MICROBIOLOGIA GERAL – LFN 0225

Responsável: Prof. Dr. Sérgio F. Pascholati

Fungos e Oomicetos: Características Gerais



M.Sc. Thiago Anchieta de Melo

Doutorando em Fitopatologia

Petro Antonio Micheli (1679-1737)

- Botânico Italiano
- Pai da micologia

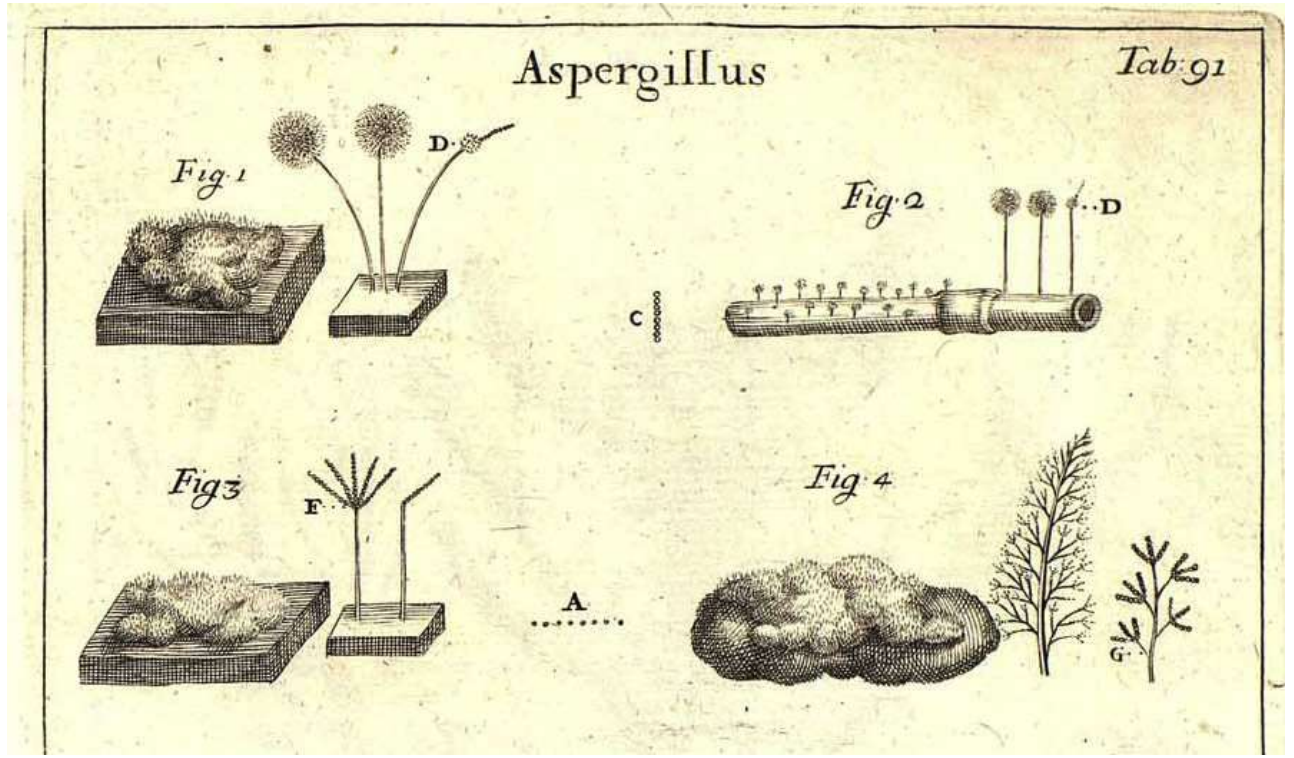
O *Nova Plantarum Genera* (1729)
Incluiu os fungos entre as plantas




NOVA
PLANTARVM GENERA
IVXTA
TOVRNEFORTII METHODVM DISPOSITA
REGIAE CELSITVDINI
IOANNIS GASTONIS
MAGNI ETRVRIAE DVCIS.
AVCTORE
PETRO ANTONIO MICHELIO FLOR.
EIVSDEM S. C. BOTANICO.
FLORENTIAE. MDCCXXXVIII.







O que diferencia os fungos das plantas?

Fungos



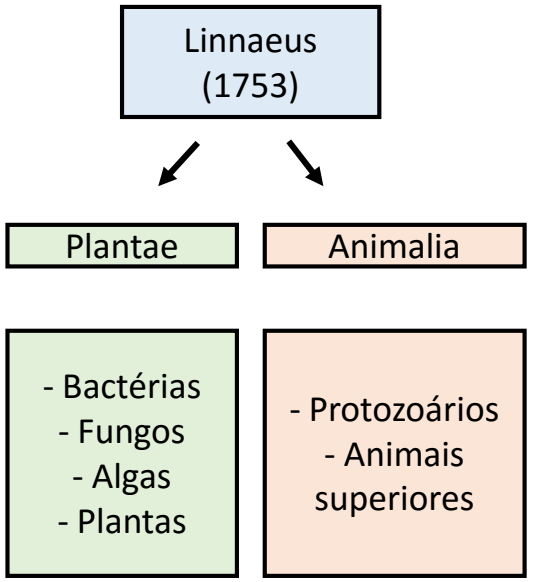
1. Eucariose;
2. Aclorofilados (quimio-heterotrofismo);
3. Reprodução por esporos;
4. Apresentam hifas (estrutura somática);
5. São multicelulares (geralmente);
6. Parede celular constituída de β-glucanas e quitina;
7. Ergosterol é o esterol mais comum na membrana plasmática;
8. Glicogênio é o principal composto de reserva.

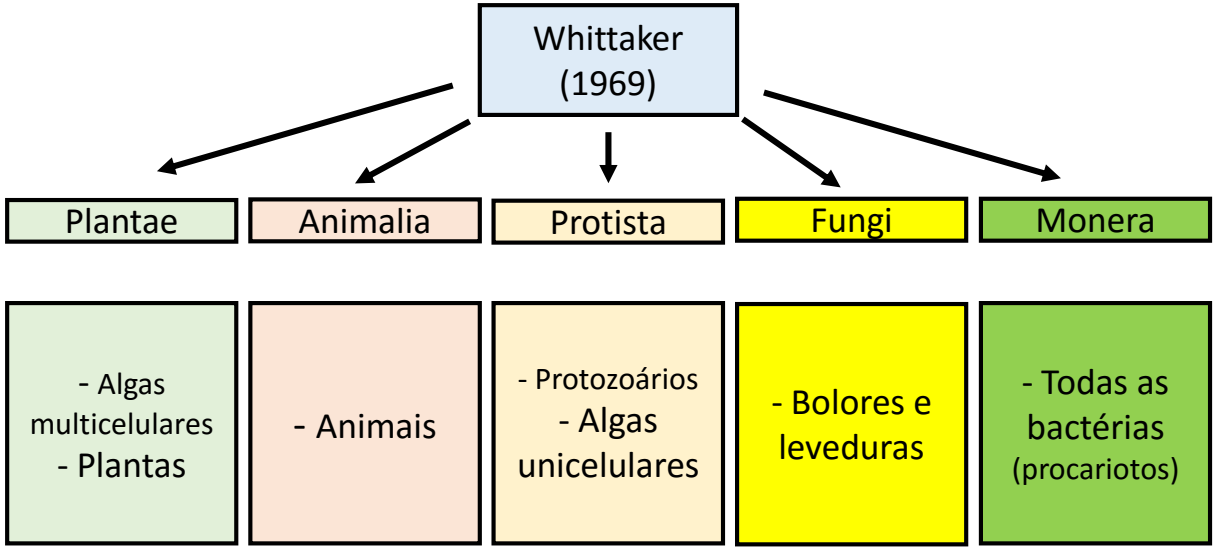
Plantas

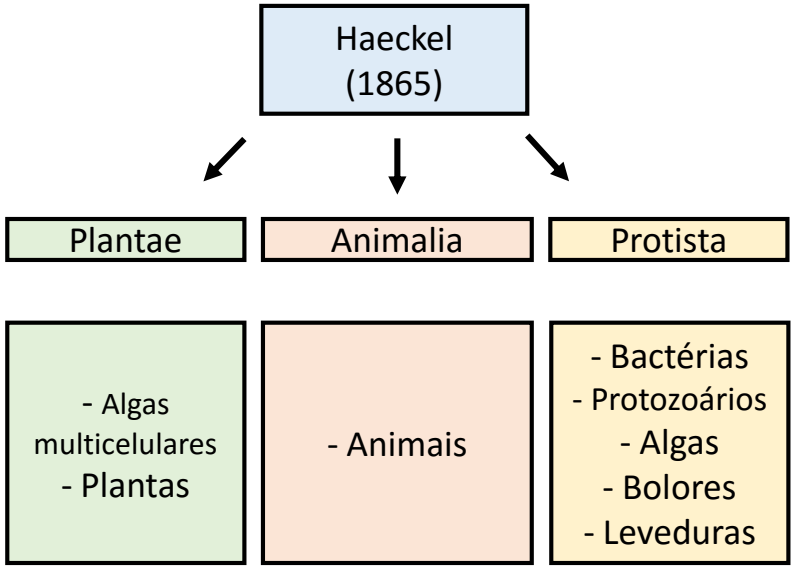


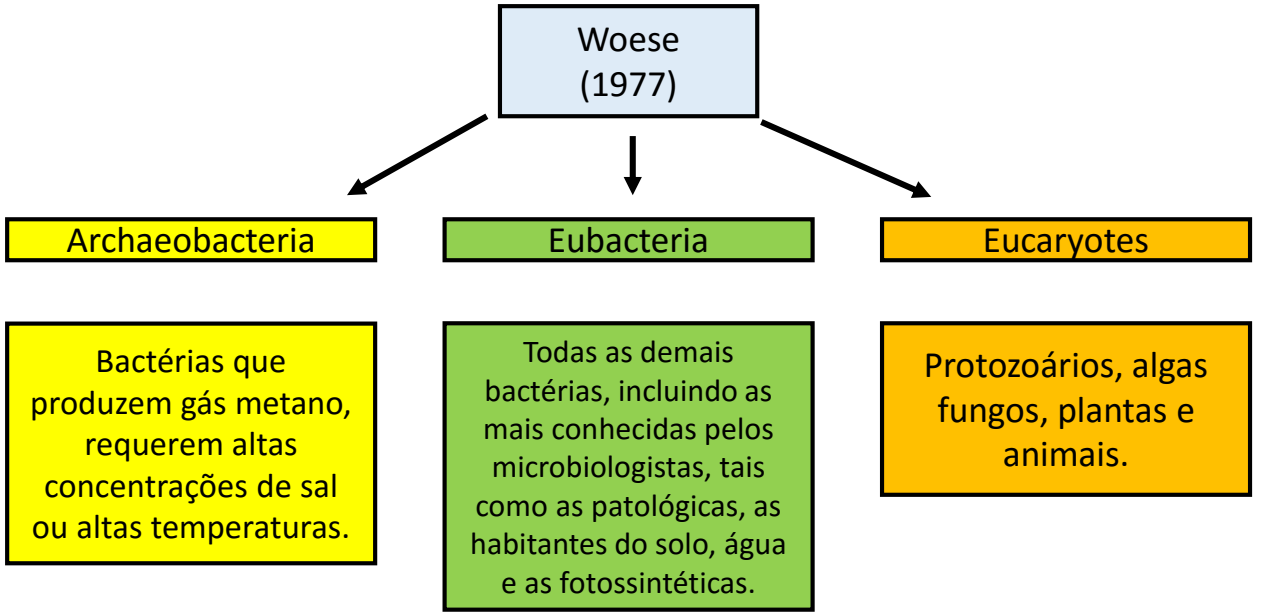
1. Eucariose;
2. Clorofilados (autotrofismo);
3. Não há participação de esporos na reprodução;
4. Não apresentam hifas;
5. São multicelulares (sempre);
6. Parede celular constituída de polímeros de celulose e lignina;
7. Fitosterol é o esterol mais comum na membrana plasmática;
8. Amido é o principal composto de reserva.

Principais esquemas de classificação dos seres vivos

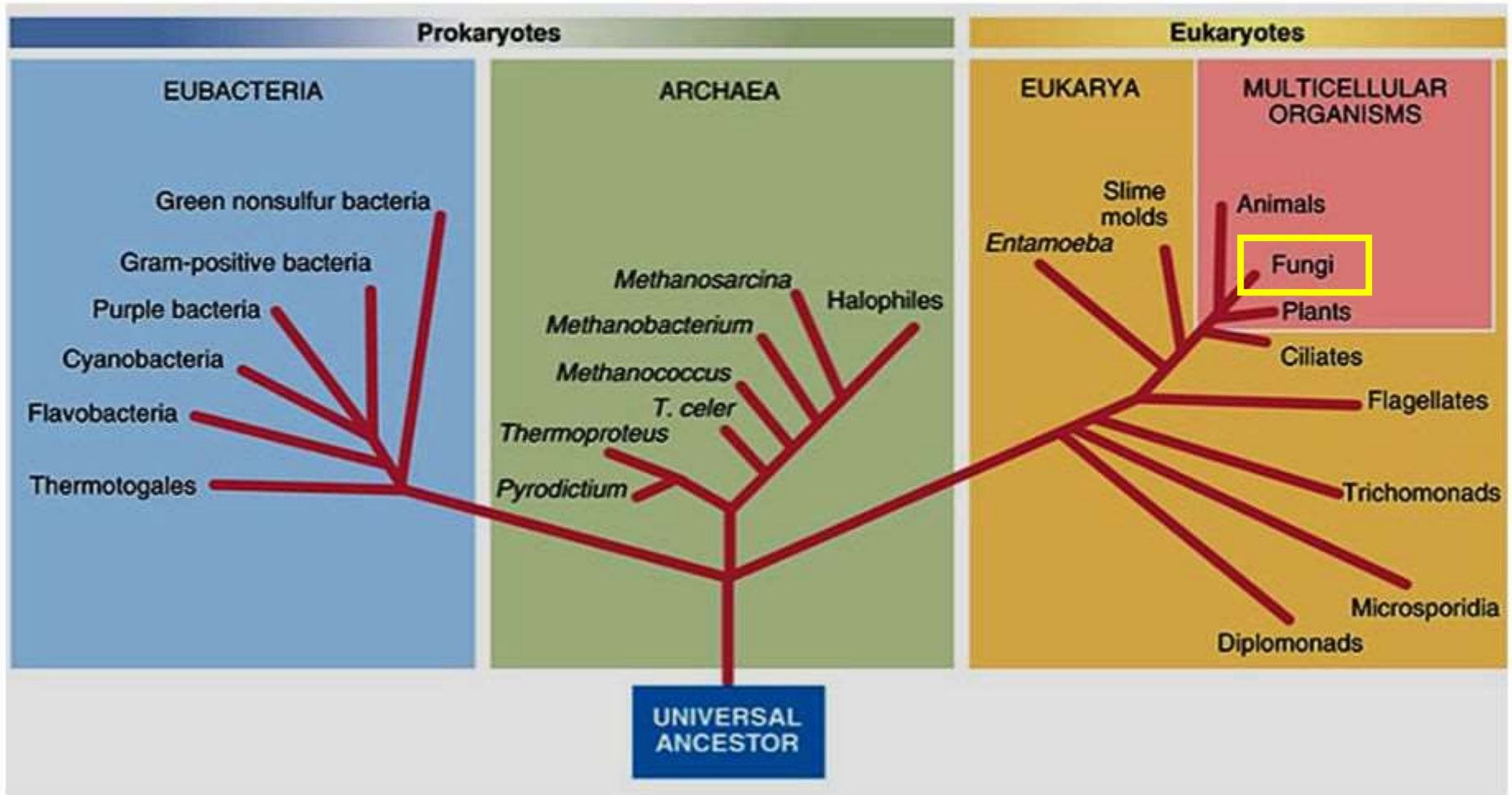








Classificação dos seres vivos de acordo com Woese (1977)



Ocorrência

Existem mais de 100.000 espécies de fungos conhecidas!

A maior parte é saprófita...





... cerca de 50 spp. causam doenças em animais...





... cerca de 50 spp. causam doenças em seres humanos...





... cerca de 8.000 spp. causam doenças plantas!







Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado ruim...

- Micoses em homens e animais











Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado ruim...

- Fungos venenosos e alucinógenos





Amanita sp.

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado ruim...

- Micotoxinas em alimentos;
- Deterioração de alimentos armazenados.











Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado ruim...

- Doenças em plantas cultivadas → Responsáveis indiretos pelas contaminações do meio ambiente

↓

Prejuízos diretos
(milhões de dólares anualmente)

↓

Redução da produção



Área de produção de laranja.

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Decomposição da matéria orgânica (participando dos ciclos do C, N e S)







Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Associações micorrízicas (mais de 90% das plantas)





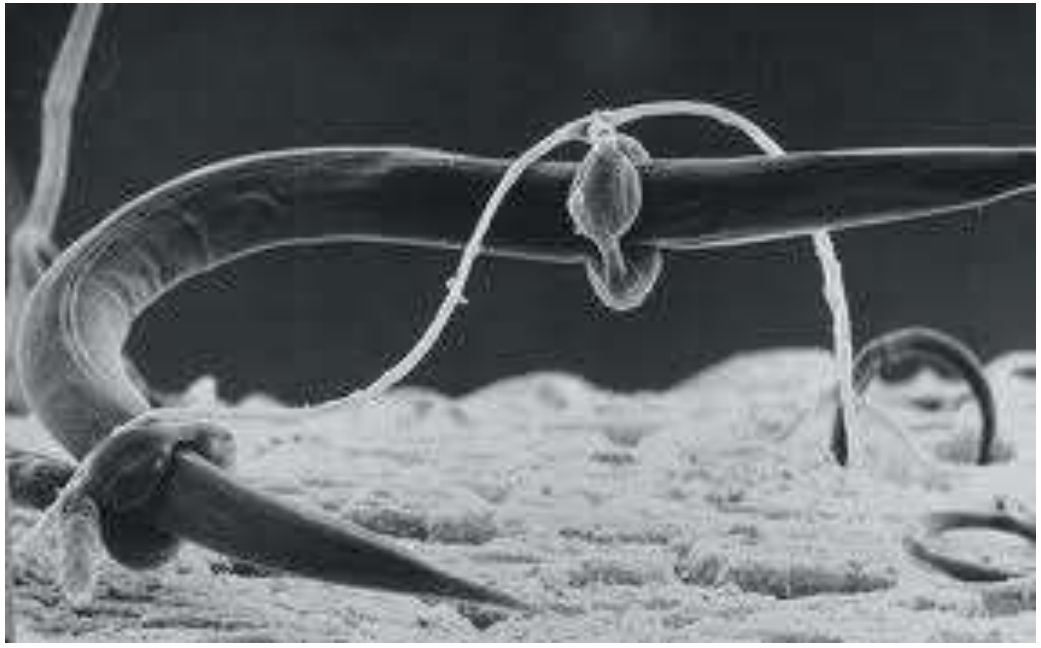
As micorrizas são associações simbióticas entre fungos e raízes que melhoram, consideravelmente, a absorção de nutrientes por parte da planta (principalmente P).

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

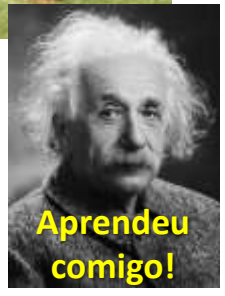
O lado bom...

- Controle biológico de pragas, ervas daninhas e patógenos de plantas









Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Fungos comestíveis e medicinais



Agaricus bisporus (champignon)



Lentinula edodes (shiitake)



Agaricus blazei (cogumelo do sol)



Boletus edulis

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Biorremediação (descontaminação dos solos e das águas)





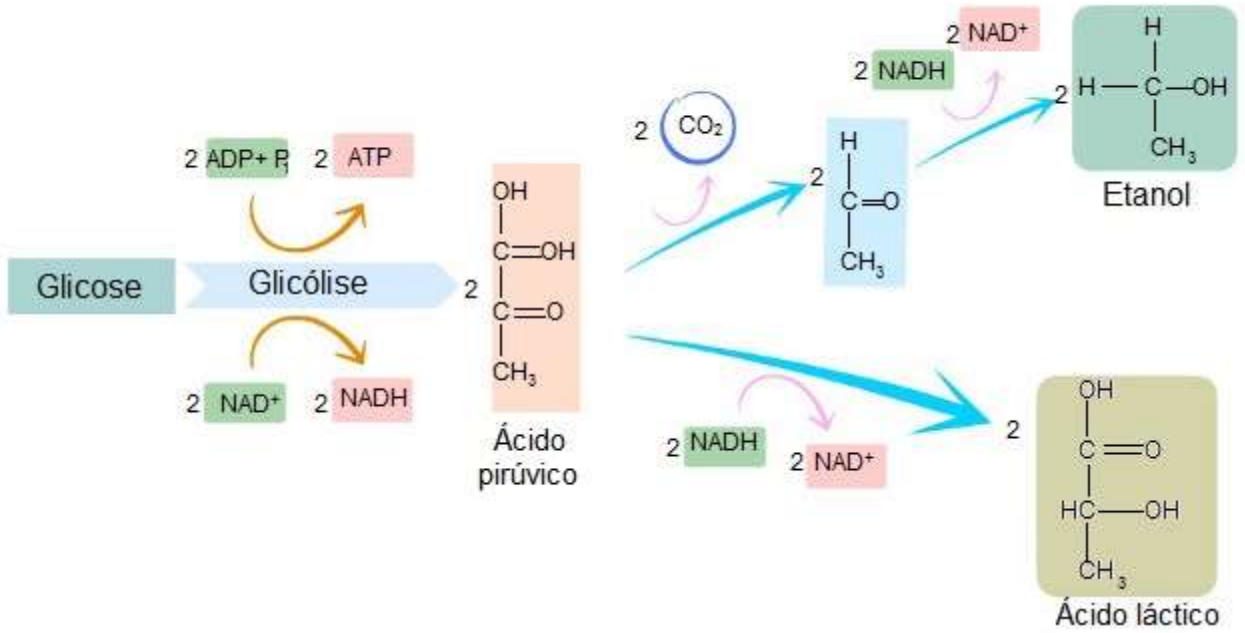
Penicillium sp.
Trametes sp.
Psilocybe sp.

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Fermentação alcoólica (álcool, bebidas, panificação)



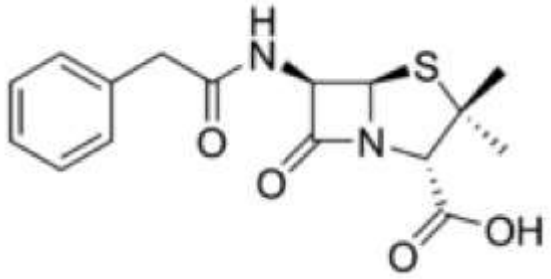


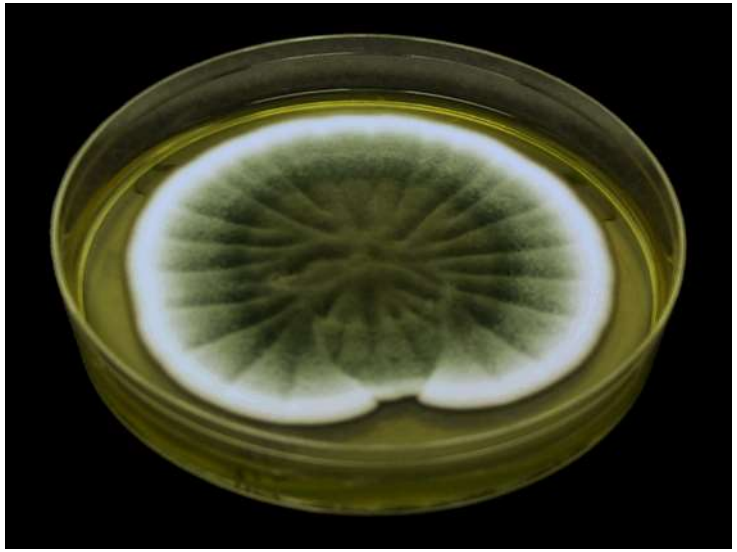


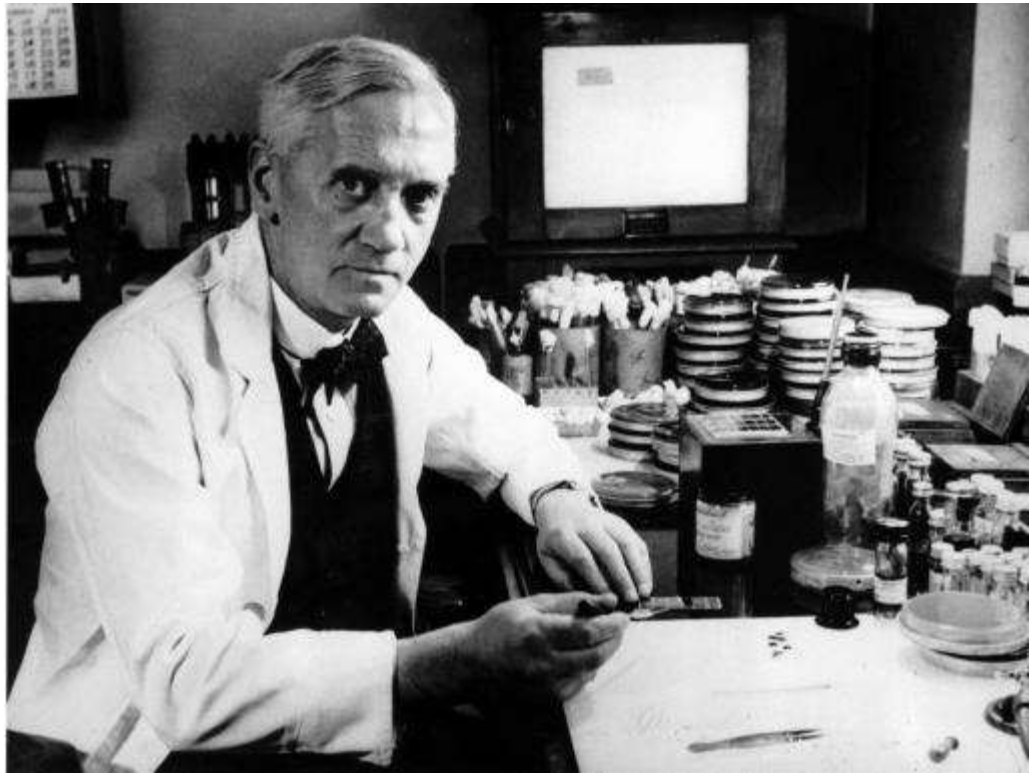
Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Produção de antibióticos (Ex.: Penicilina, Cefalosporina)





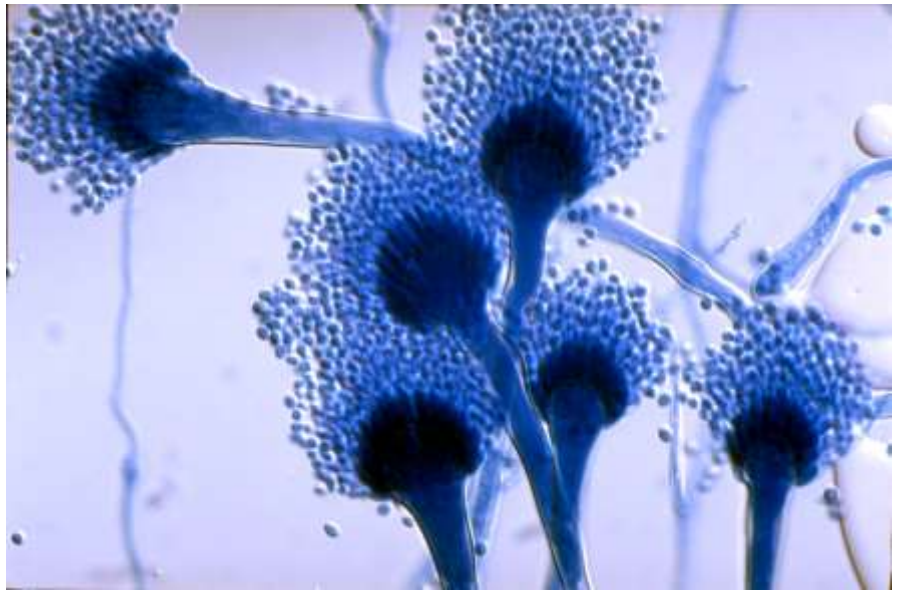


Alexander Fleming, descobridor da penicilina em 1928.

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Produção de ácidos orgânicos (Ex.: o ácido cítrico da Coca-Cola é produzido por uma espécie de *Aspergillus*)





Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

O lado bom...

- Medicamentos

O fungo propriamente dito:
Ex.: Floratil (*Saccharomyces boulardii* – levedura)



Enzimas
Celulases
Lipases
Ex.: Digestivos



Metabólitos
Hormônios
Esteróides
Ex.: Anticoncepcionais, morfina

A microbial biomanufacturing platform for natural and semisynthetic opioids

Kate Thodey[1], Stephanie Galanie[2] & Christina D Smolke[1]*

Nature Chemical Biology, v. 10, 2014

Importância dos fungos: o lado ruim e o lado bom

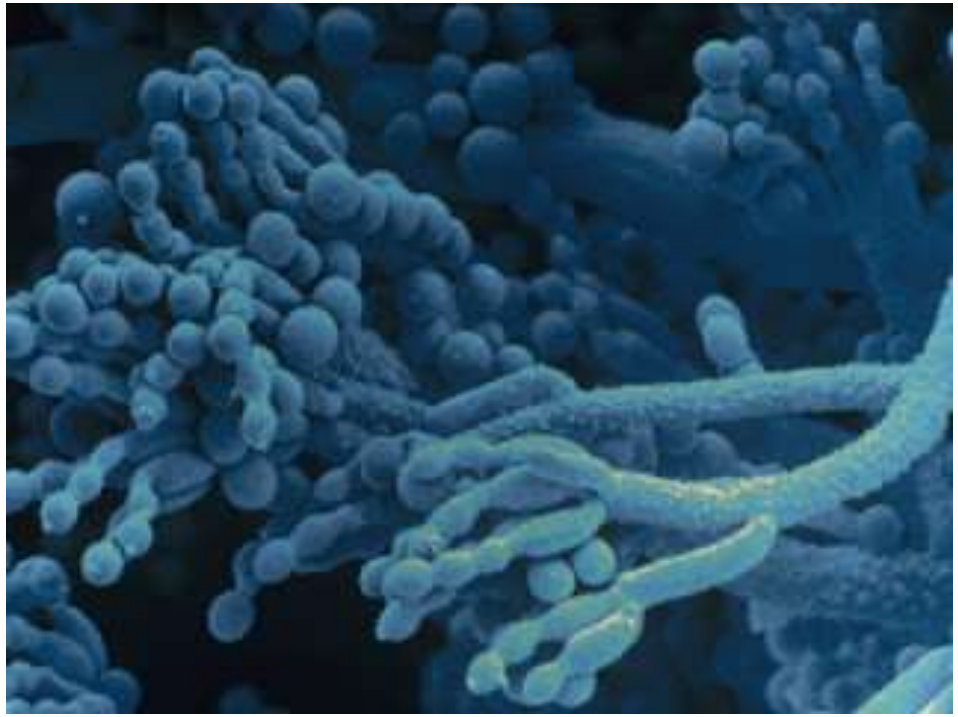
O lado bom...

- Maturação de queijos

  - **Roquefort** (*Penicillium roqueforti*)

  - **Gorgonzola** *(Penicillium glaucum*)

  - **Camembert** (*Penicillium candida*)







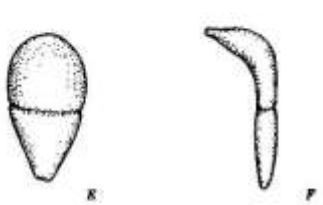


Morfologia

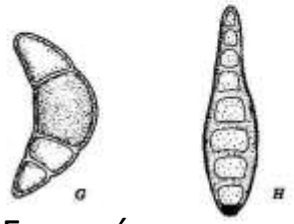
O **esporo** é a unidade reprodutiva dos fungos



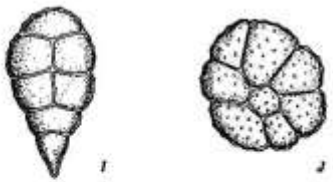
Amerósposros



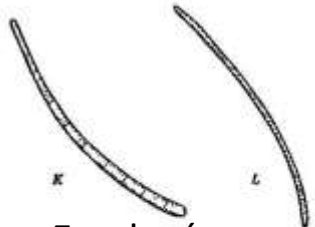
Didimósporos



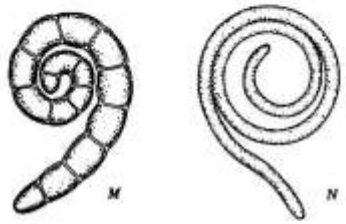
Fragmósporos



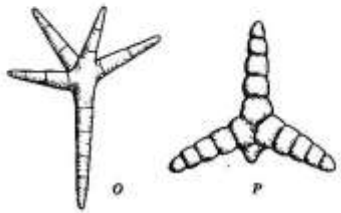
Dictiósporos



Escolecósporos



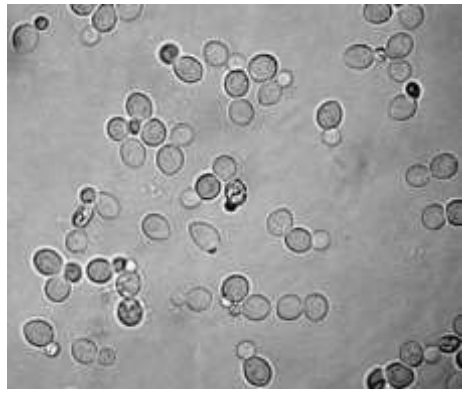
Helicósporos

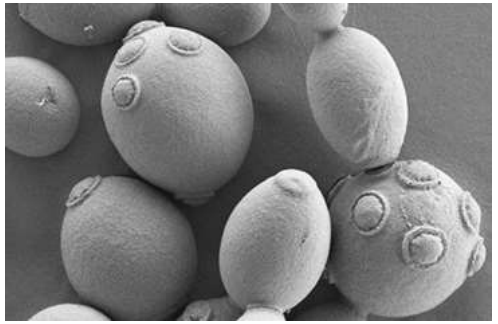


Estaurósporos

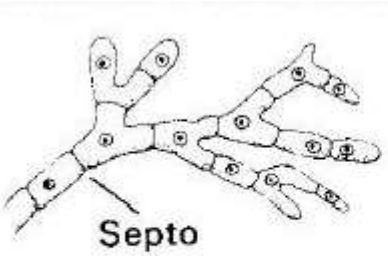
TALO SOMÁTICO

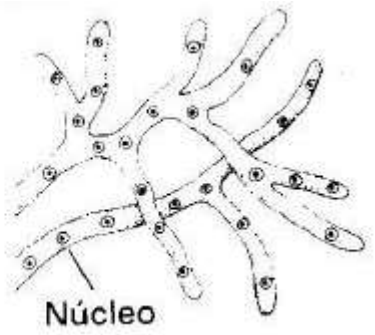
Leveduriforme (unicelular)
Ex.: Leveduras





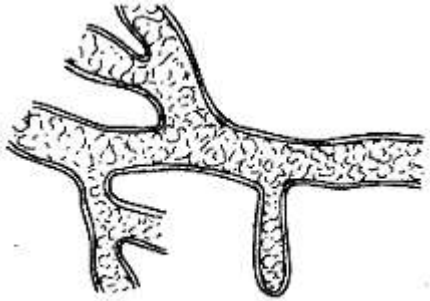
Filamentoso (multicelular)



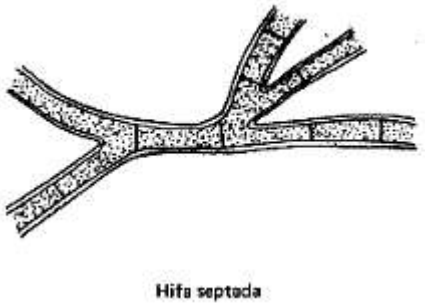




Hifas: filamentos tubulares microscópicos

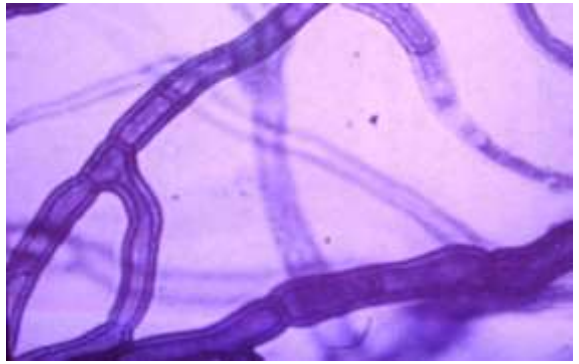


Hifa não septada



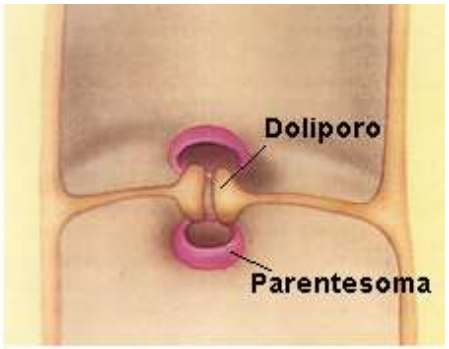
Hifa septada

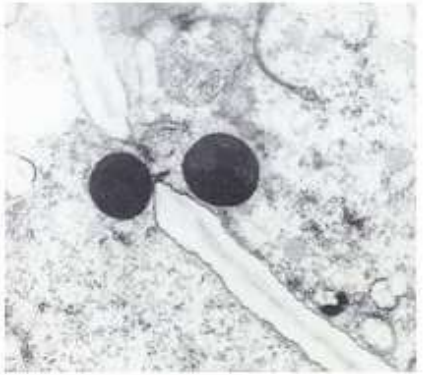


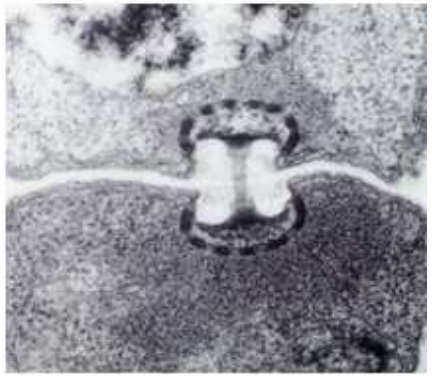


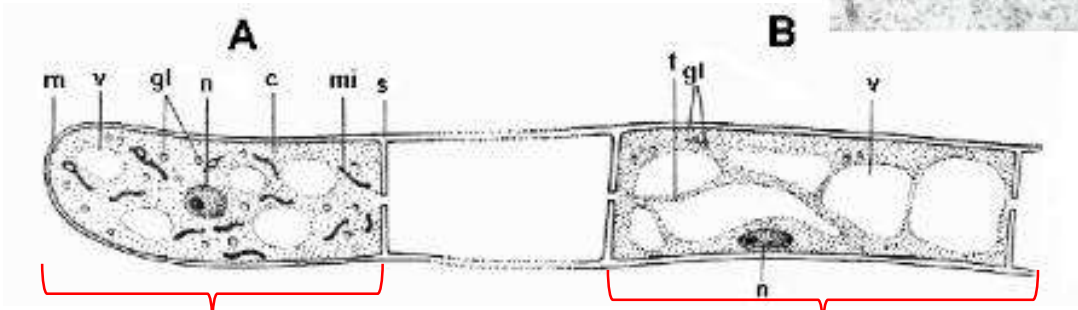
Septo e Poro







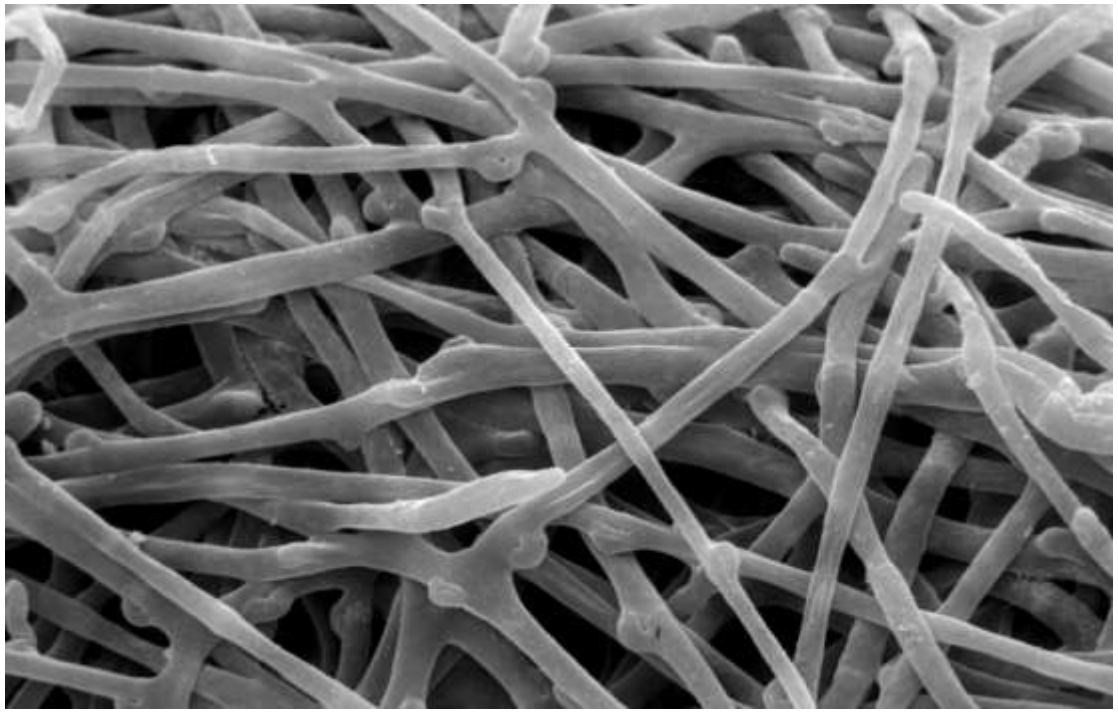




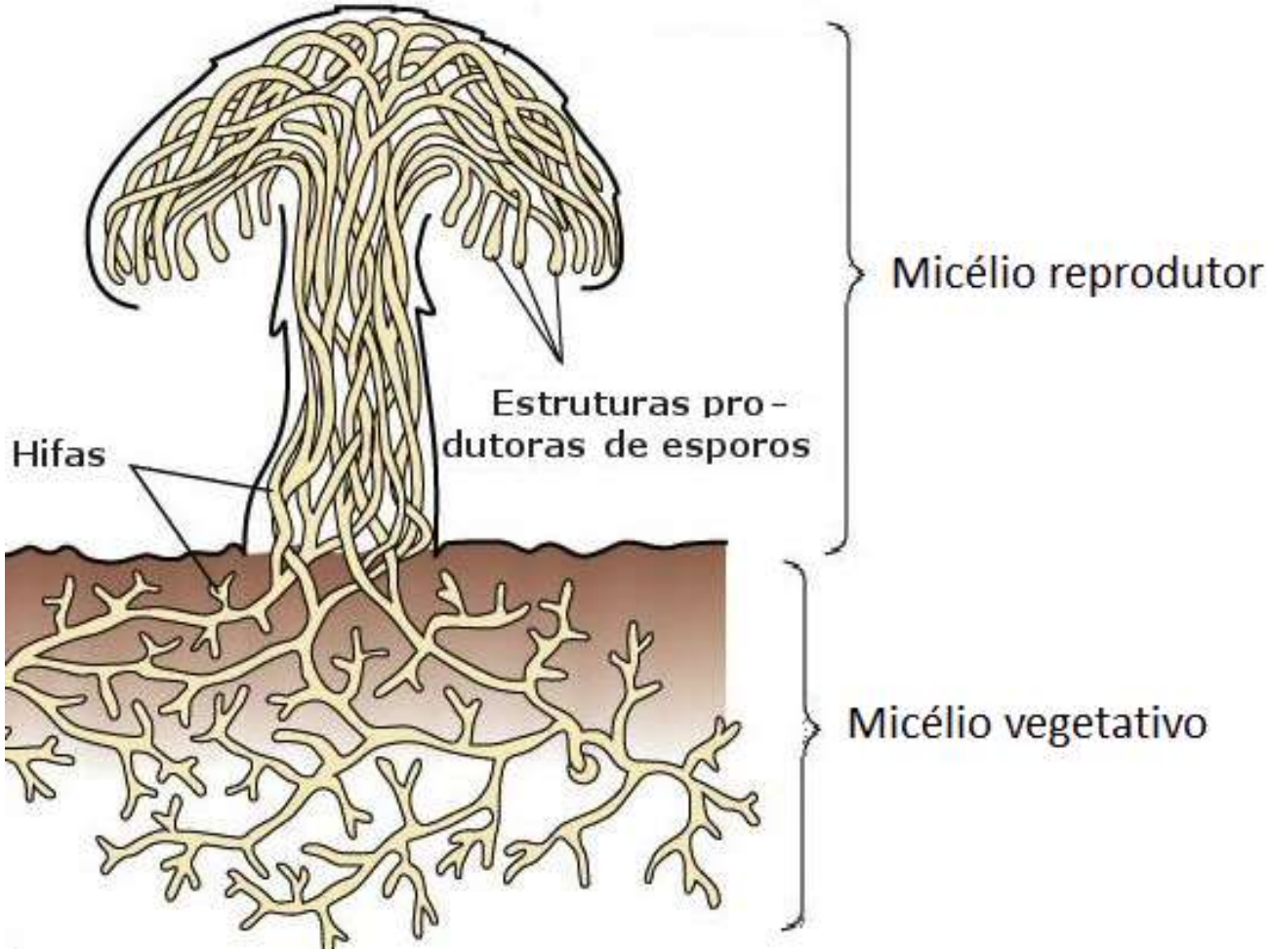
Porção jovem

Porção madura

Micélio: conjunto/emaranhado de hifas

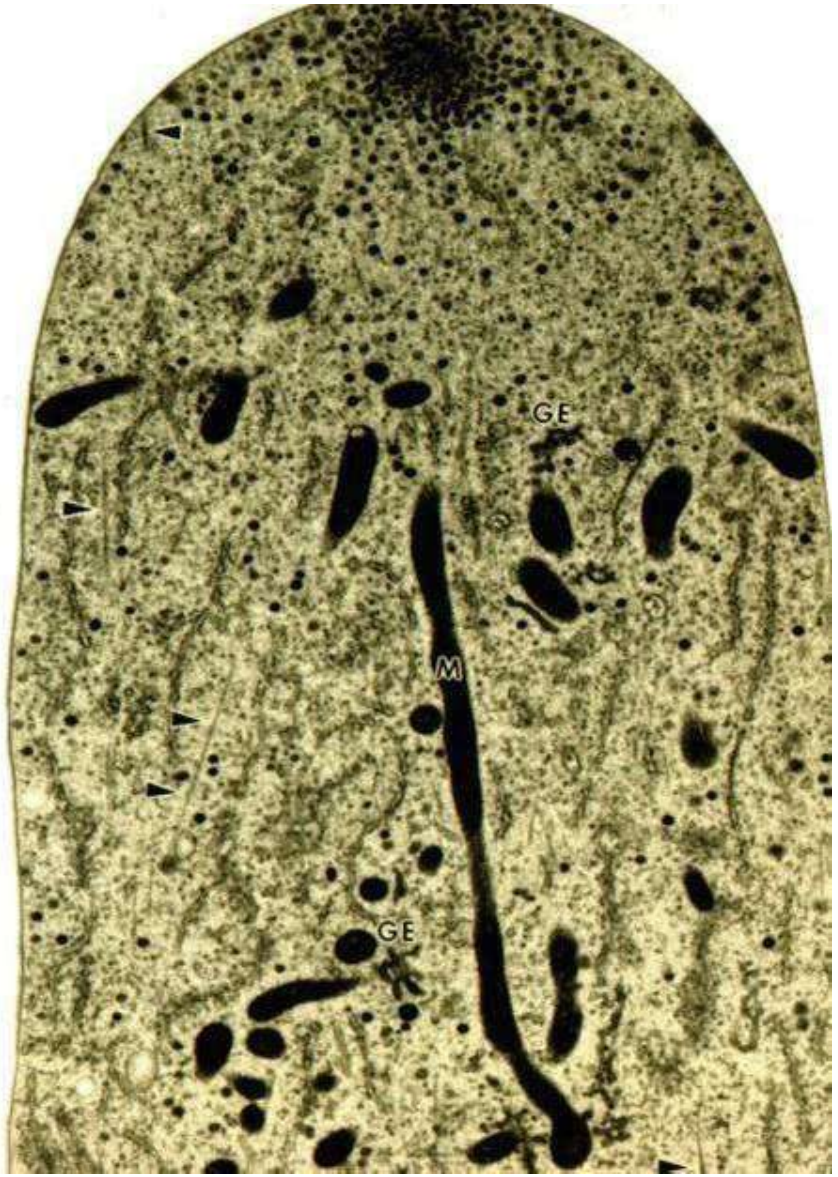




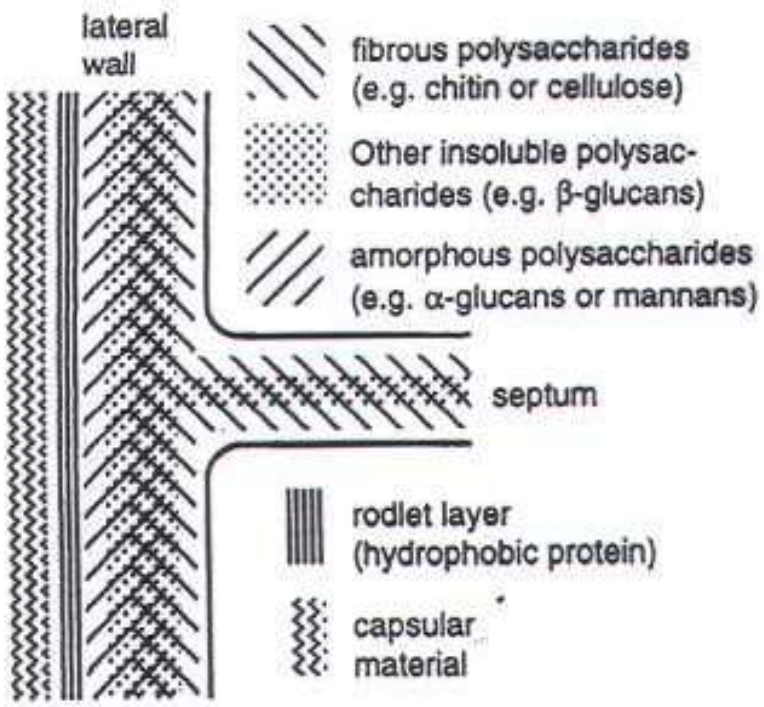


HIFA

- **Parede Celular**
- **Membrana Plasmática**
- **Citoplasma**



PAREDE CELULAR



Modelo da estrutura em camadas da parede celular das hifas fúngicas.

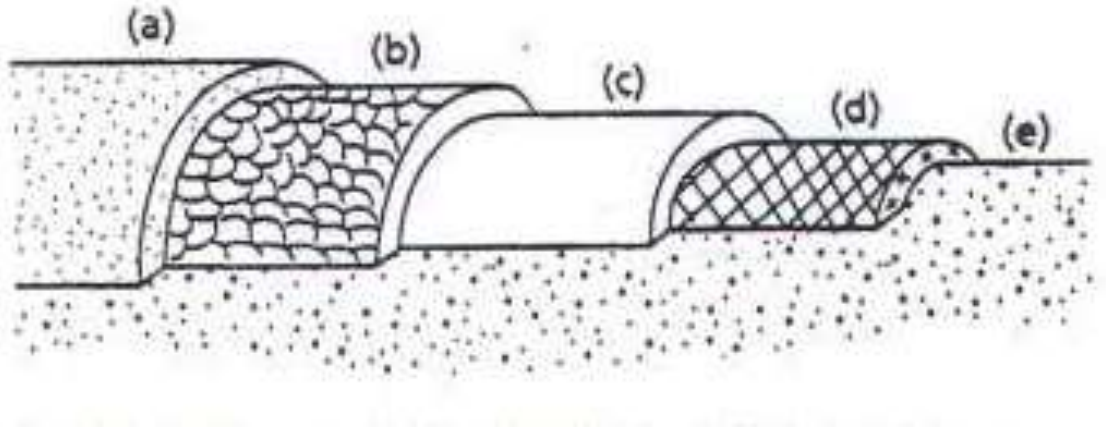
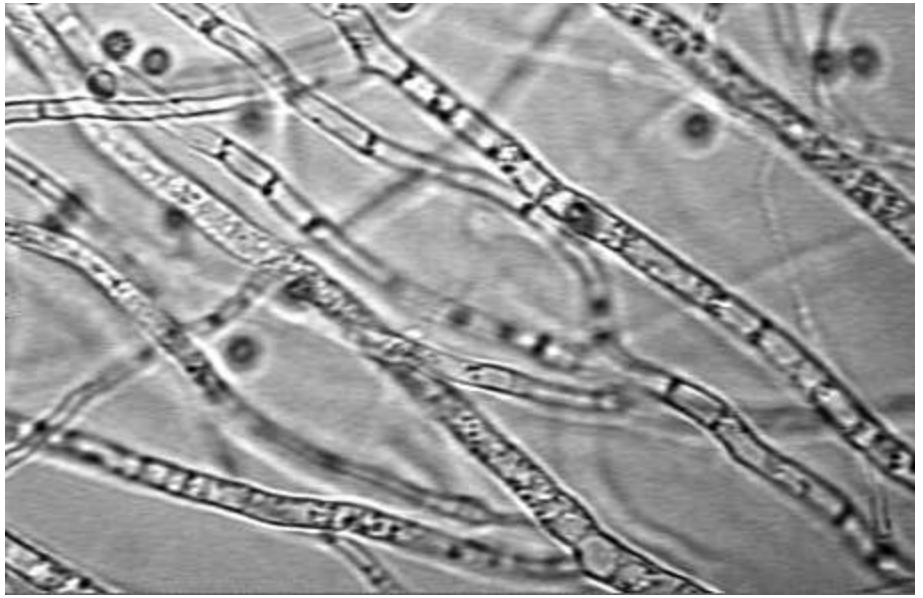


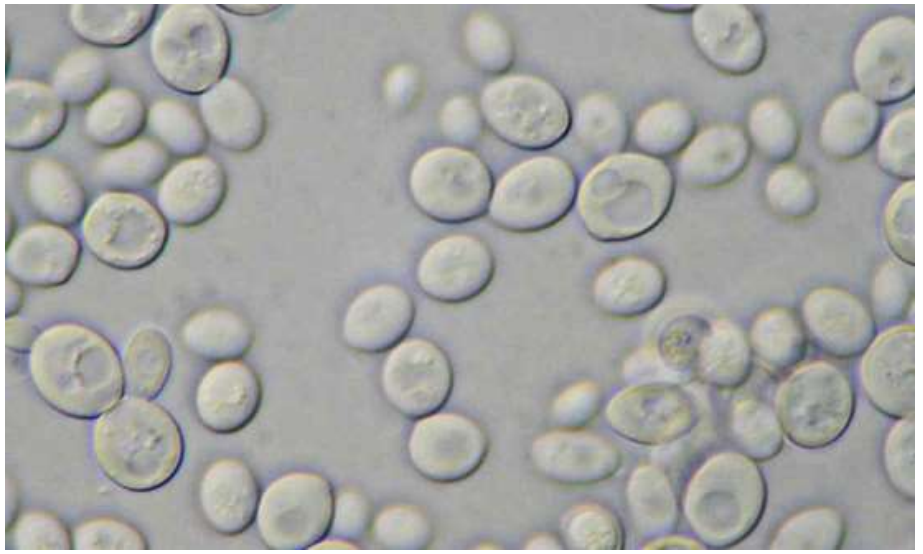
Diagrama ilustrativo da arquitetura das paredes celulares fúngicas de uma região madura da hifa de *Neurospora crassa* (ascomycota):

a) Camada mais externa constituída de formas amorfas de β-1,3 e β-1,6-glucanas;
b) Retículo glicoproteico incorporado a uma matriz proteica;
c) Camada de proteína mais discreta;
d) Microfibrilas de quitina incorporadas a uma matriz proteica;
e) Plasmalema.

Importância da Parede Celular

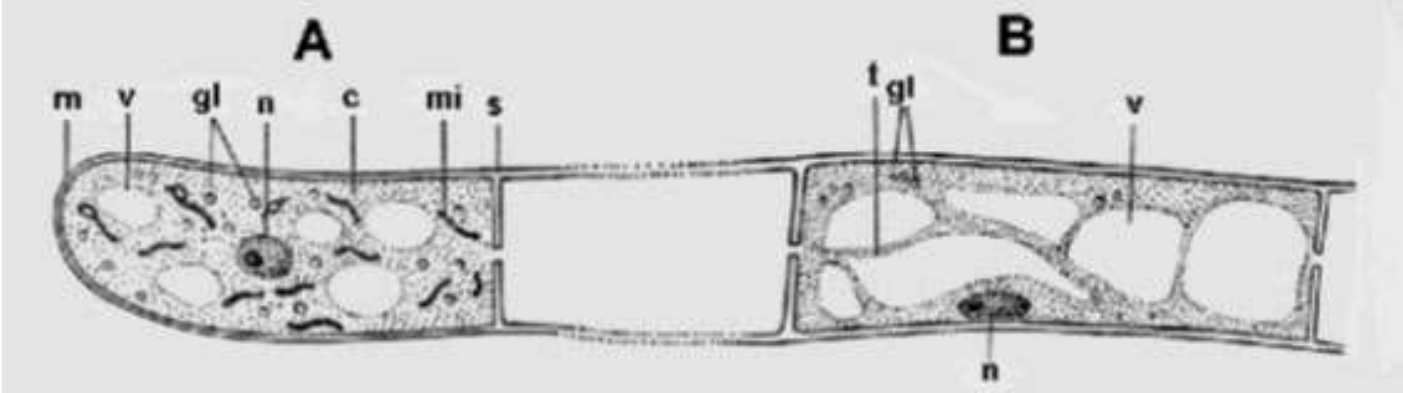
- Determina a forma – hifa ou levedura;
- Protege contra a lise osmótica;
- Atua como “peneira molecular”;
- Melanina presente – protege contra UV/enzimas líticas;
- Sítio de ligação para enzimas;
- Propriedades antigênicas.





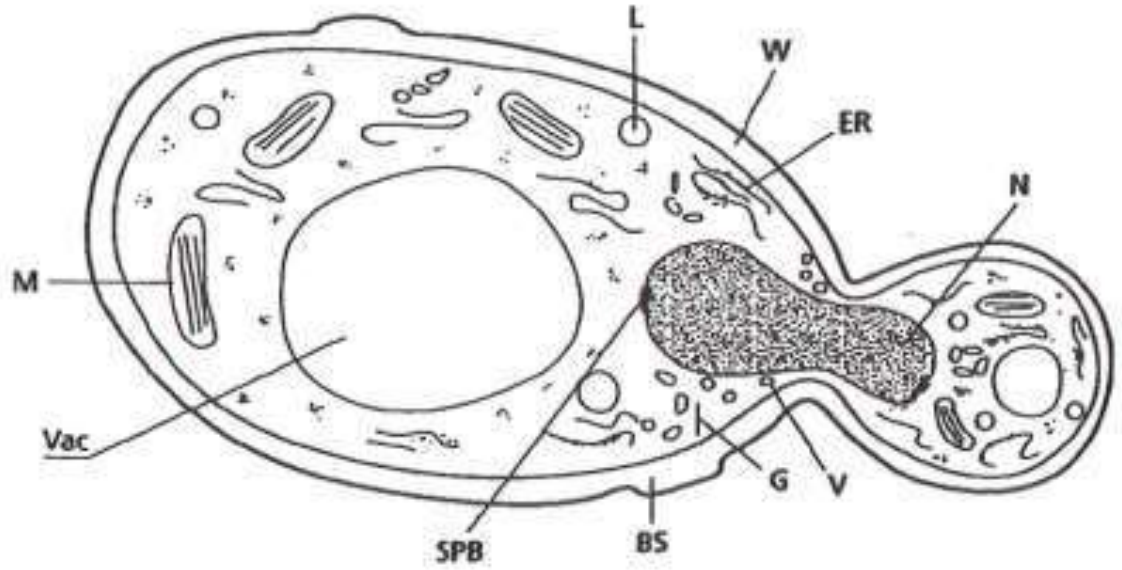
CITOPLASMA

- Laboratório bioquímico;
- Envolto pela membrana plasmática;
- Contém:
  - Retículo endoplasmático
  - Ribossomos
  - Mitocôndrias
  - Complexo de Golgi
  - Vacúolos
  - Grânulos de glicogênio



m: membrana plasmática;
v: vacúolo
gl: glóbulos lipídicos
n: núcleo
c: citoplasma
mi: mitocôndria
s: septo
t: trabécula

Levedura (unicelular)

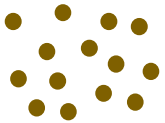


Representação diagramática da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (cerca de 5 µm). W – parede celular; Vac – vacúolo central; BS – cicatriz de brotamento; M – mitocôndria; L – corpúsculo de lipídio; G – complexo de Golgi; ER – retículo endoplasmático; V – vesícula; SPB – "spindle pole-body" equivalente aos centríolos em outros eucariotos; N – núcleo. Adaptado de Deacon (1997).

Estágios de crescimento dos fungos

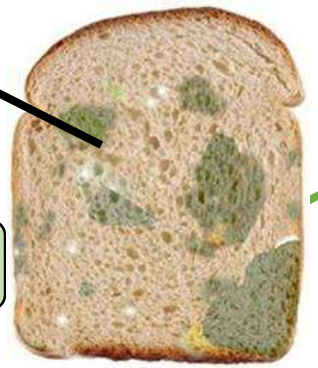
Os esporos asseguram a sobrevivência do fungo!

Esporos



Germinação

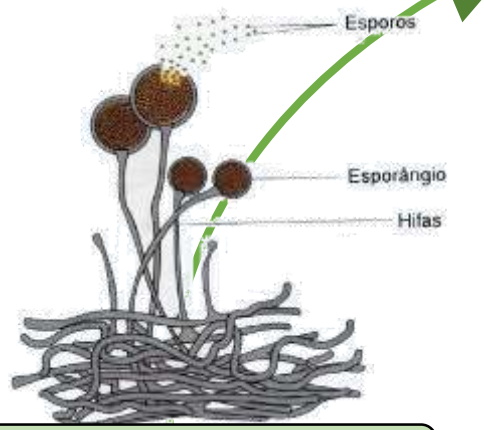




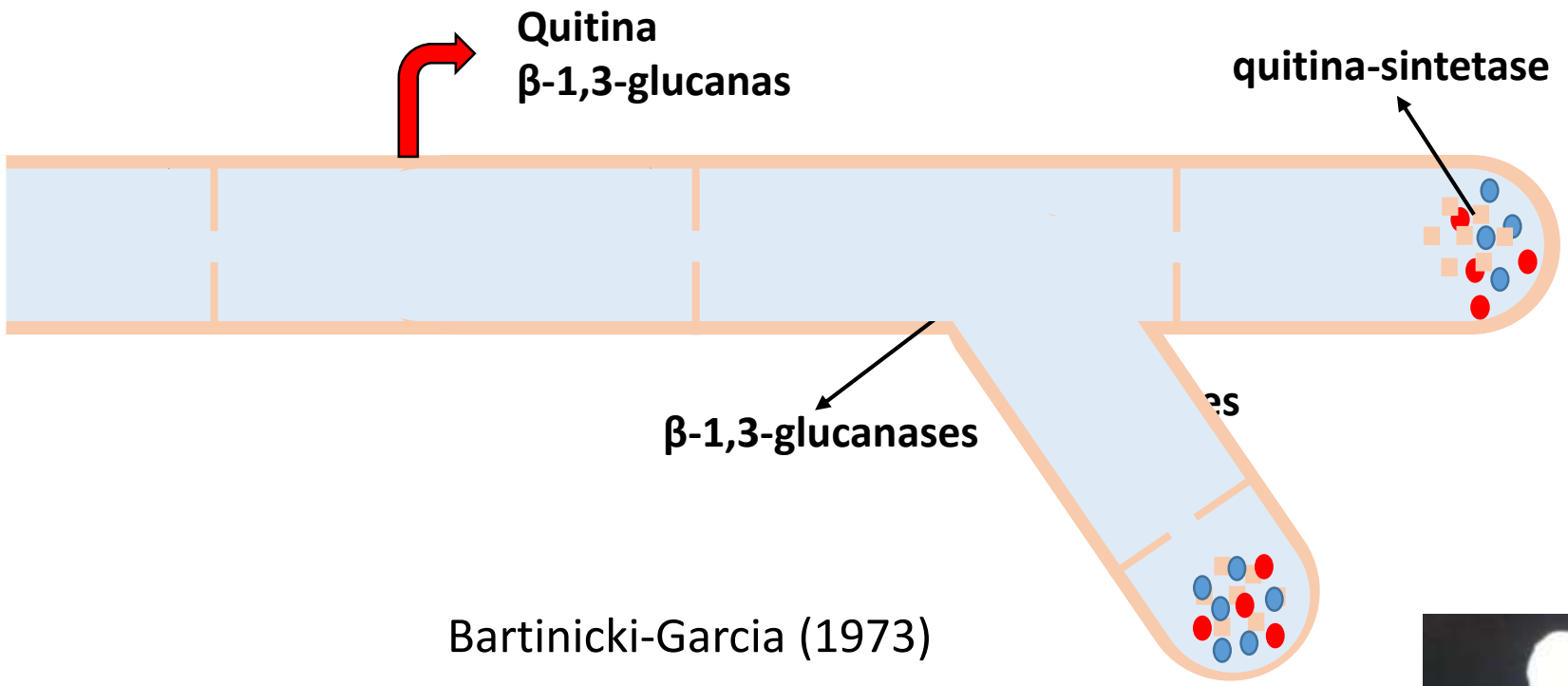


Crescimento vegetativo

Esporulação



Crescimento Vegetativo



Bartinicki-Garcia (1973)

"A hifa é constantemente rígida".

Crescimento envolve a elongação do tubo germinativo na extremidade

↓

Tubo germinativo começa a ramificar

↓

Hifas

↓

Colônia fúngica

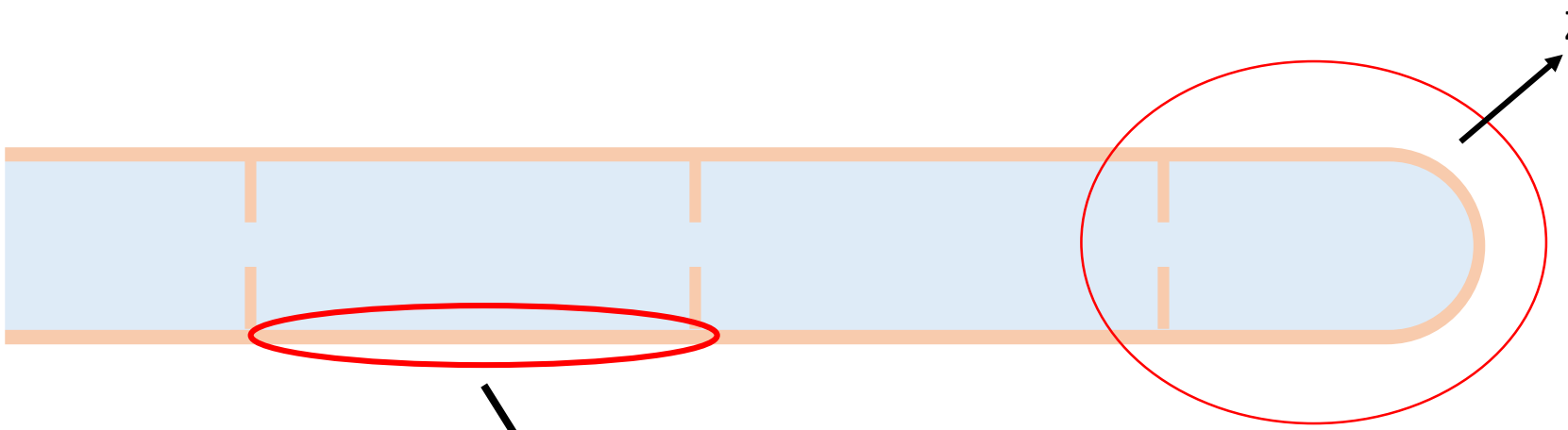


Circular – meio sólido

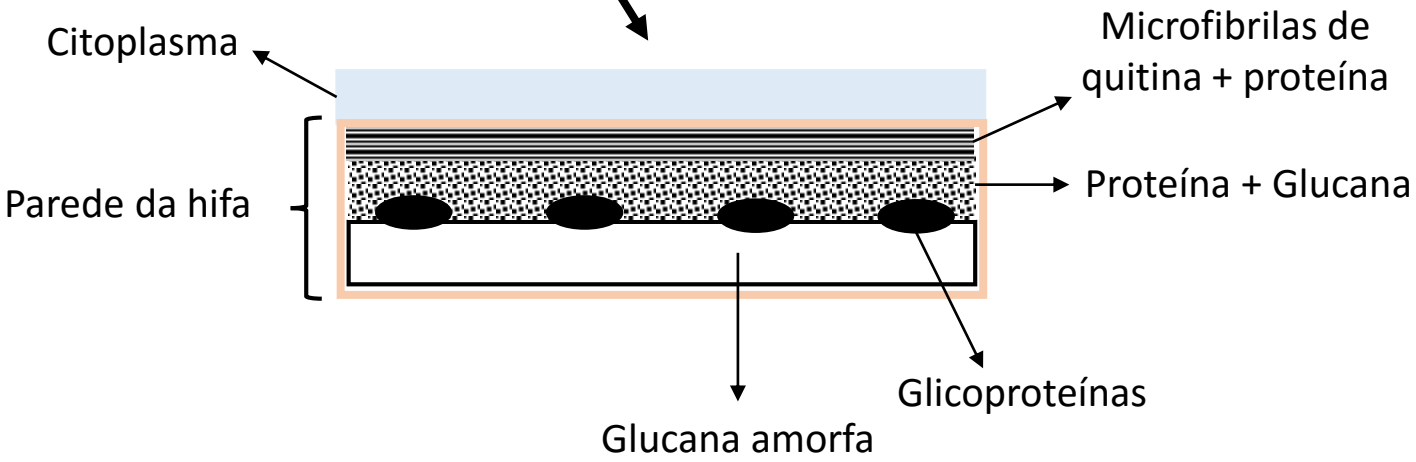


Esférica – meio líquido

Elongação das hifas – composição da parede



Zoom!!!



- Extremidade da hifa: 50-100 µm
- Crescimento dos fungos micelianos:
  - Extensão das extremidades hifálicas
  - Partes velhas incapazes de crescerem (formação de novo protoplasma)

Neurospora sp.: 3,6 – 3,8 mm/h

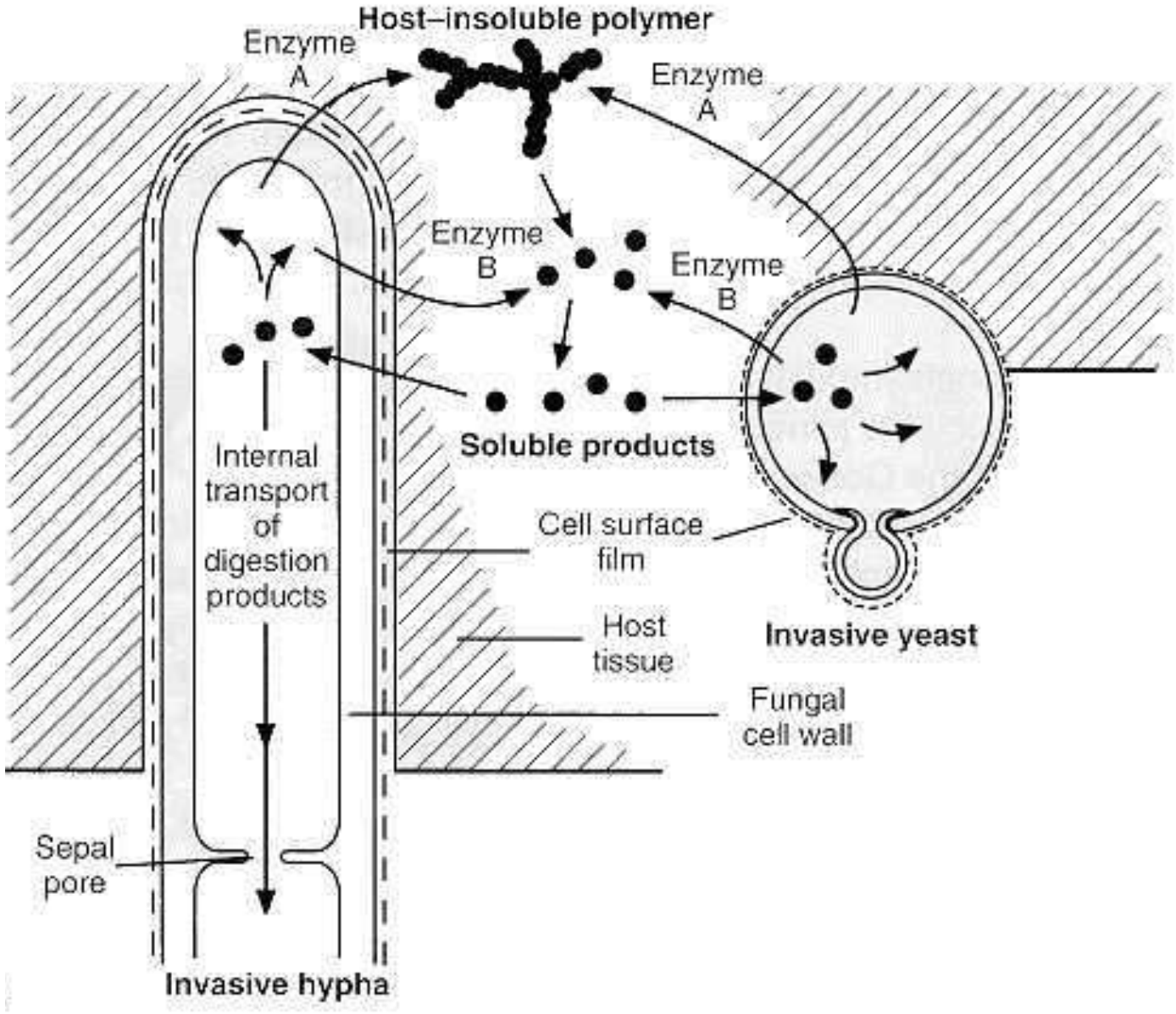
Crescimento – digestão e absorção

1. O fungo libera uma enzima A capaz de degradar o polímero insolúvel;

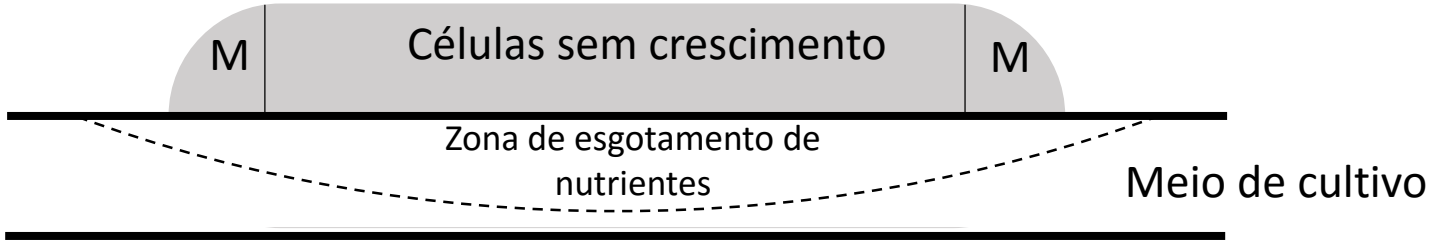
2. Normalmente, esta primeira enzima quebra o polímero em moléculas menores, dissacarídeos, ainda não assimiláveis pelo fungo;

3. Uma enzima B quebra os dissacarídeos em monossacarídeos, sendo, estes últimos, absorvidos pelo fungo por transporte através da membrana;

4. No interior do microrganismo, os produtos são transportados e servem para diversas funções metabólicas.



Crescimento – digestão e absorção

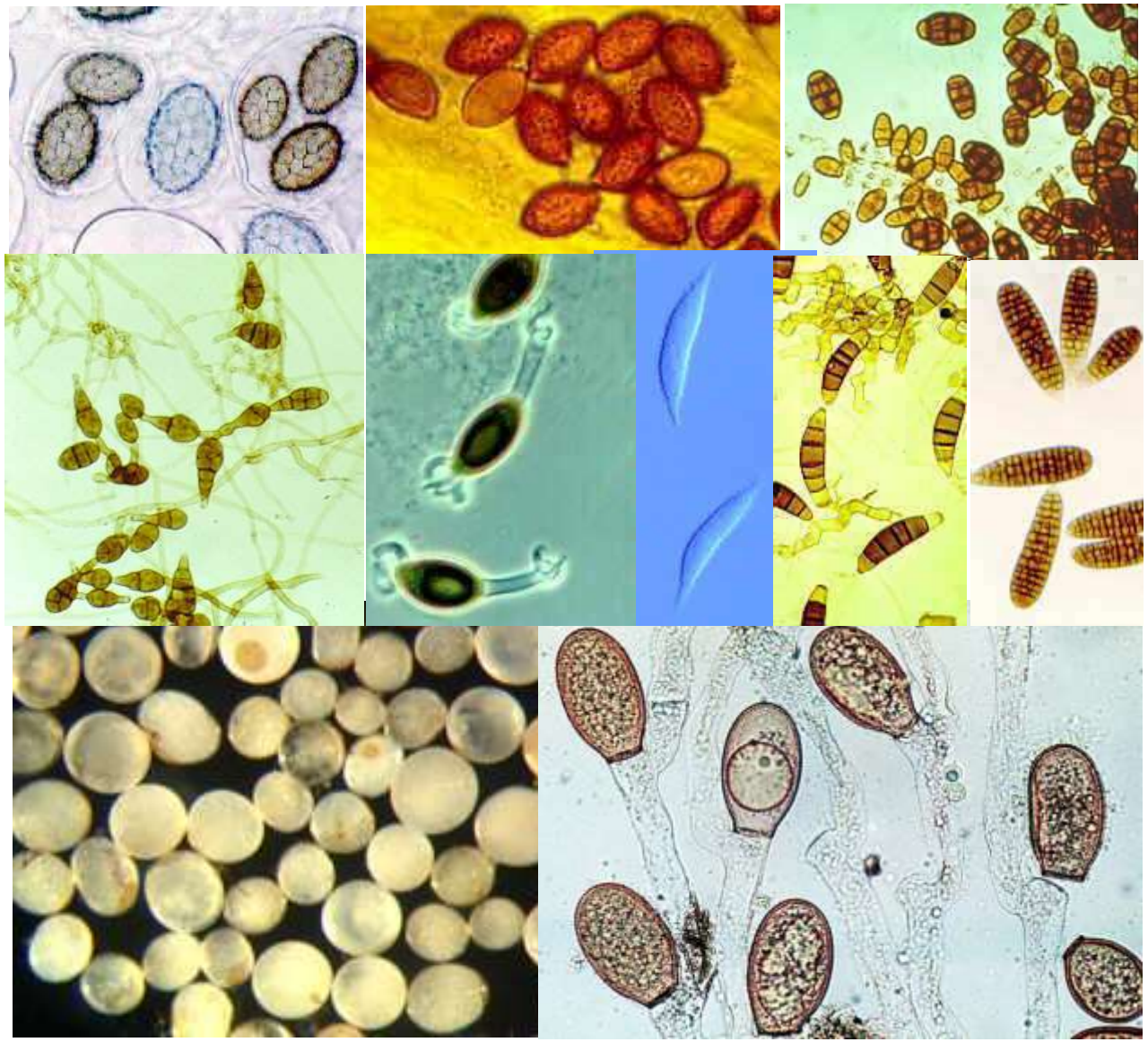


In vitro, a zona de maior crescimento dos fungos e das leveduras é a região marginal (M) das colônias. Abaixo da colônia há uma zona de esgotamento de nutrientes que aumenta de tamanho com o crescimento e idade da colônia. A zona M, geralmente, é livre de metabólitos inibitórios.

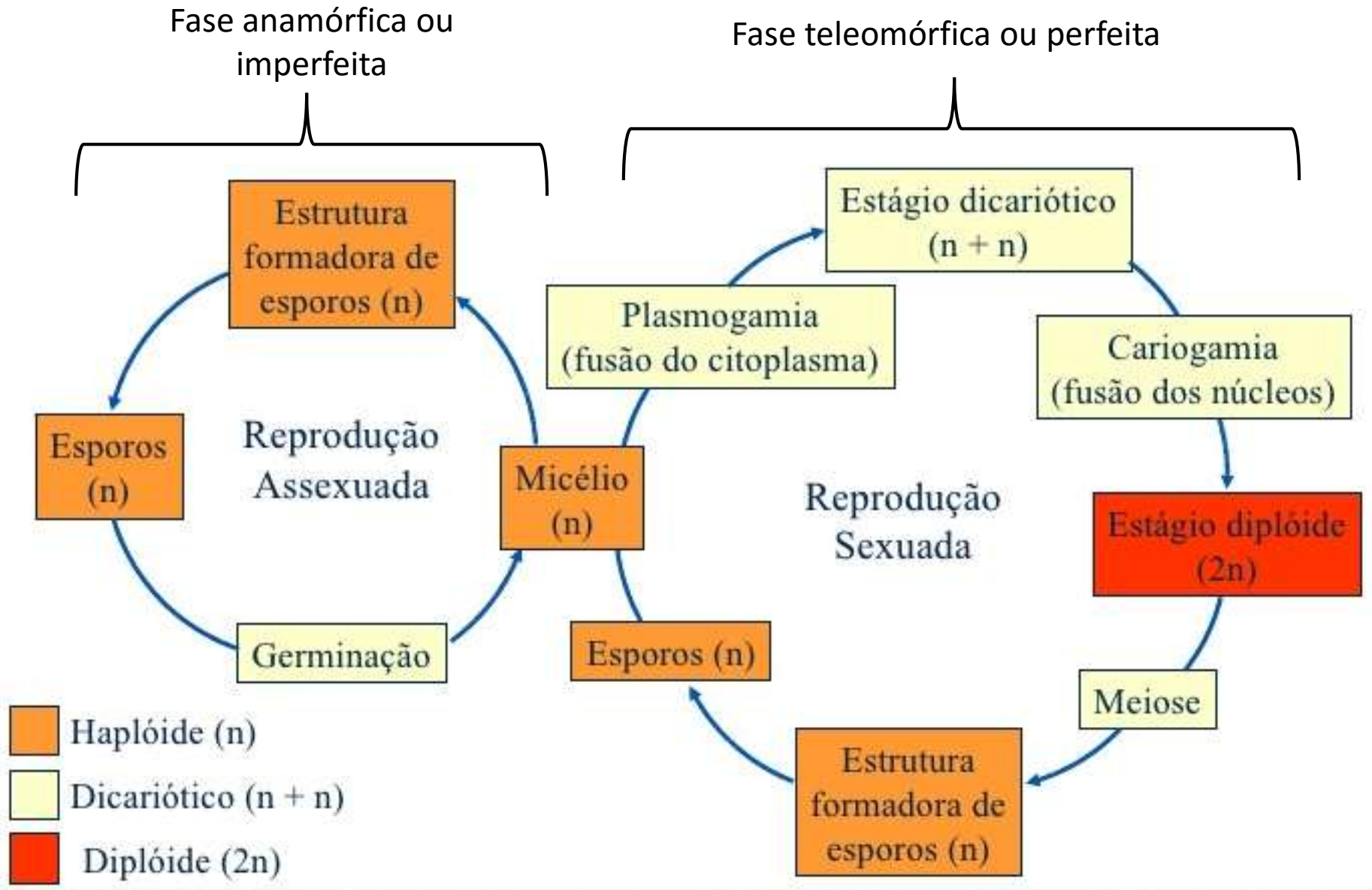
Reprodução (Esporulação)

- Enquanto há nutriente disponível – **hifas assimilativas**

- A partir do momento em que o nutriente se torna indisponível - **esporulação**



Ciclo de vida



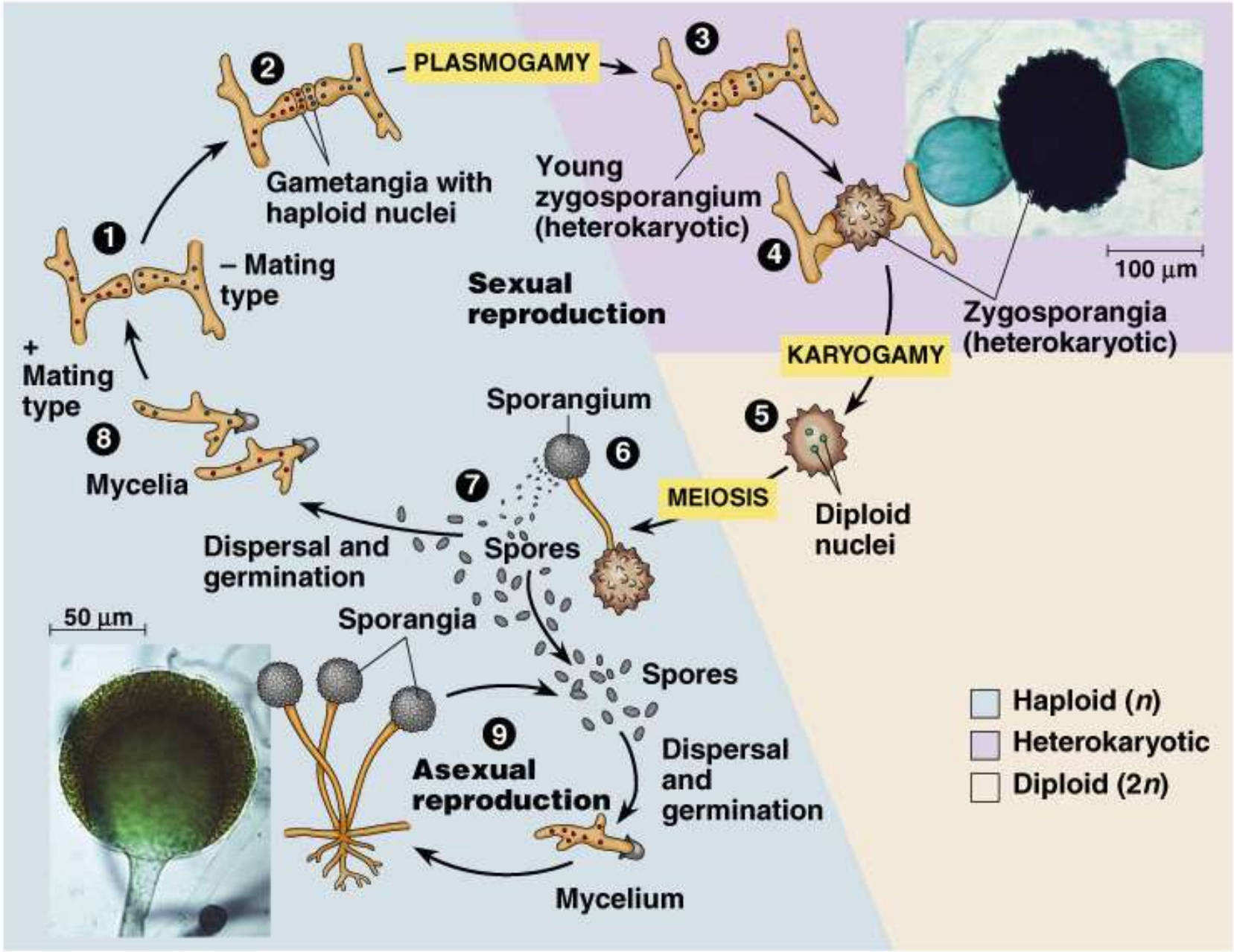
Anamórfico x Teleomórfico

Table 1.7 The generic names for some of the sexual stages (known as teleomorphs) and asexual stages (anamorphs) of fungi that are frequently seen only in the asexual form.

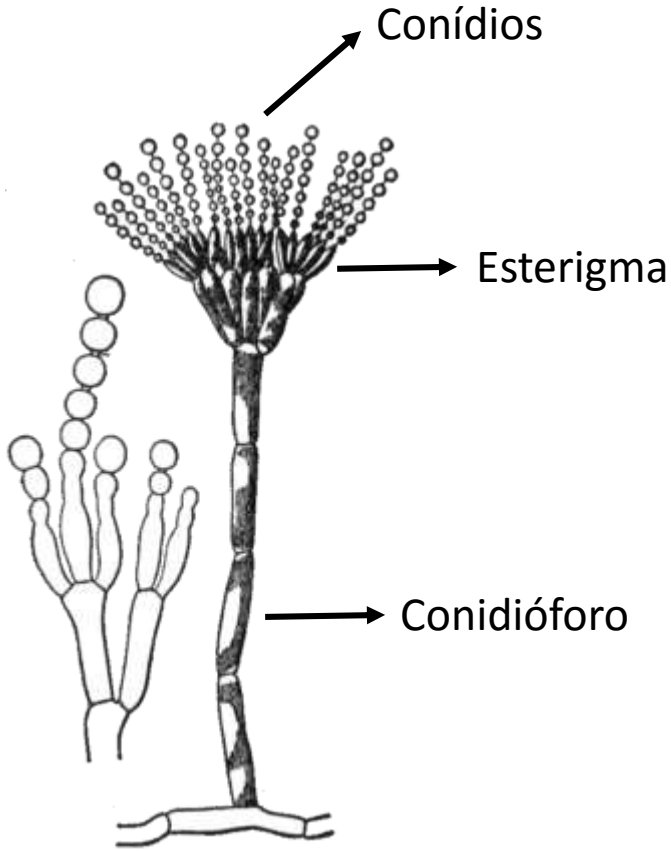
Anamorph	Teleomorph
Aspergillus	*Eurotium* *Emericella*
Penicillium	*Eupenicillium* *Talaromyces*
Trichoderma	*Hypocrea*
Fusarium	*Gibberella* *Nectria*
Microsporum *Trichophyton*	*Arthroderma*
Blastomyces *Histoplasma*	*Ajellomyces*
Rhizoctonia	*Ceratobasidium* *Thanatephorus* *Waitea*

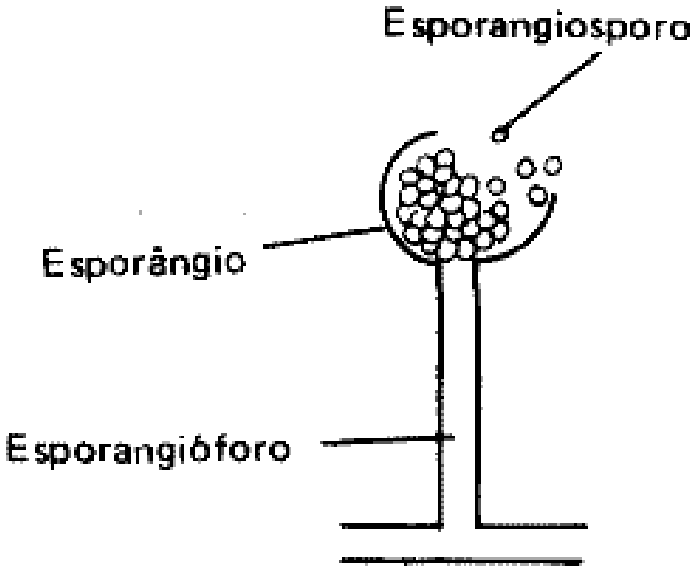
A classificação é baseada no teleomorfo!

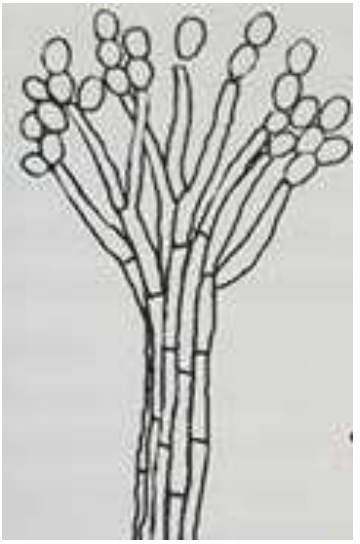
Ciclo de vida – *Rhizopus stolonifer*



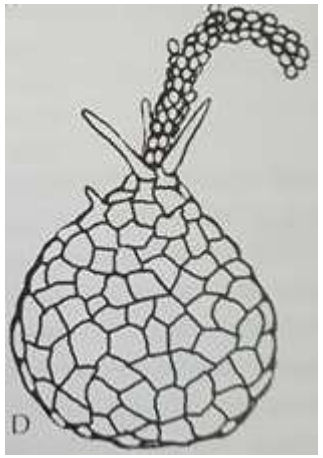
Estruturas características do ciclo assexual





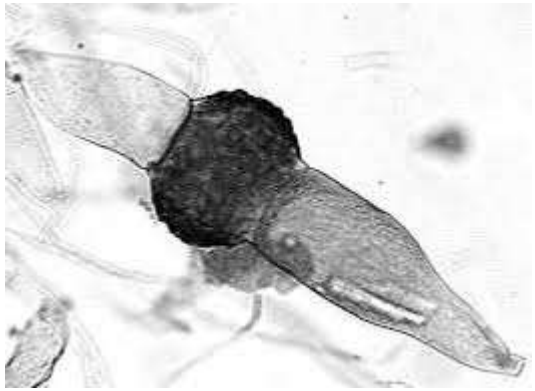


Sinema

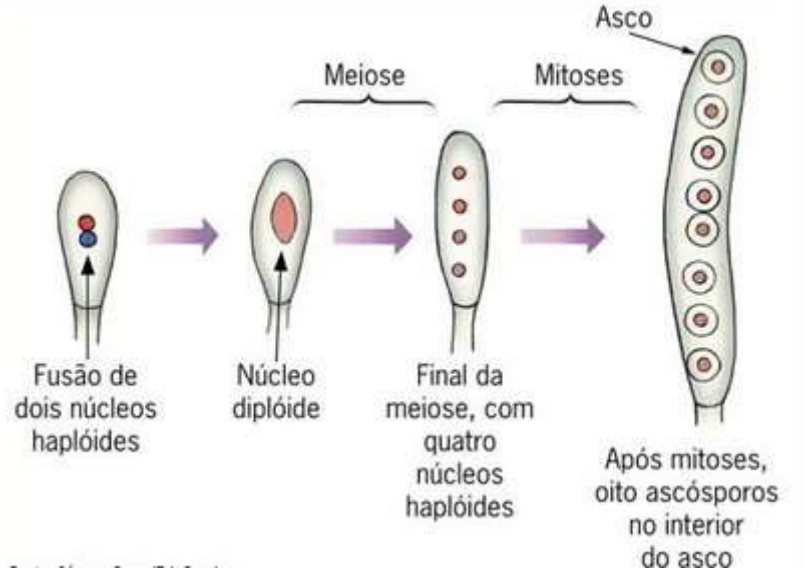


Picnídio

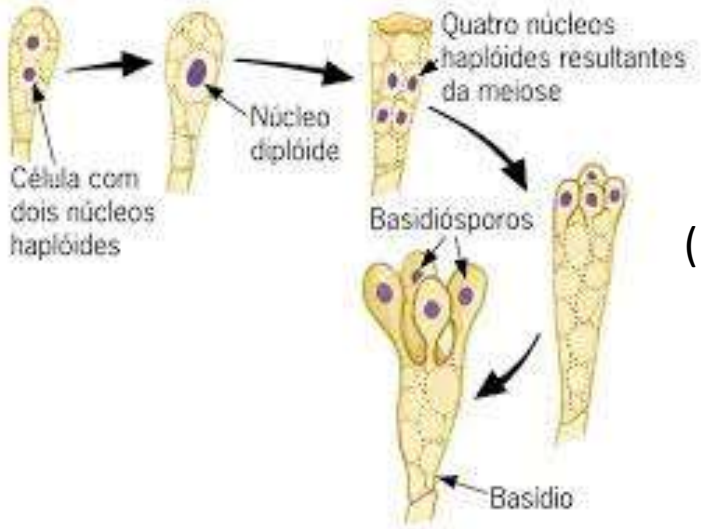
Estruturas características do ciclo sexual



Gametângios
(zigomicetos)

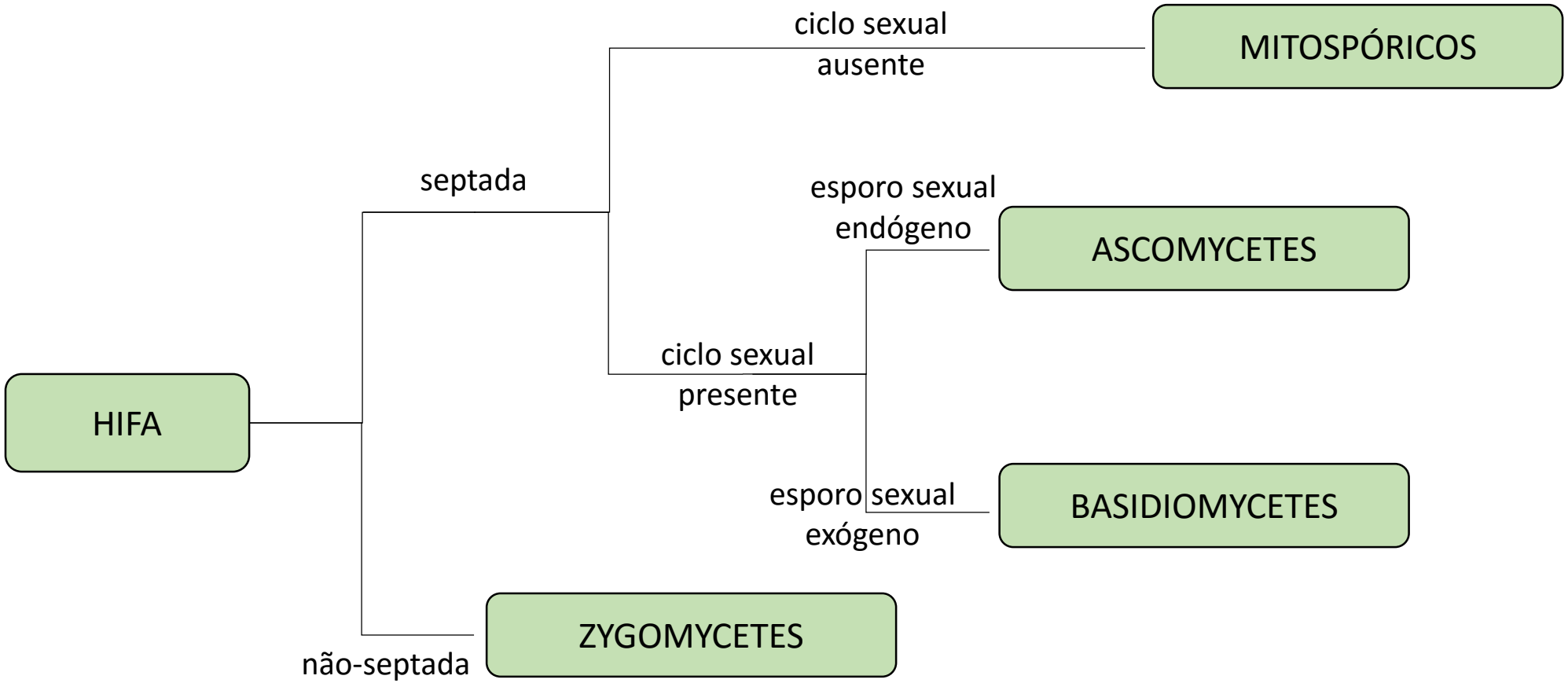


Ascos
(ascomicetos)



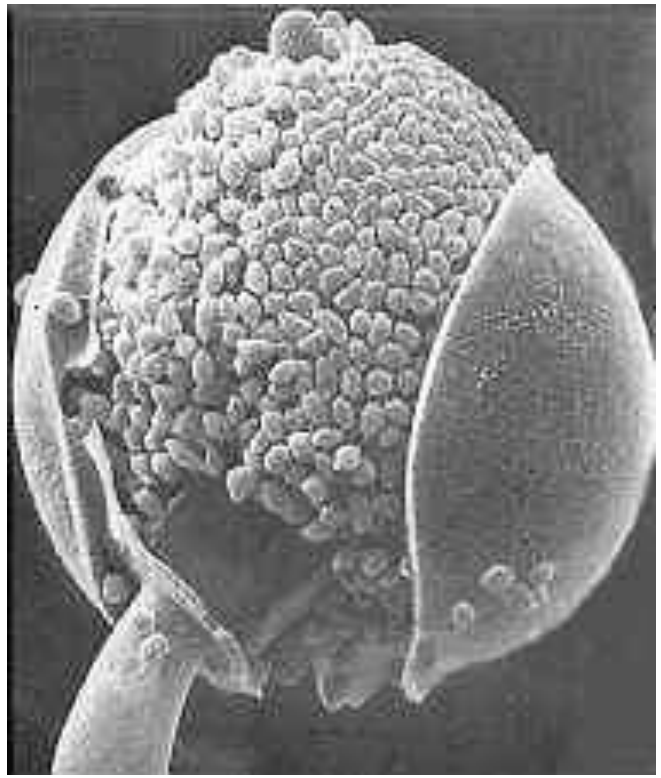
Basídias
(basidiomicetos)

Classificação dos Fungos



Zygomycetes
Quitina e β-glucana na parede / hifas sem septo

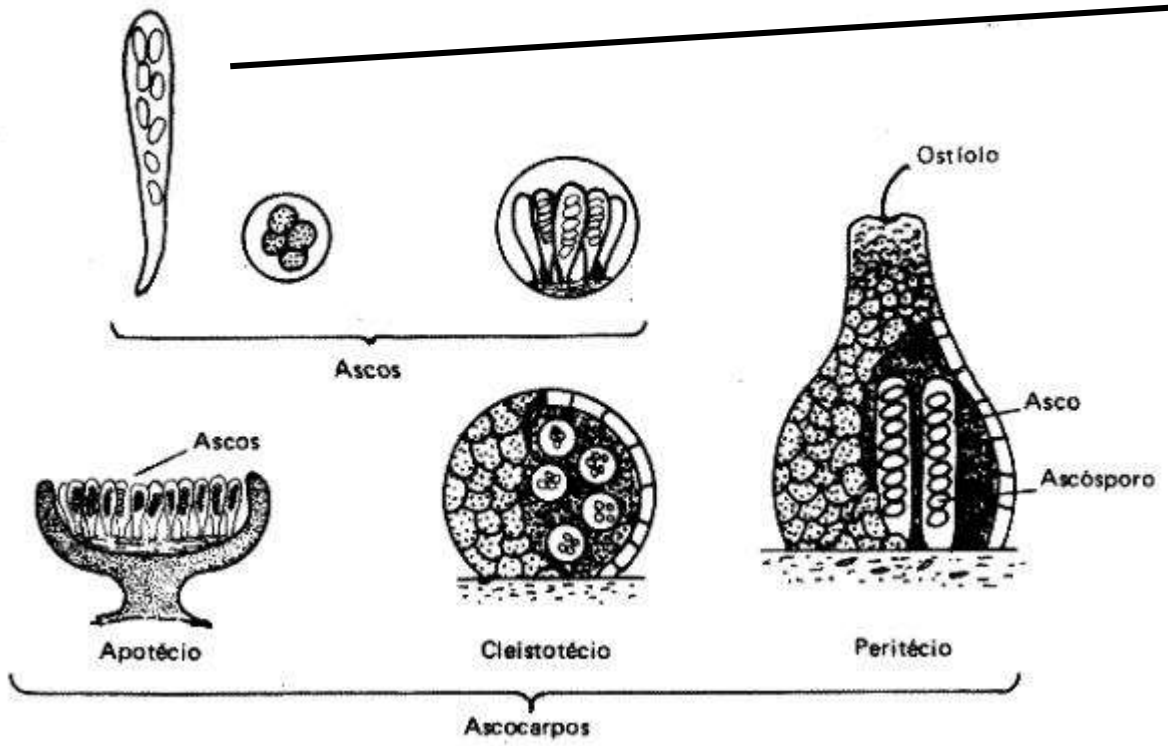


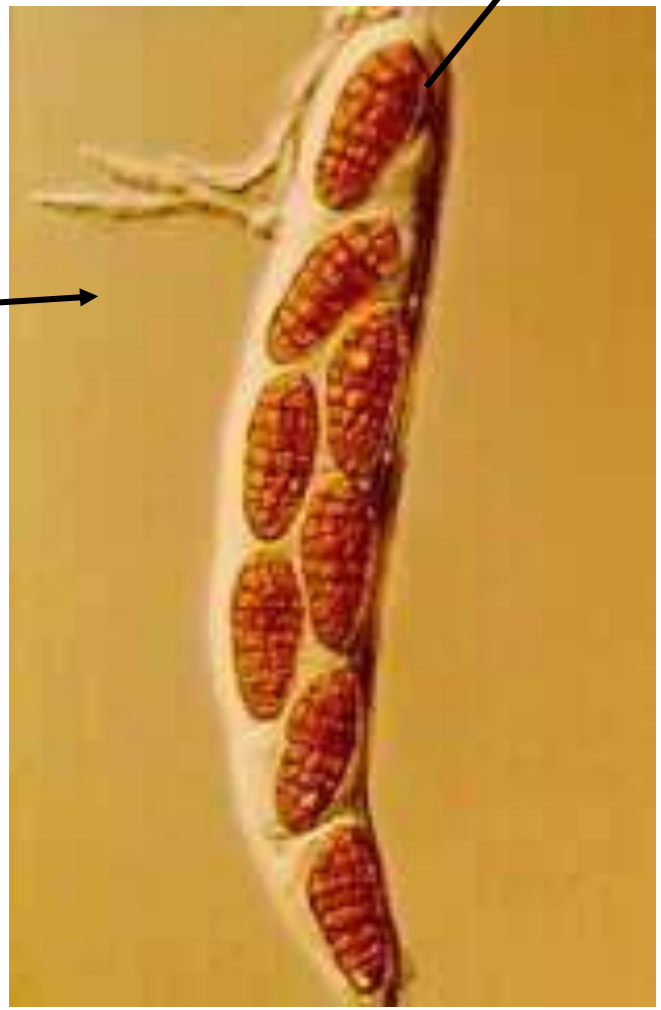


Esporângios com esporos imóveis - aplanósporos

Ascomycetes

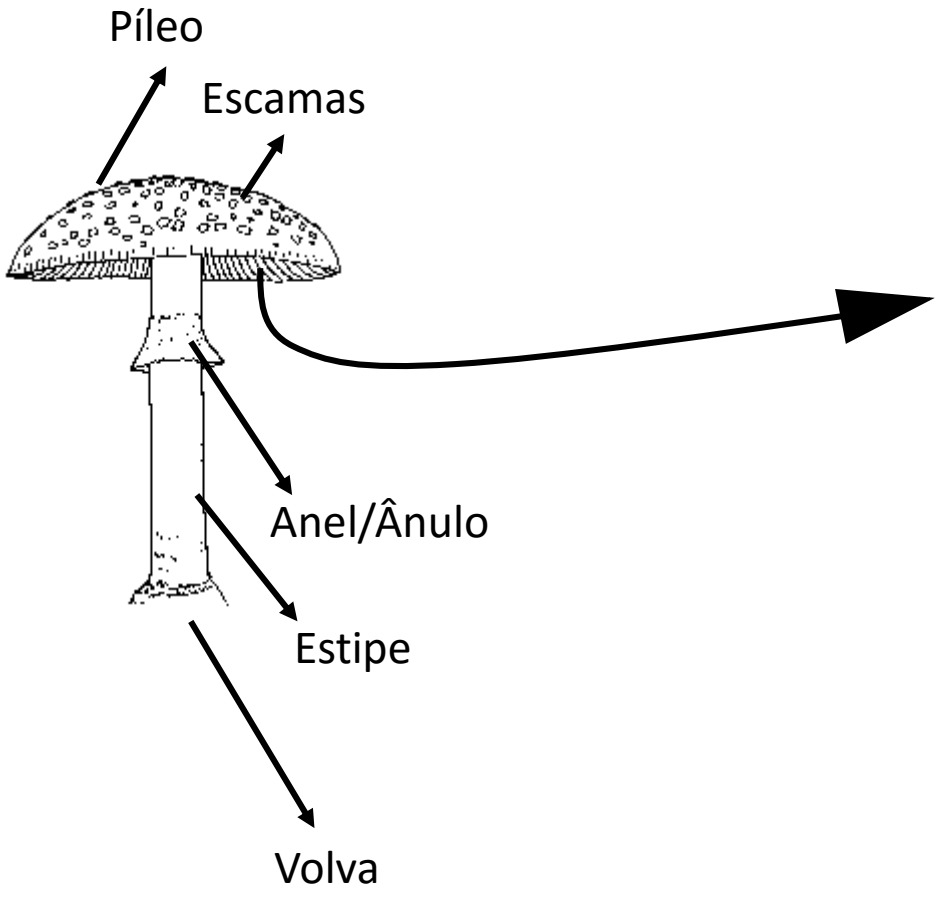
Quitina e β-glucana na parede / hifas com septo

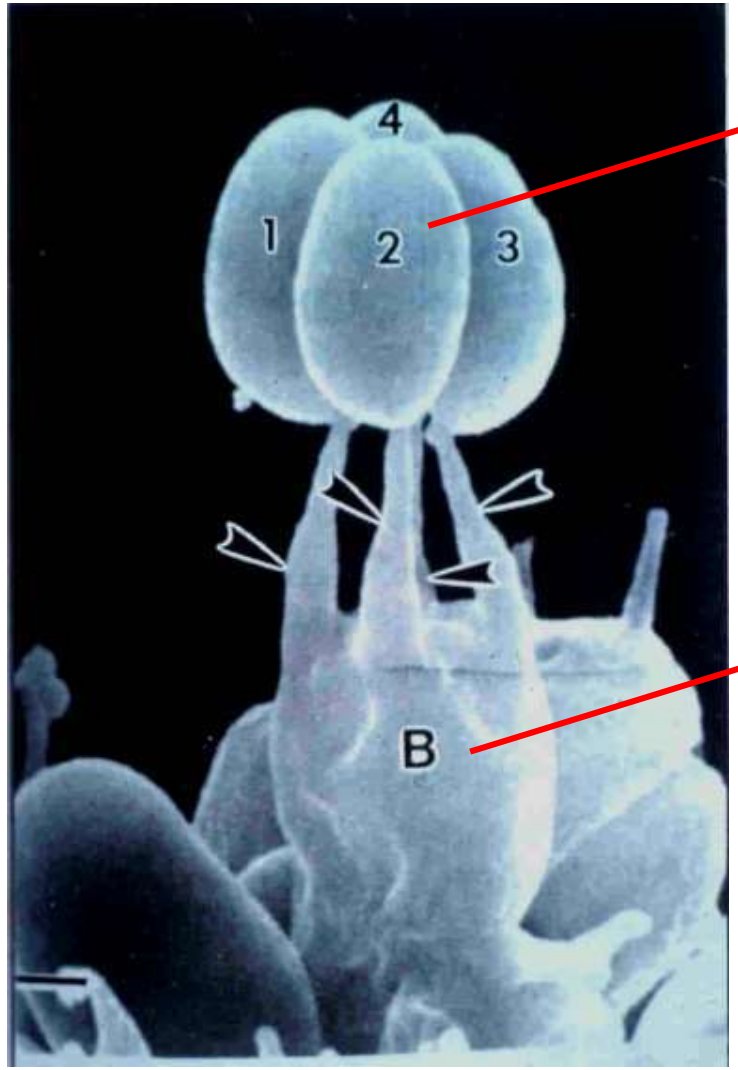




Basidiomycetes

Quitina e β-glucana na parede / hifas com septo





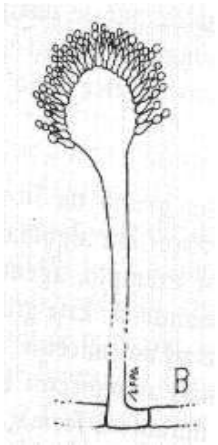
basidiósporos

basidio

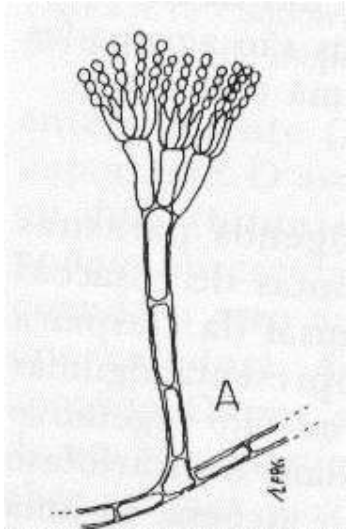
Fungos mitospóricos
Quitina e β-glucana na parede / hifas com septo

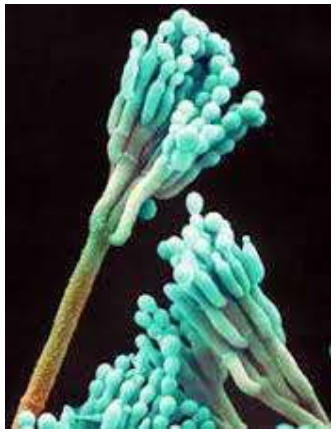
- São fungos de fase sexual desconhecida;
- Produzem esporos clonais (mitose).
- Os esporos são produzidos em:

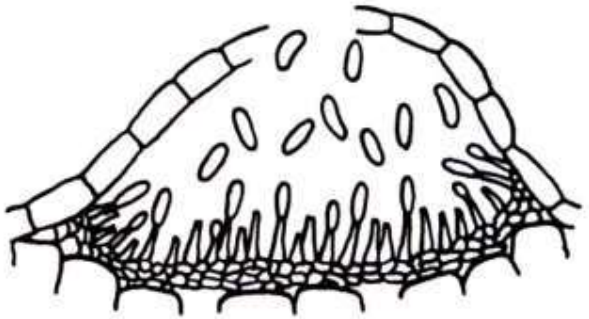
esporangióforos (hifas modificadas)
corpos de frutificação



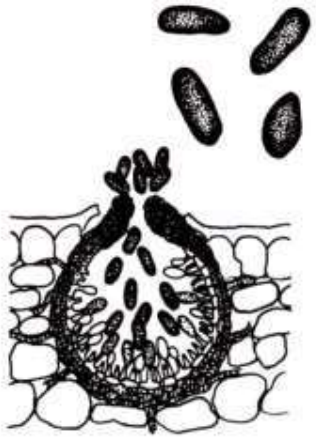




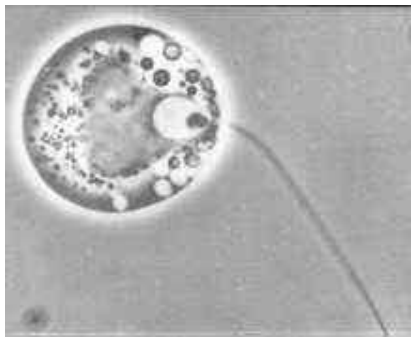




Acérvulo
Colletotrichum sp.



Picnídio
Septoria sp.







Oomicetos

“Fungos não verdadeiros”

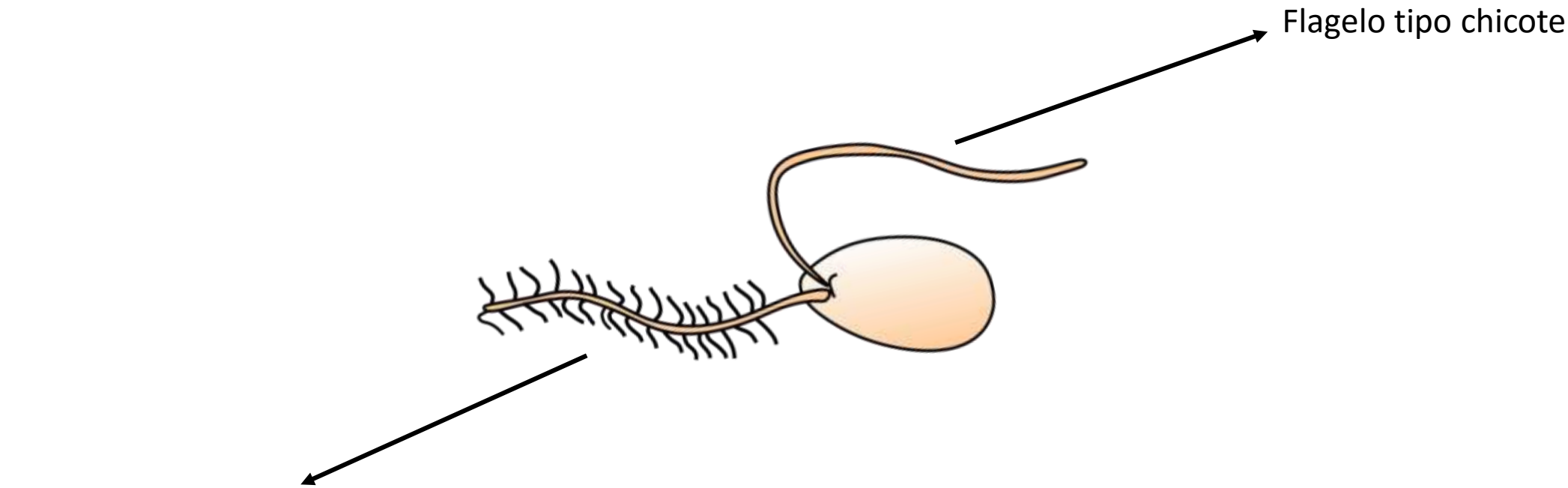
Organismos que apresentam as características abaixo **são encaixados no reino Chromista**

- Eucarióticos
- Microrganismos aclorofilados (quimioheterotróficos)
- Reprodução por esporos móveis
- Estrutura somática – hifa asseptada
- Geralmente multicelulares
- Parede celular constituída principalmente de B-glucanas e também celulose e hidroxiprolina (Quitina é ausente)
- Ergosterol não é um esterol importante na membrana plasmática
- Laminarinas constituem o principal composto de reserva

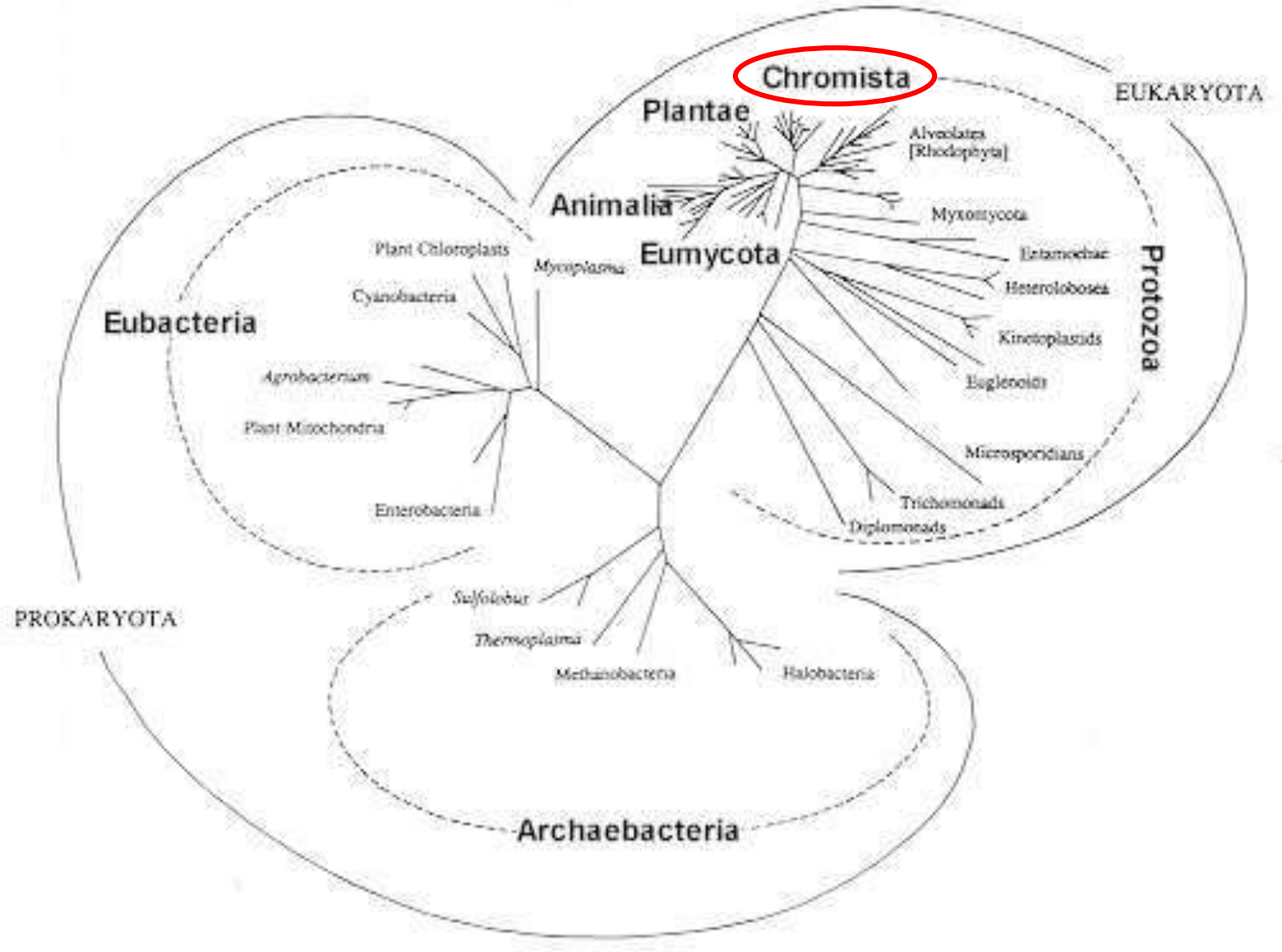
	Oomicetos	Fungos
Parede celular	Celulose e glucanos	Quitina
Mitocôndria	Cristas tubulares	Achatada ou laminar
Esporos c/ flagelos	Sim	Não
Septos	Ausentes	Presentes
Síntese de esteróis	Não	Sim
Ploidia	Diplóides	Haplóides

Oomicetos não são fungos verdadeiros!

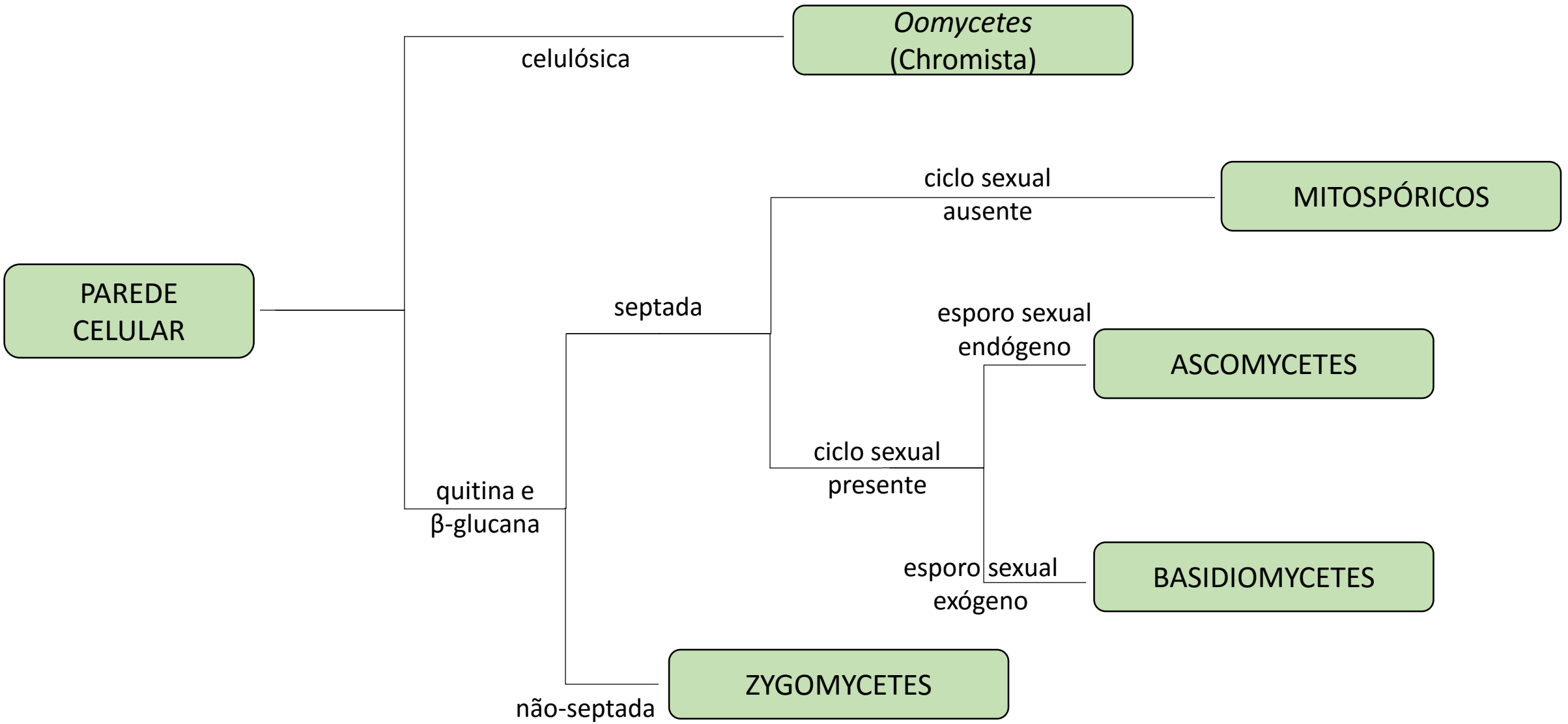
Oomicetos produzem zoósporos



Classificação dos seres vivos (Woese)



Classificação dos Oomicetos em relação aos Fungos



OOMICETOS

Celulose e β-glucana na parede celular / hifas sem septo

Estruturas características do ciclo assexual

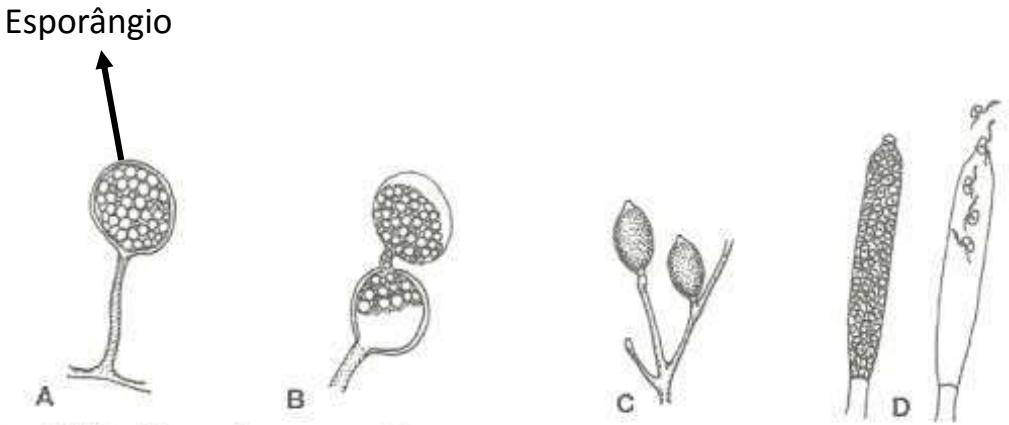


Figura 8.13 - Classe *Oomycetes*. Estruturas reprodutivas assexuais: (A) esporângio de *Pythium*; (B) esporângio de *Pythium* com vesícula; (C) esporângios de *Phytophthora*; (D) esporângios de *Aphanomyces* (*Saprolegniales*).

Estruturas características do ciclo sexual

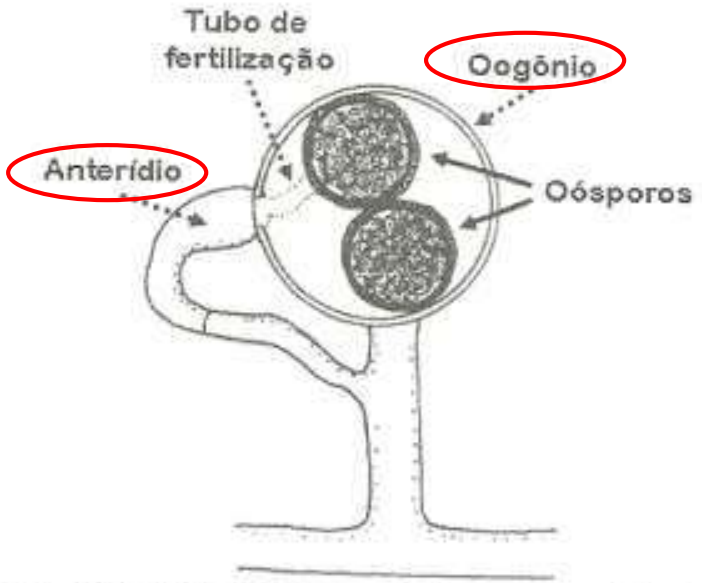


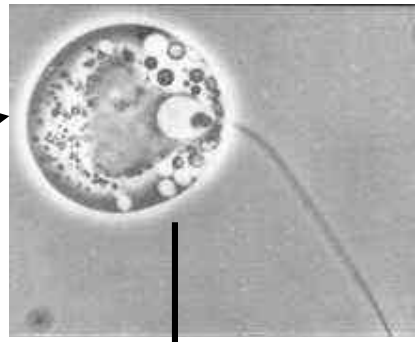
Figura 8.14 - Classe *Oomycetes*: estruturas reprodutivas sexuais.

OOMICETOS

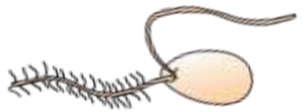
Celulose e β-glucana na parede celular / hifas sem septo



Esporangióforos repletos de esporângios



Esporângio repleto de esporangiósporos



Esporangiósporo = zoósporo

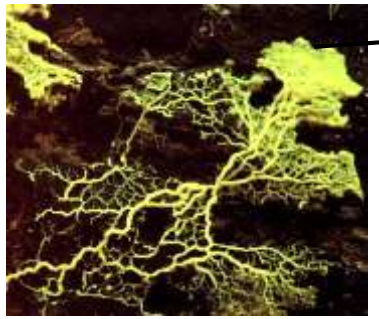
Liberação de Zoósporos



Os fungos no contexto histórico da microbiologia

“FUNGOS”

Reino Protozoa	Reino Chromista	Reino Fungi
Mixomicetos (Fungos viscosos) Pouco desenvolvidos Sem parede celular	Oomicetos: fungos com celulose Hifas não septadas Esporos móveis	Fungos Verdadeiros Bem desenvolvidos Muitos são macroscópicos



Plasmódio (somático)
Sem parede celular





Esporângios
(reprodutivo)

Fungos: mecanismos de variabilidade genética

Mutação

Alteração na sequência de nucleotídeos de um gene;

Meiose

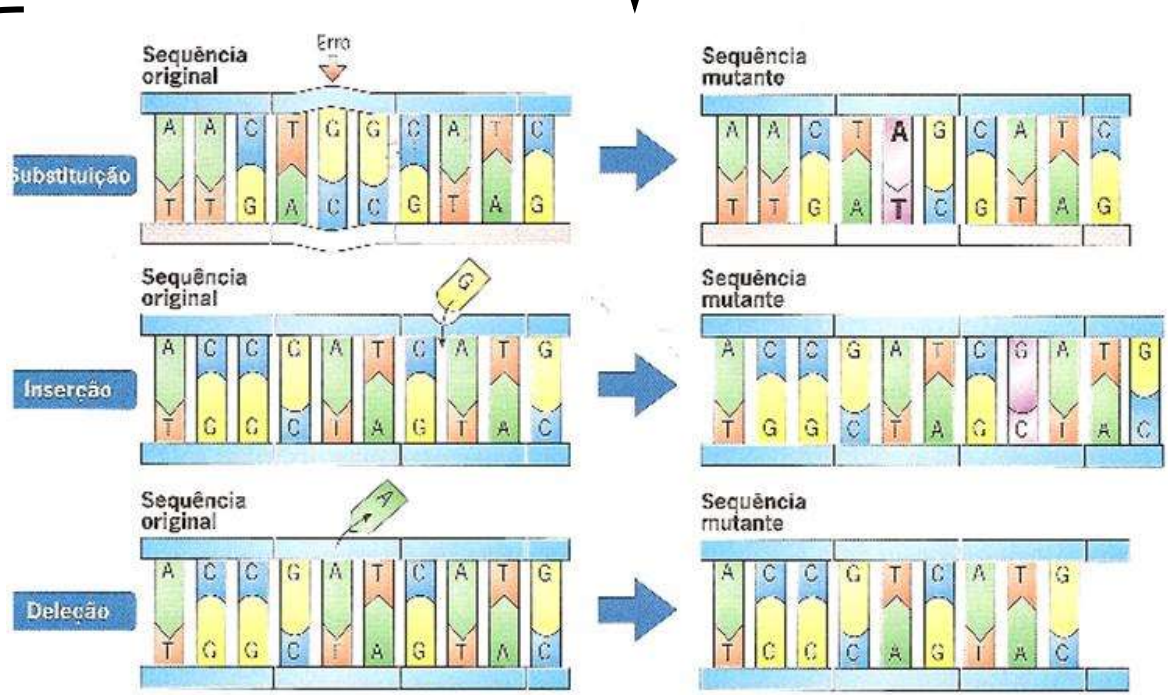
Processo de divisão celular utilizado pelos organismos de reprodução sexuada;

Heterocariose

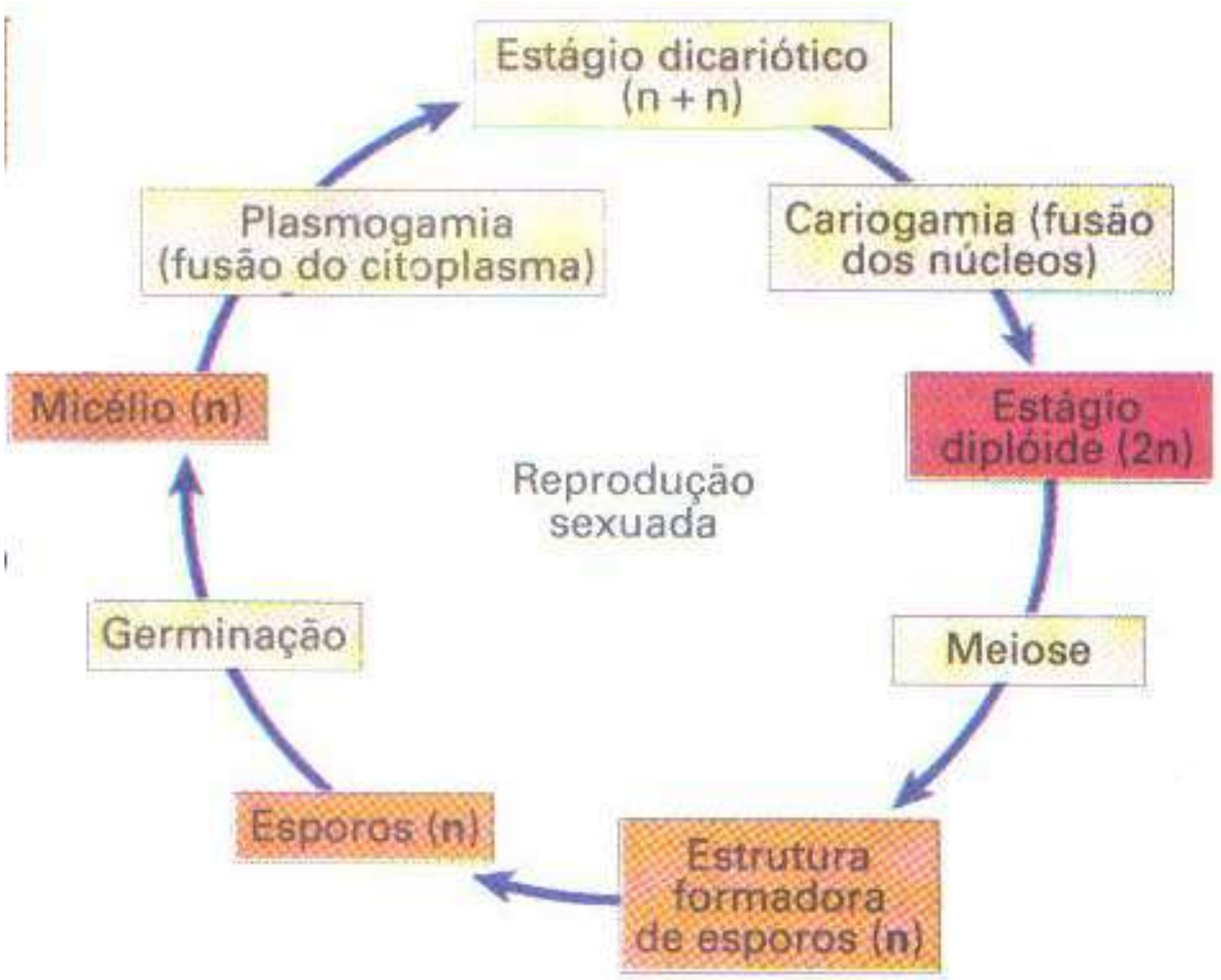
É a presença de dois ou mais núcelos geneticamente diferentes numa mesma hifa ou célula;

Parassexualidade*

Tipos de Mutação



Etapas da fase sexuada dos fungos



PLASMOGAMIA

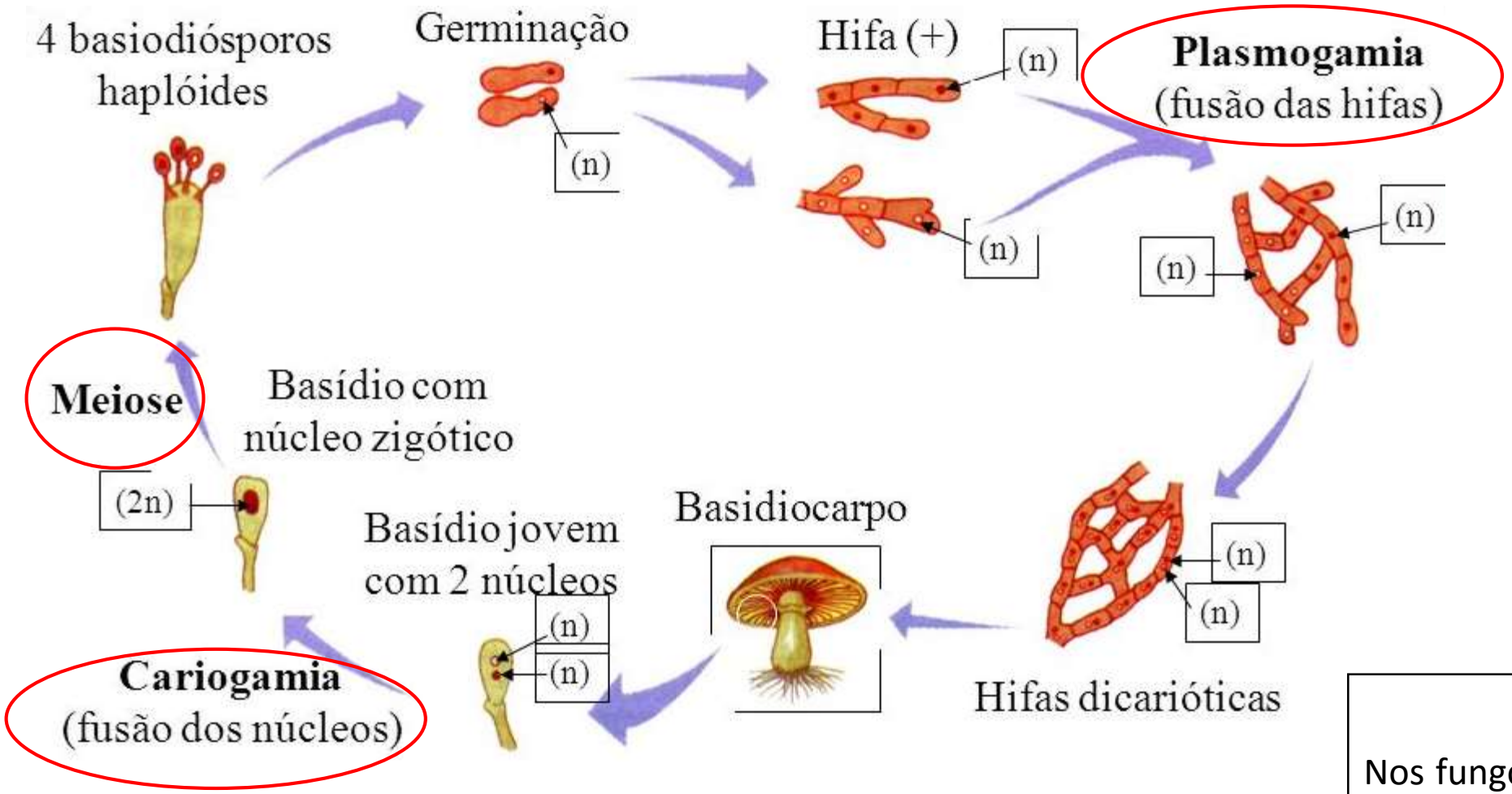
↓

CARIOGAMIA

↓

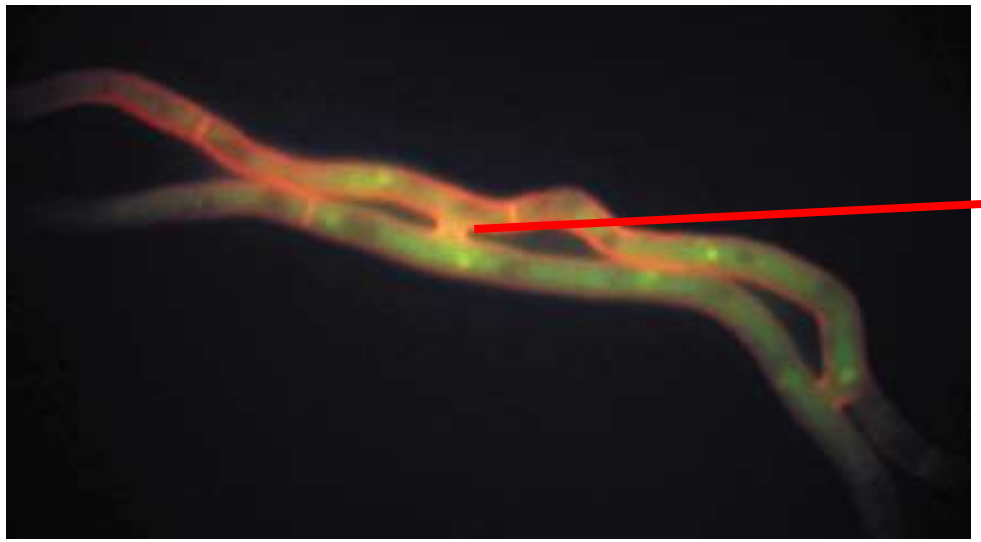
MEIOSE

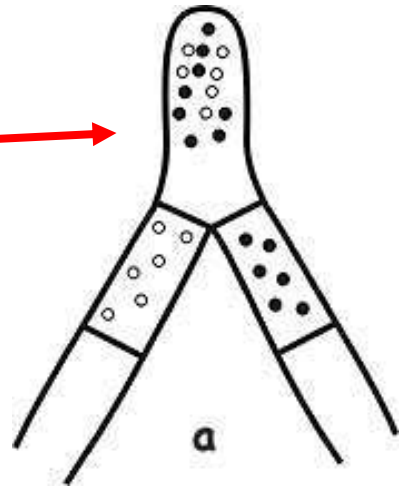
Ciclo sexuado dos basidiomicetos



Nos fungos, ao contrário dos animais, a fase diploide não é a fase dominante, e sim a haploide.

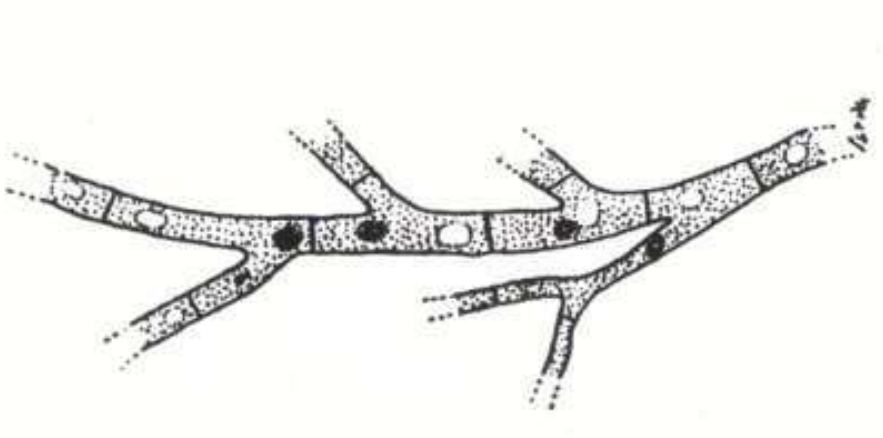
Heterocariose

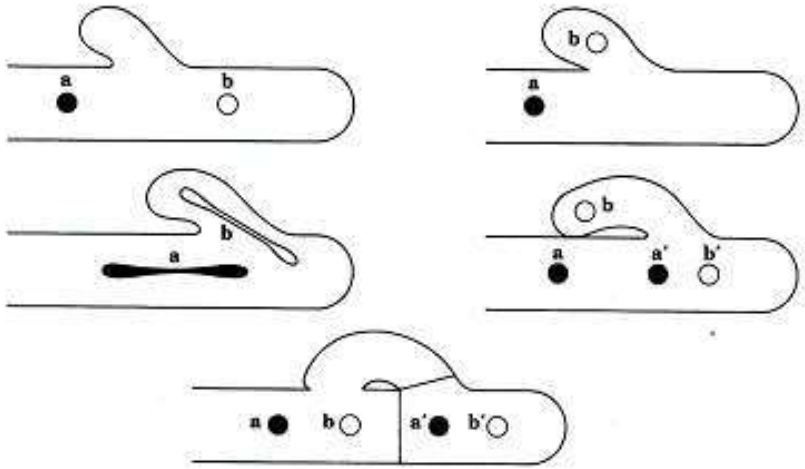


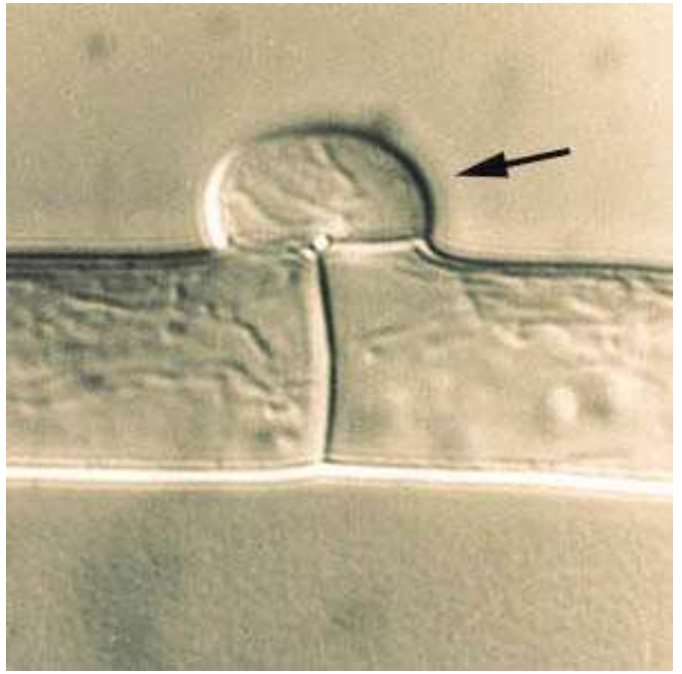


Processo que permite núcleos geneticamente distintos compartilharem o mesmo citoplasma.

Grampo de Conexão

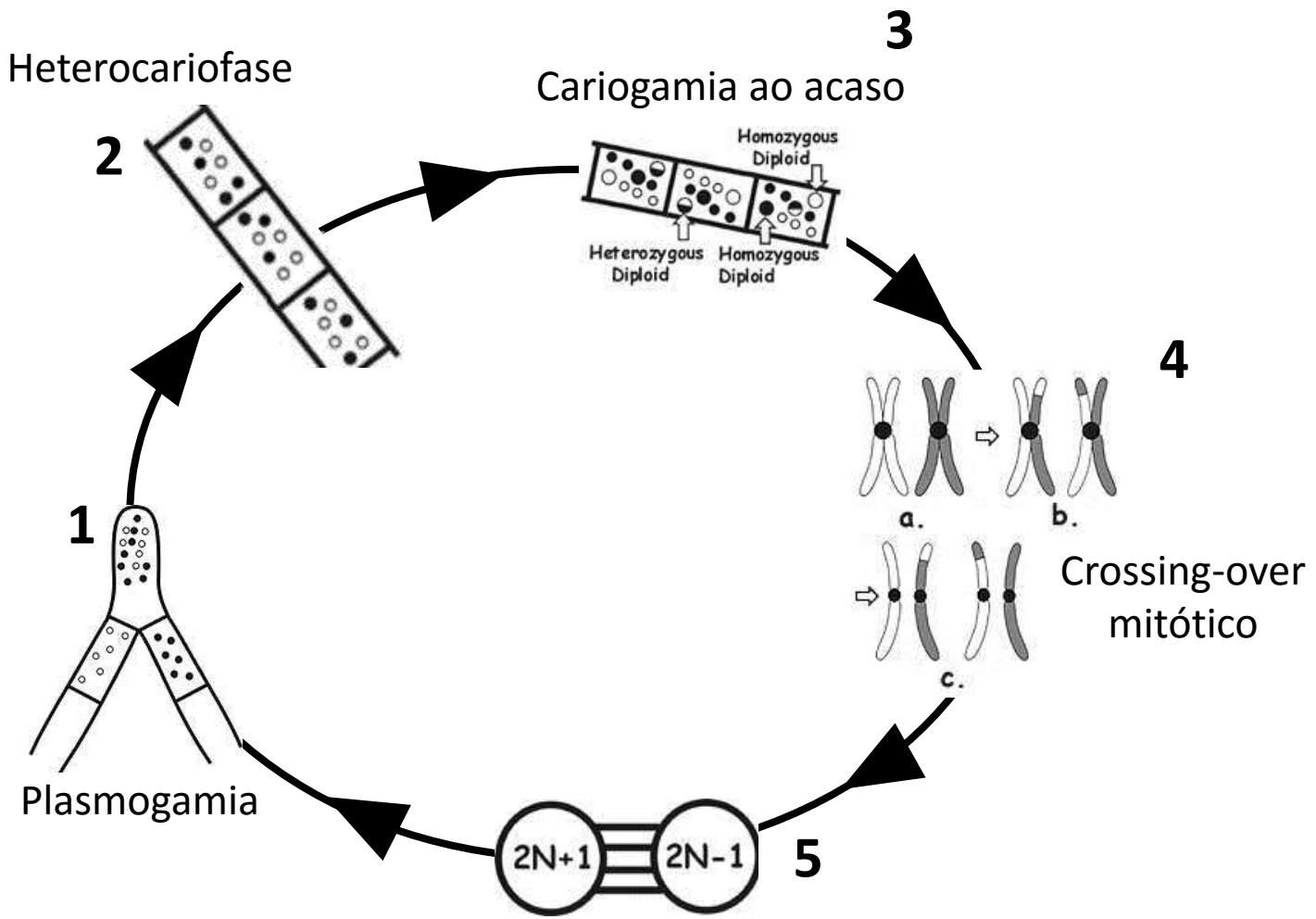






Estruturas formadas nas hifas que garantem o estado dicariótico do micélio.

Reprodução Parassexual



Célula aneuploide: é a célula que teve seu material genético alterado, sendo portador de um número cromossômico diferente do normal da espécie

Literatura

Pelczar et al. Microbiologia – Conceitos e Aplicações. 1996. Vol. 1.
Cap. 10 – p. 258 – 271

Madigan et al. Microbiologia de Brock. 2004.
Cap. 14 – p. 463-467.

Adl et al. . 2005
The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. Journal of Eukaryotic Microbiology 52(5): 399-451.

Baldauf, S.L. 2008.
An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. Journal of Systematics and Evolution 46(3): 263-273.

Amorim et al. Manual de Fitopatologia. 2011. Vol. I.
Cap. 8