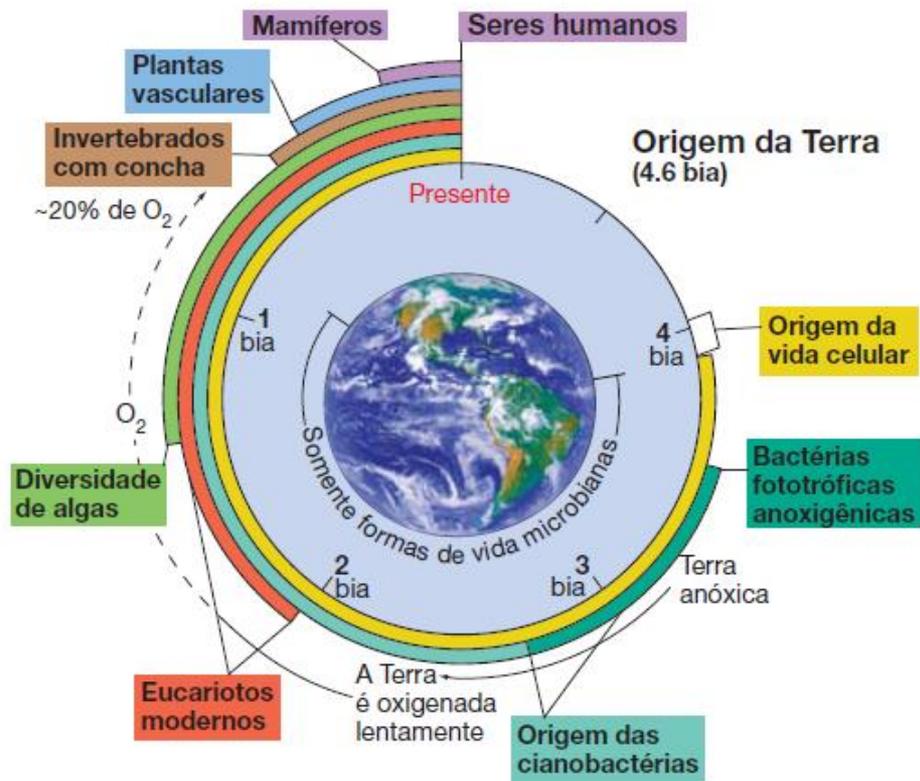


**LFT 5780**  
**AGENTES CAUSAIS**  
**DE DOENÇAS EM PLANTAS**

**FUNGOS FITOPATOGÊNICOS**

Discussão pré-aula

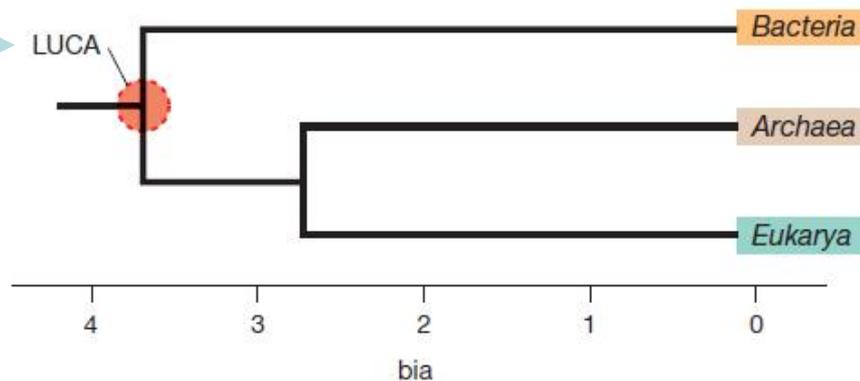
Os microrganismos e nós: quem domina?



(a)

Last Universal Common Ancestor

Último Ancestral Universal Comum



# MASSA DE CARBONO DOS SERES VIVOS - em gigatoneladas de carbono (Gt C) -

**A IMPORTÂNCIA DOS  
PROCARIOTOS**

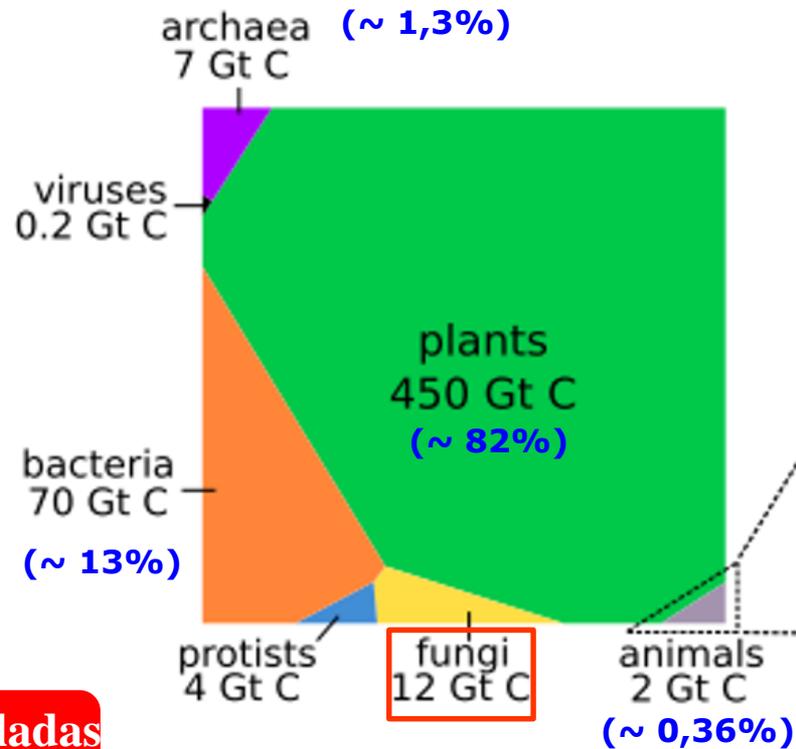
**TOTAL DOS SERES VIVOS  
= 545 Gt C**

**P+B+A = 96,6%**

**RESTO = 3,4%**

PLANTA  
BACTÉRIA  
ARCHAEA

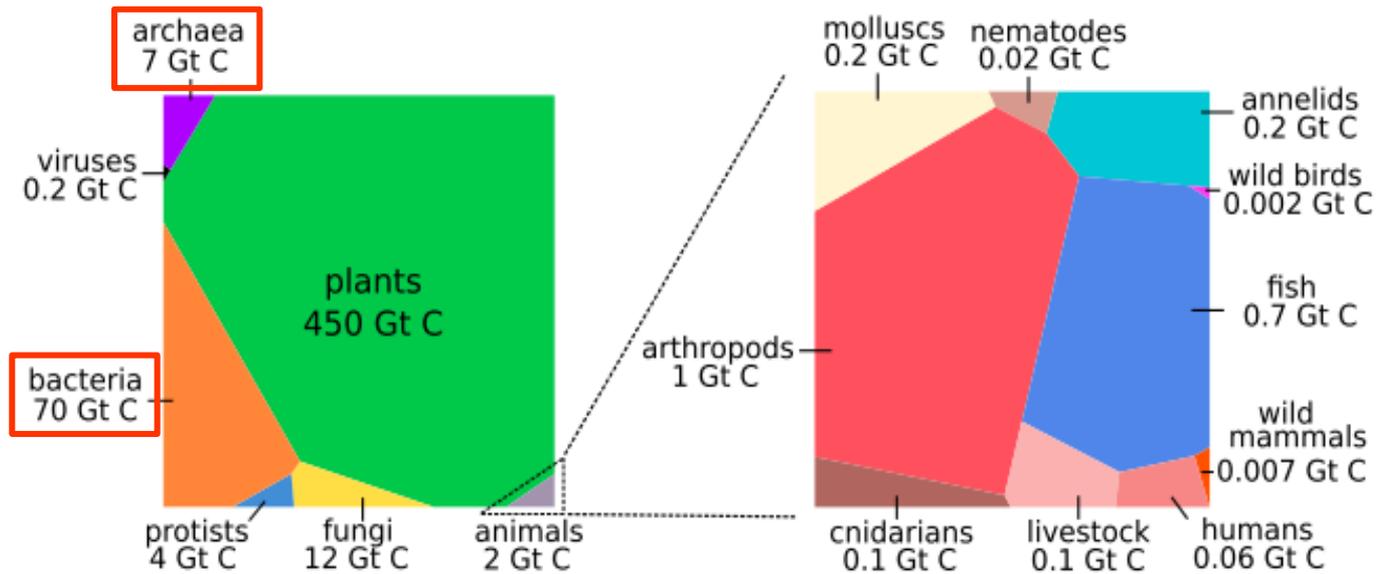
**1 Gt (gigatoneladas)  
= 1.000.000.000 ton**



Bar-On et al. (2018)

Proceedings of the National Academy of Sciences 115: p.6506-6511

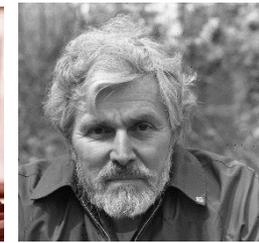
## MASSA DE CARBONO DOS SERES VIVOS - em gigatoneladas de carbono (Gt C) -



**1 Gt (gigatoneladas)  
= 1.000.000.000 ton**

Bar-On et al. (2018)  
Proceedings of the National Academy of Sciences 115: p.6506-6511

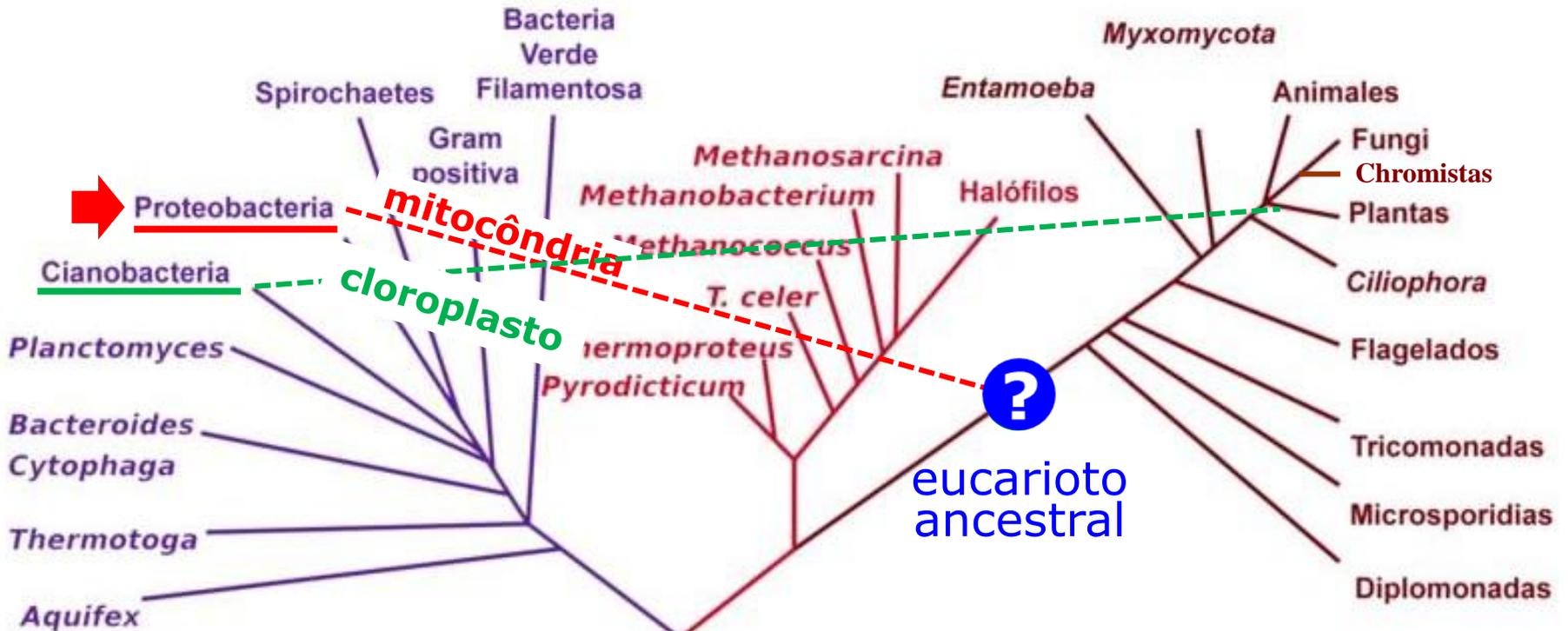
# TEORIA DA ENDOSSIMBIOSE & CIANOBACTÉRIAS & PROTEOBACTÉRIAS DE LYNN MARGULIS E A FILOGENIA DE CARL WOESE



**DOMÍNIO Bacteria**

**DOMÍNIO Archaea**

**DOMÍNIO Eukarya**



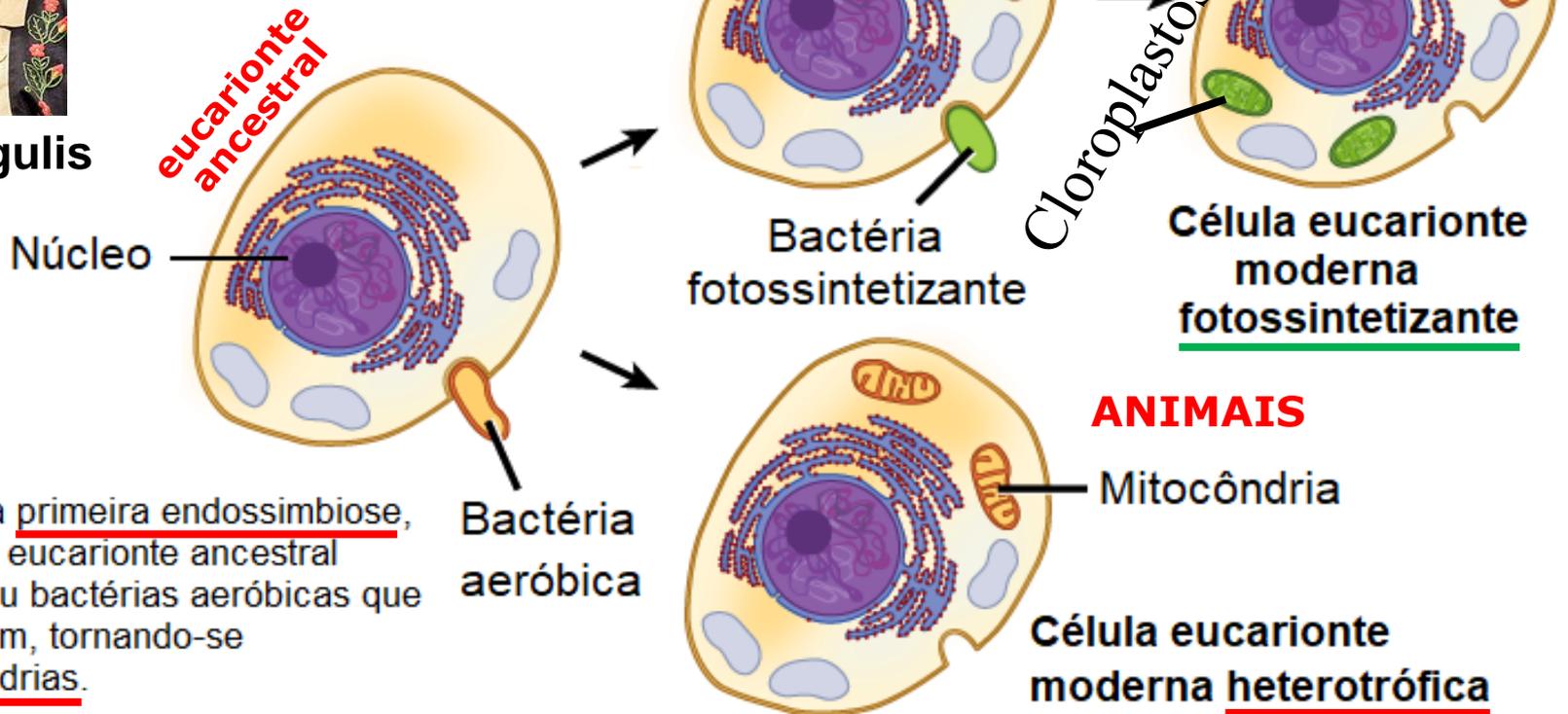
# TEORIA DA ENDOSSIMBIOSE & CIANOBACTÉRIAS & PROTEOBACTÉRIAS

EM CADA CÉLULA EUCARIÓTICA HÁ CENTENAS DE BACTÉRIAS



Lynn Margulis

2 Em uma segunda endossimbiose, um descendente englobou bactérias fotossintetizantes que evoluíram, tornando-se cloroplastos.



1 Em uma primeira endossimbiose, a célula eucarionte ancestral englobou bactérias aeróbicas que evoluíram, tornando-se mitocôndrias.

# MASSA DE CARBONO DOS SERES VIVOS - em gigatoneladas de carbono (Gt C) -

**A IMPORTÂNCIA DOS  
PROCARIOTOS**

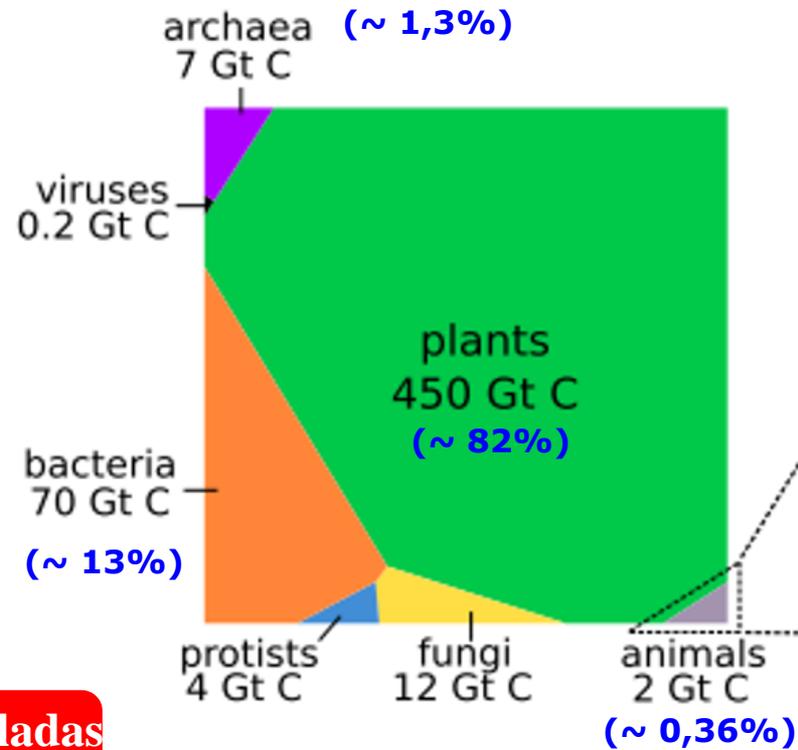
**TOTAL DOS SERES VIVOS  
= 545 Gt C**

**P+B+A = 96,6%**

**RESTO = 3,4%**

PLANTA  
BACTÉRIA  
ARCHAEA

**1 Gt (gigatoneladas)  
= 1.000.000.000 ton**



Bar-On et al. (2018)

Proceedings of the National Academy of Sciences 115: p.6506-6511

Quantas mitocôndrias temos no nosso corpo? Qual a massa delas?

## Mais recentemente...

PLOS BIOLOGY



[PLoS Biol.](#) 2016 Aug; 14(8): e1002533.

Published online 2016 Aug 19. doi: [10.1371/journal.pbio.1002533](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533)

PMCID: [PMC4991899](#)

PMID: [27541692](#)

### Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body

[Ron Sender](#)<sup>1</sup>, [Shai Fuchs](#)<sup>2,3\*</sup> and [Ron Milo](#)<sup>1,\*</sup>

[▶ Author information](#) [▶ Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

PLOS Biol

Corpo humano  $\simeq$  39 trilhões de células e 30 trilhões de bactérias

"Os números são tão parecidos que cada evento de defecação pode inverter a razão em favor das células humanas sobre as bactérias", escreveu Sender.

200g

Desafio

Quantas mitocôndrias temos no nosso corpo? Qual a massa delas?



FUNGOS- A Fantástica-Jornada-da-Vida -  
10Youtube.com



# **LFT 5780**

## **AGENTES CAUSAIS DE DOENÇAS EM PLANTAS**

### **Programa:**

- 1- Histórico, características gerais e classificação dos fungos/Oomicetos/Zigomicetos**
- 2- Ascomicetos**
- 3- Basidiomicetos**
- 4- Uso de técnicas moleculares no estudo de fungos**

**LFT 5780**  
**AGENTES CAUSAIS**  
**DE DOENÇAS EM PLANTAS**

# **Fungos - Aula nº 1**

- **Histórico, características gerais e classificação dos fungos**
- **Oomicetos**
- **Zigomicetos**

## **Bibliografia:**

- **Manual de Fitopatologia v. 1, cap. 8, 2018.**

# 1. HISTÓRICO

Antes do microscópio —————> “cogumelos”

Micologia = Gr. *Mykes* = cogumelo; *logos* = estudo

Conotação mística:

- Egípcios – fermentação = presente do Deus Osiris (panificação)
- Gregos e Romanos – fermentação = presente dos deuses Dionísio e Baco (Dionisia e Bacanália) – festivais do vinho
- Romanos: cogumelos e trufas —————> associados a raios enviados à Terra por Júpiter
- Cogumelos alucinógenos usados em rituais religiosos pelas civilizações pré-colombianas da América Central e México





**Guatemala – 1000 A.C.**



**“Fairy rings”**





## Heinrich Anton de Bary (1831-1888)

↳ Alemão, fundador da micologia moderna

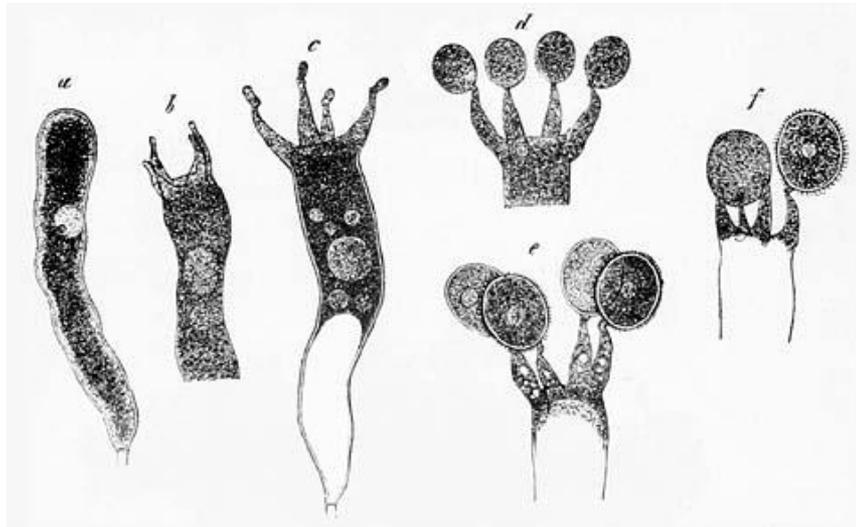
*“Die Brandpilze”*

*“Die Mycetozoen”*

*“Morphologie und Physiologie der Pilze”*

Algumas descobertas:

A natureza dos líquens, heteroecismo em ferrugens, reprodução sexuada em diversos fungos, etc.



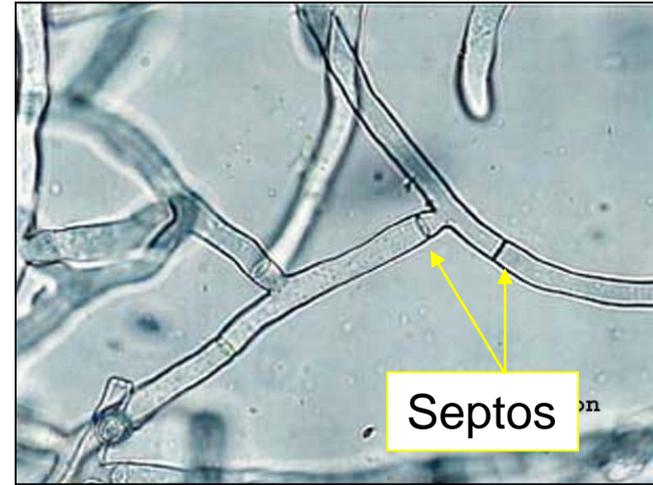
## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS FUNGOS

- Organismos eucariotos
- Heterotróficos
- Com parede celular
- Parede celular:  $\beta$ -glucanas e quitina ( $\beta$ -glucanas e celulose nos oomicetos)
- Nutrição: digestão externa (enzimas) seguida de absorção
- Não móveis (algumas exceções)
- Carboidrato de reserva: glicogênio
- Geralmente filamentosos (existem unicelulares)
- Talo somático: hifas  $\longrightarrow$  apresenta crescimento apical
  - leveduriforme: leveduras
  - plasmódio: sem parede
  - dimórfico: hifas ou leveduras [f(temperatura)] ex: *Candida*
- Talo reprodutivo: grande variedade de formas (classificação)  $\longrightarrow$  esporos
- Hifas
  - septadas
    - septo simples: 1 poro central (maior parte fungos)
    - septo dolipórico: forma de barril, membrana
  - asseptadas: septos apenas em estrut. reprodutivas (cenocíticas)

# Talo somático



**Hifa cenocítica**

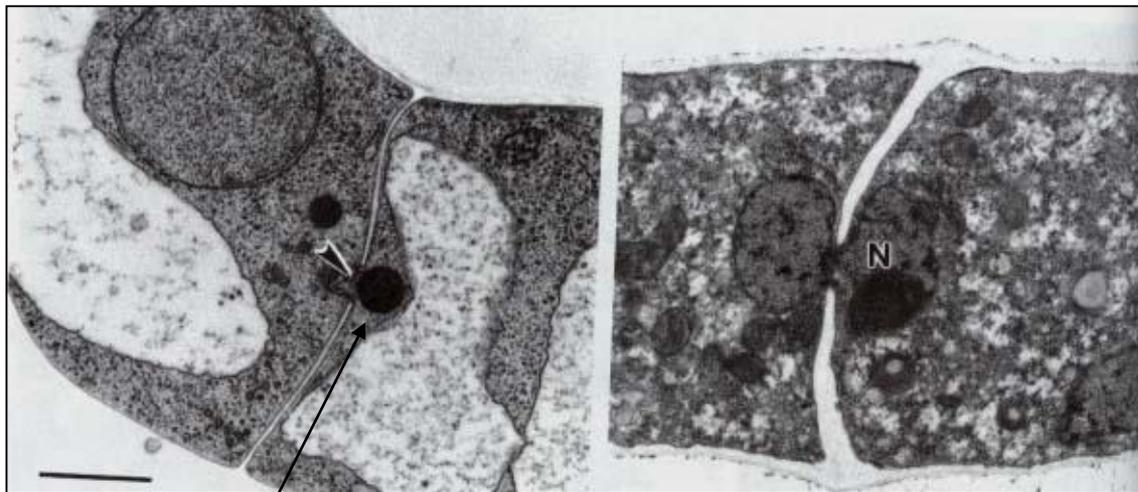


**Hifa septada**

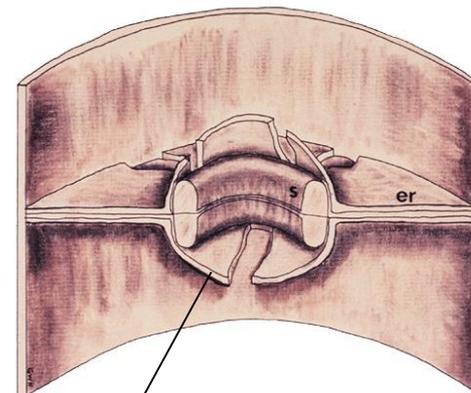


**Crescimento radial**

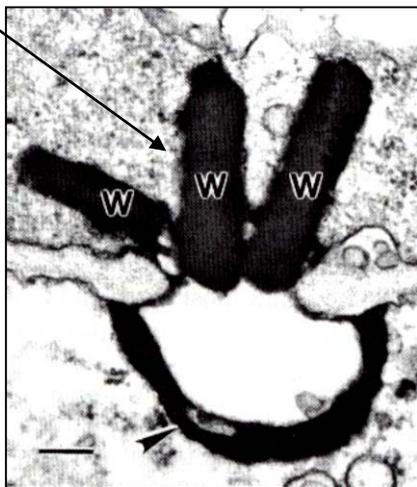
**Poro simples**



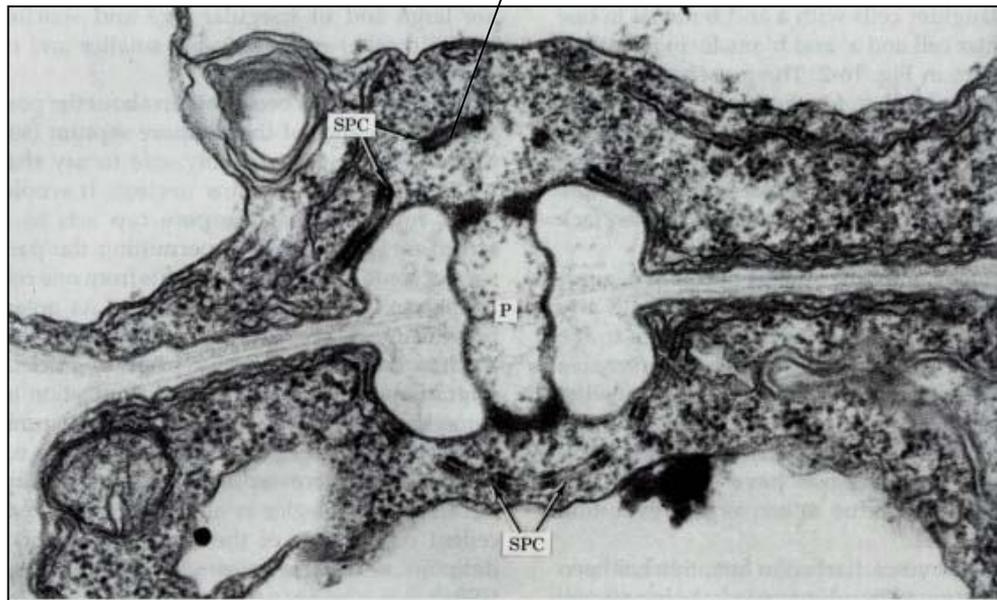
**Doliporo**



**Corpos de Woronin**



**Capa membranosa = Parentossomo**

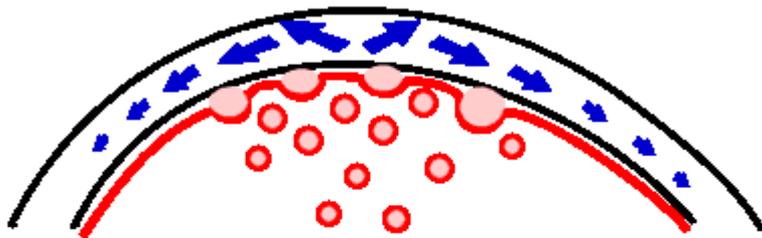


# Crescimento da hifa X rigidez da hifa: 2 teorias

## Wessels (1986, 1988) – “Steady state”

- Ápice permanentemente viscoelástico e expansível.
- Deposição polímeros em estado não cristalino.
- Posteriormente, cristalização e rigidez.

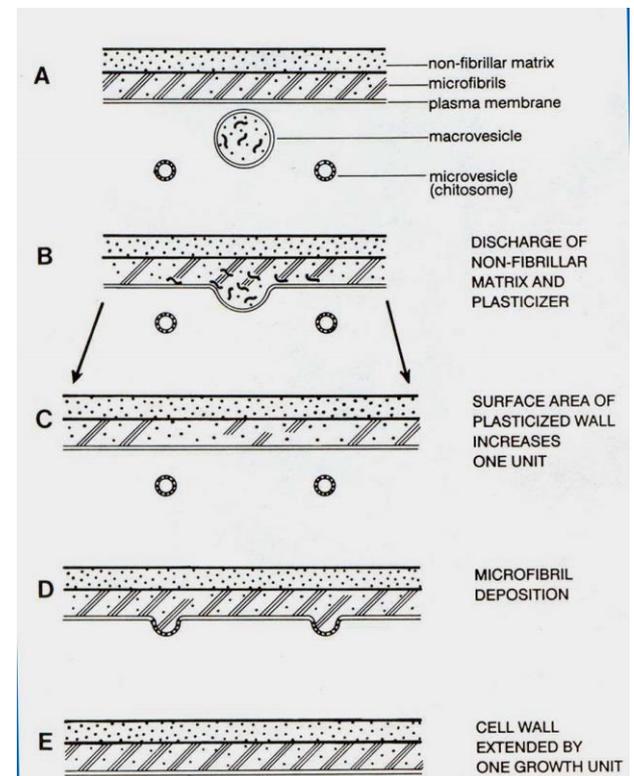
➡ Flow of new wall components



○ Vesicles fusing with plasma membrane to release contents

## Bartnicki-Garcia (1973)

- Permanente rigidez
- Balanço entre:
  - lise da parede (enzimas)
  - síntese de polímeros
  - expansão
  - reparo da parede



# Talo reprodutivo

└──> esporos

**Fase assexuada** ───> **fase anamórfica, anamorfase, fase imperfeita**

└──> **Mitósporos: Conídios**  
**Esporangiósporos (dentro de esporângios)**  
**Clamidósporos (sobrevivência)**  
**Artrósporos (fragmentação de hifas)**

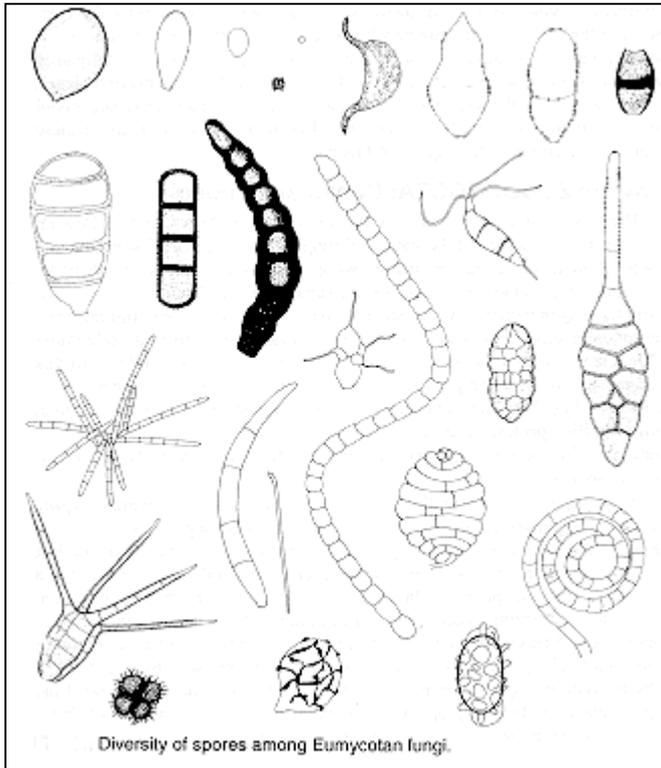
**Fase sexuada** ───> **fase teleomórfica, teleofase, fase perfeita**

└──> **Meiósporos: Ascósporos**  
**Basidiósporos**  
  
**Oósporos e zigósporos: diplóides (sobrevivência)**

**Classificações diferentes das duas fases!!!**  
**Dictionary (2001) = início do fim!!!**

# Fase anamórfica - esporos

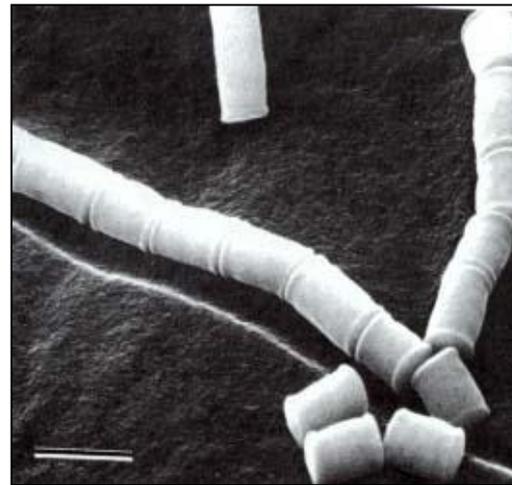
## Mitose = mitósporos



**Conídios**



**Esporângiósporos**

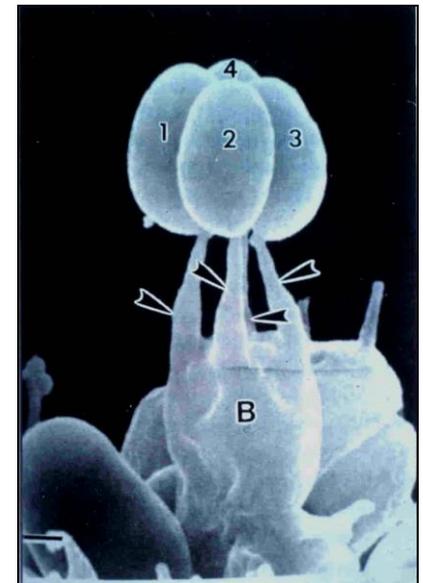
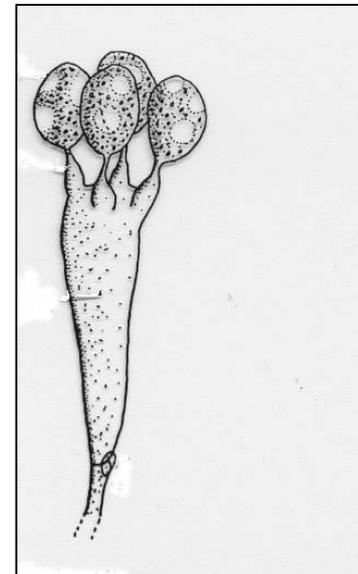
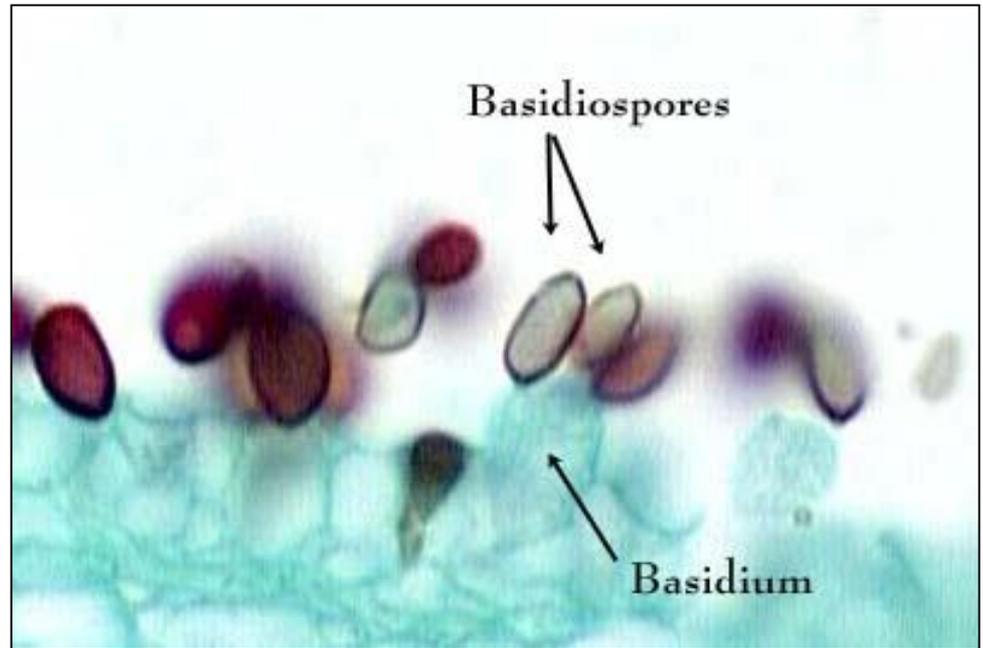
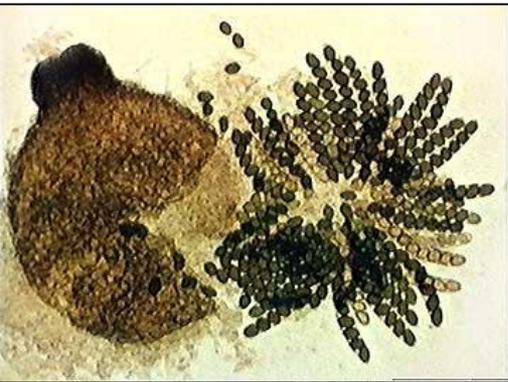


**Artrósporos**

# Fase teleomórfica - esporos

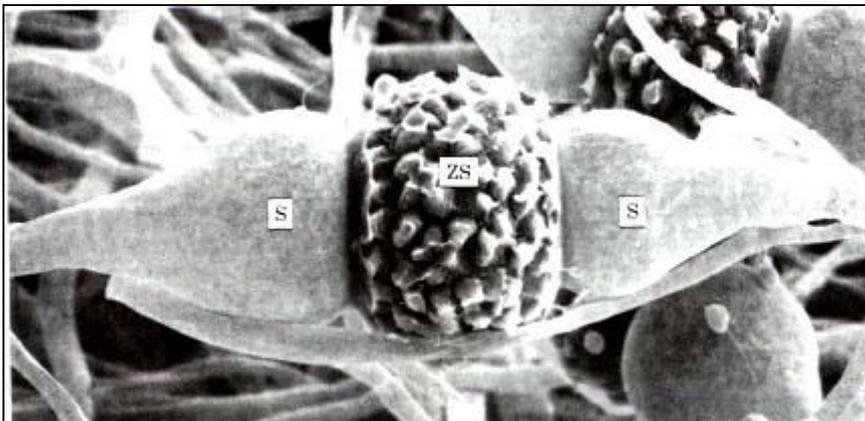
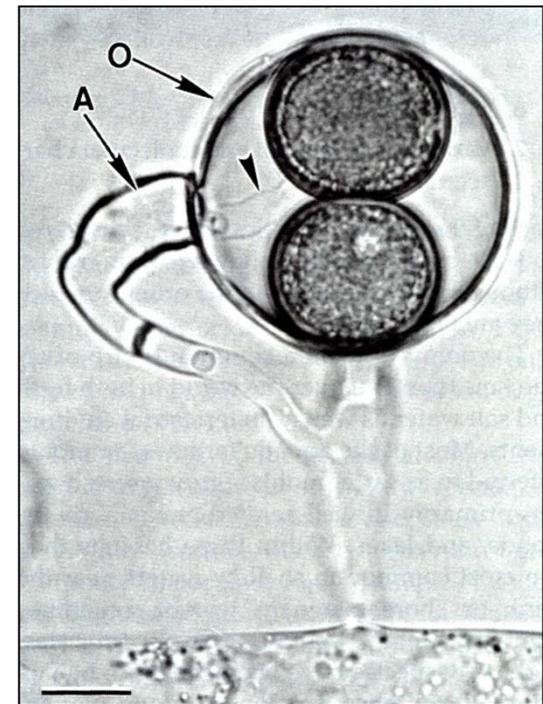
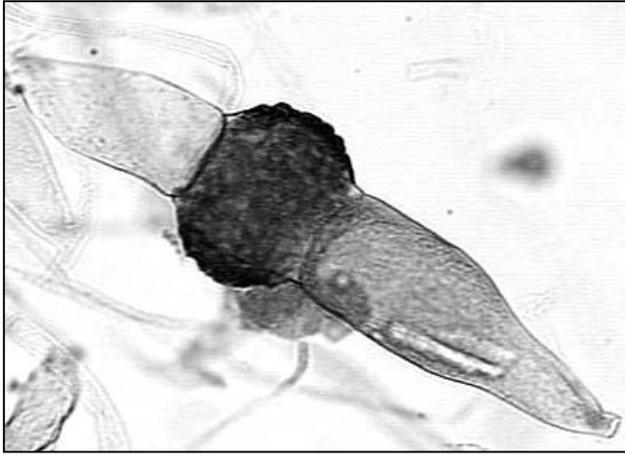
Meiose = Meiósporos

Ascósporos



Basidiósporos

# Fase teleomórfica - esporos



**Zigósporo (2n)**



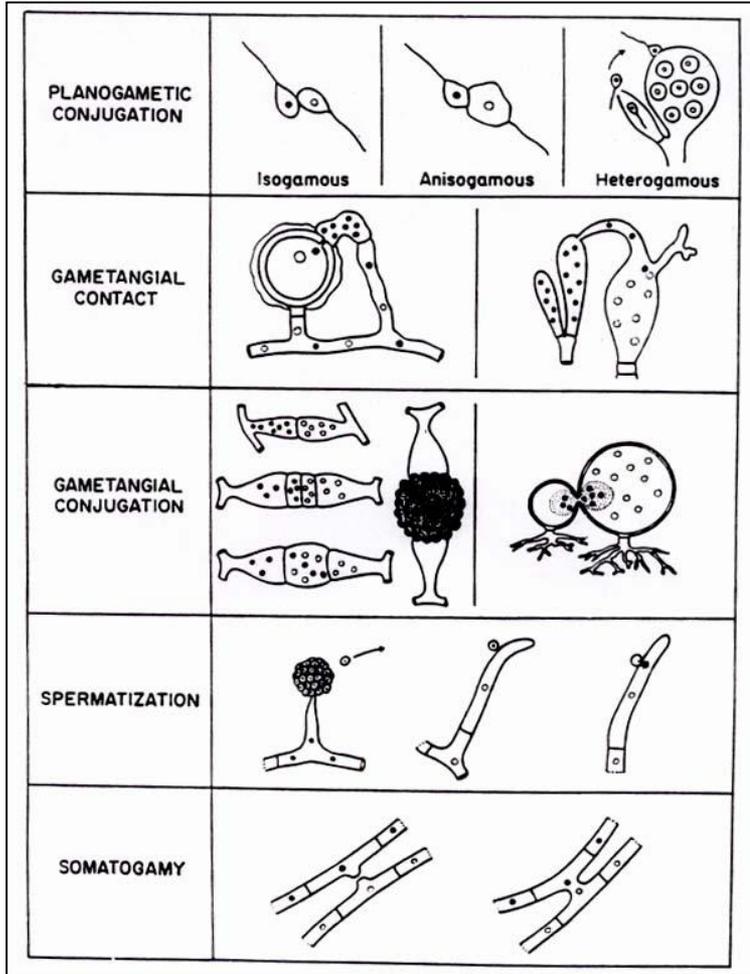
**Oósporo (2n)**

# Reprodução sexuada

Plasmogamia

Cariogamia

Meiose



Esporos de resistência

- Oósporos (oomicetos)
- Zigósporos (zigomicetos)

Meiósporos:

- Ascósporos
- Basidiósporos

# 4. CLASSIFICAÇÃO DOS FUNGOS

Em qual grupo estão os fungos?

Domínio Archaea

Domínio Bacteria

Reino Protozoa

Reino Chromista



“fungos”

Reino Fungi



Fungos

Reino Plantae

Reino Animalia

# Divisões (Filos) dos fungos (Dictionary, 2008)

## Reino Protozoa

Phytophycea = Plasmodiophoromycota  
Myxogastrea = Myxomycota

## Reino Chromista

Oomycota

## Reino Fungi

Chytridiomycota  
Blastocladiomycota  
Zygomycota  
Ascomycota  
Basidiomycota

E os Deuteromicetos?



**Fungos Mitospóricos**  
Dictionary 8<sup>th</sup> ed. (1995)



**Fungos Anamórficos**  
Dictionary 9<sup>th</sup> ed. (2001)  
Dictionary 10<sup>th</sup> ed. (2008)

# Hierarquia Taxonômica

Reino..... - *Xxxxx*  
Filó (Divisão)..... - *mycota*  
Subfiló..... - *mycotina*  
Classe..... - *mycetes*  
Subclasse..... - *mycetidae*  
Ordem..... - *ales*  
Subordem..... - *ineae*  
Família..... - *aceae*  
Subfamília..... - *oideae*  
Gênero..... - *Xxxxx*  
Espécie..... - *Xxxx xxxx*

Exemplo:

*Puccinia graminis*

Reino.....Fungi  
Filó.....*Basidiomycota*  
  
Classe.....*Pucciniomycetes*  
  
Ordem..... *Pucciniales*  
  
Família..... *Pucciniaceae*  
  
Gênero..... *Puccinia*  
Espécie.... *Puccinia graminis*

OBS: exceto para “fungos” no Reino Protozoa

# REINO CHROMISTA - OOMICETOS

Divisões (Filos) dos fungos (Dictionary, 2008)

## Reino Protozoa

Myxogastrea ✓

Phytoomyxa ✓

## Reino Chromista

Oomycota ←

## Reino Fungi

Blastocladiomycota

Chytridiomycota

Zygomycota

Ascomycota

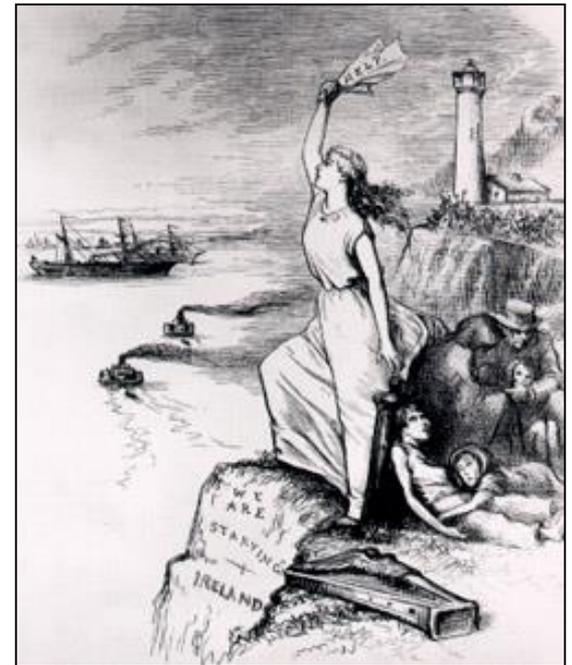
Basidiomycota

# Oomicetos

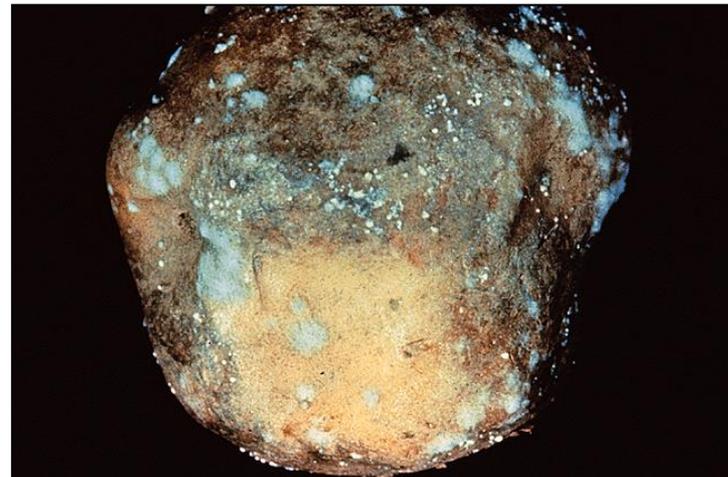
(Gr. Oon = ovo; Mykes = fungo)

**Organismos aquáticos**

**Geneticamente similares a algumas algas**  
(marrons, douradas, diatomáceas, crisófitas)



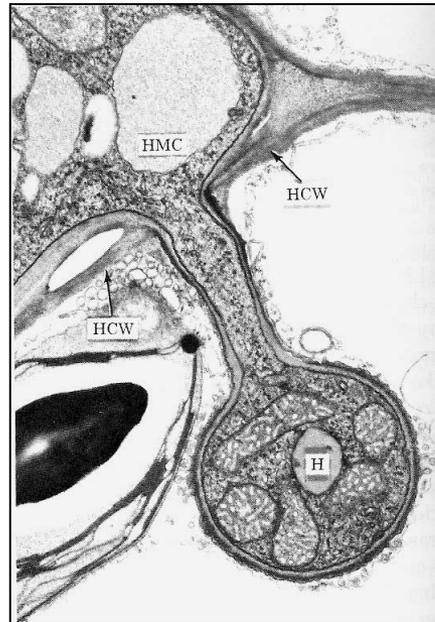
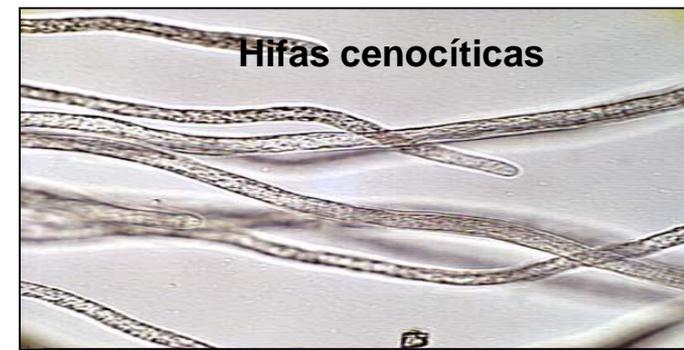
- Parasitas de plantas (*Pythium*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Peronospora*, etc.)



# Morfologia

## a) Estruturas somáticas

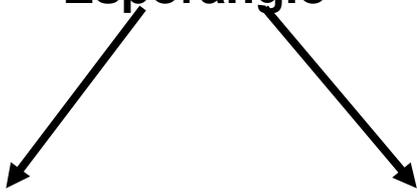
- Talo micelial: hifas sem septos (cenocíticas)
- Parede celular:  $\beta$ -glucanas e celulose, quitina ausente
- Haustórios: agentes de míldios



OBS: Oomicetos são diploides na maior parte do ciclo

## b) Estruturas reprodutivas assexuais

- Esporangióforo
- Esporângio



**Germina (= conídio)  
míldios**

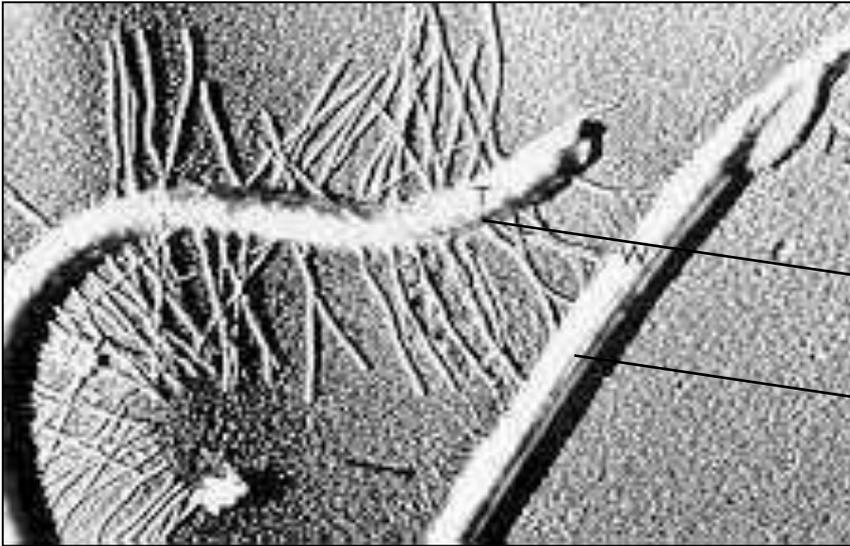
**Origina zoósporos biflagelados  
(clivagem citoplasmática)**



## **Infecção no hospedeiro**

Folhas: estômatos (quimitropismo por CO<sub>2</sub>)

Raízes: diretamente ou ferimentos (quimitropismo por exudatos radiculares)



**Flagelos do zoósporo**

**Tinsel (c/ mastigonemas)**

**Chicote (whiplash)**

Vídeos

Quimiotropismo [1](#)

Quimiotropismo [2](#)

### c) Estruturas reprodutivas sexuais

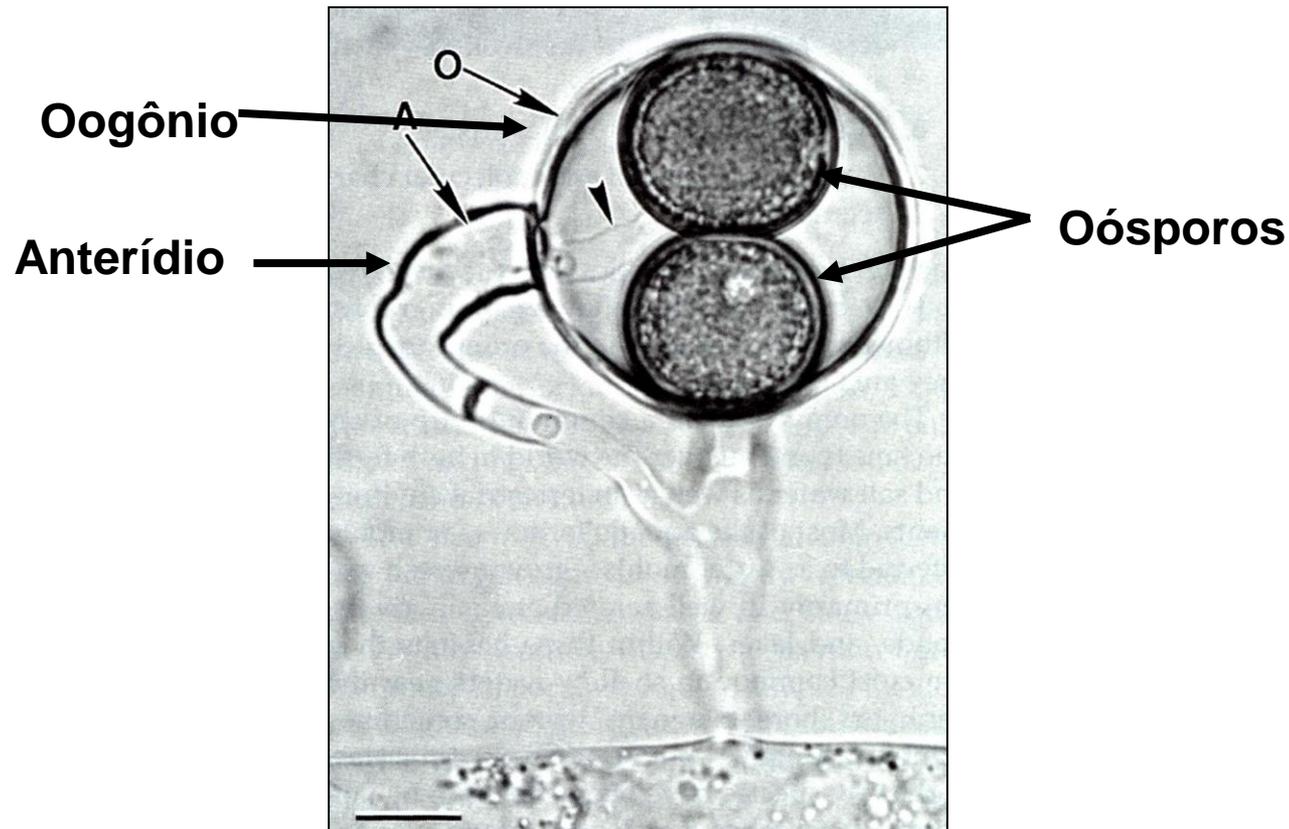
-Gametângio Feminino: Oogônio (1 ou + oosferas)

-Gametângio Masculino: Anterídio

Meiose gametângica

-Plasmogamia: contato de gametângios

-Oósporo: parede espessa, sobrevivência



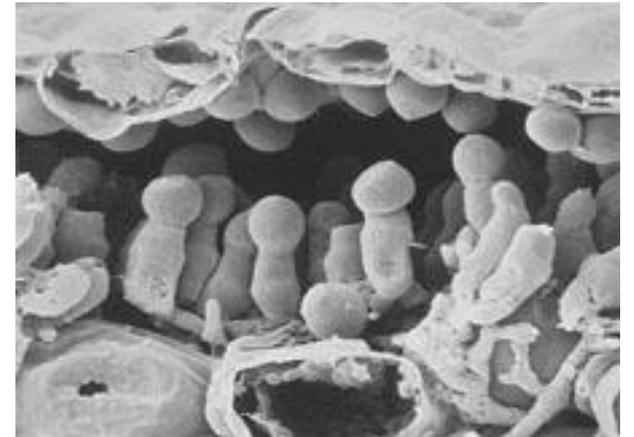
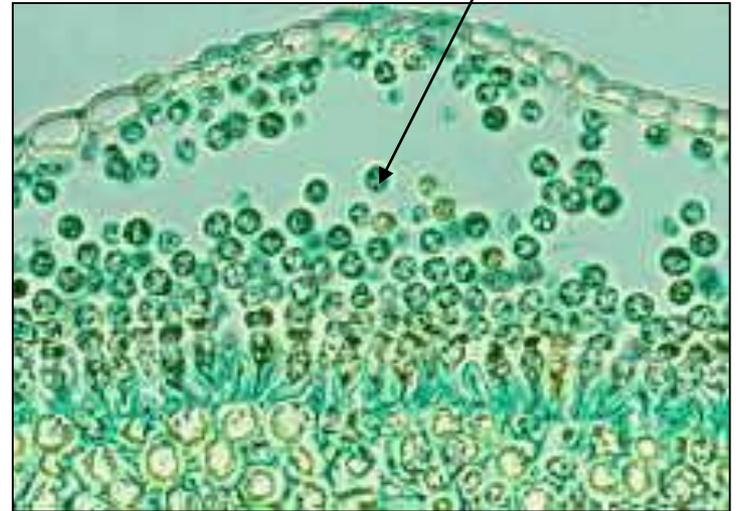
**Chromista, Oomycota, Oomycetes**  
**Ordem Albuginales**

*Albugo* (Ferrugem branca)

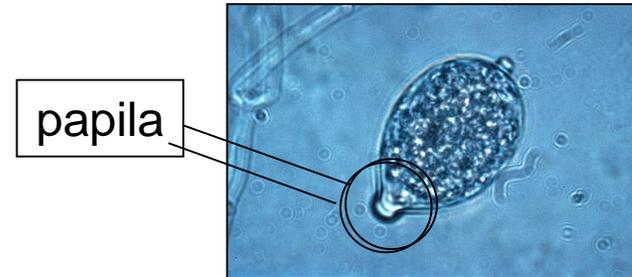
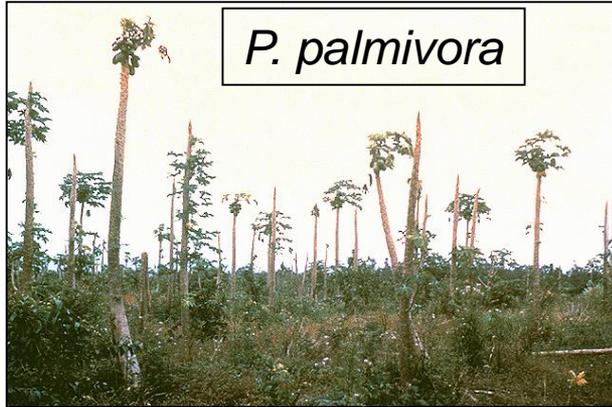
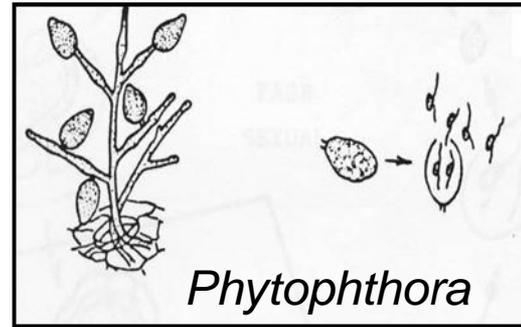
**Albugo**



Esporângios



**Chromista, Oomycota, Oomycetes**  
**Ordem Peronosporales**  
*Phytophthora*



**Chromista, Oomycota, Oomycetes**  
**Ordem Peronosporales**

*Peronospora*  
*Plasmopara*  
*Bremia*  
*Sclerospora*  
*Basidiophora*

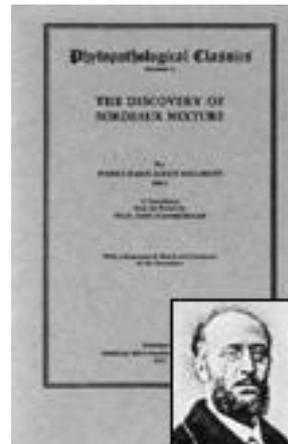
Míldios



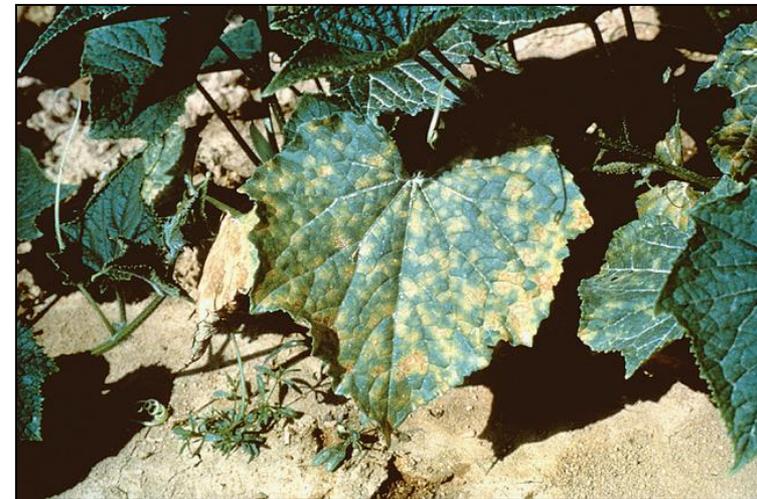
*Peronospora*



*Plasmopara viticola*

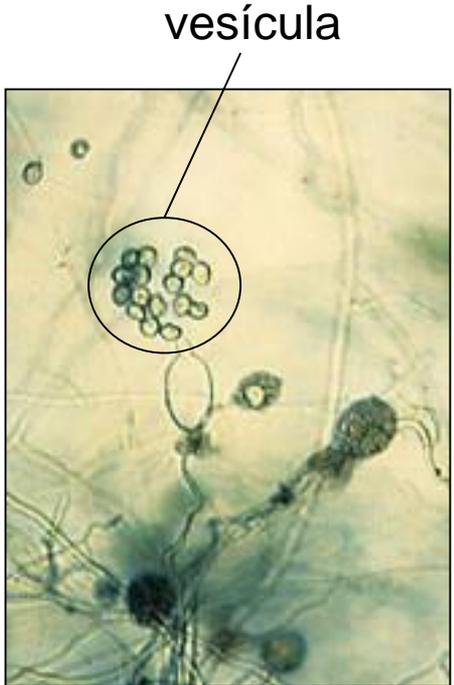
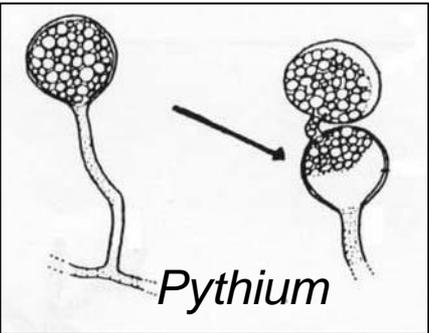


A descoberta da calda bordalesa  
Pierre Marie Alexis Millardet, 1885



*Pseudoperonospora cubensis*

**Chromista, Oomycota, Oomycetes**  
**Ordem Pythiales**  
*Pythium*

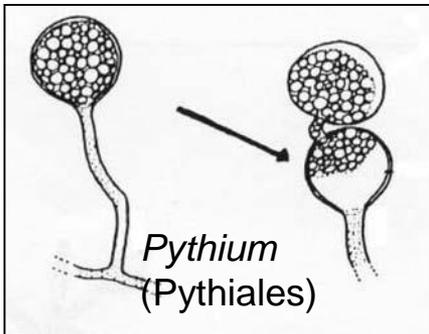


Atenção: Notar as diferenças morfológicas entre os grupos de Oomycota

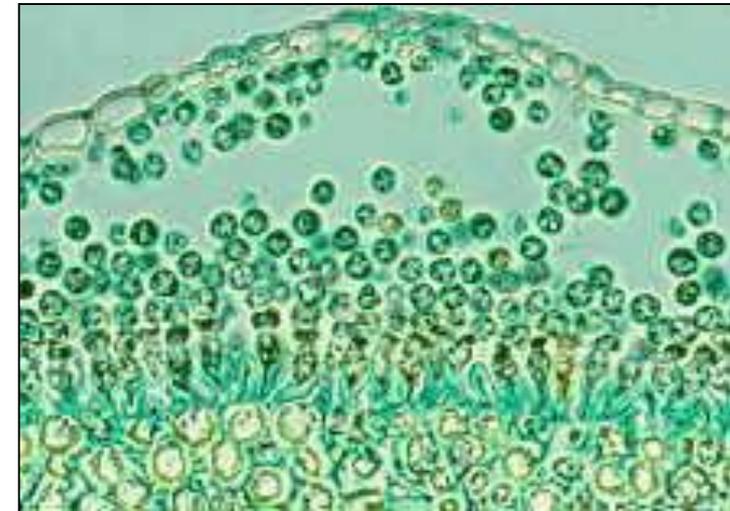
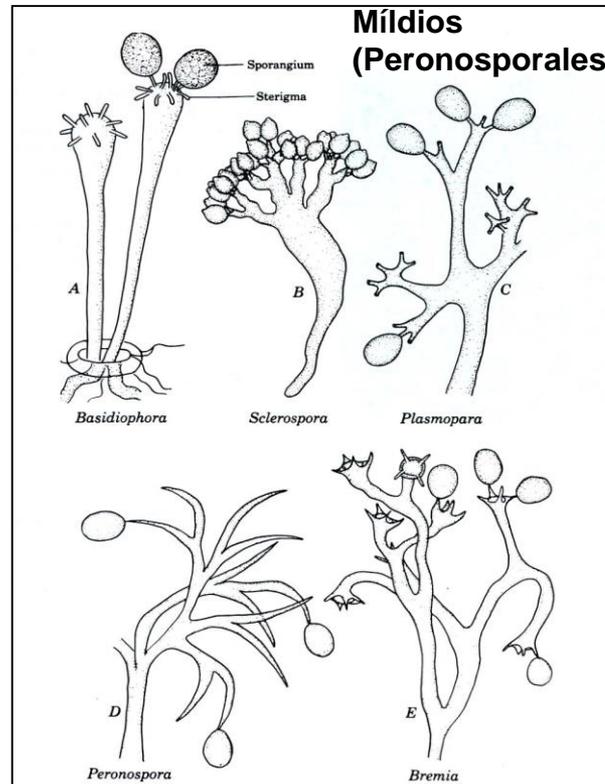
**Pythiales** – esporangióforo indistinguível da hifa, crescimento indeterminado

**Peronosporales** { *Phytophthora*: esporangióforo pouco desenvolvido, ramificações sem padrão e crescimento indeterminado  
Míldios: esporangióforo bem desenvolvido, com padrão de ramificação e crescimento determinado

**Albuginales** – esporangióforo pouco desenvolvido e curto, esporângios catenulados



*Phytophthora*  
(Peronosporales)



*Albuginales*

# REINO FUNGI - CHYTRIDIOMYCETOS

## Divisões (Filos) dos fungos (Dictionary, 2008)

### Reino Protozoa

Myxogastrea ✓

Phytomyxea ✓

### Reino Chromista

Oomycota ✓

### Reino Fungi

Blastocladiomycota ←

Chytridiomycota ←

Zygomycota

Ascomycota

Basidiomycota

# FILOS CHYTRIDIOMYCOTA E BLASTOCLADIOMYCOTA

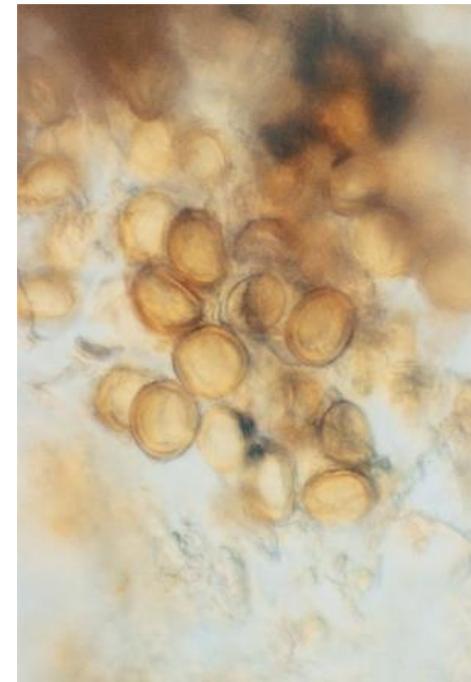
Os fungos verdadeiros mais primitivos

Exemplo de importância fitopatológica:

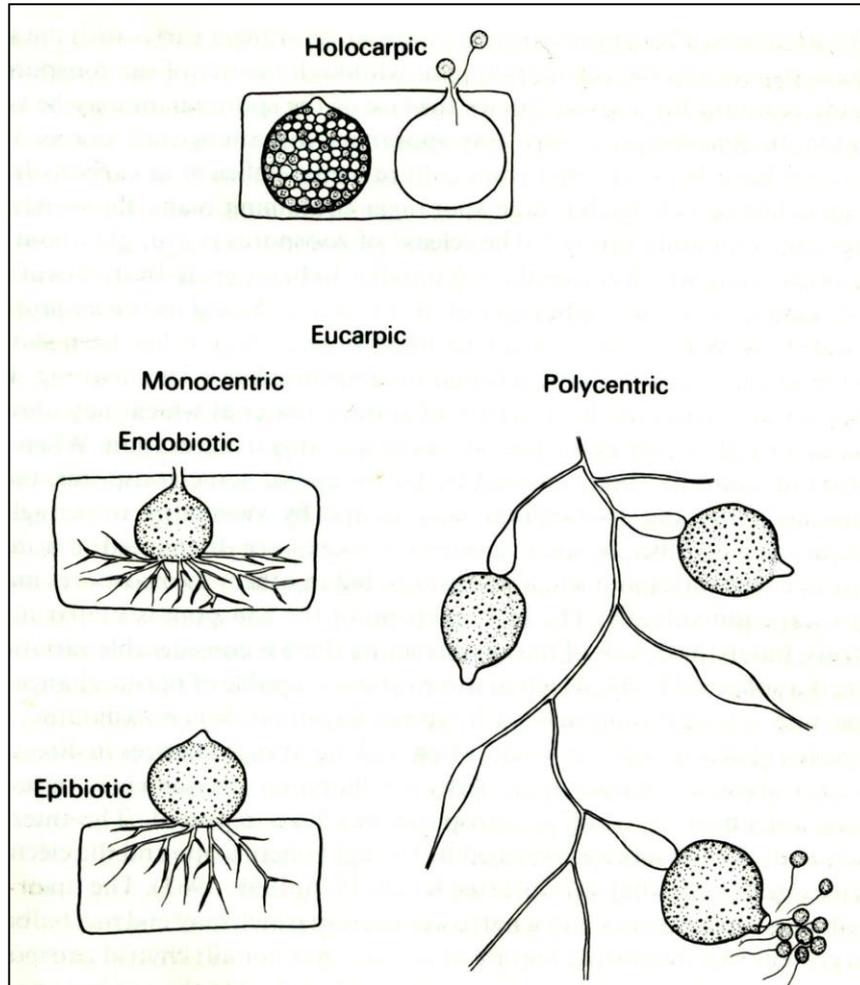
*Physoderma maydis* – mancha parda (marrom) em milho



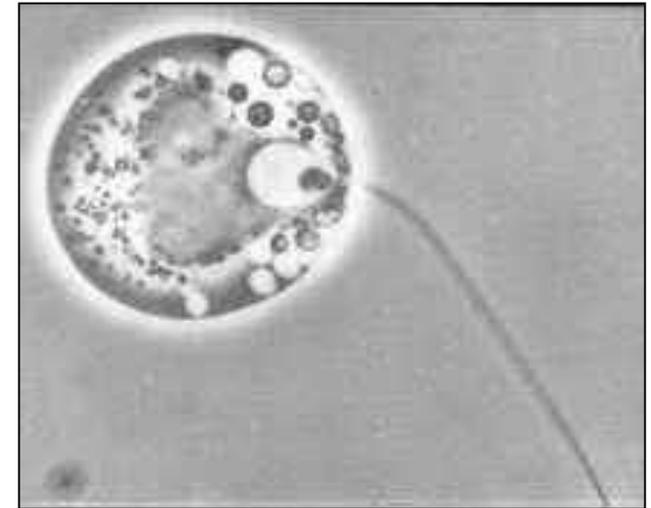
*Physoderma maydis*



# Estruturas reprodutivas Chytridio e Blastocladiomycota



Esporângios



**Zoósporos: 1 flagelo tipo chicote, posterior (único fungo verdadeiro com célula móvel)**

# REINO FUNGI - ZIGOMICETOS

Divisões (Filos) dos fungos (Dictionary, 2008)

## Reino Protozoa

Myxogastrea ✓

Phytoomyxa ✓

## Reino Chromista

Oomycota ✓

## Reino Fungi

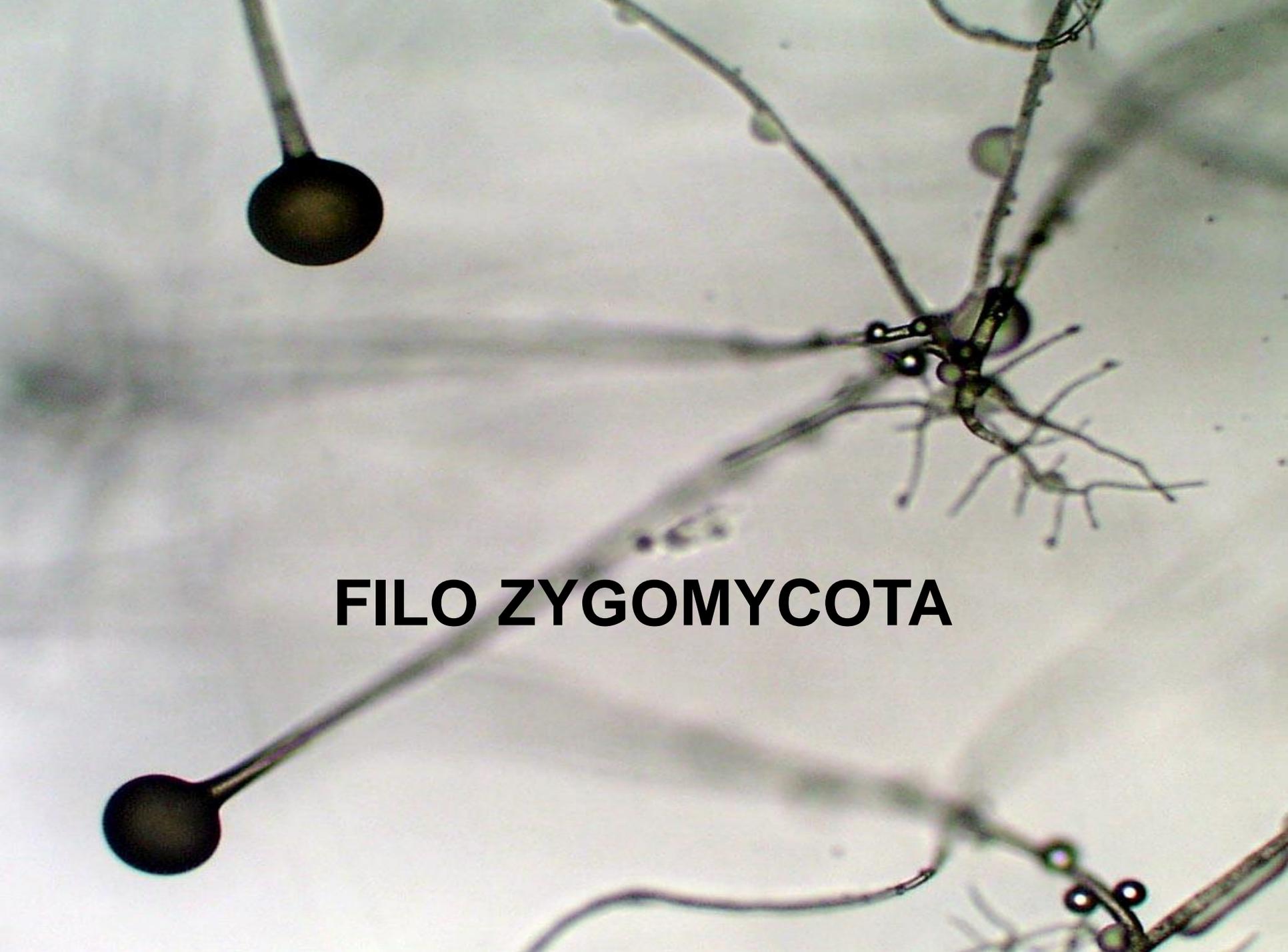
Blastocladiomycota ✓

Chytridiomycota ✓

Zygomycota ←

Ascomycota

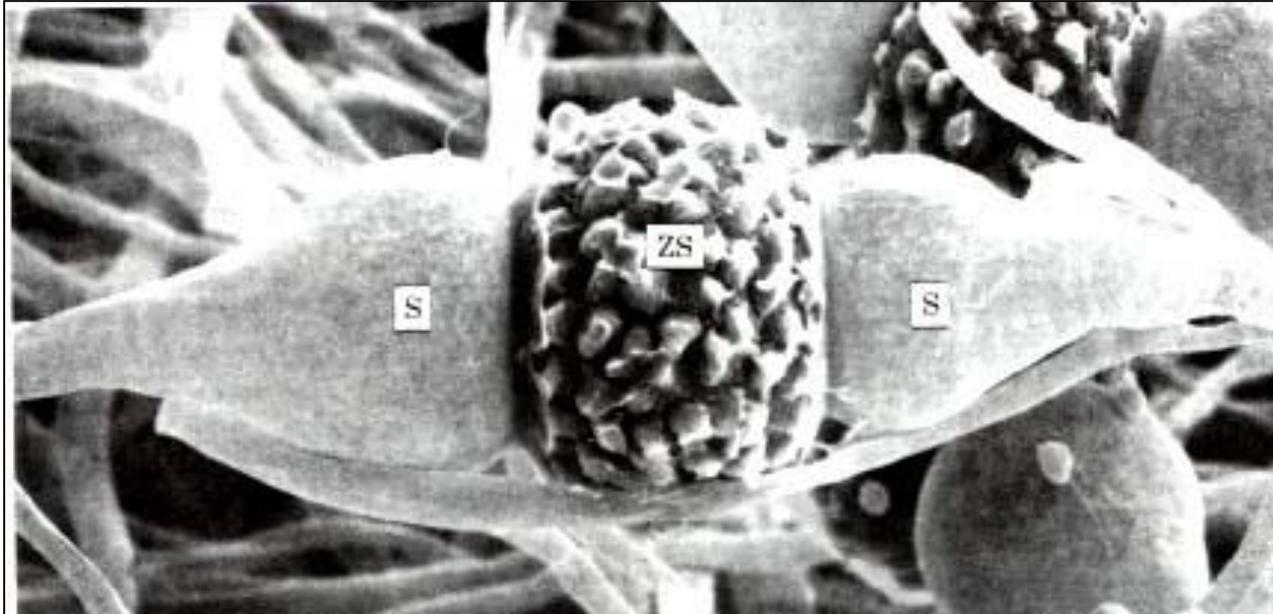
Basidiomycota

A microscopic image showing the structure of Zygomycota. The image features several long, thin, branching hyphae. Two prominent, dark, spherical zygospores are visible, each attached to the end of a long, thin stalk. The background is a light, slightly textured surface, possibly a slide or a piece of paper. The overall appearance is that of a filamentous fungus with characteristic zygospores.

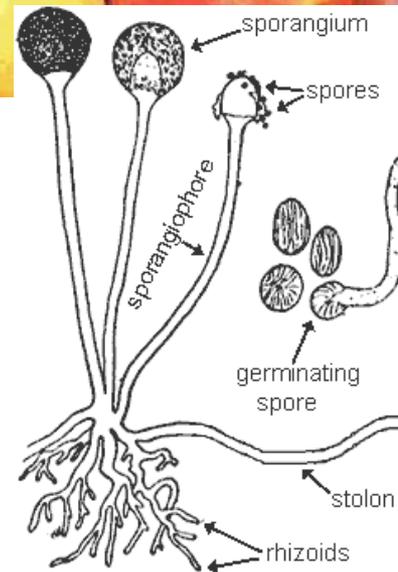
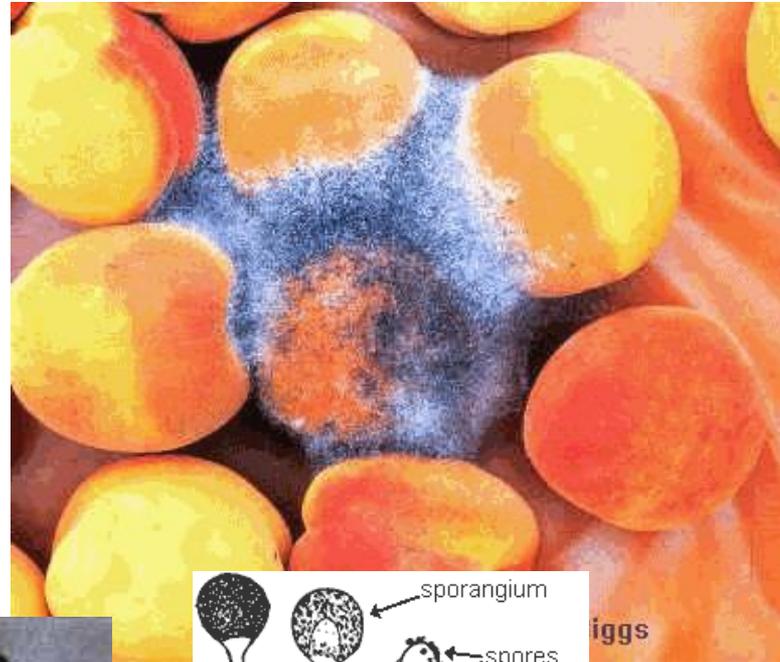
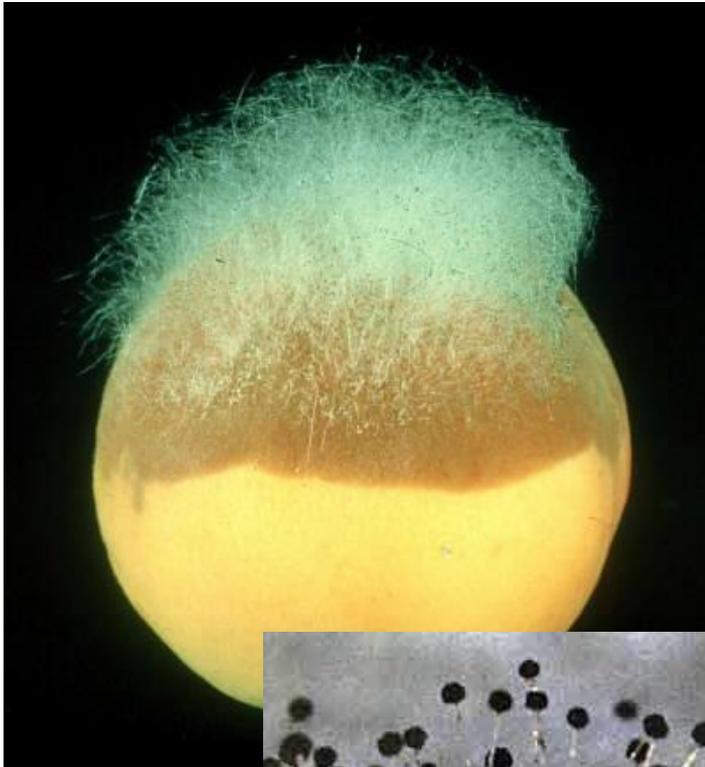
**FILO ZYGOMYCOTA**

# FILO ZYGOMYCOTA

**Zigosporângio, com um zigósporo em seu interior (fusão de gametângios)**

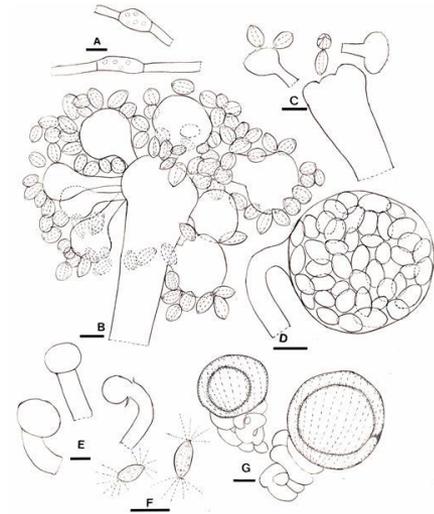
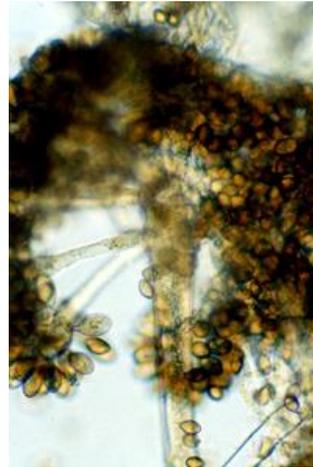
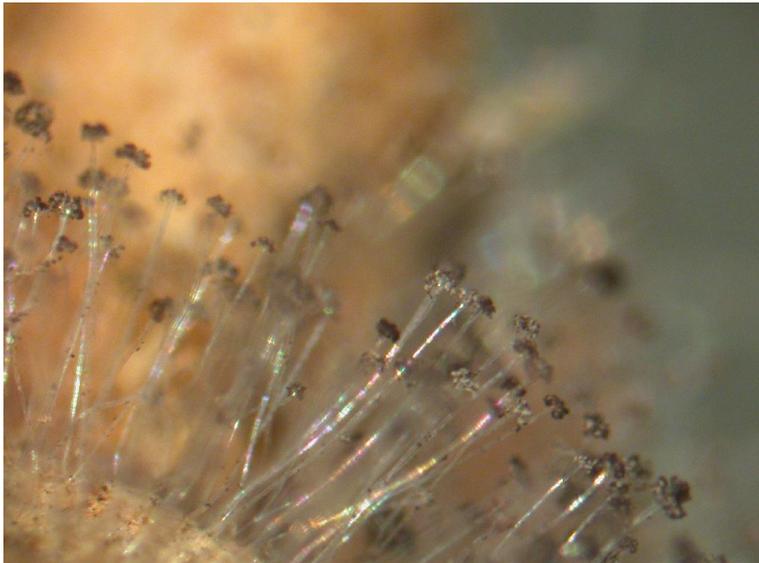


Podridoes de órgãos de reserva:  
*Rhizopus*, *Mucor* e *Choanephora* – Todos na ordem **Mucorales**



*Rhizopus*

# Choanephora



# Morfologia

## a) Talo somático

- Micelial, bem desenvolvido, cenocítico
- $\beta$ -glucana e quitina na parede

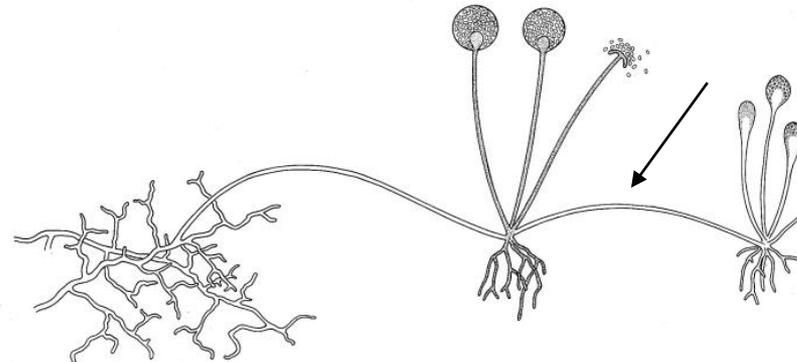
OBS: Zigomicetos são haploides na maior parte do ciclo

## Estruturas especializadas

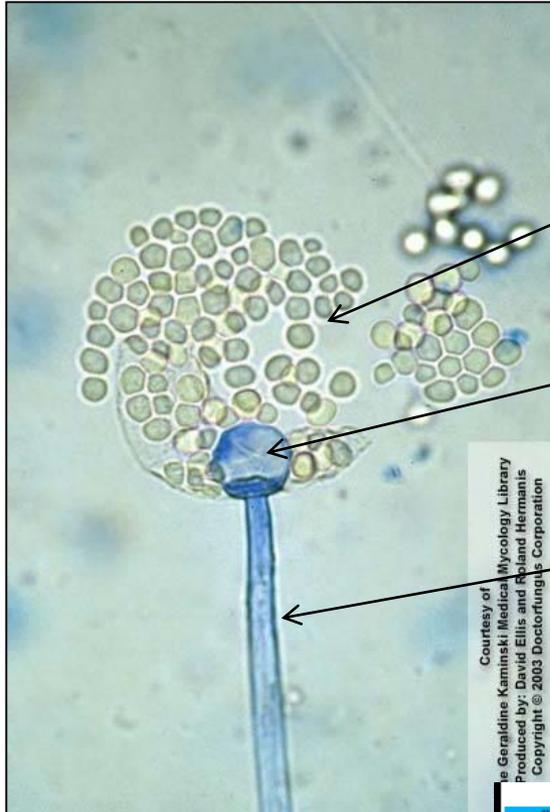
- Rizóides



- Estolões: hifas aéreas (colonização rápida)



## b) Reprodução assexuada



**Esporângio**

Esporângiósporos (aplanósporos)

Columela (importância taxonômica)

Esporangióforo

Infecção no hospedeiro:  
Por ferimentos / Diretamente

Courtesy of  
the Geraldine Kaminski Medical Mycology Library  
Produced by: David Ellis and Roland Hermanis  
Copyright © 2003 Doctorfungus Corporation



*Plant Pathology* (2016) 65, 633–642

Doi: 10.1111/ppa.12434

### **Direct penetration of *Rhizopus stolonifer* into stone fruits causing rhizopus rot**

J. S. Baggio, F. P. Gonçalves, S. A. Lourenço, F. A. O. Tanaka, S. F. Pascholati and L. Amorim\*

Departamento de Fitopatologia e Nematologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP 13418-900, Brazil

## c) Reprodução sexuada

Zigóforo



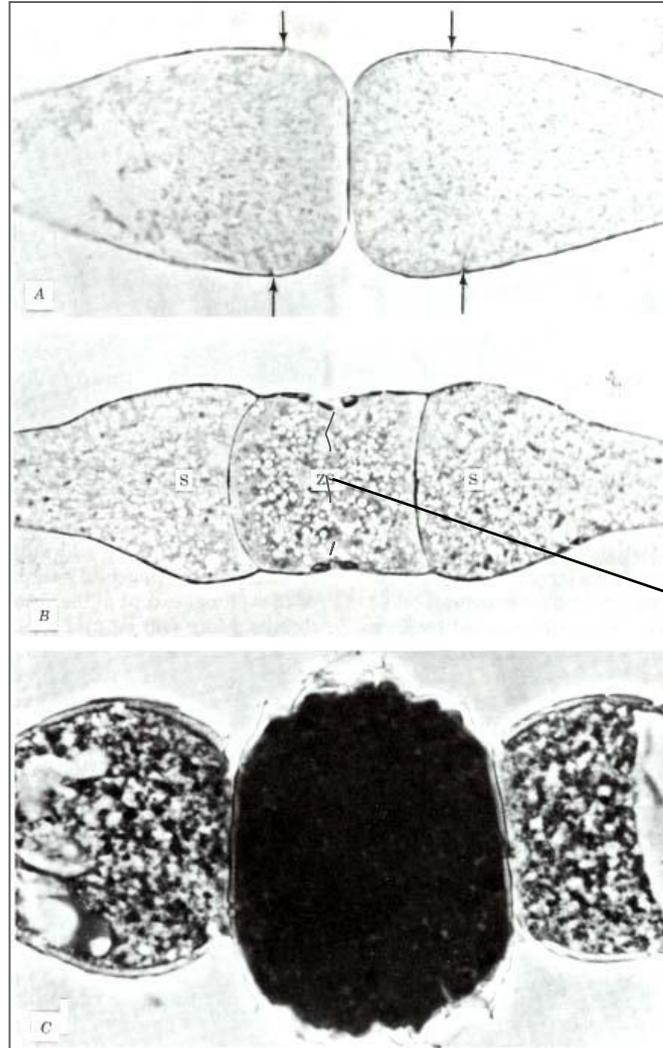
Progametângios



Gametângios



Zigosporângio  
(com um zigósporo)

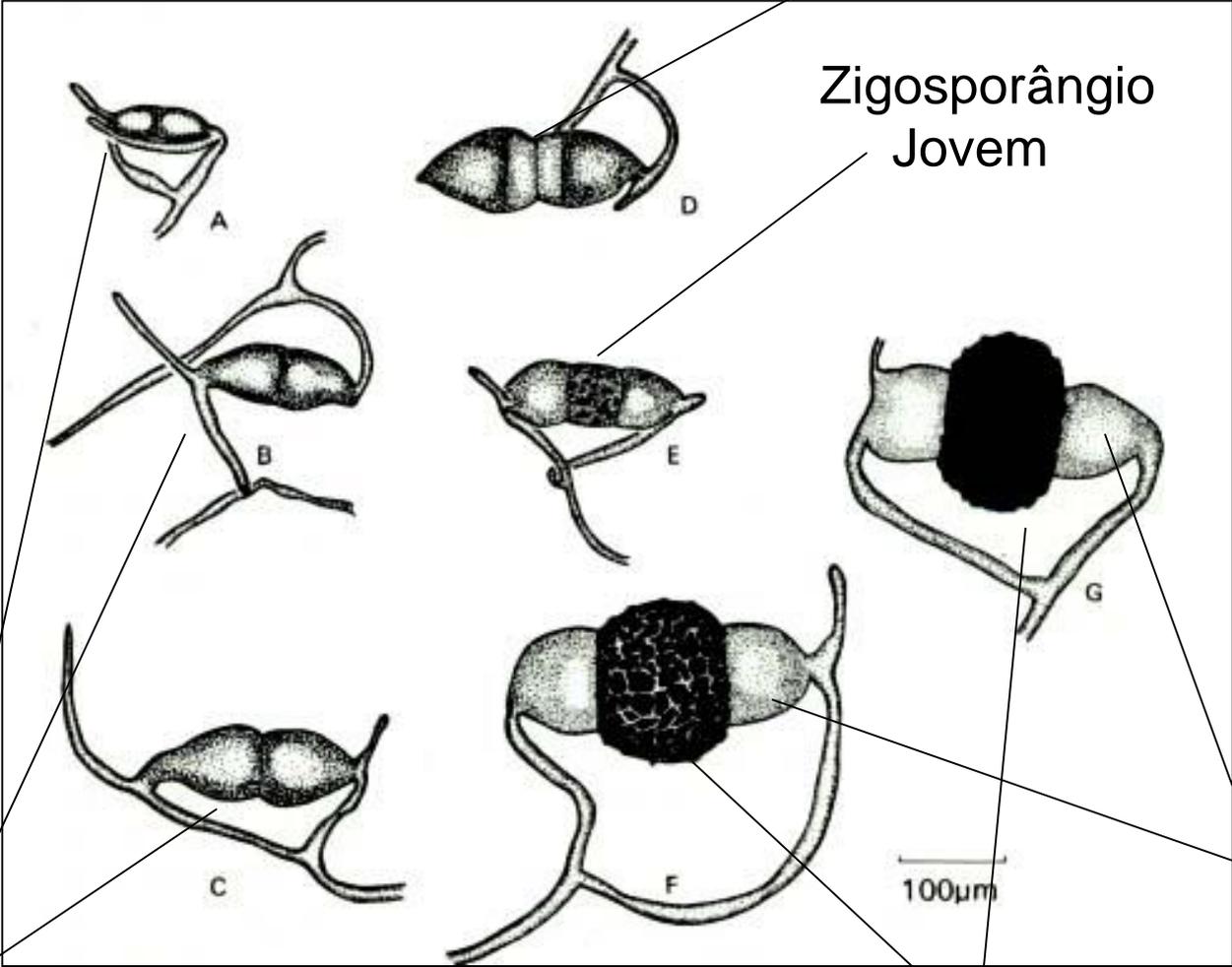


Apresenta  
zigotropismo  
positivo em  
espécies  
heterotáticas  
("mating-type"  
feromônios)

Plasmogamia:  
Fusão de gametângios

Gametângios

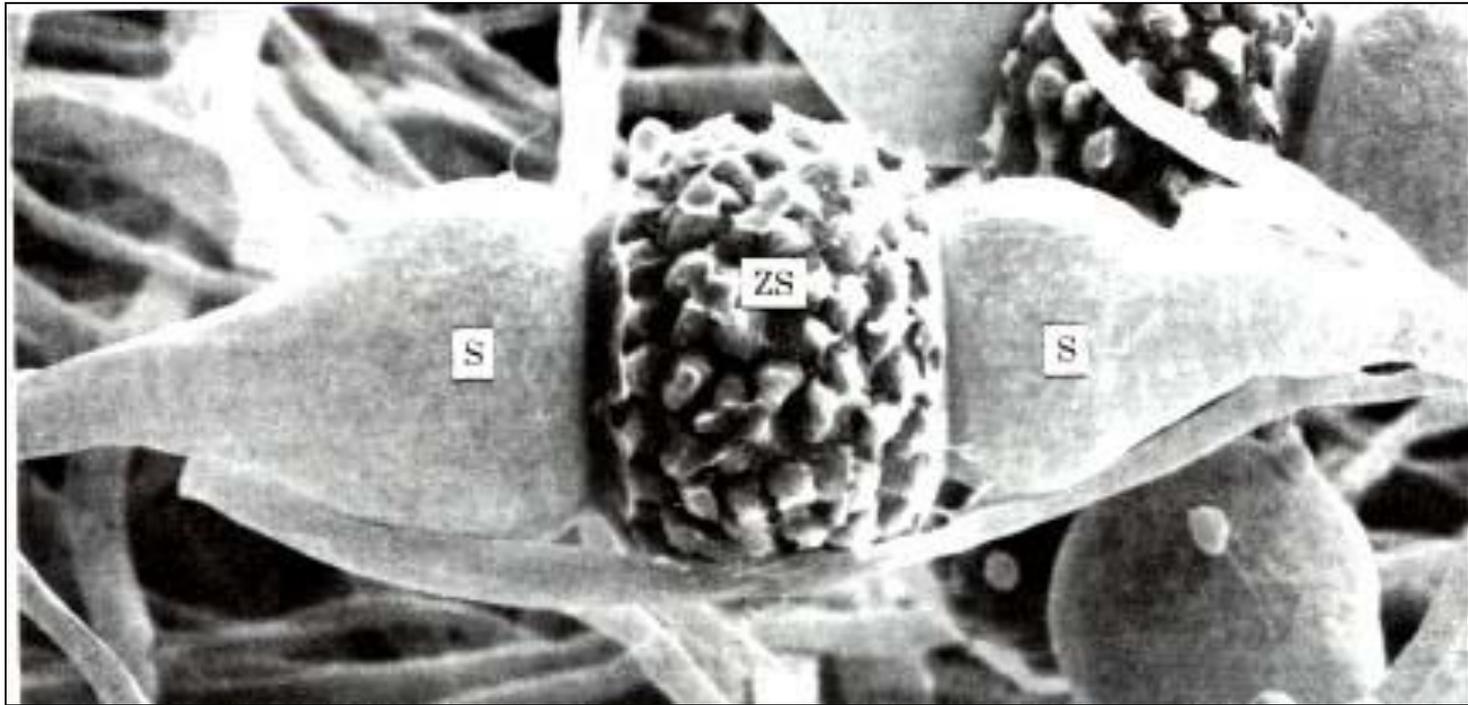
Zigosporângio Jovem



Células Suspensoras

Progametângios

Zigosporângios



Zigosporângio e células suspensoras

**Fim**