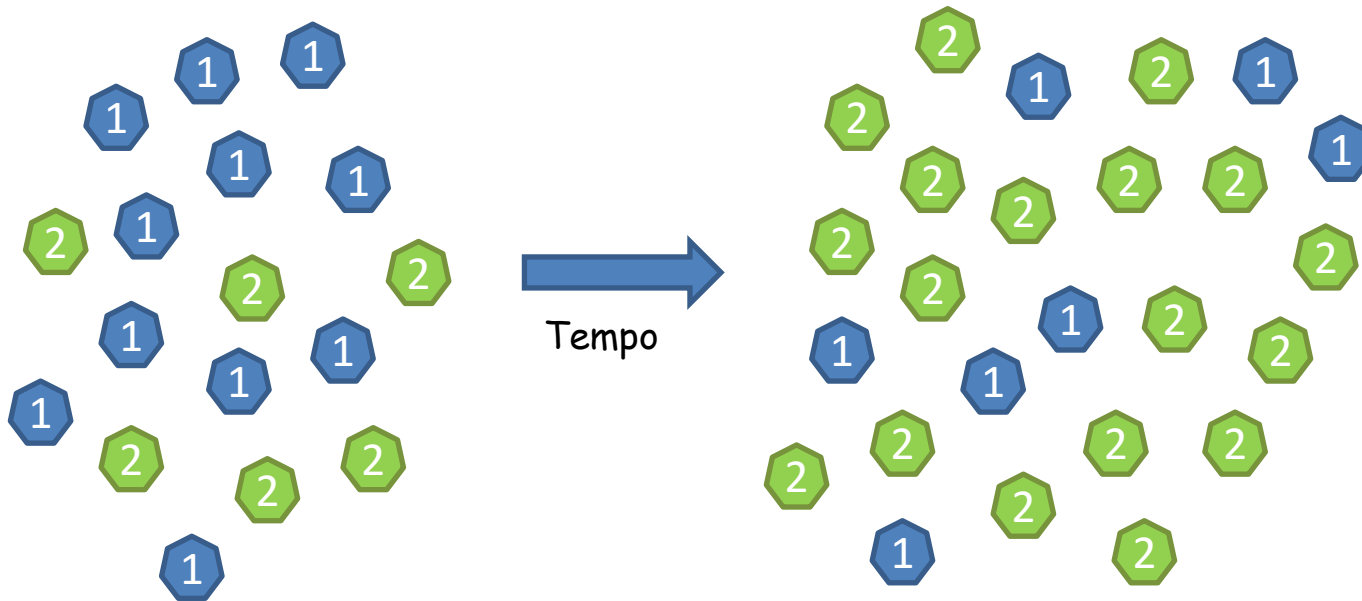
Fattori che contribuiscono alla Microevoluzione:

1. SELEZIONE NATURALE

Fattore che più influisce sul processo evolutivo → sopravvivenza del più adatto

- Alle risorse disponibili
- All'azione di fattori esterni all'organismo (patogeni, fattori ambientali etc.) che inducono una **PRESSIONE SELETTIVA**

Condizione necessaria: presenza di variabilità genetica all'interno della popolazione



Fattori che contribuiscono alla Microevoluzione:

1. SELEZIONE NATURALE

Cosa succede quando all'interno della popolazione non è presente variabilità genetica?



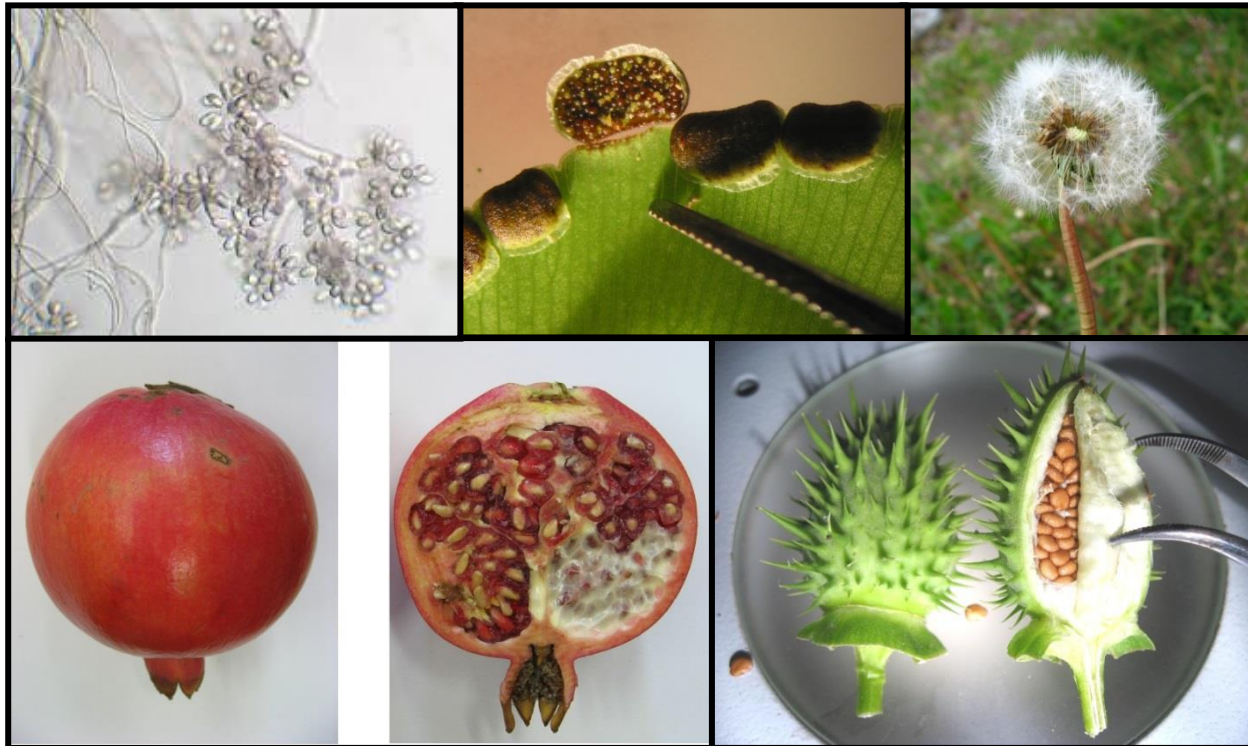
Fattori che contribuiscono alla Microevoluzione:

1. SELEZIONE NATURALE

Principi sui quali si fonda la selezione naturale:

1. Sovrapproduzione di prole

Ha come conseguenza la lotta per la sopravvivenza tra i componenti di una stessa popolazione. Soltanto una piccola percentuale di progenie si svilupperà in individui adulti, in grado a loro volta di riprodursi.

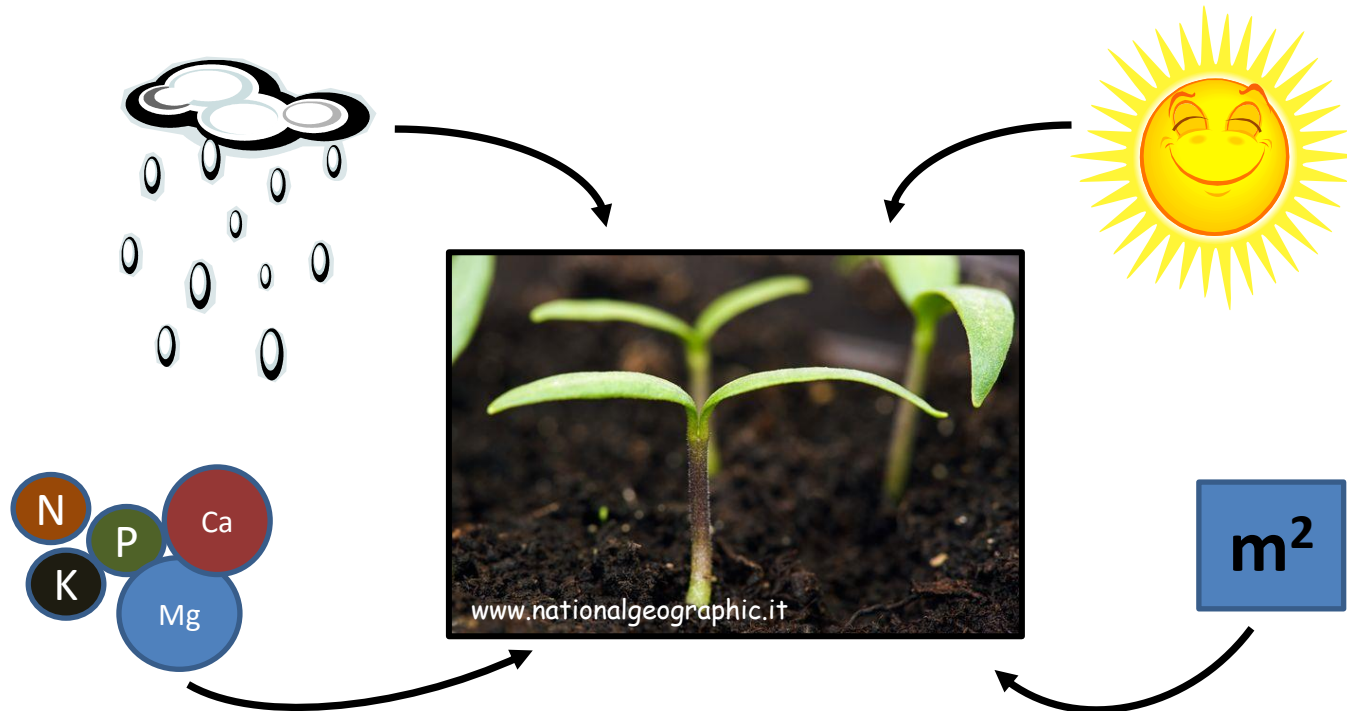


1. SELEZIONE NATURALE

Principi sui quali si fonda la selezione naturale:

2. Lotta per la sopravvivenza

I semi, le spore e le strutture riproduttive dei diversi organismi competono per l'acqua, la luce, i nutrienti, lo spazio → risorse limitate che impediscono la sopravvivenza di tutti gli organismi

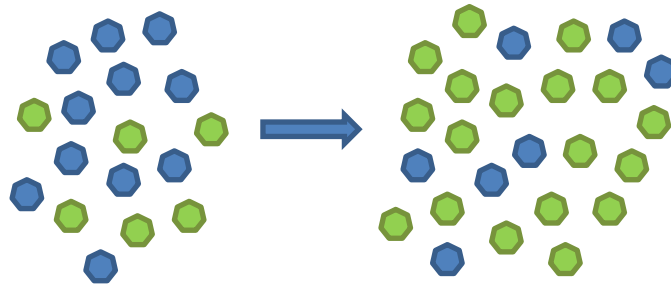


Fattori che contribuiscono alla Microevoluzione:

1. SELEZIONE NATURALE

Principi sui quali si fonda la selezione naturale:

3. Eredità e accumulo delle variazioni favorevoli che producono vantaggi per la sopravvivenza degli organismi in un determinato contesto ambientale. Le variazioni sfavorevoli sono pericolose per la sopravvivenza e vengono eliminate nel tempo



4. Sopravvivenza e riproduzione del più adatto. Gli organismi meglio adattati hanno maggiore probabilità di sopravvivere, di produrre prole e, di conseguenza, di trasmettere i caratteri favorevoli alle generazioni successive



Fattori che contribuiscono alla Microevoluzione:

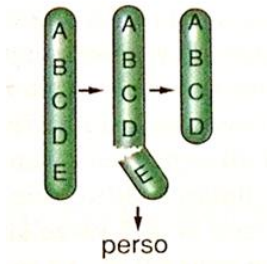
2. MUTAZIONI

99% sfavorevoli
1% silenti o vantaggiose

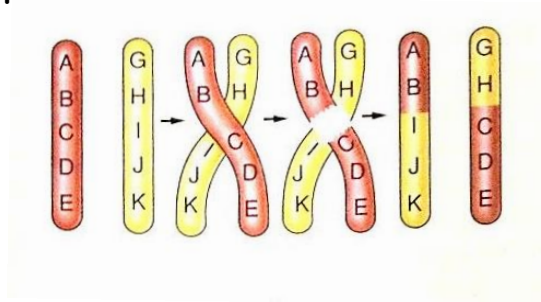
Cambiamento nel materiale genetico che può interessare:

a) I cromosomi

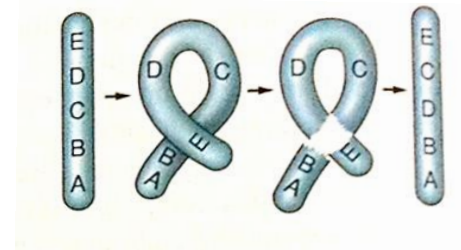
→ variazione di parti di cromosomi



delezione



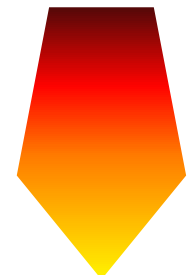
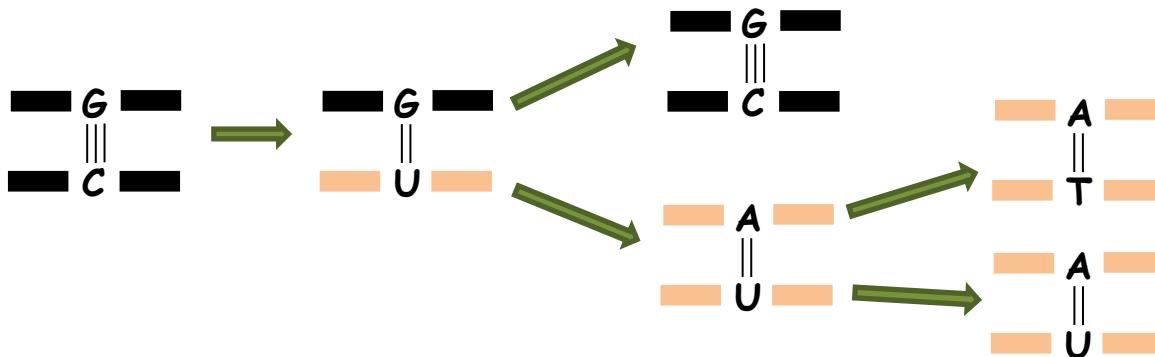
traslocazione



inversione

→ modifica del numero dei cromosomi

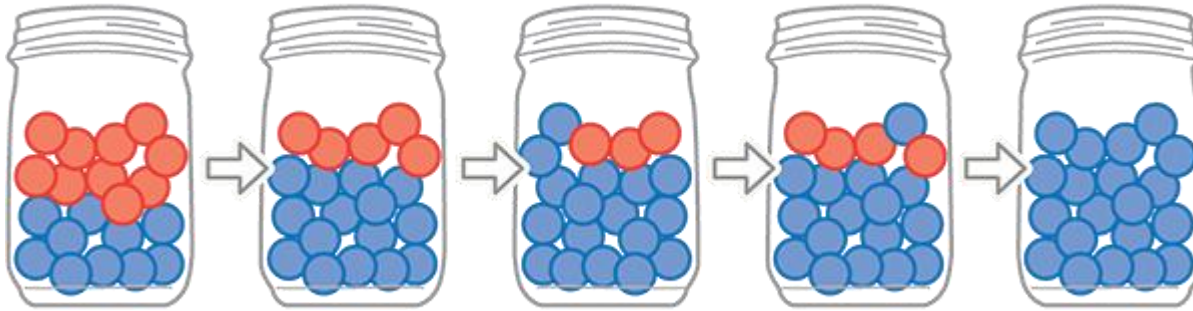
b) Cambiamento della natura di uno o più geni → mutazioni puntiformi



Selezione Naturale

3. DERIVA GENETICA

Cambiamento nel corredo genetico di una popolazione dovuto a eventi casuali → cambiamento della frequenza di comparsa di un genotipo (e del relativo fenotipo)



Legge di Hardy-Weinberg → all'interno della popolazione le frequenze alleliche tendono a rimanere costanti di generazione in generazione

... SE LA POPOLAZIONE E' INFINITAMENTE GRANDE (ideale)

In piccole popolazioni, il cambiamento casuale di una frequenza allelica ha un impatto più consistente, determinando veri e propri cambiamenti evolutivi

Velocità del processo di evoluzione

- Le popolazioni sono ben adattate all'ambiente in cui vivono
- Gli organismi sono complessi, le diverse strutture (fiori, foglie, frutti, fusti etc.) sono il prodotto dell'interazione di molti geni
- Qualsiasi mutazione dà origine ad una struttura con vantaggi adattativi solo se gli effetti del nuovo allele si inseriscono nel preesistente meccanismo morfogenetico
- Più i sistemi sono complessi, minore è la probabilità che qualsiasi cambiamento sia vantaggioso



evoluzione delle foglie nelle piante a seme → > 200 milioni di anni

Tuttavia...

Le mutazioni distruttive sono più numerose delle costruttive e possono contribuire alla perdita di una caratteristica diventata selettivamente svantaggiosa in un periodo di tempo relativamente breve

Velocità del processo di evoluzione

Esempio:

Evoluzione nella morfologia delle foglie delle cactacee → ~ 10 milioni di anni

Pereskia sp.



Piante fenotipicamente molto simili ai progenitori ancestrali

Gymnocalcyum sp.



Piante fenotipicamente completamente diverse ai progenitori ancestrali: foglie assenti, fusto raccorciato, comparsa di geni relativi alla succulenza

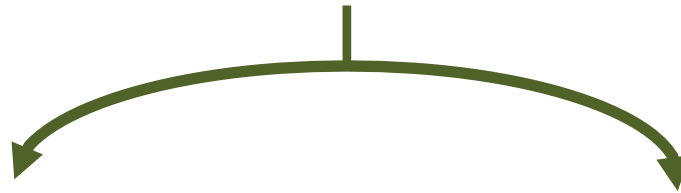
Macroevoluzione e Speciazione

La MACROEVOLUZIONE fa riferimento all'evolversi di una nuova specie



SPECIAZIONE

Avviene ad opera della selezione naturale che ha agito su di una popolazione per molte generazioni. La popolazione presenta caratteristiche completamente distinte da quella preesistente → nuova specie



Selezione direzionale
SPECIAZIONE FILETICA

Selezione diversificante
SPECIAZIONE DIVERGENTE

Speciazione filetica

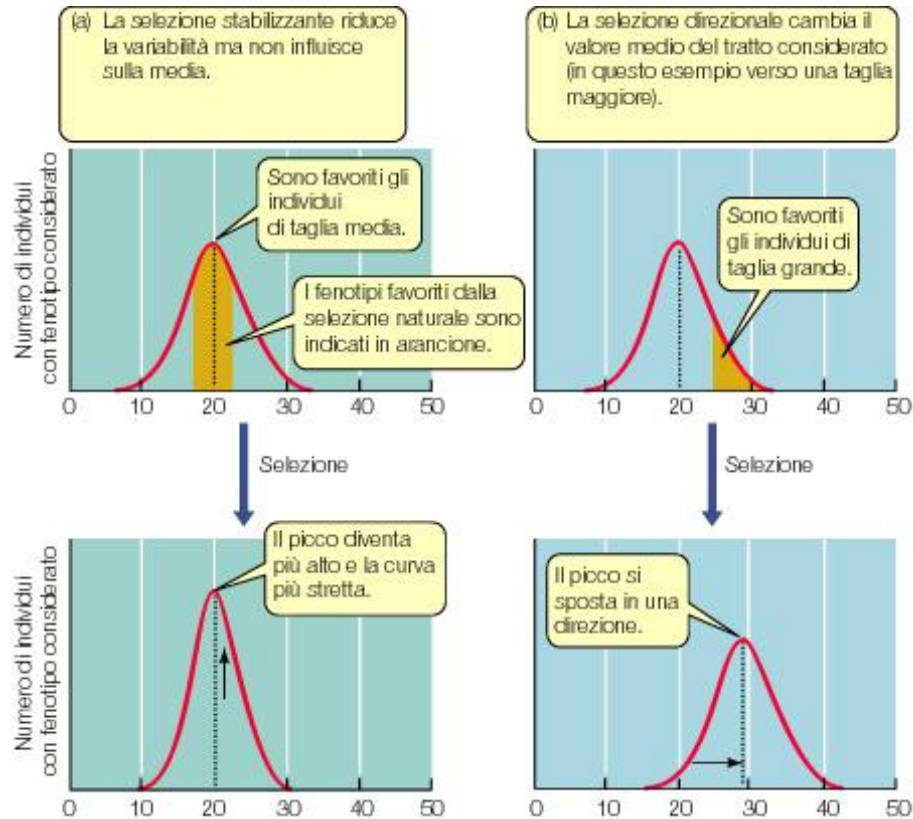


Immagine modificata da Purves et al., Biologia. Ed. Zanichelli

1. Trasporto di polline



Pancaldi et al.,
Fondamenti di
Botanica Generale.
McGraw-Hill

2. Dispersione dei semi



FLUSSO GENICO: scambio di materiale genetico tra popolazioni

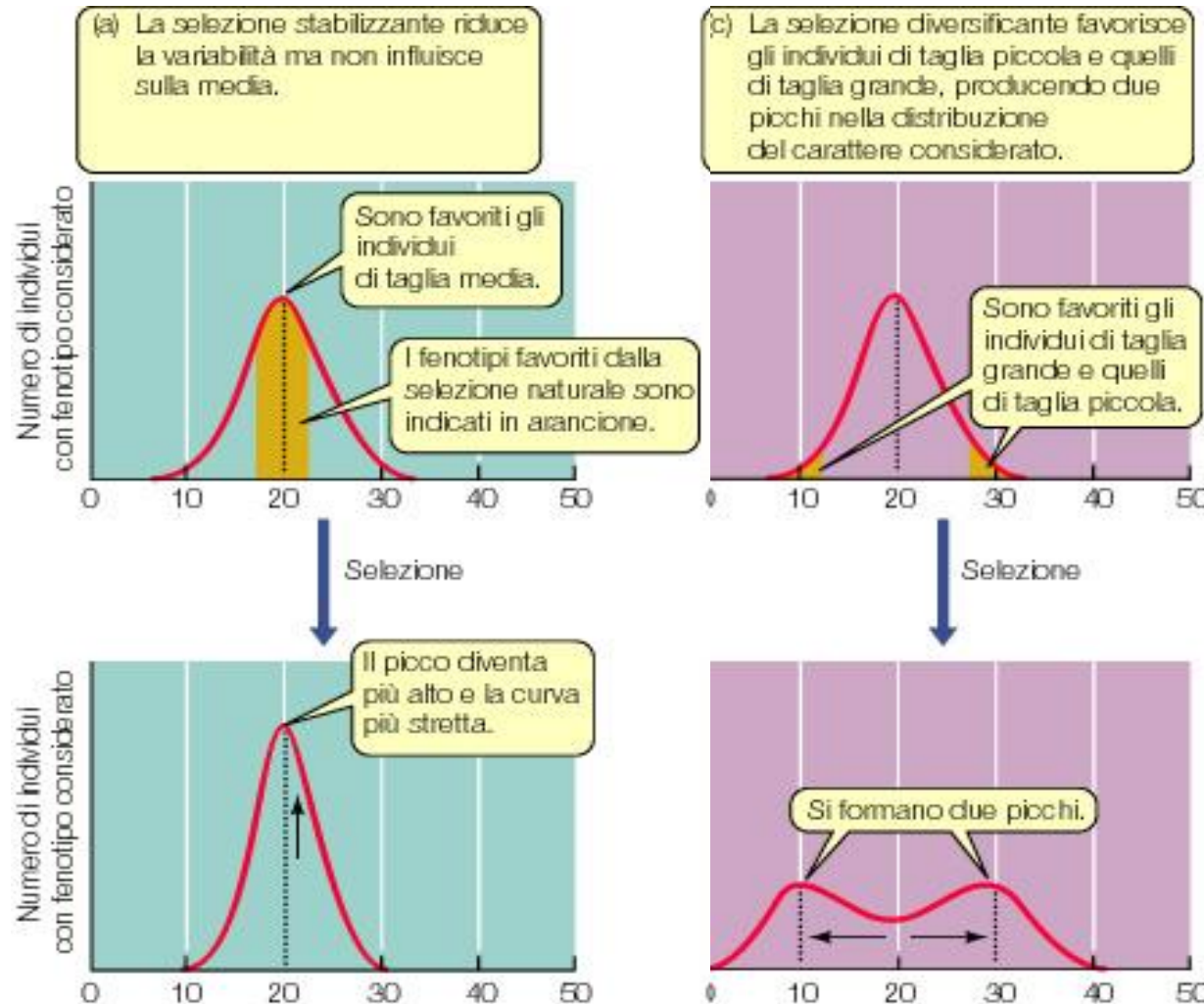
1. Migrazione o dispersione dei gameti (Es: granuli pollinici trasportati dal vento)

2. Migrazione di popolazioni in zone precedentemente non occupate (Es: dispersione di semi su lunghe distanze)

Se all'interno di una popolazione appaiono nuovi alleli vantaggiosi, questi vengono selezionati e la loro frequenza all'interno della popolazione aumenta.

Speciazione divergente

MECCANISMI DI ISOLAMENTO RIPRODUTTIVO:



- GEOGRAFICO
- ECOLOGICO
- MECCANICO

Se qualche barriera produce una divisione entro la popolazione, le due nuove popolazioni risultanti possono differenziarsi l'una dall'altra fino a diventare due specie diverse in un tempo relativamente breve

Speciazione divergente

ISOLAMENTO GEOGRAFICO

Interruzione del flusso genico tra la popolazione a causa di barriere fisiche.

Es: Interruzione di vallate a causa di fiumi, formazione di catene montuose, frammentazione di continenti, cambiamenti climatici etc...

In questo modo, se si verificano mutazioni casuali, queste si diffondono solo all'interno della popolazione in cui si sono verificate.

Formazione nel tempo di due specie distinte

→ **SPECIAZIONE ALLOPATRICA**



Speciazione divergente

ISOLAMENTO ECOLOGICO

Isolamento riproduttivo senza separazione geografica. La barriera alla riproduzione è di tipo biologico. Flusso genico interrotto nonostante le due specie occupino gli stessi spazi territoriali.

Esempi:

- Differenze insorte a causa di una mutazione (colore del fiore, profumo etc., che impediscono all'impollinatore di riconoscere la pianta)
- Produzione di fiori e/o semi in periodi temporali differenti in piante mutanti → scambio genico con piante non mutanti impossibile



Dicentra cucullaria



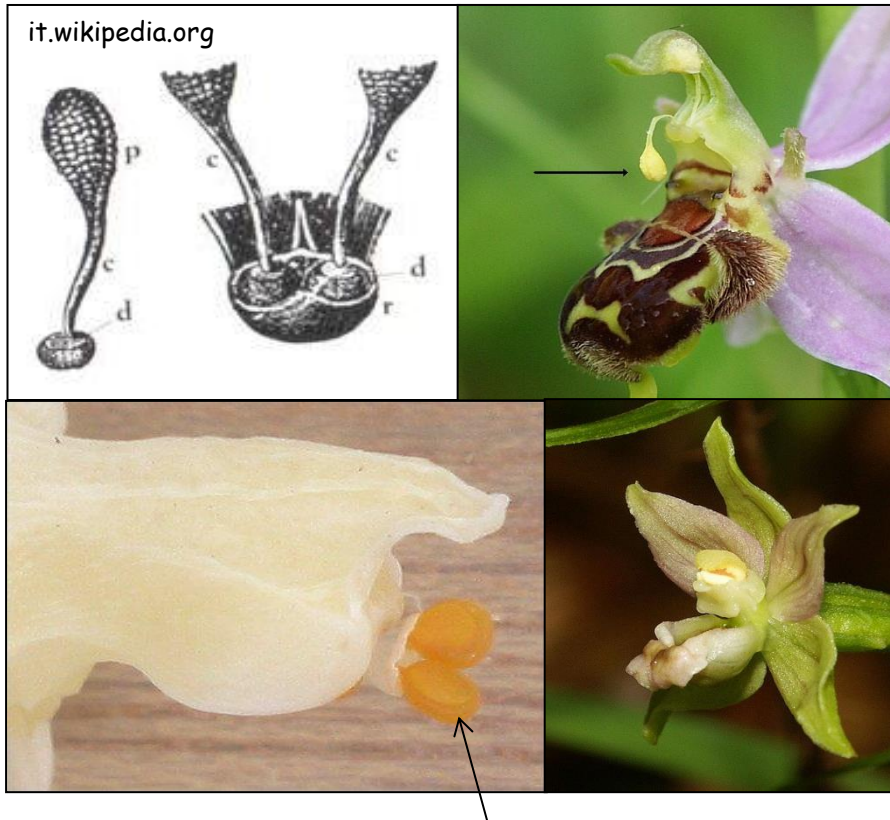
Dicentra canadensis

Isolamento riproduttivo a causa della produzione di fiori e semi in periodi differenti

Speciazione divergente

ISOLAMENTO MECCANICO

La fecondazione tra due specie diverse è impossibile a causa di una differenza nella forma degli organi riproduttivi. Es. trasporto dei pollini da parte degli insetti impollinatori in Orchidee.



Catasetum sp.

Isolamento Ecologico e Meccanico → **SPECIAZIONE SIMPATRICA**

Speciazione divergente

ALTRI MECCANISMI DI ISOLAMENTO: ISOLAMENTO POST-ZIGOTICO

- Impossibilità di sviluppo dell'embrione
- Impossibilità degli ibridi di sopravvivere
- Impossibilità degli ibridi di riprodursi

Ibridazione: ottenimento di una progenie da genitori che provengono da popolazioni che differiscono in uno o più caratteri o da due specie differenti
→ Progenie sterile..ma..



La POLIPLOIDIA può comportare un'eccezione e permettere di ottenere un ibrido fertile

Questo fenomeno ha permesso la generazione del 40% circa delle specie di Angiosperme oggi esistenti.

Radiazione adattativa

Caso speciale di evoluzione divergente in cui una specie diverge rapidamente in molte altre nuove specie

Si verifica quando la specie vegetale colonizza un ambiente nuovo nel quale la competizione è assente (Es: colonizzazione di isole vulcaniche inizialmente prive di vita; ambienti in cui un drastico cambiamento ha portato all'eliminazione delle specie vegetali dominanti ecc.)

La progenie derivante dalla pianta fondatrice assomiglia inizialmente ad essa → pool genico estremamente ridotto

Tuttavia, la mancanza di competizione induce rapidamente una eterogeneità della popolazione → deriva genetica

Entro breve tempo, sono riconoscibili molte nuove specie



Saponaria dell'Etna: pianta pioniera

Evoluzione convergente

Organismi appartenenti a specie diverse che condividono lo stesso habitat possono evolvere caratteristiche simili. Es: Cactaceae americane ed Euphorbiaceae africane presentano fusti succulenti simili in risposta all'adattamento all'ambiente arido in cui vivono



www.plantoftheweek.org

Euphorbia ingens

- Fusto succulento
- Presenza di spine
- Fenotipo simile indotto da modificazioni per adattarsi ad una stessa condizione climatica
- Genotipo completamente differente



b-and-t-wordseds.com

Echinopsis pachanoi