

# RIPRODUZIONE

La **riproduzione** è un processo attraverso il quale un organismo vivente dà origine ad uno o più discendenti, garantendo la conservazione della specie.

Si possono distinguere due tipi di riproduzione:

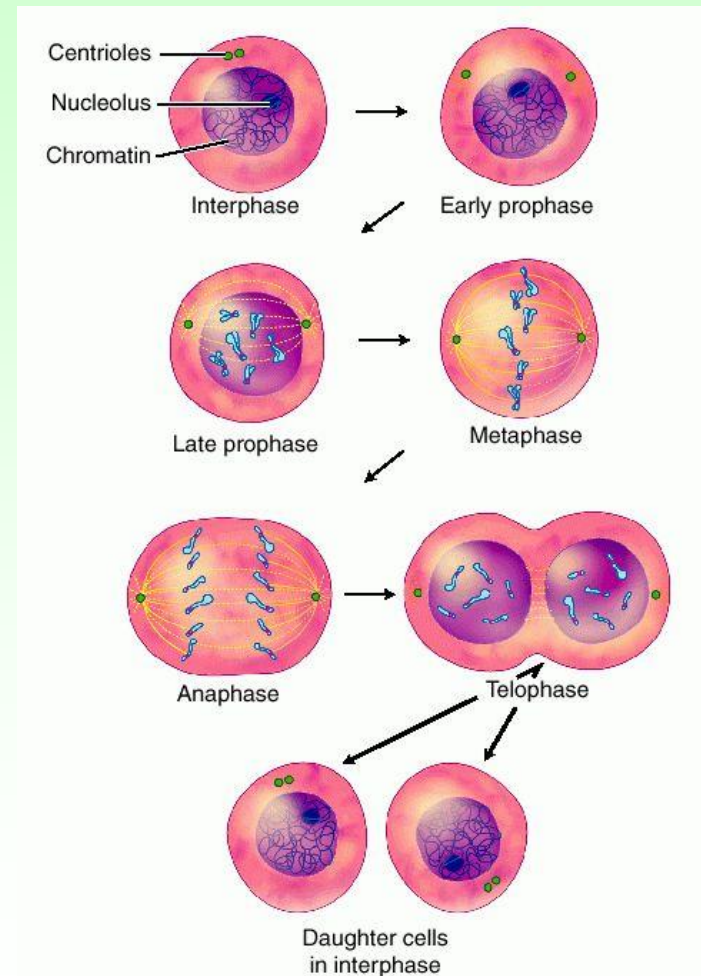
1. **Vegetativa o asessuale** (agamica)
2. **Sessuale** (gamica)

Nella **RIPRODUZIONE ASESSUATA** un individuo produce, tramite **MITOSI**, discendenti geneticamente simili tra loro e all'individuo che li ha generati (**CLONI**)

La mitosi è un processo biologico che consente agli organismi sia di accrescersi che di riprodursi (asessualmente)

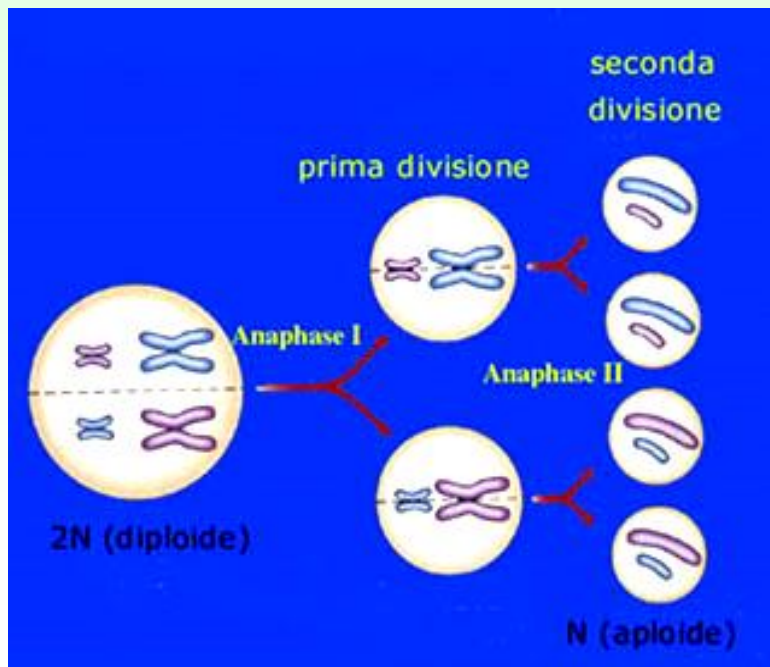
## **DIVISIONE EQUAZIONALE**

Nella mitosi, il materiale genetico parentale viene egualmente distribuito in due "cellule figlie".



# LA RIPRODUZIONE SESSUATA è caratterizzata da due eventi:

1. **MEIOSI:** produzione di 4 cellule aploidi ( $n$ ) a partire da una cellula diploide ( $2n$ )
2. **FECONDAZIONE O SINGAMIA** di due cellule aploidi: **ZIGOTE**



**DIVISIONE RIDUZIONALE**  
Il materiale genetico  
subisce  
una riduzione (da  $2n$  a  $n$ )

# DIFFERENZE

La **riproduzione asexuata** è un processo "**conservativo**" in grado di trasmettere invariato il patrimonio genetico parentale ai discendenti.

Questo processo risulta particolarmente efficiente nel caso in cui le condizioni ambientali restino favorevoli: in questo caso le generazioni successive si adattano e sopravvivono bene come le precedenti.

La **riproduzione sessuata** è un processo che determina grandissima **variabilità** nella composizione genica dei discendenti, che potranno rispondere in maniera indipendente alle sollecitazioni dell'ambiente.

Favorisce la sopravvivenza della specie, grazie alla produzione di individui capaci di riprodursi anche se le condizioni ambientali vengono modificate. La variabilità è garantita dalla **meiosi** e dalla **gamia**.

# **Vantaggi e svantaggi della riproduzione asessuata**

**Vantaggi:** maggiore rapidità di diffusione, maggior successo riproduttivo

**Svantaggi:** tutti gli organismi figli sono **geneticamente identici** tra loro e rispetto al genitore  $\Rightarrow$  nessuna variabilità, maggior pericolo per la specie se vi sono cambiamenti ambientali

**Per questi motivi, molte specie alternano generazioni a riproduzione asessuata (in condizioni ambientali favorevoli) con generazioni a riproduzione sessuata (in condizioni sfavorevoli).**

# Riproduzione sessuata

**Vantaggi:** maggiore variabilità

**Svantaggi:** maggior costo energetico, necessità di produrre un numero elevato di gameti perché il successo riproduttivo è minore.

# Riproduzione sessuata e diploidia

In certe specie si alternano **generazioni aploidi e generazioni diploidi**, tuttavia vi è stata una tendenza evolutiva alla diploidia

**La diploidia è vantaggiosa** perché rende l'informazione genetica più variabile.

# **MODALITA' DI RIPRODUZIONE VEGETATIVA**

**1. SCISSIONE**

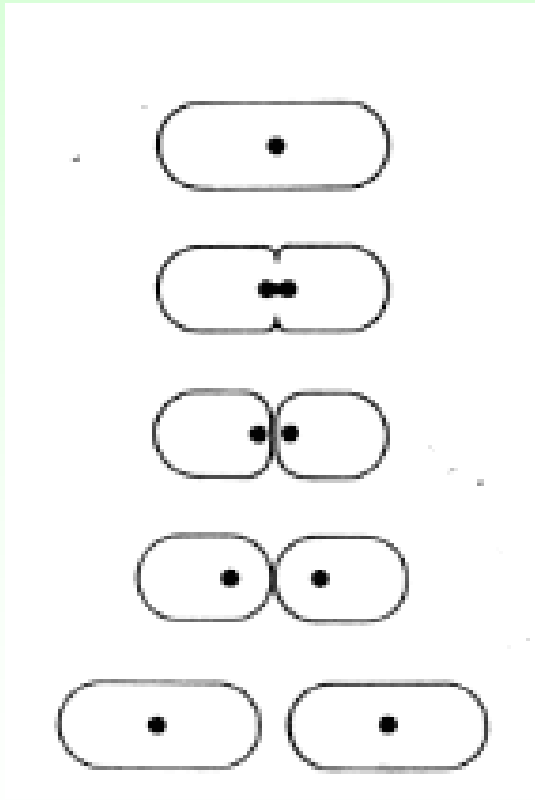
**2. GEMMAZIONE**

**3. SPORULAZIONE**

**4. FRAMMENTAZIONE**

# SCISSIONE

Consiste nella divisione di una cellula madre in due cellule figlie. Nei procarioti è l'unica modalità di riproduzione esistente, è diffusa nelle alghe e nei funghi unicellulari.



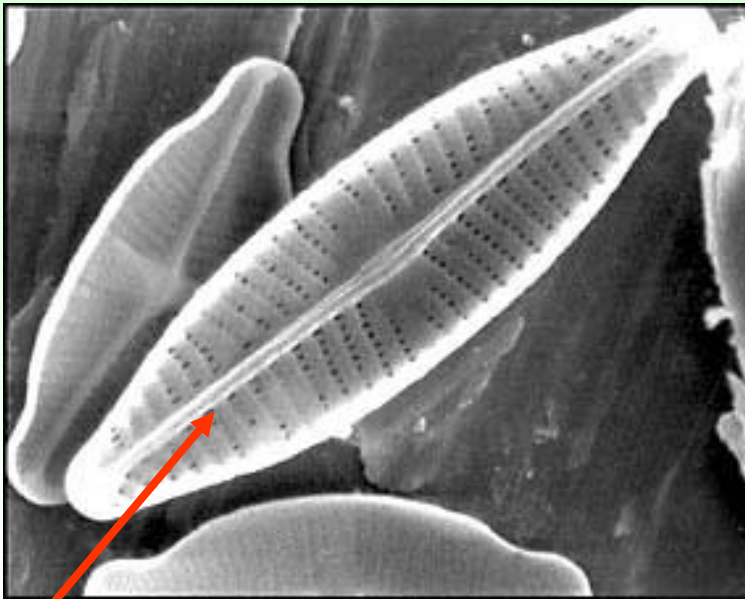
Paramecio

**Funghi unicellulari:** *Shizosaccharomyces octosporus*

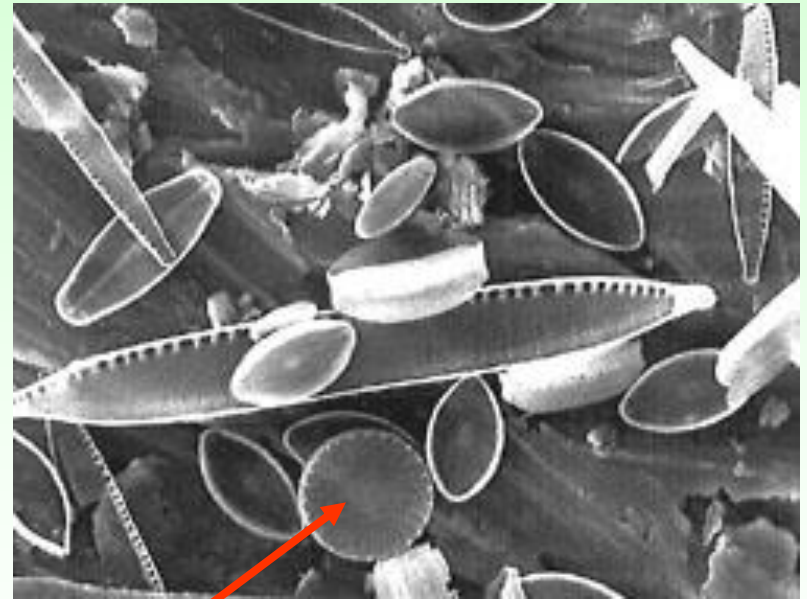
**Alghe unicellulari:** Diatomee

# SCISSIONE

Le Diatomee possiedono un frustolo silicizzato. Ogni frustolo è simile ad una scatola con il suo coperchio in cui si può distinguere un'epiteca più grande, e un'ipoteca.



*Pennales*: simmetria bilaterale



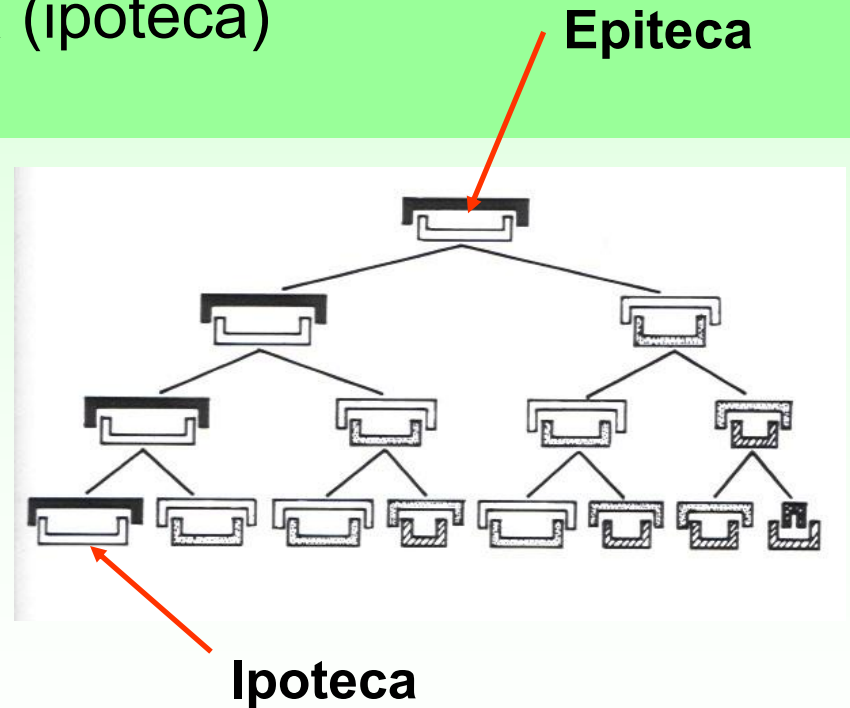
*Centrales*: simmetria raggiata

# SCISSIONE

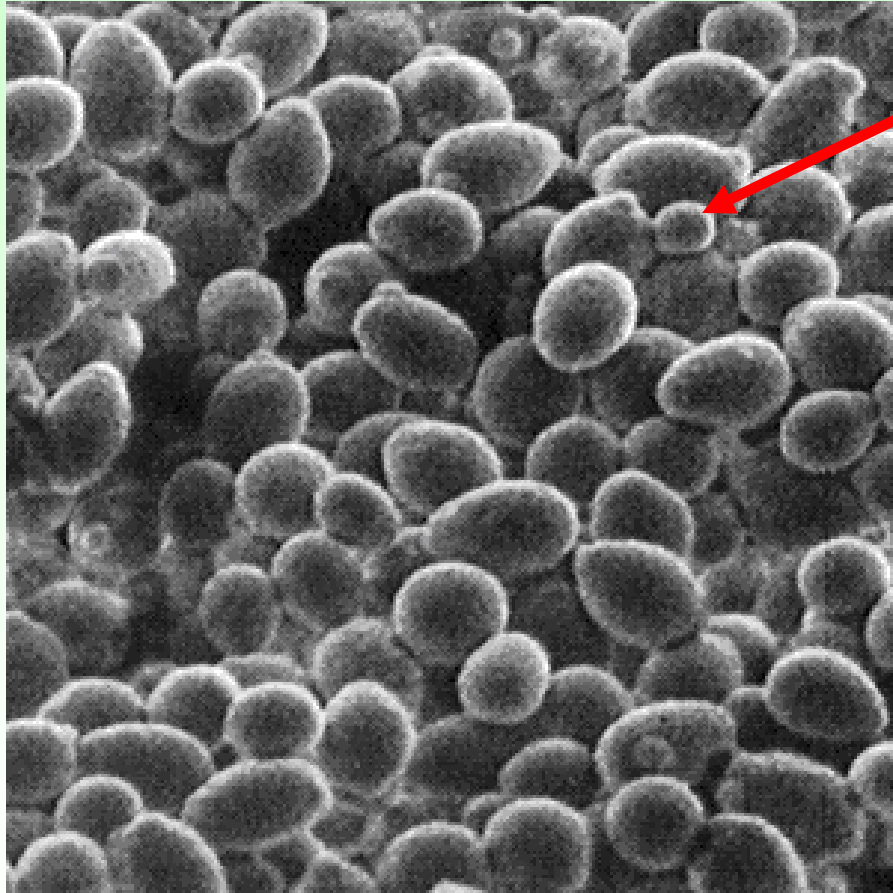
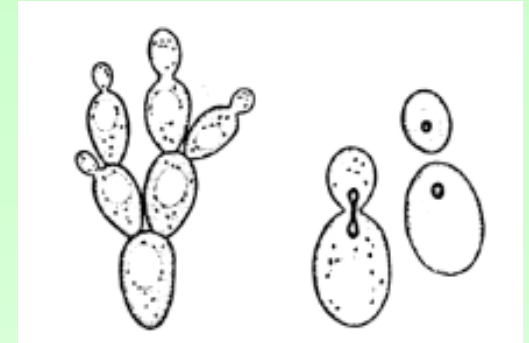
Riproduzione: **DIATOMEE**

1. le due teche del frustolo si scostano
2. il citoplasma si divide in due parti uguali, ognuno delle quali eredita mezzo frustolo dalla cellula madre
3. si riforma sempre la più interna (ipoteca)

Dopo un certo numero di divisioni, numerosi individui raggiungono una dimensione limite, interviene la riproduzione sessuale: **AUXOSPORULAZIONE**



# GEMMAZIONE



Lieviti (Ascomiceti in divisione)

Si discosta dalla scissione per la diseguale ripartizione del citoplasma tra le due cellule in divisione, con formazione di una protuberanza (**gemma**).

La gemma può staccarsi e formare un individuo autonomo, oppure può rimanere attaccata alla cellula madre e formare una colonia

# SPORULAZIONE

Consiste nella formazione di particolari cellule riproduttive: spore mitotiche o mitospore.

Le mitospore sono prodotte in particolari strutture le sporocisti germinano immediatamente oppure sono munite di una spessa parete di protezione che assicura la resistenza in condizioni avverse (**SPORE DURATURE**).



Chromophyta → Phaeophyta: *Ectocarpus* sp.  
Tallo gametofitico con sporocisti.

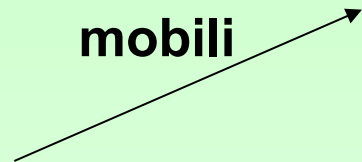
# SPORE MITOTICHE O NEUTROSPORE

Sporocisti

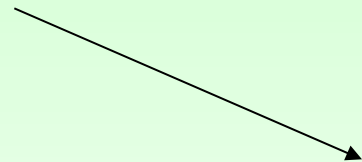


Endospore

mobili

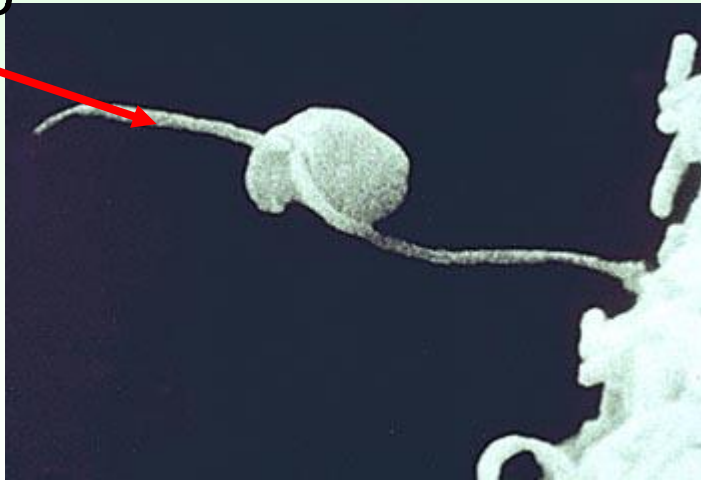


**ZOOSPORE** munite di flagelli  
(Funghi acquatici primitivi)



**APLANOSPORE** prive di flagelli  
(Zigomiceti, Ascomiceti,  
Basidiomiceti)

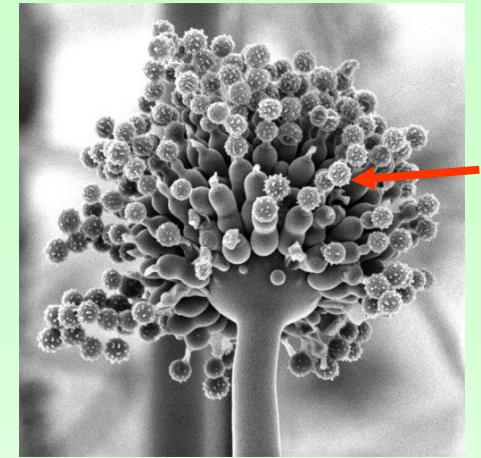
Flagello



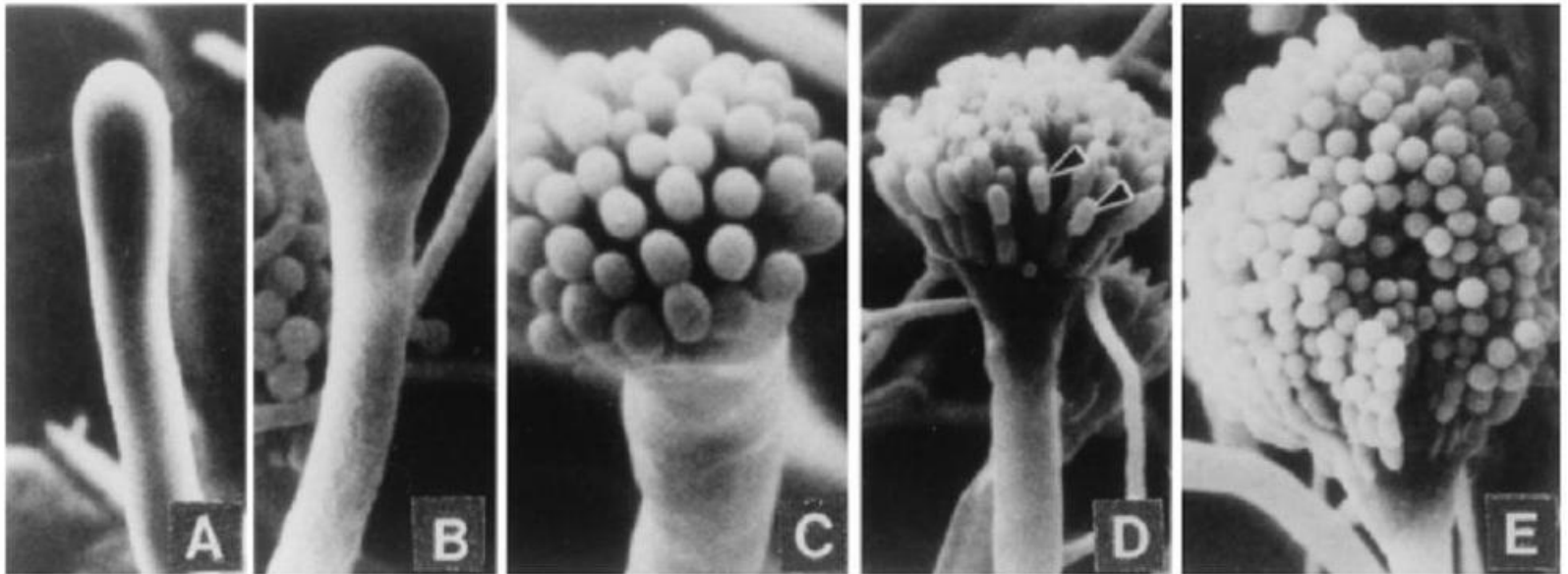
Zoospora flagellata (movimento nell'acqua)

# Sporulazione: spore esogene

***Aspergillus nidulans***  
(Muffa verde) è un fungo filamentoso appartenente agli Ascomiceti



APLANOSPORE ESOGENE: CONIOSPORE



Formazione di conidi in *Aspergillus nidulans*

In molti Funghi le **mitospore** sono formate in maggior quantità in condizioni ambientali favorevoli: nutrizione, temperatura, luce e umidità ottimali.

L'abbondanza di sostanze nutritive stimola la riproduzione vegetativa, mentre la diminuzione induce il passaggio alla riproduzione sessuale.

# Sporulazione

***Oedogonium*** è un'alga verde filamentosa. Si riproduce sia asexualmente che sessualmente. La riproduzione sessuata avviene per singamia, quella asexualmente per mezzo di zoospore. Le zoospore sono rilasciate dallo zoosporangio, si dividono mitoticamente formando il filamento algale (n).



# FRAMMENTAZIONE

Consiste nel distacco dal corpo di un organismo pluricellulare di una sua porzione più o meno sviluppata, specializzata (**PROPAGULI**) per la riproduzione vegetativa, in grado di accrescersi autonomamente.

E' diffusa in tutti i vegetali: **funghi, alghe e piante terrestri**

# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

## Modificazioni del fusto:

Uno **stolone** è un fusto aereo che si forma da una gemma ascellare vicino alla base (colletto) della pianta stolonifera, che si allunga scorrendo sul suolo, o appena sotto il terreno, emettendo radici e foglie dai nodi da cui si generano nuove piantine.



*Fragaria* sp.

Lo stolone inizialmente consente il passaggio di acqua e nutrienti dalla pianta madre al nuovo germoglio, fino a quando il collegamento viene reciso, a questo punto le giovani piantine divengono indipendenti.

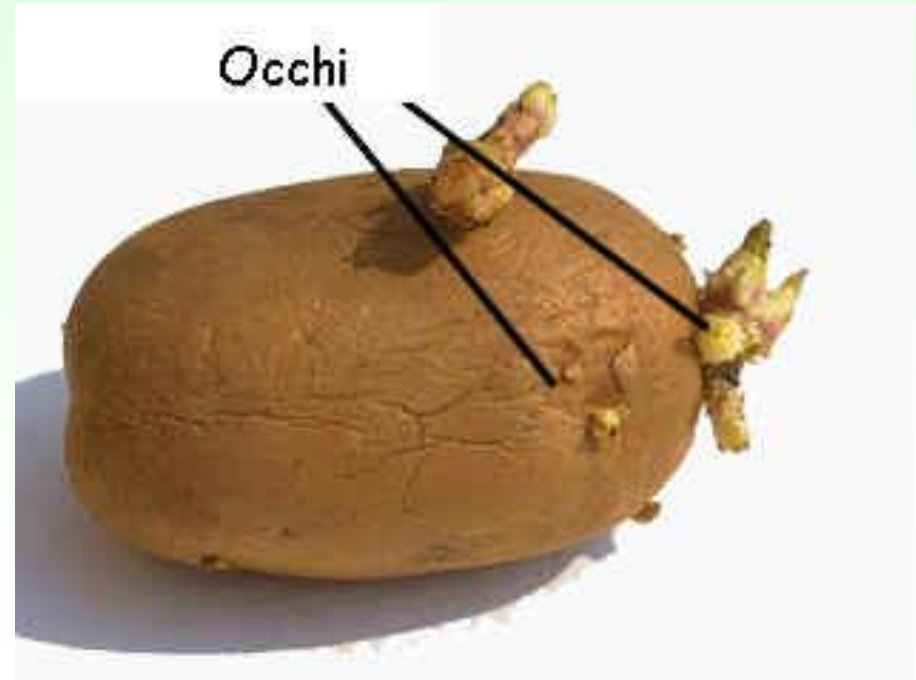
# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

## Modificazioni del fusto:

Per **tubero** s'intende una porzione di fusto modificata che assume un aspetto globoso e la funzione di organo di riserva. Di solito sono sotterranei come in *Solanum tuberosum* (patata), *Helianthus tuberosus* (topinambur).



*Helianthus tuberosus*



*Solanum tuberosum*

# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

## Modificazioni del fusto:

Con il termine **pollone** si indica un fusto aereo che si sviluppa da gemme avventizie direttamente sul tronco o alla base dell'albero, a volte anche dalla radice.

Pollone



*Castanea sativa*  
*Populus sp.*

# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

## Modificazioni del fusto:

Il **RIZOMA** è un fusto modificato che spesso si trova a pochi centimetri sotto il suolo, più lungo ed esteso del tubero. Da esso partono le radici verso il basso e le gemme apicali verso l'alto. Le iris, le calle e molte piante acquatiche hanno rizomi. Anche il rizoma è ricco di sostanze nutritive ed è duro e piuttosto legnoso.



*Epilobium* sp.



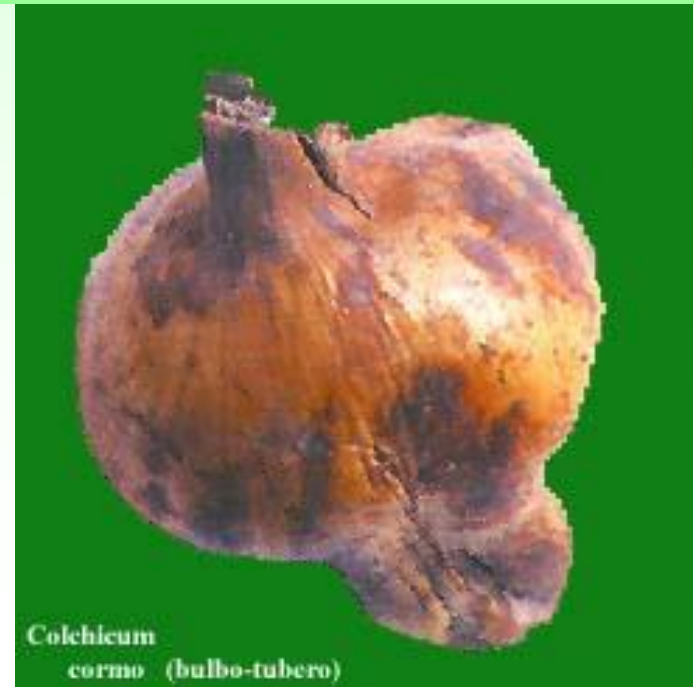
*Iris* sp.

# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

## Modificazioni del fusto:

Il **CORMO** o **BULBO-TUBERO**, è un organo sotterraneo costituito da un breve tubero sul quale si sviluppano un certo numero di foglie papiracee che proteggono le gemme. Nella parte inferiore si sviluppano radici e bulbilli. Esempi sono il croco, la fnesia ed il gladiolo.

La propagazione, avviene mediante la separazione dei numerosi bulbilli che nascono intorno al bulbo principale; tali bulbilli saranno in grado di produrre nuovi individui.



# Riproduzione vegetativa (Angiosperme)

Il bulbo è una struttura ipogea costituita da una gemma portata da un fusto raccorciato e protetta da foglie carnose ricche di sostanze di riserva.

Da un bulbo iniziale si possono sviluppare bulbilli ipogei, che possono diventare nuove piante.



Bulbilli ipogei



*Allium cepa*

*Tulipa* sp.

# Bulbilli epigei

*Allium* sp.



Numerose specie del genere *Allium* formano bulbilli sulle loro infiorescenze

I bulbilli si sviluppano di solito sullo scapo florale, vicino all'infiorescenza, e possono essere confusi con fiori.

Il momento ideale per la messa a dimora è l'autunno, da settembre fino a dicembre. Scegliete un luogo soleggiato, un buon suolo, umido ma ben drenato. Si può scegliere qualsiasi tipo di terriccio per piante, mescolandolo a sabbia di fiume per aumentarne la capacità drenante.

La propagazione di piante di aglio richiede la preparazione di piccole trincee con l'aggiunta di compost per arricchire il suolo. In caso terreno acido mescolare al compost anche un leggero strato di cenere di legno. Un singolo bulbo d'aglio può produrre fino a otto piante. Separate gli spicchi, assicurandovi che la pellicola bianca di rivestimento sia intatta.





# Viviparia

PIANTA DELLA MATERNITA'



*Kalanchoe daigremontiana*

# TECNICHE ARTIFICIALI DI PROPAGAZIONE VEGETATIVA

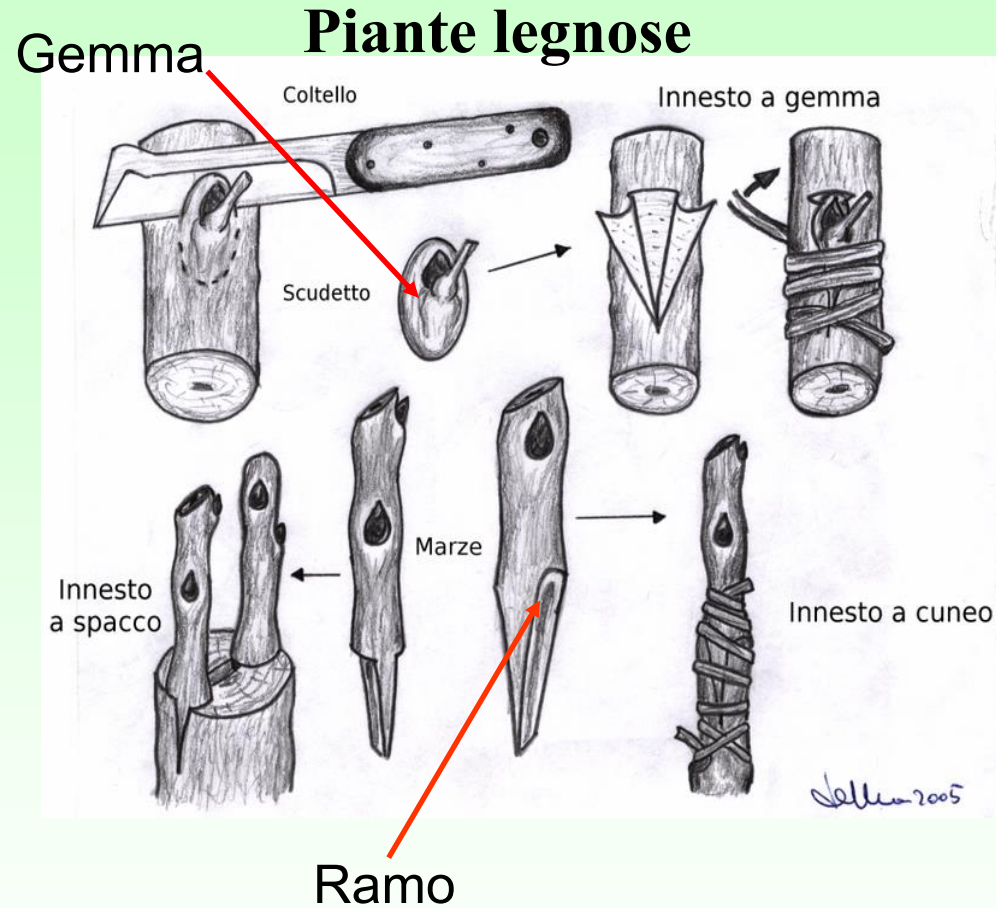
1. Talee
2. Innesto
3. Margotta

La **talea** sfrutta la proprietà dei vegetali di ridifferenziare il tessuto radicale dal tessuto già differenziato. Infatti la talea può costituirsi a partire da un **frammento di foglia**, di **ramo**, di **fusto**, di **rizoma**, di **radice** o di **bulbo**.

# INNESTO

L'**innesto** è una pratica agronomica per la moltiplicazione agamica delle piante.

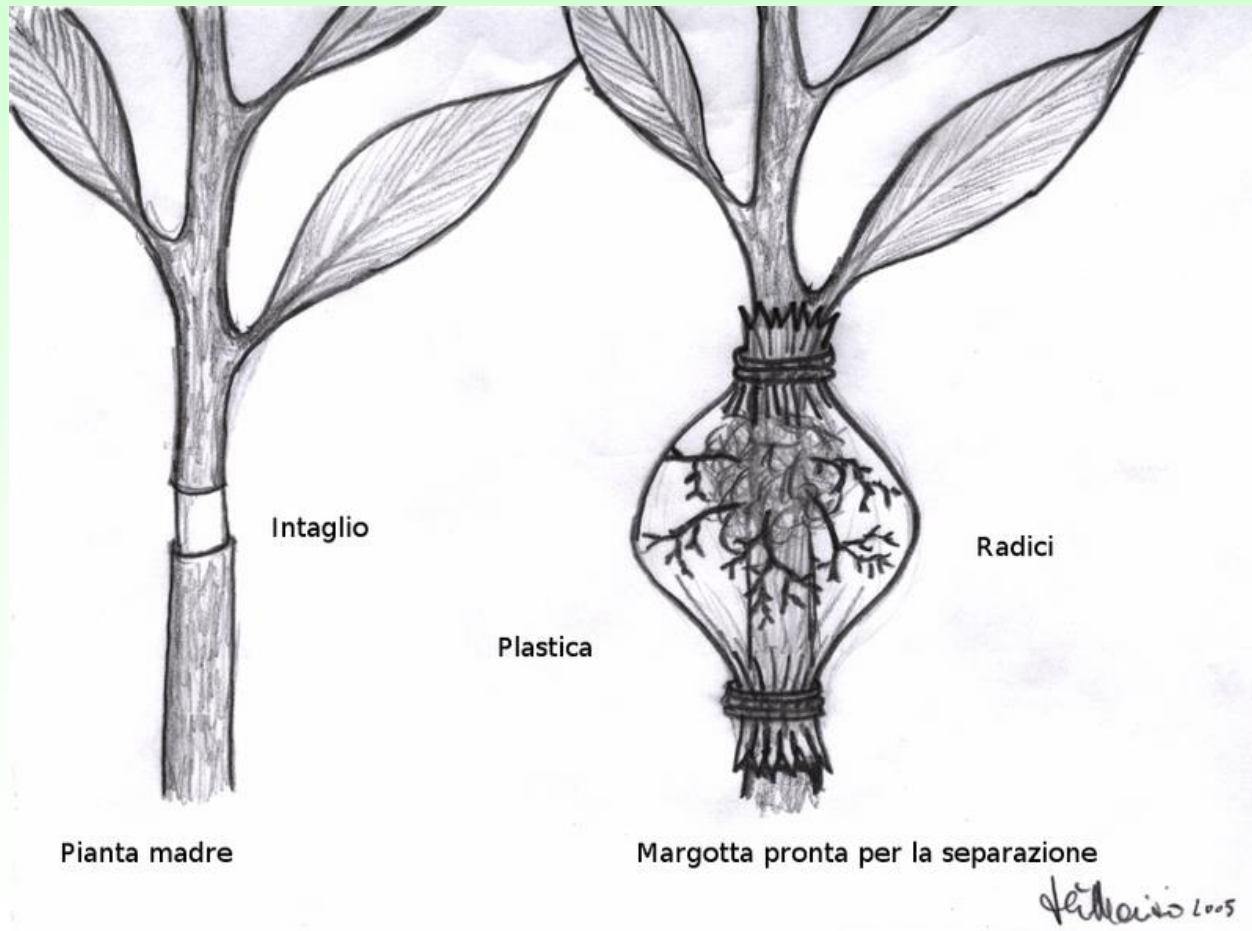
L'innesto consiste nel saldare su una pianta detta portinnesto, un oggetto o nesto costituito da una porzione di ramo detto marza, o una gemma detta scudetto, proveniente dalla pianta che si vuole moltiplicare. Si ottiene in questo modo un'unica pianta formata da due porzioni diverse.



La fusione avviene grazie al callo che si forma fra le due superfici tagliate, e precisamente dove combaciano i meristemi cambiali.

# MARGOTTA

La **margotta aerea** è una tecnica di moltiplicazione agamica delle piante utilizzata in alternativa alla talea.



# Applicazioni biotecnologiche

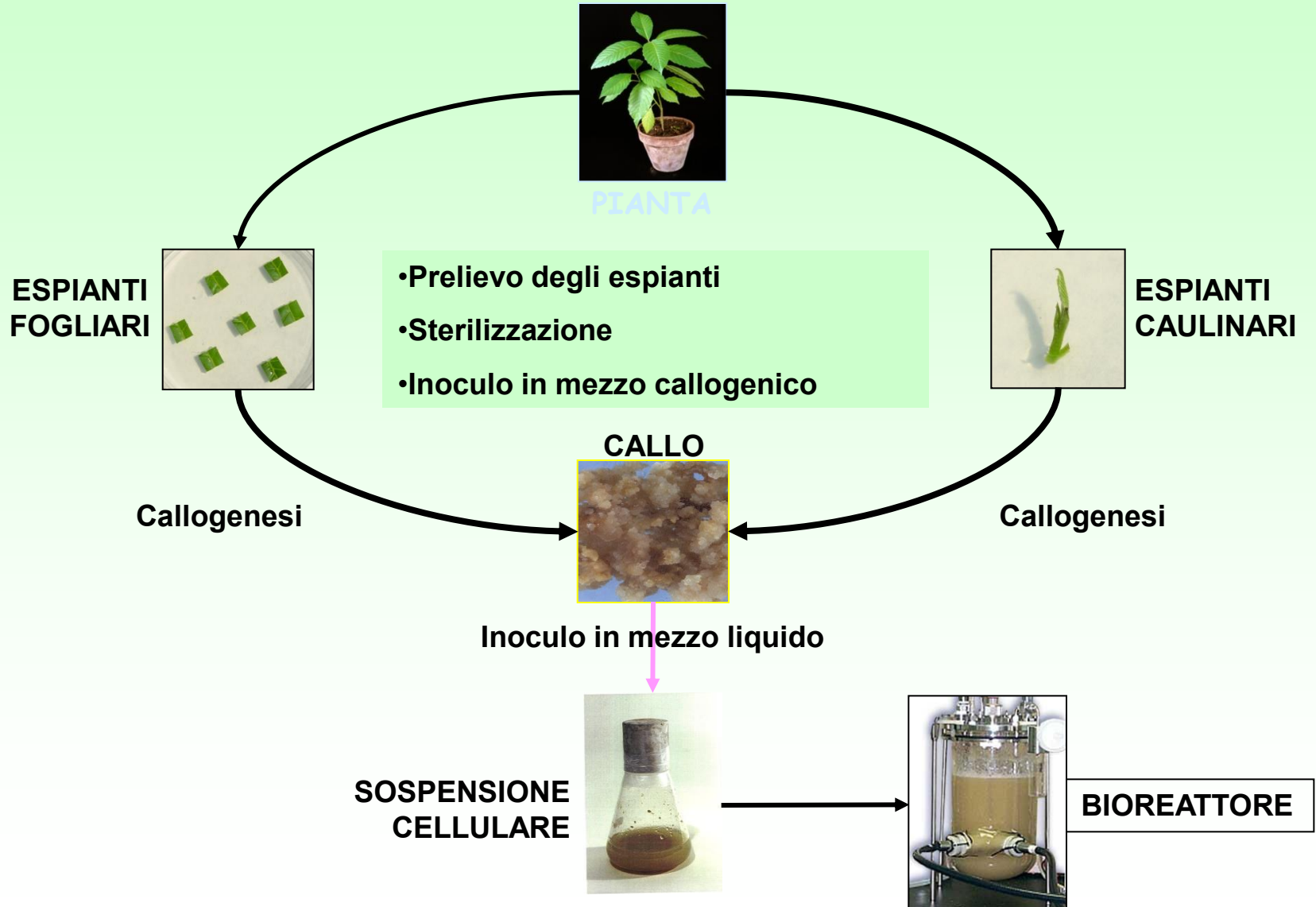
**La totipotenza delle cellule vegetali:**

**nelle piante le cellule di qualunque tessuto possono rigenerare una pianta intera:**

***in vitro* variando il rapporto di auxina e citochinina, due ormoni vegetali che regolano proliferazione e differenziamento, si ottengono**

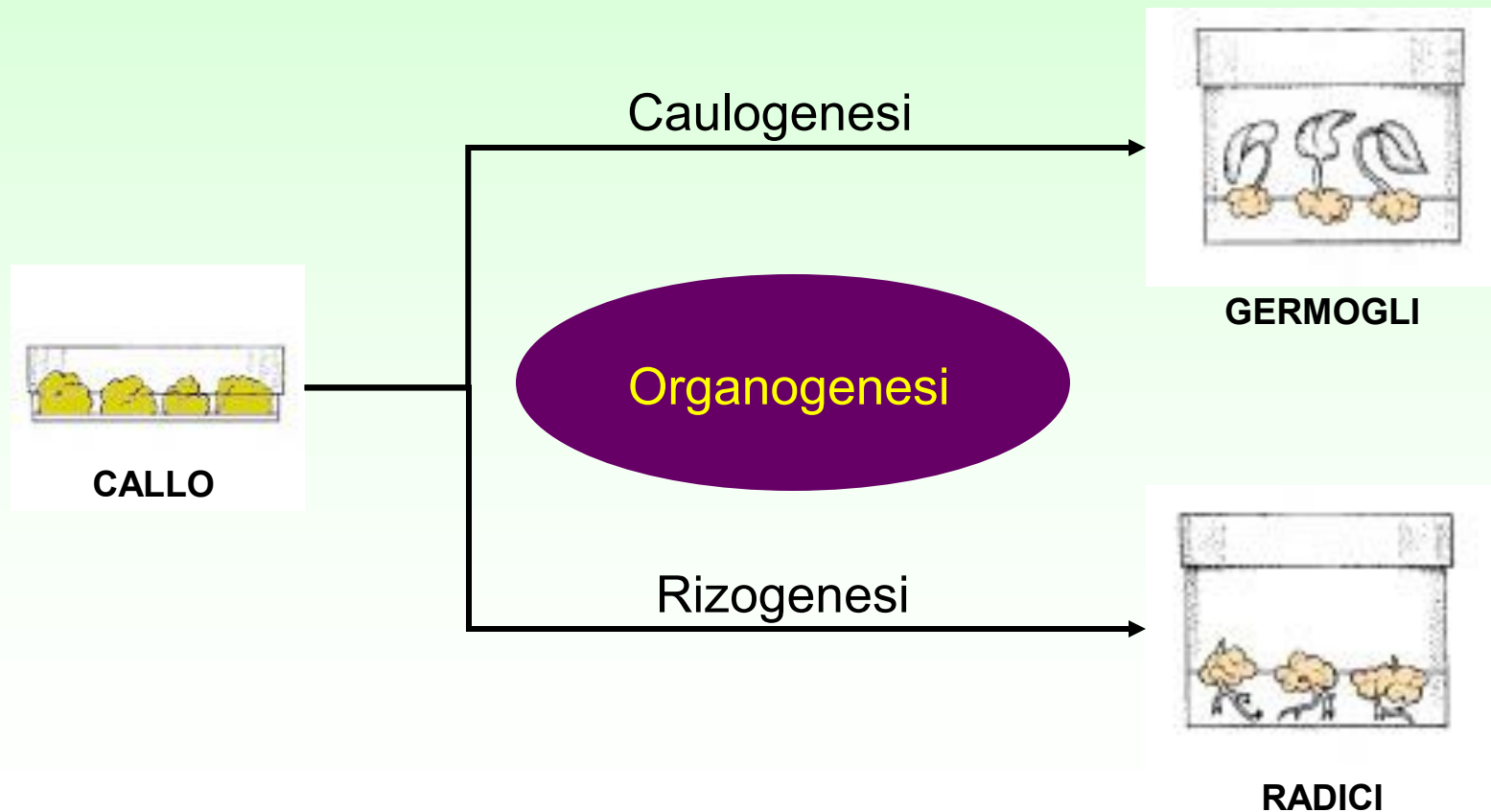
- CALLI**
- GERMOGLI**
- RADICI**

# Colture cellulari



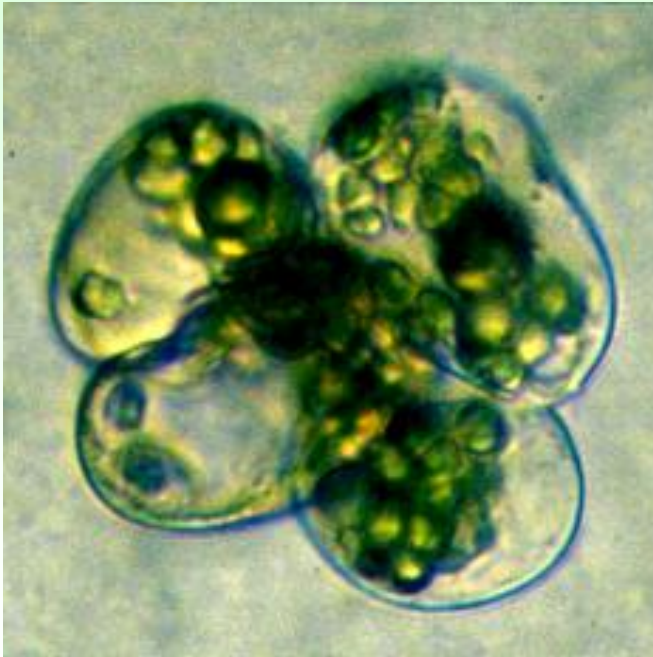
# Organogenesi

I metaboliti non prodotti da cellule indifferenziate possono essere prodotti da organi rigenerati *in vitro*



# Colture cellulari

Le cellule vegetali possono essere allevate *in vitro*, ossia in un ambiente asettico, in cui le condizioni chimico-fisiche sono sotto controllo del ricercatore



Cellule vegetali allevate in mezzo liquido

- Le colture cellulari possono essere impiegate:
- per **scopi applicativi** (produzione di metaboliti)
  - nella **ricerca di base** (studio della biologia cellulare)

# Colture cellulari

Principali parametri chimico-fisici dell'ambiente colturale:



Cellule vegetali allevate in mezzo liquido

- **Luce** (composizione spettrale, intensità e fotoperiodo)
- **Temperatura**
- **Composizione chimica del mezzo** (nutrienti minerali, carboidrati, vitamine, regolatori di crescita)
- **Densità della popolazione cellulare** (numero di cellule per unità di volume)

# Colture cellulari

## Ricerca di base

In natura le condizioni ambientali variano nello spazio e nel tempo interagendo tra loro in modo complesso e difficilmente interpretabile

*In vitro* è possibile variare uno specifico fattore ambientale (mantenendo inalterati gli altri) per studiare la sua influenza su particolari aspetti della biologia cellulare

Si può, ad esempio, indagare il ruolo di un componente chimico del mezzo colturale su una specifica via biosintetica

# Propagazione clonale:

*moltiplicazione di germogli*



Germoglio

Trattamento  
con  
citochinine



G.multiplo

- Separazione dei germogli
- Radicazione



Pianta

Messa a  
dimora



Plantula

# Rizogenesi



Espianti

Rizogenesi



Radici neoformate

Inoculo in  
mezzo  
liquido

Trasferimento in  
bioreattore



Radici in mezzo liquido



Bioreattore

# Colture di protoplasti

Mediante digestione enzimatica è possibile ottenere protoplasti da cellule in coltura o da tessuti vegetali (in genere foglie)

