

- Fungal phylogeny

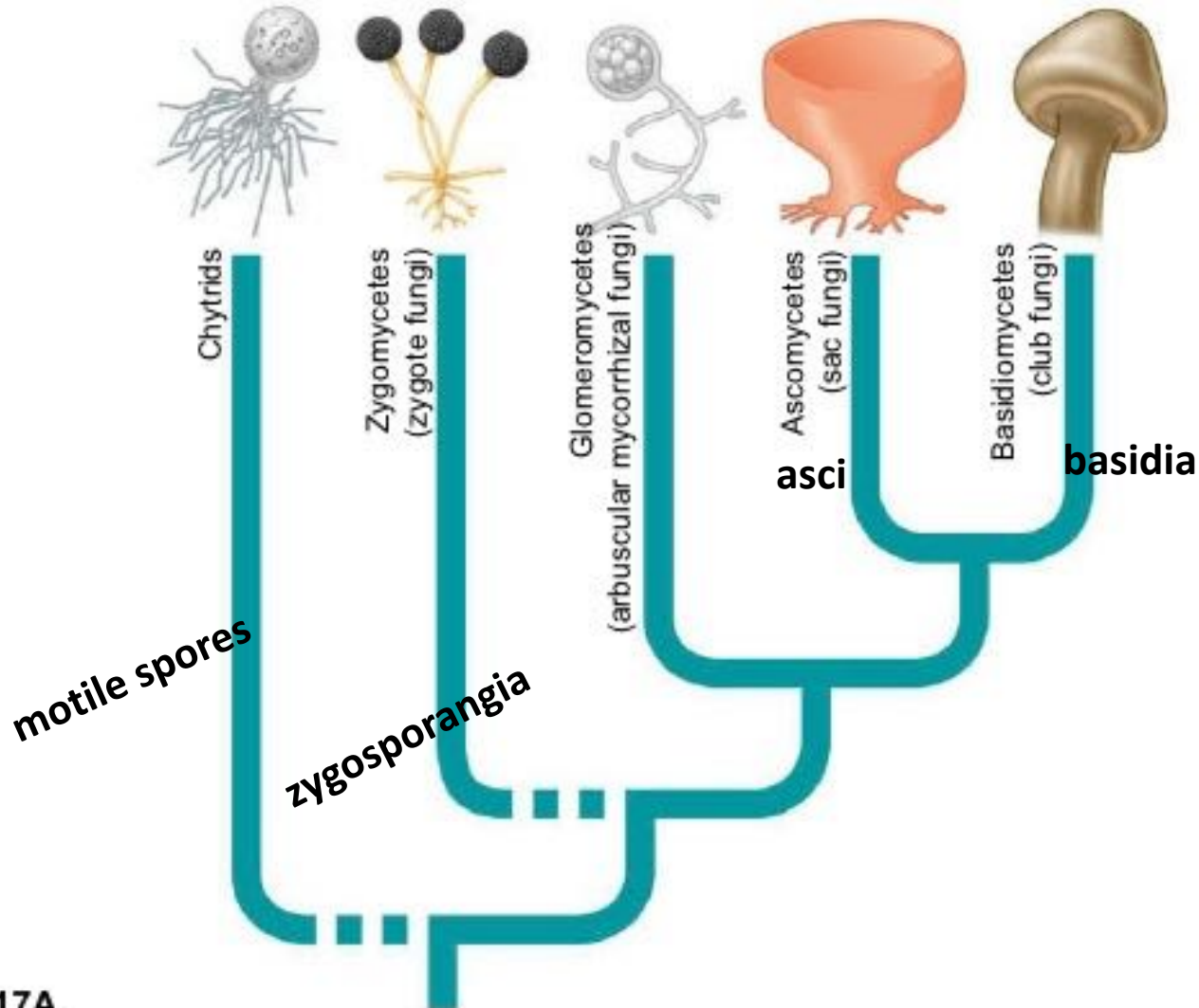
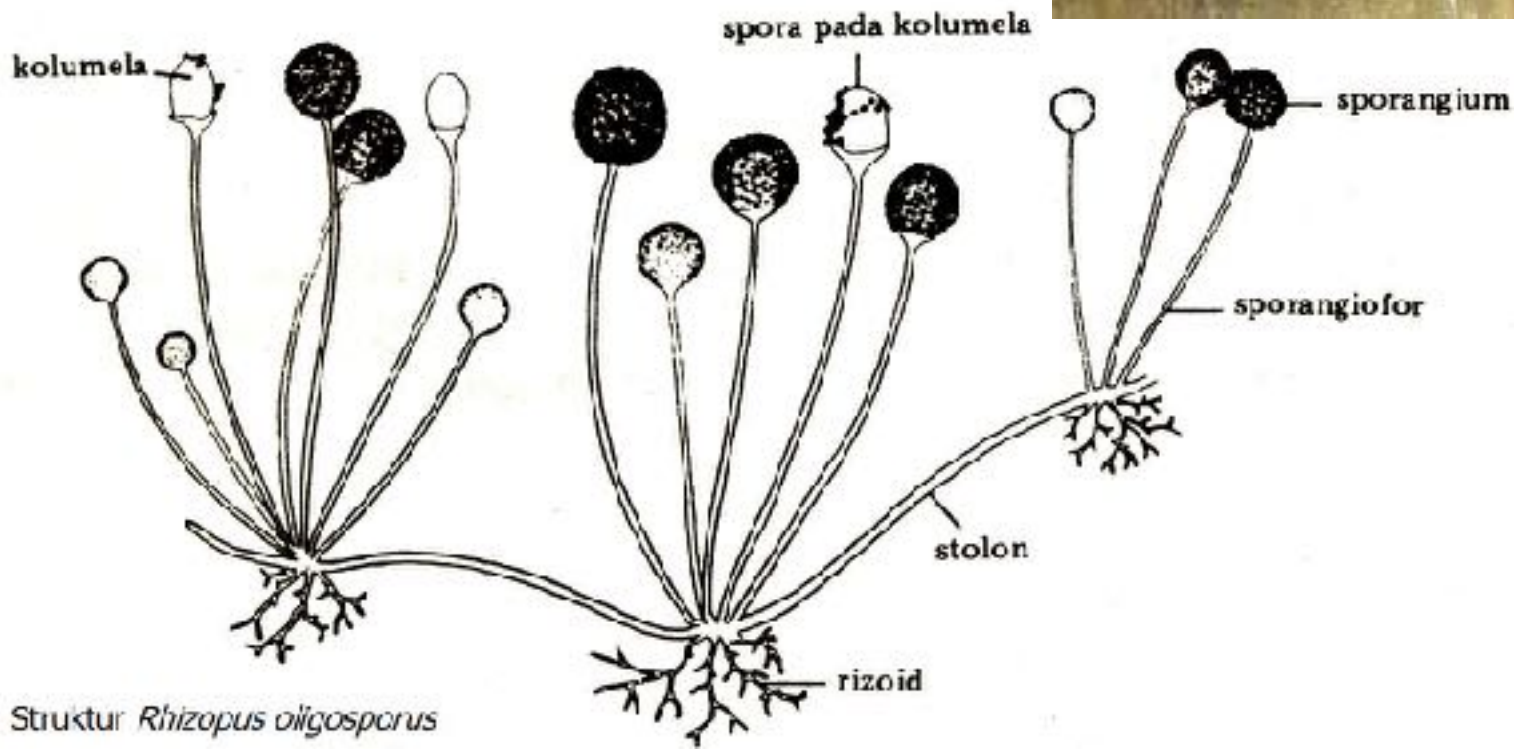


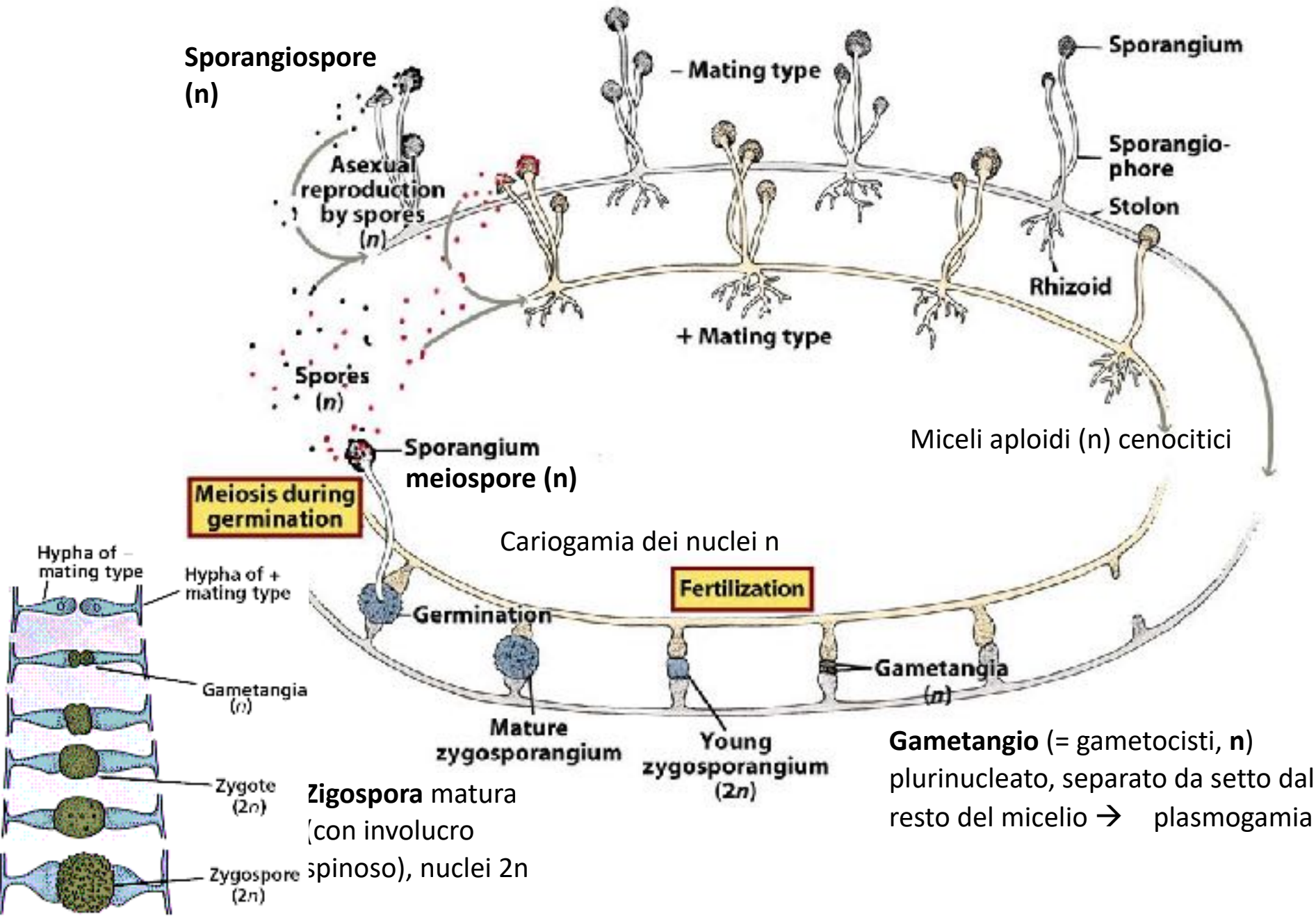
Figure 17.17A

# ZIGOMICETI

- Saprofiti e parassiti - Mucorali
- Spore non mobili
- Non dipendono dall' H<sub>2</sub>O per la dispersione
- Ife cenocitiche (= senza setti !!)
- Riproduzione sessuata con produzione di sporangi (strutture bulbose a forma di giogo) = **zigosporangi** ancorati al substrato da **rizoidi**

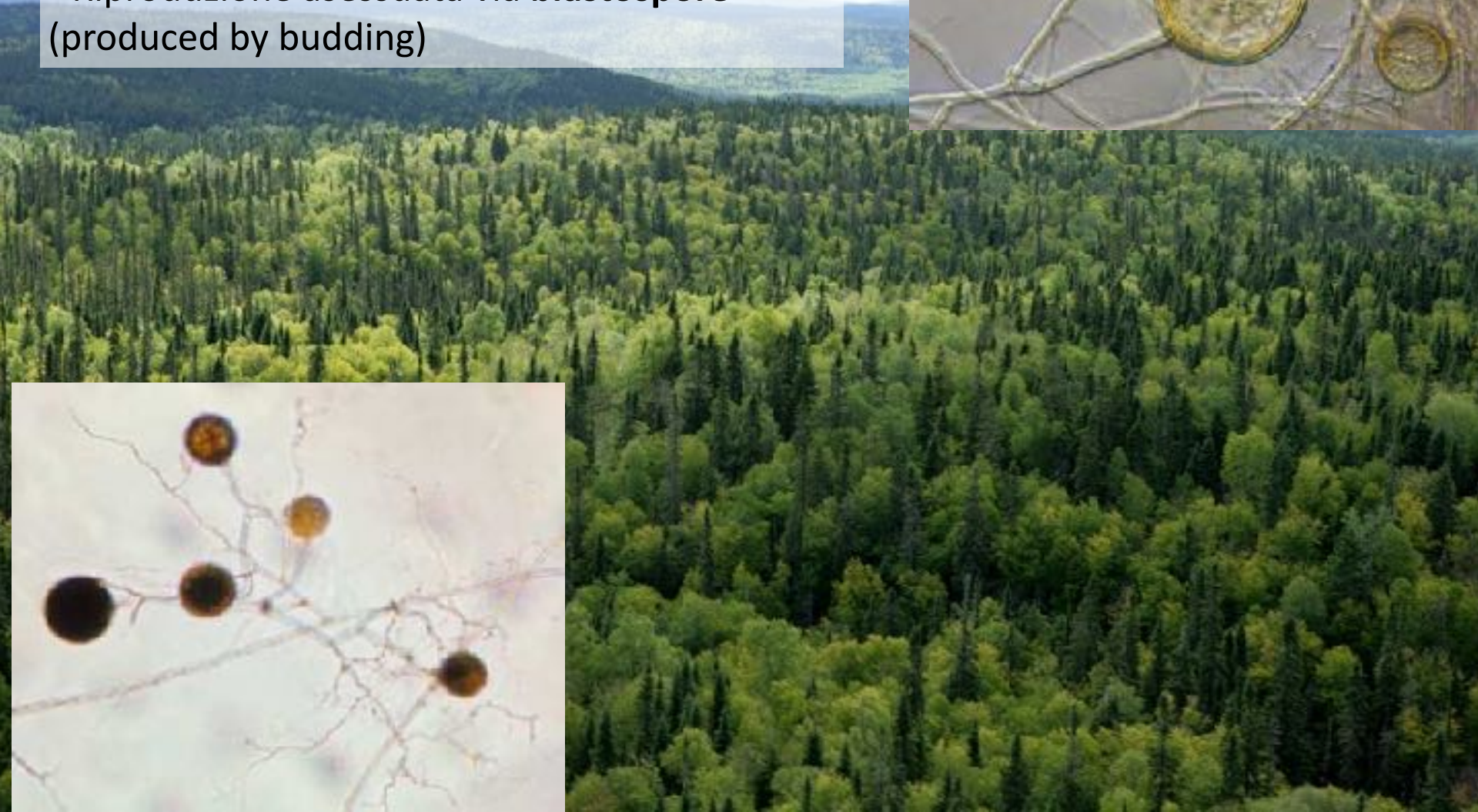


**Zigomiceti: ciclo riproduttivo sessuale (aplonti!)**



# GLOMEROMICETI

- **AMF**: arbuscolar mycorrhizal fungi
- La maggior parte sono funghi ipogei
- Micelio cenocitico (!!!)
- Riproduzione asessuata via **blastospore** (produced by budding)



# ASCOMICETI (PHYLUM ASCOMYCOTA)

30-40.000 specie a livello mondiale

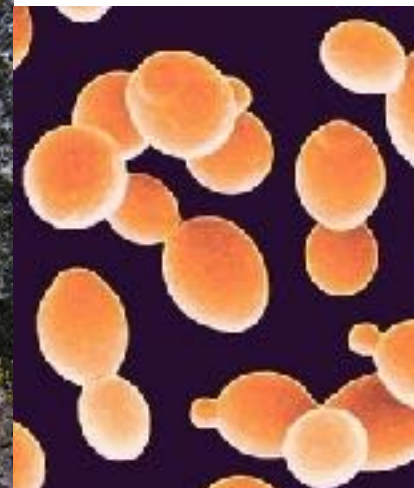


Tre gruppi principali:

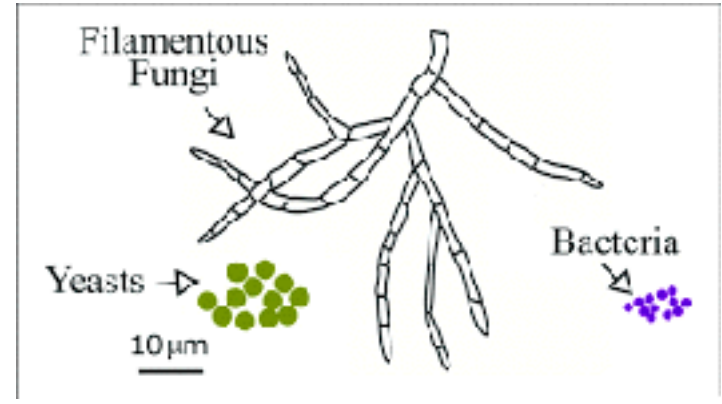
**Pezizomycotina:** taxa con micelio filamentoso e carpofori di varia forma;

**Saccharomycotina:** producono solo eccezionalmente un micelio, forma unicellulare (lieviti !!!)

**Taphrinomycotina:** dimorphic! producono una forma unicellulare (lieviti) ed una filamentosa



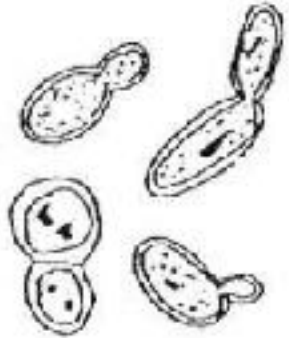
# YEASTS vs. FILAMENTOUS FUNGI



## Thallus

### Yeast-like

#### Blastospore

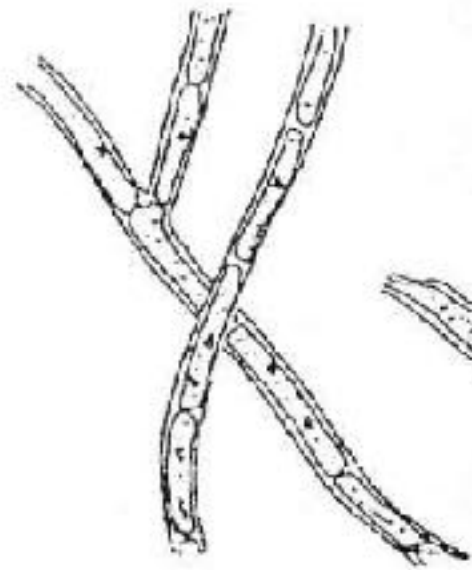


#### Pseudomycelium

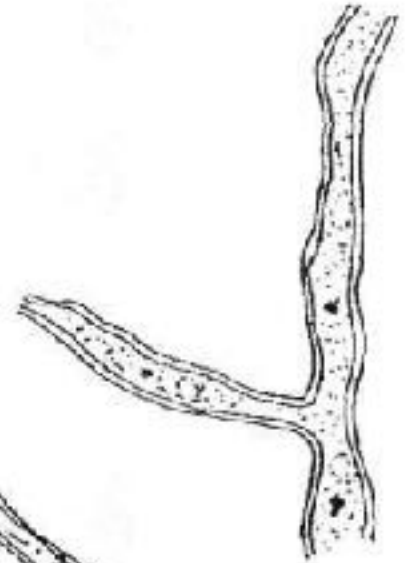


### Filamentous

#### With septa



#### Without septa





Help keep Alberta Dutch Elm Disease free.

**DON'T PRUNE ELM TREES  
FROM APRIL 1 TO SEPT 30**

**STOPDED** Government of Alberta 1-877-837-ELMS  
www.stopded.org



*Graphium (Ophiostoma ulmi* è più aggressivo di *O. novo-ulmi*) agenti eziologici della grafiosi dell'olmo (elm dutch disease)

***Cryphonectria parasitica***  
(su *Castanea sativa*);



***Fusarium oxysporum*** (su *Musa* sp.)





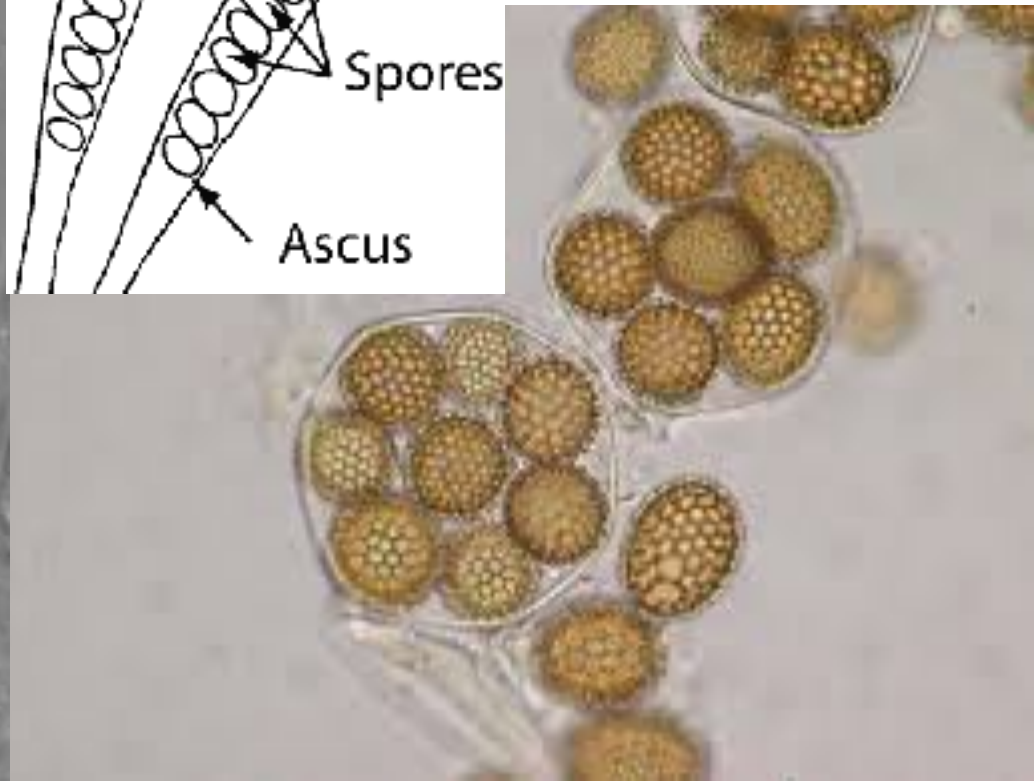
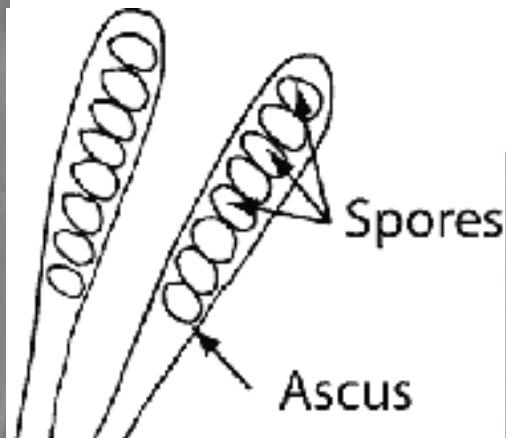
## *Claviceps purpurea*

- segale cornuta
  - ergot (=sperone in Francese)
  - Alcaloidi vasocostrittori, recettore serotonina (SNC); resistenti ad alte temperature
- ergotismo (pane di segala)

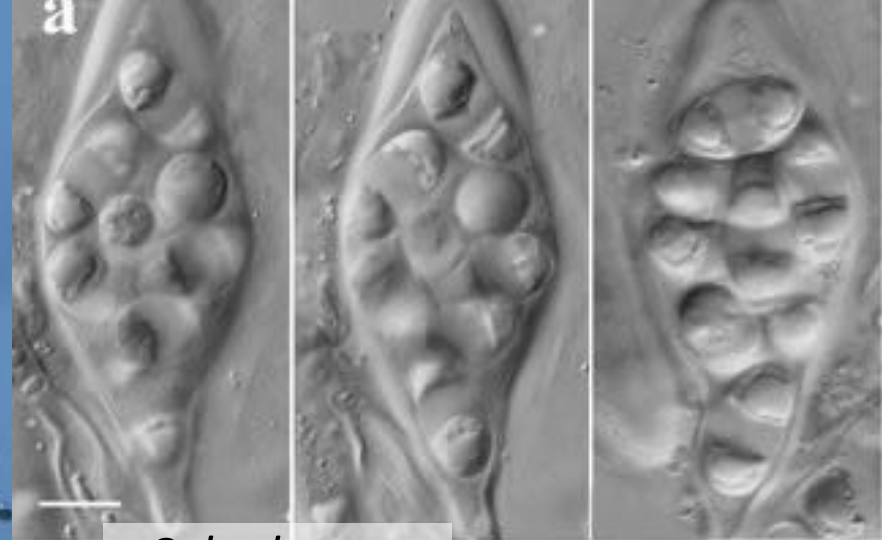
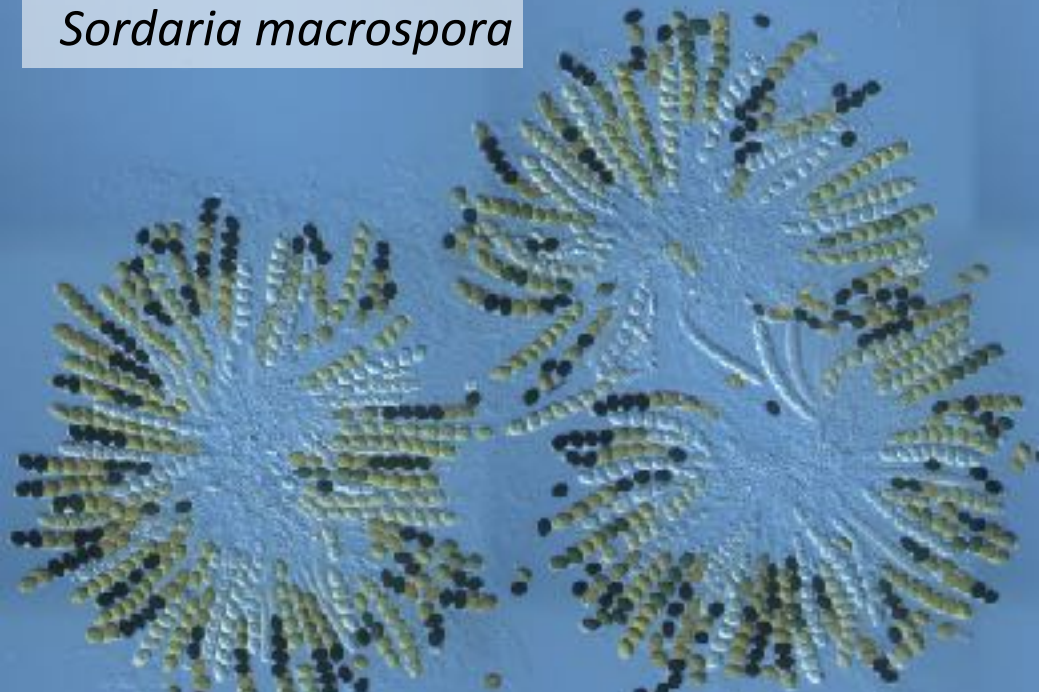




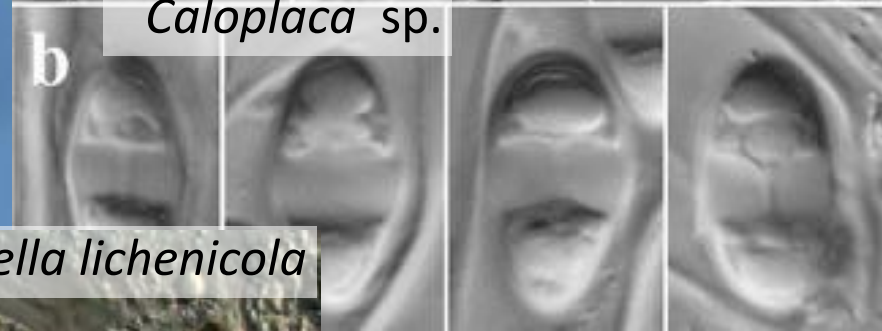
- Iife (se presenti) settate con setti trasversali perforati
- Micelio con cellule uni- o binucleate
- Produzione di meiospore aploidi all'interno di un sacco, chiamato **ASCO**



*Sordaria macrospora*



*Caloplaca* sp.



*Muellerella lichenicola*

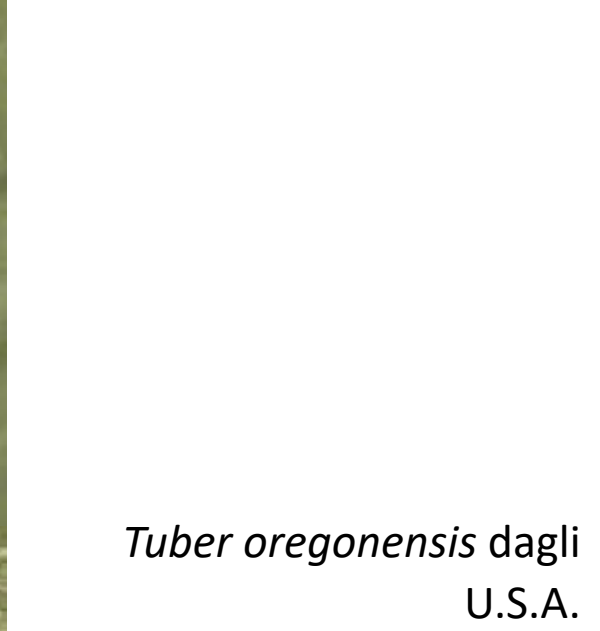


*Rhizocarpon geograficum*





*Pertusaria dispar* (lichene dall'Italia)

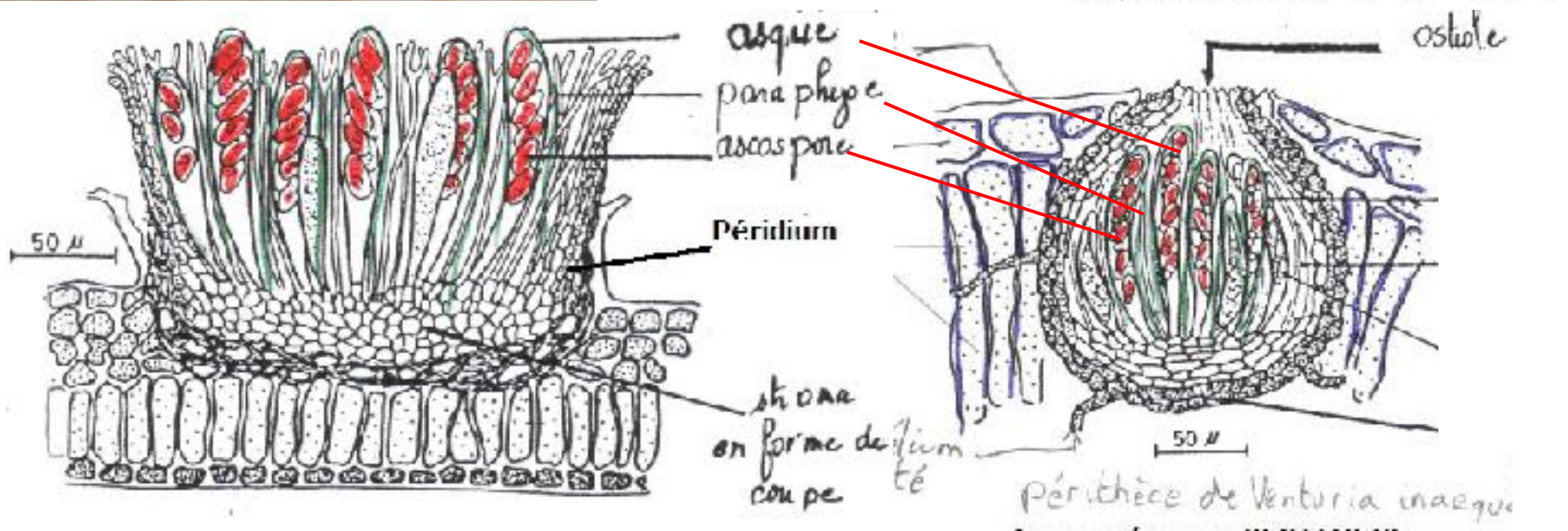
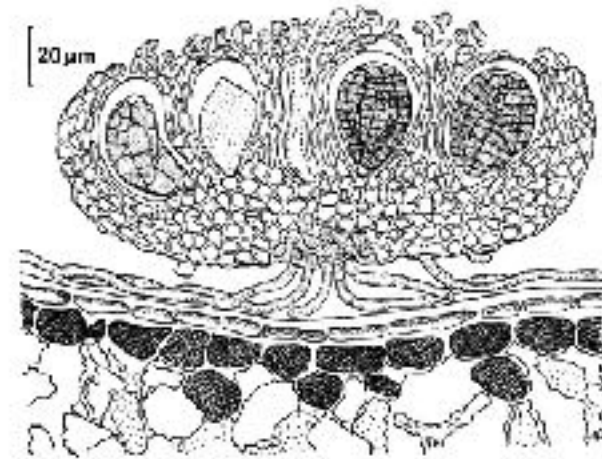


*Tuber oregonensis* dagli  
U.S.A.

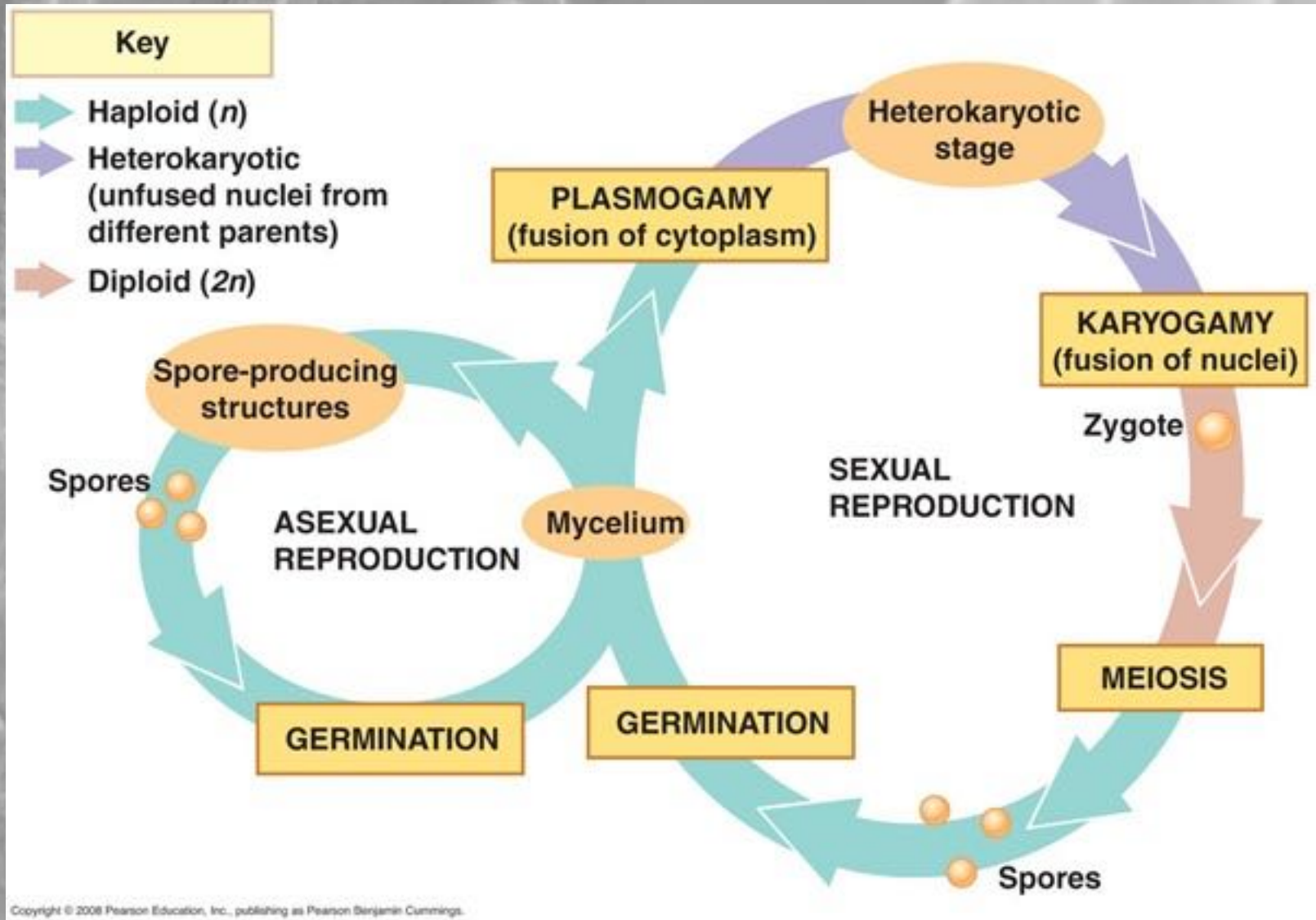
aschi in **APOTECI**  
(discomiceti)



aschi in **PERITECI** (pirenomiceti  
& loculomiceti)



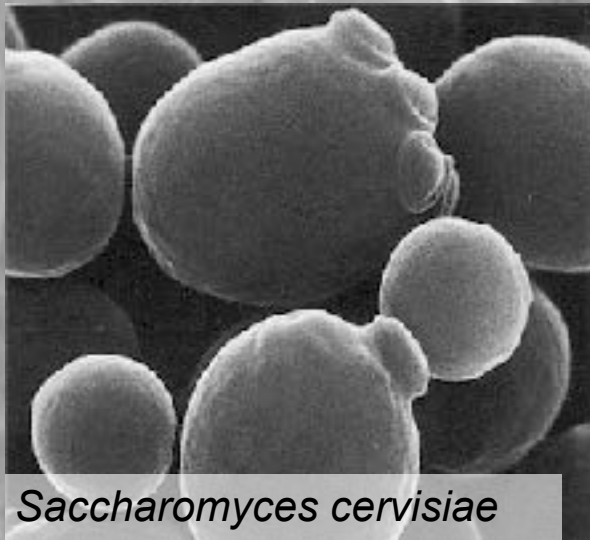
# Ciclo riproduttivo dei miceti



# Riproduzione sessuata: diversità e compatibilità dei 'mating types'

**Mating type:** identità sessuale di un micelio fungino (MAT: mating type locus; Heterothalli vs Homothalli).

➤ Few mating types (bipolar mating system: 1 MAT locus, biallelic, 2 mating types)



➤ Many mating types >10.000 (tetrapolares mating system: 2 independent MAT loci, homedomain factor (HD), pheromone/ pheromon receptor (P/R), jeder mit vielen Allelen)



# Sexual reproduction: division of the sexes and diversity/combination of the mating types

**Homothallic Fungi:** cell nuclei from the same individual/ mycelium can generate a zygote.

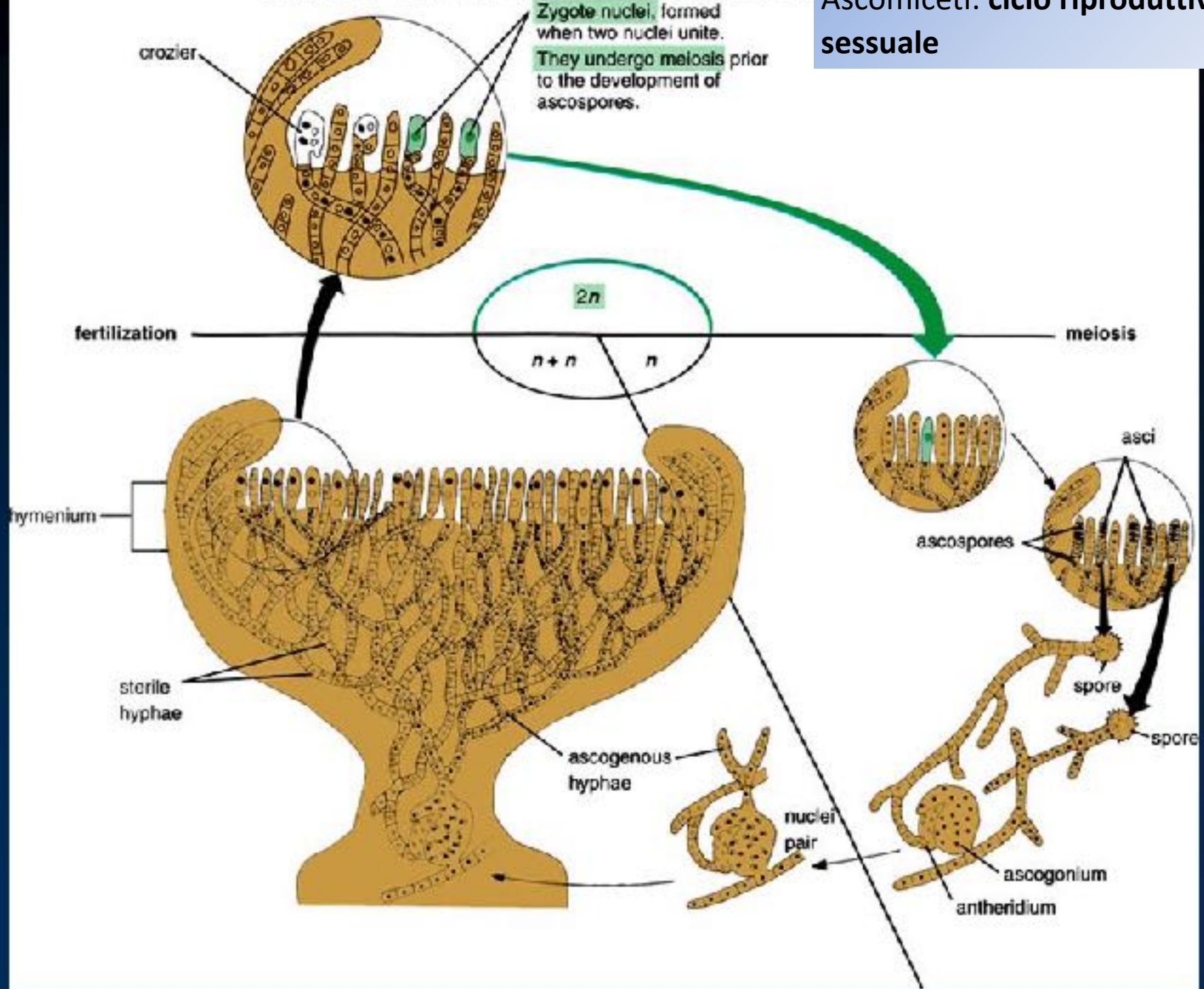
**Heterothallic Fungi:** two mycelia of different mating types are required to generate a zygote.

**Monoic heterothallic fungi:** cell nuclei with identical mating types never fuse together to generate a zygote.

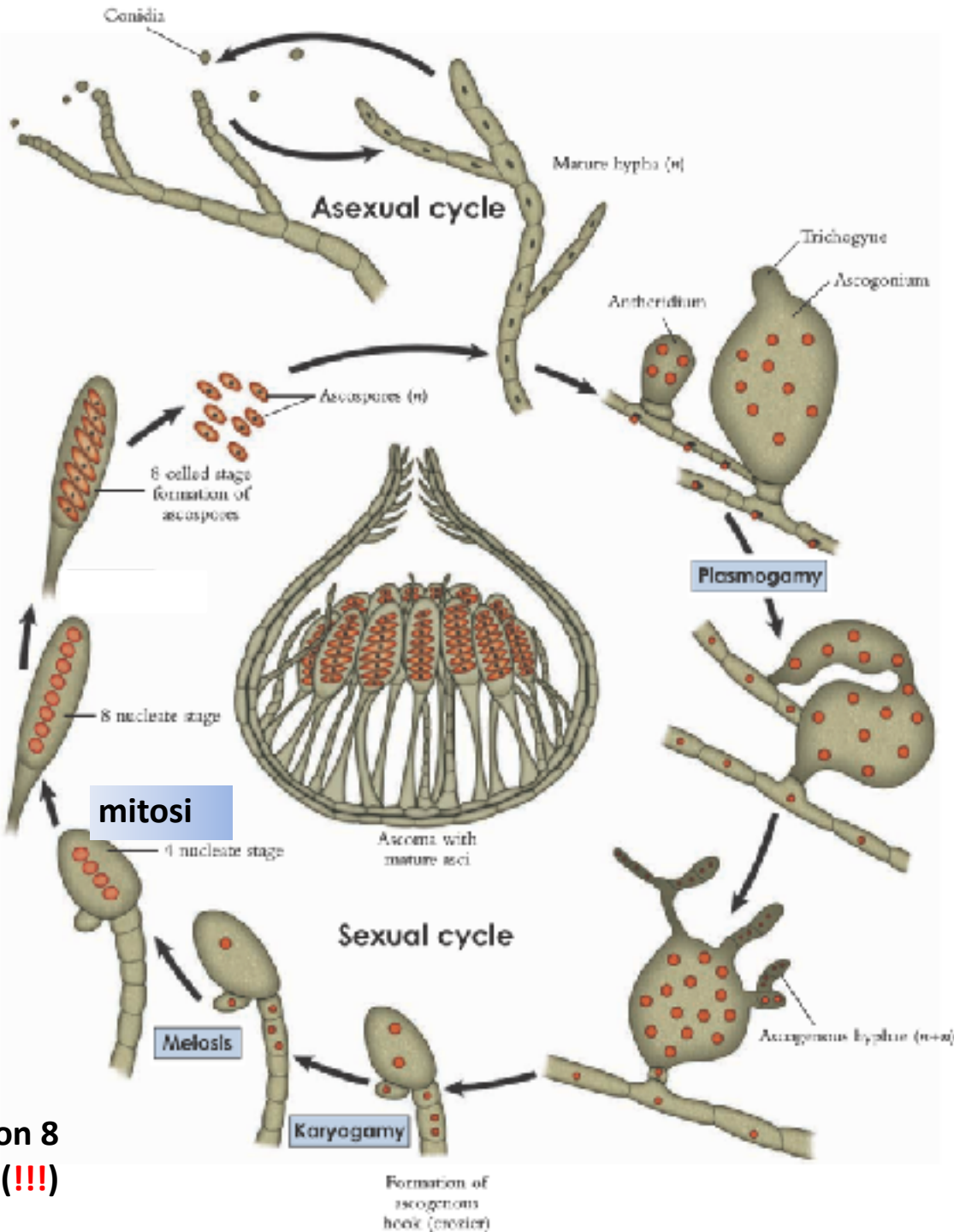


Ascomyceti: ciclo riproduttivo sessuale

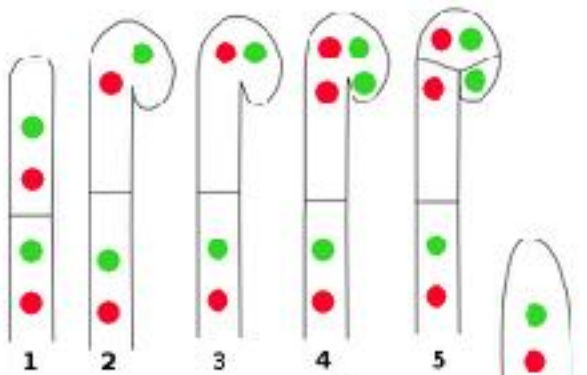
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction.



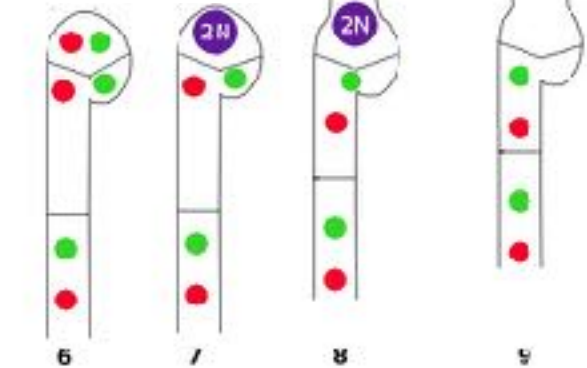
**Ascomyceti: ciclo riproduttivo sessuale**



**formazione crozier con mitosi**



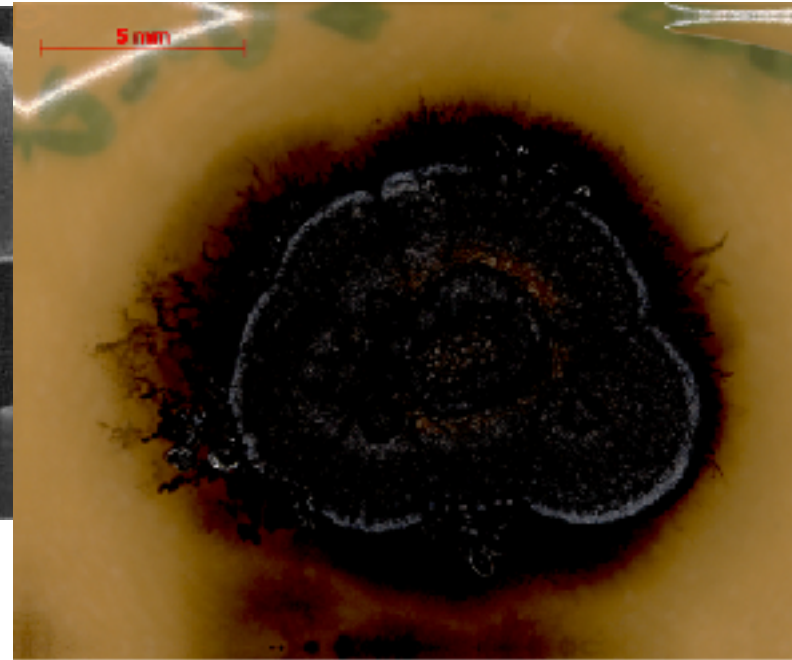
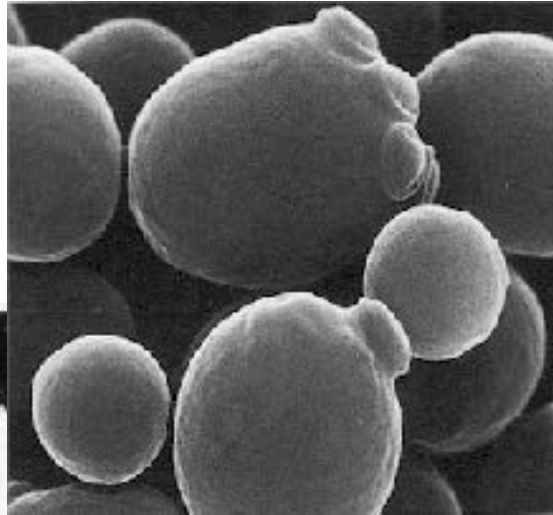
**fusione dei nuclei n**



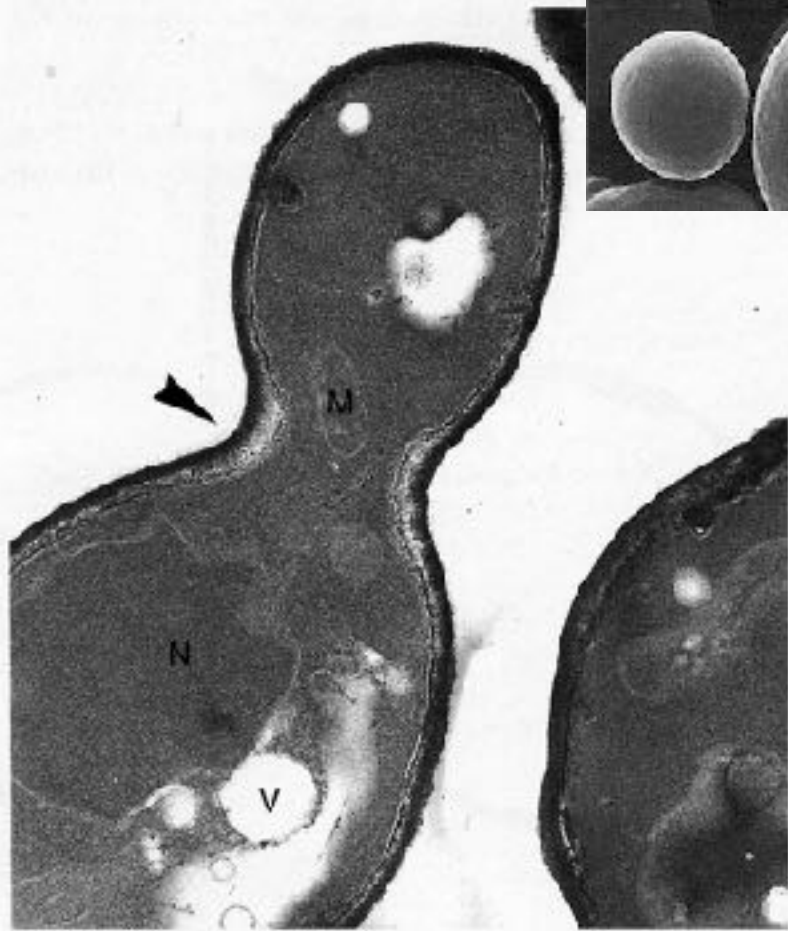
Meiosi:  $1 \times 2n \rightarrow 4 \times n$

Asco con 8 nuclei (!!!)

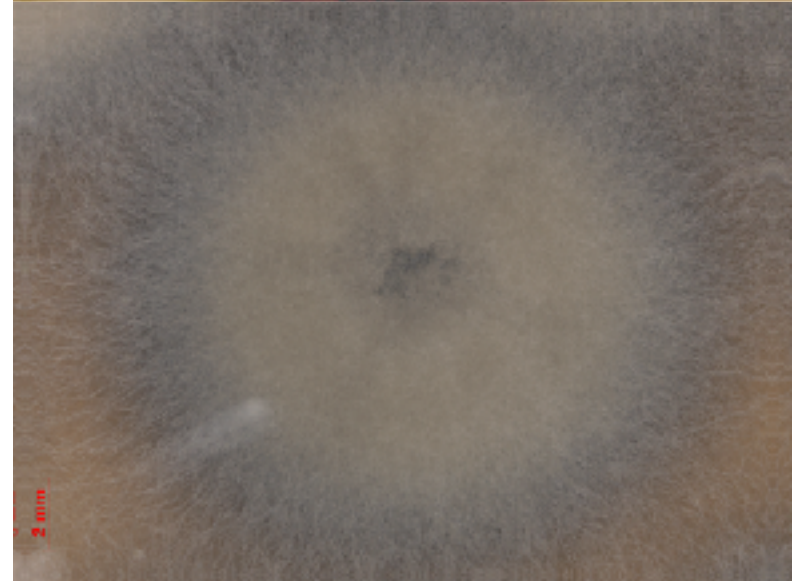
**Lieviti:** funghi monocellulari che si riproducono principalmente per gemmazione. Alcuni possono assumere la forma filamentosa, e.g. black yeast (*Hotaea*, *Aureobasidium*)



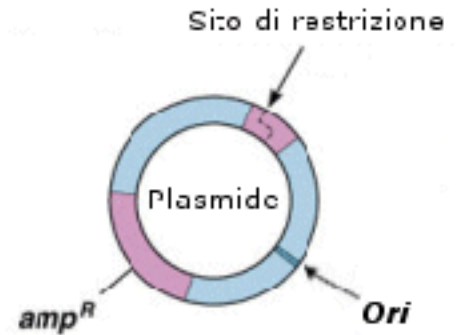
*Hotaea  
werneckii*



*Saccharomyces  
spp.*



# LIEVITI (Saccharomyces)



Gene per la resistenza antibiotico (Ampicillina)

Sito di origine per replicazione DNA



# *Saccharomyces cerevisiae* :

- lievito (ascomycetous yeast)
- anaerobio facoltativo → energia ricavata  
1. processo aerobico, 2. fermentazione  
malo-alcolica (soprattutto in  
*Schizosaccharomyces*, acido malico in alcol  
etilico:  $\text{COOH-CHOH-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow$   
 $\text{CH}_2\text{OH-CH}_3 + 2\text{CO}_2$ )
- Glucosio, maltosio, fruttosio e trealosio  
come substrati organici
- Ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) ed urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) come  
fonti di azoto
- Organismo modello
- Genoma sequenziato nel 1996, 23% dei  
geni condivisi con l' uomo
- Tempo di moltiplicazione 1,5-2 ore a  $30^\circ\text{C}$
- Meiosi (**n !!!**) mating types  $\alpha$  ed  $a$
- Uso industriale e per studi genetici



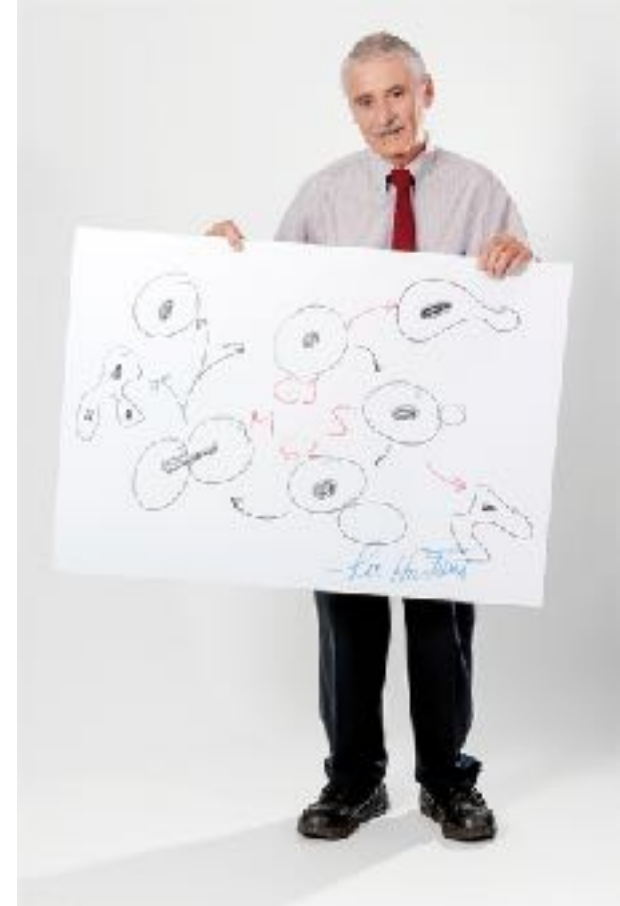
**Leland Hartwell**, premio Nobel 2001 per la Fisiologia e la Medicina grazie agli studi sul **ciclo cellulare** usando come sistema modello *S. cerevisiae*.

Tra il 1970 e il 1971, egli isolò cellule di lievito in cui i singoli geni che controllano il ciclo cellulare erano mutati

→ identificò specifici geni direttamente coinvolti nel controllo del ciclo cellulare, **CDC-genes** (cell division cycle genes"). Il **CDC28**, controlla il primo passo nella progressione di eventi della fase G1 del ciclo cellulare (la funzione "start").

→ identificò il ruolo dei specifici checkpoints della mitosi.

Lieviti in ingegneria genetica → trasformati per la produzione di sostanze secondarie direttamente *in vitro*.

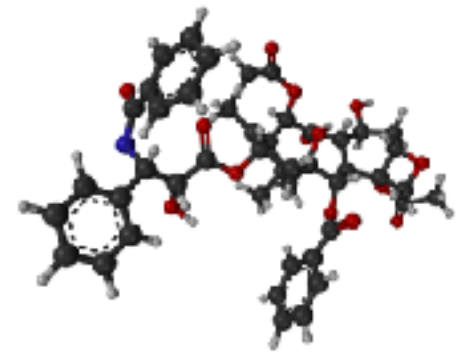


**TAXOLO**, scoperto nel 1967 da Wall e Wani, che lo isolarono dalla corteccia del tasso del Pacifico (*Taxus brevifolia*).

Taxolo = **paxene** o **paclitaxel**, inibisce la mitosi cellulare (interazione con microtubuli, alterazione dell'equilibrio di polimerizzazione/ depolimerizzazione) → utilizzo in terapie anti cancro (neoplasie avanzate di carcinoma del polmone, dell'ovaio, della mammella, della regione testa-collo e delle forme avanzate del sarcoma di Kaposi)

100 mg / kg di scorza → abbattimenti sconiderati di popolazioni naturali di *Taxus brevifolia* → estrazione possibile anche dalle foglie, con necessità di eliminare altri alcaloidi presenti e fortemente tossici

**Via metabolica del taxolo clonata in lievito**  
fallito in *Agrobacterium* ed *Arabidopsis thaliana*.



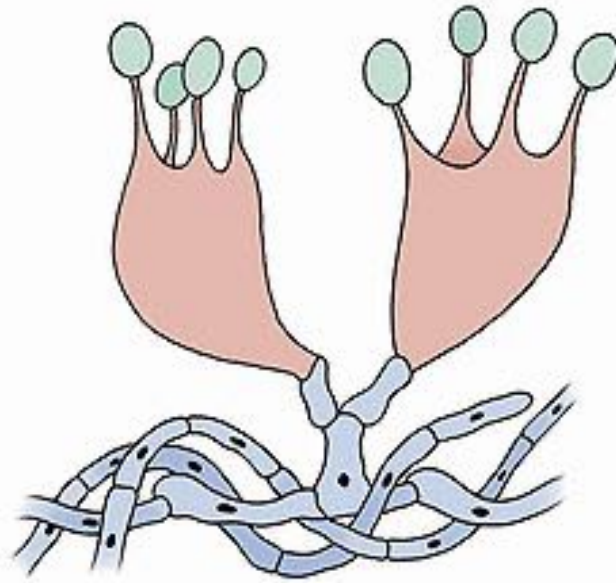
Sauerdough -  
impasto madre -  
Sauerteig



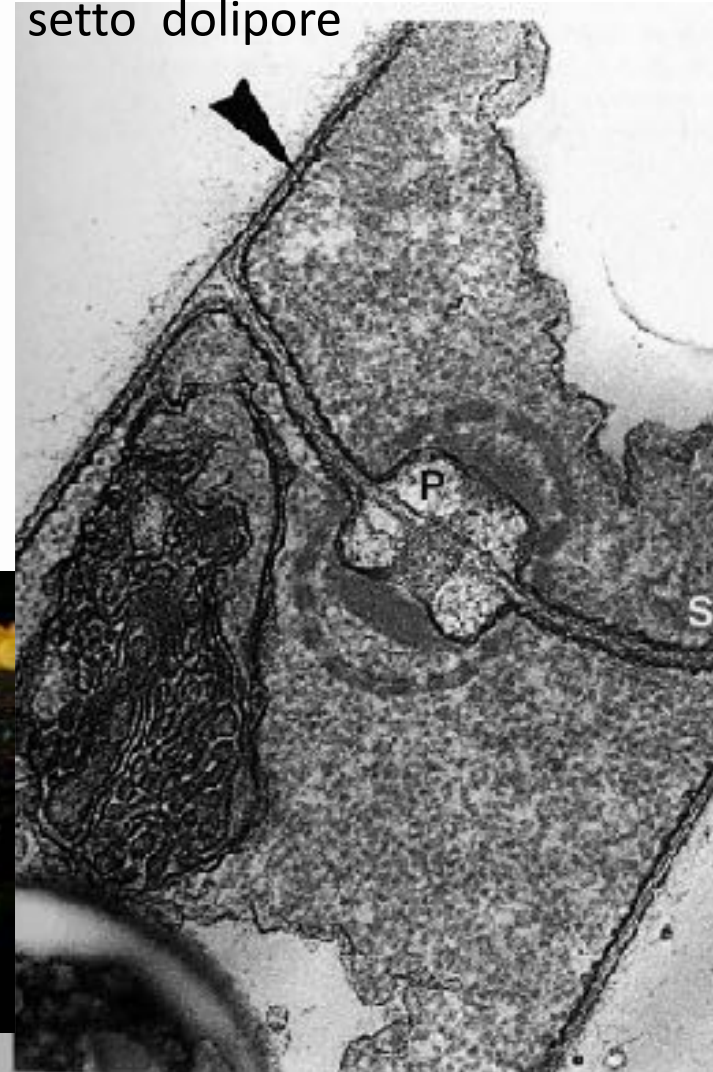
*Lactobacillus plantarum*  
*Lactobacillus brevis*  
***Saccaromyces cerevisiae***



# BASIDIOMICETI



setto dolipore



Circa **30-35.000 specie**

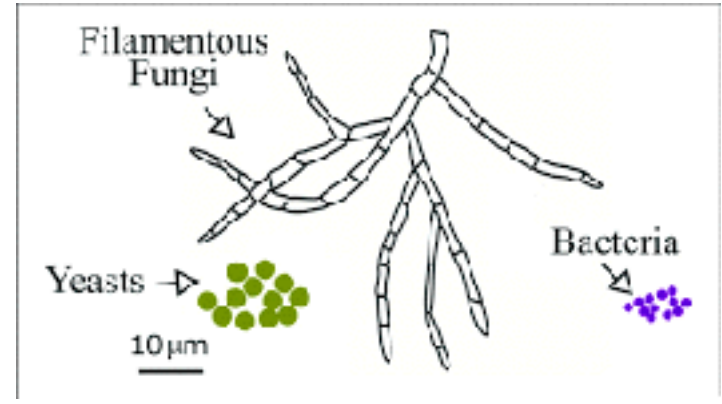
Tre gruppi principali (subphyla):

- **Agaricomycotina:** con basidiocarpi (=corpi fruttiferi) con un tessuto sporigeno (imenio) o meno.
- **Pucciniomycotina:** senza basidiocarpi, con basidi raggruppati in masserelle diffuse (sori) a ricoprire la superficie del micelio o del substrato, cicli riproduttivi molto complessi, parassiti di piante e animali.
- **Ustilagomycotina:** senza basidiocarpi, parassiti tumorigeni delle piante.

... la maggioranza dei funghi che raccogliamo e mangiamo: boleti, galletti, ovoli, manine, russole, chiodini, prataioli...



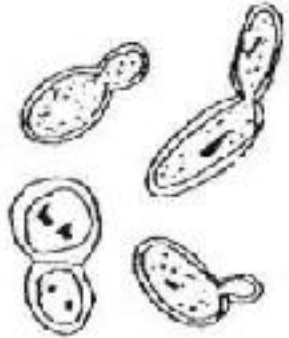
# YEASTS vs. FILAMENTOUS FUNGI



## Thallus

### Yeast-like

#### Blastospore

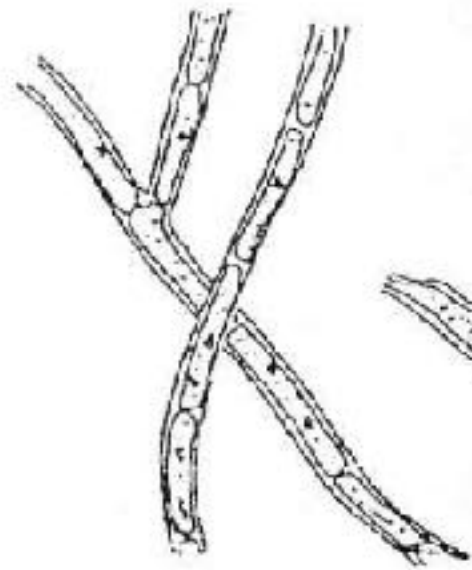


#### Pseudomycelium

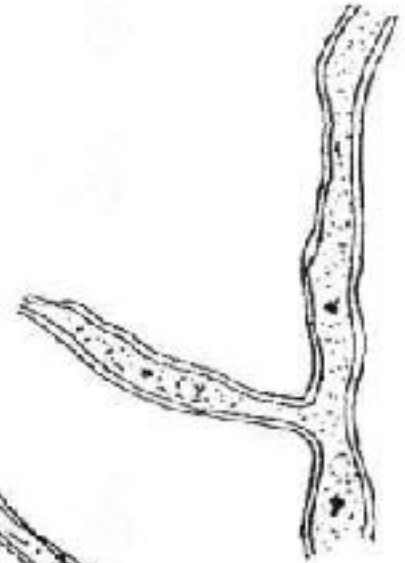


### Filamentous

#### With septa



#### Without septa



- Produzione di monoterpeni dall'aroma dolce (linalolo) o di rosa (geraniolo e nerolo; e.g. *Trametes odorata*); usati nella produzione del **mentolo**.



- Storicamente conosciuti per le loro proprietà medicinali, e.g. *Ganoderma lucidum*, *Trametes versicolor*, *Fomes fomentarius*; più di **270 specie** utilizzate nella medicina e coltivate a livello industriale.

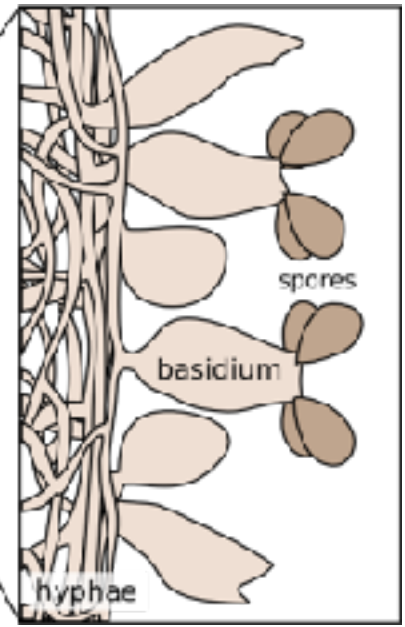
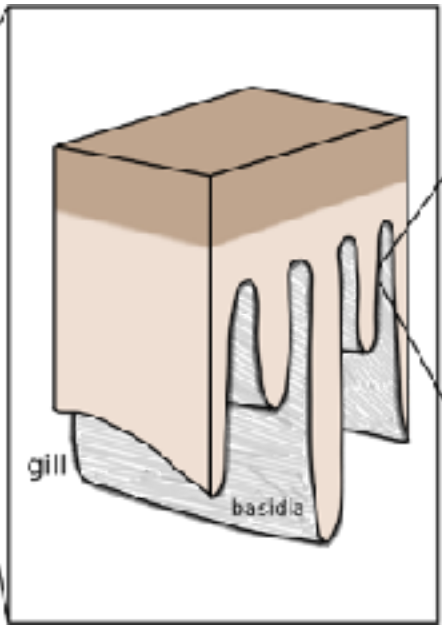
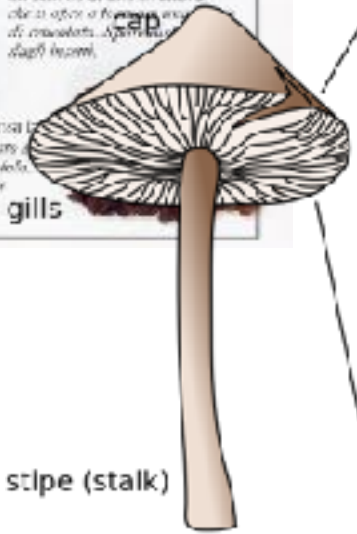


- Demolitori di lignina («marciume bianco») → utilizzo a livello industriale (industria della carta), e ambientale (processi di biorimediazione).

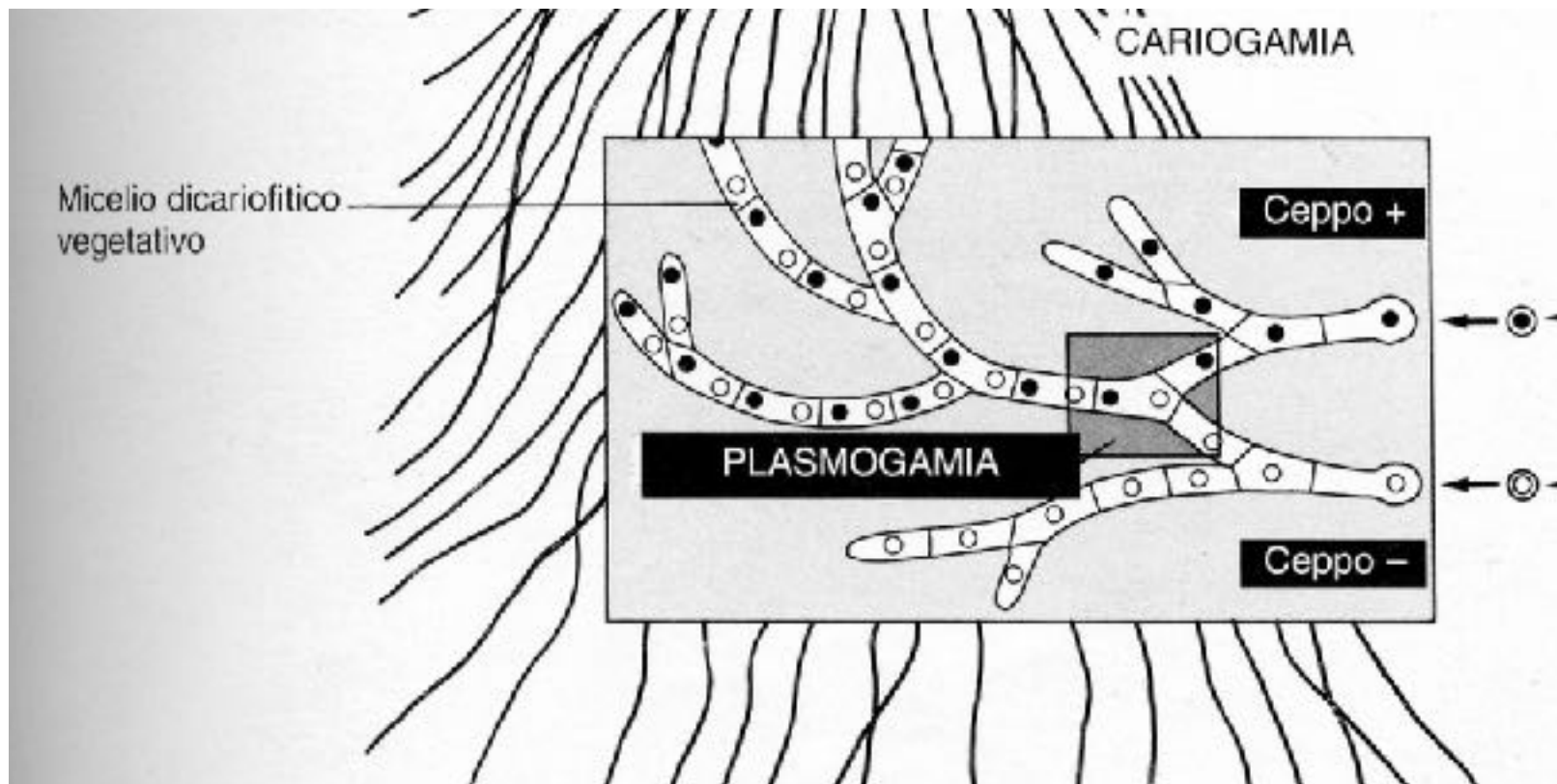


# Basidiocarpi:

- corpi fruttiferi in cui vengono prodotte le **basidiospore**;
- morfologia ed anatomia complesse
- effimeri, ma esistono anche forme perennanti.

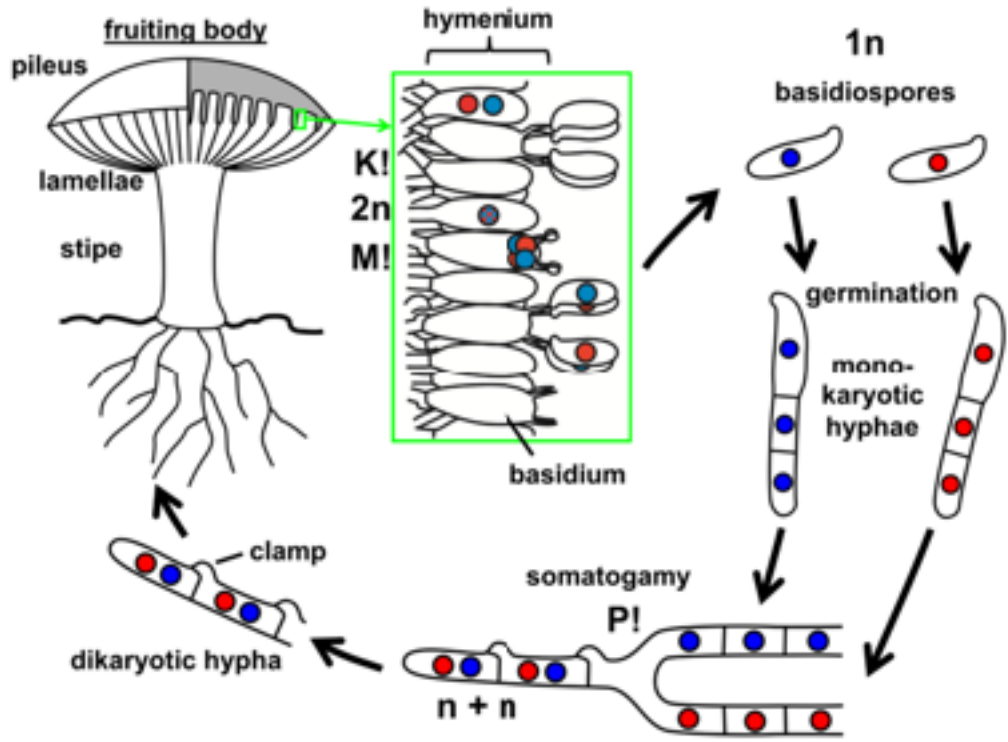
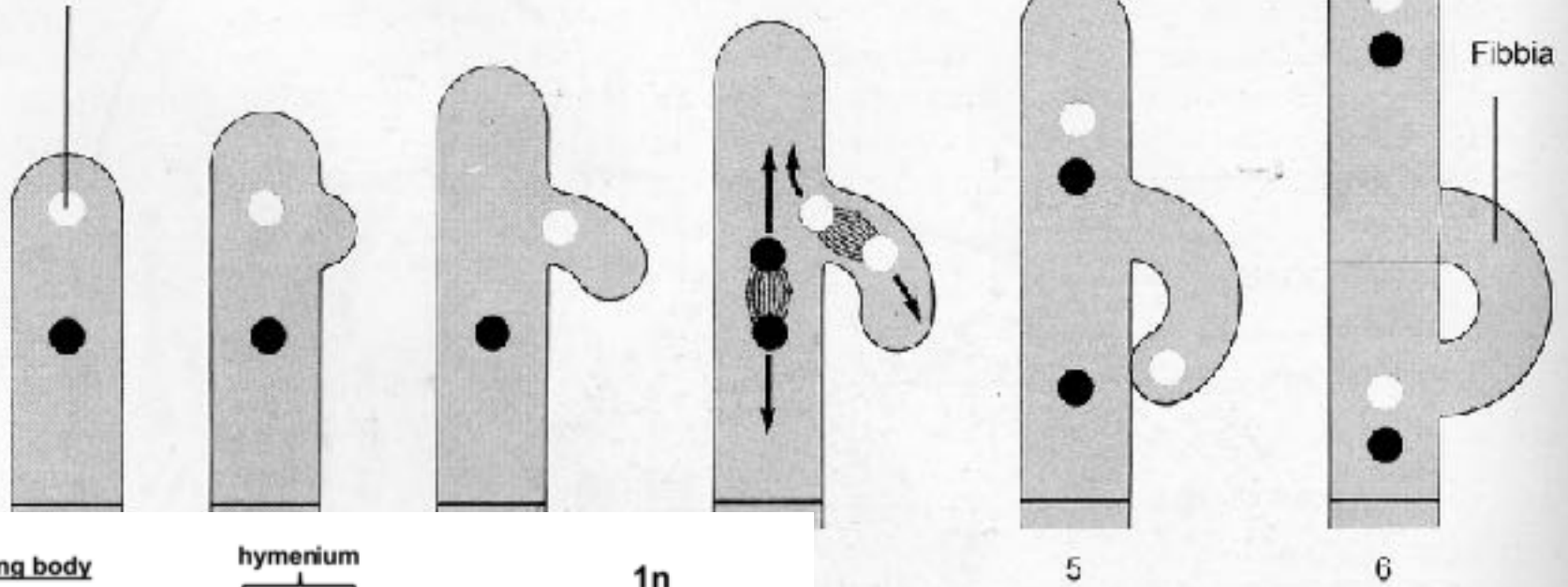


- I miceli aploidi (micelio primario) si fondono = plasmogamia,
- Cariogamia ritardata, i 2 nuclei compatibili rimangono indipendenti;
- successiva ripetuta divisione di questa cellula binucleata forma un **micelio dicarionico (secondario) o DIKARYON**, resistente, vive a lungo.



Nucleo aploice

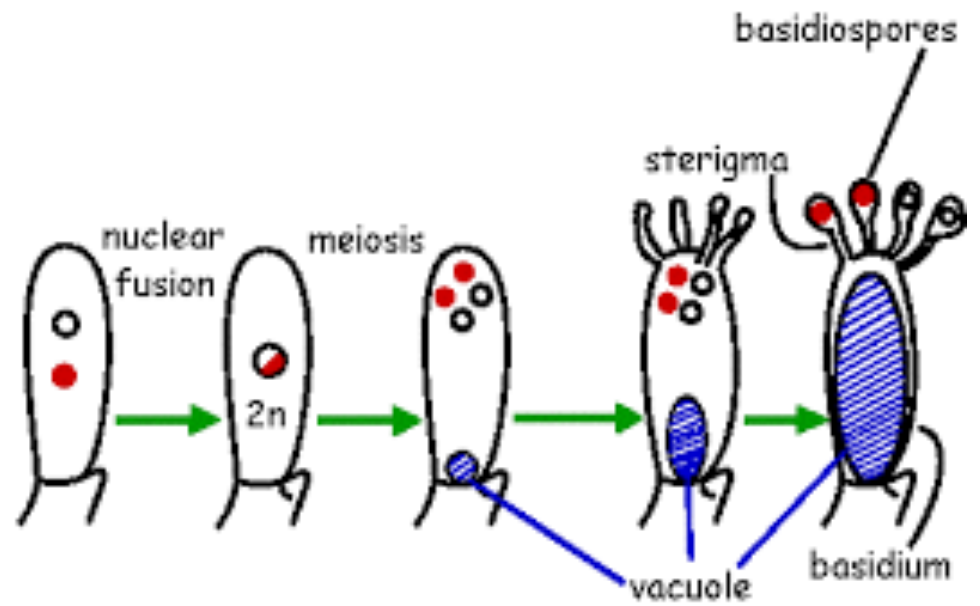
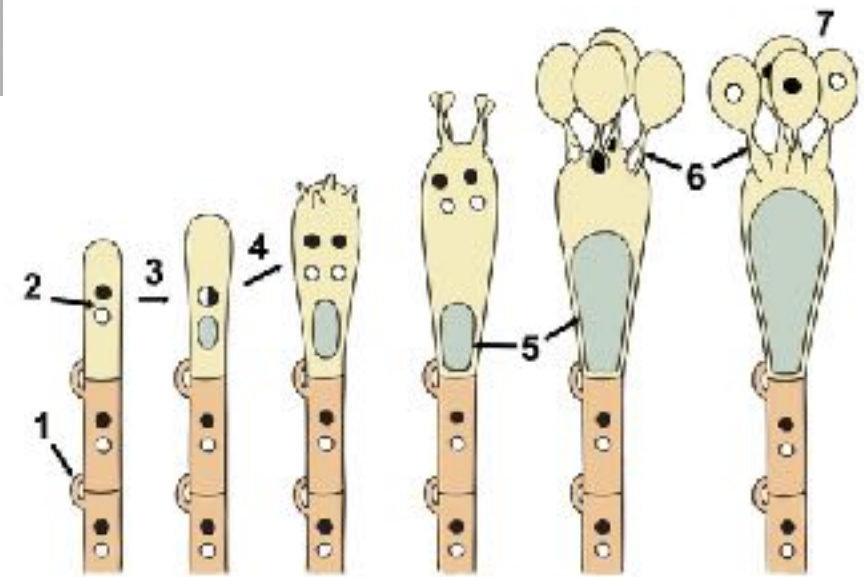
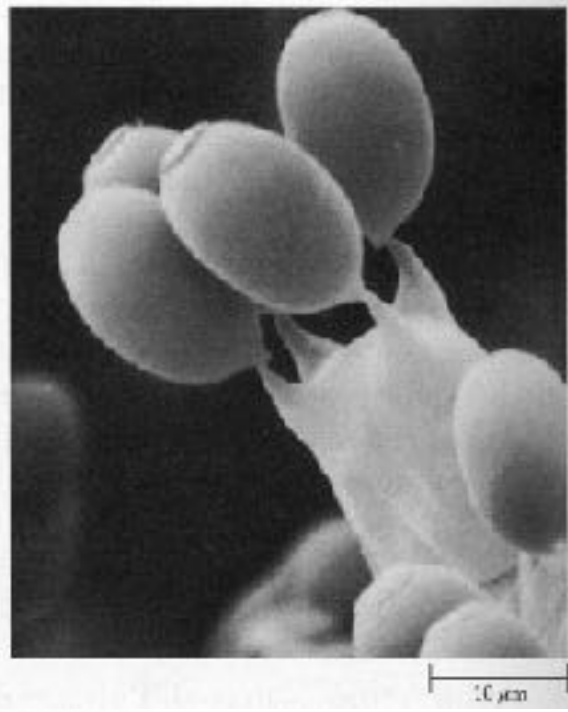
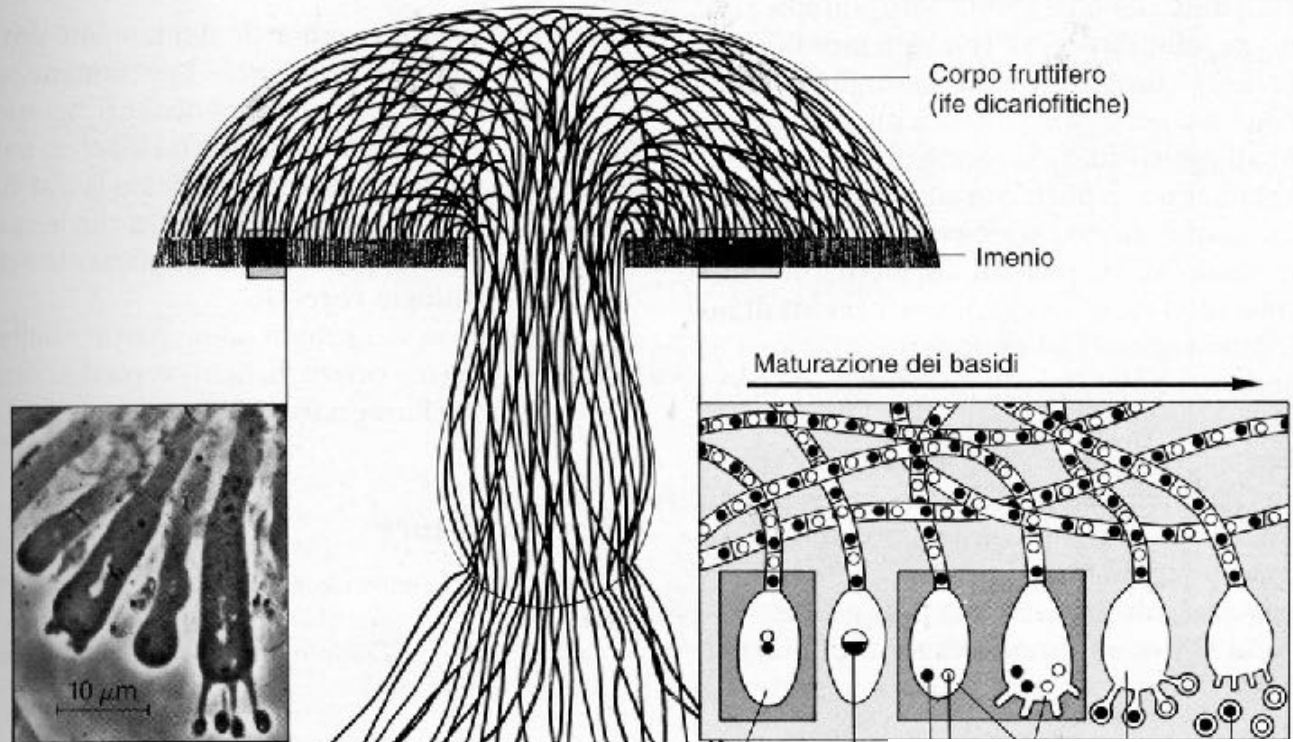
divisione a fibbia... ..mitosi e migrazione dei nuclei



...fusione della fibbia con la cellula che l' ha generata...

...mantenimento del dikaryon e sviluppo del basidio ...

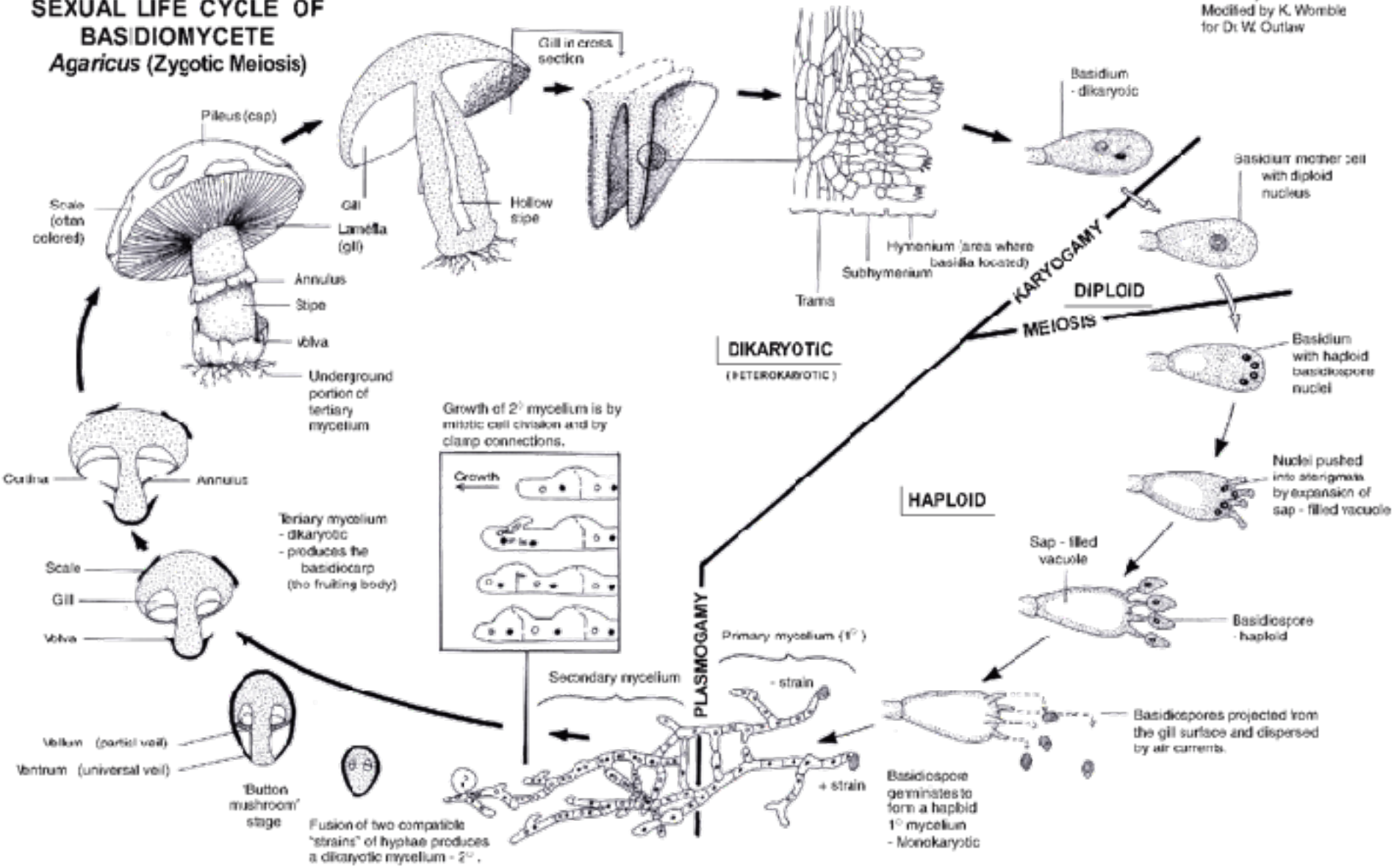
**Basidiomiceti: ciclo riproduttivo sessuale**

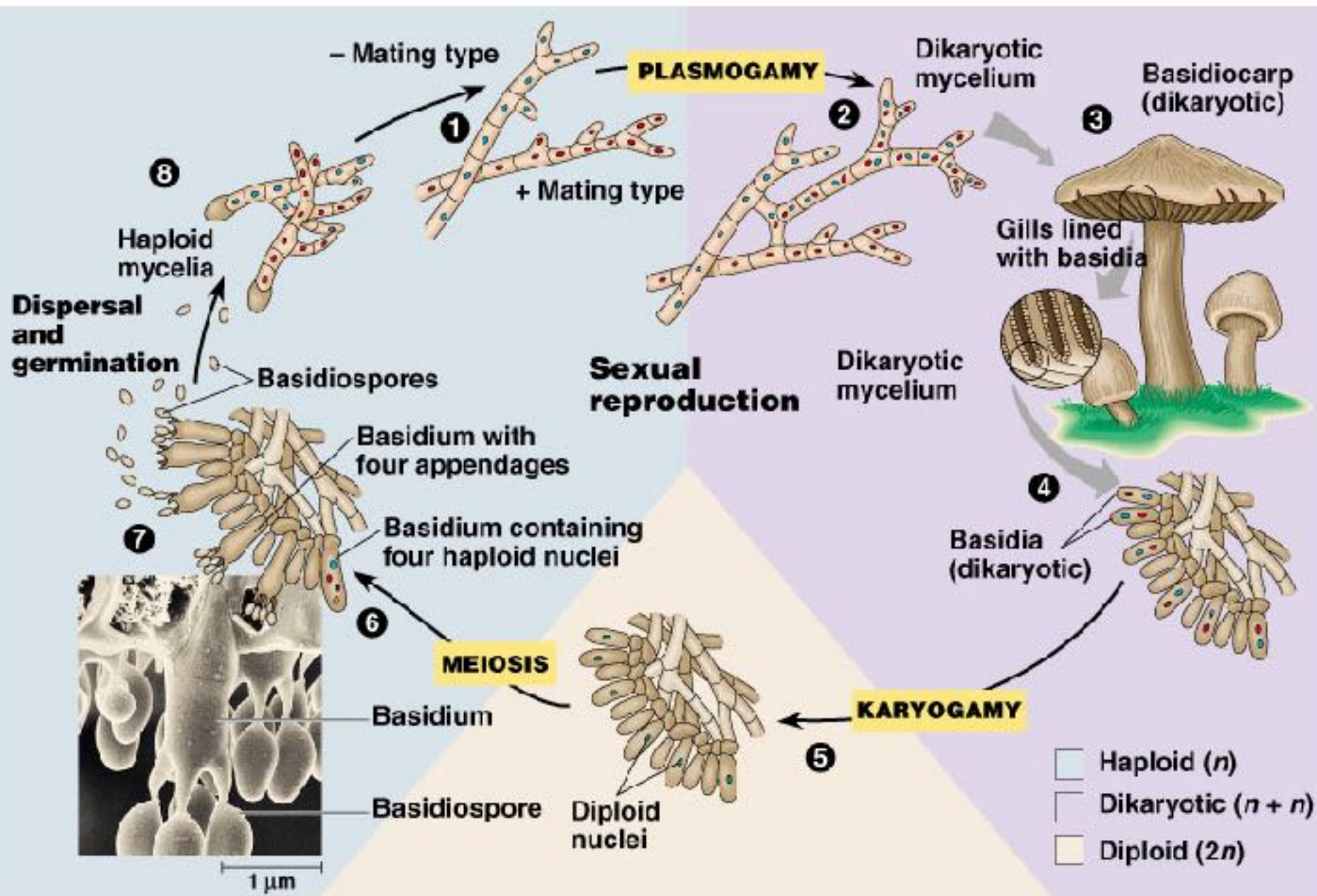




# SEXUAL LIFE CYCLE OF BASIDIOMYCETE *Agaricus* (Zygotic Meiosis)

Drawn by J.C.D Hancock  
Modified by K. Womble  
for Dr W. Outlaw





**Agaricales**



**Exobasidiales**



**Tulasnellales**



**Tremellales**



**Auriculariales**



**Dacrymycetales**



**„Gasteromycetes“**



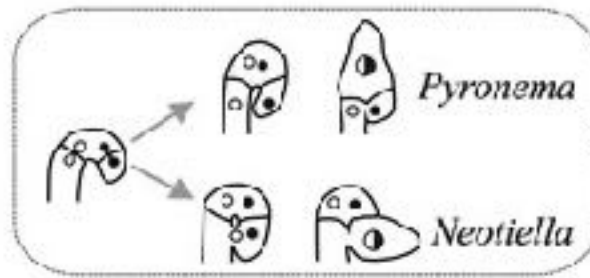
**Pucciniales**



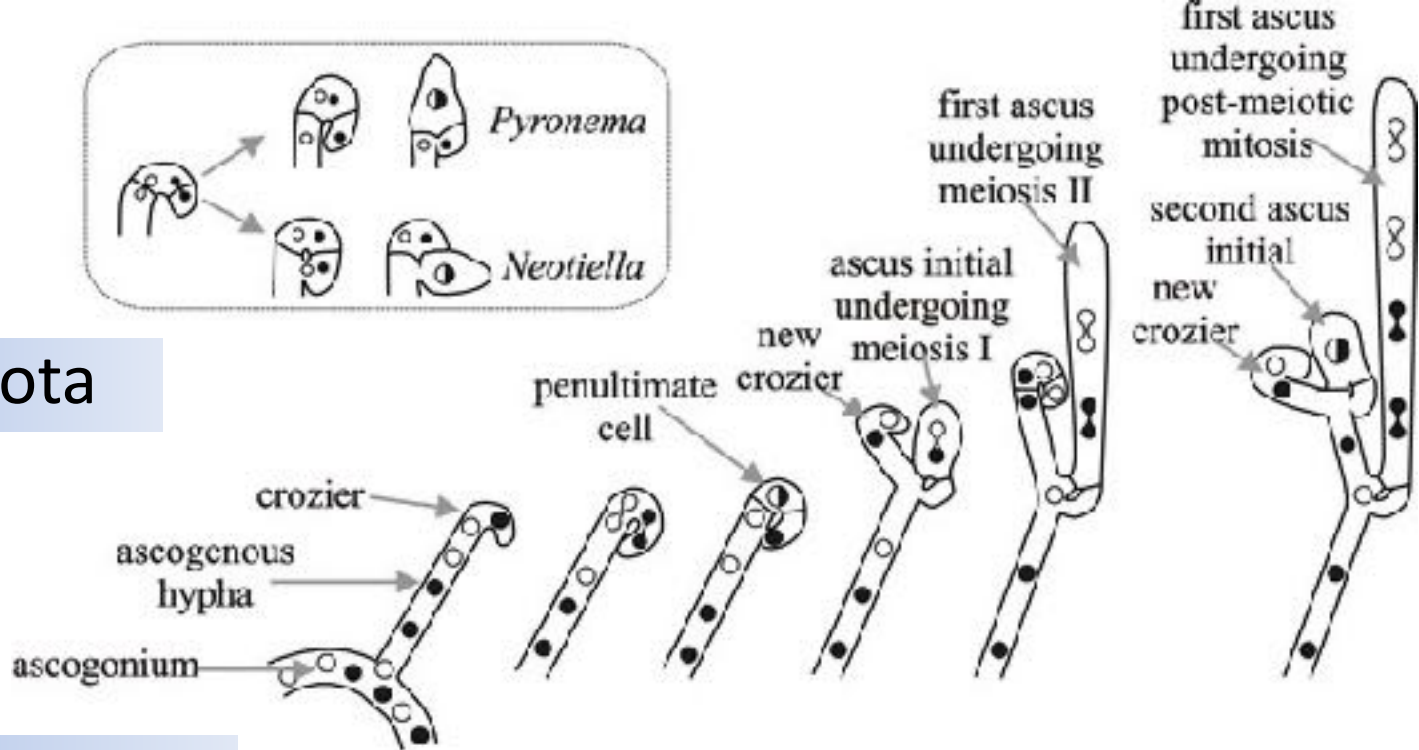
teliospores =  
probasidia

**Ustilaginales**

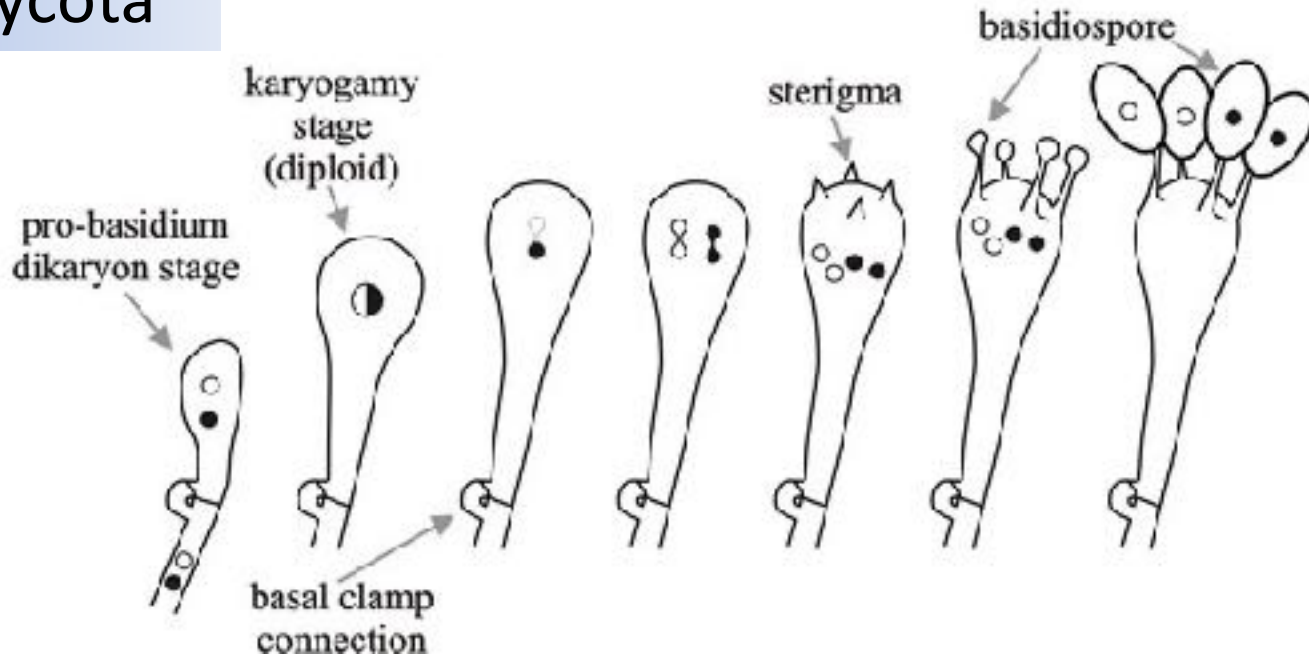




## Ascomycota



## Basidiomycota

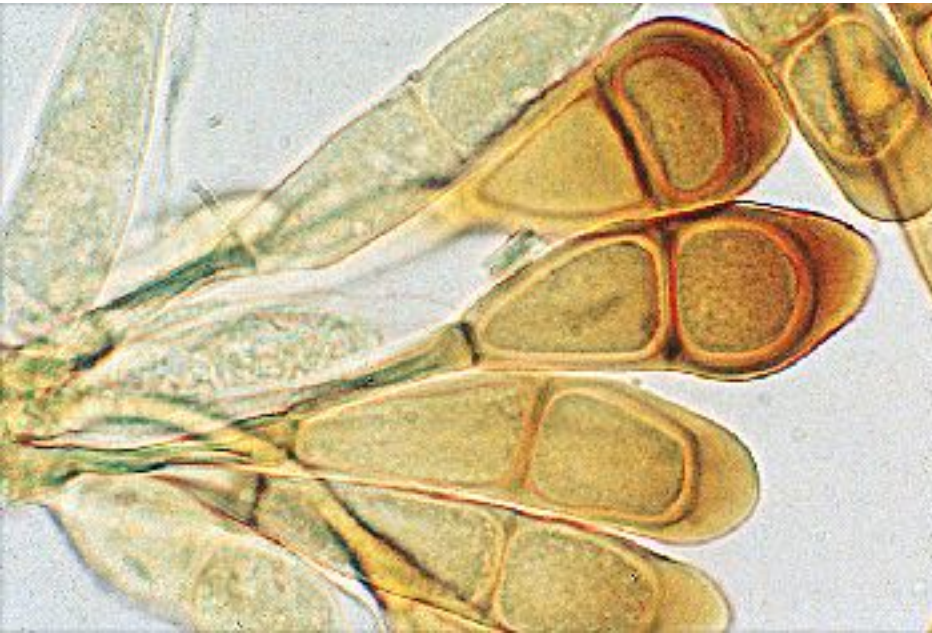


# Pucciniomiceti (ruggini)

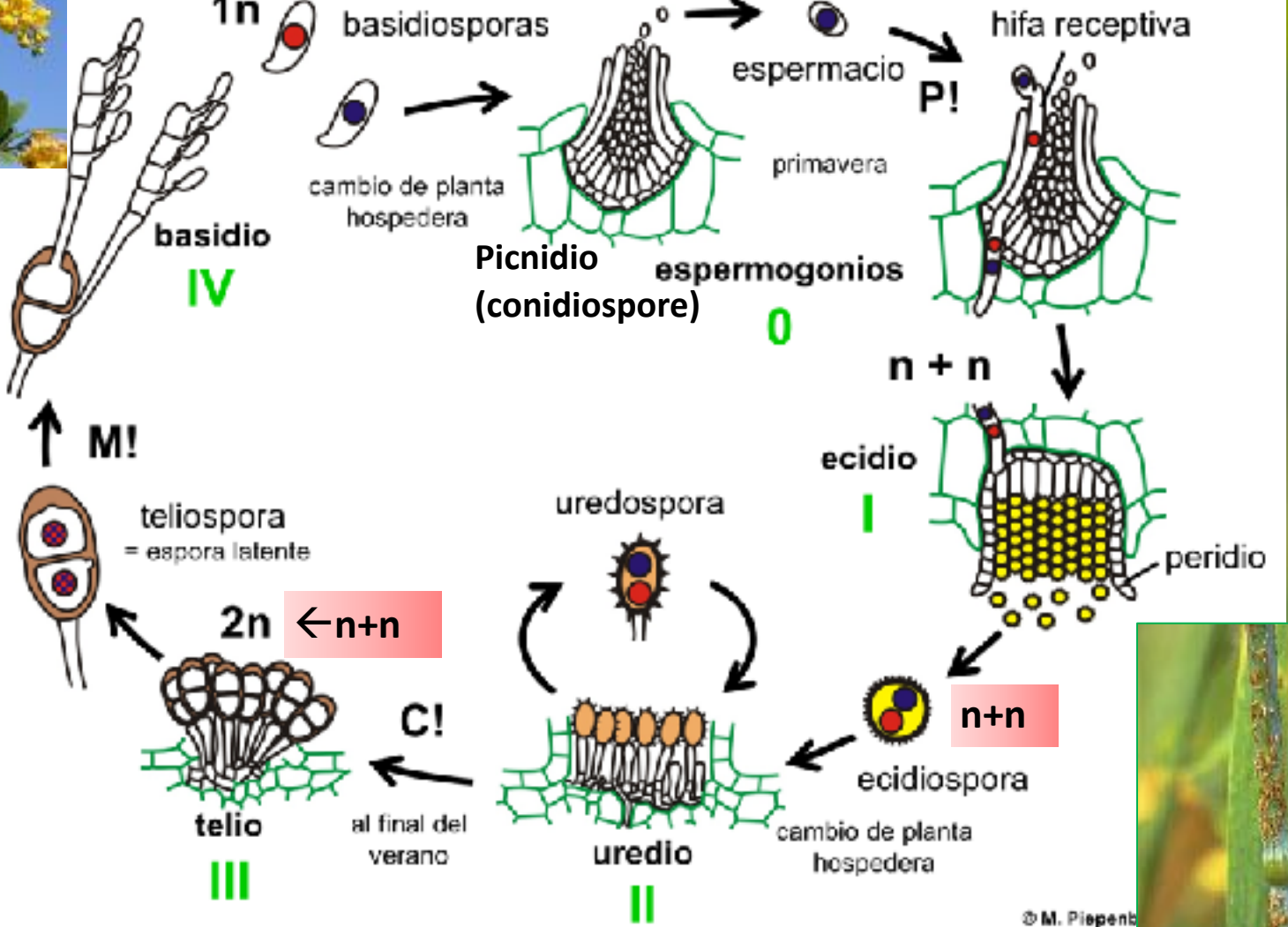
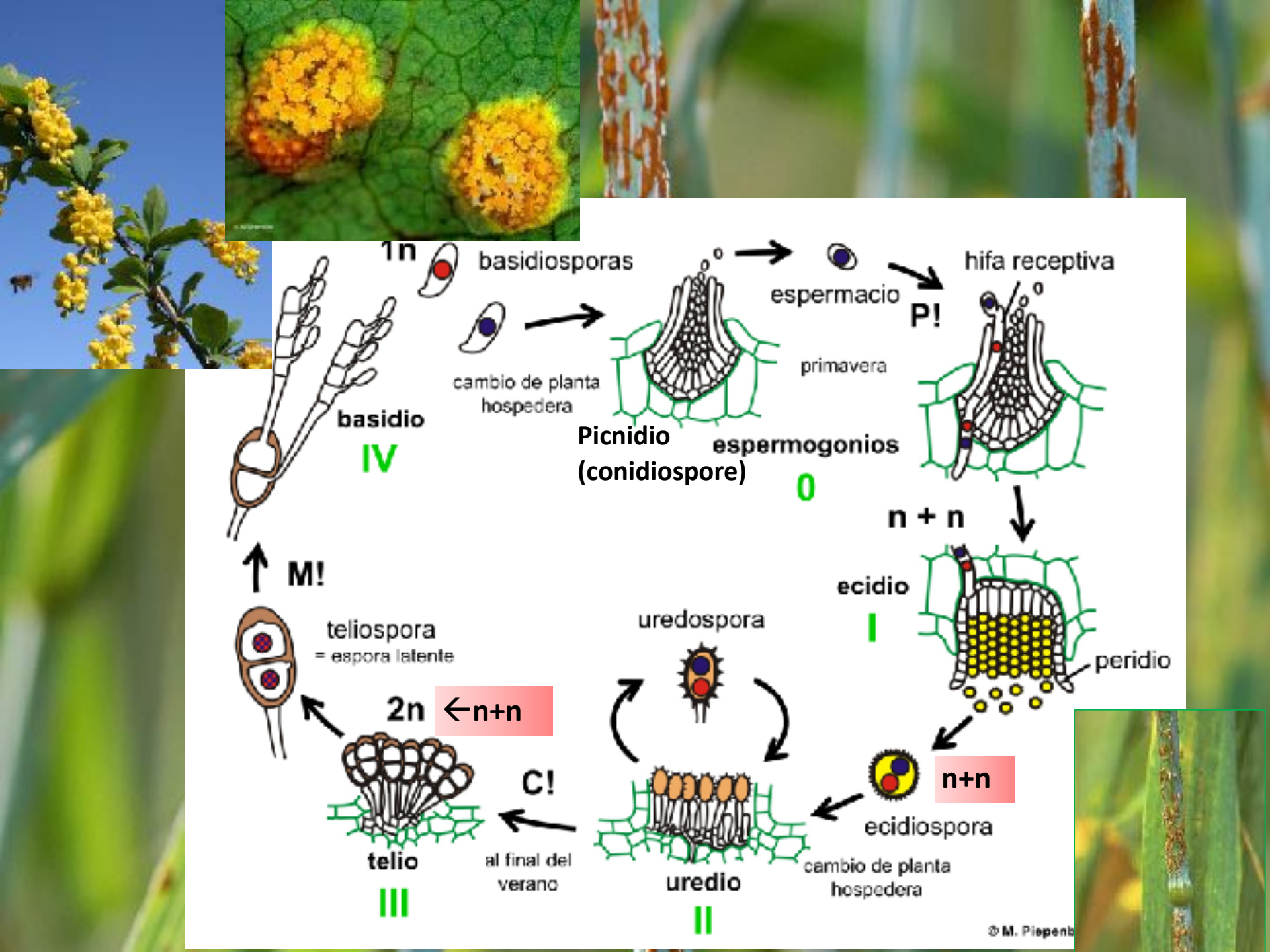
Colpiscono le colture in modo devastante, sono altamente specializzate → è molto difficile combatterli



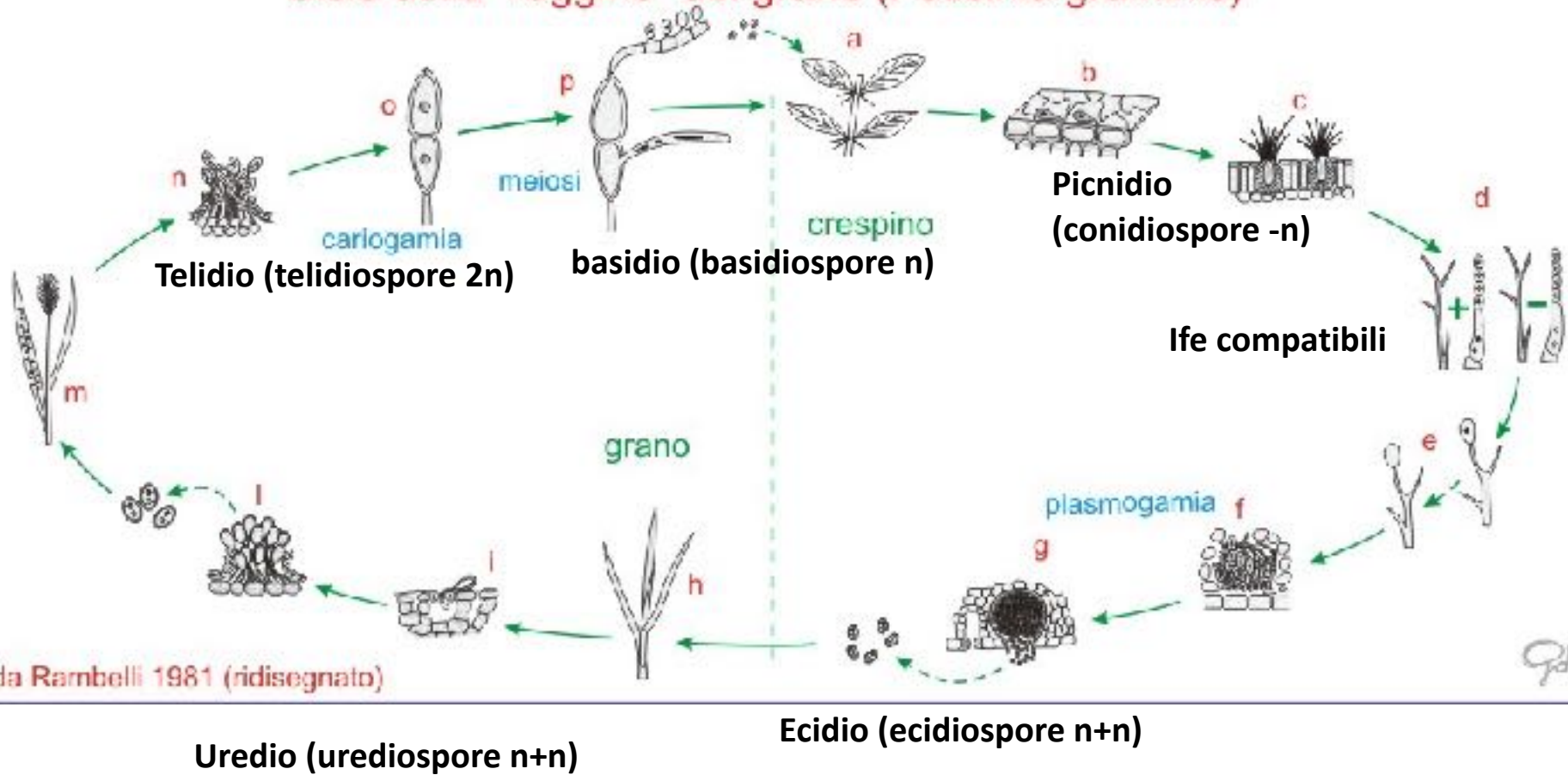
Spesso vivono su più ospiti contemporaneamente ed in momenti diversi dei loro cicli di vita (...complicatissimi!).



e.g. *Puccinia graminis*, ruggine del grano → annerimento del culmo del grano ed altri cereali (orzo, avena, segale). Plinio il Vecchio (I° sec. d.C.) la descriveva come “*la peggiore infestazione dei raccolti*”, causa di moltissime carestie.



# Ciclo della "ruggine" del grano (*Puccinia graminis*)



da Rambelli 1981 (ridisegnato)

# Ustilagomiceti (carboni)



e.g. *Ustilago maydis* (corn smut),  
parassita del mais, rimozione e  
distruzione delle colture infettate.

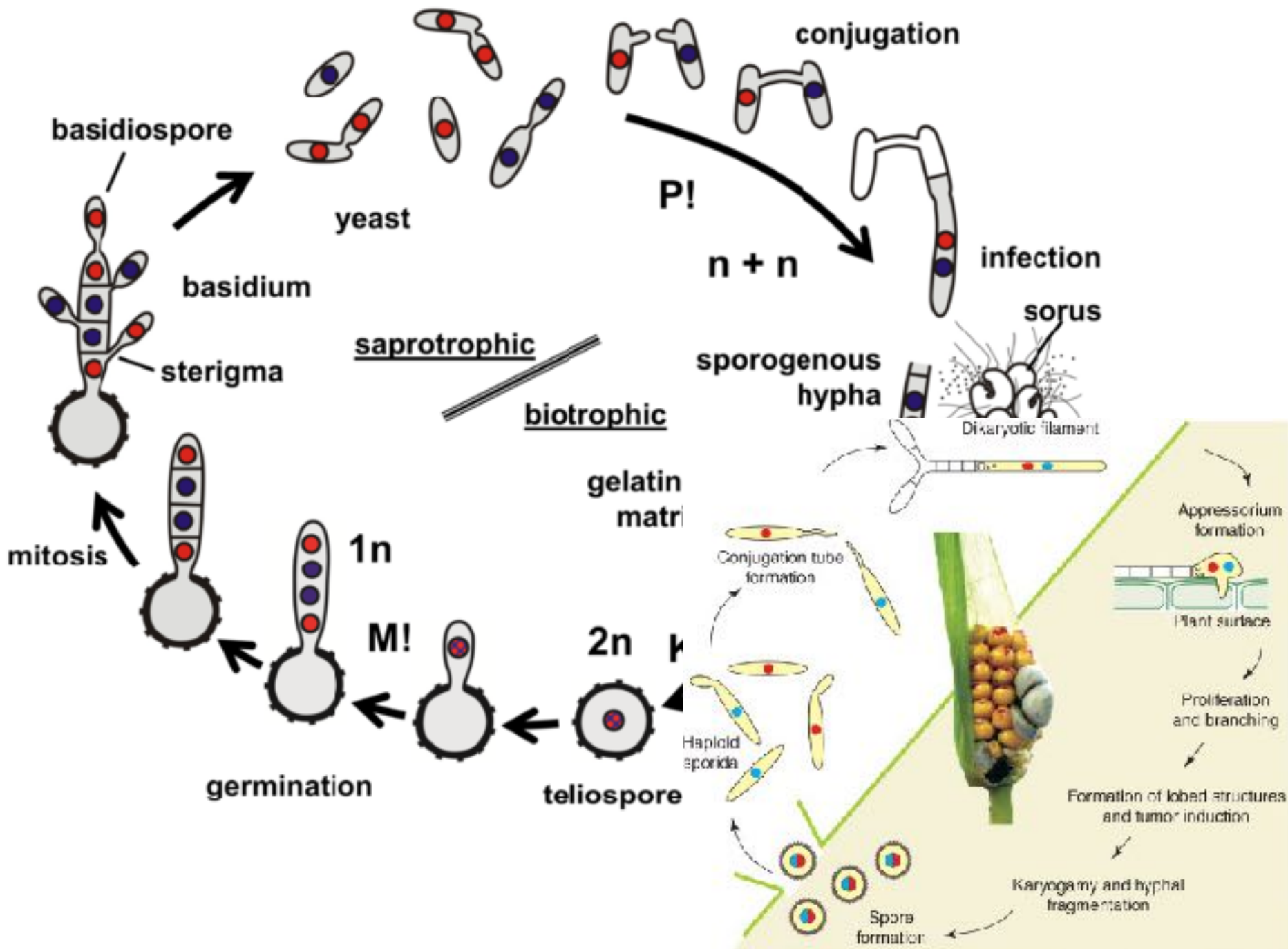


(a) Due **basidiospore aploidi** giungono sul mais dove avviene la **plasmogamia** (b) Il **micelio dicarionico** si sviluppa nelle infiorescenze maschili (c) e femminili (d), formando una massa di **teliospore dicarioniche** (e), nelle quali successivamente avviene la **cariogamia** (f); dopo la **meiosi** (g) le **teliospore** germinano (h) dando origine a basidi che producono **spore gemmanti** (i).



*Huitlacoche*: in Messico le galle di *U. maydis* vengo vendute come delicatezza culinaria







*Exobasidium rhododendri*

