

La riproduzione nelle piante terrestri

Dati dei docenti

Giada Cordoni (giada.cordoni@unipi.it)

Raffaella Grassi (raffaella.grassi@unipi.it)

Lorenzo Peruzzi (lorenzo.peruzzi@unipi.it)

Francesco Roma-Marzio (francesco.romamarzio@unipi.it)

Orto e Museo Botanico dell'Università di Pisa
Via Luca Ghini 13/Via Roma 56

LA PROPAGAZIONE VEGETATIVA

La **propagazione vegetativa** (o clonale, o agamica) consiste nella produzione di nuovi individui in seguito alla suddivisione in due o più parti del corpo vegetativo di un individuo, o al semplice distacco di una sua parte più o meno grande.

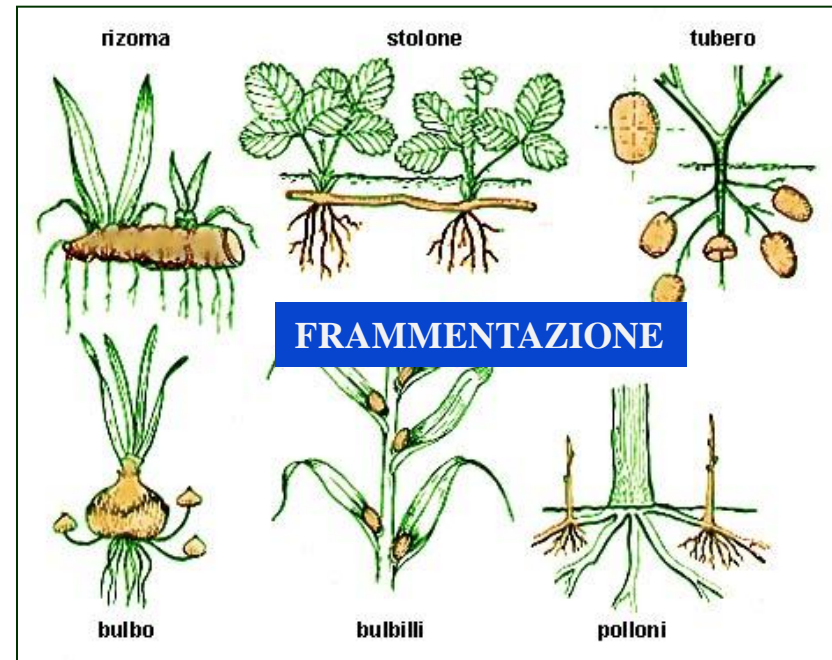
Lo sviluppo del nuovo individuo (clone) avviene in seguito a mitosi, mantenendo costante il genotipo.

SCISSIONE: Consiste nella formazione di due cellule figlie in seguito a divisione mitotica di una cellula iniziale. Tipica di organismi unicellulari (es. batteri, diatomee).

FRAMMENTAZIONE: Consiste nel distacco da un organismo di una parte del corpo (propaguli vegetativi) che da sola è in grado di riformare un individuo completo (es. bulbilli, rizomi, tuberi, propaguli epatiche)

SPORULAZIONE: produzione di mitospore capaci di germinare e dare origine a un nuovo individuo (tipica di alcuni funghi e alghe)

GEMMAZIONE: Consiste nella formazione di cellule figlie in seguito a divisione mitotica di una cellula madre in un organismo pluricellulare (es. lieviti).

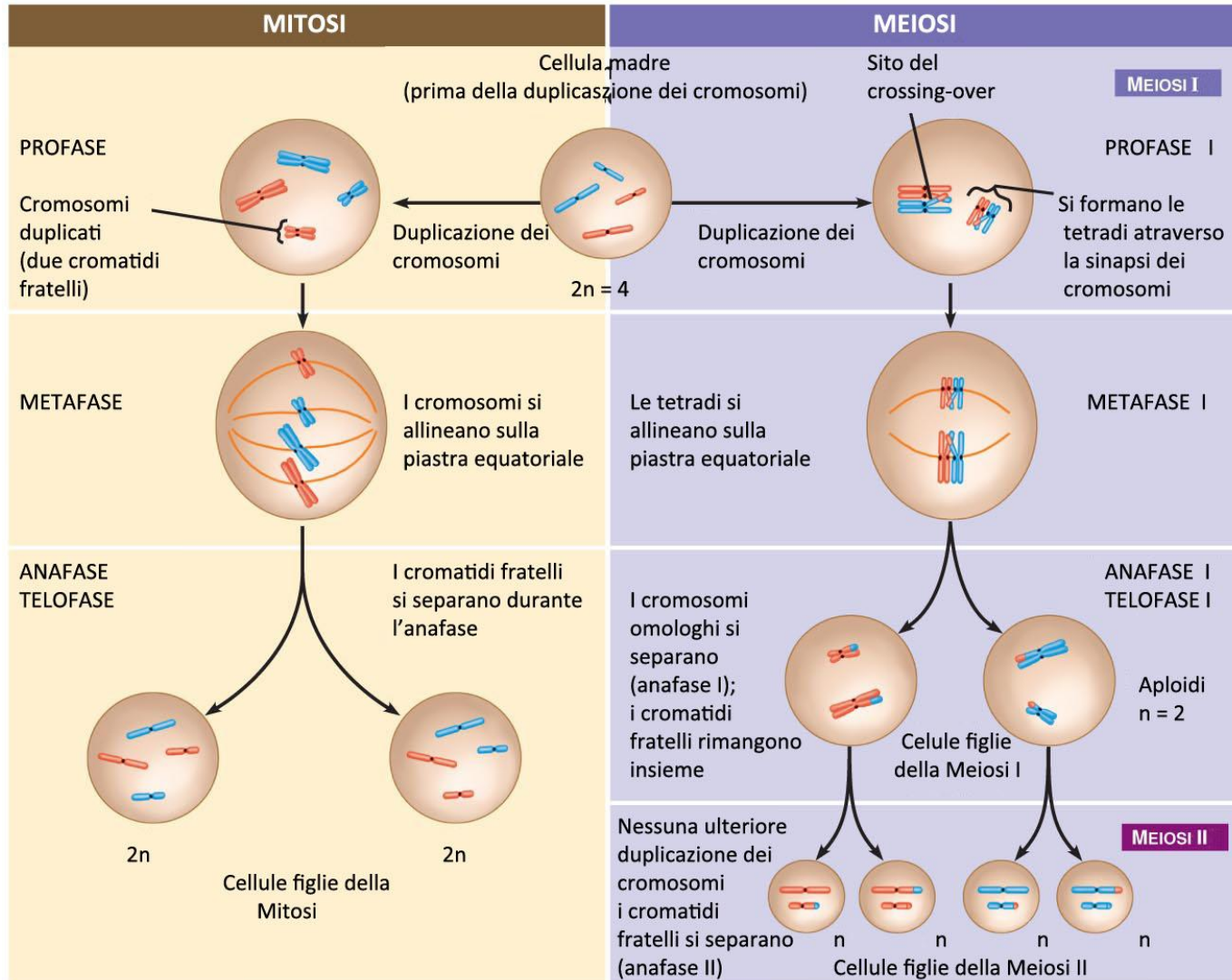


MITOSI e MEIOSI

Eventi di divisione cellulare che portano alla formazione di cellule figlie con un corredo cromosomico uguale alla cellula madre (**MITOSI**) o con un numero di cromosomi dimezzato (**MEIOSI**).

CELLULE DIPLOIDI ($2n$): Cellule con due copie di ciascun cromosoma (cromosomi omologhi)

CELLULE APLOIDI (n): Cellule con una copia di ciascun cromosoma

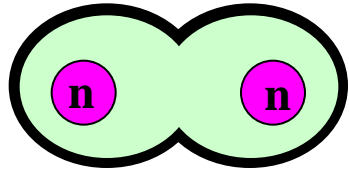


RIPRODUZIONE SESSUATA

consiste nell'unione di due cellule specializzate (**GAMETI**)

GAMIA

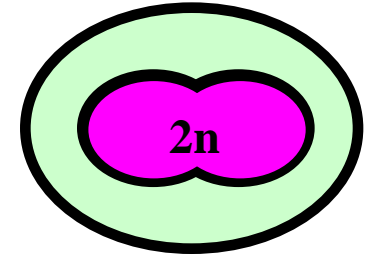
Durante la quale avviene la fusione del loro contenuto



PLASMOGAMIA

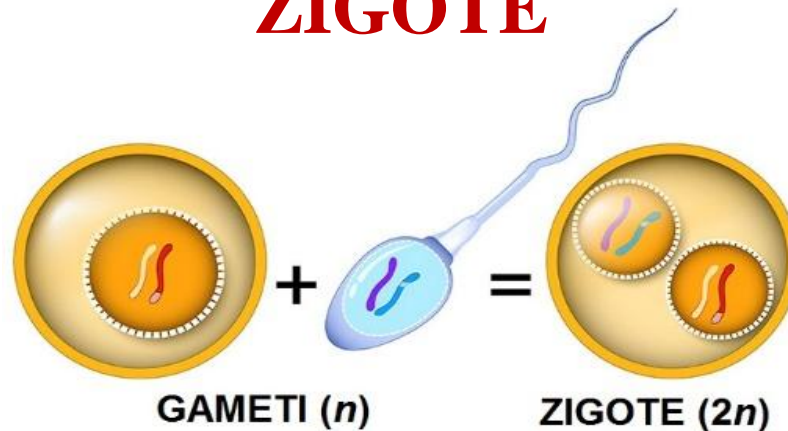
+

CARIOGAMIA



Il risultato della gamia è una nuova cellula

ZIGOTE



L'importanza della riproduzione sessuata (o sessuale) risiede più che nell'aumento del numero degli individui, nella ricombinazione del loro patrimonio genetico. In tal modo vengono sostanzialmente migliorate le condizioni per l'adattamento e l'evoluzione

CICLI METAGENETICI

Il ciclo metagenetico è costituito dalla sequenza ciclica di stadi ed eventi che comportano alternanza di fasi nucleari e/o di generazioni.

GENERAZIONE:

Organismo che si sviluppa vegetativamente da un determinato tipo di cellula germinale (gamete o spora) e finisce con la produzione di un altro tipo di cellula germinale (gamete o spora).

FASE NUCLEARE

Coincide con uno specifico assetto cariologico della generazione, cioè del complemento cromosomico all'interno del nucleo, che può essere fondamentalmente **APLOIDE** (n) o **DIPLOIDE** ($2n$).

GENERAZIONI e FASI NUCLEARI nelle PIANTE TERRESTRI

Meiospore (n)
↓
GAMETOFITO (APLOIDE)

Gameti (n)
↑

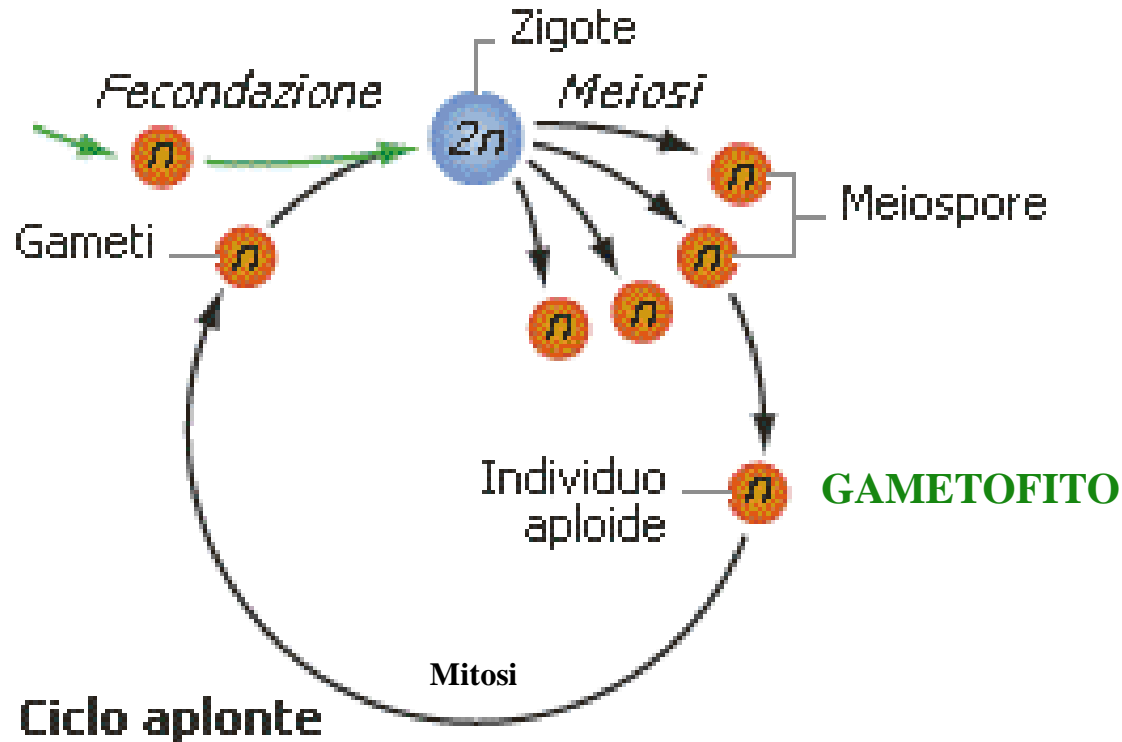
Zigote $2n$ (gamete n + gamete n)
↓
SPOROFITO (diploide)

Meiospore (n)
↑



CICLO APLONTE

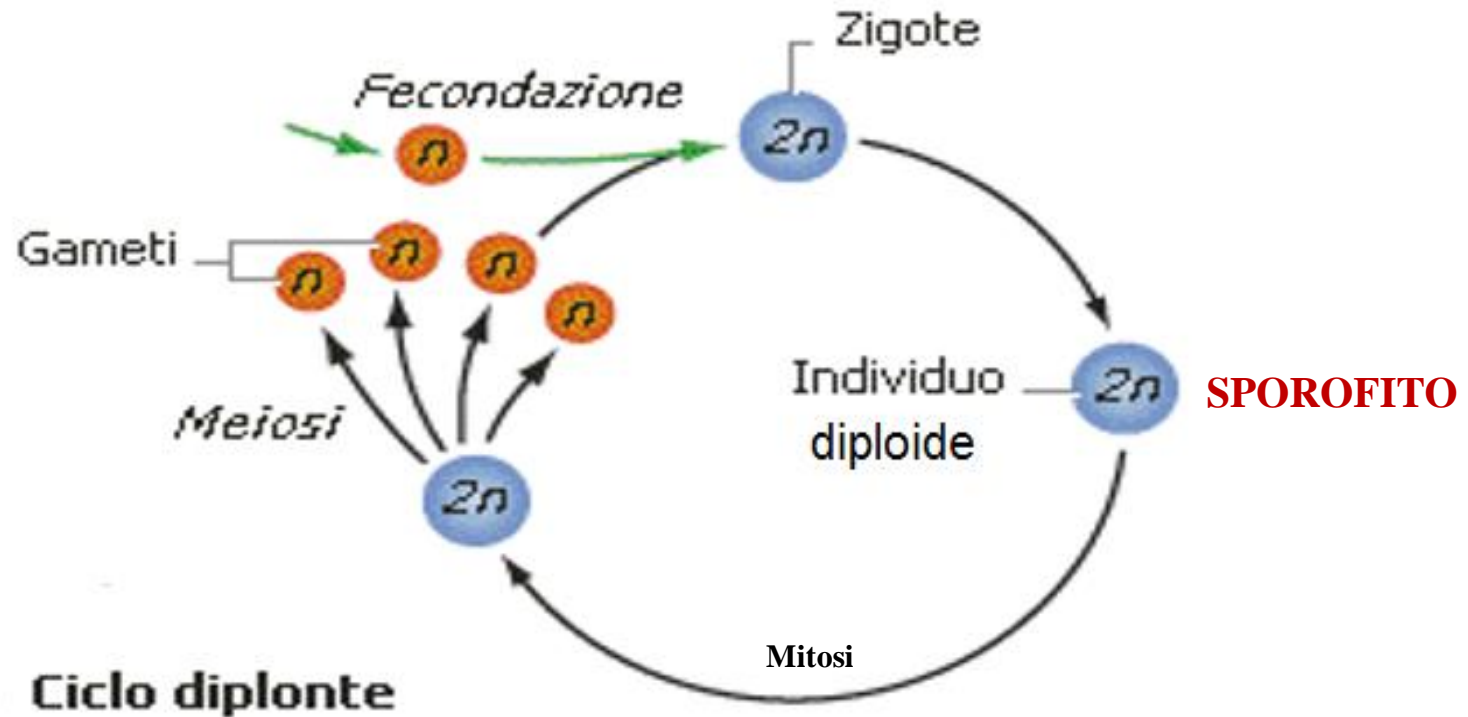
Forma **primitiva** di ciclo metagenetico tipica di molti organismi unicellulari (protisti), molte alghe e funghi



- Negli APLONTI la gamia, con la conseguente formazione dello zigote ($2n$), è immediatamente seguita dalla meiosi con la quale vengono prodotte **MEIOSPORE**
- Ognuna di queste può accrescersi e formare un individuo formato da cellule con corredo cromosomico n (APLOIDE), chiamato **GAMETOFITO** nei vegetali
- Alternanza di fase nucleare e non di generazione
- Mitosi limitate alla aplofase (gametofito) = non esiste una fase diploide
- Meiosi immediata alla formazione dello zigote ($2n$) = unica cellula diploide
- Non esiste una fase diploide dell'organismo e quindi tutta la vita dell'organismo è aploide (gametofito)

CICLO DIPLONTE

Ciclo abbastanza raro nei vegetali presente in alcune clorofite e alghe brune, diatomee, alcuni lieviti e oomiceti. Molto più diffuso nei metazoi.

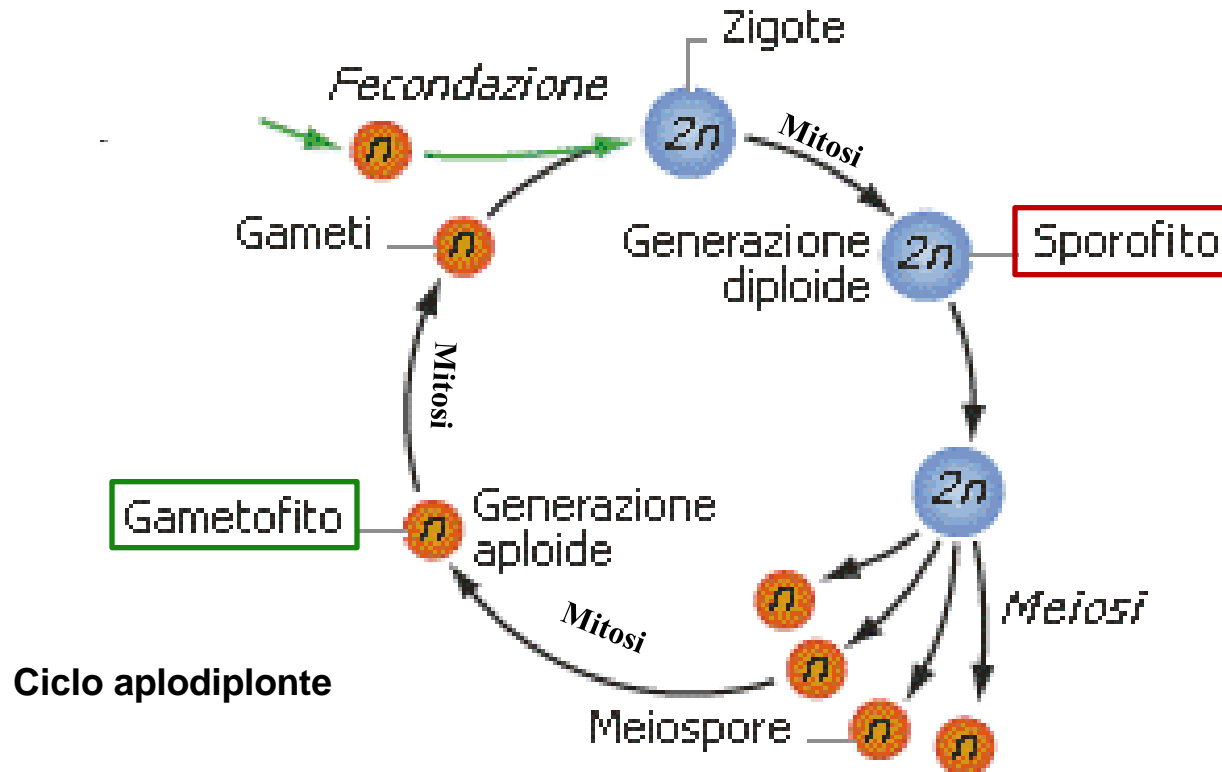


Ciclo diplonte

- I DIPLONTI sono l'opposto degli APLONTI
- Nei DIPLONTI, alla gamia con formazione di zigote (2n) si succede una repentina suddivisione per mitosi in modo da produrre un individuo diploide, detto **SPOROFITO**.
- Lo sporofito si accresce fino ad essere pronto per una nuova meiosi che darà origine a **GAMETI**
- Alternanza di fase nucleare e non di generazione
- Mitosi limitate alla diplofase (sporofito) = non esiste una fase aploide
- Meiosi precede la formazione dei gameti
- Non esiste una fase aploide dell'organismo e quindi tutta la vita dell'organismo è diploide (**sporofito**)

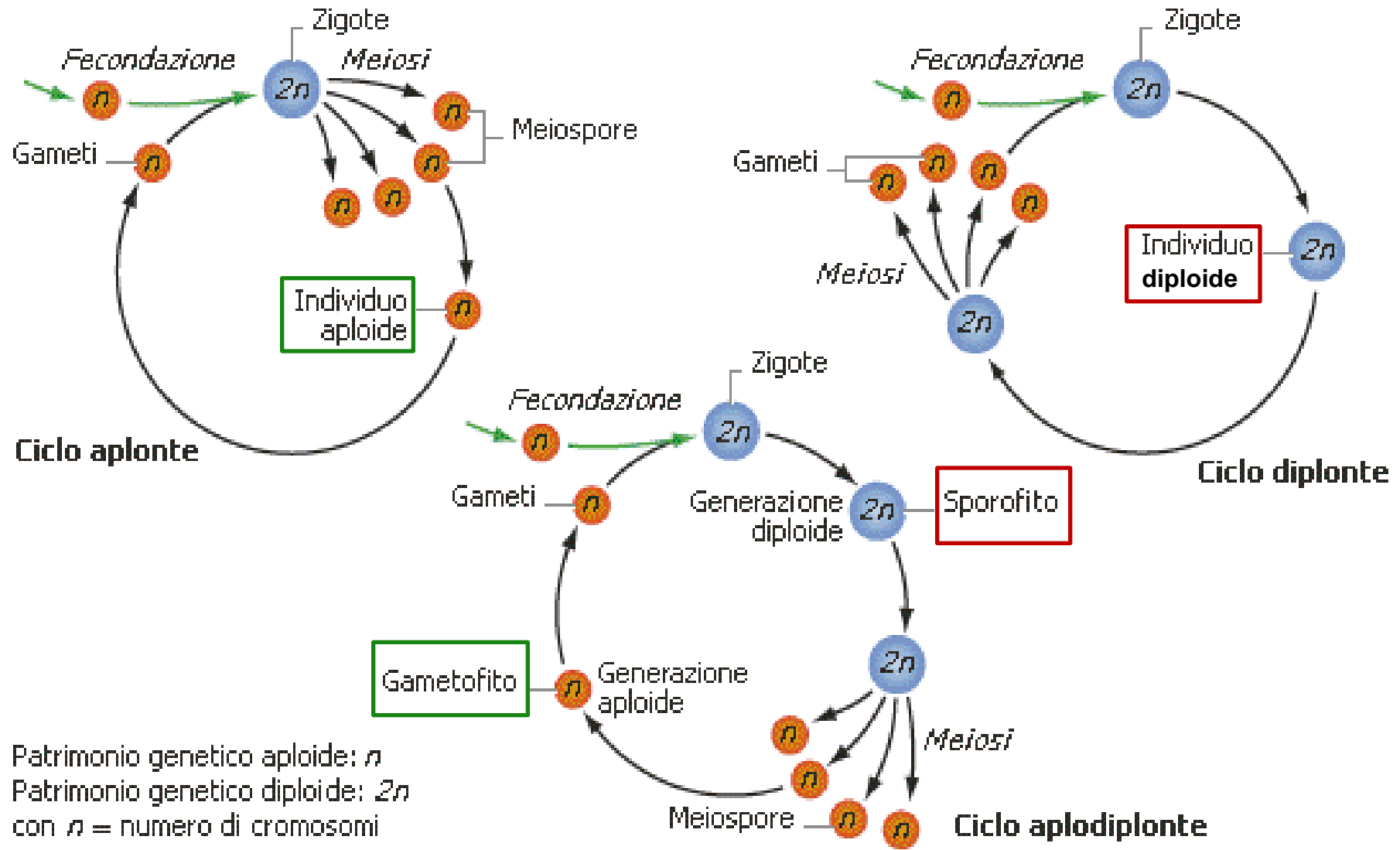
CICLO APLODIPLONTE

Presente nelle alghe maggiormente organizzate e nelle **EMBRIOFITE**



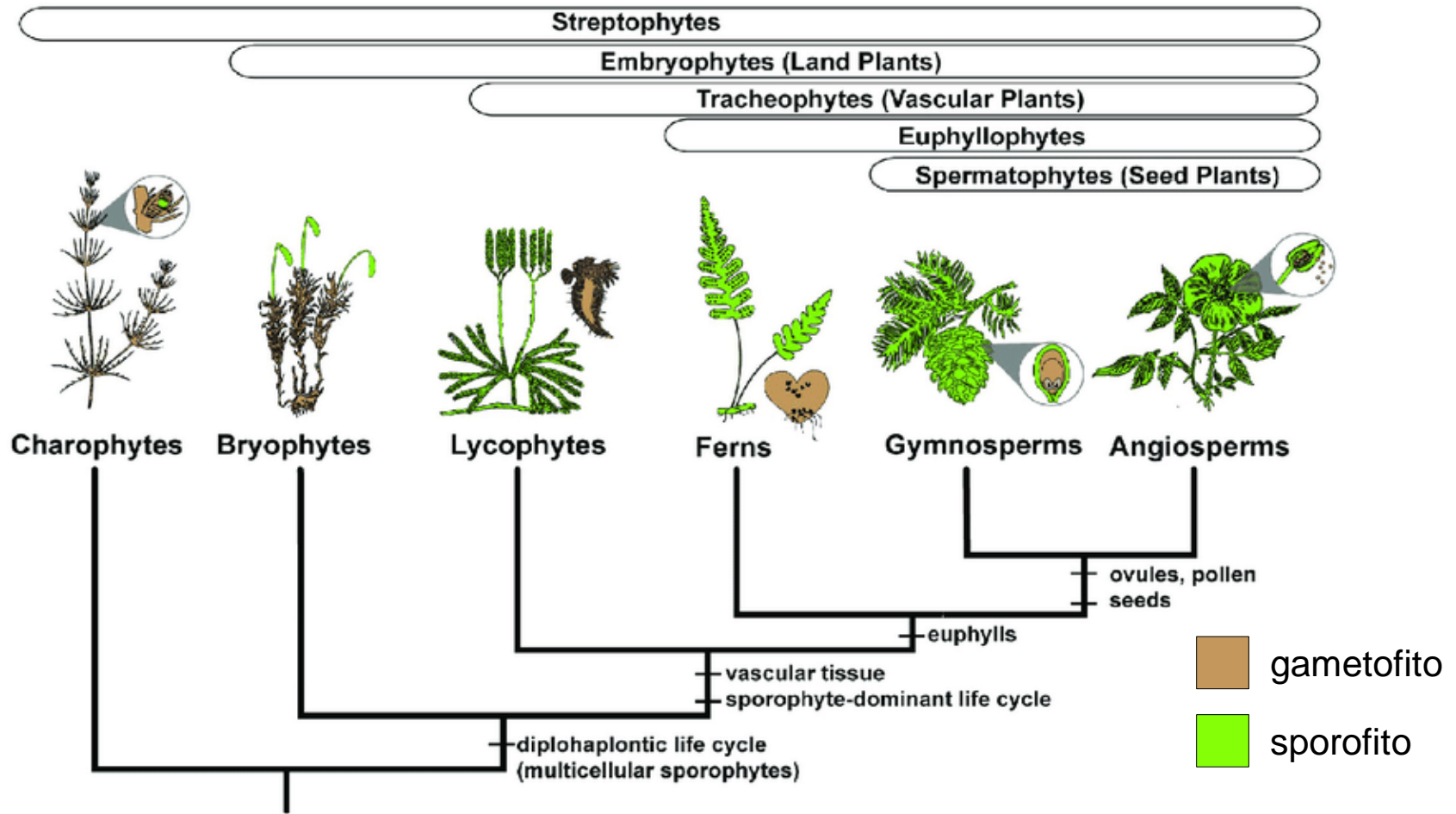
- Come indica il nome, gli organismi aploidiplonti hanno due generazioni antitetiche: una aploide (**GAMETOFITO**) ed una diploide (**SPOROFITO**)
- Come nei diplonti l'unione dei **gameti** (n) porta alla formazione dello zigote (2n) che si divide per semplice mitosi dando origine allo **SPOROFITO**.
- Questo al momento della meiosi non produce gameti ma **meiospore** che, dividendosi per mitosi, danno origine ad uno o più **GAMETOFITI**, che al termine della loro differenziazione e crescita produrranno per mitosi dei **gameti**
- Mitosi sia nell'aplofase che nella diplofase
- Alternanza di generazioni (**gametofito/sporofito**)

Tutte le PIANTE TERRESTRI hanno un ciclo APLODIPLONTE con alternanza di generazione ANTITETICA ed ETEROMORFA.

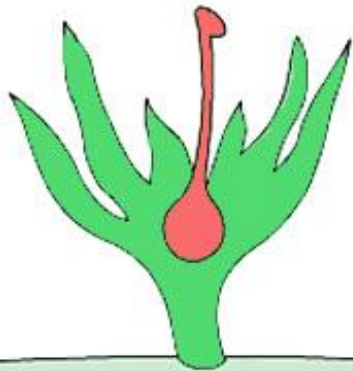


L'EMERSIONE DALL'ACQUA ha portato ad un'azione selettiva determinante nel favorire l'affermarsi di:

- Piante aplodiplonti
- Abbandono di mitospore flagellate
- Produzione di MEIOSPORE protette da sporopollenina e diffuse dal vento (SPOROGONIA)
- Gameti in parte ancora acquatici, dotati di flagelli e natanti.
- Gameti differenziati: uno mobile (maschile) e l'altro fisso (femminile) (OOGAMIA)
- Nascita dell' EMBRIONE (protezione dello zigote e del piccolo sporofito in formazione)



- Strette connessioni trofiche fra le due generazioni che sono pressoché assenti nelle alghe e diventano sempre più strette nelle piante terrestri.
- Predominio prima del **gametofito** (briofite) poi dello **sporofito** (pteridofite e spermatofite)
- Riduzione progressiva della generazione gametofitica (senza mai sparire)



Sporofito più piccolo del **gametofito** e dipendente troficamente da esso
(muschi)



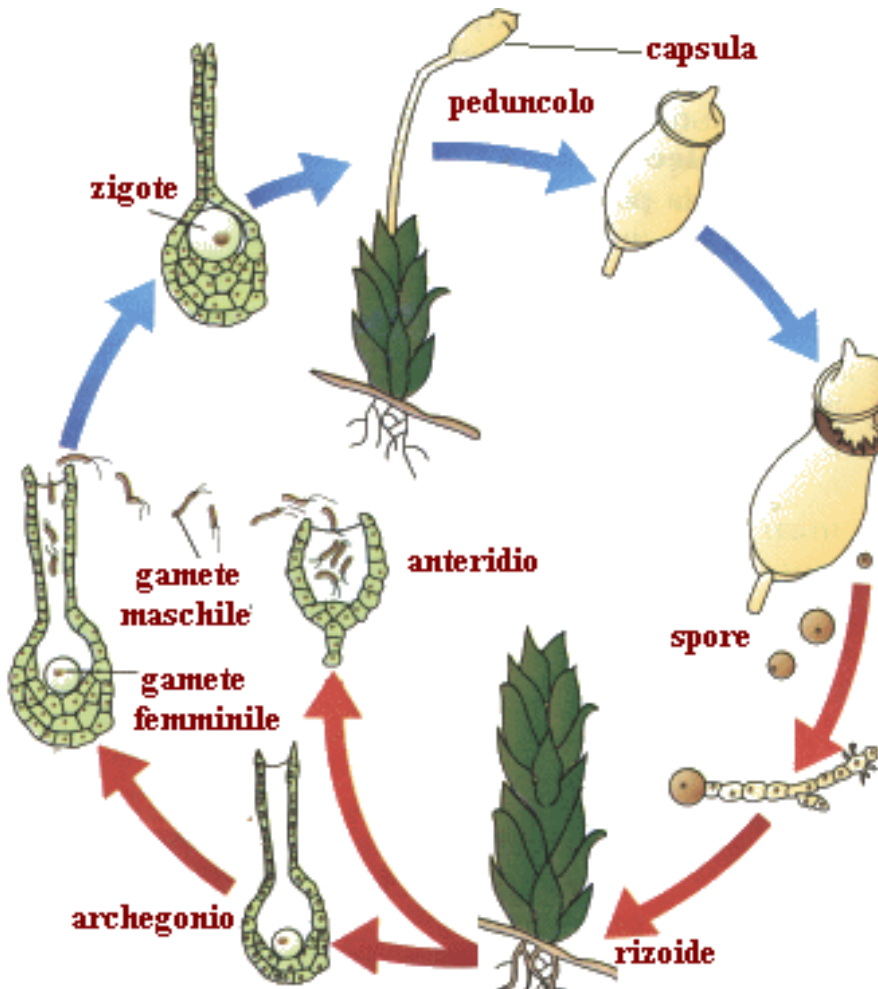
Sporofito più grande del **gametofito** e indipendente troficamente da esso
(felci)



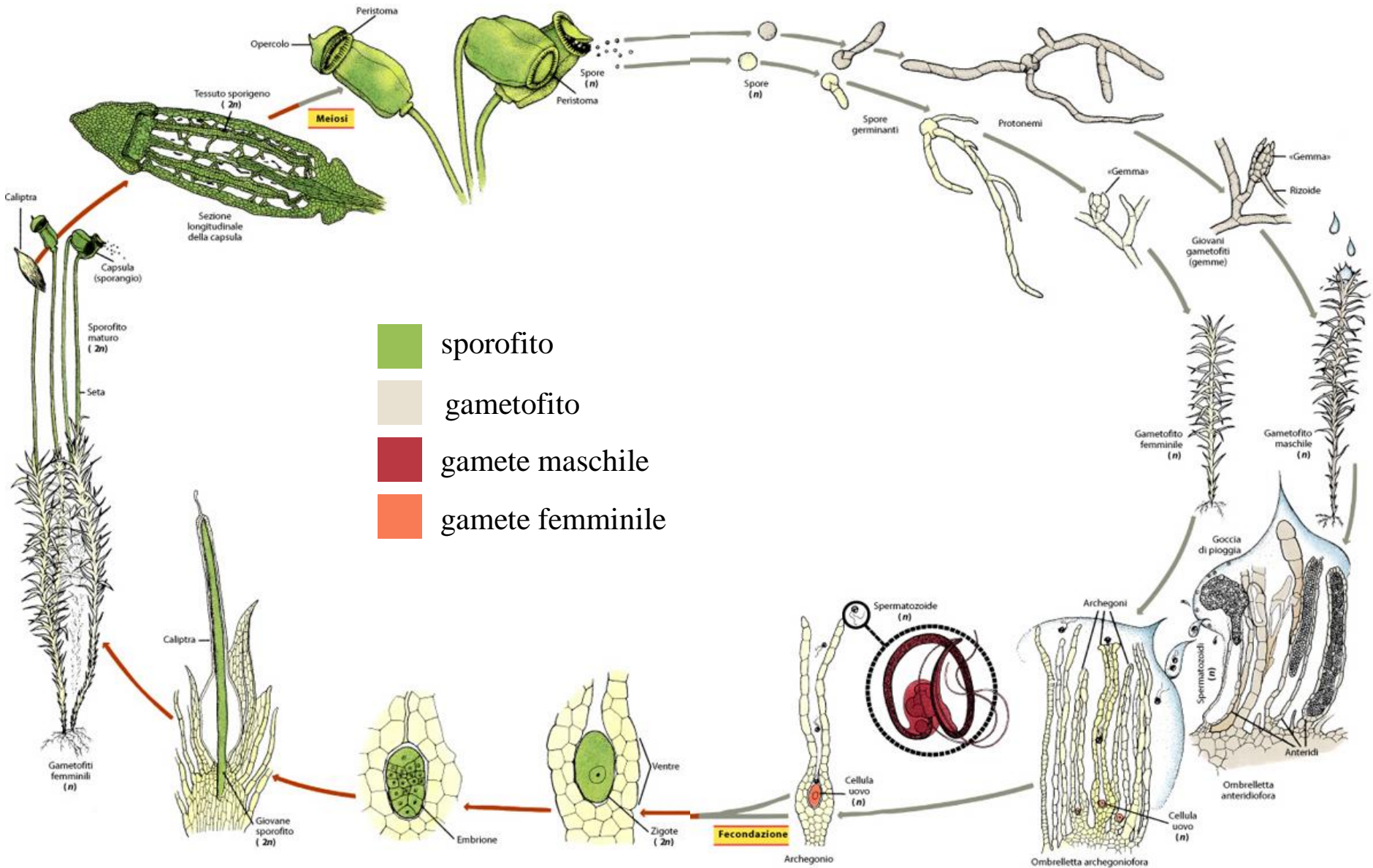
Sporofito più grande del gametofito. **Gametofito** estremamente ridotto e dipendente dallo sporofito
(spermatofite)

BRIOFITE

- CICLO APLODIPLONTE con alternanza di generazione antitetica eteromorfa e con prevalenza del gametofito sullo sporofito
- Uniche piante terrestri in cui la fase vegetativa dominante è il **GAMETOFITO** (aploide).
- Tra le due generazioni sono mantenuti, per un periodo più o meno lungo, legami trofici con lo sporofito dipendente dal **gametofito**

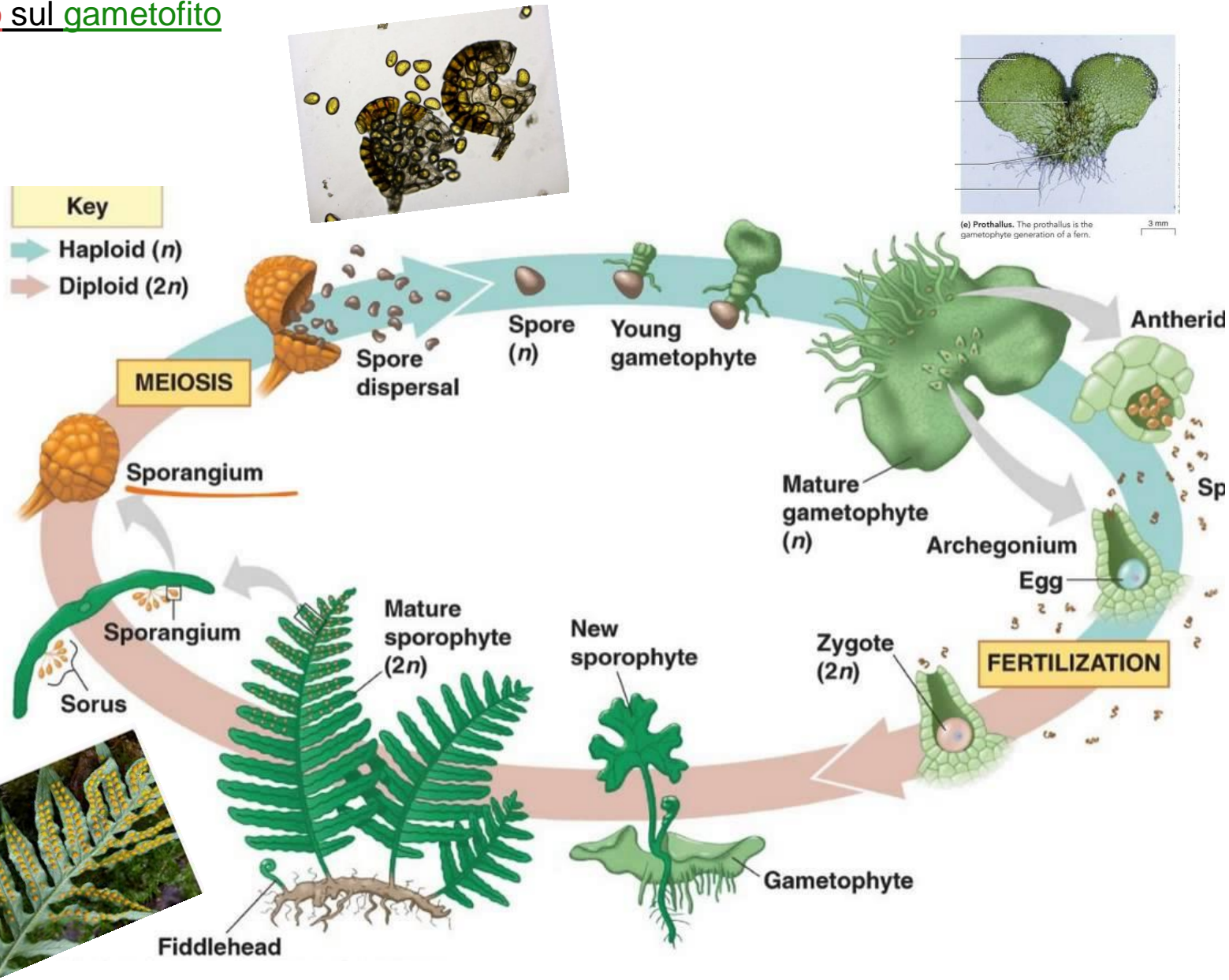


Muschi e epatiche (es. *Bryiidae*)



Felci, equiseti e licopodi

- CICLO APLODIPLONTE con alternanza di generazione antitetica eteromorfa e con prevalenza dello sporofito sul gametofito



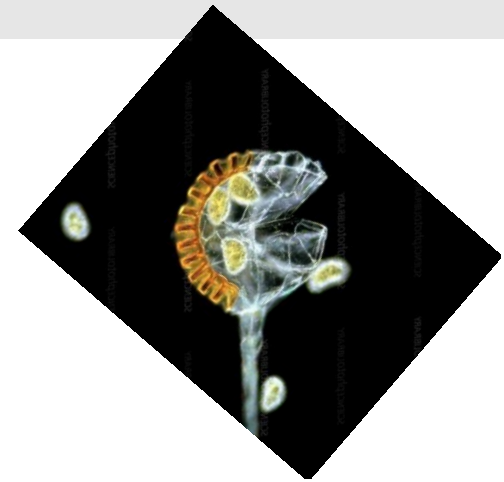
Abbandono della SPOROGENIA (dispersione di meiospore) e nascita delle SPERMATOFITE

Vantaggi nella formazione di grosse meiospore

- Maggiore resistenza in ambiente subaereo

Svantaggi

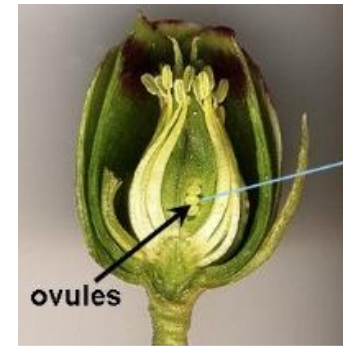
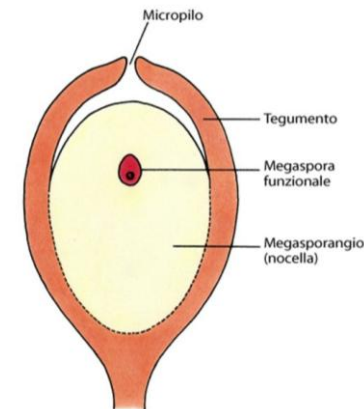
- Eccessivo volume e quindi:
- Difficile il trasporto a distanza
- Limitata diffusione della specie



È plausibile che si sia arrivati ad un punto critico oltre il quale è stato opportuno abbandonare la sporogonia.

L'OVULO

Mantenimento di una massa sempre maggiore di cellule vegetative ($2n$) all'interno dello **sporangio** ($2n$) che si trasforma così in un organo di riserva molto più efficiente nel proteggere e nutrire la macrospora (n).

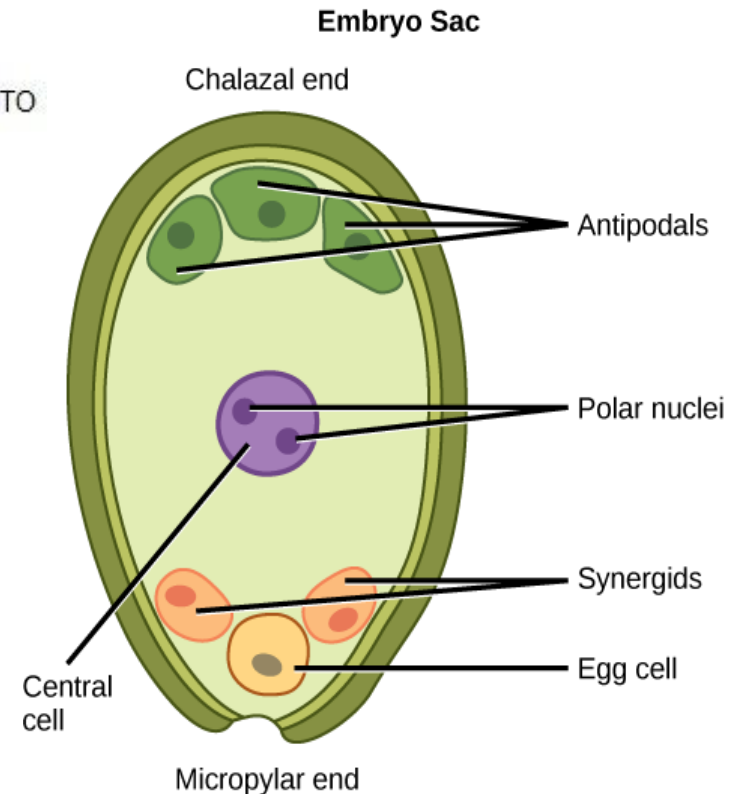
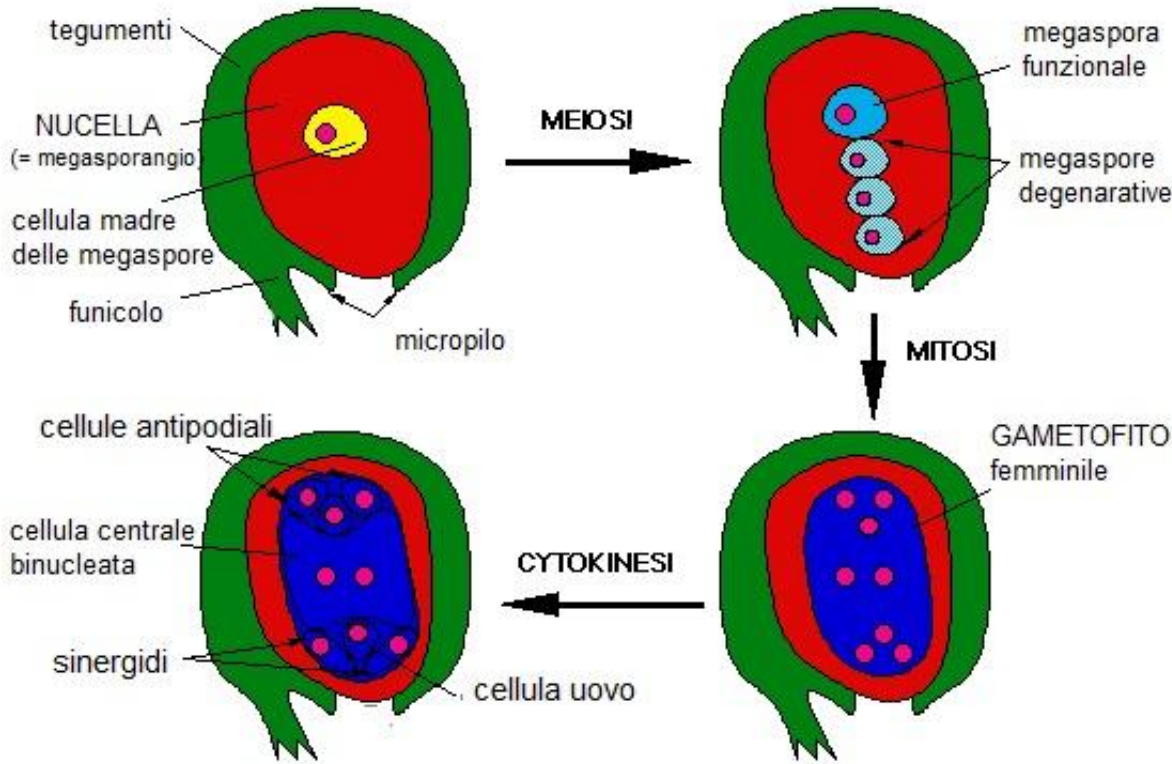


Mediante il vento non avviene più il trasporto a distanza di microspore bensì dell'intero, minuscolo **gametofito maschile**.



OVULO E GAMETOFITO FEMMINILE

L'**OVULO** (da non confondere con il gamete femminile, che nelle piante si denomina cellula uovo o oosfera!) è omologo al **macrosporangio** delle pteridofite eterosporee



Nelle spermatofite il **gametofito femminile** è contenuto nell'ovulo

Nelle Gimnoperme è costituito da poche centinaia di cellule a qualche migliaia

Nelle angiosperme è costituito da **7 cellule e 8 nuclei**

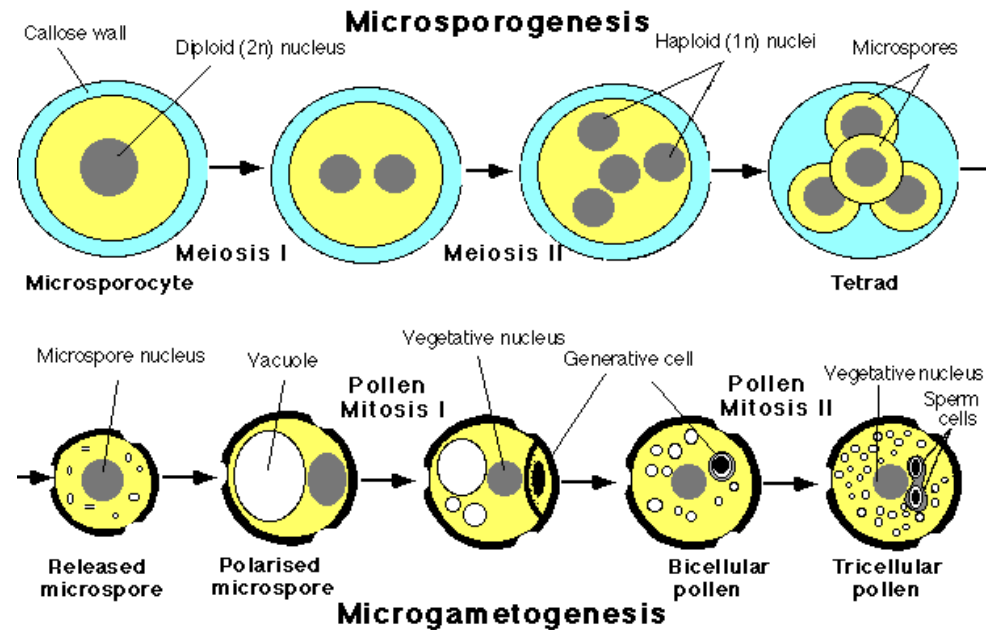
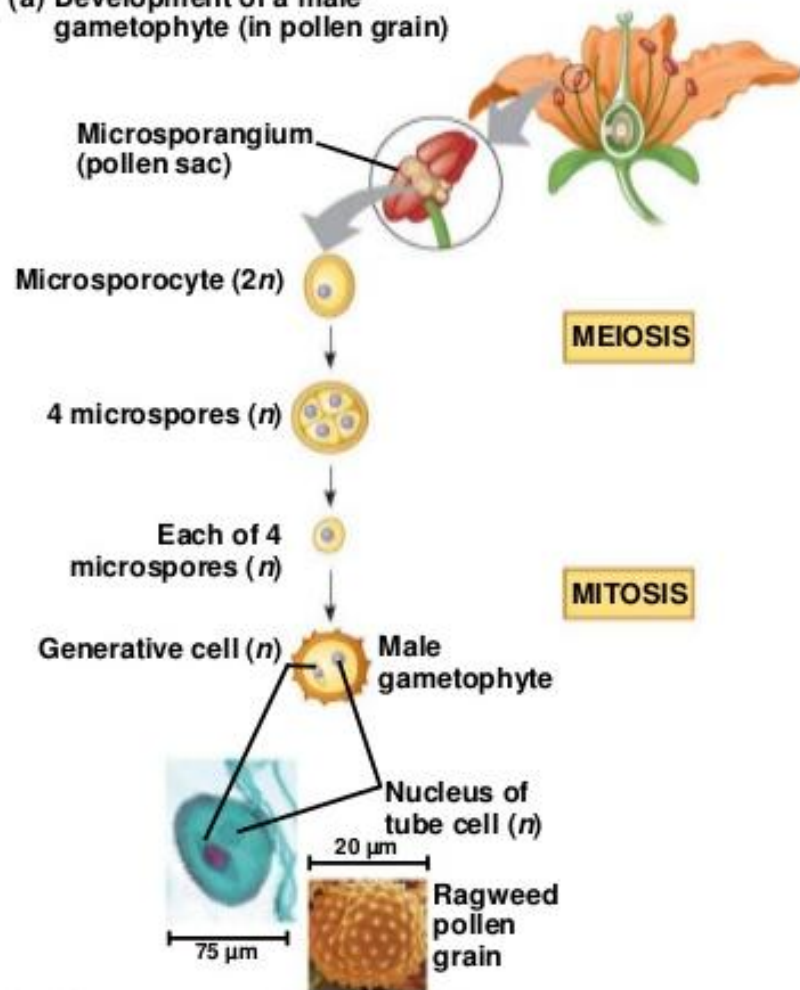
GAMETOFITO MASCHILE

Nelle spermatofite il **gametofito maschile** è il granulo pollinico

All'interno dell'antera (microsporangio) avviene la **microsporogenesi** e la **microgametogenesi**

Nelle angiosperme il gametofito maschile maturo è formato da 3 cellule: 1 cellula vegetativa (o cellula del tubetto pollinico) + 2 cellule generative (cellule spermatiche)

(a) Development of a male gametophyte (in pollen grain)



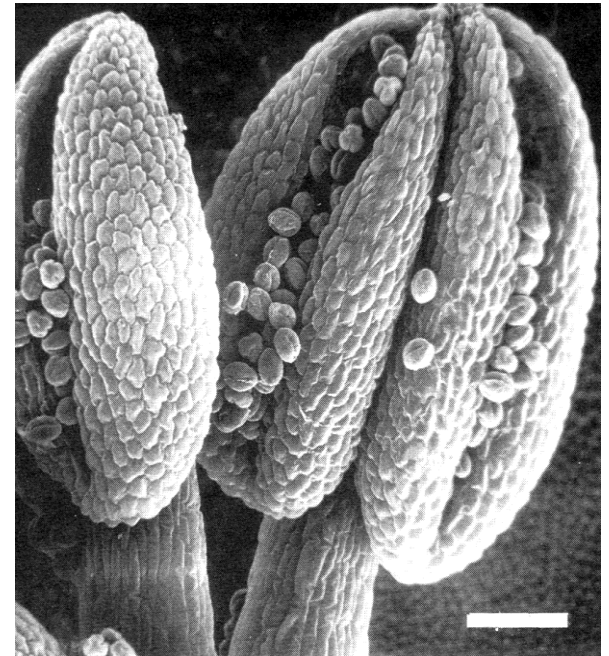
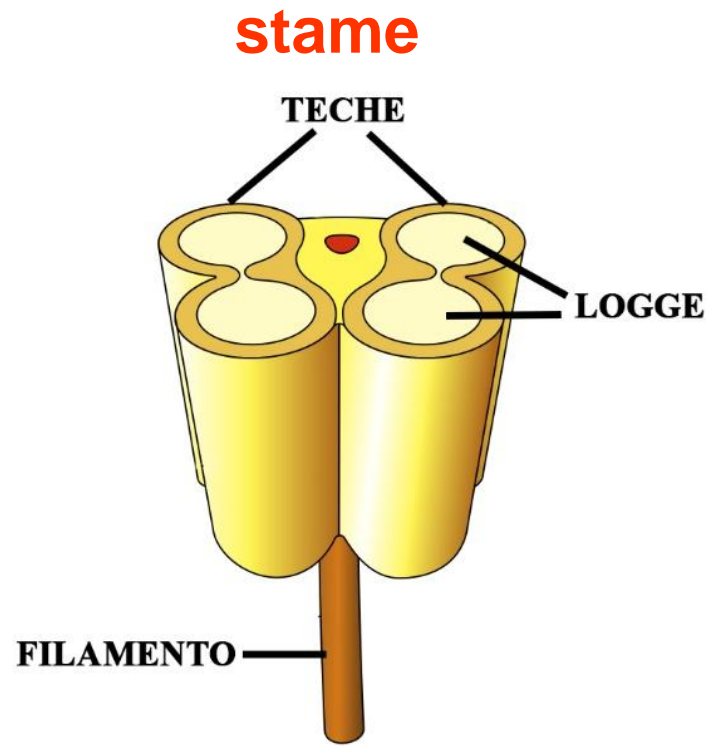
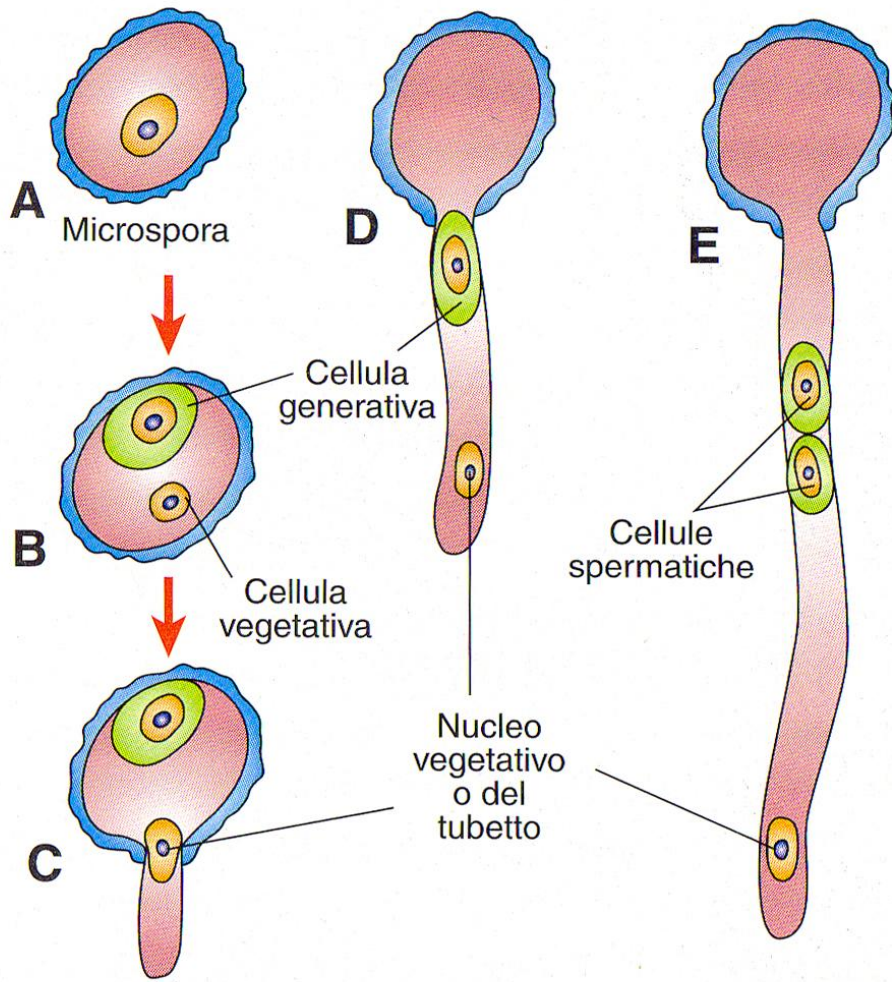


Figura 12.12

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).

Sviluppo del fiore

Antera

Gineceo

Ovulo

Fiore

Formazione delle spore

Sacco pollinico

Cellula madre
delle microspore
(2n)

Cellula madre
della megaspora
(2n)

Megaspora
(n)

Meiosi

Mitosi

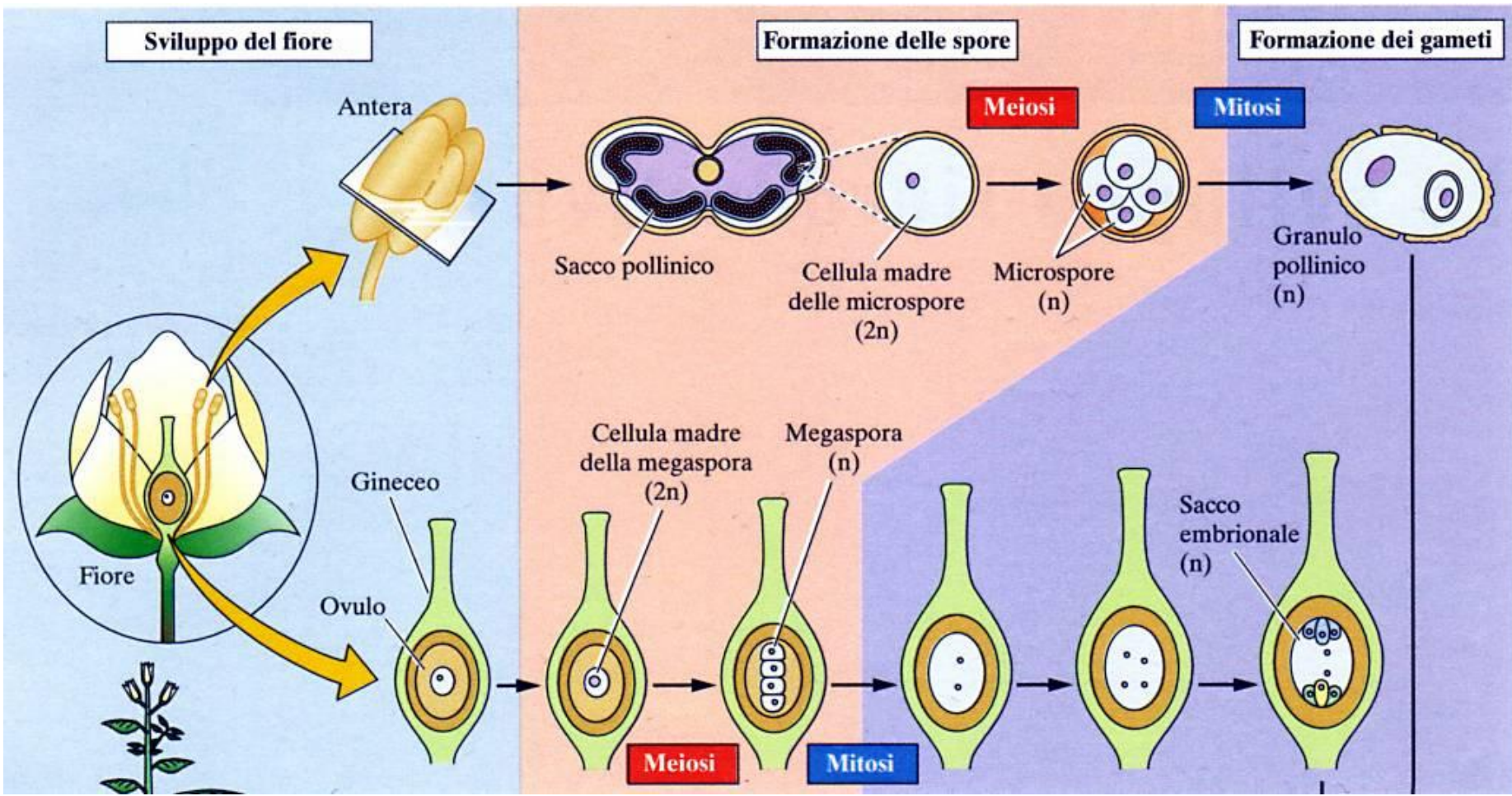
Meiosi

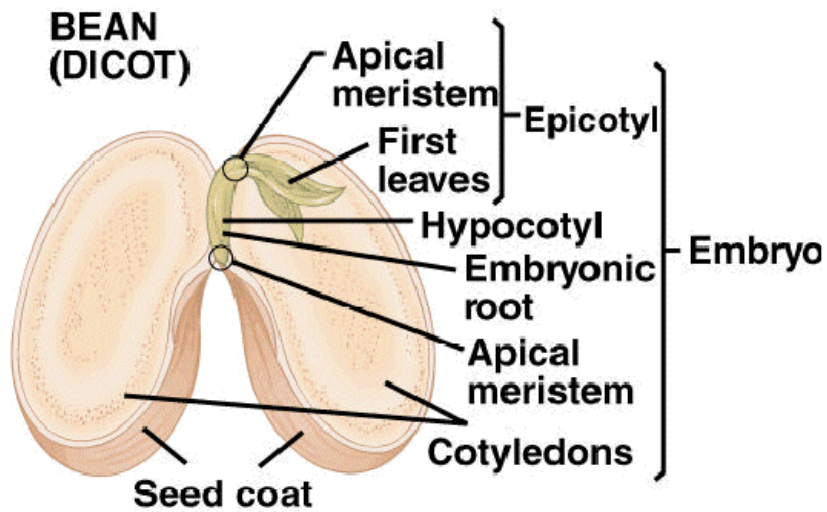
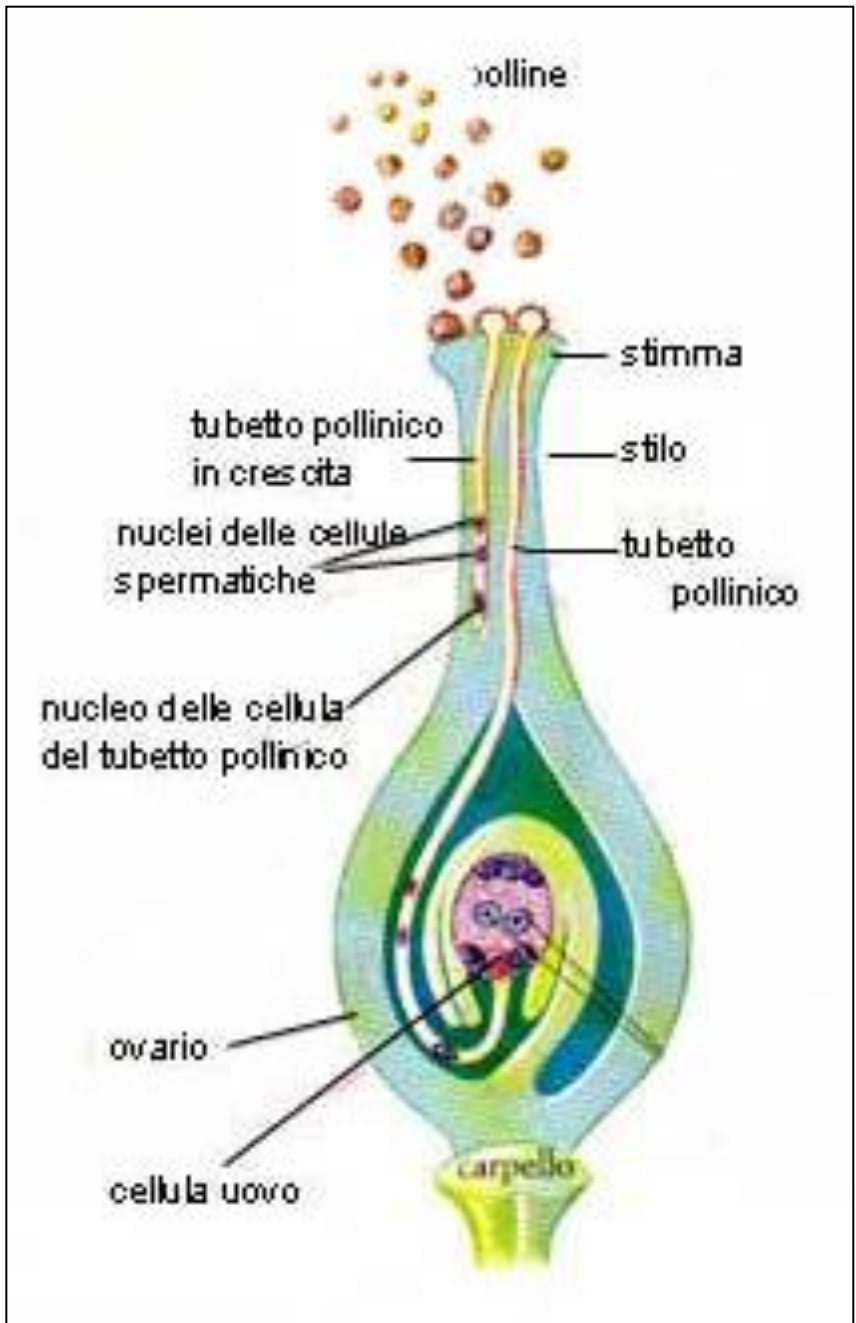
Mitosi

Formazione dei gameti

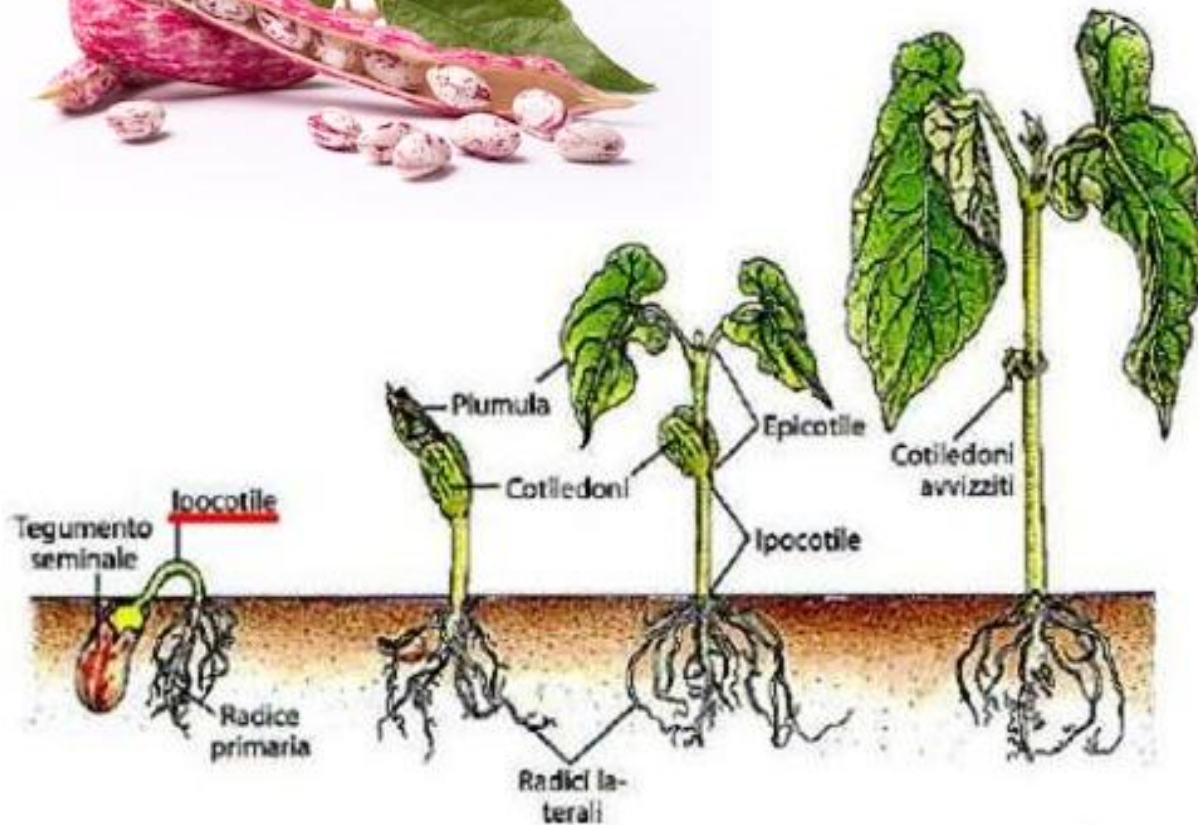
Granulo
pollinico
(n)

Sacco
embrionale
(n)



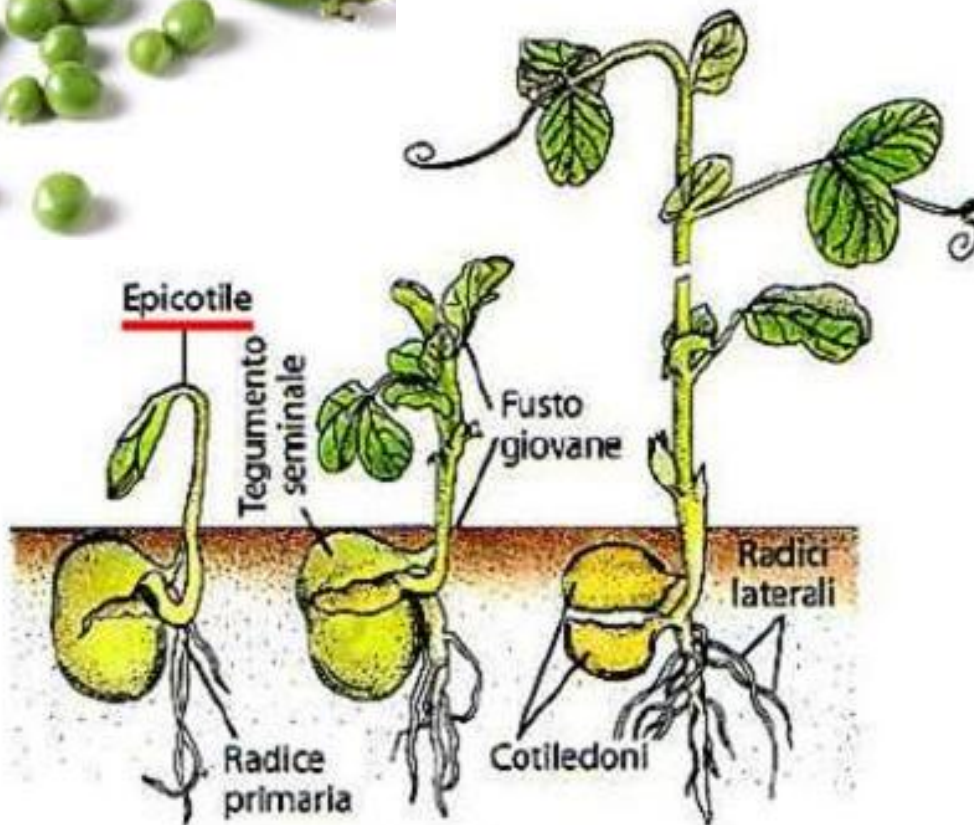


Germinazione epigea del fagiolo (*Phaseolus vulgaris* L.)



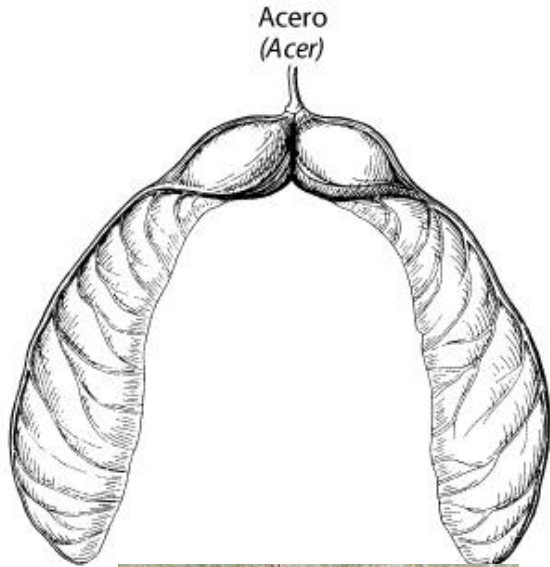
L'ipocotile si allunga portando l'apice vegetativo e i cotiledoni in superficie

Germinazione ipogea del pisello (*Lathyrus oleraceus* Lam.)



L'epicotile si allunga e porta l'apice vegetativo in superficie. In questo caso i cotiledoni restano sotto la superficie del terreno

La dispersione di semi o frutti può essere legata al vento (**anemocoria**), all'acqua (**idrocoria**) o ad animali (**zoocoria**)



Acero
(Acer)



Dente
di leone
(*Taraxacum*)



Harpagophytum
(Pedaliaceae)



Xanthium
(Asteraceae)



(b)



(a)

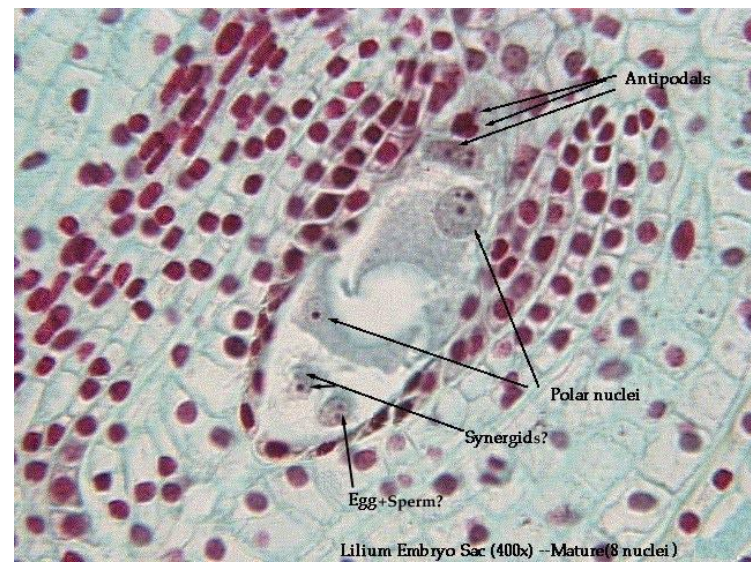
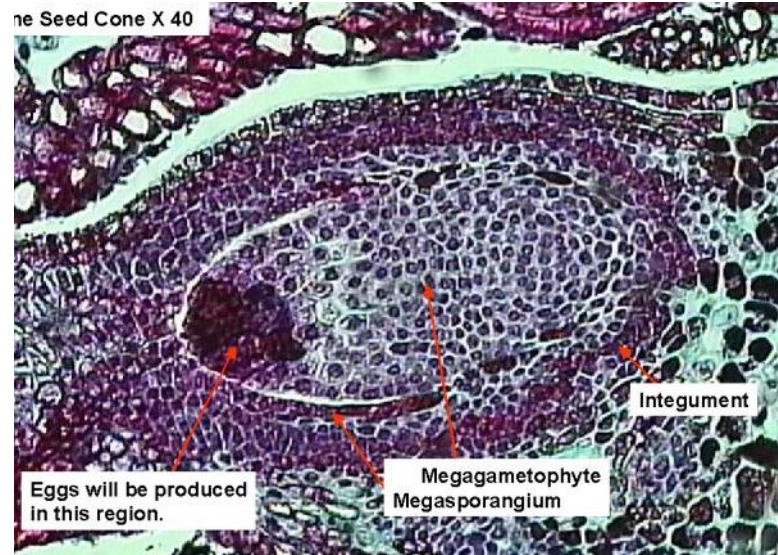


(b)



(c)

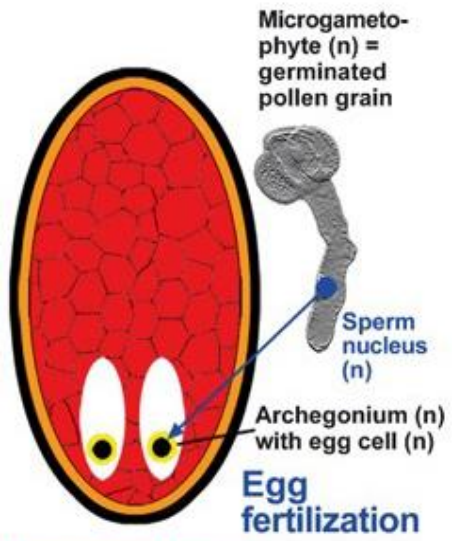




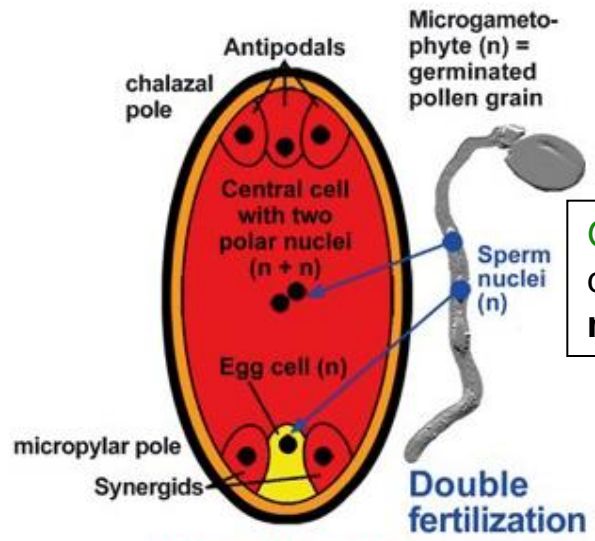
GIMNOSPERME

ANGIOSPERME

Gametofito costituito da poche centinaia a qualche migliaia di cellule



Megagametophyte (n) = multicellular tissue > archegonia with egg cells
Nucellus (2n)
Integuments (2n)

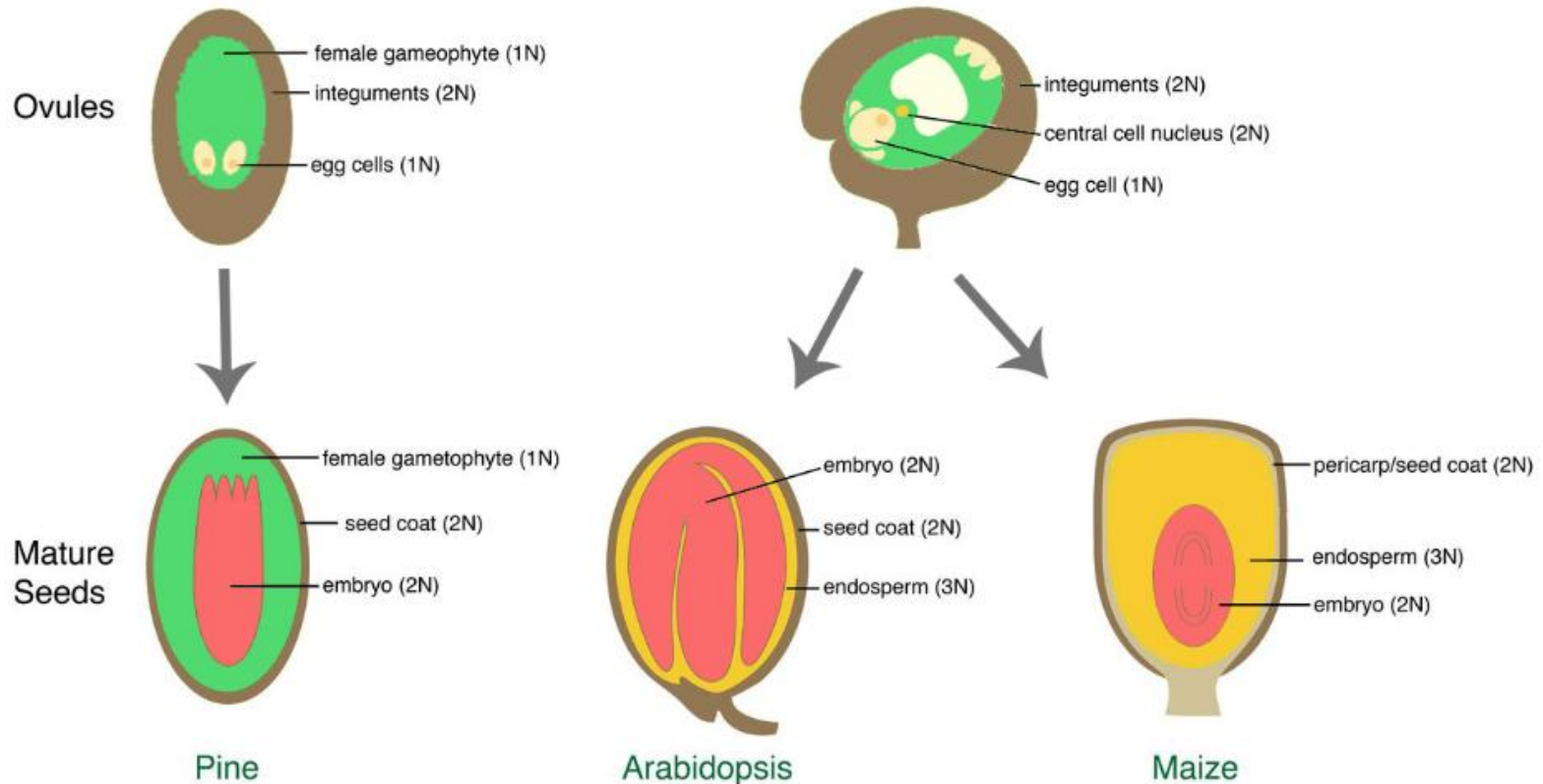


Gametofito costituito da 7 cellule e 8 nuclei

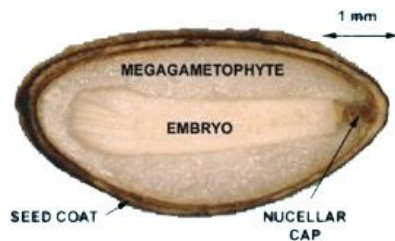
Megagametophyte (n) = mature embryo sac = 7 cells, 8 nuclei (n)
Nucellus (2n)
Integuments (2n)

IL SEME

- **Seed coat ($2n$)** = tegumento del seme derivante dalla **generazione sporofitica precedente**.
- **Cotiledoni (embrione, $2n$)** = generazione **sporofitica successiva**.
- **Endosperma secondario ($3n$)** = **tessuto triploide** derivante dalla doppia fecondazione.



Gymnosperm



Angiosperm

