

Botanica Farmaceutica

Prof.ssa DANIELA DE VITA

Email: daniela.devita@uniroma1.it
Tel.: 06-49912788

Prof. LUCA SANTI

Email: l.santi@uniroma1.it
Tel.: 06-49912195

RIPRODUZIONE – EVOLUZIONE - TASSONOMIA



RIPRODUZIONE ed EVOLUZIONE

La riproduzione è il meccanismo chiave che permette il passaggio delle informazioni genetiche da una generazione all'altra.

Senza di essa, l'evoluzione non potrebbe avvenire, perché non ci sarebbe:

- Trasmissione dei caratteri
- Accumulazione di variazioni genetiche
- Selezione naturale

RIPRODUZIONE – EREDITARIETÀ – SELEZIONE NATURALE



Ogni volta che un organismo si riproduce, trasmette una copia del proprio patrimonio genetico alla progenie con o senza variazioni in dipendenza del tipo di riproduzione.

Le mutazioni, le ricombinazioni genetiche, gli errori di replicazione... tutto accade nel contesto della riproduzione.

È qui che nascono le novità genetiche su cui agisce la selezione naturale.



La selezione naturale agisce su popolazioni che si riproducono

Solo gli individui che sopravvivono e si riproducono trasmettono i loro caratteri.

SE UN TRATTO AUMENTA LA PROBABILITÀ DI RIPRODURSI, QUEL TRATTO DIVENTERÀ PIÙ COMUNE NEL TEMPO. QUESTO È IL CUORE DELLA SELEZIONE NATURALE.

CICLO CELLULARE

Il ciclo cellulare comprende il periodo che va dal momento in cui una cellula deriva dalla cellula madre al momento in cui la cellula si divide in due cellule figlie.

Il ciclo cellulare conduce alla formazione di due nuove cellule figlie, dall'unica cellula madre iniziale. Questo processo di divisione è definito MITOSI

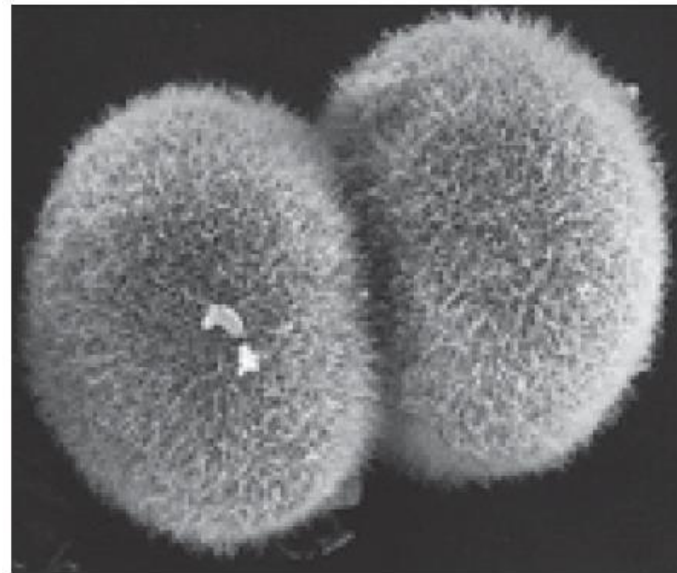


Figura 5 – La fase finale del ciclo cellulare di una cellula animale, in cui si divide il citoplasma e si ha la definitiva formazione di due cellule distinte.

CICLO CELLULARE

Il ciclo cellulare, può essere, quindi definito, come il periodo che intercorre fra due successive divisioni mitotiche.

Si divide in 4 fasi denominate:

Fase G1
Fase S
Fase G2
Fase M

} intercinesi

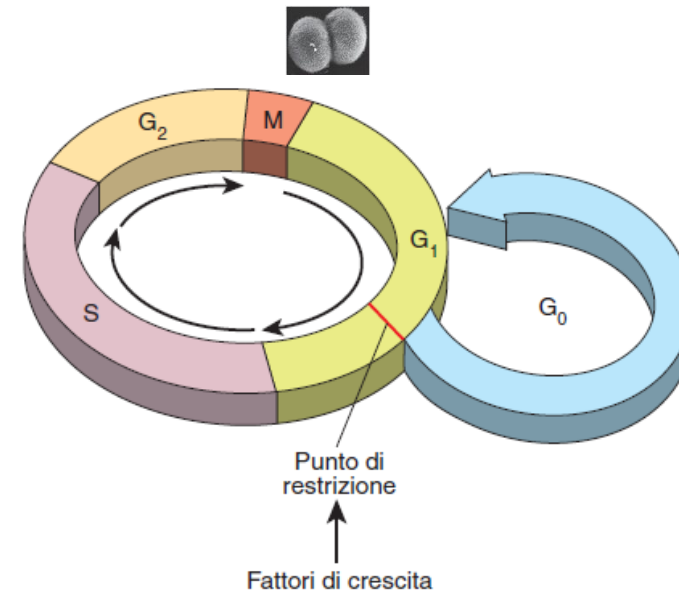


Figura 7.10

Rappresentazione schematica del ciclo cellulare con la fase mitotica M e i tre stadi, G₁, S e G₂ dell'interfase. Le cellule che non sono destinate a dividersi ulteriormente entrano nella fase quiescente G₀.

Le fasi G1, S e G2 costituiscono il periodo di intercinesi durante il quale il nucleo è morfologicamente apprezzabile e vengono sintetizzate le proteine ed organizzate le strutture necessarie alla divisione mitotica che avviene nella successiva fase M

MITOSI

Fase G1: Dopo la MITOSI, le cellule figlie neoformate iniziano un periodo di riposo di lunghezza variabile durante il quale non si attua la sintesi di DNA. Questo intervallo di tempo è definito come GAP 1 o G1.

Fase S: La fase G1 ha una durata diversa per ogni tipo di cellula. Ad esso segue una fase di sintesi di acidi nucleici e in particolare la duplicazione del DNA. Tale fase è detta di sintesi o Fase S.

Fase G2: Alla fase di sintesi segue un'altra fase di quiescenza senza divisione cellulare. Durante la quale il DNA della cellula è doppio. Tale fase è detta GAP 2 o G2. La fase G1, S e G2 si definiscono come interfase o intercinesi del ciclo cellulare.

Alcune cellule permangono in fase G1 per tutta la loro esistenza e in tale caso non essendoci mai una fase S ed un ciclo cellulare si parla di fase G0

MITOSI

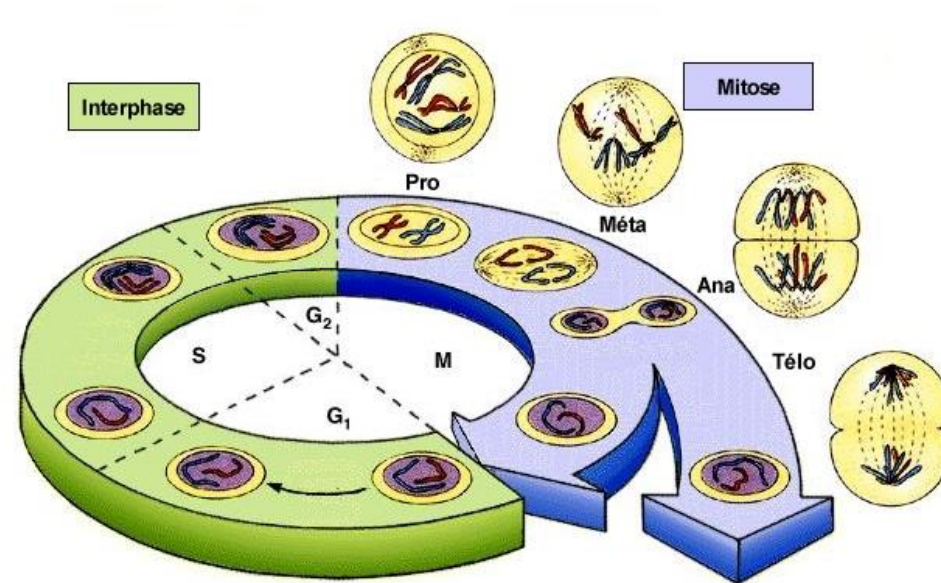
La fase M del ciclo cellulare rappresenta la mitosi o divisione mitotica.
La mitosi è un processo continuo, senza pause.
Conduce alla formazione di due cellule figlie
Si divide in 4 fasi

Profase

Metafase

Anafase

Telofase



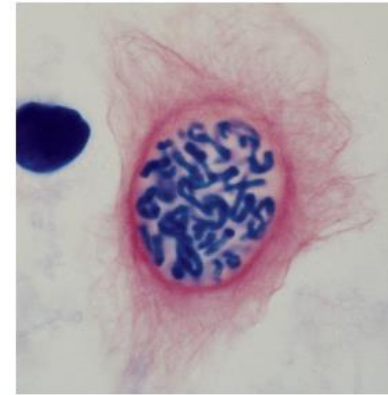
Nel corso della ciclo cellulare, ciascuno dei cromosomi si replica integralmente (fase S).
Una copia di ciascun cromosoma segregherà in una delle due cellule figlie che si
ottengono al termine della divisione.

MITOSI

Prima fase “**PROFASE**”, i filamenti di DNA, già duplicati, si arrotolano a spirale e diventano visibili al microscopio ottico come cromosomi. Ogni cromosoma è già duplicato (La fase S precede la fase M del ciclo). Ogni cromosoma è costituito da due cromatidi uniti in un solo punto, chiamato centromero.

Seconda fase “**METAFASE**”, nella quale i cromosomi si allineano al centro della cellula e le fibre del fuso si collegano al centromero di ogni cromosoma.

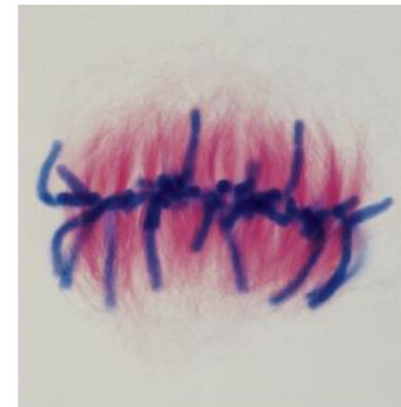
Profase



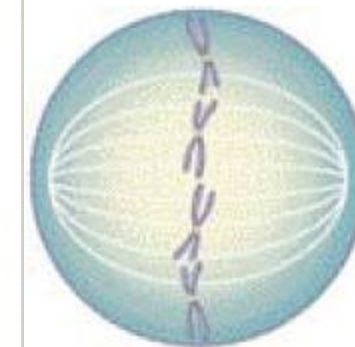
profase



Metafase



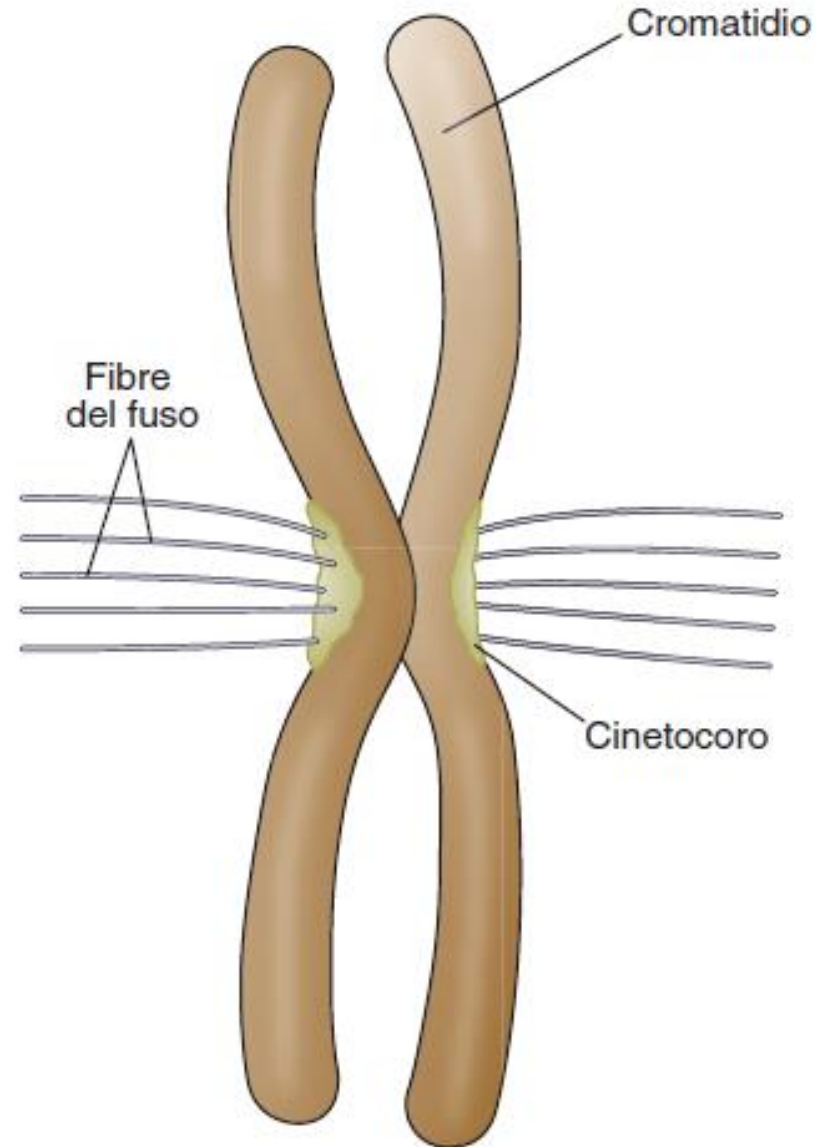
metafase



MITOSI

Figura 7.13

All'inizio della mitosi, dopo che si è condensato, ciascun cromosoma, che si è precedentemente duplicato durante la fase S, è ora costituito da due cromatidi fratelli uniti dal centromero. Durante la profase, i microtubuli del fuso mitotico si attaccano ai cromatidi mediante i cinetocori situati ai lati del centromero. Ad ognuno dei cromatidi si legheranno solo i microtubuli che provengono da un unico polo della cellula.



MITOSI

Terza fase "**ANAFASE**":

le fibre del fuso tirano verso i due poli i cromosomi e i due cromatidi fratelli di cui è composto ogni cromosoma si separano e si allontanano tra loro dirigendosi verso i poli opposti.

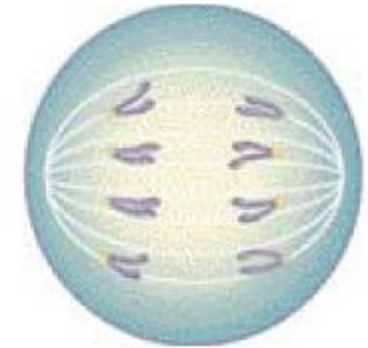
Ultima fase "**TELOFASE**":

scompare il fuso mitotico e compaiono le due membrane nucleari, che separano i due nuovi nuclei. I cromosomi si "srotolano" e non sono più visibili (il materiale nucleare riprende l'aspetto caratteristico della cromatina, a granuli sparsi). La mitosi è terminata e la riproduzione cellulare si completa con la separazione del citoplasma (citodieresi) nelle due cellule figlie.

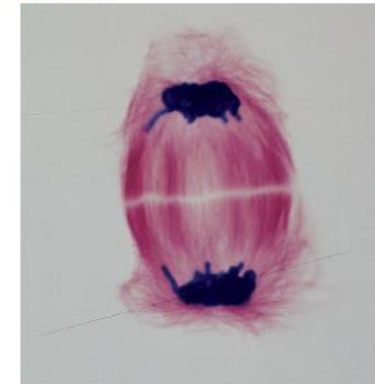
Anafase



anafase



Telofase



telofase



MITOSI

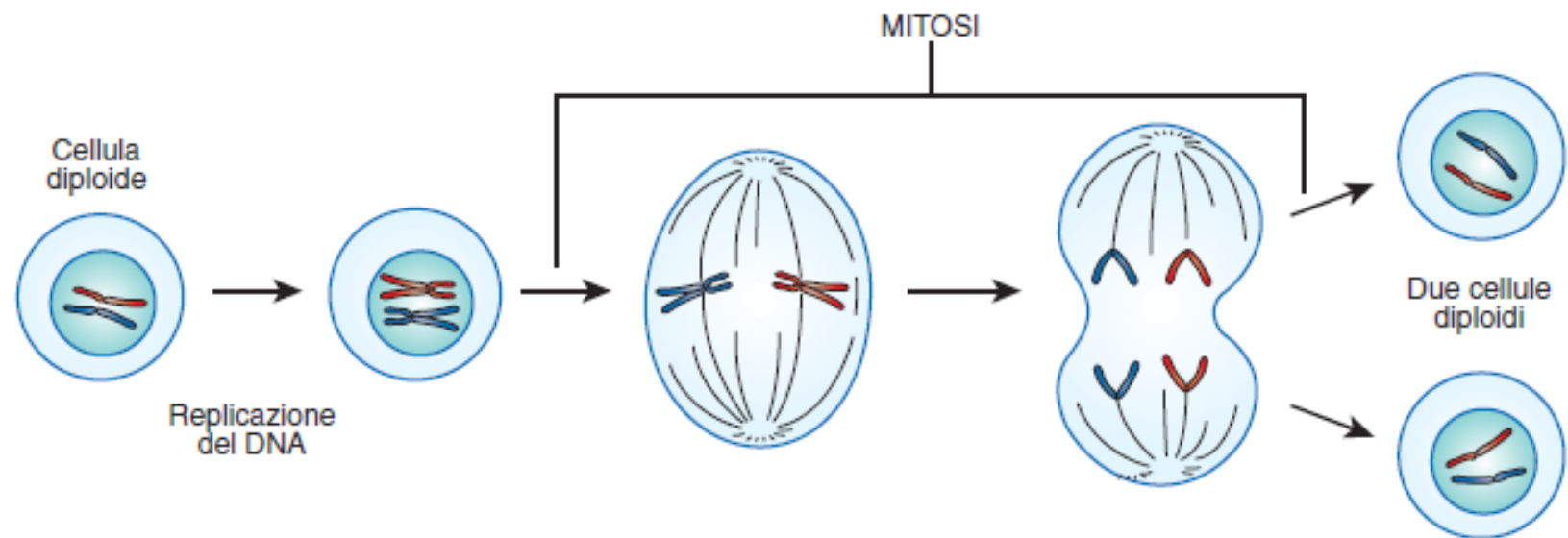


Figura 7.14

Schema di una divisione mitotica in una cellula con due cromosomi. Ogni cromosoma, dopo la replicazione del DNA, è costituito da due cromatidi fratelli.

MITOSI

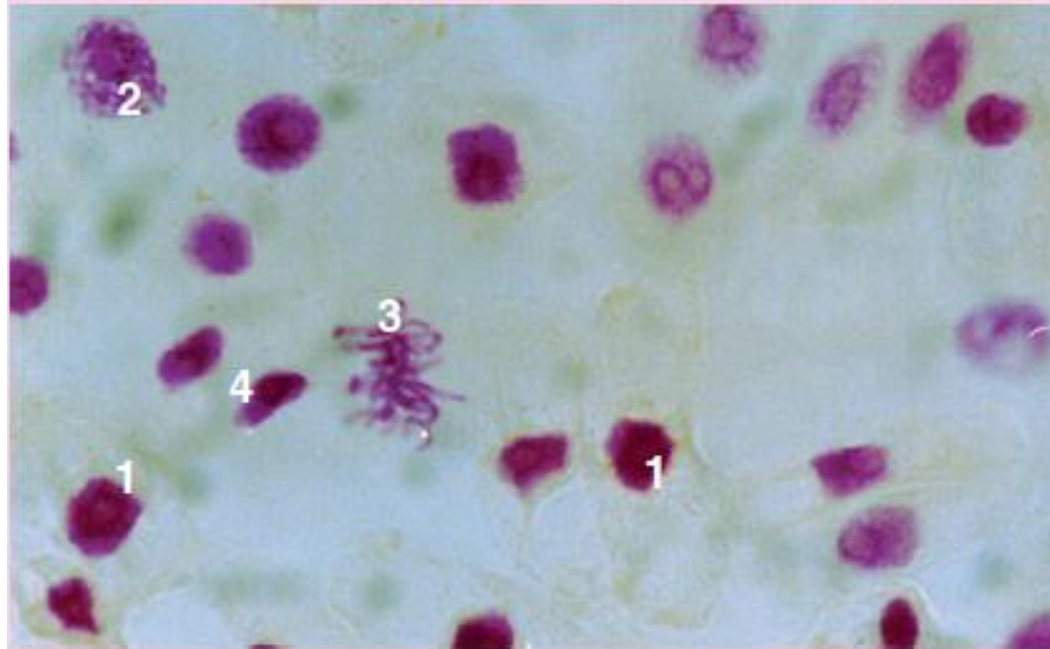
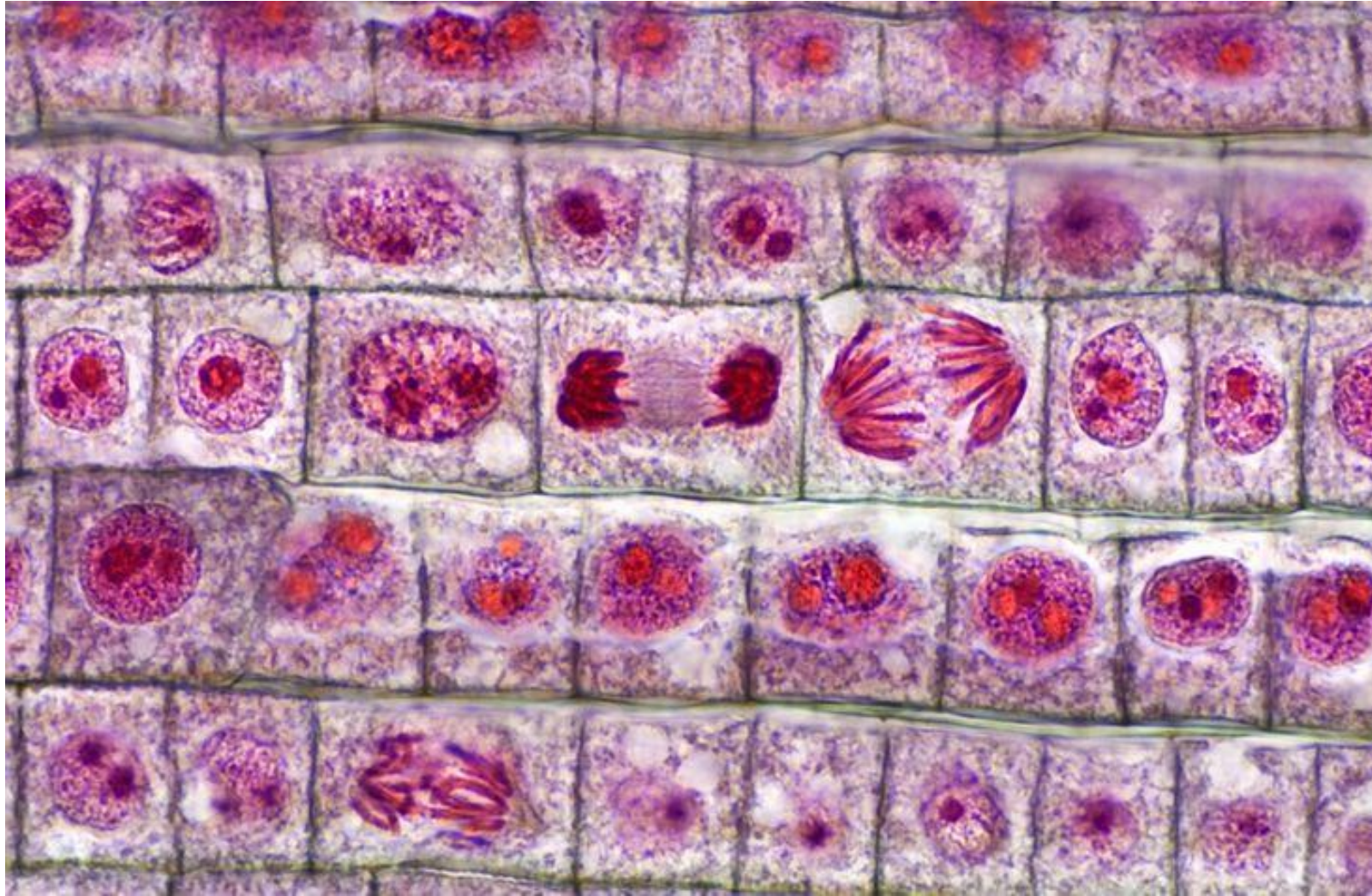


Figura 7.1.1

Nuclei dopo *colorazione al Feulgen*. A seguito dei legami che la molecola di rosanilina forma con il DNA, i nuclei acquistano una colorazione tipica rossastra. Grazie a questa colorazione è possibile distinguere il nucleo interfaseico (1) da quello in profase (2), in metafase (3) o in telofase (4) (osservazione di S. Mazzuca).

MITOSI



Apici radicali di *Allium cepa* (Aglio) con cellule in attiva in attiva divisione

MEIOSI

*La meiosi riguarda esclusivamente le cellule germinative o gameti
ovvero le cellule che interverranno nella fecondazione che sta alla base della riproduzione sessuale*

Nella mitosi da una cellula madre si ottengono due cellule figlie identiche (cloni), con lo stesso numero di cromosomi della madre; poiché vi sono due copie di cromosomi si parla di cellule a “corredo cromosomico” diploide.

La meiosi, invece, è una moltiplicazione “**riduttiva**”, poiché le cellule figlie hanno un **corredo cromosomico dimezzato** rispetto alla cellula madre: **possiedono un cromosoma solo per ogni coppia.**

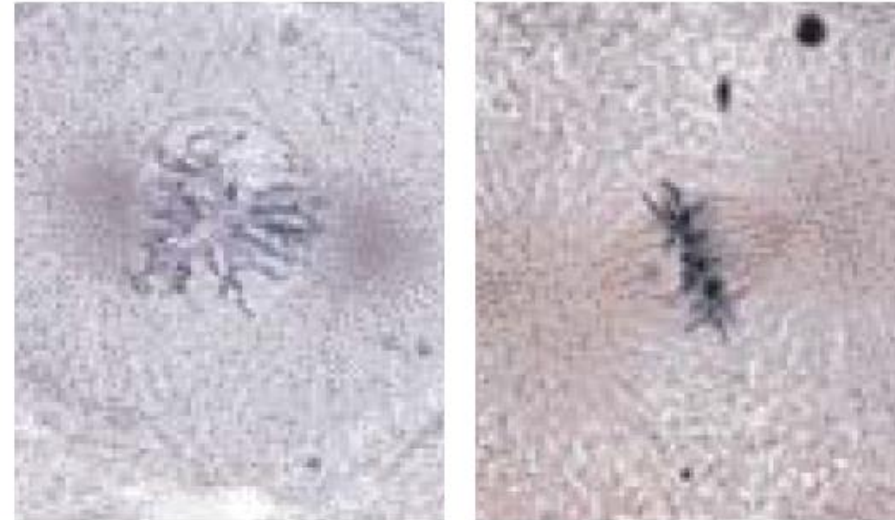


Figura 18 – A sinistra, una cellula sta iniziando la meiosi: siamo nella profase, in cui sono evidenti i cromosomi, non esiste la membrana nucleare e si sta formando il fuso mitotico. Durante la metafase (a destra) si vedono chiaramente i cromosomi allineati sul piano equatoriale.

MEIOSI

I gameti devono avere un numero di cromosomi dimezzato perché nella **fecondazione** o **gamia**, ovvero l'unione di un gamete maschile con un gamete femminile (entrambi **aploidi**), si originerà lo **zigote**, la prima **cellula diploide** dalla quale, per effetto di successive **mitosi**, derivano tutte le cellule (**diploidi**) dell'organismo.



MEIOSI

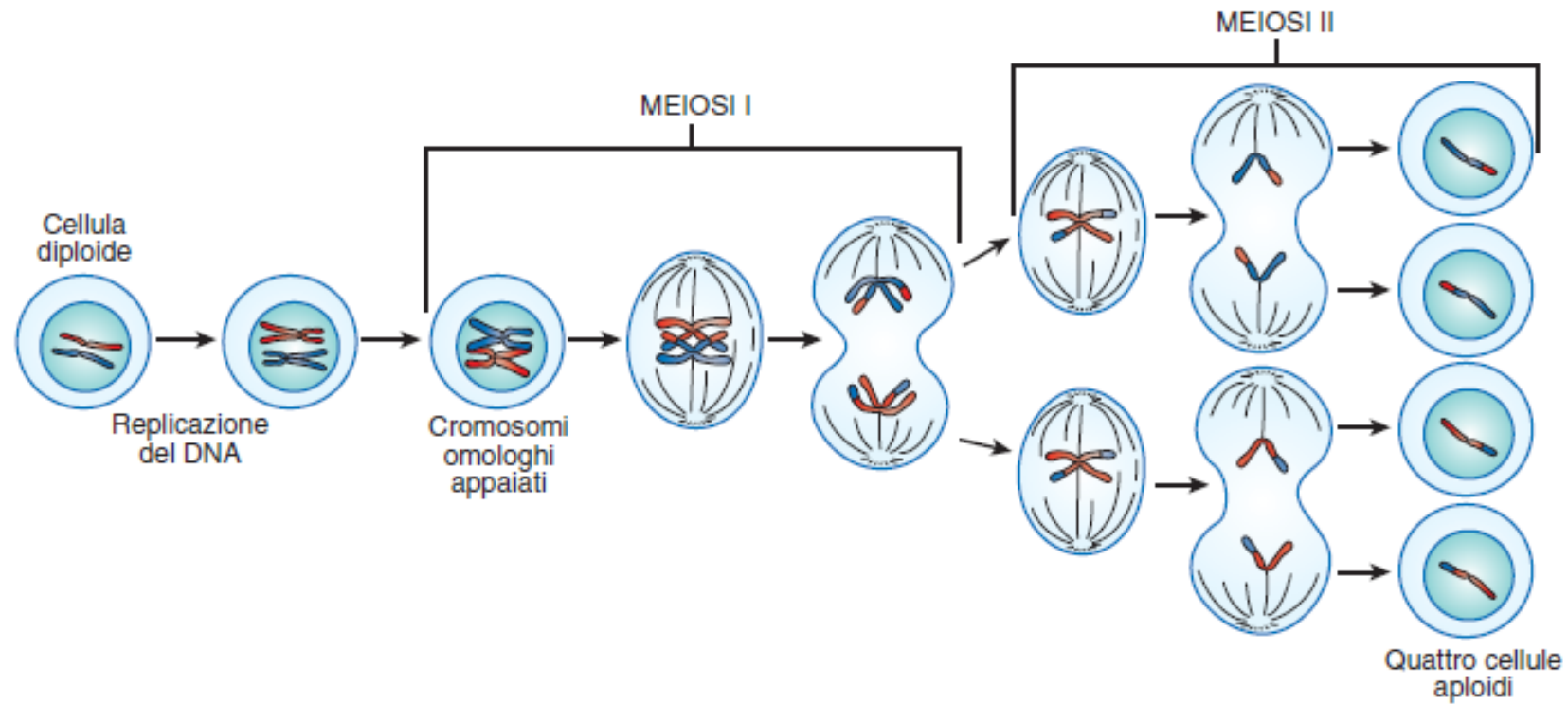


Figura 7.15

Schema di una divisione meiotica in una cellula con due cromosomi, una coppia di omologhi. All'inizio della prima divisione meiotica ogni cromosoma, dopo la replicazione del DNA, è costituito da due cromatidi fratelli.

MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO

La mitosi conserva il numero dei cromosomi, dando origine a cellule che sono geneticamente identiche a quella parentale (cellula di origine).

La meiosi riduce il numero di cromosomi da due (corredo diploide) ad uno (corredo aploide), dando origine a cellule che si differenziano geneticamente l'una dall'altra e dalla cellula parentale.

Il meccanismo per separare i cromatidi fratelli nella mitosi e nella seconda divisione meiotica è virtualmente identico.

MEIOSI

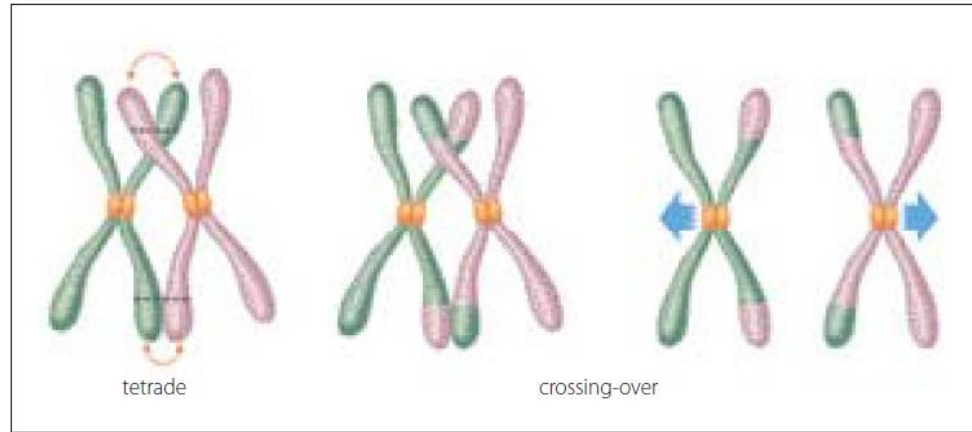


Figura 12 – Nella meiosi i cromosomi omologhi si sovrappongono parzialmente formando le tetradi (quattro cromatidi) e vanno incontro al crossing-over, che porta alla formazione di cromosomi “ibridi”, per lo scambio di porzioni corrispondenti di DNA.

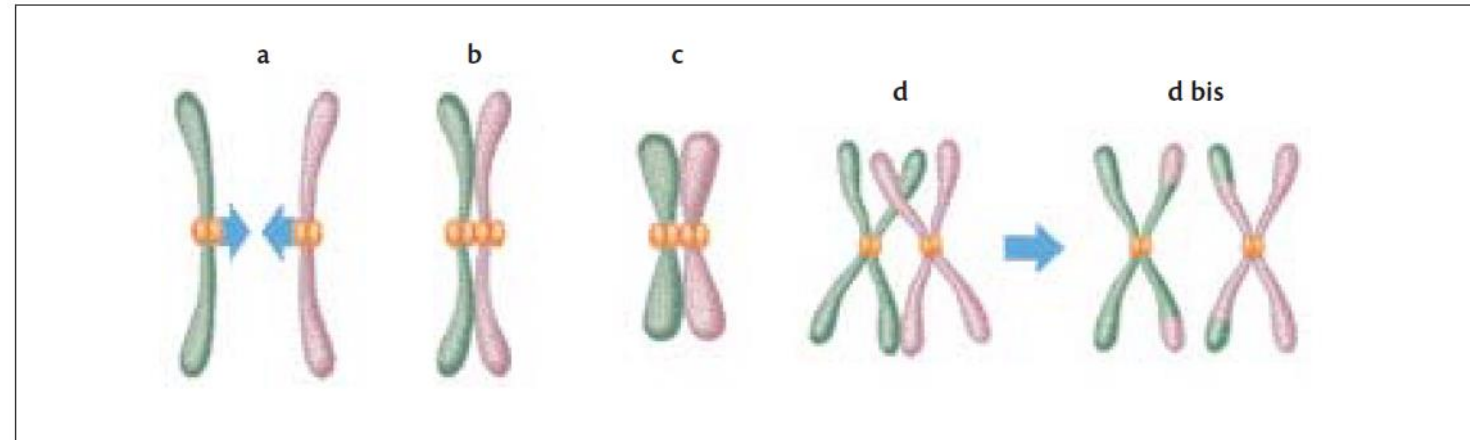


Figura 13 – Modificazione e appaiamento dei cromosomi omologhi nella profase I.

MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO

Tre eventi sono unici per la meiosi e tutti e tre avvengono durante la prima divisione meiotica:

1_Formazione delle sinapsi e dei chiasmi per il rimaneggiamento del materiale genetico in profase I: I cromosomi si connettono fisicamente e si scambiano l'informazione genetica.

2_In metafase I ci sono coppie di cromosomi omologhi (tetradi) invece di singoli cromosomi duplicati.

3_Durante la prima anafase (anafase I) della meiosi, le coppie omologhe si muovono verso i poli opposti della cellula. Durante l'anafase II della meiosi sono i cromatidi fratelli che si separano.

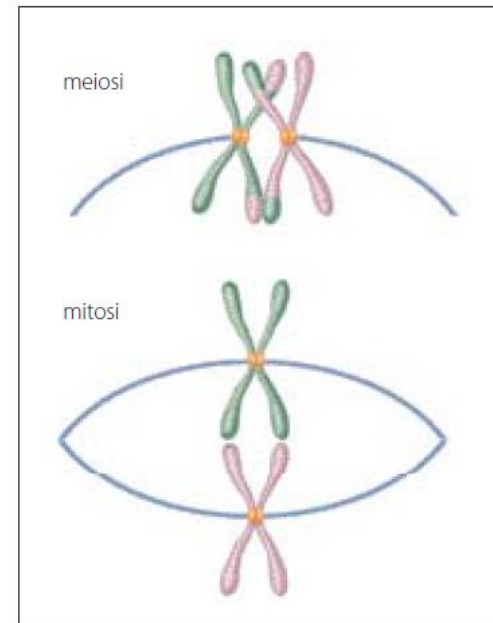


Figura 15 – Le fibre del fuso mitotico si legano ai centromeri: nella meiosi ogni cromosoma è collegato a un polo della cellula con il cromosoma omologo collegato al polo opposto; nella mitosi, invece, ogni cromosoma è collegato a entrambi i poli.

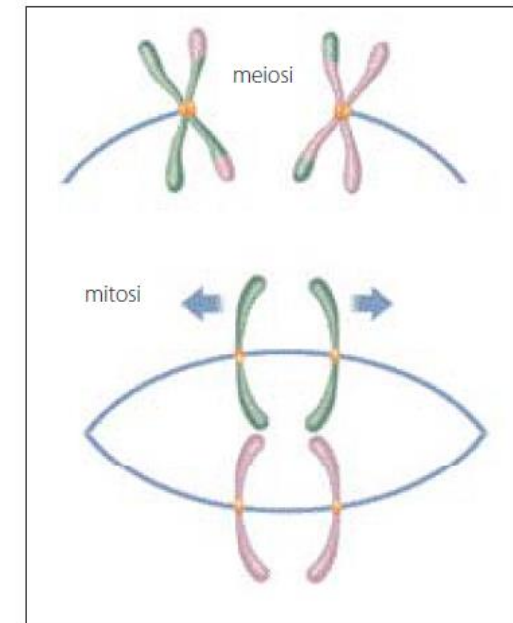


Figura 16 – Nell'anafase I della meiosi si separano i cromosomi omologhi, mentre nella mitosi si separano i due cromatidi di ciascun cromosoma.

MEIOSI

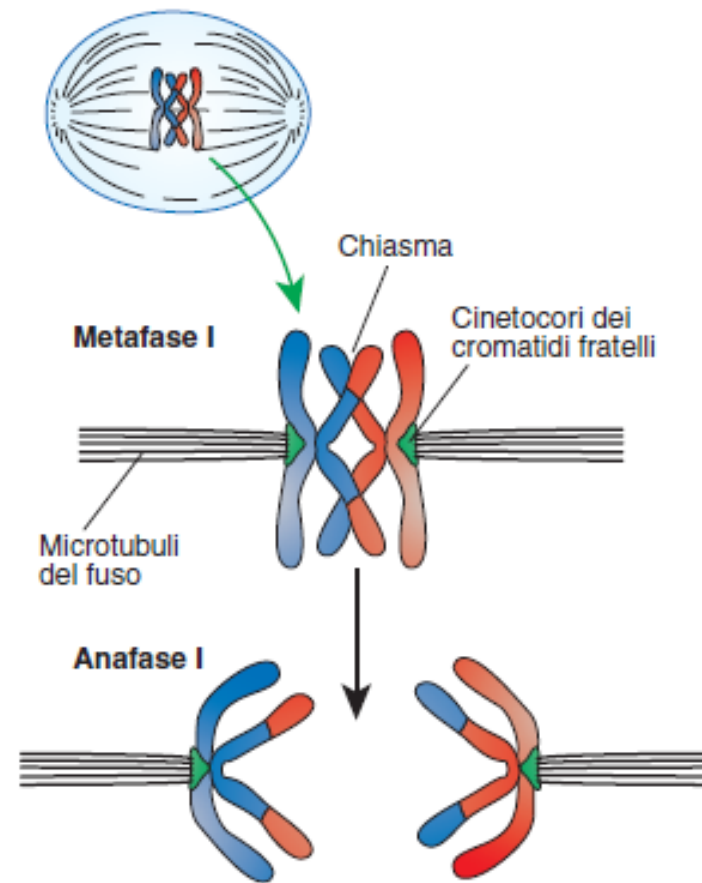
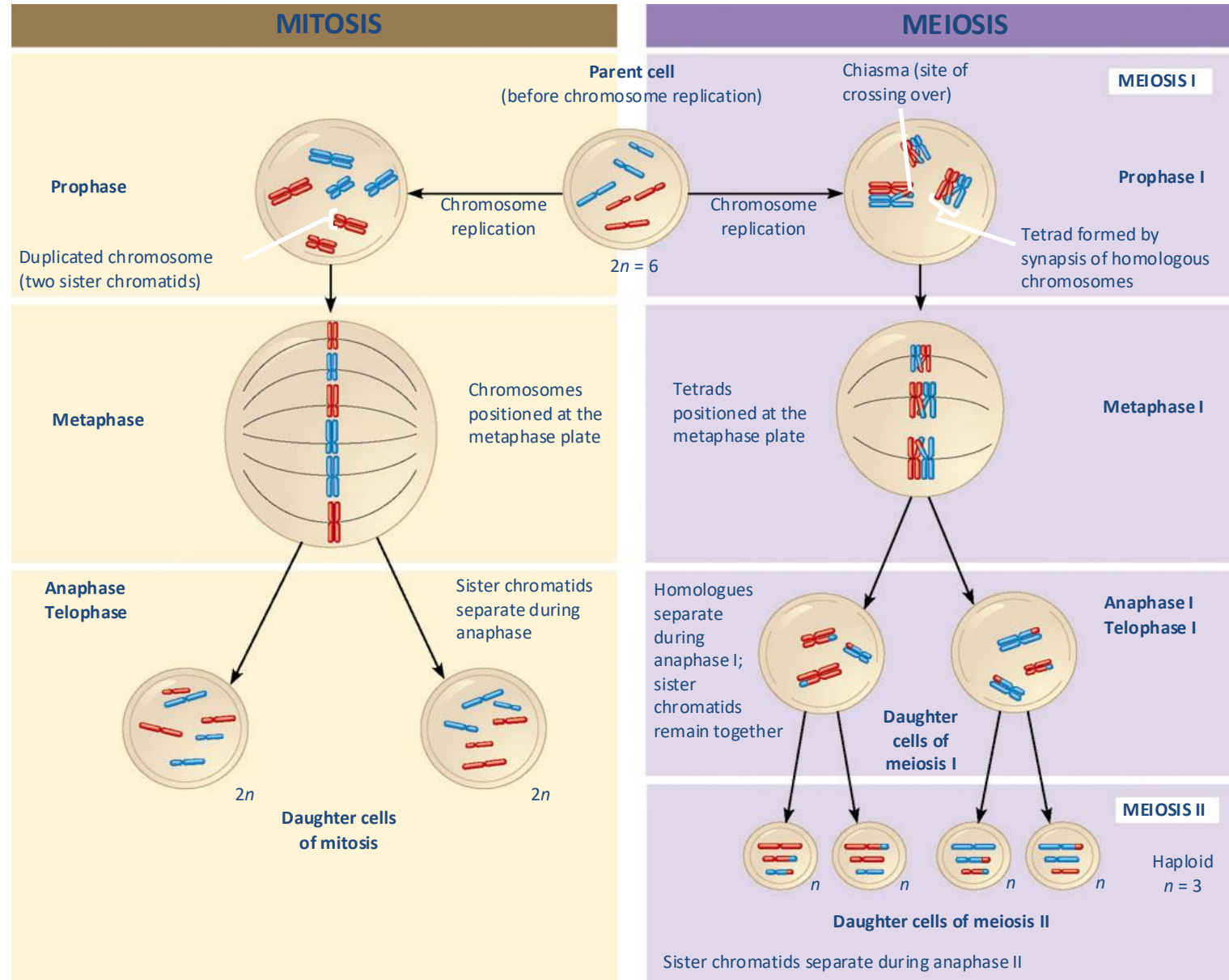


Figura 7.16

Crossing-over tra una coppia di cromosomi omologhi. Ogni cromosoma è costituito da due cromatidi fratelli uniti dal centromero.

MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO

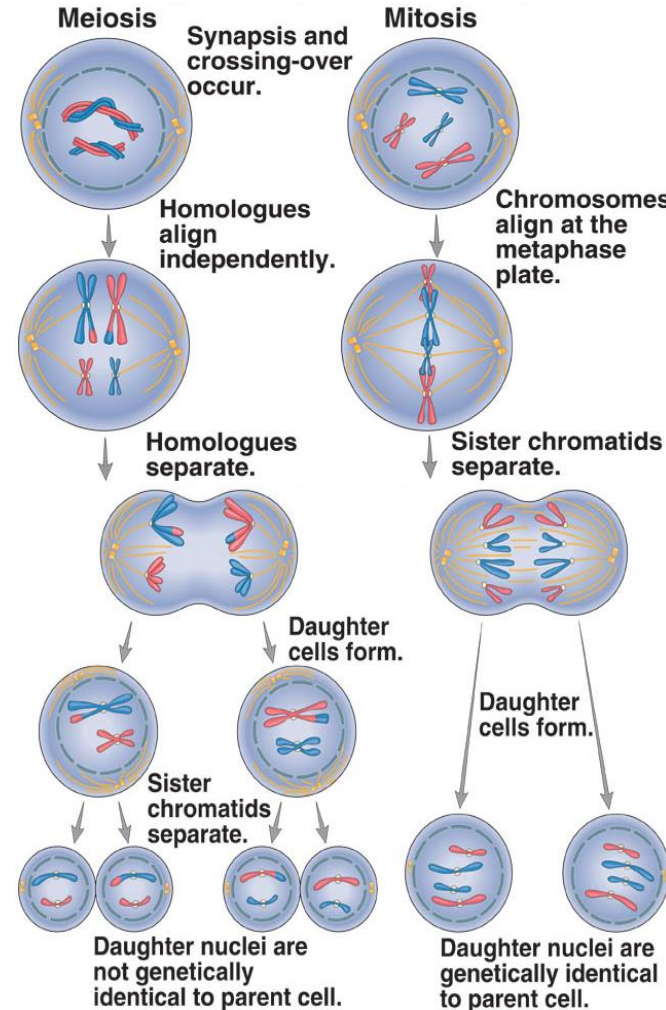


MITOSI E MEIOSI A CONFRONTO

Meiosi

Duplicazione del DNA
seguito
da due divisioni cellulari:

Sinapsi
Crossing-over
Una cellula diploide
produce
Quattro cellule aploidi
Ogni cellula ha una
combinazione unica di
geni



Mitosi

I cromosomi omologhi
non si appaiano:

E quindi non c'è scambio
genetico fra cromosomi
omologhi.

Una cellula diploide genera
due cellule diploidi, oppure
una
cellula aploide genera 2
cellule
Aploidi

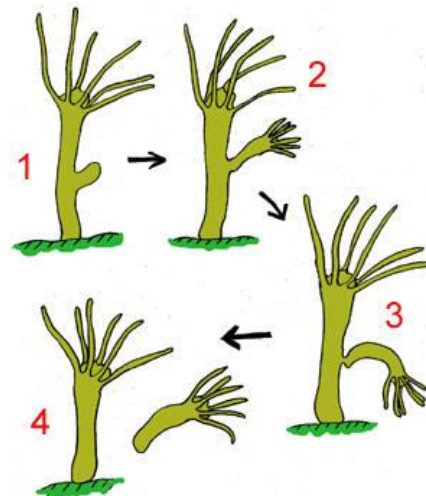
Le nuove cellule sono
geneticamente identiche alla
cellula originaria

RIPRODUZIONE ASESSUALE

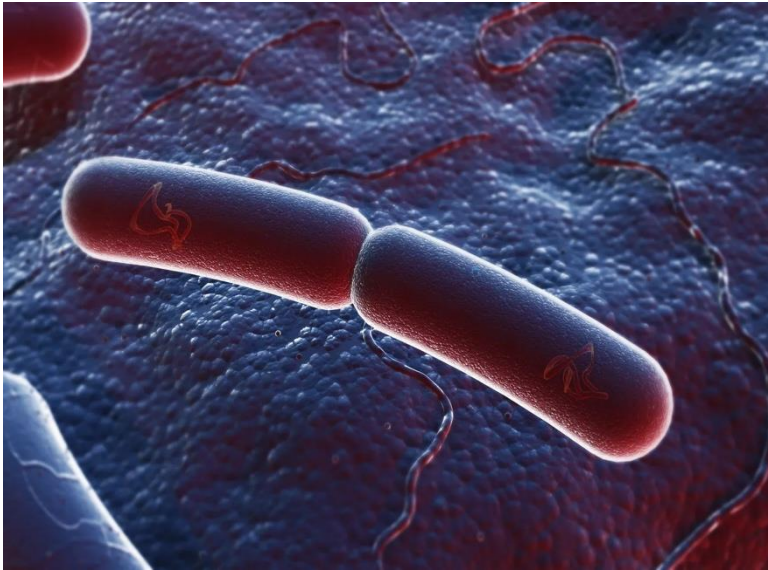
Nella riproduzione asexuale è coinvolto un unico organismo genitore e gli individui figli (progenie) risultano geneticamente identici con il genitore e tra loro.

Sono cloni genetici.

Questa riproduzione **permette la moltiplicazione di un individuo in seguito a divisione del corpo vegetativo o al distacco di una sua parte.**

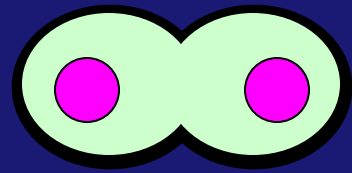


Significativo è il fatto che lo sviluppo del nuovo individuo (clone) avvenga in seguito a **divisioni mitotiche**, mantenendo così costante nel tempo il genotipo delle successive generazioni.



Le modalità con cui questo tipo di riproduzione si realizza sono estremamente variabili anche in funzione dell'organismo considerato. Uno stesso organismo può metterne in atto più di una.

GAMIA

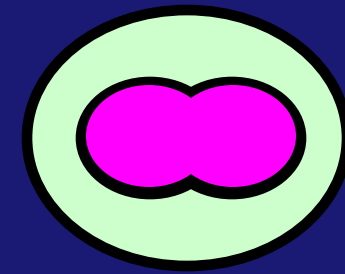


Dicarion o Cellula dicarionte

PLASMOGAMIA

+

CARIOGAMIA



Zigote diploide

Il risultato della gamia è una nuova cellula

La riproduzione sessuale comporta sempre l'unione di due cellule diverse tra loro, i **gameti**.

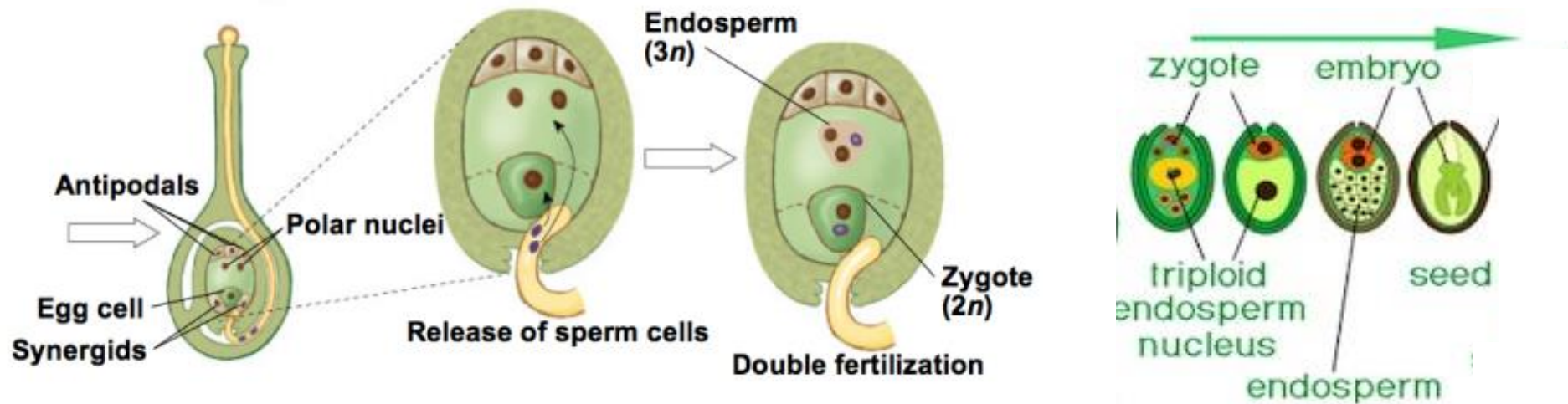
Questo garantisce la produzione di individui figli **diversi** tra loro e diversi dai genitori, al contrario di quella asessuale che comporta la formazione di individui **identici** al genitore da cui derivano.

La variabilità genetica aumenta la fitness della specie, cioè la probabilità di sopravvivenza al variare delle condizioni ambientali.

RIPRODUZIONE SESSUALE NELLE ANGIOSPERME

IL POLLINE trasporta il gamete maschile (cellula spermatica) sullo stigma del fiore

IL SACCO EMBRIONALE nell'OVULO all'interno dell' OVARIO contiene il gamete femminile (cellula uovo)



POLLINE

Microsporogenesi e Microgametogenesi

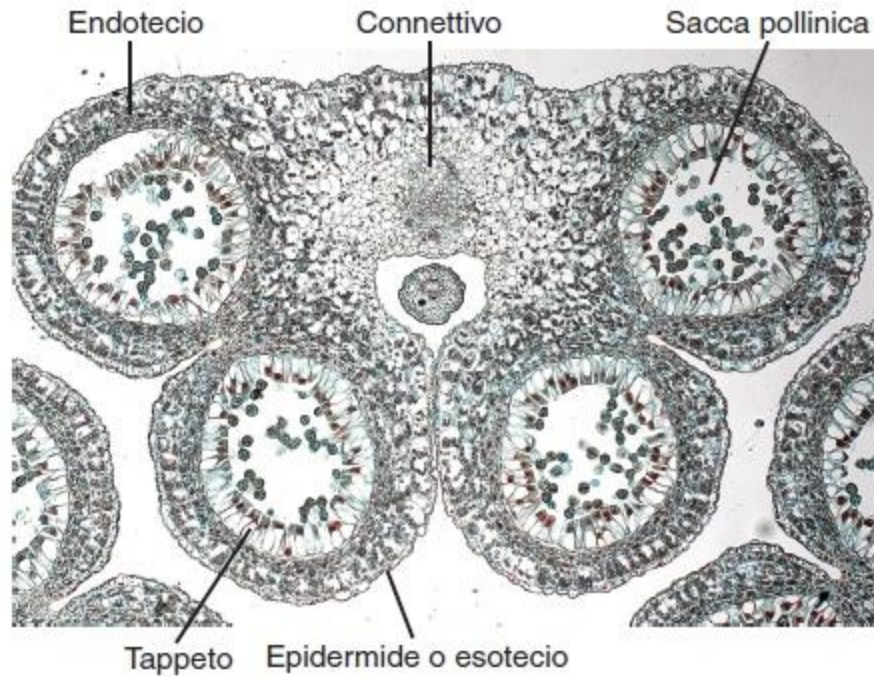


Figura 12.6
Sezione trasversale di un'antera.

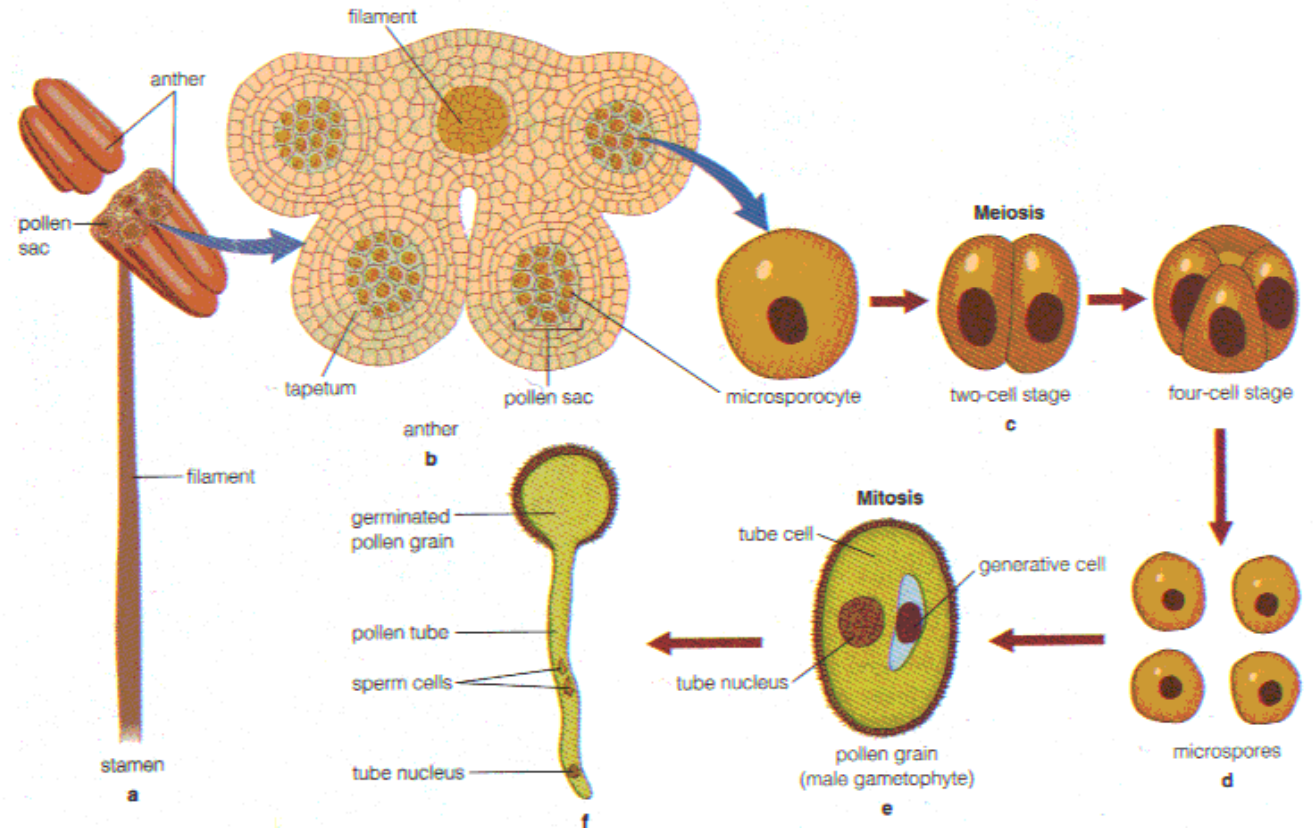




Figura 12.9

Micrografia di una loggia dell'antera al microscopio ottico a fluorescenza; le cellule madri delle microspore sono in metafase I. La freccia in alto indica una delle cellule binucleate del tappeto; la punta di freccia in basso indica il callosio che fluoresce in giallo (x400) (osservazione di E. Caporali).

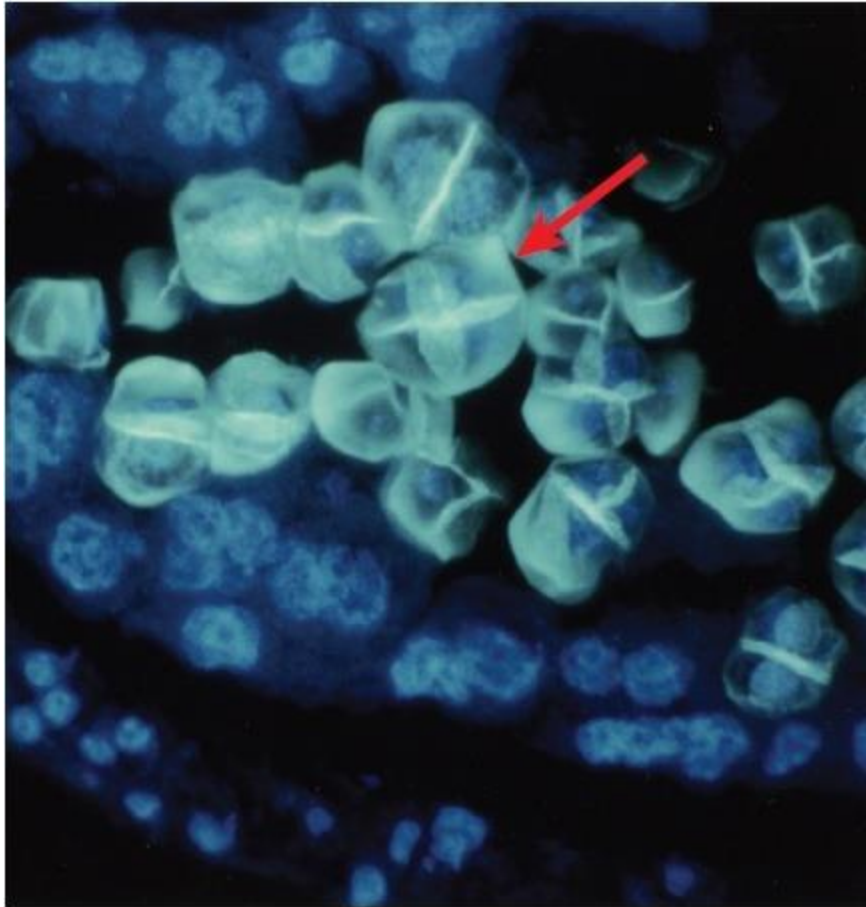


Figura 12.10

Micrografia di una loggia dell'antera al microscopio ottico a fluorescenza. Sono visibili le tetradi di microspore (indicate dalla freccia) circondate dalle cellule del tappeto (x400) (osservazione di E. Caporali).

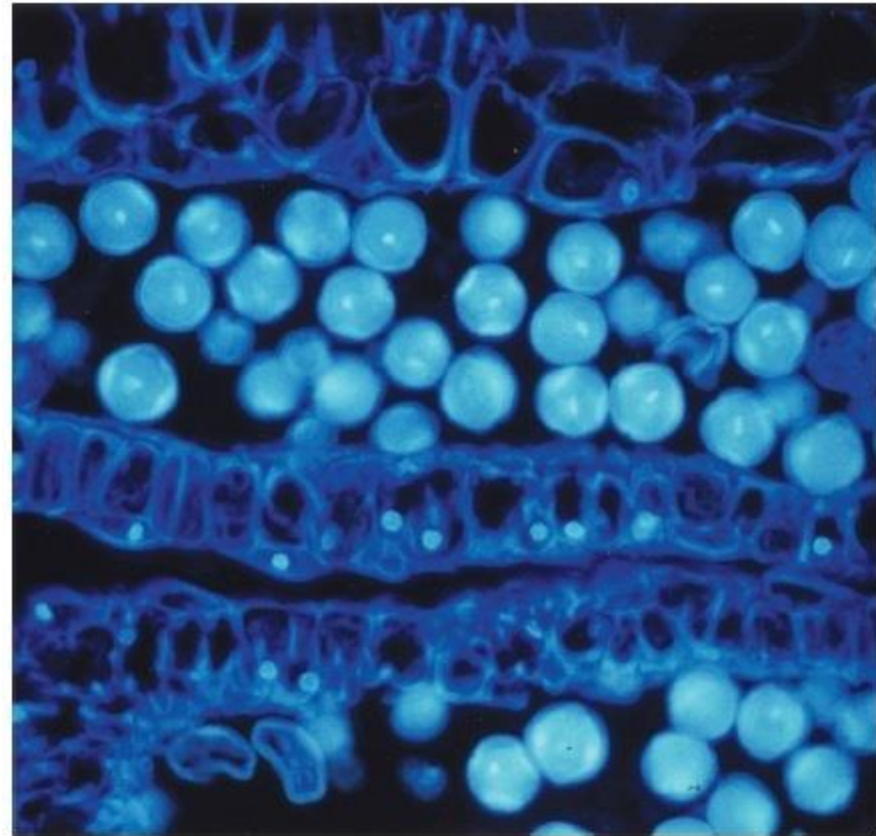


Figura 12.11

Micrografia al microscopio ottico a fluorescenza. Microspore libere nelle logge dell'antera, dopo la demolizione del callosio; il tappeto è degenerato (x250) (osservazione di E. Caporali).

- In ogni microspora il nucleo si divide per mitosi, formando
- una cellula vegetativa (o cellula del tubetto)
 - una cellula generativa che per mitosi formerà 2 gameti (o nuclei spermatici)

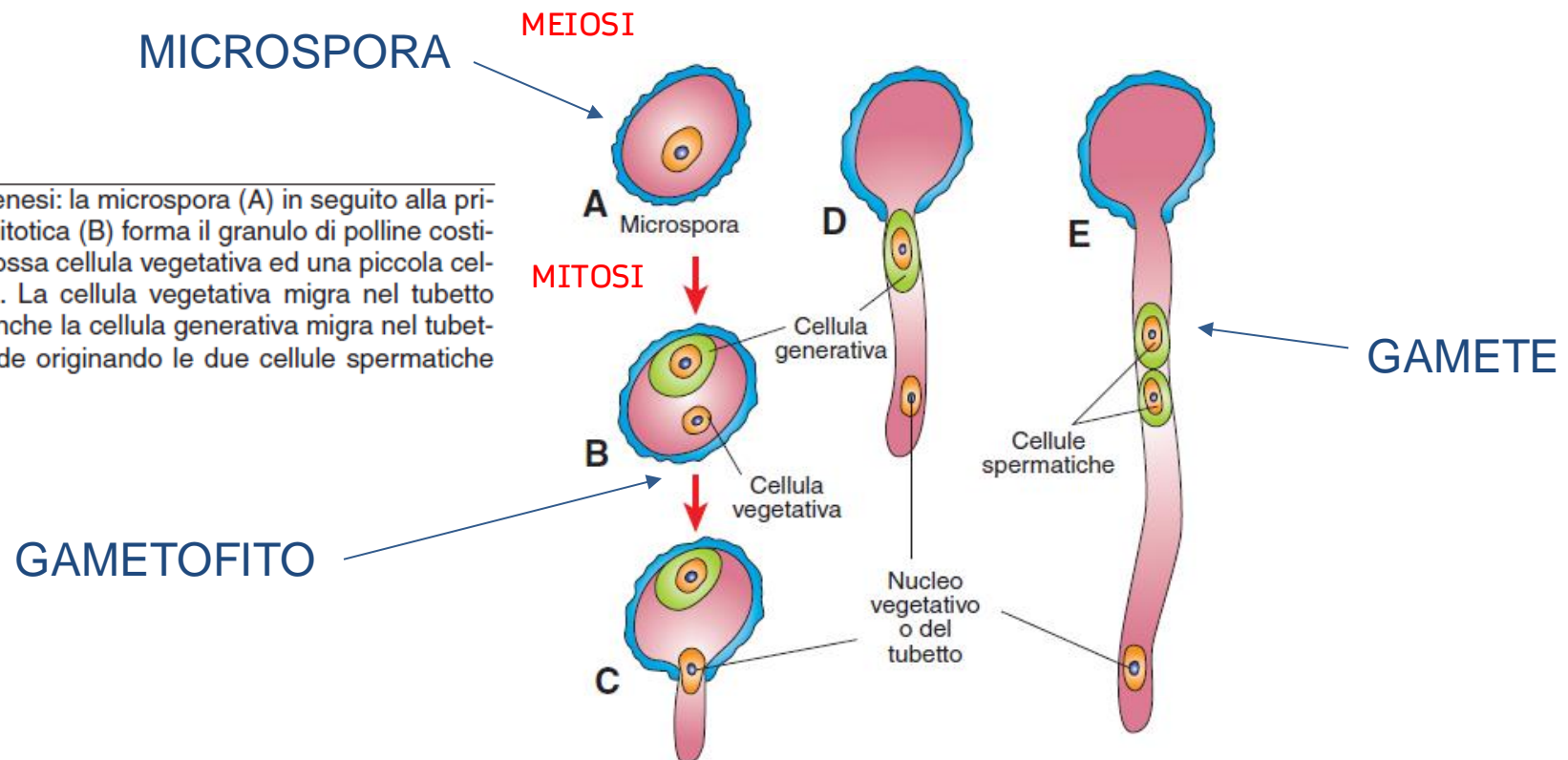
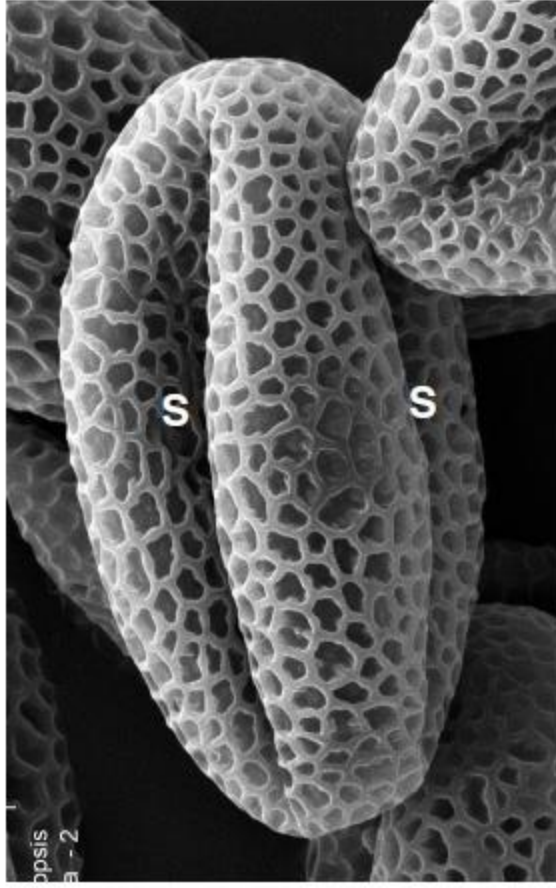
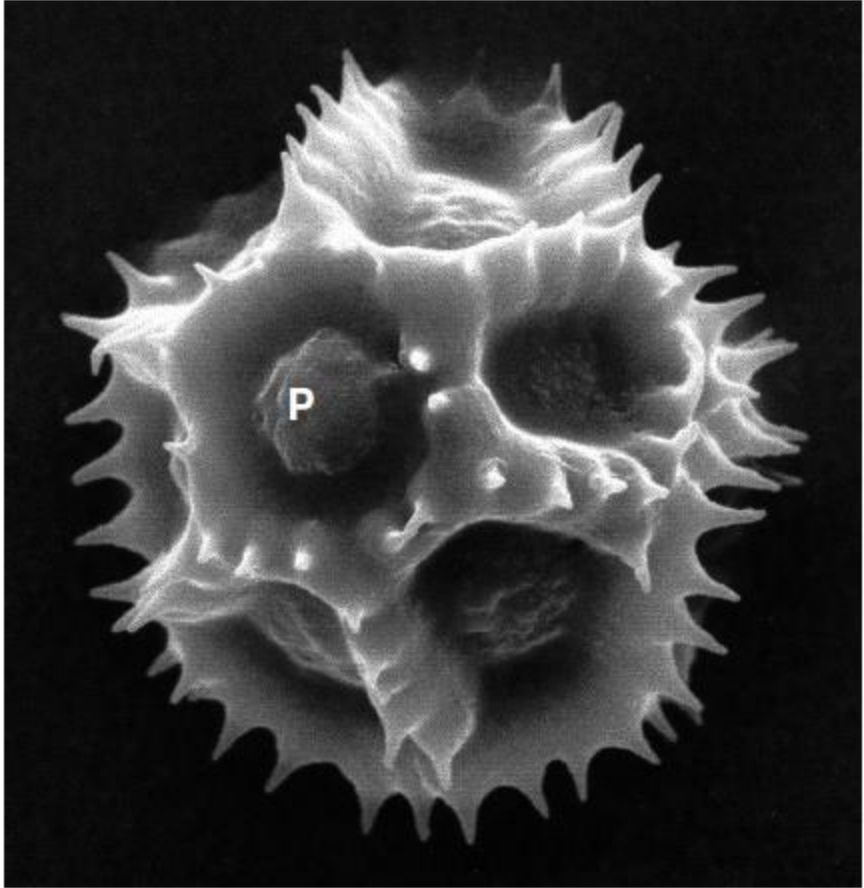
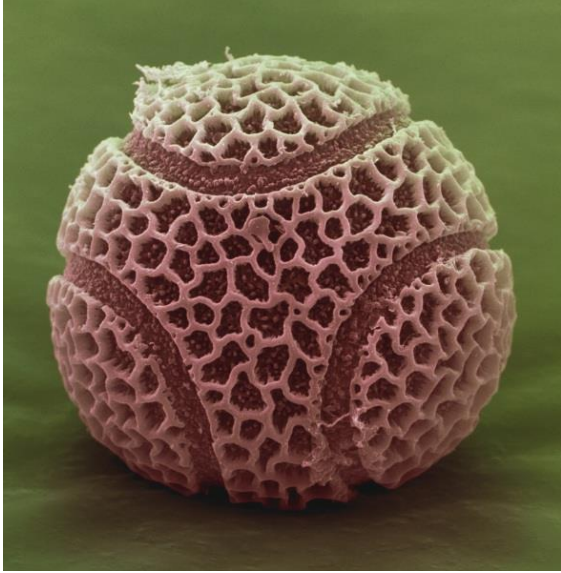


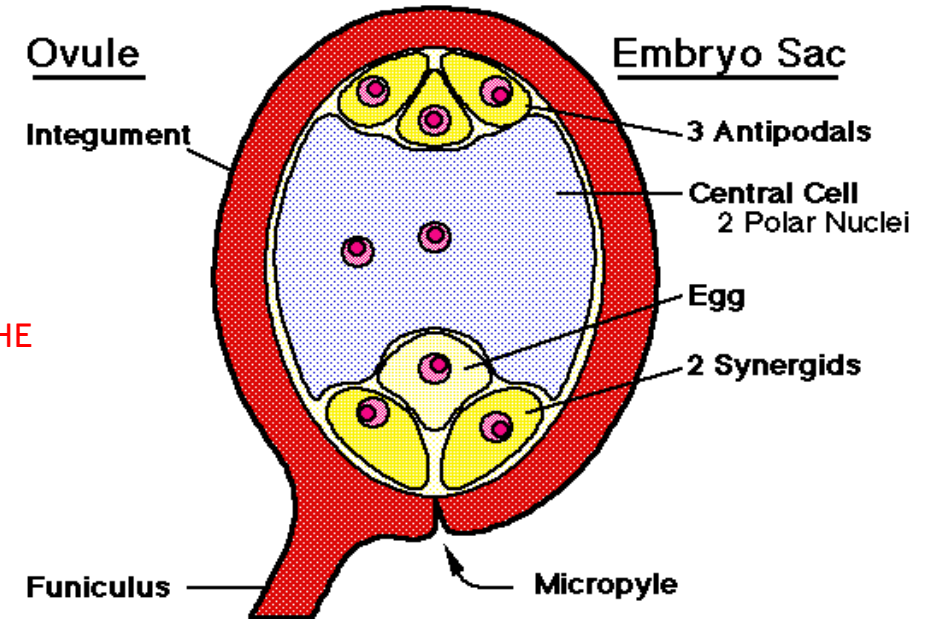
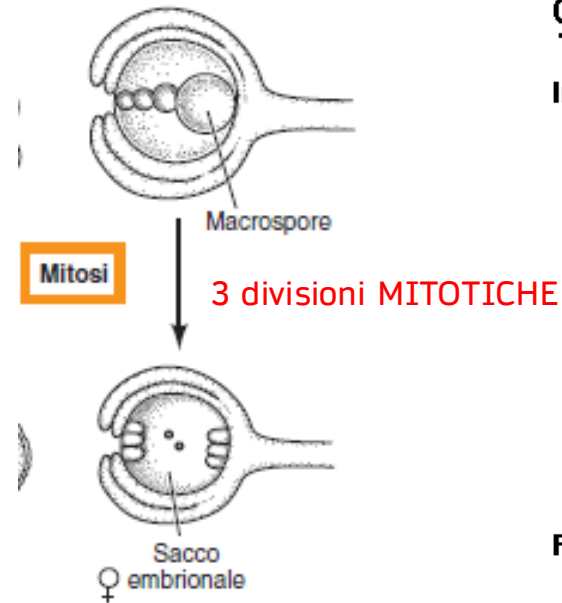
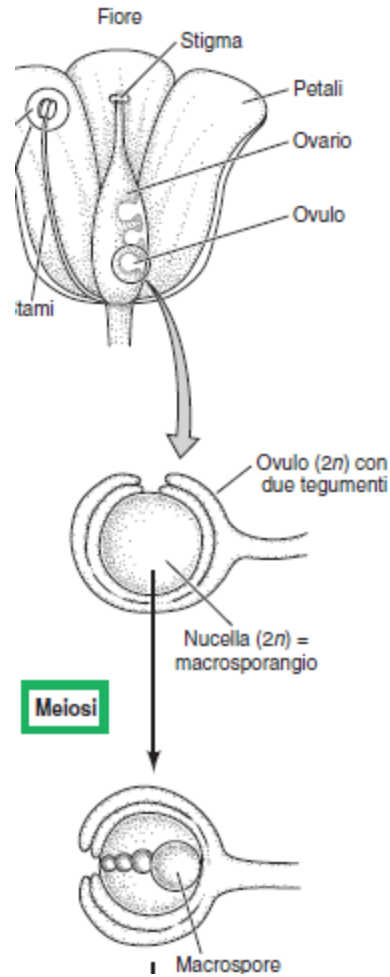
Figura 12.12

Microgametogenesi: la microspora (A) in seguito alla prima divisione mitotica (B) forma il granulo di polline costituito da una grossa cellula vegetativa ed una piccola cellula generativa. La cellula vegetativa migra nel tubetto pollinico (C). Anche la cellula generativa migra nel tubetto (D) e si divide originando le due cellule spermatiche (E).



SACCO EMBRIONALE

Macrosporogenesi e Macrogametogenesi



Spesso i vegetali alternano le riproduzioni asexuale e sessuale:

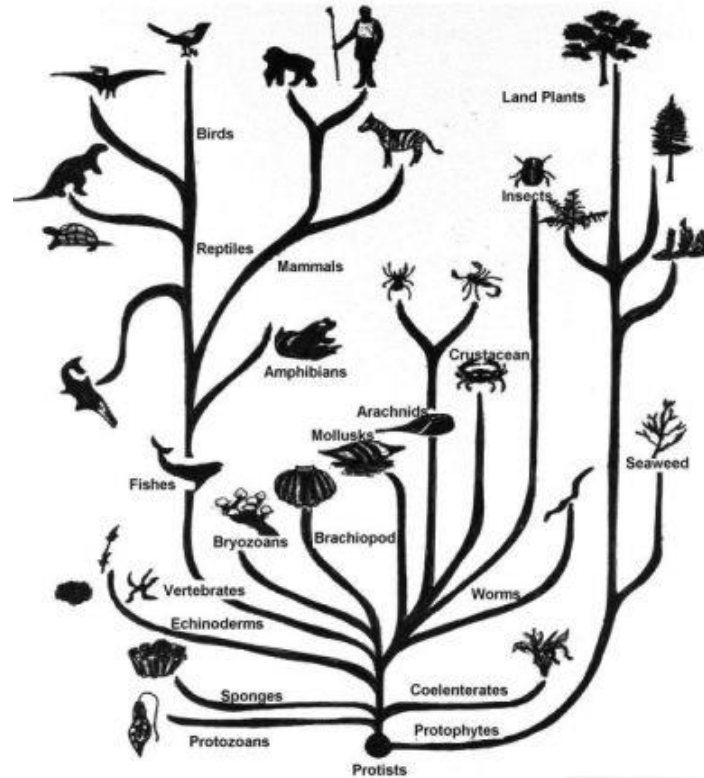
- con la **riproduzione asexuale**, la specie si riproduce con basso dispendio energetico ed in poco tempo,
- con la **riproduzione sessuale** la specie propone una nuova combinazione di caratteri, con maggior dispendio energetico e con tempi più lunghi.

La produzione di gameti parte dalla **meiosi per formare le spore**.

Molte tappe della divisione meiotica sono simili a quelle della divisione mitotica.

EVOLUZIONE

Con il termine evoluzione in Biologia si esprime l'idea che tutti gli organismi siano discesi da un antenato comune comparso in un' epoca remota.



LUCA

Last Universal Common Ancestor
Ultimo Comune Progenitore Universale

Il progenitore comune di tutti i viventi del pianeta

Tutte le specie sono caratterizzate da una relazione antenato-discendente.

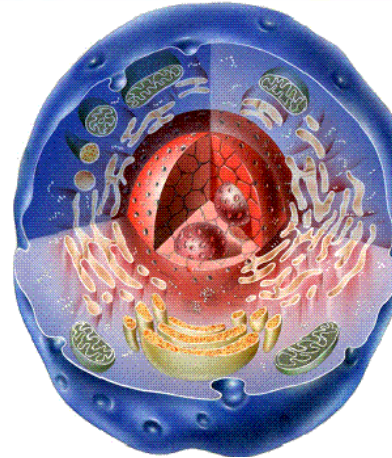
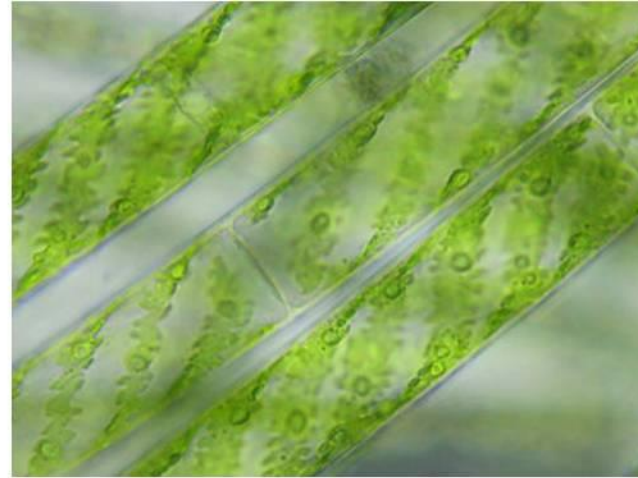
Prevede l'organizzazione gerarchica dei viventi che può essere rappresentata come un albero che procedendo dall'esterno all'interno passa ad insiemi sempre più grandi ed inclusivi fino ad includere la vita intera.

Infatti tutta la vita si basa su caratteristiche comuni e condivise come l'organizzazione cellulare e la codifica dei caratteri ereditari negli acidi nucleici.



PRINCIPI UNIFICANTI DELLA BIOLOGIA MODERNA

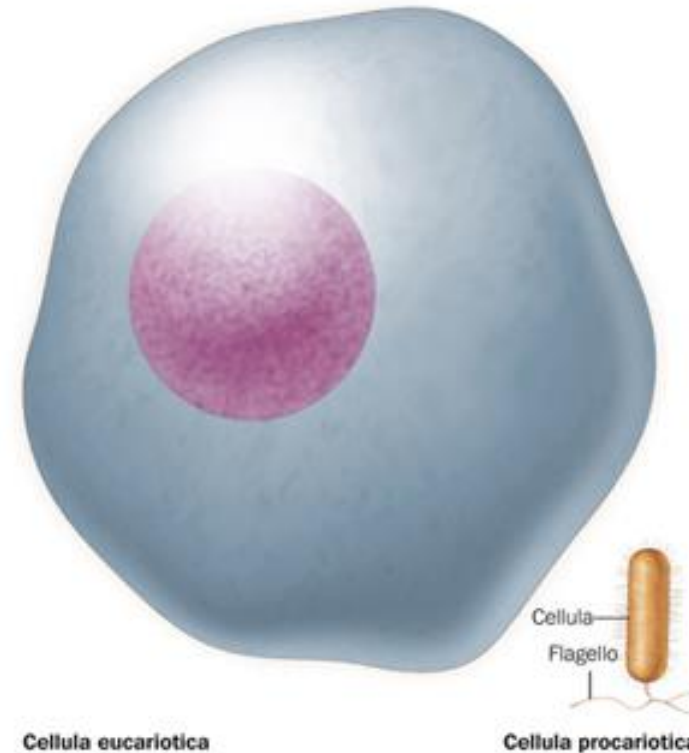
1- Tutti gli organismi viventi sono formati da cellule



CARATTERISTICHE COMUNI A TUTTI I VIVENTI

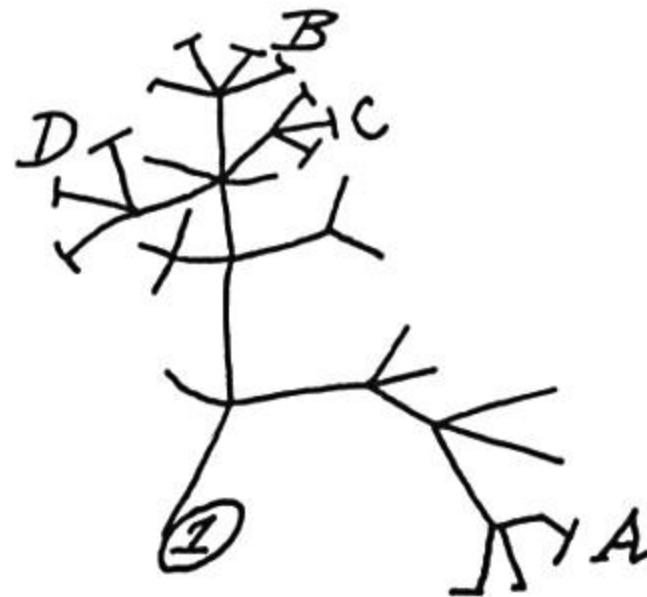
Le cellule procariotiche ed eucariotiche Possiedono due strutture comuni:

- La membrana plasmatica;
- Il citoplasma.
- Posseggono inoltre materiale genetico



Le cellule procariotiche sono molto più piccole di quelle eucariotiche e hanno una struttura di base più semplice.

Per teoria dell' evoluzione si intende oltre al concetto di evoluzione,
anche l'insieme delle ipotesi che riguardano la modalità di funzionamento del processo evolutivo.



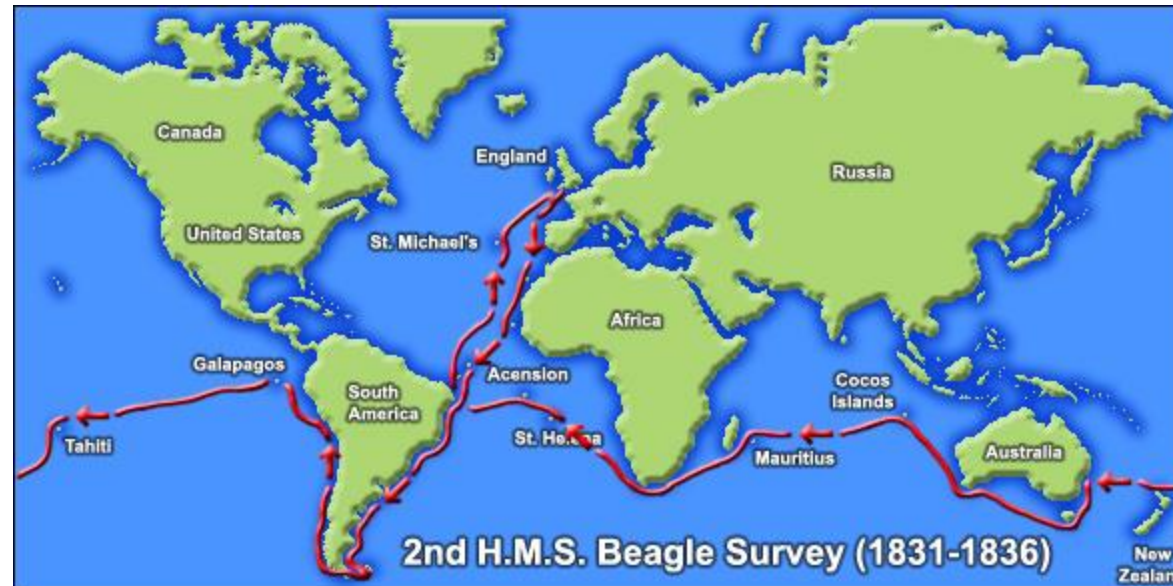
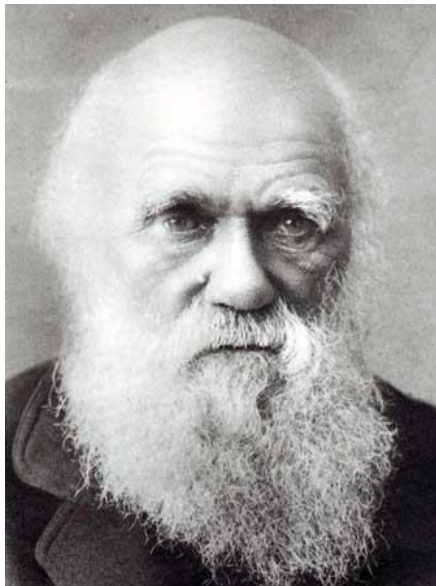
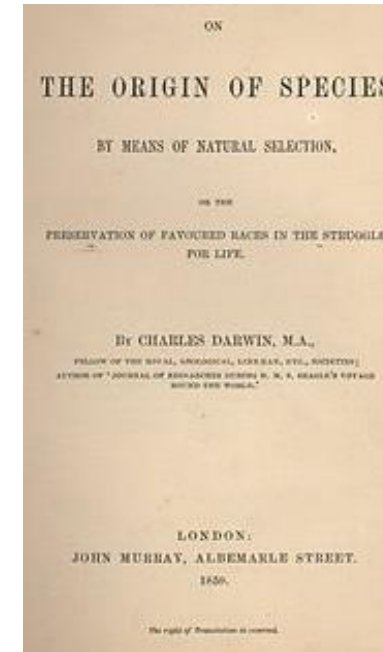
CENNI STORICI

Formulata compiutamente da Charles Darwin (1809 –1882).

“On the origin of species by means of natural selection” 1859.

Idee sviluppate durante un viaggio intorno al globo. Sulla nave Beagle.

Determinante la sosta nell’arcipelago delle Galapagos.



HMS Beagle

Brigantino a dieci cannoni della Royal Navy
Secondo viaggio 1831-1836

Scopo principale era quello di completare le carte nautiche soprattutto del Sud America per scopi commerciali e militari

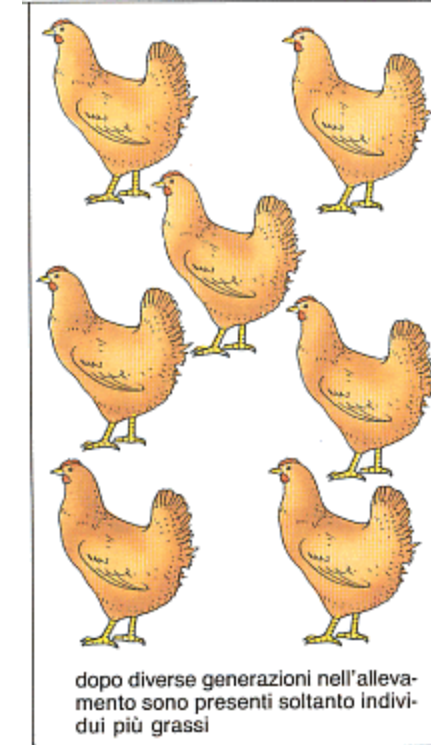
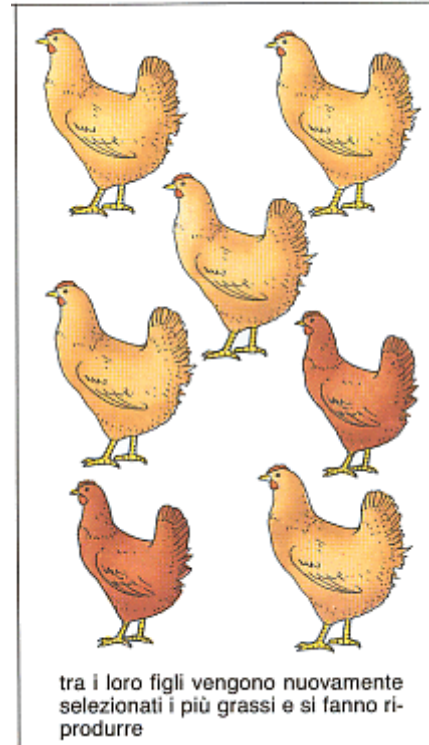
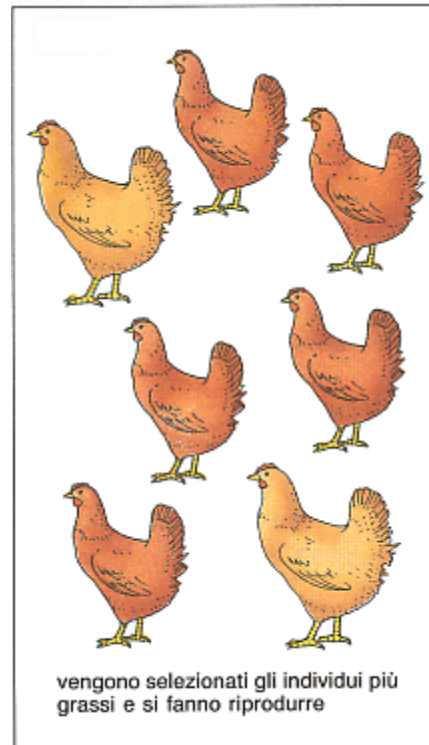


Queste spedizioni avevano sempre a bordo, naturalisti, botanici, zoologi, geologi, cacciatori di piante..... in questo caso fu reclutato Charles Darwin

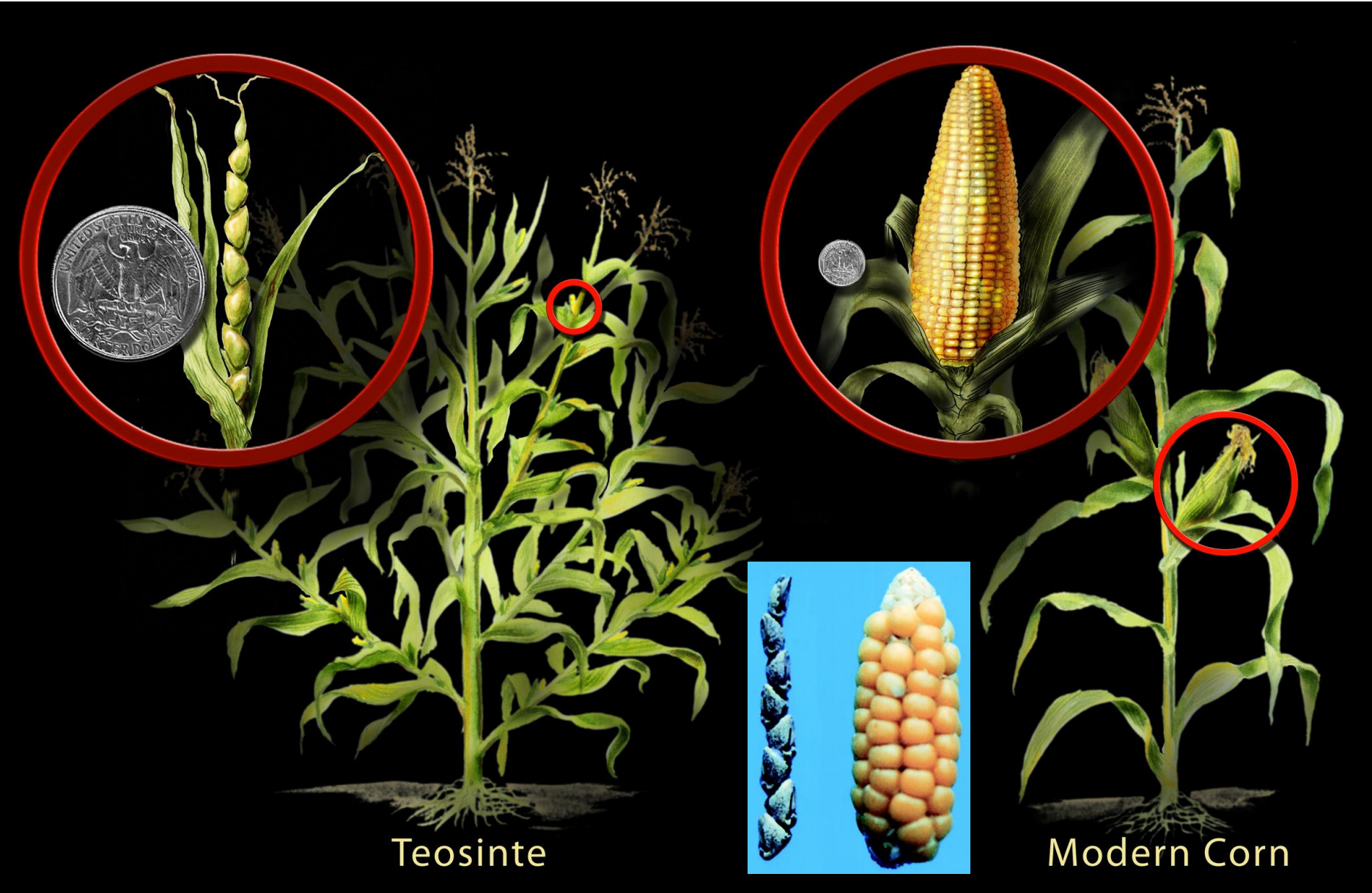
SELEZIONE NATURALE / SELEZIONE ARTIFICIALE

Centrale nella teoria è il concetto di Selezione Naturale.

Differisce dalla allora già ben nota selezione artificiale guidata tramite gli incroci selezionati (breeding/miglioramento genetico).
Processo attivo, ad opera dell'uomo



DAI 9000 AI 6000 ANNI FA



Teosinte

Modern Corn

SELEZIONE NATURALE

Consiste in un processo passivo per il quale all'interno di una popolazione con caratteri variabili, in media sopravvivono ed arrivano a riprodursi più frequentemente quegli individui che casualmente presentano caratteri più adatti all'ambiente naturale.

I caratteri di questi individui tenderanno ad essere trasmessi più frequentemente alla progenie, e questi caratteri quindi con il tempo tenderanno a fissarsi.

In caso di cambiamenti delle condizioni ambientali, individui con altri caratteri contenuti nella variabilità naturale delle popolazione potrebbero trovarsi avvantaggiati

COLORE COME VANTAGGIO EVOLUTIVO



Falena

Biston betularia

La farfalla delle betulle

Melanismo Industriale

In Inghilterra sino alla metà del 1800 il numero dei morfi chiari (typicus) era molto elevato rispetto a quello scuro che, di conseguenza, era considerato una rarità;

verso la fine del secolo, nella stessa area, il numero dei morfi chiari si ridusse drasticamente a vantaggio delle forme melaniche la cui frequenza si attestò attorno al 98%.

Questo fenomeno è stato variamente interpretato dagli studiosi.

La spiegazione, tuttavia, più attendibile è quella che tiene conto delle pressioni selettive che agiscono in condizioni ambientali modificate.

Infatti l'annerimento dei tronchi dovuto allo smog rese le farfalle bianche più soggette a predazione rispetto a quelle melaniche che riuscivano a mimetizzarsi e in ultima analisi a riprodursi trasmettendo i loro caratteri genetici alla progenie.

DARWIN E L'IDEA DELLA SELEZIONE NATURALE

Darwin, nell'Arcipelago delle Galapagos, fu colpito dalla presenza, nelle diverse isole che pure erano molto vicine tra di loro, di specie caratteristiche.

Registrò la presenza di ben 13 specie di fringuelli, diverse per alcuni caratteri, ciascuna presente su un'isola diversa.

Inoltre tutti questi fringuelli, tipici delle Galapagos assomigliavano molto ad una specie vivente sul continente sudamericano.

Simili bensì diverse ed ognuna adattata alle particolari condizioni dell'isola.

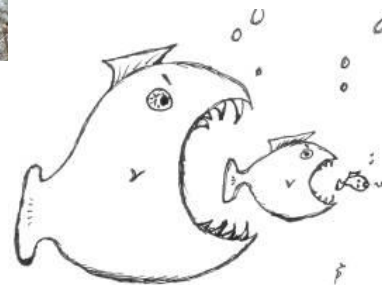


Selezione Naturale

Lotta per la sopravvivenza

Le risorse naturali disponibili sono insufficienti a soddisfare le esigenze di tutti gli organismi che nascono, perciò solo alcuni di essi (una netta minoranza) riescono a sopravvivere.

Darwin chiamò lotta per la sopravvivenza la continua e accanita lotta tra gli organismi per mantenersi in vita.

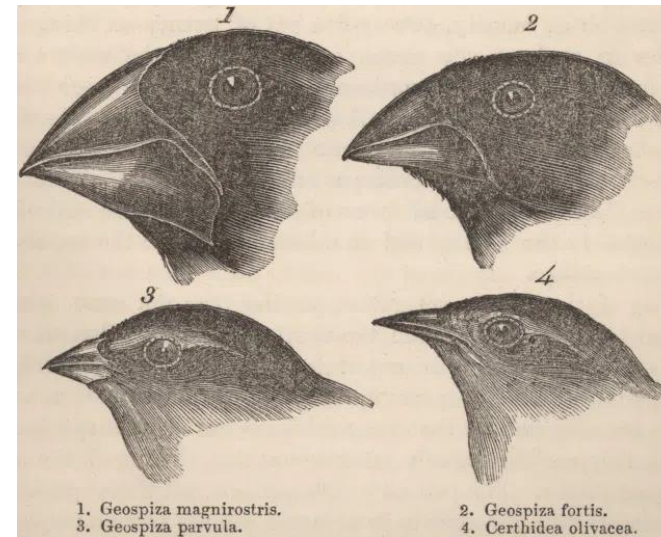


Variabilità

La variabilità ha un ruolo centrale nella teoria darwiniana, nonostante i meccanismi molecolari alla base non fossero a quei tempi ancora compresi:

come i caratteri vengono ereditati da una generazione ad un'altra (teoria dell'eredità)

e come si genera la variabilità in una popolazione (riproduzione gamica e mutazione)



Simili ma diversi

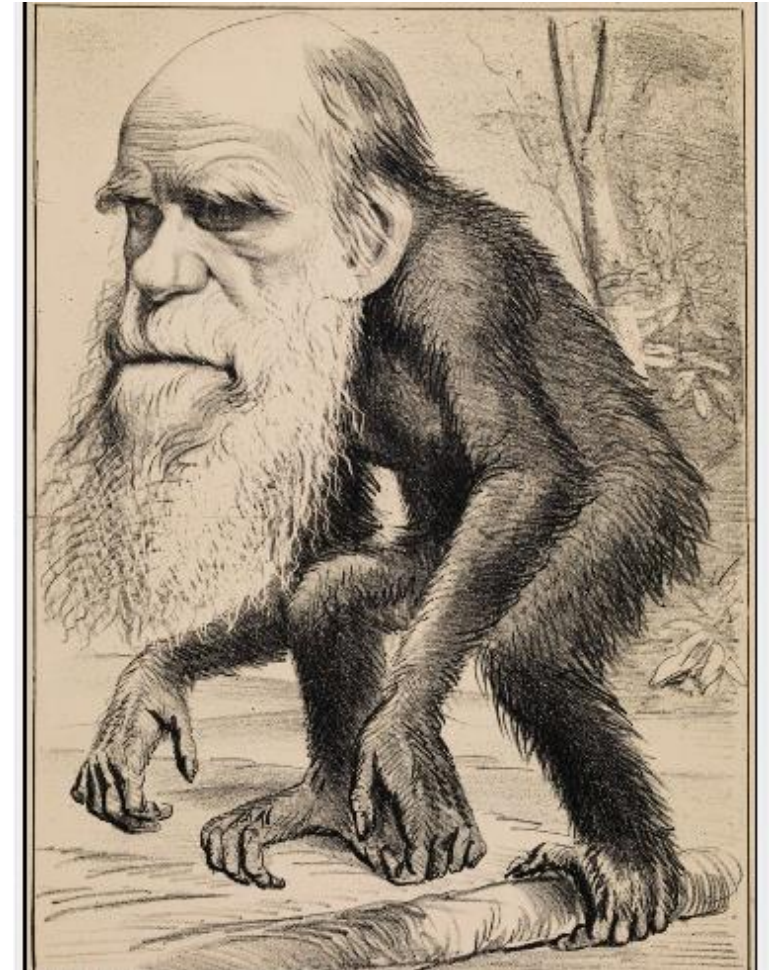
RIVOLUZIONE CULTURALE

La rivoluzione culturale darwiniana si basa sostanzialmente su due principi.

Il primo è che la natura non è sempre stata così com'è adesso, ma ha una lunga storia. Tutte le specie attuali hanno avuto origine e si sono diversificate a partire da un unico vivente originario.

Il secondo è il principio dell'unità della natura per cui tutti gli esseri viventi dal più semplice al più complesso hanno la stessa natura fisico-chimica e differiscono tra loro solo per grado (Darwin cita spesso il detto leibniziano *natura non facit saltus*).

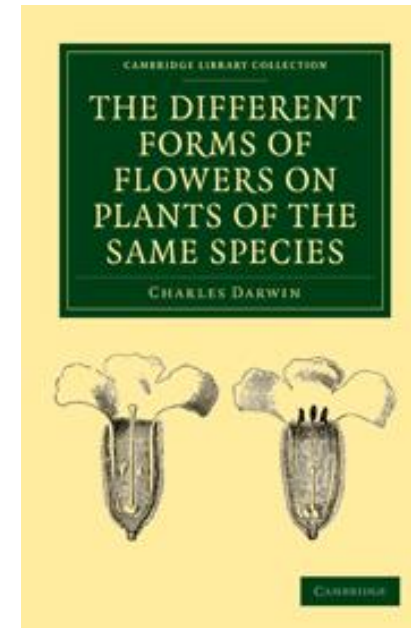
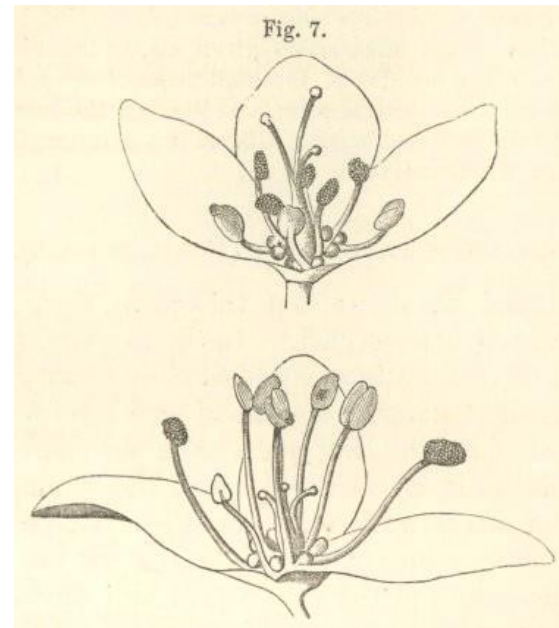
Anche l'uomo è il prodotto degli stessi processi fisico-chimici ed evolutivi come tutti gli altri enti naturali



DARWIN E LA BOTANICA

Moltissime furono le osservazioni sul regno vegetale che contribuirono alla messa a punto della teoria.

In particolare l'interesse per la riproduzione delle piante ed in particolare lo studio dei suoi meccanismi furono fra i primi fenomeni a suggerirgli le conseguenze evuzionistiche della riproduzione.



LA FARFALLA DI DARWIN

Studio di una orchidea del Madagascar

Angraecum sesquipedale



Lunghissimo nettario

Fino a 30 cm dove solo negli ultimi 4 cm era presente il nettare

Darwin fece una predizione basata sul significato evolutivo di un nettario di tali dimensioni

LA FARFALLA DI DARWIN

Infatti l'unica spiegazione evolutiva era che vi fosse un animale (impollinatore) in grado di raggiungere un siffatto nettario e ipotizzò l'esistenza di una farfalla con una proboscide così lunga da raggiungere il fondo del nettario:

Darwin scrive:

“Il polline non avrebbe modo di uscire se non con l'intervento di un enorme farfalla, con una proboscide straordinariamente lunga. Se queste farfalle venissero a mancare in Madagascar, l'*Angraecum* finirebbe anch'essa per estinguersi.”

Questa farfalla non era nota e questa teoria fu attaccata e dileggiata.

PREDICTA

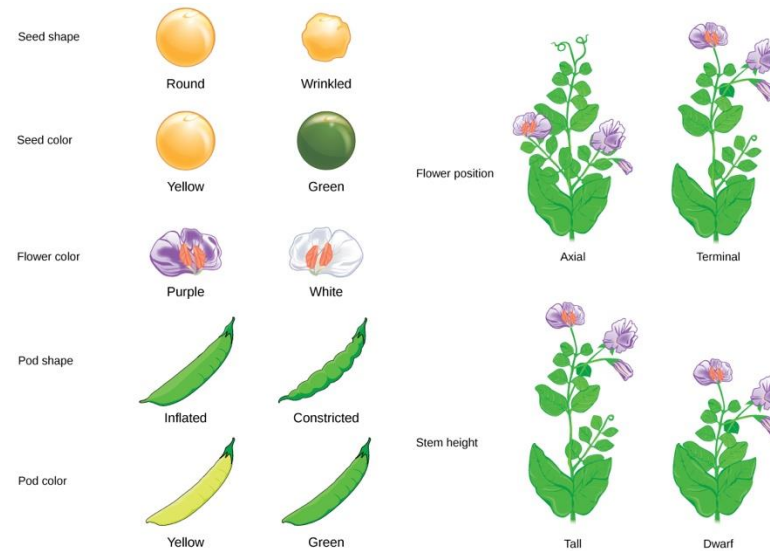
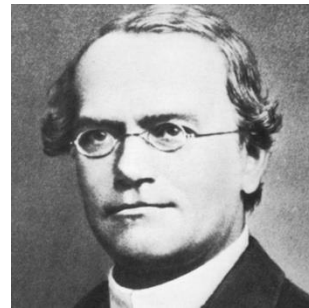
Ci vollero altri 40 anni prima che questa falena venisse identificata.

Xanthopan morgani predicta



I MECCANISMI DELL'EREDITARIETA'

Un notevole passo avanti nell'accettazione della teoria fu fatto quando si iniziarono a comprendere i meccanismi della trasmissione dei caratteri ereditari.



Mediante esperimenti di incrocio di *Pisum sativum* Gregor Mendel scoprì che i caratteri vengono ereditati da una generazione all'altra seguendo delle leggi precise che costituiscono oggi la base della genetica.

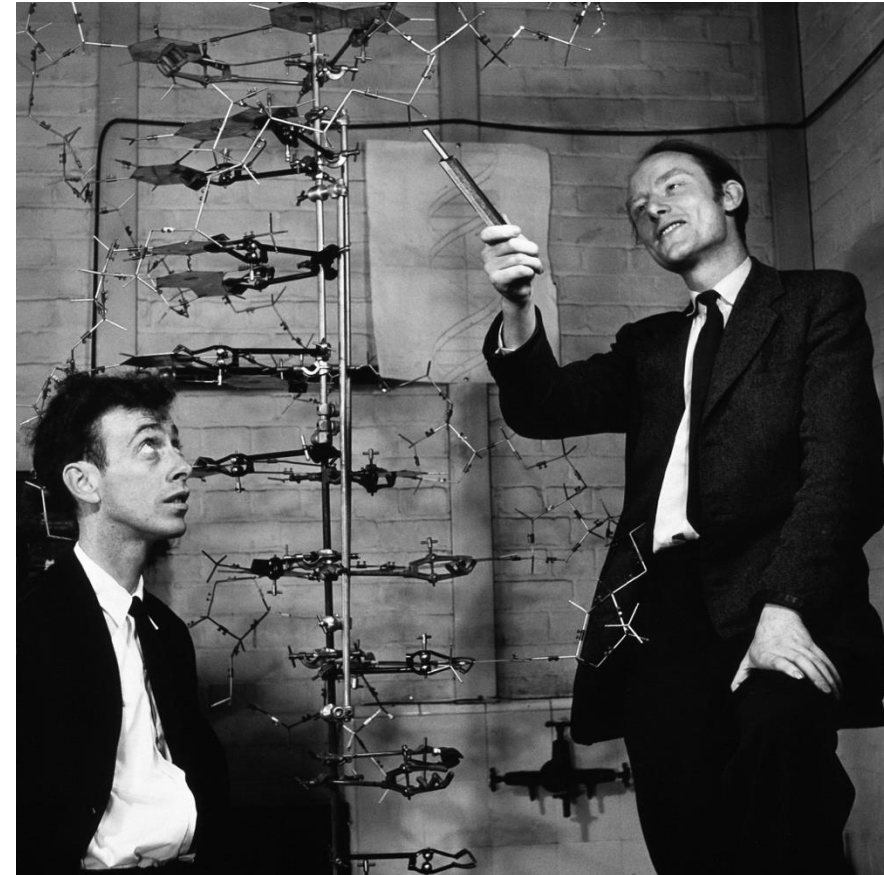
LA MOLECOLA DELL'EREDITÀ

Infine nel 1959 iniziò la rivoluzione molecolare con la scoperta della struttura del DNA. Questo ebbe delle fortissime ripercussioni sulla biologia evoluzionistica.

Infatti ciò che viene ereditato da una generazione ad un'altra, da progenitore a prole, da antenato a discendente è proprio il DNA.

Si iniziarono a comprendere i meccanismi molecolari che regolano la trasmissione dei caratteri, la modalità con cui insorgono le mutazioni ed i meccanismi che governano la ricombinazione.

Si iniziò quindi a capire più in profondità come si genera variabilità in una popolazione



SPECIAZIONE

Insieme dei processi che portano alla formazione di una o più specie discendenti a partire da una specie ancestrale.

La speciazione porta ad un aumento della biodiversità.

Da nuove specie si possono originare nuovi generi, dai nuovi generi nuove famiglie



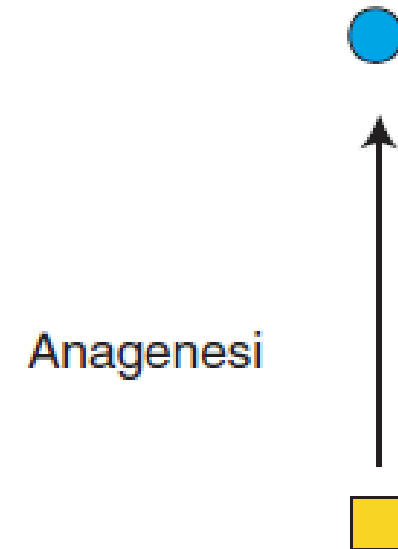
ANAGENESI

La speciazione avviene seguendo due modalità fondamentali.

1_L'anagenesi o evoluzione filetica:

Prevede che una stirpe progenitrice scompaia come tale e si trasformi in una nuova come risultato di un accumulo graduale di mutazioni genetiche ereditarie che comportano anche un cambiamento nel suo fenotipo.

Visione di origine Darwiniana

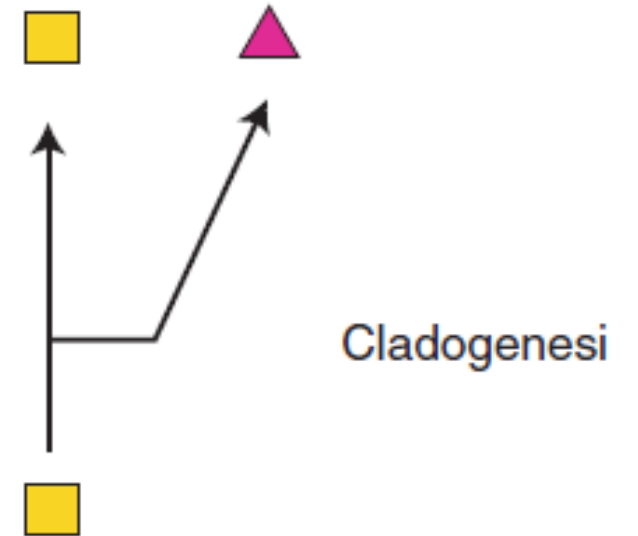


CLADOGENESI

2_La cladogenesi o evoluzione ramificata:

Implica che la nuova specie si origini per ramificazione da quella preesistente, che tuttavia continua ad esistere come tale.

Il modello cladogenetico riconosce la natura discreta delle specie.
E' considerata dai biologi evuzionisti la modalità speciativa più importante.

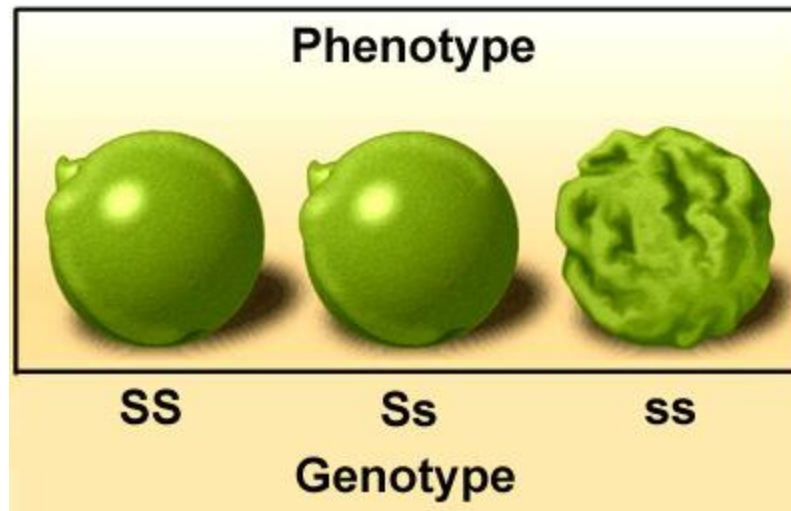


ORIGINE DELLA VARIABILITÀ

GENOTIPO - FENOTIPO

Il genotipo di un individuo è dato dal suo corredo genetico, sono le informazioni contenute nel suo genoma, ovvero nel DNA contenuto nel nucleo di tutte le sue cellule.

Il fenotipo, invece, è l'insieme dei caratteri che l'individuo manifesta: dipende dal suo genotipo, e può dipendere dalle interazioni fra geni e ambiente.



ORIGINE DELLA VARIABILITÀ

Il cambiamento morfologico (che è un cambiamento fenotipico) ereditabile trae origine da un cambiamento nel genotipo.

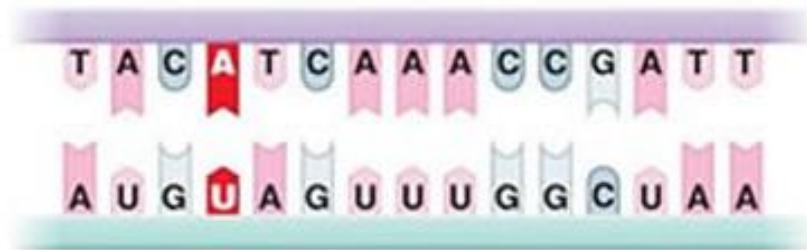
Questo si realizza attraverso tre meccanismi fondamentali:

1_ Ricombinazione genica: è collegato alla riproduzione sessuale e dipende dai processi della meiosi: scambio di porzioni di cromosomi (crossing over) e riassortimento indipendente dei cromosomi paterni e materni
e della gamia: formazione di nuove combinazioni di coppie di cromosomi di provenienza materna e paterna

2_Mutazioni spontanee: cambiamenti casuali sulle singole basi che formano il DNA.

Oppure anche riarrangiamenti di interi tratti cromosomici:
inserzioni, delezioni, inversioni e traslocazioni.

Perché queste mutazioni siano ereditabili devo necessariamente coinvolgere la linea germinale.



3_Ibridazione: unione di gameti di due specie diverse anche se comunque affini, con formazione di genomi del tutto nuovi, potenzialmente in grado a loro volta di riprodursi.

Questi tre fenomeni avvengono continuamente all'interno delle popolazioni delle specie vegetali ma è molto raro che i nuovi genomi riescano a passare il vaglio della selezione naturale.

Infatti la selezione naturale prevede l'eliminazione di tutto ciò che non è adattativamente idoneo.

A parte l'ibridazione che può fare avvenire consistenti cambiamenti anche velocemente, tramite ricombinazione e mutazione sono necessari tempi lunghissimi per la generazione di nuovi genomi.

Si parla di scale temporali di migliaia o milioni di anni.

MODALITÀ DI SPECIAZIONE

L'origine di nuovi genomi adattativamente idonei può avvenire all'interno dell'area di distribuzione di una popolazione (stirpe progenitrice) oppure in seguito alla suddivisione della popolazione in aree separate.

In base a questi eventi si distinguono due modalità speciative di base:

Speciazione allopatrica

Speciazione simpatica

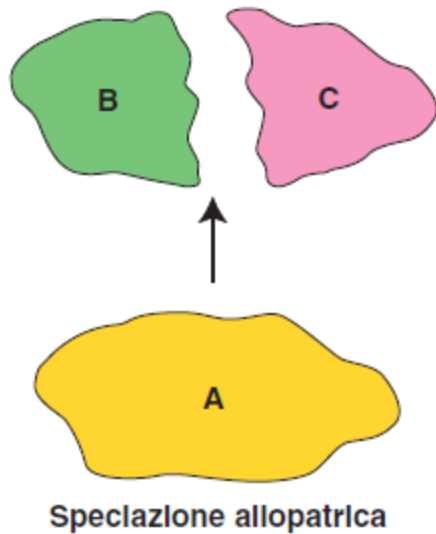
Ed una terza definita:

Speciazione parapatica

SPECIAZIONE ALLOPATRICA

Figura 15.4

Principali modalità di speciazione. La speciazione allopatrica si verifica per interruzione del flusso genico fra due insiemi di popolazioni per isolamento geografico;



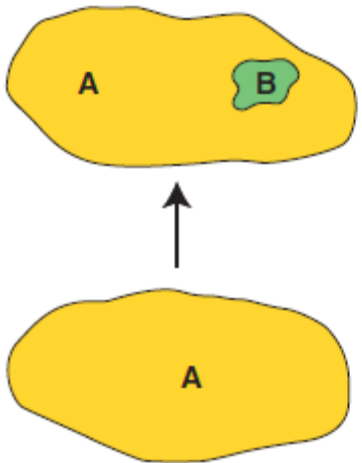
Interruzione del flusso genico:

-isolamento geografico o spaziale che impedisce lo scambio di geni fra gruppi. Ciò porta ad una deriva genetica e morfologica con la conseguente formazione di varietà poi di sottospecie ed infine di specie che secondo la definizione di specie biologica sono tali quando perdono la possibilità di incrociarsi per l'insorgenza di barriere riproduttive.

SPECIAZIONE SIMPATRICA

Avviene per comparsa di barriere riproduttive anche senza isolamento geografico.

Sono dei fattori biologici i responsabili dell'interruzione del flusso genico fra individui.



Speciazione simpatrica

Nelle piante un frequente tipo di barriera riproduttiva insorge con l'aumento della ploidia, speciazione poliploide.

E' un tipo di speciazione non graduale ma che avviene all'improvviso ed ha tempi molto rapidi.

BARRIERE RIPRODUTTIVE BIOLOGICHE

Prezigotiche: sistemi che impediscono la gamia. Tempi sfasati di fioritura (isolamento temporale), diversità anatomiche fra i fiori (isolamento florale), incompatibilità fra polline e stigma (isolamento gametofitico)

Post-zigotiche: fattori che impediscono lo sviluppo dello zigote

Nota bene

Nelle piante le barriere riproduttive non sempre si realizzano effettivamente, accade spesso che specie diverse isolate geograficamente da milioni di anni possano mantenere, in condizioni artificiali, la potenzialità di incrociarsi e di produrre ibridi fertili

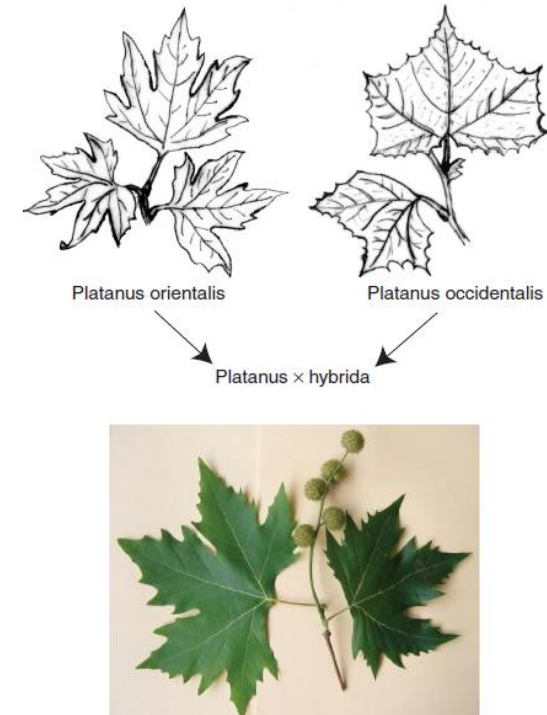


Figura 15.5

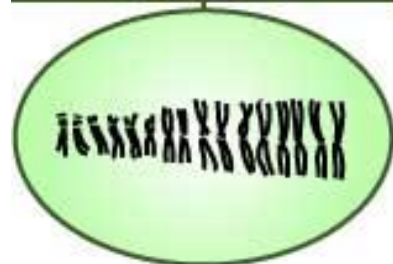
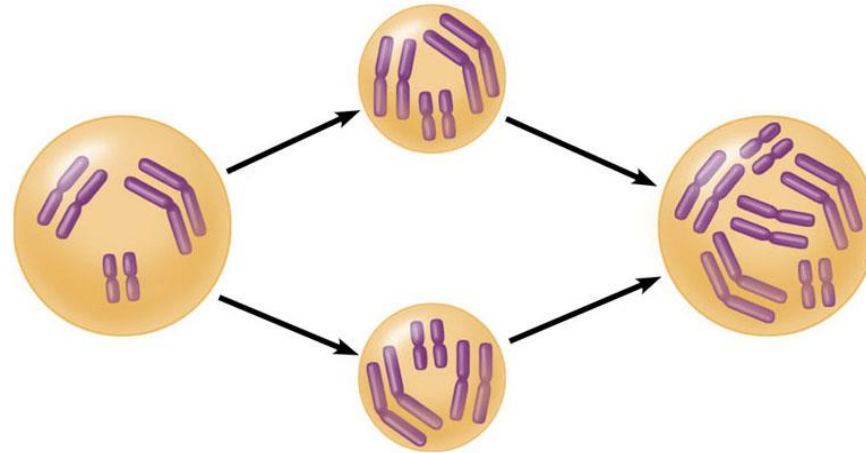
Origine ibridogena di *Platanus x hybrida*, platano utilizzato frequentemente in Europa nelle alberature stradali. Le due specie parentali sono *P. occidentalis*, spontaneo in Nord-America, e *P. orientalis*, presente nel bacino Mediterraneo orientale e in Sicilia (disegno di G. Abbate, foto di E. Giovi).

Tabella 15.1 Principali tipi di isolamento riproduttivo riscontrabili negli organismi vegetali

BARRIERE PRE-ZIGOTICHE	
ISOLAMENTO DI HABITAT	Le popolazioni vivono in habitat differenti e non si incontrano
ISOLAMENTO COMPORTAMENTALE	Esiste poca o nessuna affinità tra una specie e gli agenti impollinatori di specie differenti
ISOLAMENTO TEMPORALE	Le rispettive fasi riproduttive avvengono in stagioni o in periodi del giorno diversi
ISOLAMENTO ANATOMICO	Differenze strutturali a livello delle strutture riproduttive impediscono il trasferimento di materiale genetico
ISOLAMENTO GAMETICO	I gameti maschili e femminili sono tra loro incompatibili

BARRIERE POST-ZIGOTICHE	
RIDOTTA VITALITÀ DEGLI IBRIDI	Gli zigoti ibridi non si sviluppano oppure gli individui non raggiungono la maturità sessuale
RIDOTTA FERTILITÀ DEGLI IBRIDI	Gli ibridi non producono gameti funzionali
DEGENERAZIONE DEGLI IBRIDI	La progenie degli ibridi è poco vitale o sterile

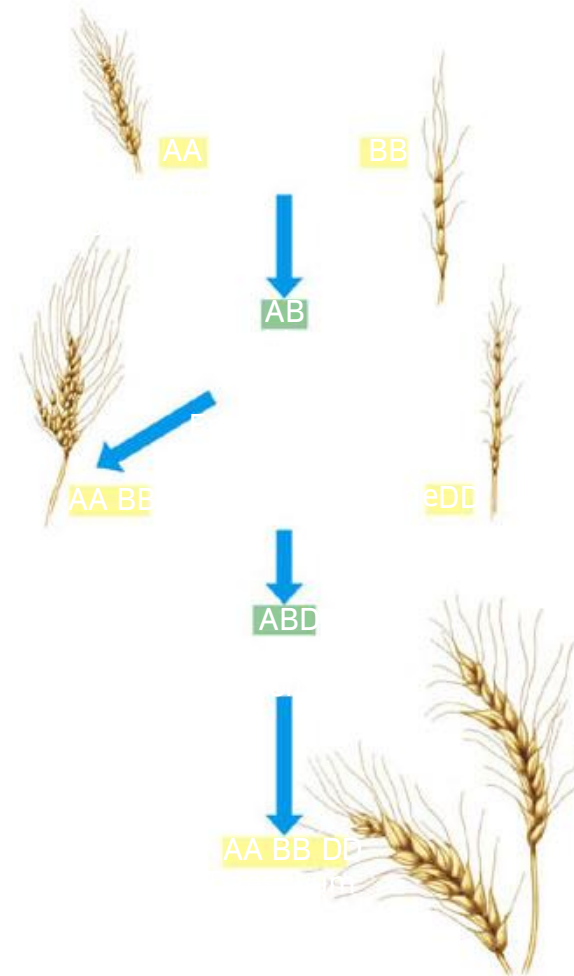
SPECIAZIONE SIMPATRICA PER POLIPLOIDIA



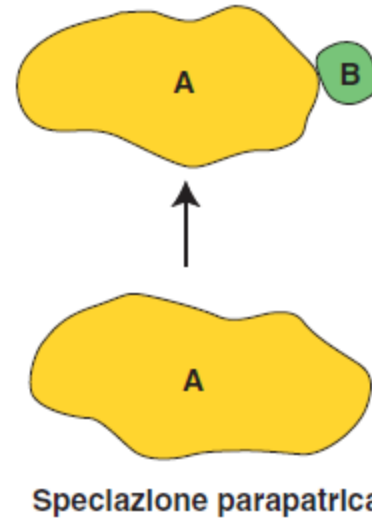
POLIPLOIDIA

Le piante poliploidi sono presenti nei nostri alimenti e nei tessuti che usiamo

L'ibridazione è la causa principale della poliploidia. Numerose piante che coltiviamo a scopo alimentare sono poliploidi.



SPECIAZIONE PARAPATRICA



Avviene per pressione selettiva su popolazioni al margine dell'areale soggette a condizioni ecologiche al limite della tolleranza fisiologica della specie.

I fattori ecologici hanno un ruolo chiave. Gli individui posti marginalmente all'areale tendono, risentendo di una diversa selezione naturale, a trasformarsi prima in ecotipi, poi in sottospecie morfologicamente distinguibili ed infine in specie.

METODI DI CLASSIFICAZIONE

Classificare significa fare ordine all'interno di un insieme eterogeneo.



LA TASSONOMIA

La tassonomia è la scienza della classificazione, è il processo di ordinamento logico della diversità del mondo naturale.

A scopo pratico si possono classificare le piante sulla base della loro utilità per l'uomo: specie alimentari, velenose, medicinali, ornamentali o altro.

Oppure si può usare come criterio il portamento, raggruppando le piante in categorie fisionomiche come erbe, arbusti, alberi, liane;

oppure classificarle sulla base del colore dei fiori: rossi, gialli, bianchi o altro.

SISTEMI ARTIFICIALI

Tuttavia questi sistemi sono del tutto artificiali, perché riuniscono assieme specie separate da profonde differenze, che hanno in comune una sola caratteristica scelta arbitrariamente.



Family:	Araceae
Genus:	<i>Calla</i>
Species:	<i>C. palustris</i>



Family:	Nelumbonaceae
Genus:	<i>Nelumbo</i>
Species:	<i>N. nucifera</i>



Family:	Theaceae
Genus:	<i>Camelia</i>
Species:	<i>C. japonica</i>

Sistemi naturali

Si propongono di ordinare logicamente secondo rapporti di affinità

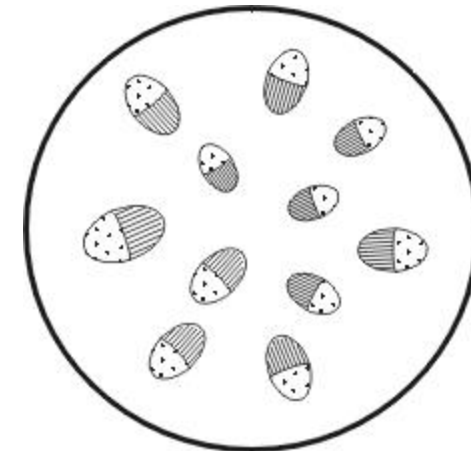
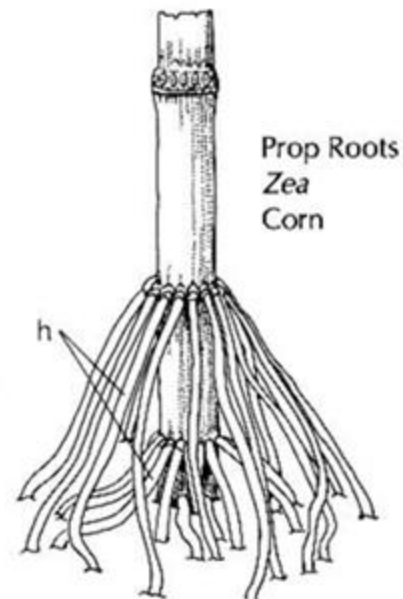
I sistemi naturali si prefiggono di chiarire i rapporti di affinità delle specie vegetali, prendendo in considerazione un grande numero di caratteri e dando a ciascuno un valore relativo.

Questi sistemi consentono “predittività” che aumenta con l’aumentare del numero dei caratteri presi in considerazione.

Ovvero permette di dedurre determinate caratteristiche di una pianta a seguito della sua inclusione in una determinata categoria.

Per esempio se una pianta è inclusa nella famiglia delle Poaceae possiamo sapere automaticamente alcune sue caratteristiche.

Foglie parallelinervie, radici avventizie, atactostele, assenza di accrescimento secondario



Un esempio di classificazione artificiale è il sistema sessuale di Linneo che venne adottato universalmente.

Carl von Linné (1707-1778) fu il primo teorico della biologia sistematica sia animale che vegetale.



Il suo sistema di classificazione è strutturato secondo uno schema gerarchico, divisivo e monotetico in quanto ogni suddivisione è basata su un unico carattere sessuale, principalmente il numero e la forma di androceo e gineceo.

Le piante vengono divise in classi ed ordini in base alla parte sessuata del fiore.

L'opera di riferimento è "Species plantarum".

23 categorie per le angiosperme, 1 per tutte le altre piante

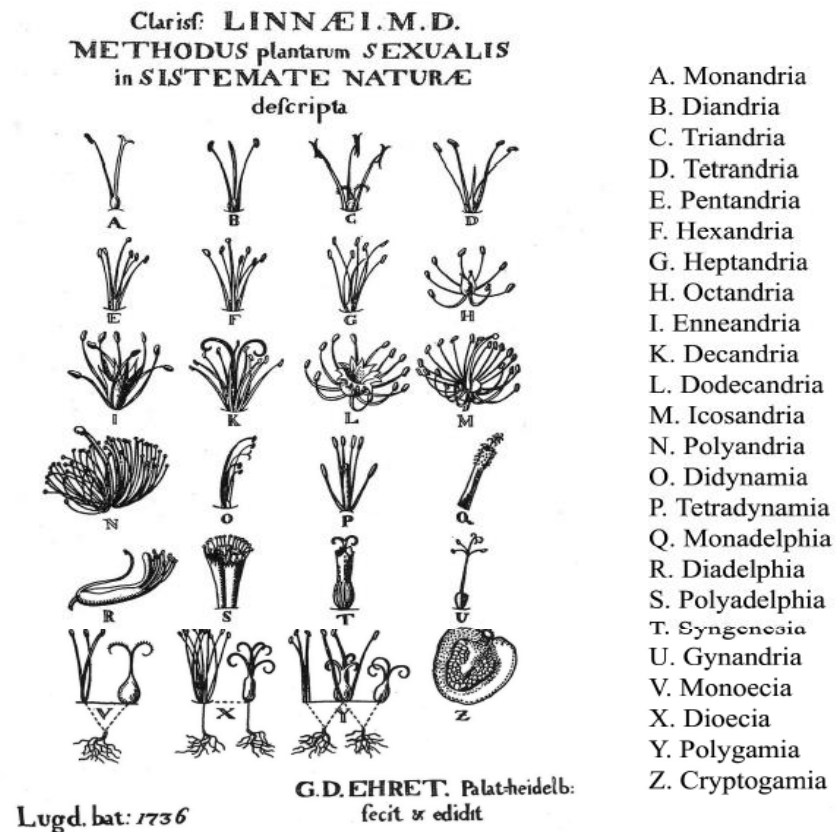
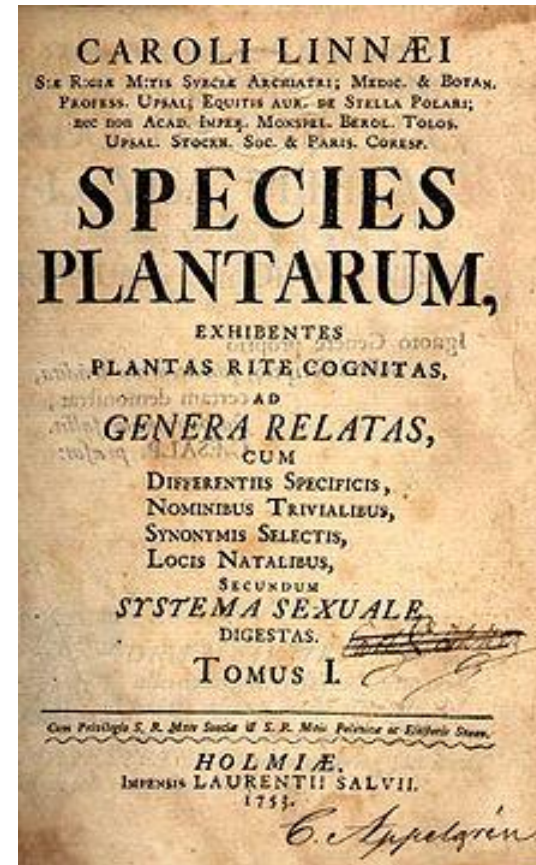
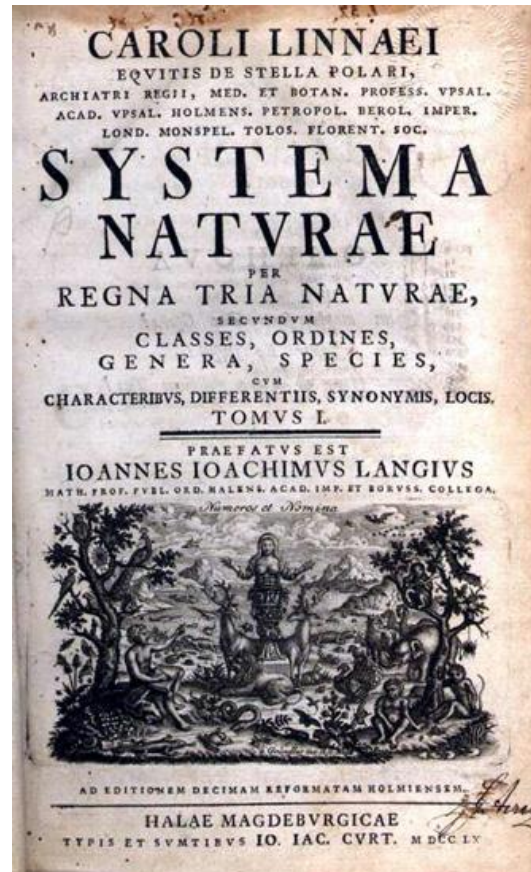


Figura 16.1

Il sistema "sessuale" di classificazione delle piante venne concepito da Linneo nella prima edizione del suo libro *Systema Naturae* (1735) e viene illustrato da questa tavola nella successiva opera *Species Plantarum* (1753).



NOMENCLATURA BINOMIALE

Di rilevanza ancora maggiore fu la definizione, l'introduzione e soprattutto l'utilizzo costante e coerente nel 1735 della nomenclatura binomiale, due nomi (di origine latina):

il primo si riferisce al Genere di appartenenza dell'organismo stesso ed è uguale per tutte le specie che condividono alcuni caratteri principali (nomen genericum);

il secondo termine, che è spesso descrittivo, designa la Specie propriamente detta (nome specifico).

La portata dell'innovazione fu enorme; precedentemente alla nomenclatura binomiale, il sistema di nomenclatura era semplicemente basato su un'estesa descrizione di ogni pianta, in latino, per i caratteri distintivi ritenuti di rilievo, in modo del tutto arbitrario, da ogni classificatore.

Linneo ha nominato la stragrande maggioranza delle piante e degli animali.

ANALOGIE/OMOLOGIE

Le tendenze più moderne di classificazione tendono a tenere in maggior considerazione le relazioni evolutive dei viventi che possono rispecchiare somiglianze morfologiche ma non necessariamente.

Per esempio l'habitus succulento delle Euphorbiaceae del vecchio mondo e delle Cactaceae del nuovo mondo, sviluppatosi in simili ambienti semidesertici a partire da progenitori molto distanti.



ANALOGIE/OMOLOGIE

Le somiglianze dovute alla discendenza di due organismi da un antenato comune vengono definite omologie.

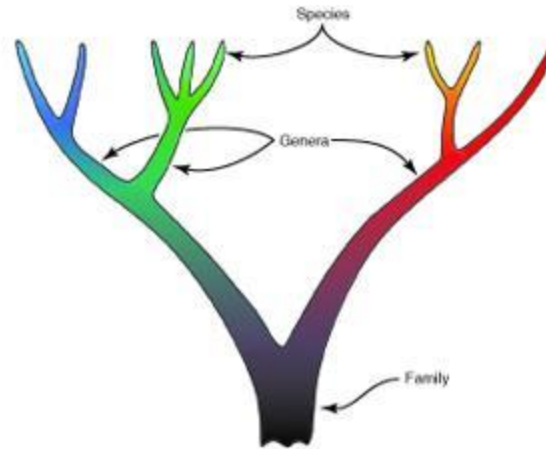
Un esempio di omologia può essere la presenza di sei tepali nei fiori, pur molto diversi fra loro, di *Lilium* (Liliaceae) e di *Ophrys* (Orchidaceae).



Quelle dovute invece alla comparsa indipendente di un certo carattere in risposta ad un simile ambiente, rappresentano invece semplici analogie.

CONCETTO DI SPECIE

La teoria dell'evoluzione ha messo in crisi l'idea di specie come entità fissa, infatti tutti gli organismi rappresentano esseri in continuo mutamento.



Il concetto di specie è quindi un'astrazione, essenziale per schematizzare ed ordinare la reale diversità degli organismi che ci circonda.

Esistono diversi concetti di specie

SPECIE BIOLOGICA

Secondo il concetto di specie biologica, la specie è un insieme di individui e popolazioni interfertili fra loro, isolato riproduttivamente da tutti gli altri insiemi.

Concetto fondamentale è l'isolamento riproduttivo

Questa definizione è attualmente la più adottata nella sistematica del regno animale, dove le specie sono quasi sempre totalmente o almeno parzialmente intersterili.



Cavallo

Asino

Mulo

SPECIE MORFOLOGICA

Le piante sfuggono al concetto di specie biologica (ex. platanus X ibrida) a causa della grande varietà dei loro meccanismi riproduttivi che consentono l'ibridazione con progenie fertile non solo tra specie diverse dello stesso genere, ma addirittura tra specie di generi differenti.



D'altra parte esistono casi di infertilità fra sottospecie.

Quindi il concetto più classico di specie adottato per le piante è quello basato sui caratteri morfologici o più recentemente fenotipici/genotipici.

MORFOSPECIE DEFINIZIONE

Secondo questo concetto,

La specie è un insieme di individui morfologicamente simili fra loro più di quanto non lo siano rispetto ad altri insiemi di individui, per caratteri geneticamente fissati e trasmissibili alla discendenza.

Una specie definita in questo modo viene chiamata morfospecie o specie morfologica.

NOMENCLATURA

Si occupa delle modalità di applicazione di etichette distintive ai modelli tassonomici, secondo le regole stabilite dal Codice Internazionale di Nomenclatura (ICBN), che viene aggiornato ogni 6 anni.

Ogni specie è designata da un binomio latino (o latinizzato) composto da un sostantivo che designa il genere cui segue un epiteto specifico (es: *Castanea sativa*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*);

Per il genere si utilizza l'iniziale maiuscola, per l'epiteto specifico la minuscola; entrambi vanno scritti in carattere corsivo;

Ogni specie va designata sempre con l'intero binomio che può essere seguito dal nome dell'autore che l'ha descritta per primo

Il genere si può abbreviare (es: *C. sativa*, *Q. ilex*, *P. lentiscus*).

Camellia sinensis (L.) Kuntze

Pianta angiosperma dicotiledone legnosa sempreverde della famiglia delle Teacee

Regno : Plantae

Ordine: Ericales

Famiglia: Theaceae

Genere: *Camellia*

Specie: *C. sinensis*



7+1 RANGHI TASSONOMICI FONDAMENTALI

La specie è la categoria fondamentale del sistema tassonomico. Questo sistema è formato da ranghi fissati e codificati, di ampiezza e inclusività via via crescente e organizzati in maniera gerarchica.

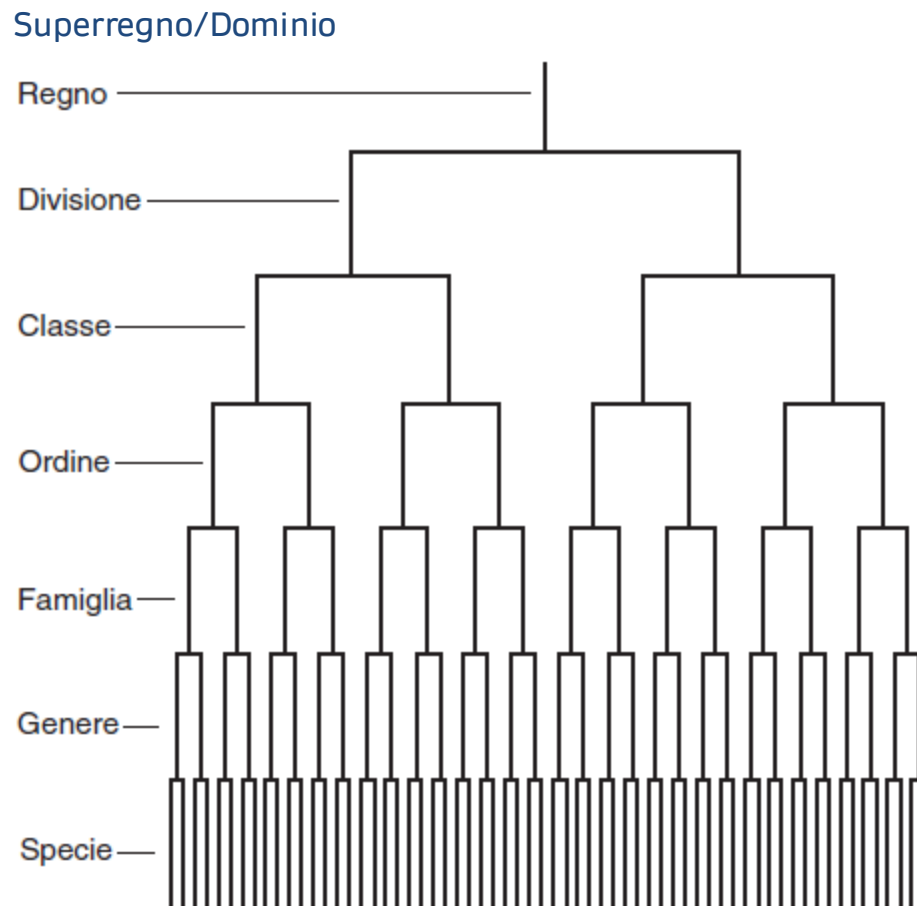
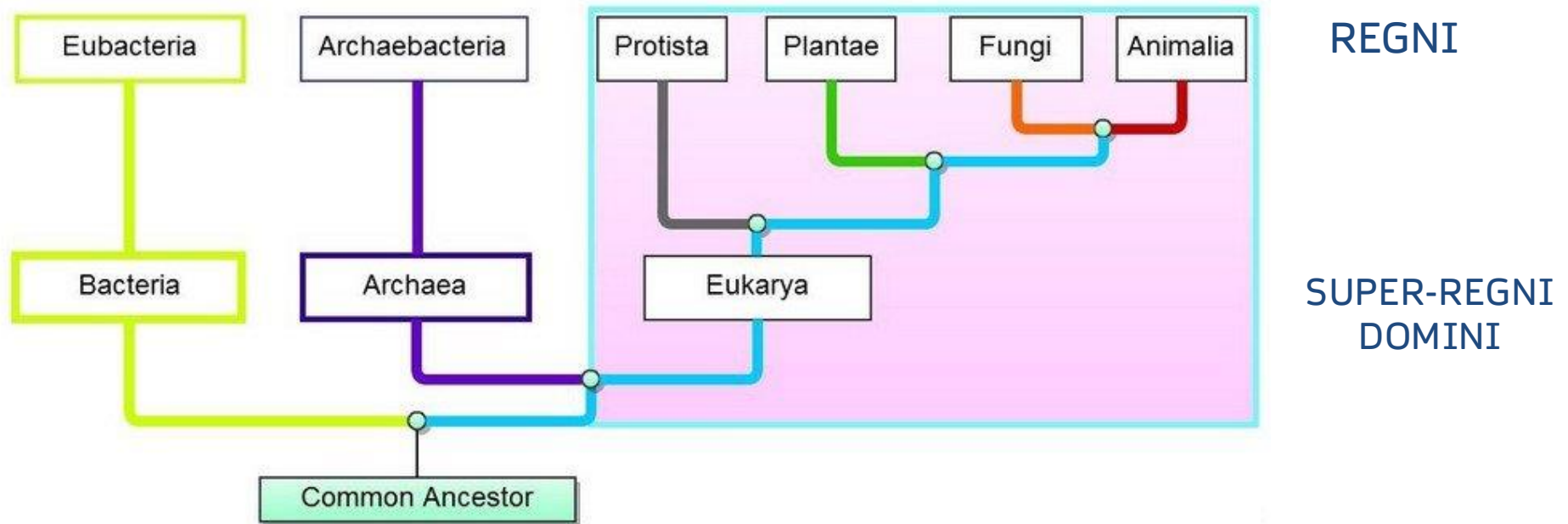
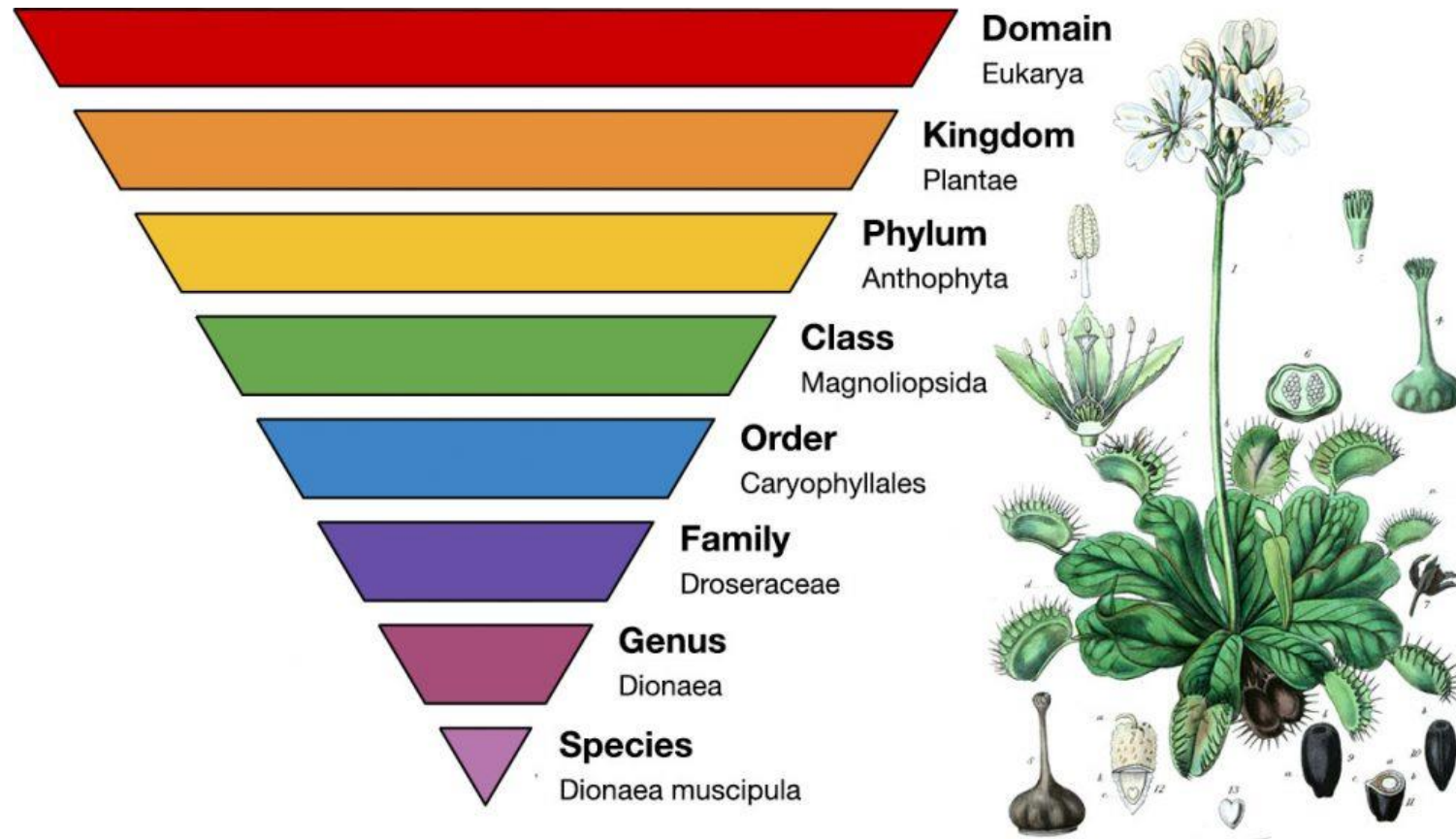


Figura 16.6

La struttura del sistema tassonomico è di tipo gerarchico ed inclusivo e può essere rappresentata attraverso un dendrogramma in cui i sette ranghi tassonomici fondamentali corrispondono a gruppi sempre più ampi ed inclusivi passando dal livello di specie a quello di regno. Per semplicità, nello schema raffigurato ogni taxon comprende sempre due taxa di ordine inferiore, ma questo non corrisponde necessariamente a ciò che avviene nella realtà (disegno di F. Selvi).

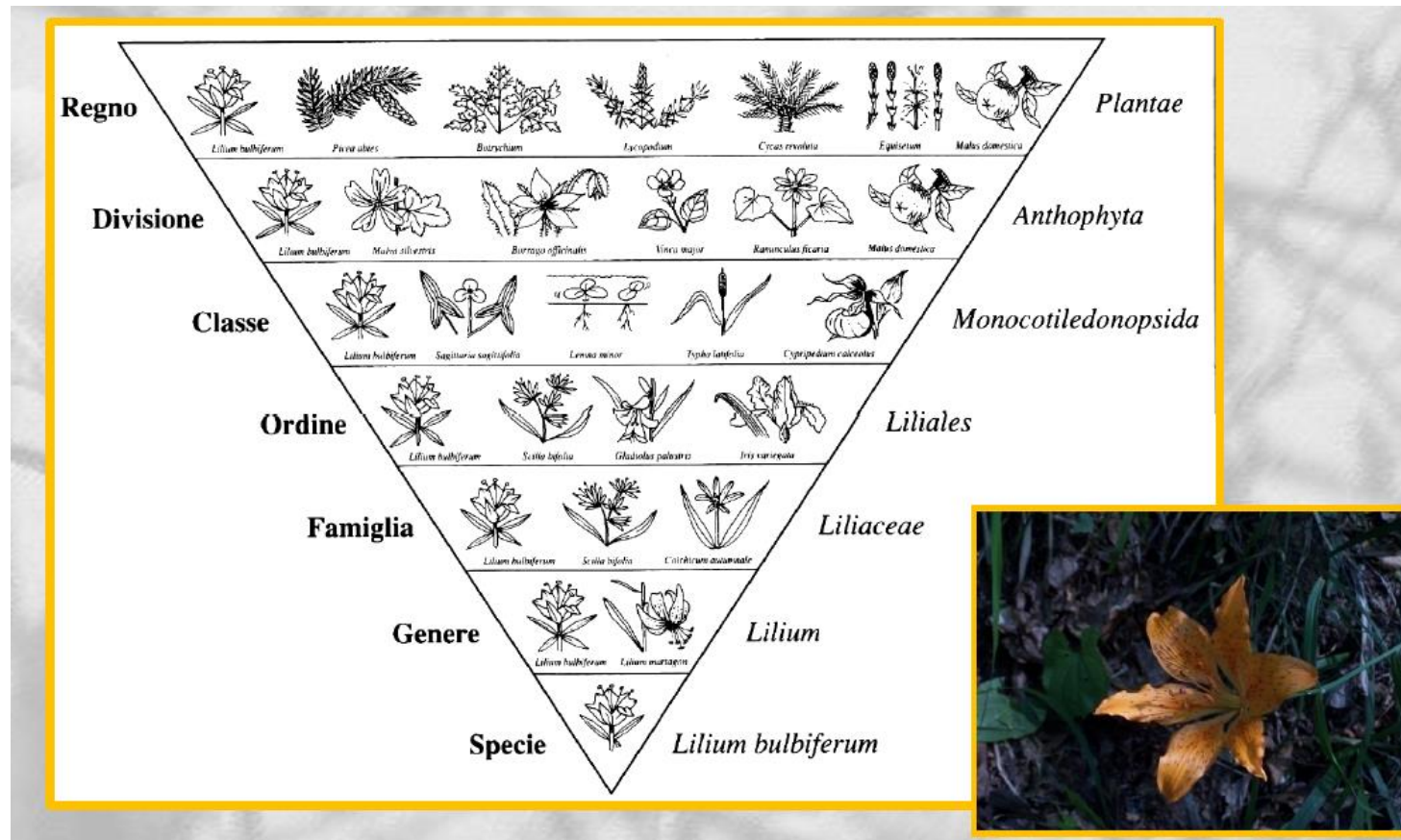


Al di sopra del genere, ciascuno di questi ranghi ha una sua desinenza caratteristica.



I ranghi inferiori o sottospecifici: la sottospecie, la varietà e la forma

I nomi dei taxa superiori al genere derivano dal nome di un genere (scelto tra i più rappresentativi) che vi è compreso, al quale viene apposto un suffisso, come illustrato nella seguente tabella, prendendo come esempio di riferimento il giglio rosso (*Lilium bulbiferum*)



CARATTERI CON VALORE TASSONOMICO

Le caratteristiche morfologiche di interesse sistematico riguardano sia gli organi vegetativi, e cioè radice, fusto e foglia, che quelli riproduttivi: fiore, frutto e seme.

In generale, gli organi più ricchi di caratteristiche diagnostiche, cioè di elementi essenziali nella delimitazione e nell'identificazione dei taxa, sono le foglie e i fiori.

Tuttavia, bisogna considerare che le parti vegetative sono generalmente più soggette ad un polimorfismo indotto dai fattori ambientali esterni, quali ad esempio la disponibilità idrica o l'intensità luminosa, mentre quelle riproduttive sono sotto un più stretto controllo genetico e quindi sono meno variabili.

Figura 16.7

Diversi modelli di sculturazione della superficie esterna dei frutti in quattro specie del genere *Anchusa* (Boraginaceae), come appaiono al microscopio elettronico a scansione (SEM): A) *A. limbata*; B) *A. leptophylla*; C) *A. procerata*; D) *A. puechii*; E) *A. strigosa*; F) *A. azurea*. Barra = 20 μm (A); 50 μm (B, C, D, E, F) (da Bigazzi et al., 2003).

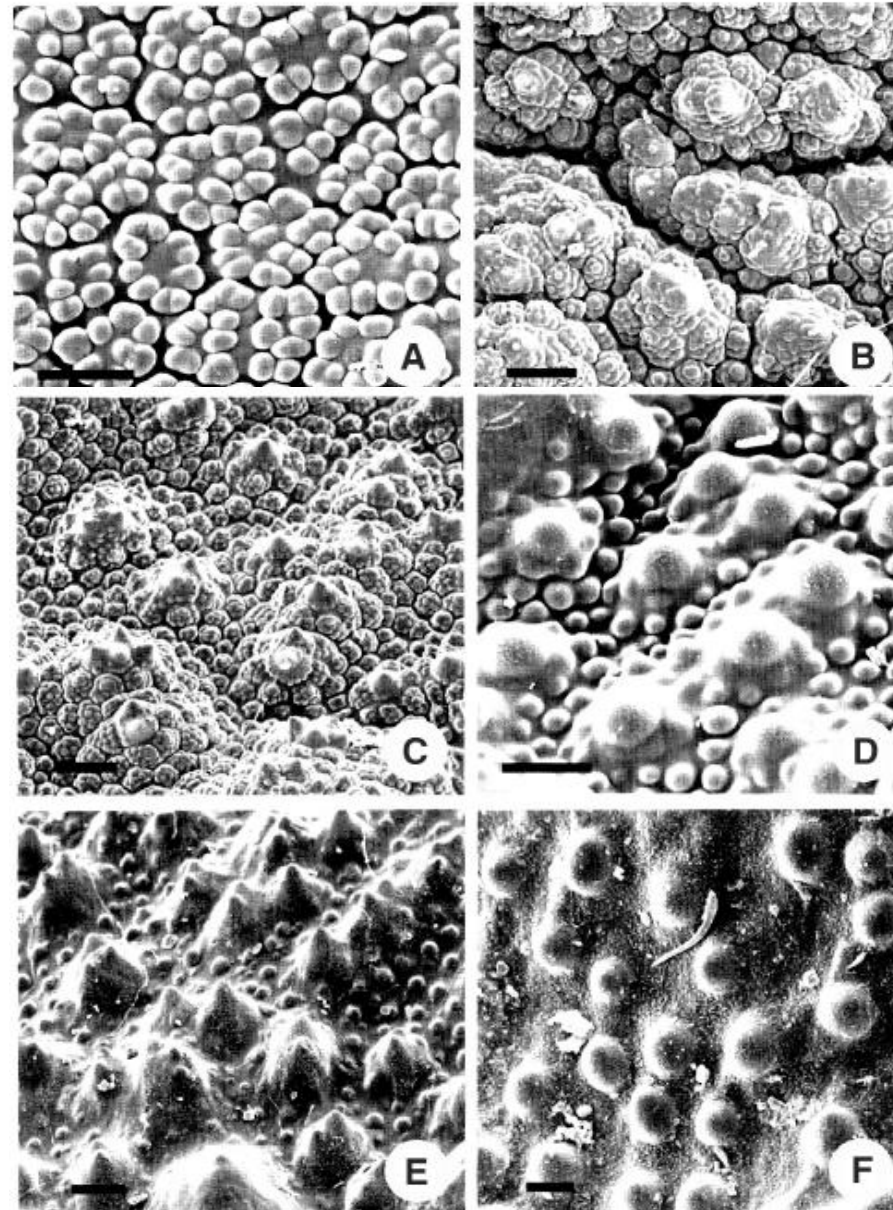




Figura 16.8

Tipi di apparato radicale: a fittone (a sinistra) e fascicolato (a destra) (foto di M.A. Signorini e B. Mori).

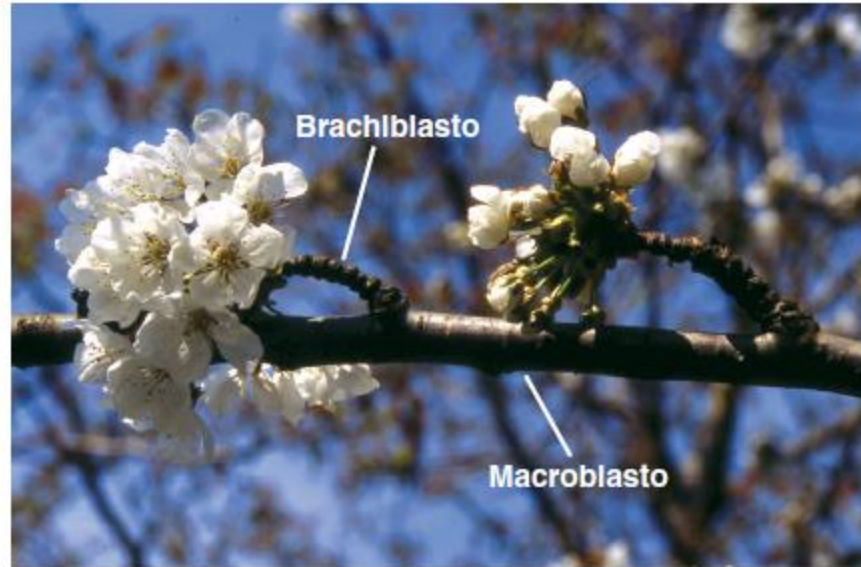


Figura 16.9

Nel ciliegio (*Prunus avium*) i fiori sono portati da brachiblasti, rami corti laterali con nodi ravvicinati inseriti su macroblasti, rami di allungamento con internodi normalmente distesi (foto di M.A. Signorini).

Figura 16.10
Tipi di portamento in fusti erbacei
(disegno di M.A. Signorini).



Ascendente



Ginocchiato



Strisciante



Reptante



Stolonifero



Volubile



Rampicante

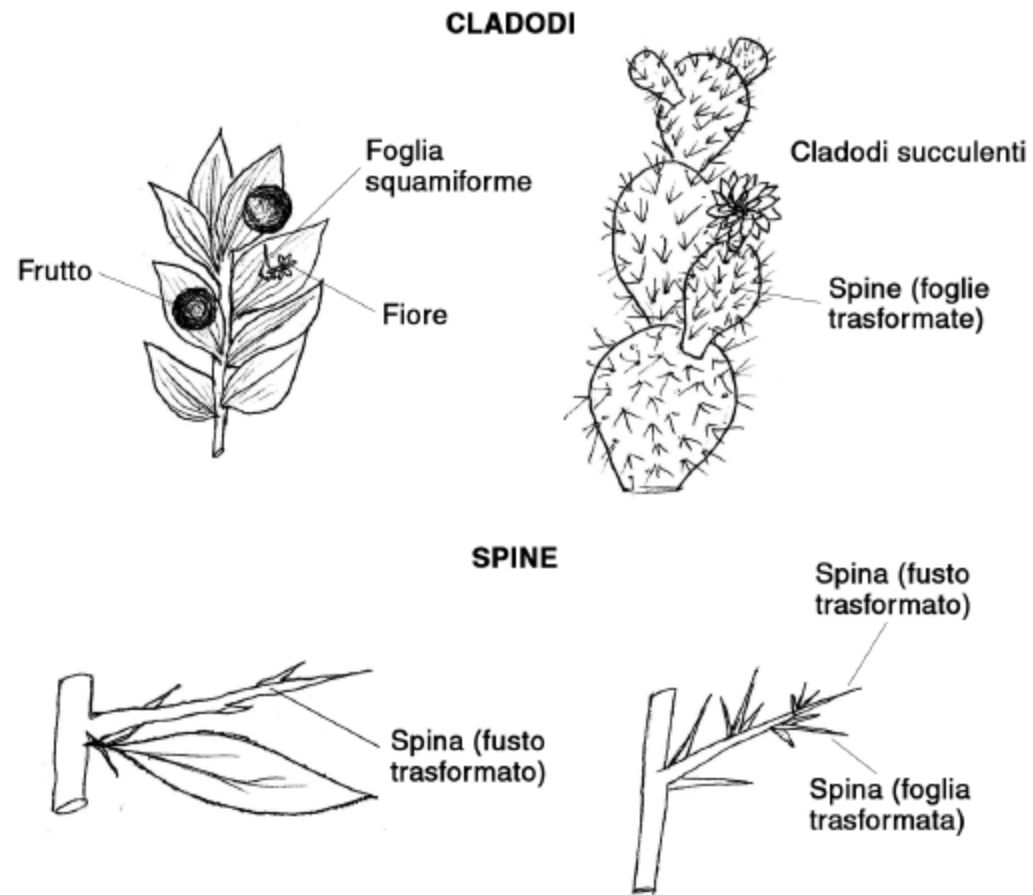


Figura 16.11
Esempi di fusti modificati (disegno di M.A. Signorini).



Figura 16.12

Tipi di fusti sotterranei: A) fusti rizomatosi di ortica (*Urtica dioica*); B) rizomi di giaggiolo (*Iris pallida*); C) bulbo di cipolla (*Allium cepa*); D) tubero di patata (*Solanum tuberosum*) (foto di M.A. Signorini e B. Mori).

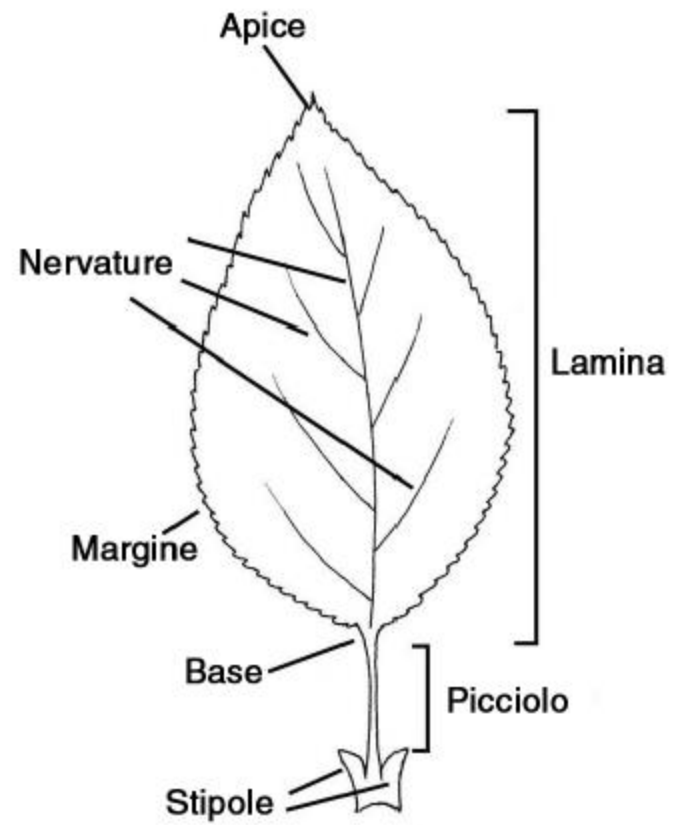
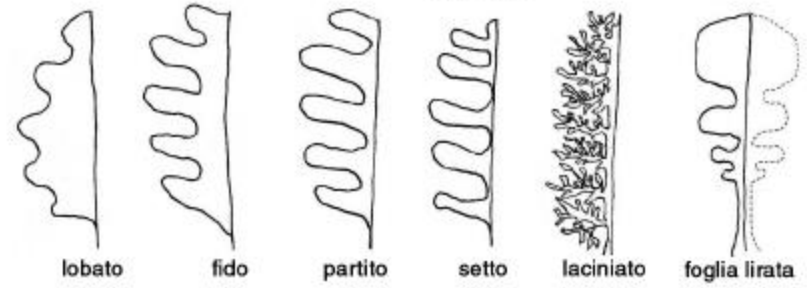
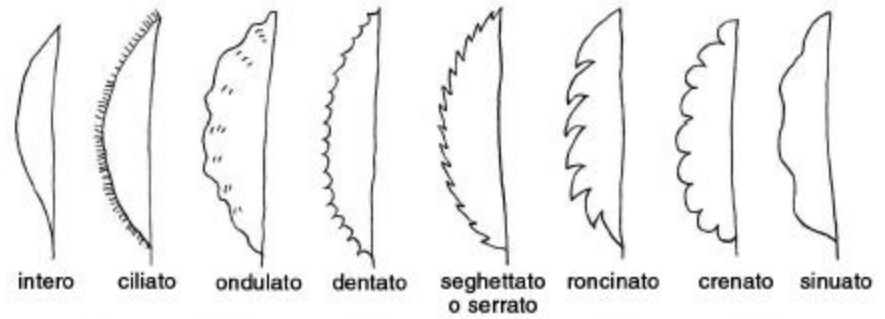


Figura 16.13
La foglia e le sue diverse parti (disegno di M.A. Signorini).

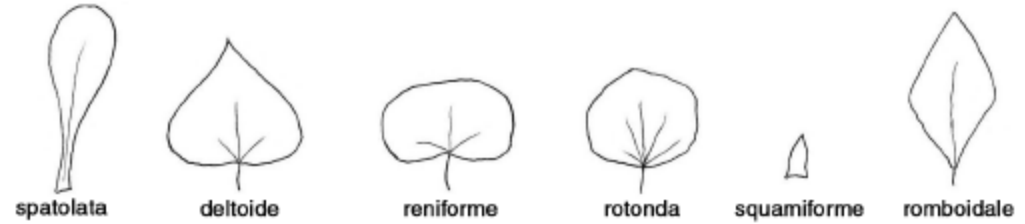
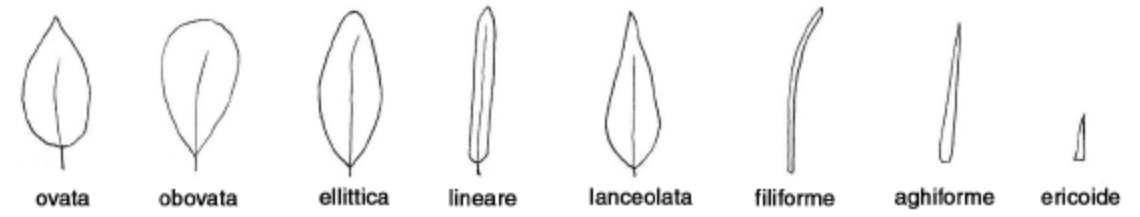
Margine



Tipi di nervazione



Forma della lamina



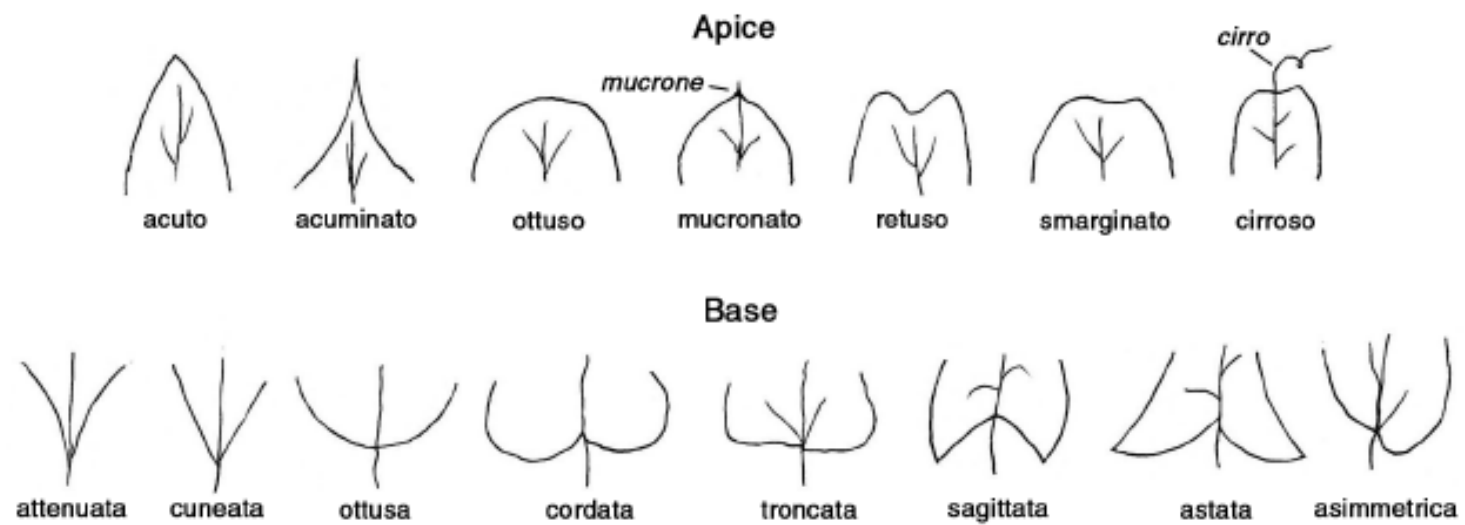


Figura 16.14
 Caratteristiche morfologiche della foglia (disegno di M.A. Signorini).

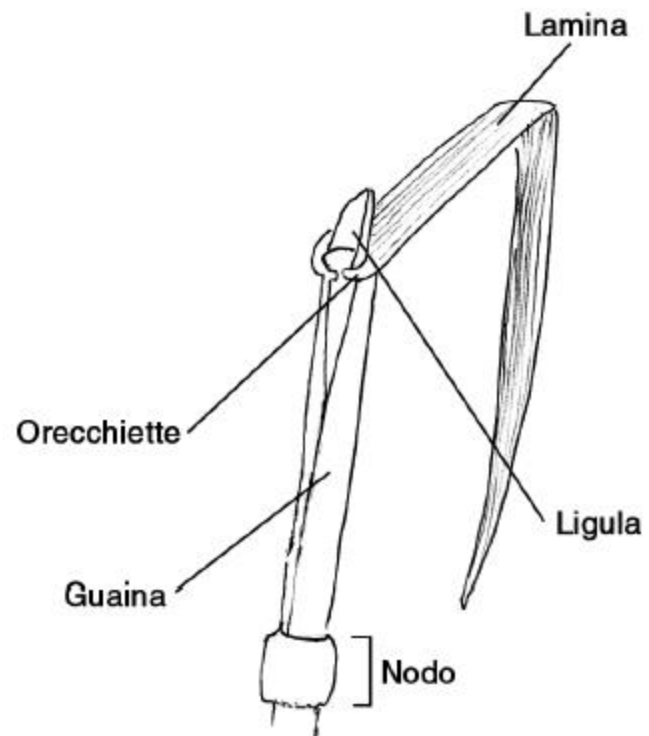
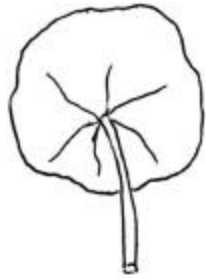


Figura 16.15

Le diverse parti di una foglia di graminacea (disegno di M.A. Signorini).



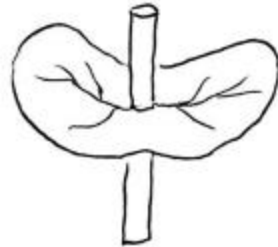
Foglia peltata



Foglia amplessicaule



Foglia perfoliata



Foglie connate



Foglia guainante



Foglia decorrente



Foglie equitanti

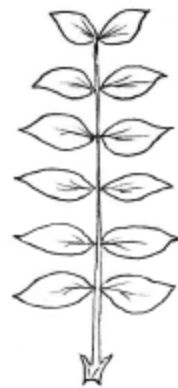
Figura 16.16

Alcuni tipi particolari di attacco fogliare (disegno di M.A. Signorini).

Foglia palmato-composta o digitata



Foglia pennato-composta



pari-pennata



impari-pennata



bipennato-composta

Figura 16.17

Tipi di foglie composte (disegno di M.A. Signorini).



Foglie alterne



Foglie opposte

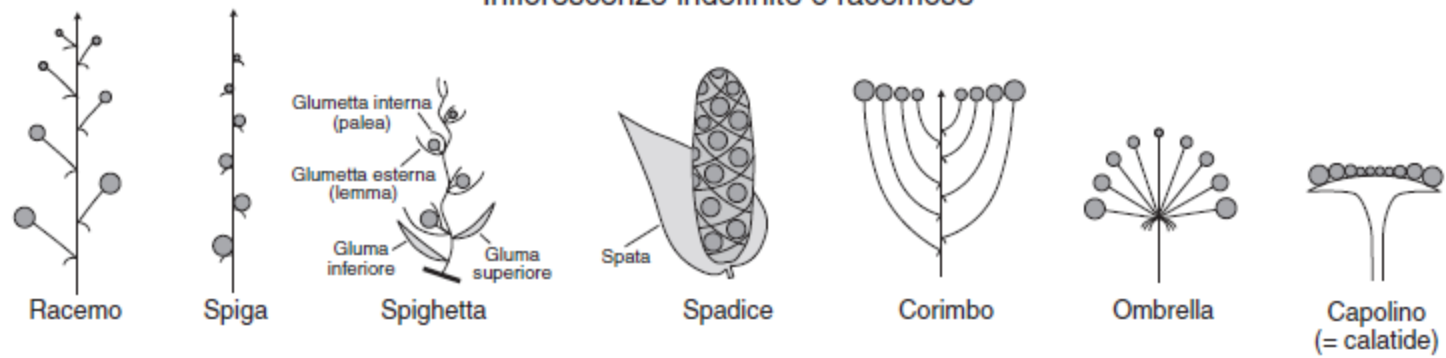


Foglie verticillate

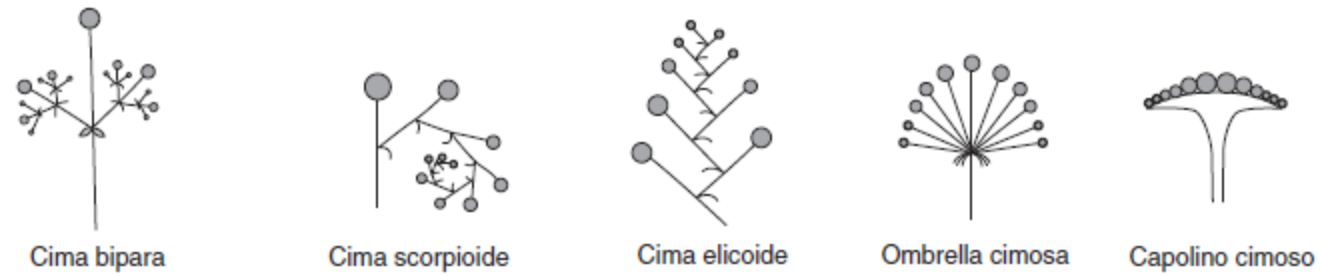
Figura 16.18

Disposizione delle foglie sul fusto (disegno di M.A. Signorini).

Infiorescenze indefinite o racemose



Infiorescenze definite o cimose



Infiorescenze composte

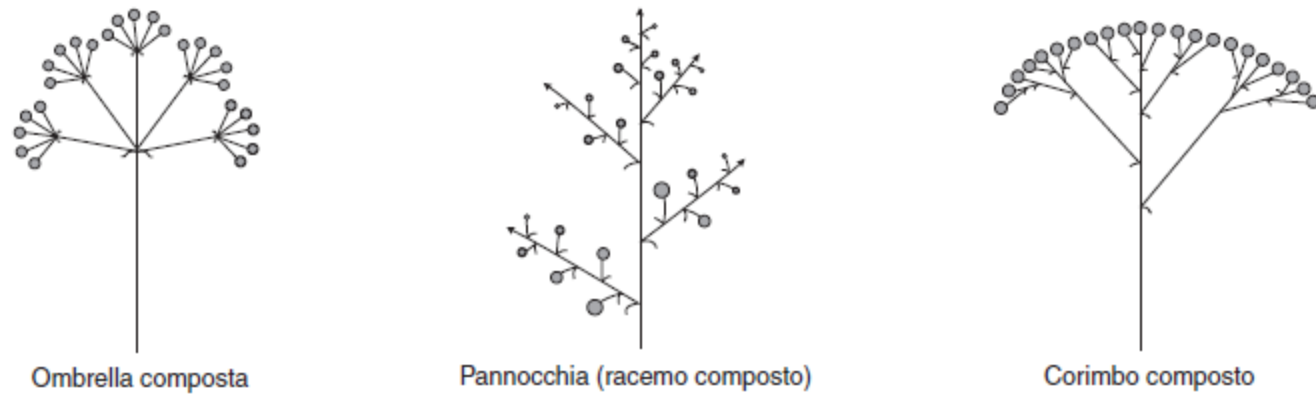


Figura 16.19

Tipi di infiorescenze (da W.S. Judd et al., 2007, modificata).

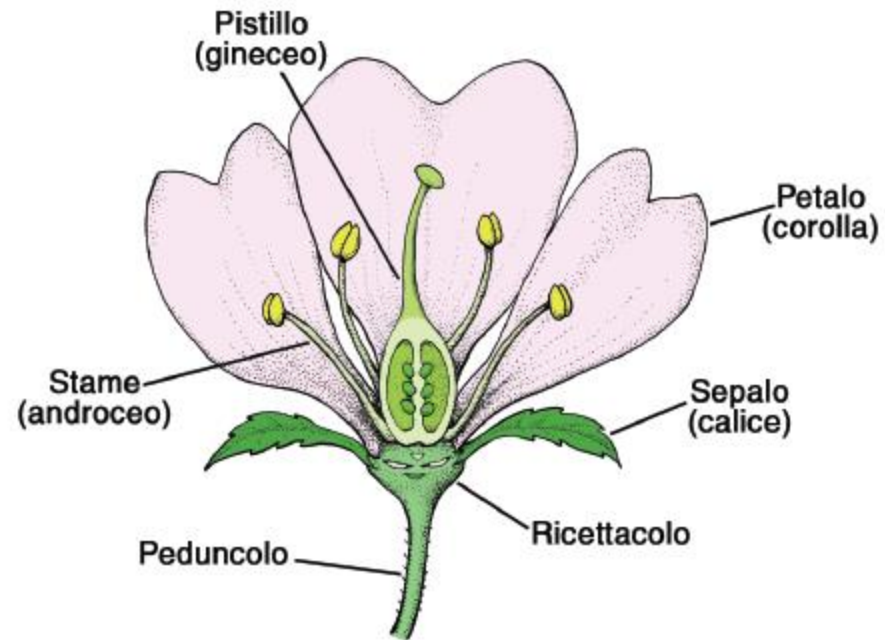
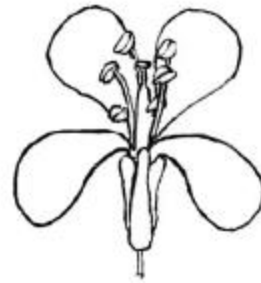


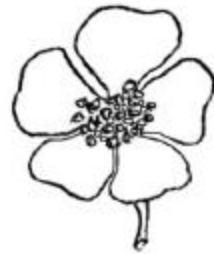
Figura 16.20
Il fiore e i verticilli fiorali (disegno di L. Vivona).



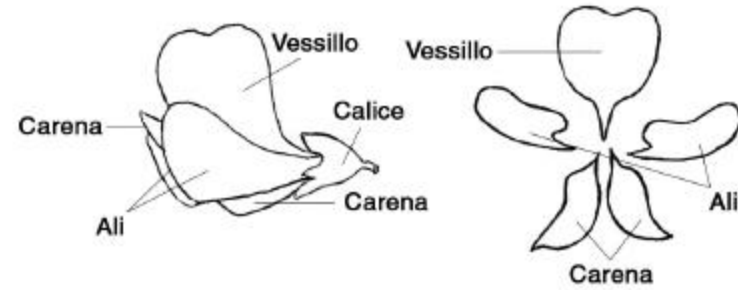
Figura 16.21
Corolla attinomorfa di *Helianthemum apenninum* (A) e corolle zigomorfe di *Orobanche variegata* (B) (foto di F. Selvi).



Crociata



Rosacea



Papilionacea

Figura 16.22
Tipi particolari di corolle dialipetale (disegno di M.A. Signorini).

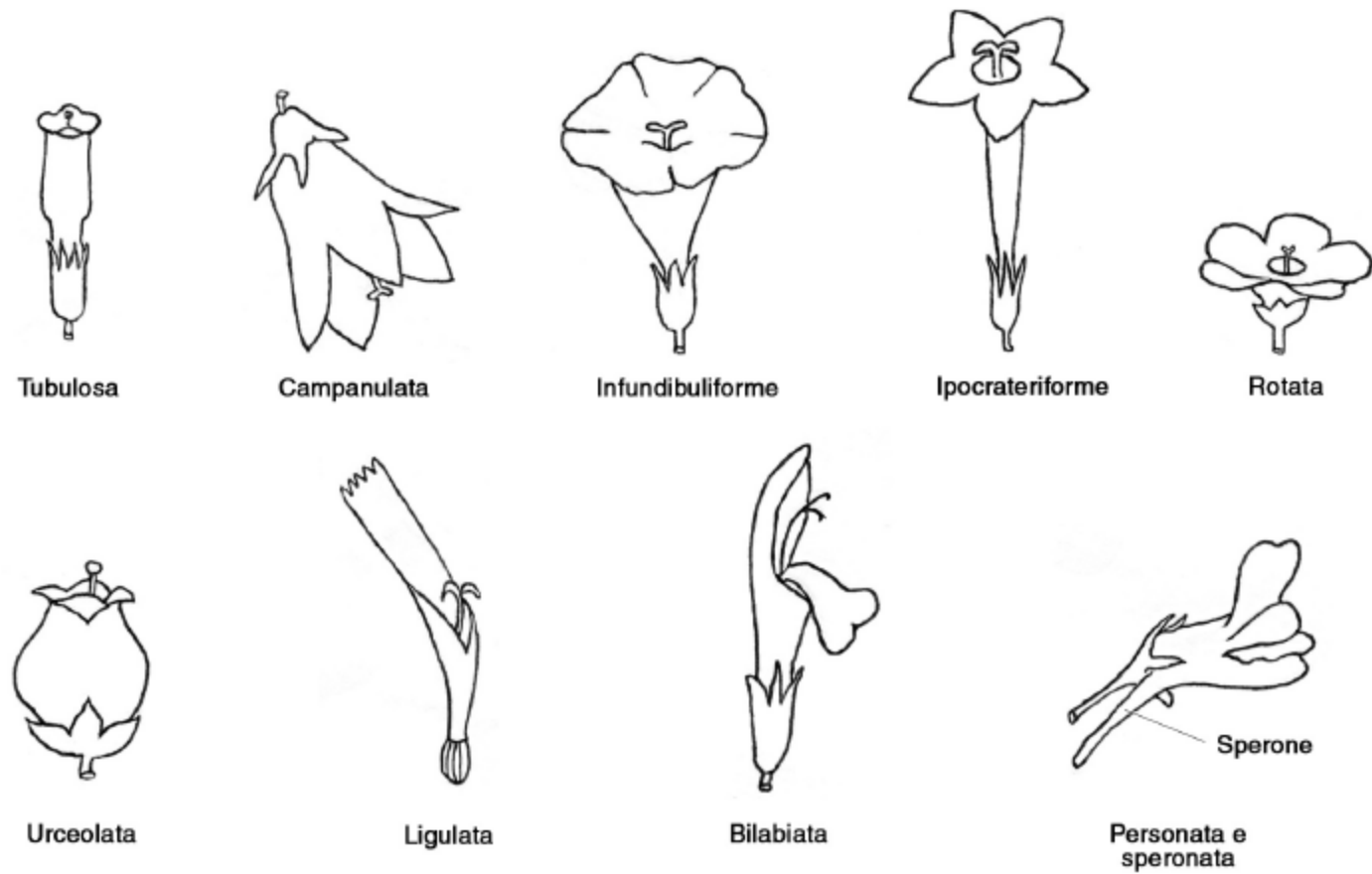


Figura 16.23
 Tipi particolari di corolle gamopetale (disegno di M.A. Signorini).

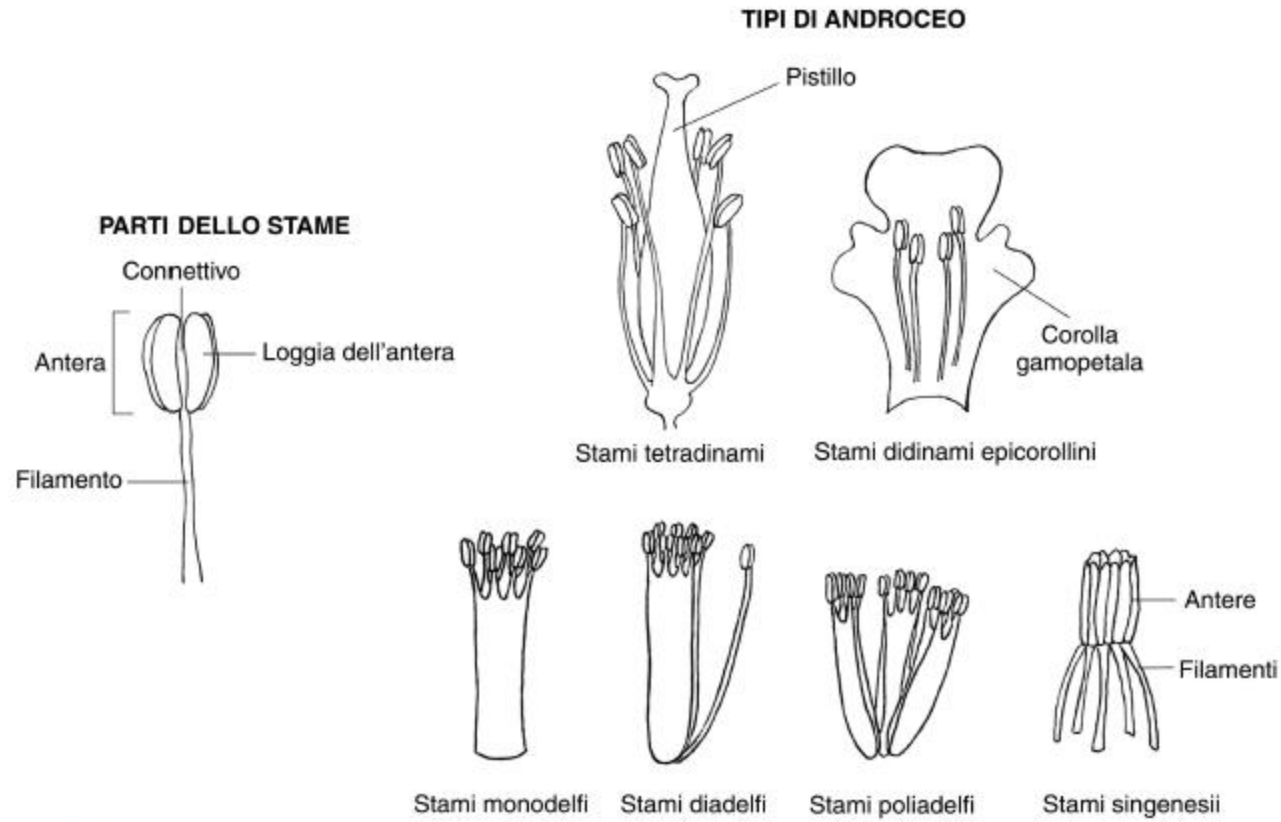
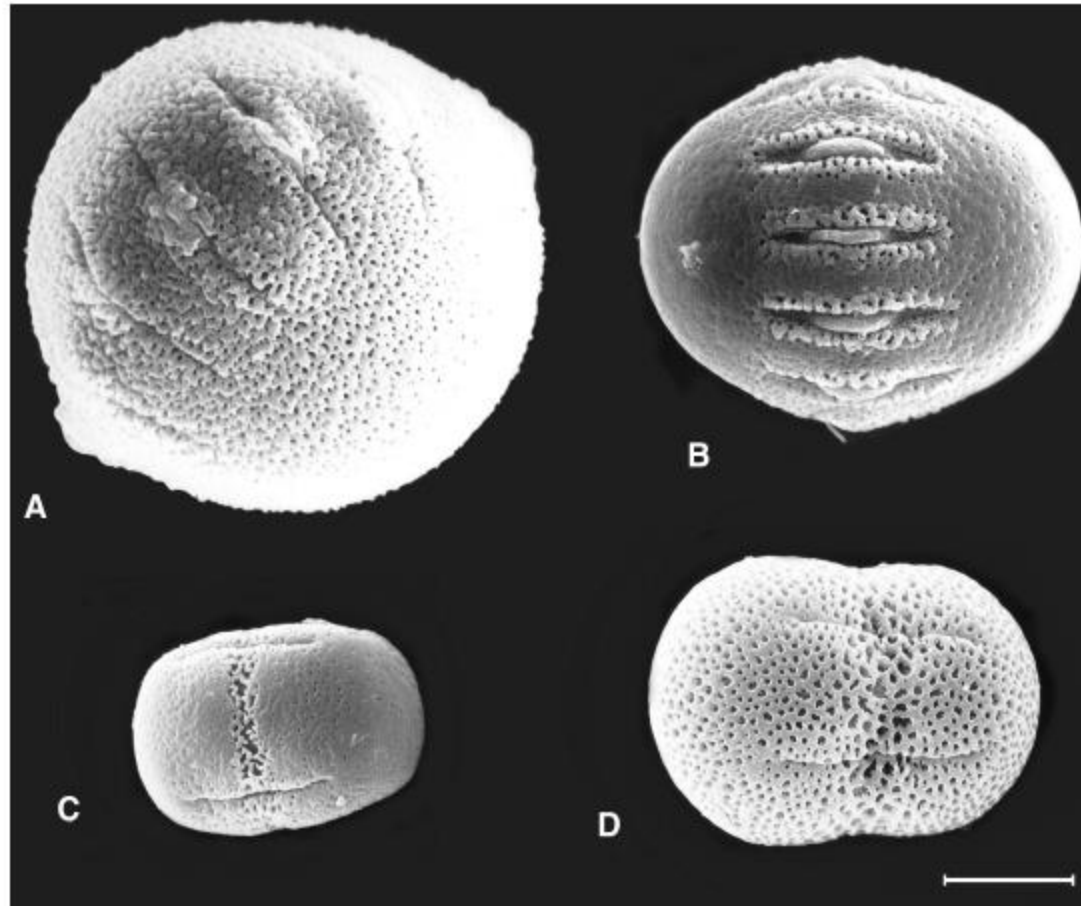


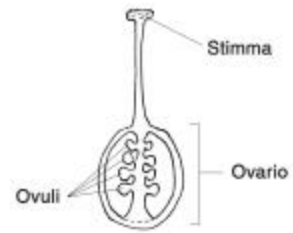
Figura 16.24
 Caratteri dell'androceo (disegno di M.A. Signorini).

Figura 16.25

Immagini al microscopio elettronico a scansione (SEM) di granuli pollinici di quattro specie del genere *Nonea* (Boraginaceae); sono ben visibili le differenze nelle dimensioni, nella forma, nel modello di scultura della superficie (*tectum*) e nel numero delle aperture. A) *N. heterostemon*; B) *N. calycina*; C) *N. macrosperma*; D) *N. minutiflora*. Barra = 10 μm (osservazione di F. Selvi e M. Bigazzi).



PARTI DEL PISTILLO



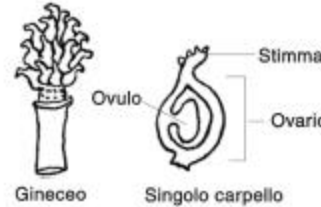
TIPI DI GINECEO



Gineceo monocarpellare
(1 carpello, 1 pistillo)

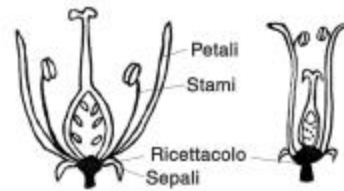


Gineceo pluricarpellare sincarpico
(5 carpelli, 1 pistillo)



Gineceo pluricarpellare apocarpico
(tanti carpelli, tanti pistilli)

POSIZIONE DELL'OVARIO



Ovario supero
(fiore ipogino)



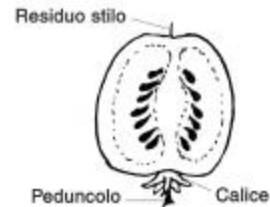
Ovario supero
(fiore perigino)



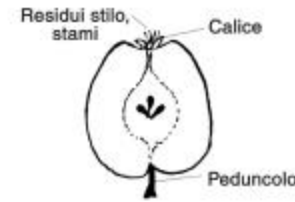
Ovario semiinfero
(fiore perigino)



Ovario infero
(fiore epigino)



Frutto da ovario supero



Frutto da ovario infero

Figura 16.26
Caratteri del gineceo (disegno di M.A. Signorini).

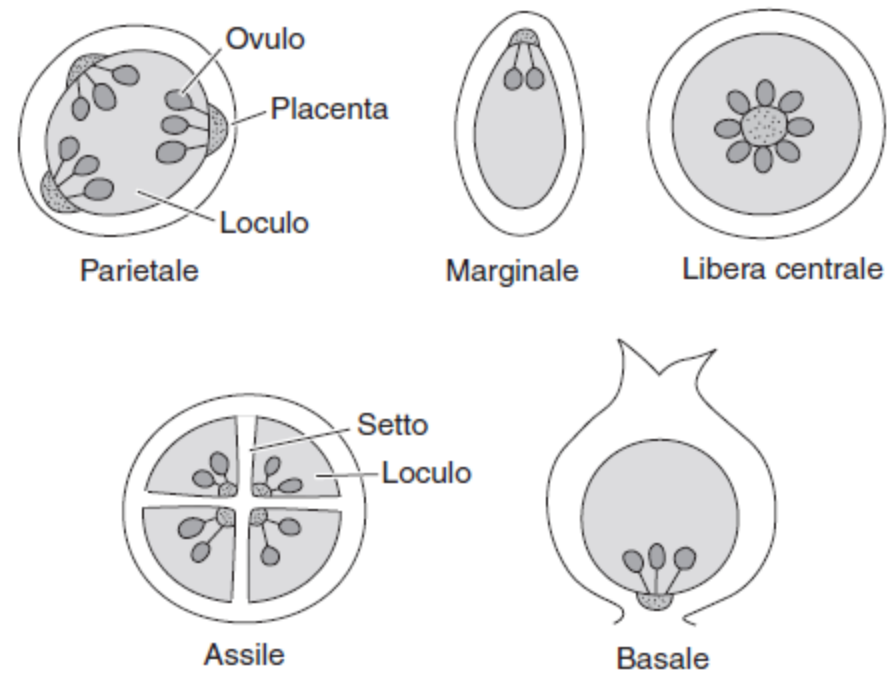


Figura 16.27

Tipi di placentazione (da W.S. Judd et al., 2007, modificata).

Frutti secchi indeiscenti



Achenio
(Quercia)



Diachenio
(Finocchio)



Cariosside
(Mais)



Noce
(Nocciolo)



Samara
(Olmo)



Disamara
(Acer)

Frutti secchi deiscenti



Follicolo
(*Cynanchum* sp.)



Legume
(Pisello)



Siliqua
(*Eruca* sp.)



Siliquetta
(*Lunaria* sp.)



Lomento
(*Raphanus* sp.)



Capsula
(*Iris* sp.; *Papavero*; *Anagallis* sp.)



Capsula
(*Iris* sp.; *Papavero*; *Anagallis* sp.)

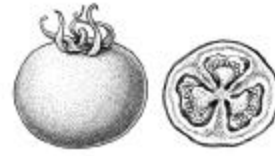


Capsula
(*Iris* sp.; *Papavero*; *Anagallis* sp.)

Frutti carnosì



Drupa (Pesco)



Bacca (Pomodoro)



Bacca (Uva spina)

Frutti composti



Lampone

Infruttescenze

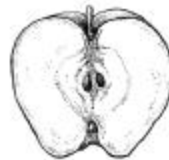


Gelso



Ananas

Falsi frutti



Pomo (Melo)



Cinorrodo (Rosa)



Fragola



Siconio (Fico)

Figura 16.28
I principali tipi di frutti (disegno di L. Vivona).



Figura 16.29

Semi di angiosperme con diverso aspetto (foto di M.A. Signorini e L. Vivona).

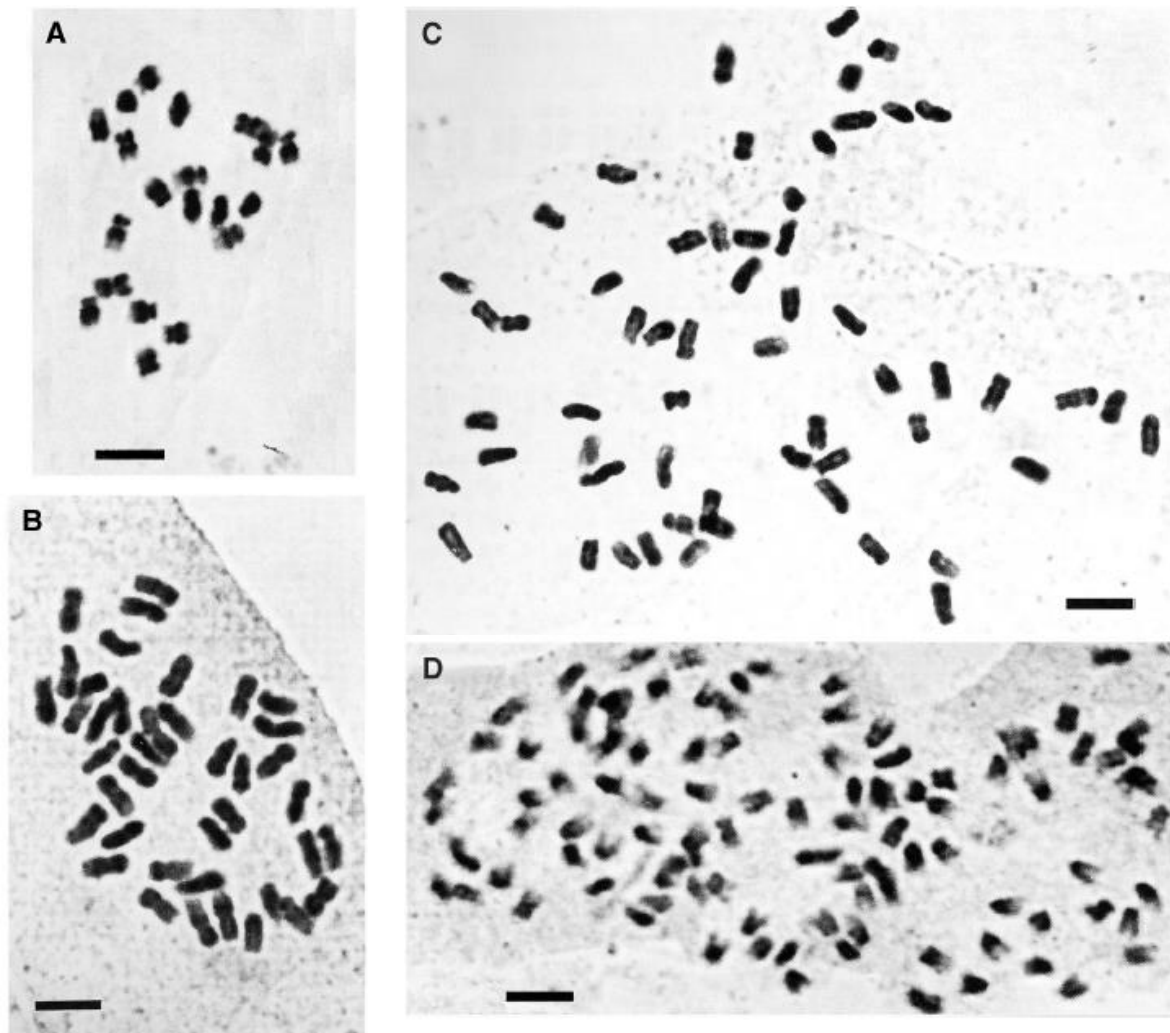


Figura 16.30

Cromosomi di cellule somatiche di quattro specie del genere *Nonea* (Boraginaceae). A) *N. intermedia*, $2n = 20$ (diploide); B) *N. anchusoides*, $2n = 40$ (tetraploide); C) *N. macrosperma*, $2n = 60$ (esaploide); D) *N. persica*, $2n = 100$ (cittipo decaploide). Barra = 5 μm (osservazione di F. Selvi e M. Bigazzi).