

Universidade de São Paulo  
Instituto de Ciências Biomédicas  
Departamento de Microbiologia

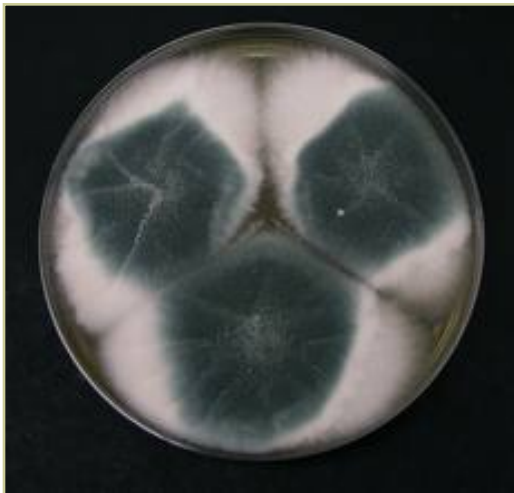
---

# **Características gerais dos fungos**

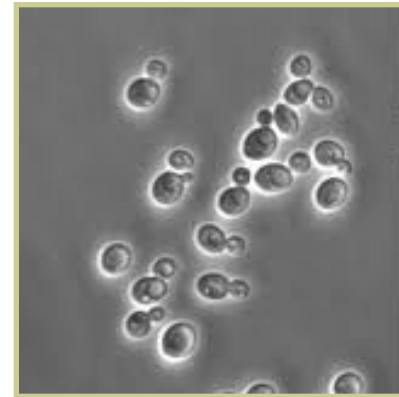
**Profa. Kelly Ishida**

E-mail: [ishidakelly@usp.br](mailto:ishidakelly@usp.br)

# Bolor



# Levedura



# O maior ser vivo do mundo

Floresta nacional Malheur, no Oregon



*Armillaria solidipes*

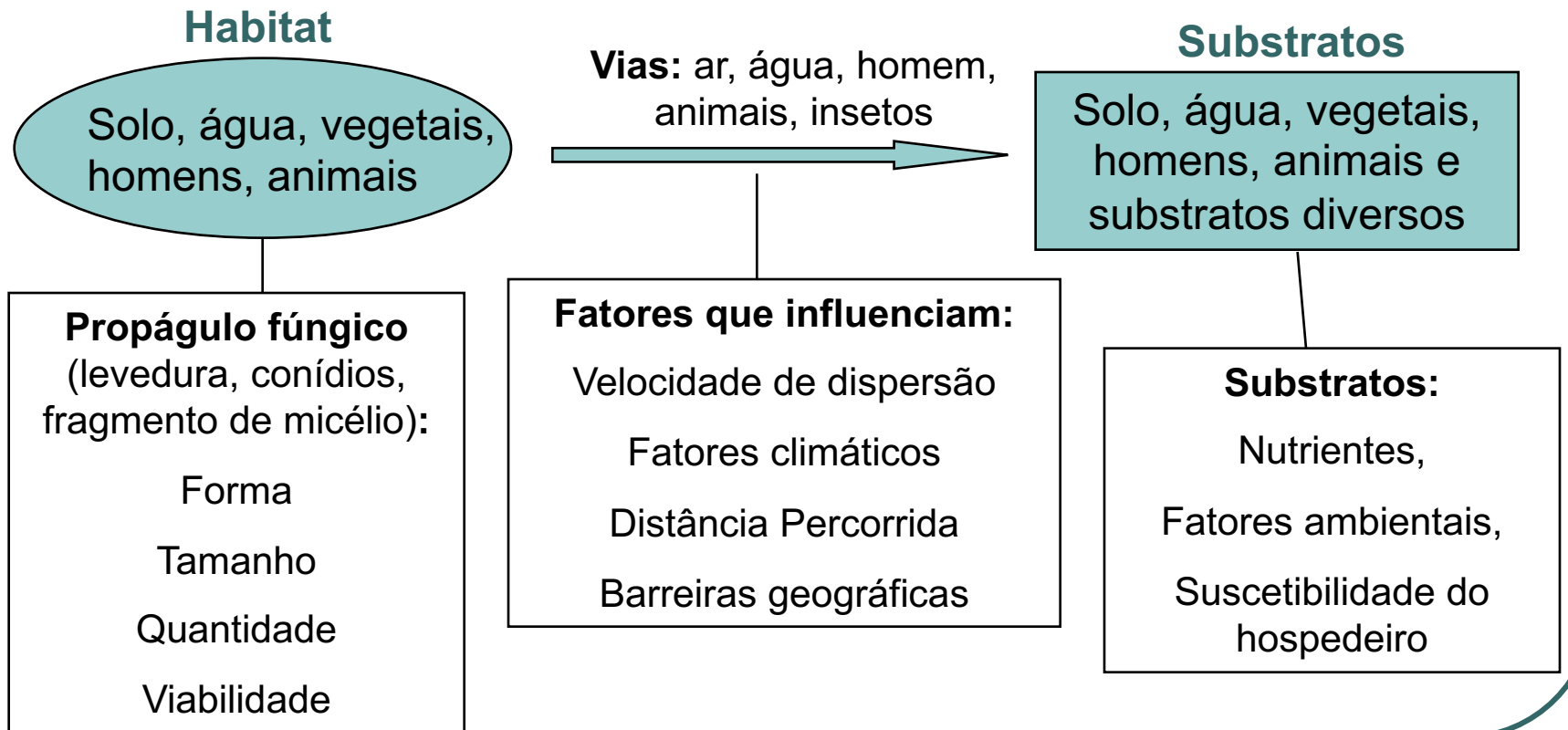


Os cogumelos são comestíveis  
Parasitam as árvores – matando-as

área de 9,6 km<sup>2</sup>  
1.900 e 8.650 anos de idade

~ 1,5 milhão de espécies de Fungos  
~ 75.000 (5%) espécies foram descritos

## Vias de dispersão dos fungos



# Fungos do ar – fungos anemófilos

---



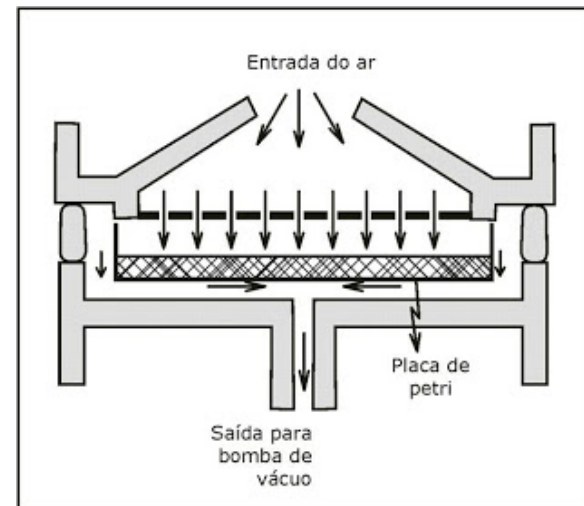
Técnica: Sedimentação gravitacional - Exposição da placa por 15 -20 minutos.

**Análise qualitativa**

- Principais gêneros de fungos:
  - *Alternaria*
  - *Aspergillus*
  - *Penicillium*
  - *Fusarium*
  - *Cladosporium*
  - *Curvalaria*
  - *Rhizopus*
  - Leveduras
- Importância da qualidade do ar

# Amostrador de Andersen®

## Impactação direta do ar (UFC/m<sup>3</sup>) – Análise quantitativa



Análise de fungos, leveduras e bactérias em ambientes fechados. É reconhecido internacionalmente como o Amostrador de Ar mais eficiente na quantificação dos microrganismos e na determinação de sua capacidade de penetrabilidade no trato respiratório. **(simula a deposição das partículas nas vias aéreas).**

- 
- ANVISA – Resolução no. 9, 16/01/2003 – Padrões referenciais de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente de uso público ou privado
  - $\leq 750 \text{ UFC/m}^3$
  - “É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos”

**Table 1** Distribution of Fungal Genera in the air of three intensive care units (ICU) in Porto Alegre, Brazil, during a year. There was marked predominance of fungi of the genera *Penicillium* and *Cladosporium*, particularly in indoor and outdoor environments of ICUs respectively.

Genera	ICU 1		ICU 2		ICU 3	
	Ind (%)	Out (%)	Ind (%)	Out (%)	Ind (%)	Out (%)
<i>Cladosporium</i> spp.	23.9	46.3	39.8	66.1	16.7	36.6
<i>Penicillium</i> spp.	45.0	20.7	18.6	11.7	44.8	14.4
<i>Aspergillus</i> section <i>Fumigati</i>	6.0	3.4	0.5	0.4	3.0	1.5
<i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i>	0.2	0.4	0.4	0.7	0.7	13.6
<i>Aspergillus</i> section <i>Flavi</i>	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.0
Other species of <i>Aspergillus</i>	1.1	1.0	2.0	0.5	1.1	0.6
<i>Fusarium</i> spp.	0.1	0.6	0.4	0.4	0.8	0.3
<i>Rhizopus</i> spp.	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2
Yeasts <sup>1</sup>	2.8	1.7	9.9	1.5	6.5	3.6
Other airborne fungus <sup>2</sup>	20.7	25.3	28.1	18.2	26.0	29.2

ICU, intensive care unit; Ind, indoor; Out, outdoor.

<sup>1</sup>Including *Candida* spp and *Rhodotorula* spp

<sup>2</sup>Including *Curvularia* spp, *Alternaria* spp., *Trichoderma* spp., *Acremonium* spp. and sterile filamentous fungi.

Boff et al. The indoor air as a potential determinant of the frequency of invasive aspergillosis in the intensive care. *Mycoses*, 56: 527–531, 2013.



# Importância dos fungos

- **Ambiental**

Decompositores e reciclam matéria orgânica – degradação de celulose e lignina



Micorrizas e Líquens - mutualismo



# Indústria alimentícia

Fermento biológico –  
*Sacharomyces cerevisiae*



*Penicillium* spp.



Fermentação alcoólica

# Cogumelos Comestíveis:

## Sem toxicidade e com Alto Valor Proteico



Valores comparativos das quantidades mínimas e máximas de nutrientes encontradas em 100g de Cogumelo (base úmida) e valores de Ingestão Diária Recomendada e valores diário de referência.

Nutriente	IDR	valor máximo em 100g de cogumelo	valor mínimo em 100g de cogumelo	Faixa de % da IDR
B1 (1)	1,2 mg	0,08 mg	0,004 mg	0,3 - 6,6
B2 (1)	1,3 mg	0,30 mg	0,04 mg	3,1 - 23,1
Ácido fólico (1)	400 ug	1014 mg*	658 mg*	164 - 253
Fósforo (2)	700 mg	113 mg	89 mg	12,7 - 16,1
Vitamina C (1)	45 mg	7,2 mg	6,3 mg	14 - 16
	<b>VDR</b>			<b>Faixa da % VDR</b>
Proteína (3)	75 g	2,3 g	1,6 g	2,1 - 3,0
Fibra Alimentar (3)	25 g	3,9 g	1,5 g	6,0 - 15,6

IDR- Ingestao Diaria Recomendada

VDR- Valor Diario de referencia (RDC no 360.23/12/2003, ANVISA)

(1) Human Vitaminum and Mineral Requirements, report 7º Joint FAO/OMS Expert Consultation Bangkok, Thailand (2001).

(2) Dietary Reference Intake, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. 1999- 2001

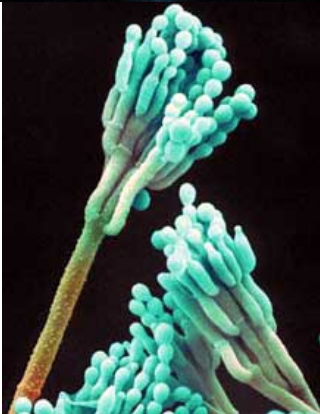
(3) FAO/OMS- Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916 Geneva, 2003

\* Folato Total

> 30 espécies cogumelos - cultivados

## Indústria farmacêutica

produtores de antimicrobianos (penicilina), imunossupressores (ciclosporina) e hormônios (esteróide)



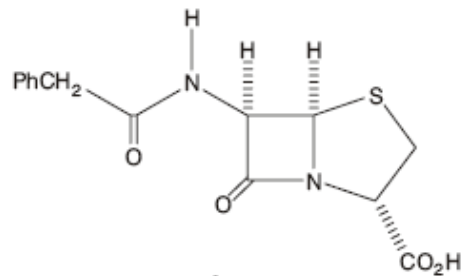
*Penicillium chrysogenum*

**1928 - Alexander Fleming** - Escocês  
Biólogo e Farmacologista

**Howard Walter Florey** – Australiano  
Farmacologista e Patologista

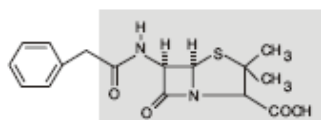
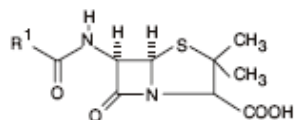
**1945 - Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia**  
**Descoberta da Penicilina**



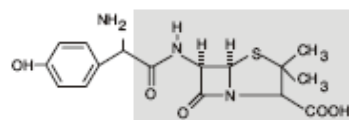


### Anel $\beta$ -lactâmico

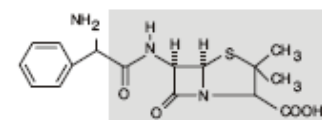
#### Penicilina



Benzilpenicilina

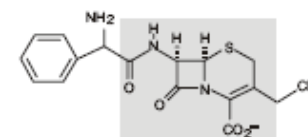
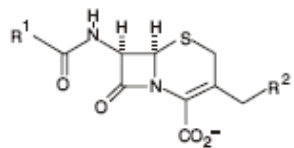


Amoxicilina

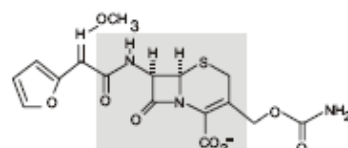


Ampicilina

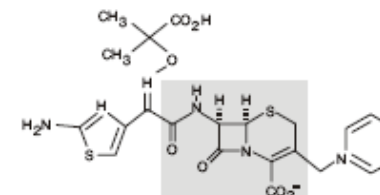
#### Cefalosporina



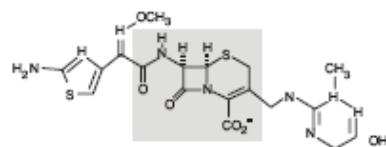
Cefaclor



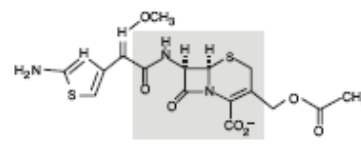
Cefuroxima



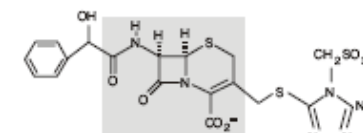
Ceftazidima



Ceftriaxona



Cefotaxima



Cefonicida

**Figura 1** - Estrutura do anel beta-lactâmico e antibióticos que contêm este anel em sua estrutura<sup>38</sup>

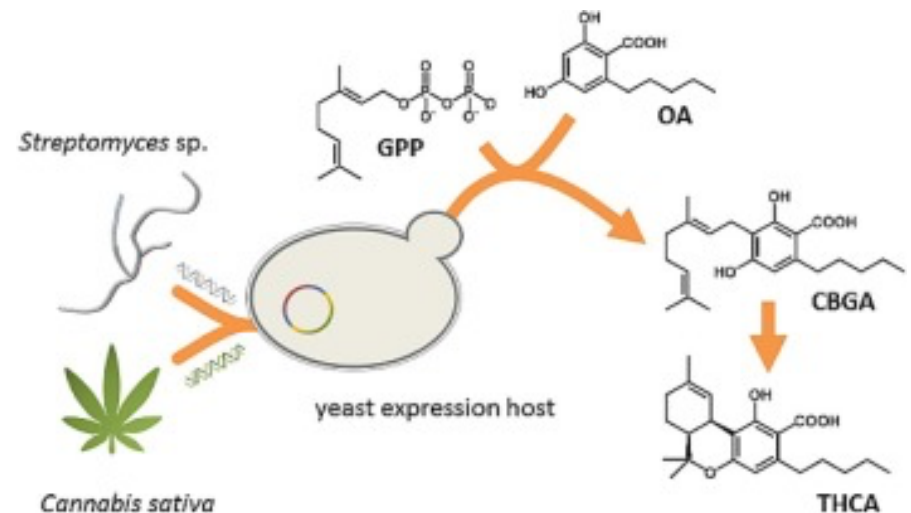
# Aplicação biotecnológica

-Produção de biodiesel  
primeira e segunda geração

-Proteínas humanizadas

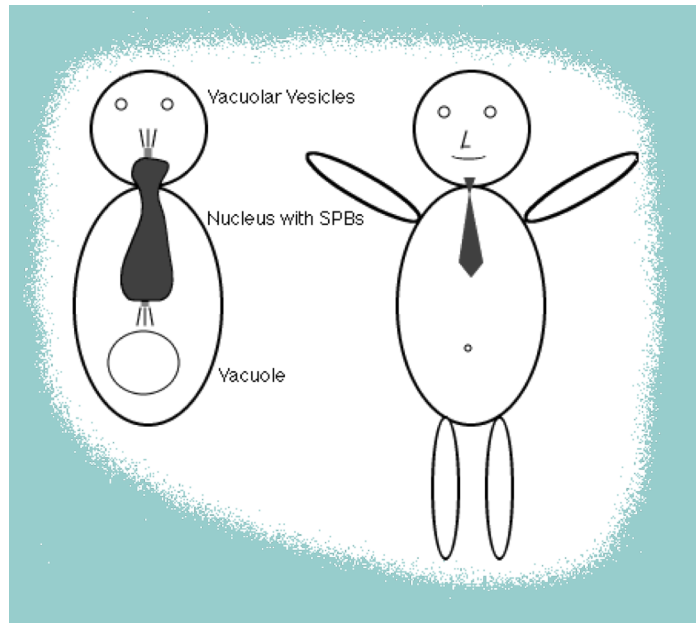
-Leveduras “breaking bad

$\Delta^9$ -tetrahydrocannabinolic acid (**THCA**)  
Tratamento da dor, esclerose múltipla,  
diminuição da pressão ocular

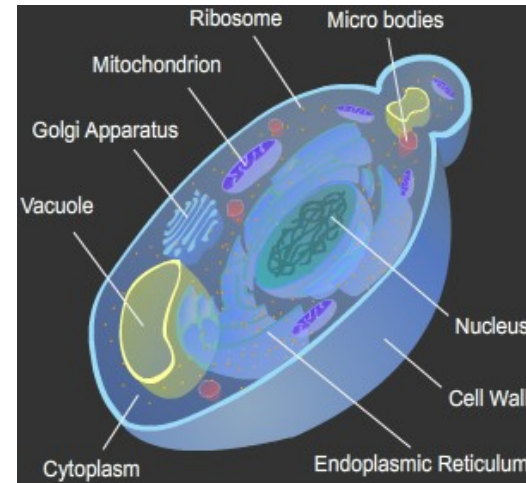


[Zierpel et al.](#) Engineering yeasts as platform organisms for cannabinoid biosynthesis. [J Biotechnol.](#) 10;259:204-212, 2017.

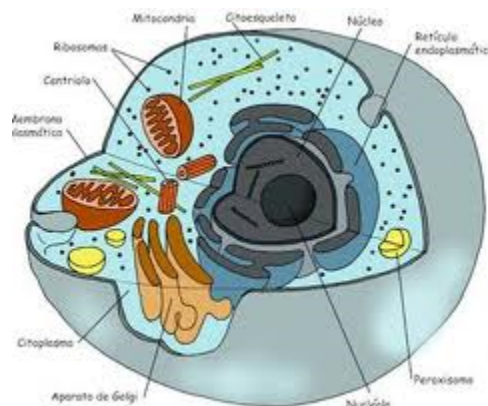
# Modelos para estudo celular, molecular e genéticos dos seres eucariotos



Ex. *Saccharomyces cerevisiae*



Célula  
fúngica



Célula  
animal

# Produtores de toxinas (Ex. aflatoxina de *Aspergillus* sp.) – carcinogênicos



Amendoim, milho soja cevada e outros...

***Aspergillus, Fusarium***

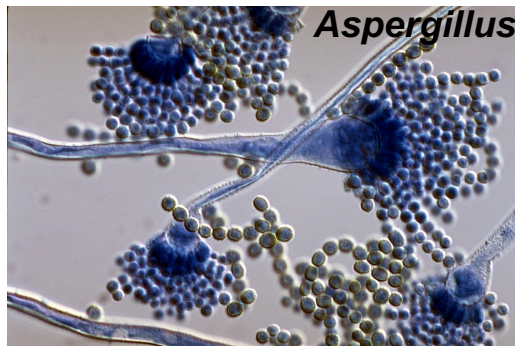
Aflatoxina

Ocratoxina A

Tricotecenos

Zearalenona

Fumonisina



## Alcinógenos

*Amanita muscaria*

*Psilocybe* spp.





# Síndrome dos Edifícios Doentes

---

- Má qualidade do ar
- Fadiga
- Dores de Cabeça
- Irritação no olhos nariz e trato respiratório
- Coriza
- >20% dos ocupantes



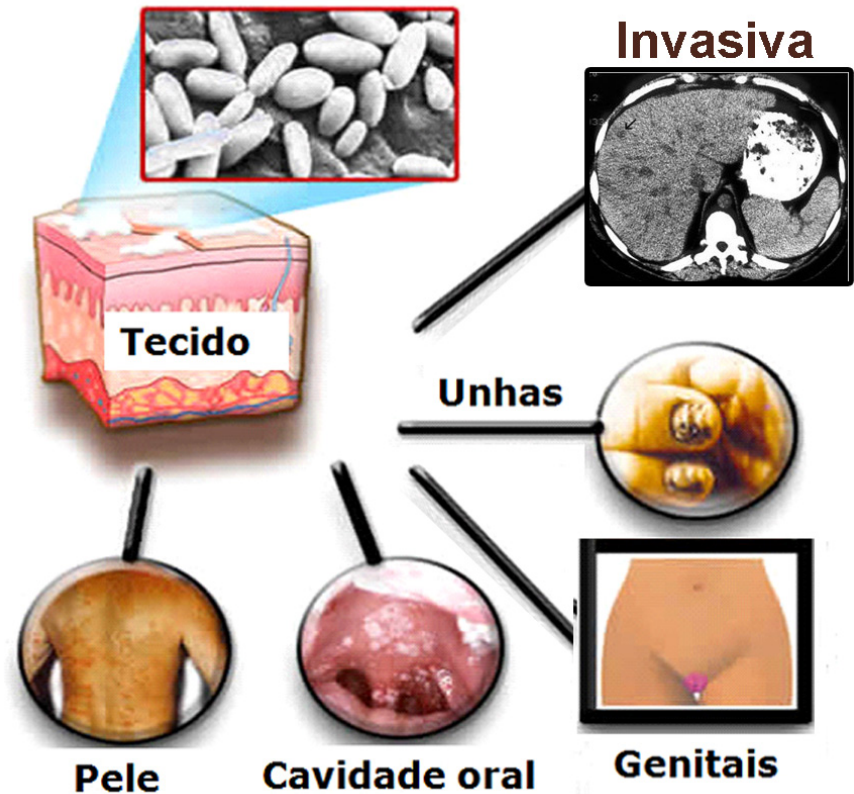
**alergias, rinites,  
bronquite, asma**

# Doenças em plantas e animais

Fitopatógeno: pode causar prejuízos na agricultura



Causadores de micoses em animais

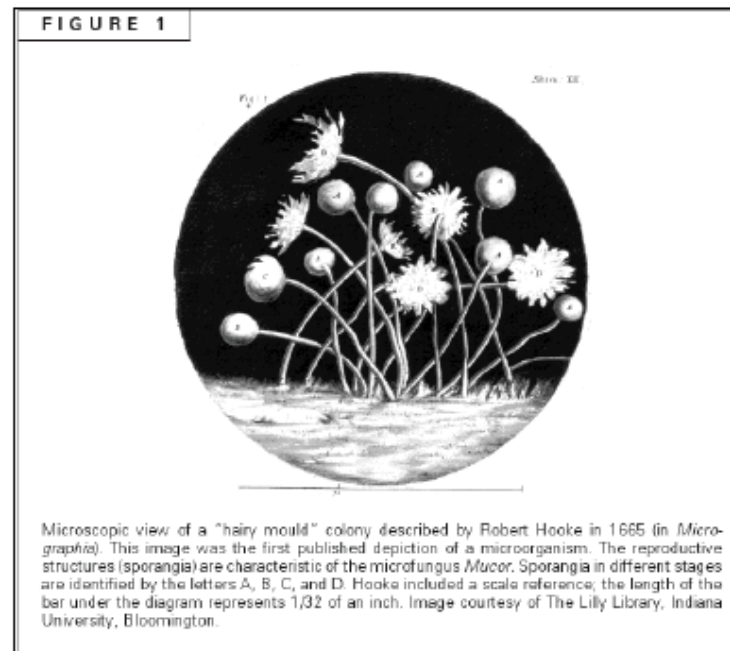


# Classificação dos fungos

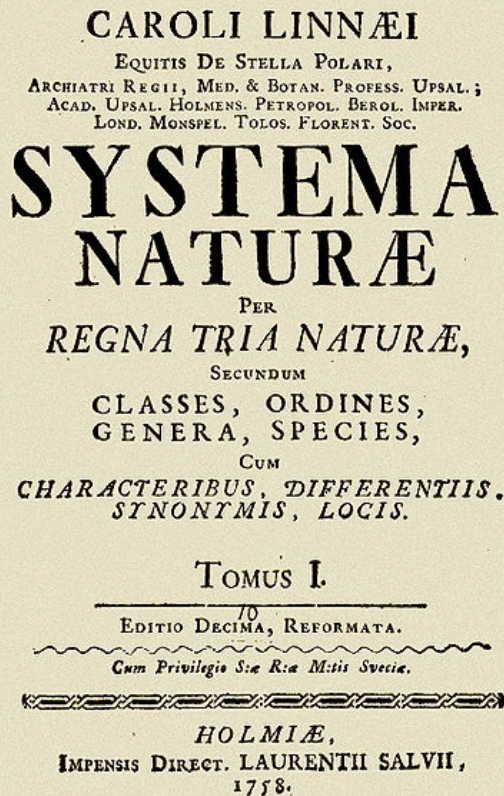
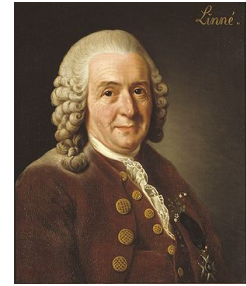
## Robert Hooke (1665)

Primeira descrição  
publicada de um  
microorganismo

“hairy molds”.



# Carolus Linnaeus (1707-1778)



Considerado o PAI DA TAXONOMIA MODERNA

De acordo com Linnaeus os seres vivos podiam ser classificados em 2 reinos: **vegetal e animal.**

Sistema hierárquico: classe, ordem, gênero, espécie e variedade.

Foi primeiro a utilizar o sistema binomial de classificação

1958 – aplicação da Nomenclatura binomial

13 Edições: 1ª. (1935) – 10 p.

13ª. (1970) – 3000 p.

# Haeckel (1866)

- Haeckel apresentou um esquema que seria conhecido como a **árvore da vida**
- Classificam os seres vivos em 3 reinos: Animalia, Protista, Plantae.
- Reino Protista: para classificar "animais" e "vegetais" unicelulares.
- Neste momento, os Fungos pertenciam ao Reino Plantae

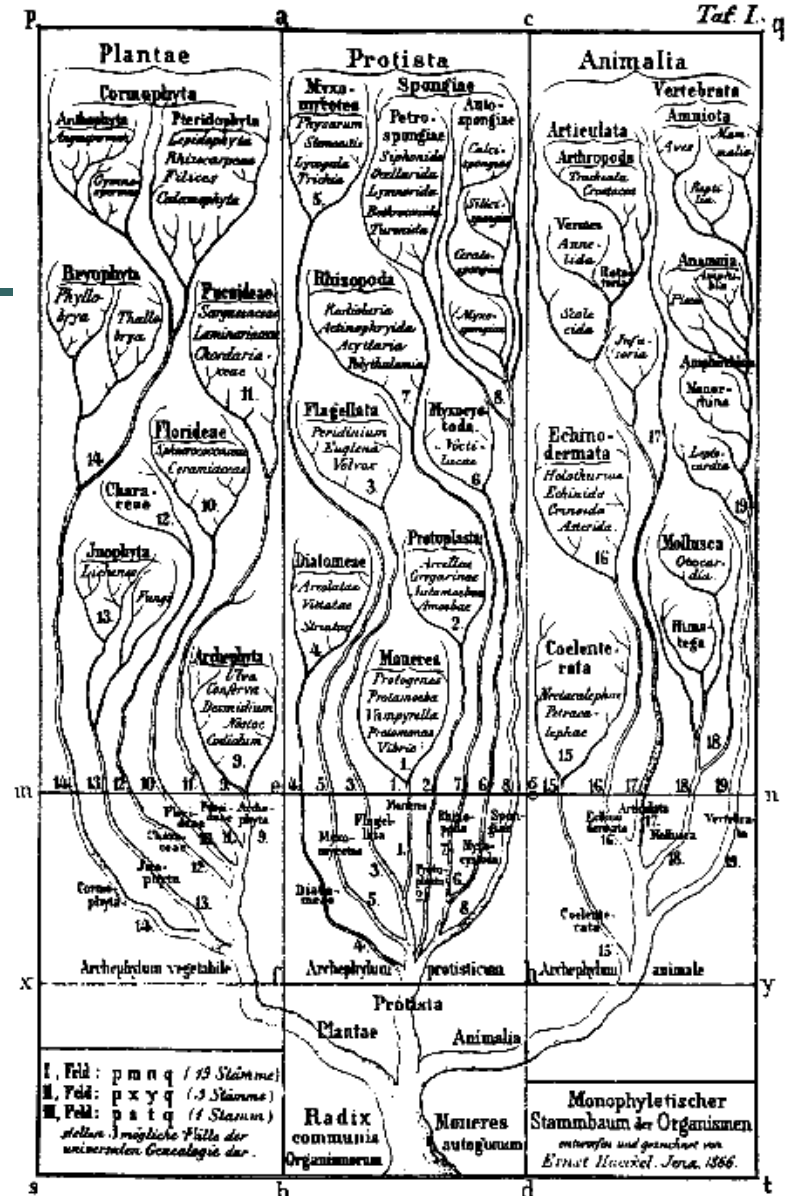


FIG. 1. Haeckel's phylogenetic tree of 1866 (76).

- A partir de 1969, reclassificação:

---

- Ausência de clorofila → Heterotróficos
  - Nutrição por absorção
  - Não possuem movimento próprio
- Parede celular de quitina e não de celulose
  - Armazenam glicogênio

# Whittaker (1969)

Whittaker propôs dividir os seres vivos em **5 reinos**, separados, principalmente, pelas características morfológicas e fisiológicas

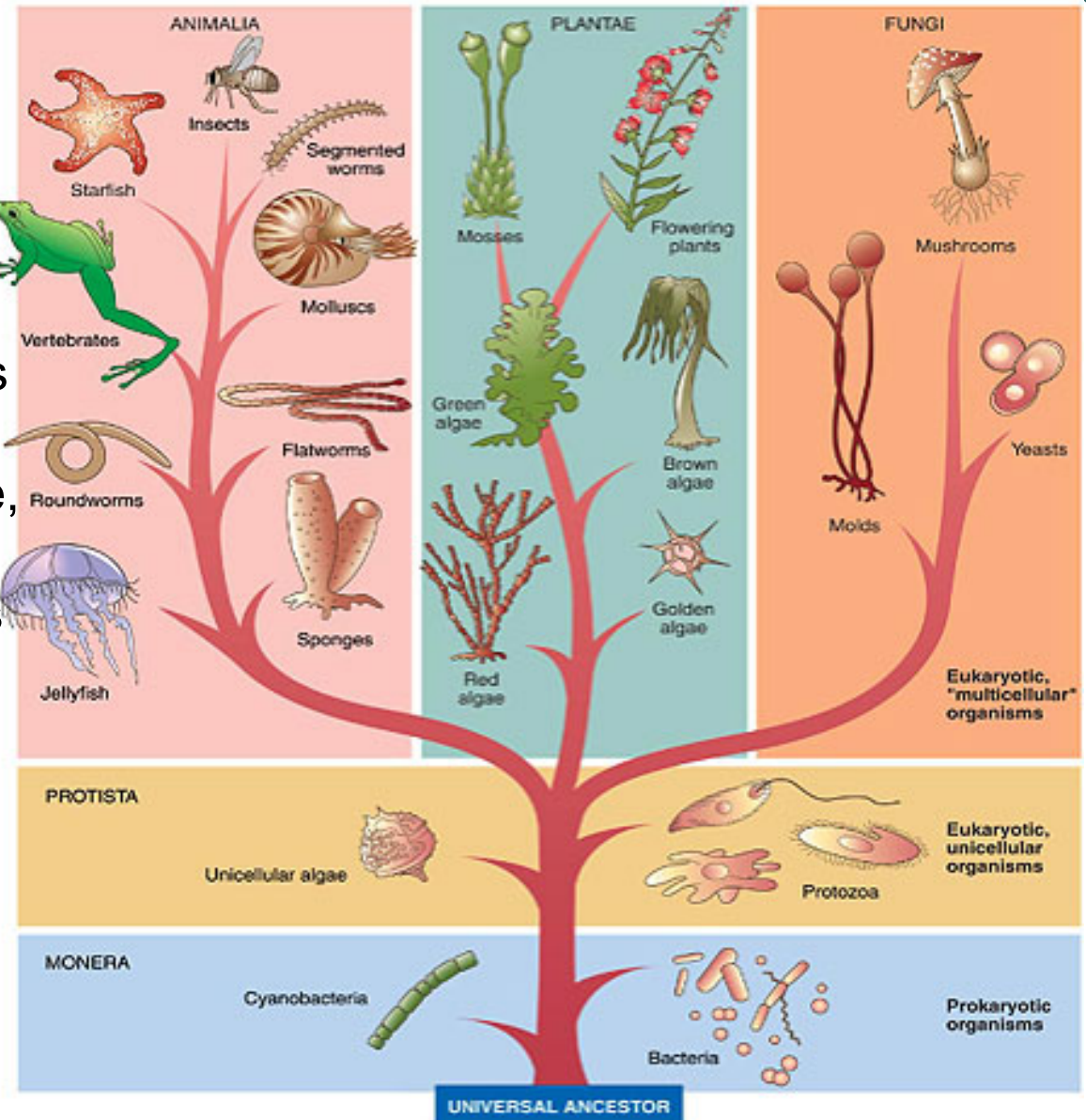
**Monera:** Procariotos

**Protista:** Eucariotos

**Plantae:** Vegetais

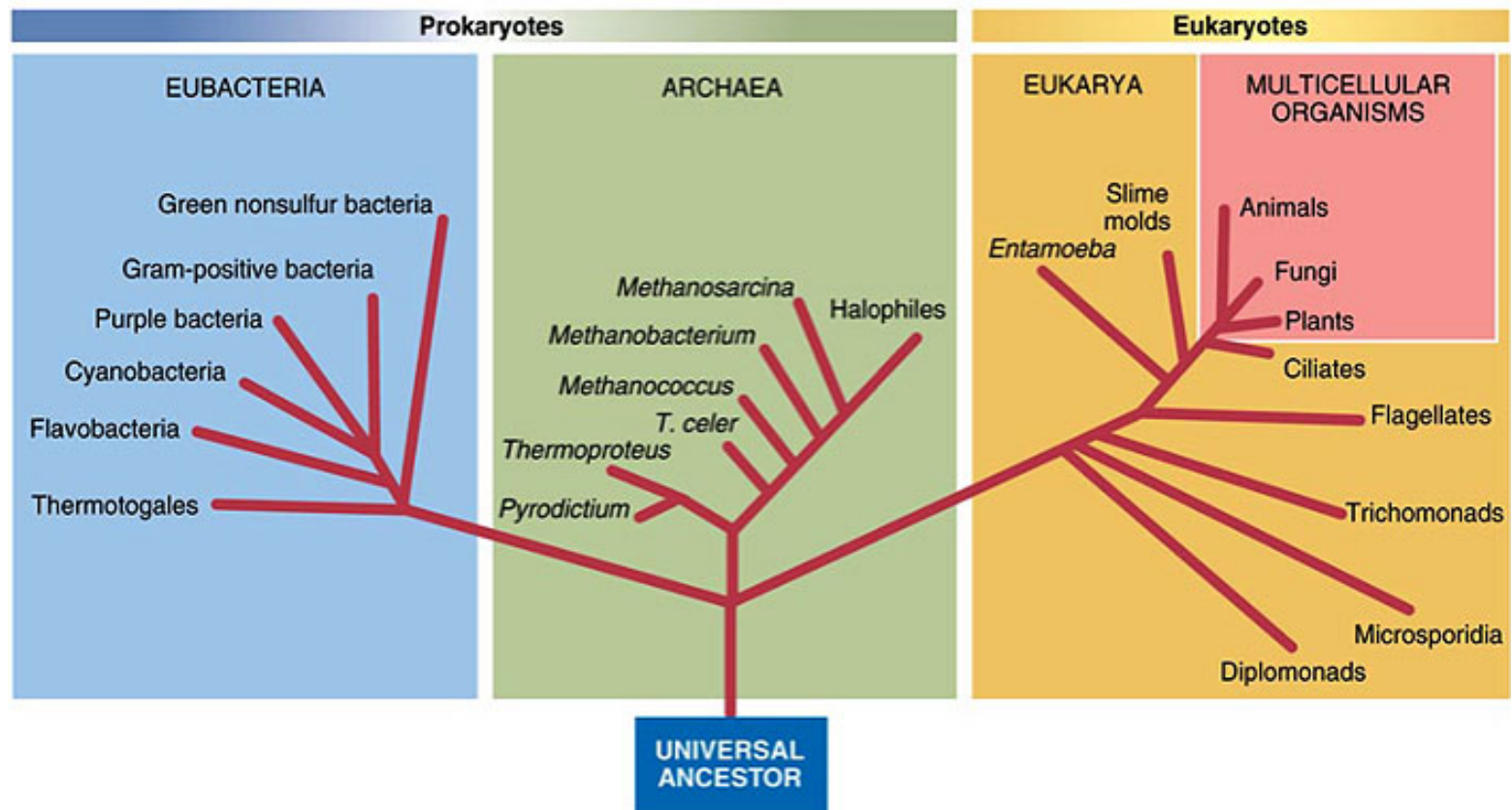
**Fungi:** Aclorofilados

**Animalia:** Animais



# Carl Woese (1977): Domínio dos seres vivos

## Aspectos Filogenéticos - Baseada no DNAríbossômico 16S



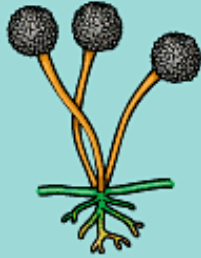


**Chytrids**



**Chytridiomycota**

**Zygoete fungi**



**Zygomycota**

**Sac fungi**



**Ascomycota**

**Club fungi**



**Basidiomycota**

**Loss of flagella**

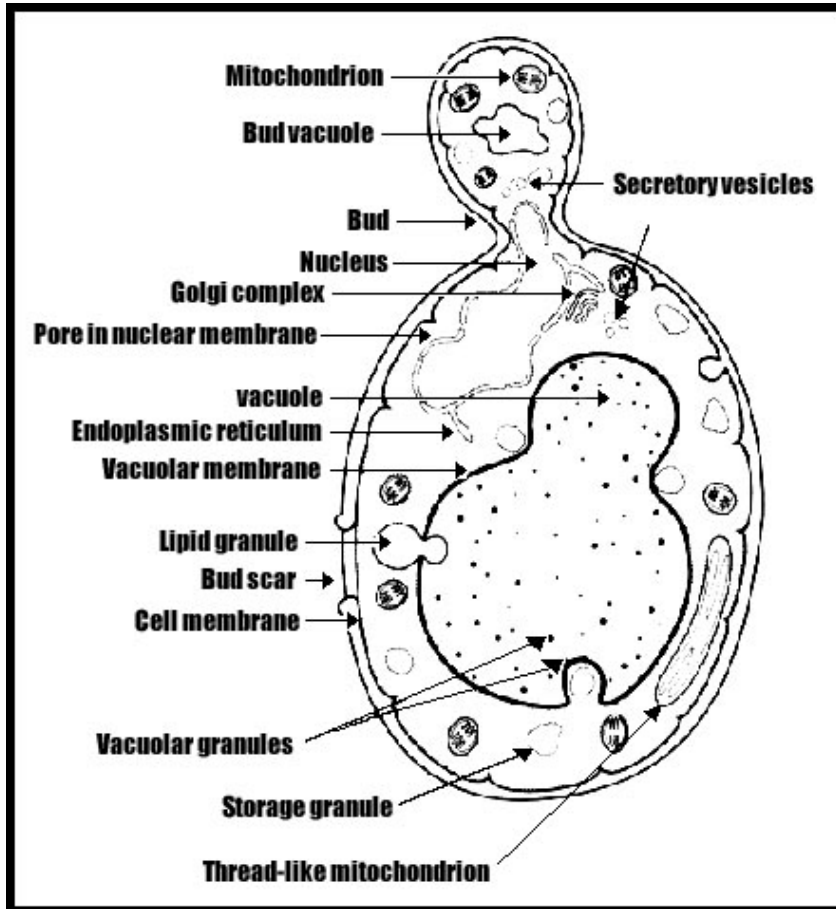
**Filos**

# Características gerais dos fungos

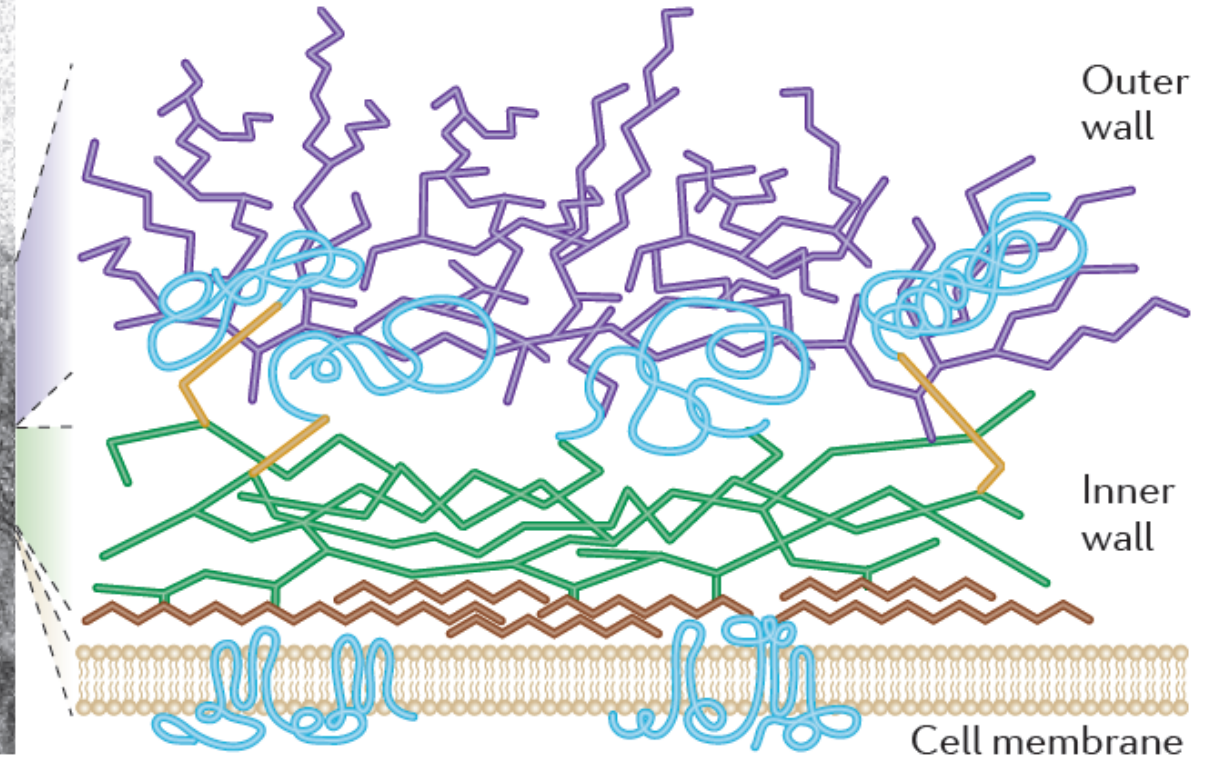
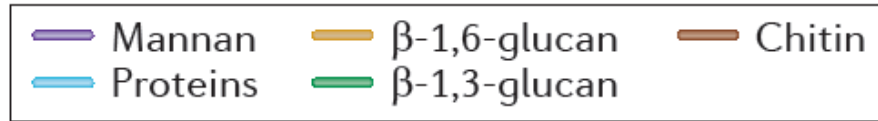
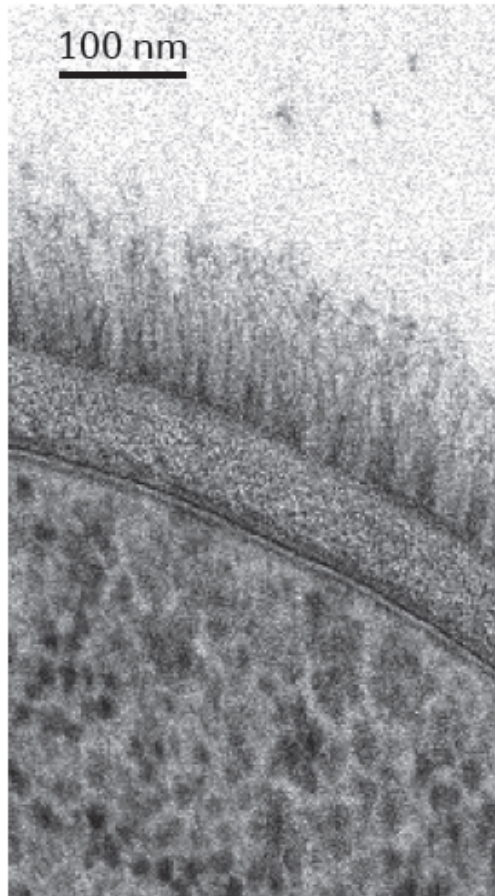
---

- Eucariotos
- Quimioheterotróficos - necessitam de matéria orgânica para obtenção de energia
- Nutrição por absorção
- Armazenamento de energia: glicogênio, manitol, trealose e alcoóis
- Parede celular de quitina e glucanas
- Na maioria, são seres haplóides
- Podem se apresentar: Levedura ou hifas
- Pode ter ciclo assexuada e sexuado

# A célula fúngica



# Parede celular

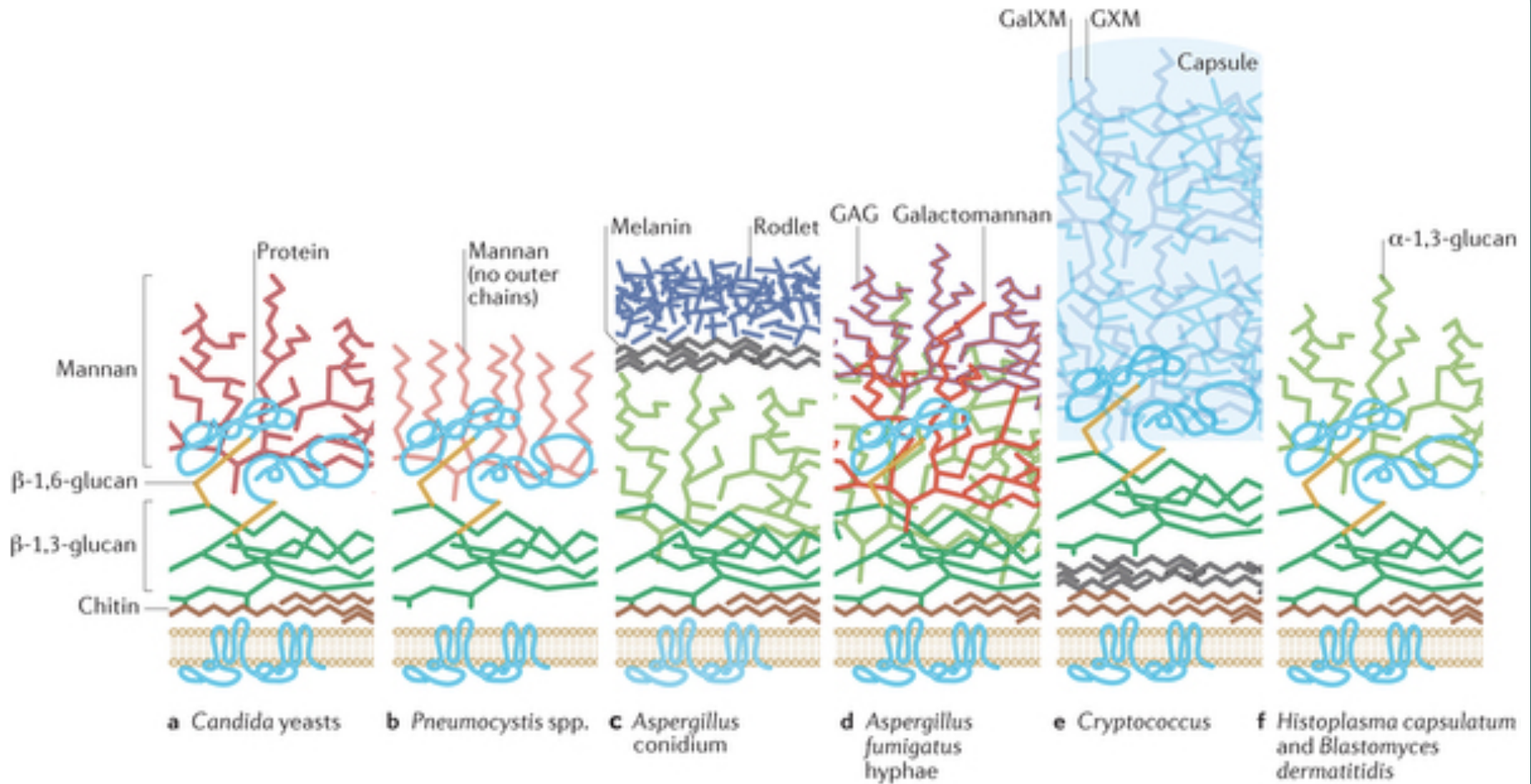


Quitina: 1 – 2%

Glucana: 50 – 60%

Proteína: 30 – 50%

} peso seco da parede



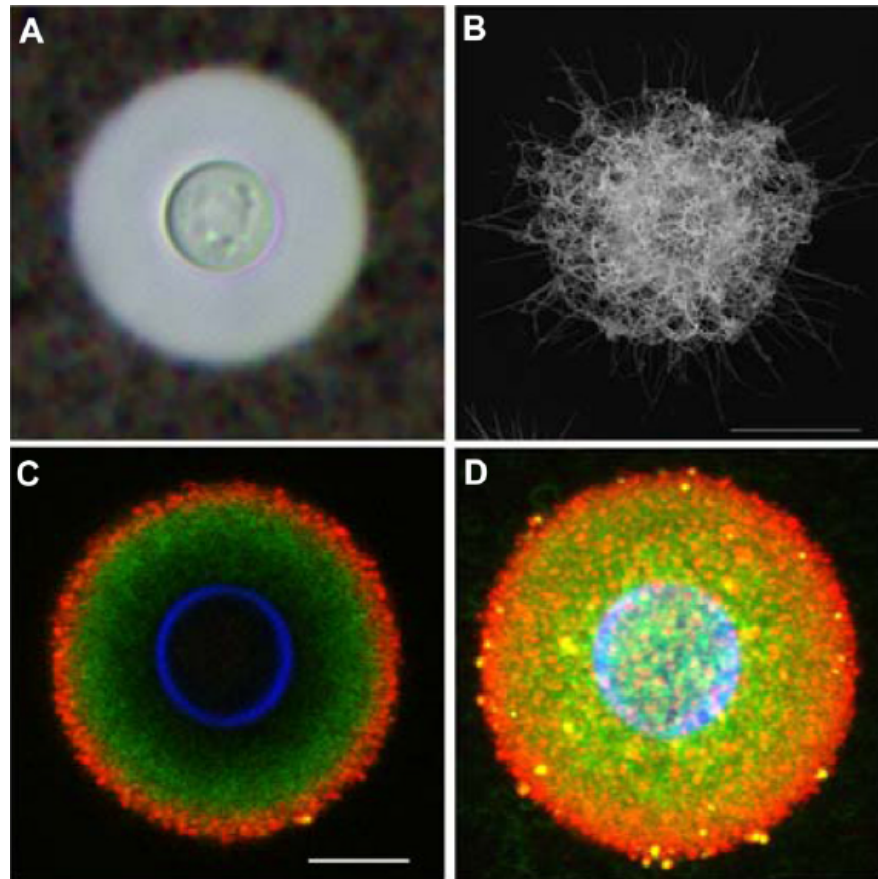
Nature Reviews | Microbiology

Erwig & Gow. Interactions of fungal pathogens with phagocytes. Nature Reviews Microbiology 14, 163–176 (2016).

Cápsula mucopolissacarídica  
*Cryptococcus* spp.

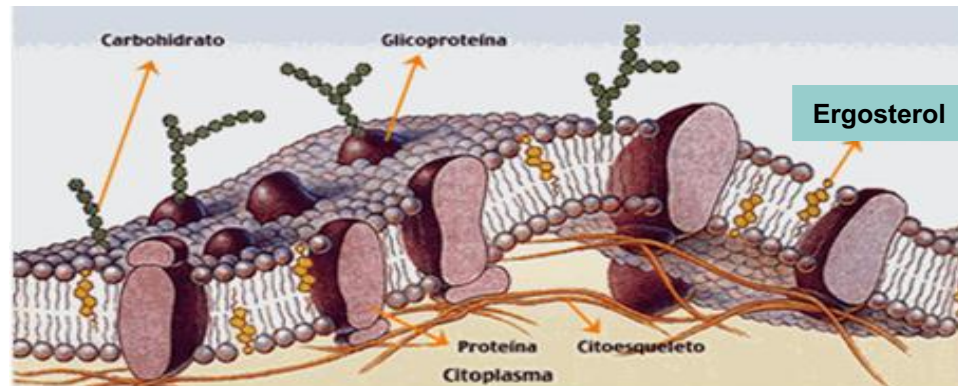
Papel: Evasão do sistema imunológico

---

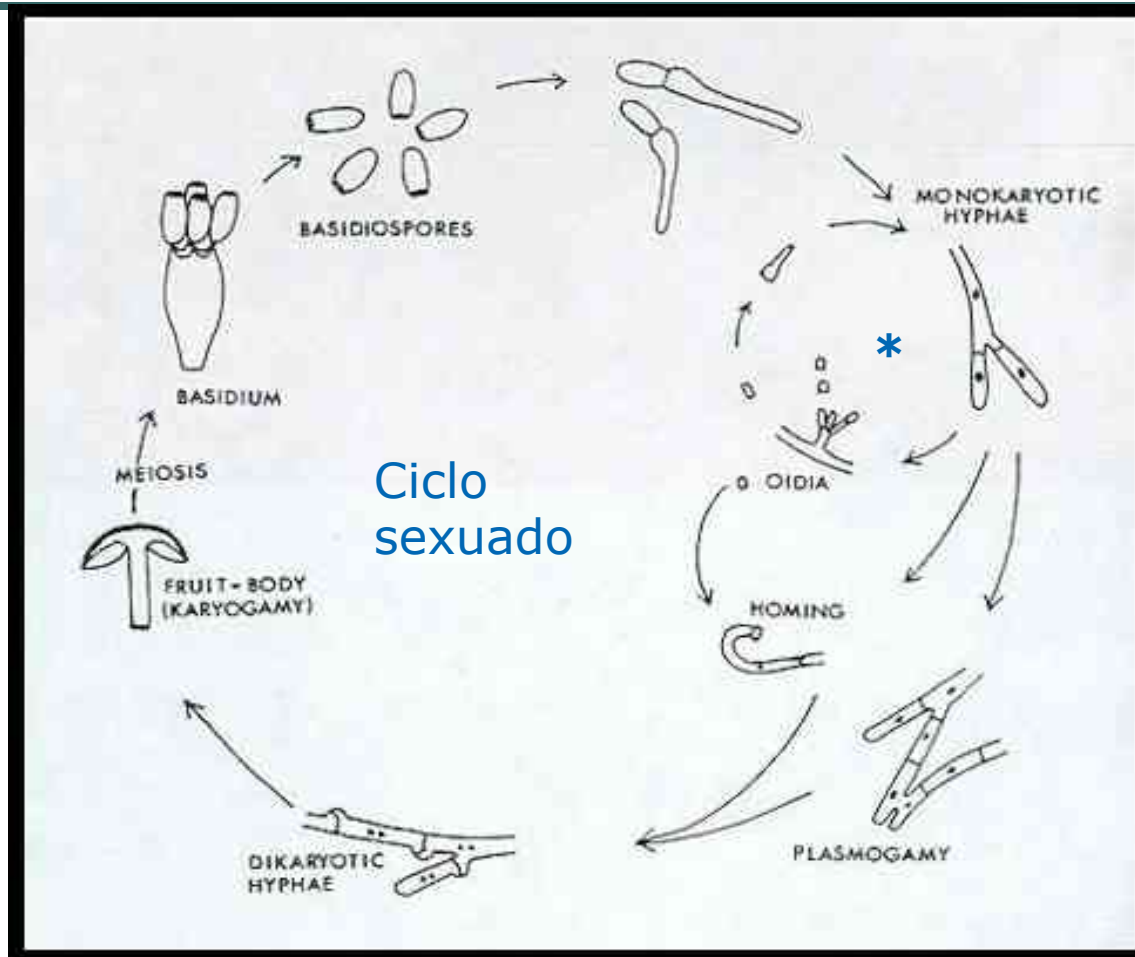


# Membrana citoplasmática

- Bicamada lipídica com proteínas transmembranas associadas,
- Controla entrada de nutrientes/substâncias (permeabilidade seletiva)
- Ancoram importantes enzimas: glucana sintase e quitina sintase
- Transdução de sinais do meio externo para a célula
- **Ergosterol** como principal esteroide de membrana de fungos
  - Vital para a sobrevivência dos fungos – principal alvo dos agentes antifúngicos



# Ciclo de vida dos fungos



\* Ciclo assexuado



---

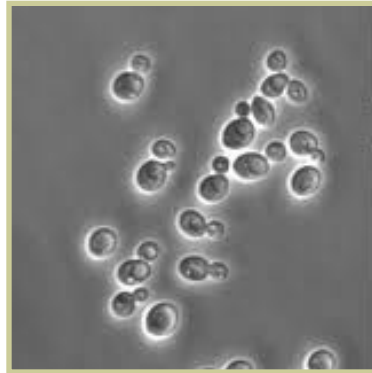
# **Características morfológicas**

## **Ciclo assexuado**

- **Porque é importante conhecer as estruturas dos fungos?**
- **Essencial para a identificação do fungo - diagnóstico laboratorial da micose!!**

# Morfologia – organização fúngica

- Unicelulares → fungos leveduriformes



- Pluricelulares → fungos filamentosos (“bolor”)

Hifa – unidade básica do fungo

Micélio – conjunto de hifas



# Leveduras...

## Característica macroscópica

### Coloração e Consistência



FORM



Punctiform



Circular



Filamentous



Irregular



Rhizoid



Spindle

ELEVATION



Flat



Raised



Convex



Pulvinate



Umboate

MARGIN



Entire



Undulate



Lobate



Erose



Filamentous

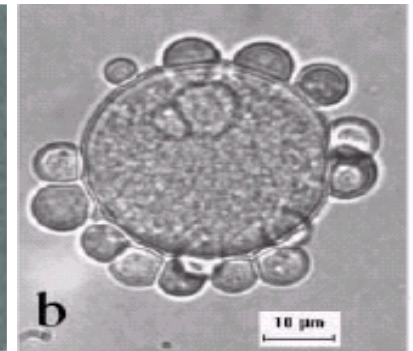
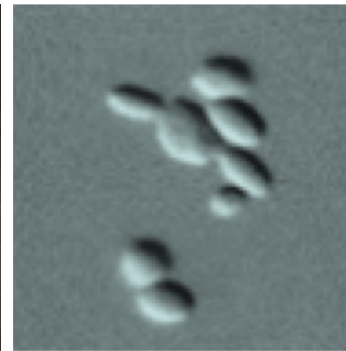
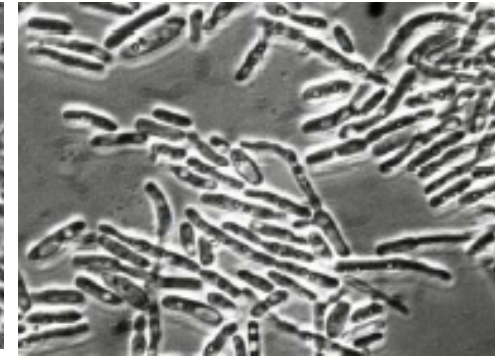
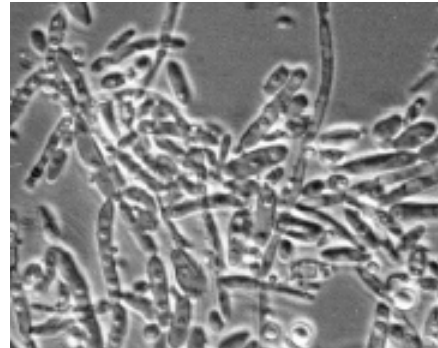
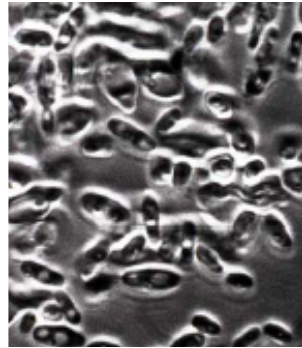
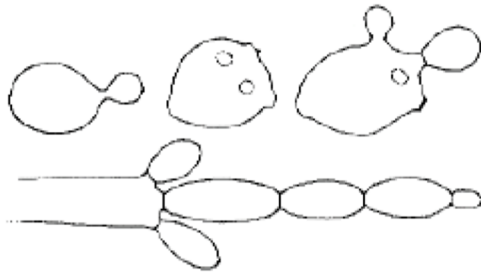


Curled

Forma, superfície, margem, coloração, aspecto (seco, úmido),  
Tamanho – dependem do tempo de incubação, meio e temperatura

# Leveduras...

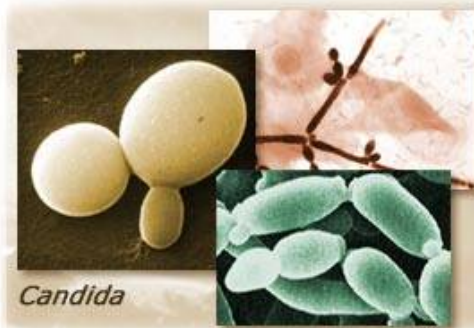
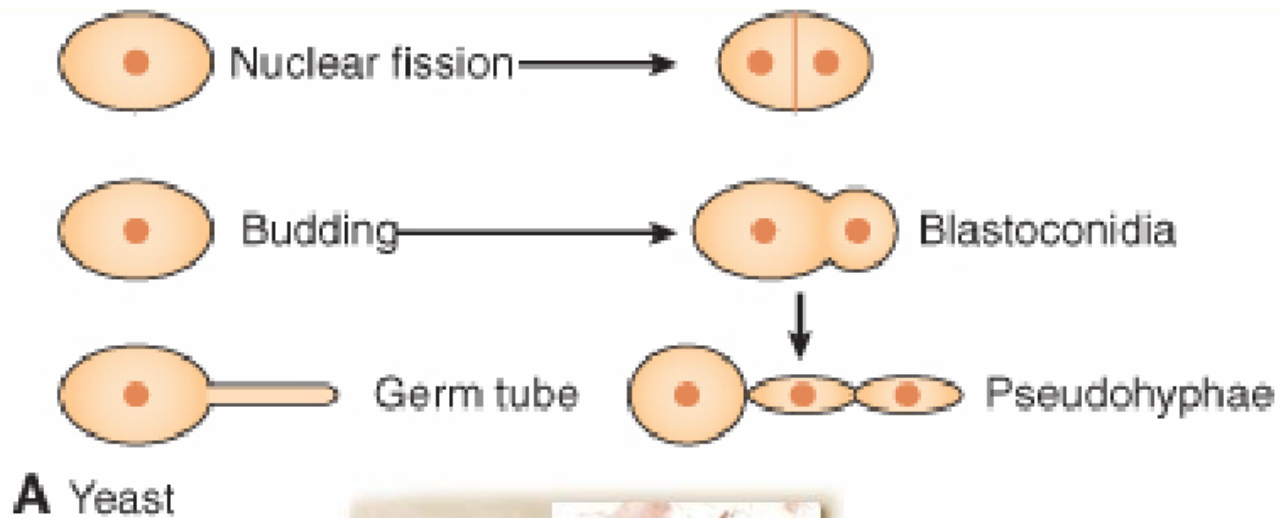
## Característica microscópica



# Leveduras...

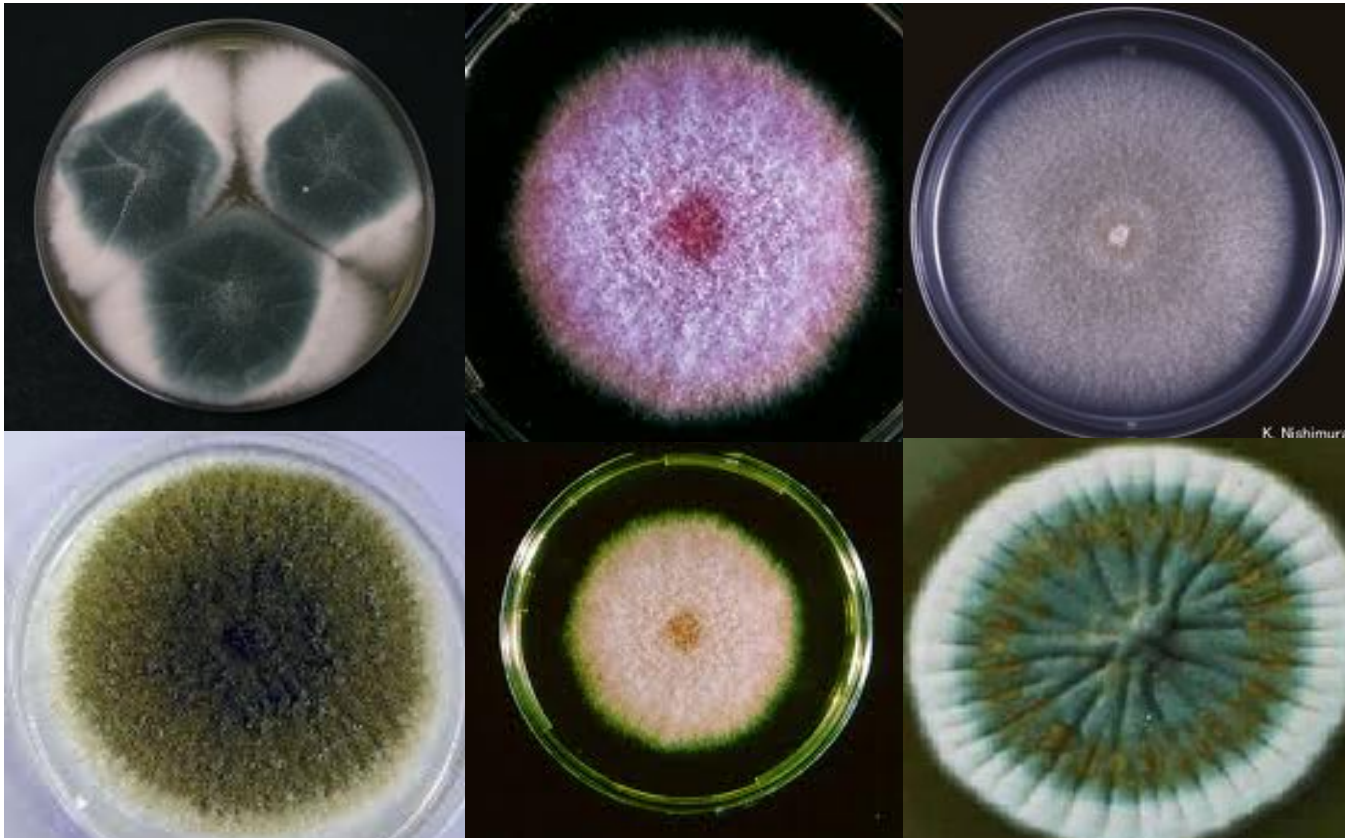
## Reprodução assexuada – Formação Blástica

### Brotamento / fissão binária



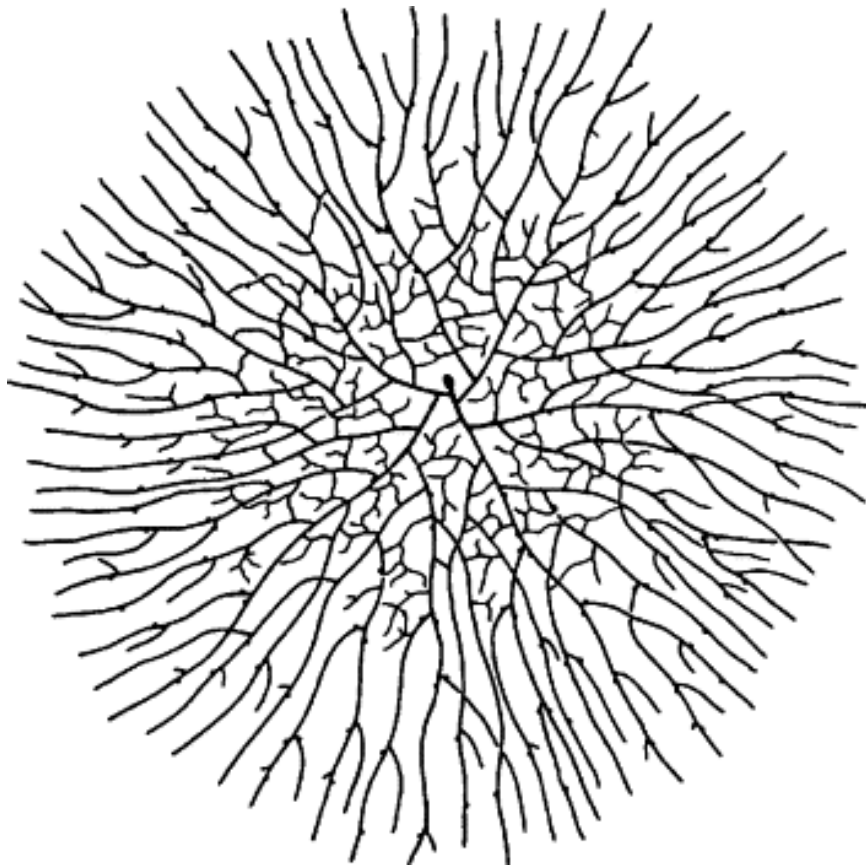
# Fungos Filamentosos...

## Característica macroscópica

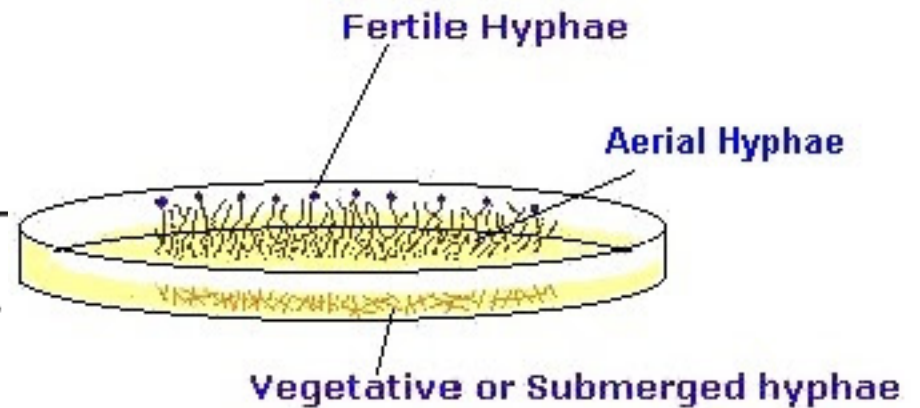


Forma, superfície, margem, coloração verso e reverso, aspecto (seco, úmido), tamanho – dependem do tempo de incubação, meio e temperatura

## Crescimento radial



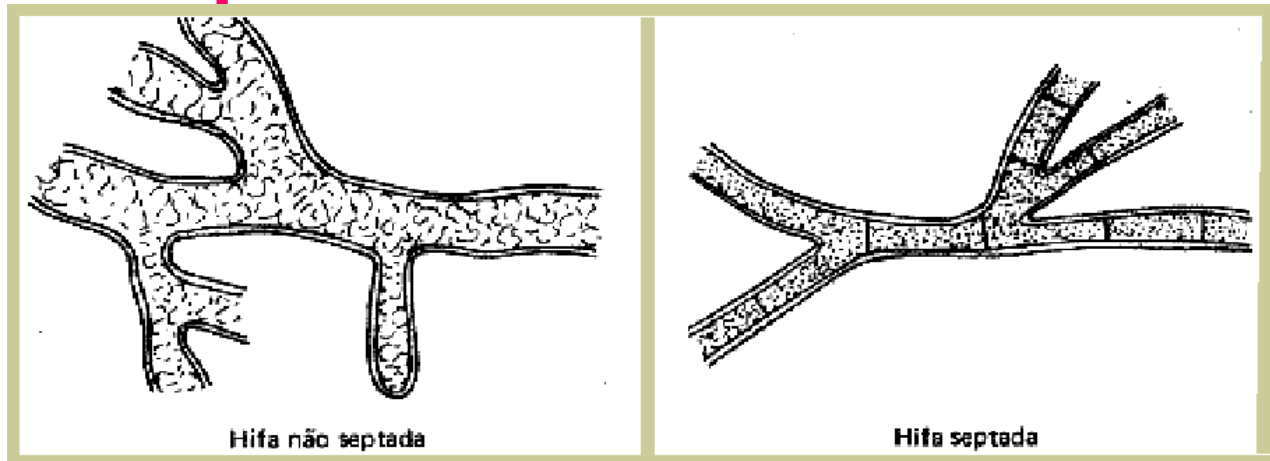
## Tipos de hifas



# Fungos Filamentosos...

## Característica microscópica

- Micélio {
  - Vegetativa**
  - Reprodutiva**



- Não-septadas /Contínuas
- Septadas/cenocíticas
- Hialino X Demáceo
- Espessa X Delgada

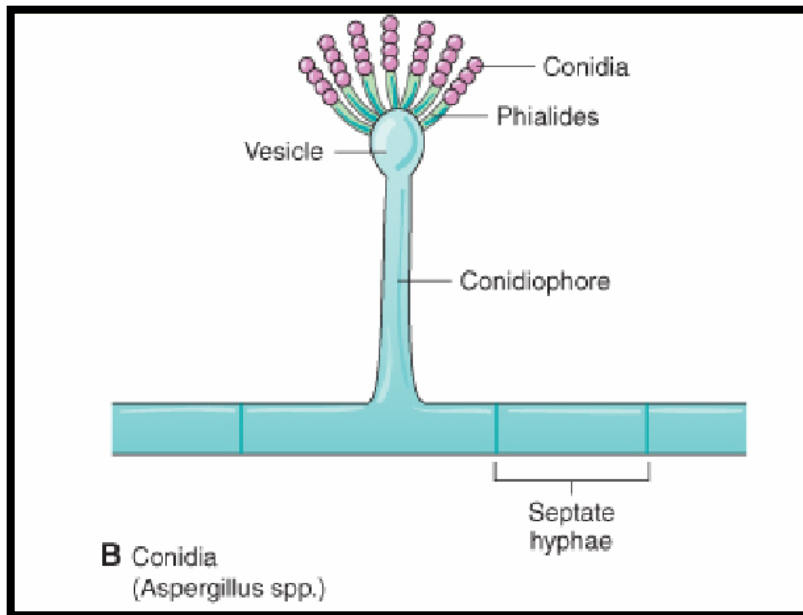


# Fungos Filamentosos...

## Reprodução assexuada – Hifa reprodutiva

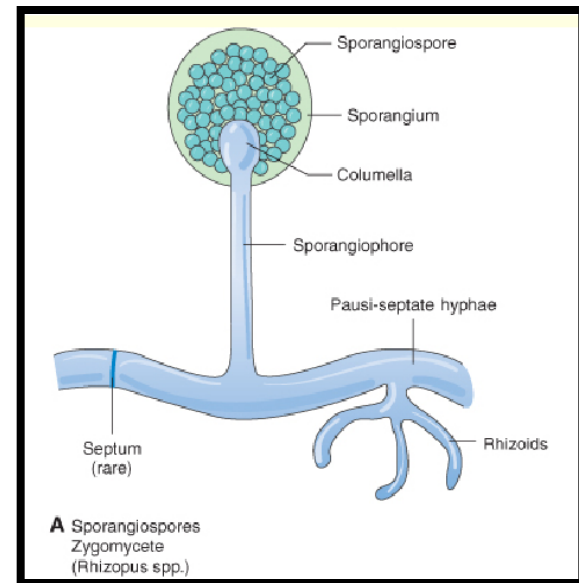
- Formação Blástica

### •conídios externos



### •conídios internos

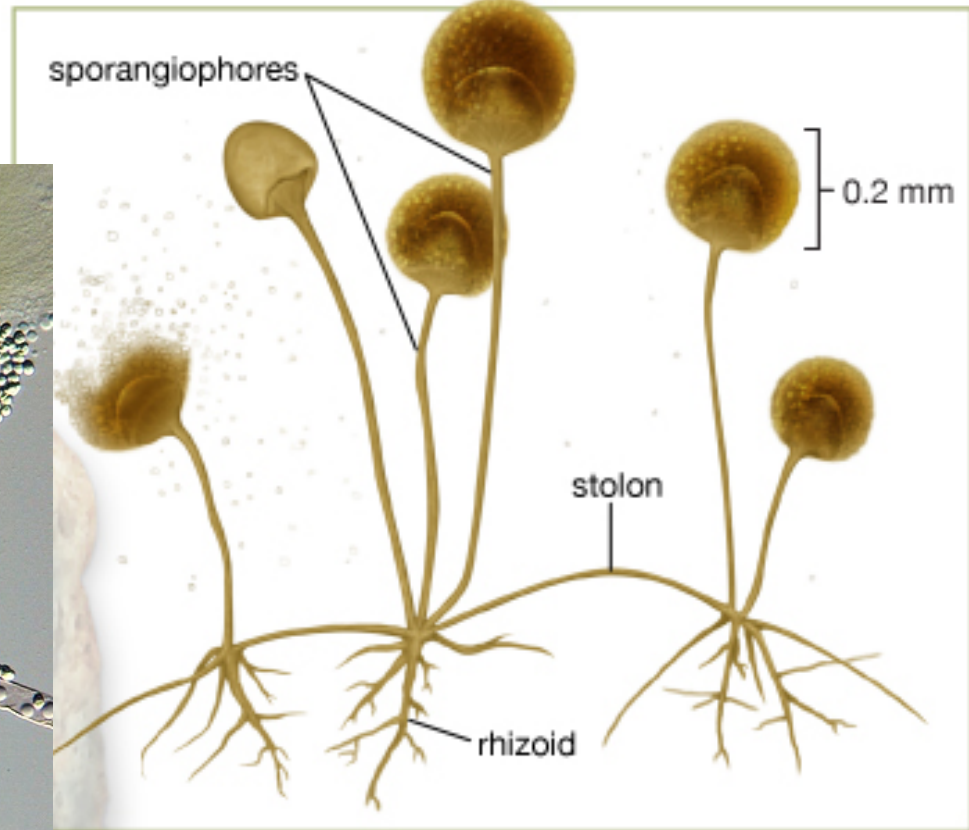
### •Formação de Esporângios



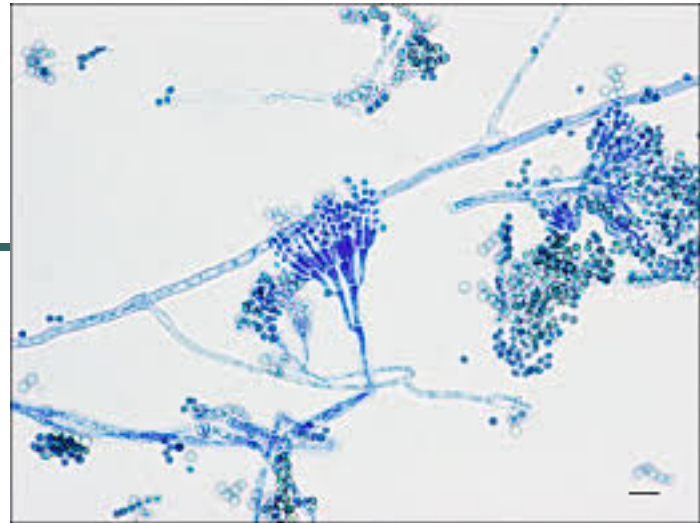
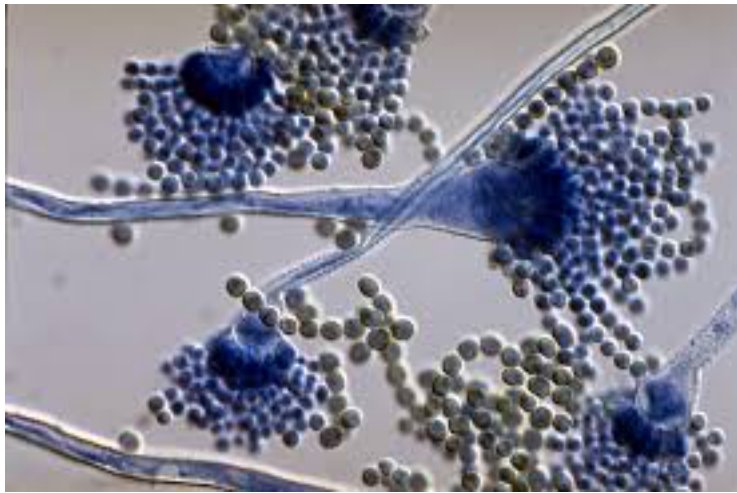
- conídios internos

- Formação de Esporângios

*Rhizopus stolonifer*



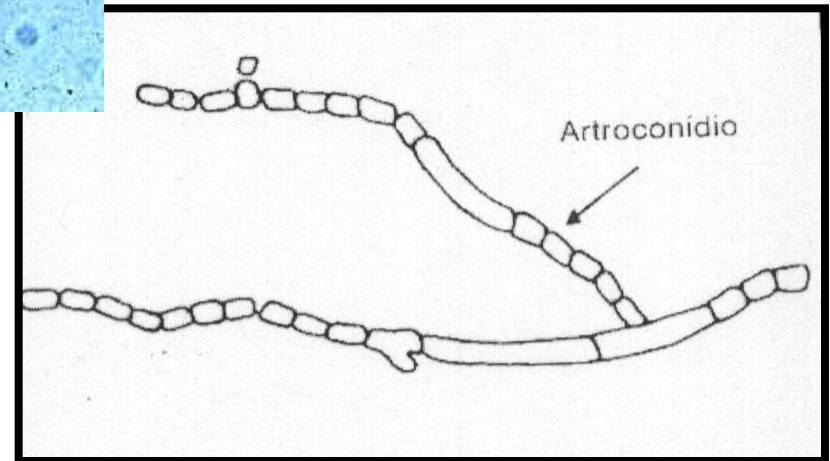
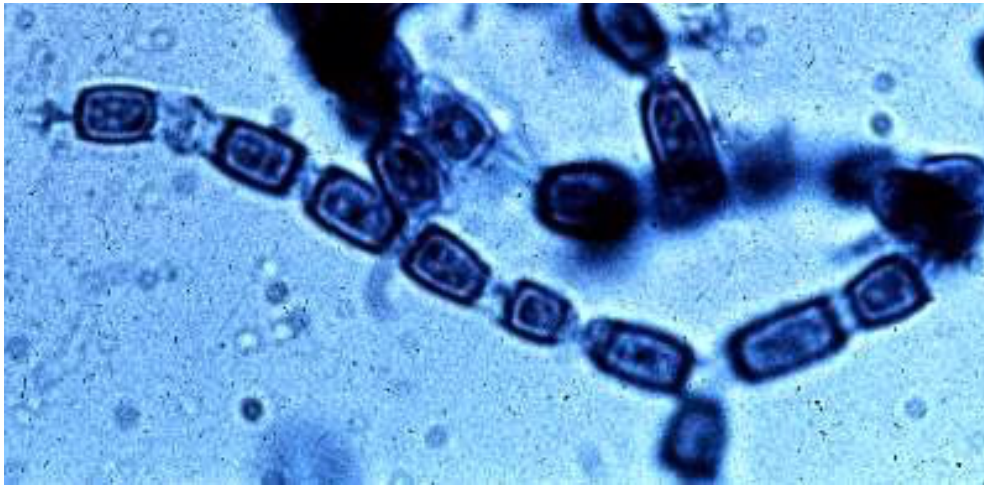
• **conídios externos**



# Reprodução assexuada – Hifa reprodutiva

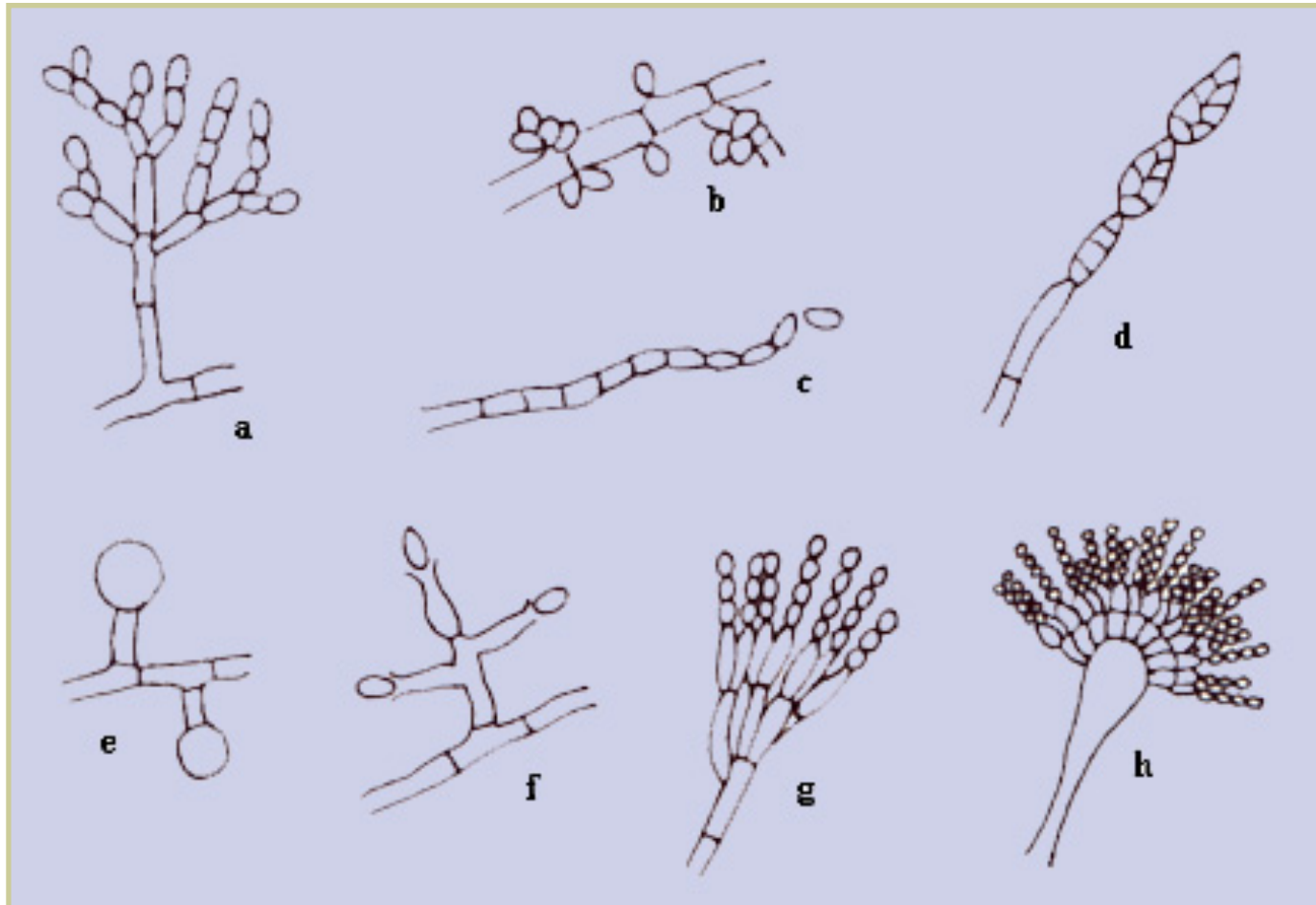
## • Formação Tálica - Artroconídios

---



# Fungos Filamentosos...

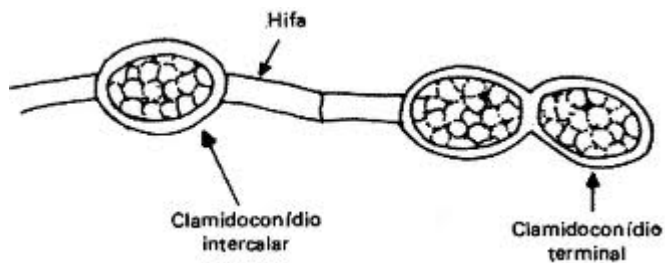
## Estruturas de reprodução assexuada



# Outras estruturas fúngicas

## Reprodução Assexuada (leveduras e bolores)

---



**Parede celular espessa**  
**Reserva de nutrientes**  
**Metabolismo lento**  
**Estrutura de resistência**

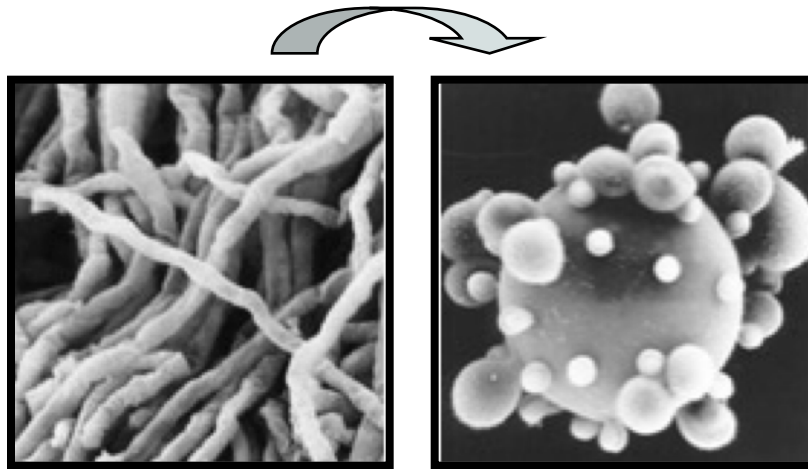


Clamidoconídeo – *C. albicans*

# Dimorfismo térmico

Capacidade de um fungo em possuir duas formas distintas dependendo das condições ambientais.

Importante na patogênese do fungo



25-28 °C

saprofítico

37 °C

patogênico

***Paracoccidioides spp.***  
***Blastomyces dermatitidis***  
***Histoplasma capsulatum***  
***Coccidioides spp.***  
***Sporothrix spp.***  
***Penicillium marneffeii***

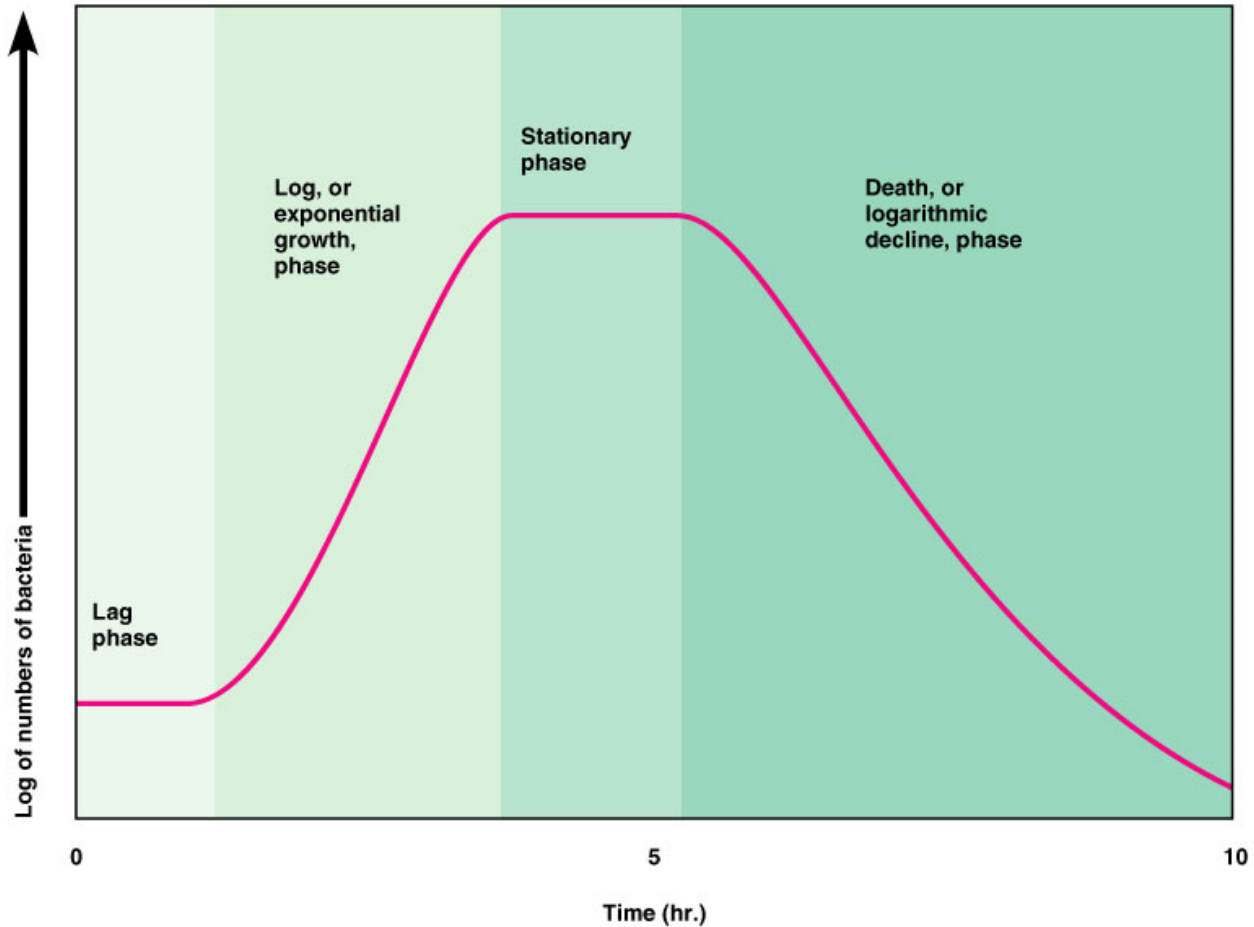
**Principal fator regulador do dimorfismo: TEMPERATURA**

---

# **Fisiologia dos fungos**



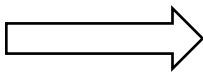
# Curva de crescimento



# Condições ambientais para o crescimento dos fungos

---

- Temperatura

- Psicotolerante - abaixo de 5 °C
- Psicrófilo - 5–20 °C
- **Mesófilo - 20–30 °C** 
- Termófilo - 30–50 °C

**Fungos de importância médica**

# pH

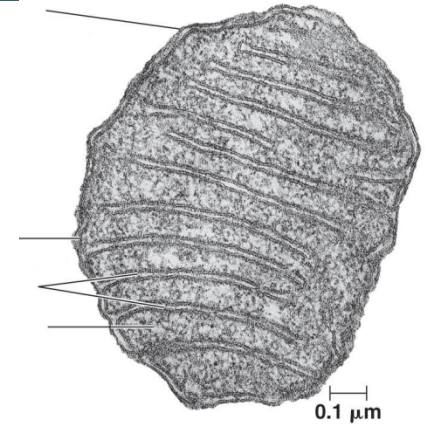
---

- Variável (1,5-11)
- pH ótimo: 5-7
- Muitos fungos são ácidos tolerantes
  - Possui alta capacidade tamponante:
    - Bombas de prótons
    - Troca de material entre o citosol e os vacúolos (conteúdo ácido)
    - Interconversão de açúcares e polióis com manitol, que envolve o sequestro e a liberação de H<sup>+</sup>

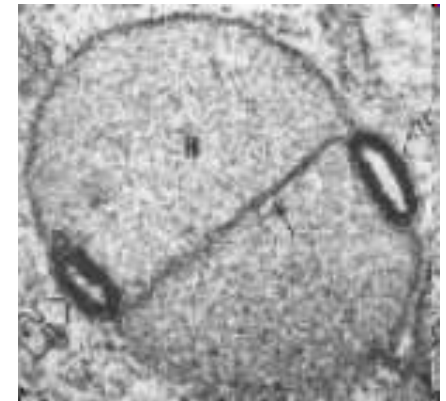
## ● Oxigênio

- Aeróbios obrigatórios (**a maioria**)
- Aeróbios facultativos
- Obrigatoriamente fermentativo
- Obrigatoriamente anaeróbio –  
Alguns Chytridiomycota (ex. - vivem  
no rúmem de ruminantes)

Mitocôndria



Hidrogenosomos



## ● Água

---

- Todos necessitam de água para a absorção de nutrientes
- Os esporos/conídios necessitam de água para germinarem
- Excassez: o fungo é capaz de formar estruturas de resistência – (clamidoconídio) e podem formar esporos.

## Atividade da Água – medida de água livre no substrato

---

$$A_w = p/p_o$$

- onde **p** é a pressão do vapor de água no material, e **p<sub>o</sub>** é a pressão do vapor de água pura à mesma temperatura
- É considerada um parâmetro de estudo para a química dos alimentos
- Umidade, temperatura, O<sub>2</sub>, e pH – determinantes para a estabilidade do produto alimentício
- $A_w < 0,6$  – pequeno ou nenhum crescimento de micro-organismo

<b>ALIMENTOS</b>	<b>% H<sub>2</sub>O</b>
<i>FRUTAS:</i> Laranja	90
Melancia	95
Banana	75
Morango	90
Abacate	70
<i>VEGETAIS:</i> Brócolis	85
Cenoura	85
Alface	95
Repolho	90
Batata	80
CARNE	50-75
PEIXE	70-80
LEITE	85-90
OVO	70-75

# Nutrientes

Elementos essenciais para o crescimento,  
mas não ideais para obter um  
crescimento ótimo.

---

- Condições básicas de crescimento
  - Meio rico em carboidratos
  - pH levemente ácido (5-6)
    - Diferente das bactérias (N, pH básico)
  - Nutrientes essenciais: C, N e íons ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ )
  - Meios: ágar batata dextrose, ágar extrato de malte, ágar milho, Sabouraud, BHI, dentre outros.



## **Carbono fonte de energia para o fungo**

---

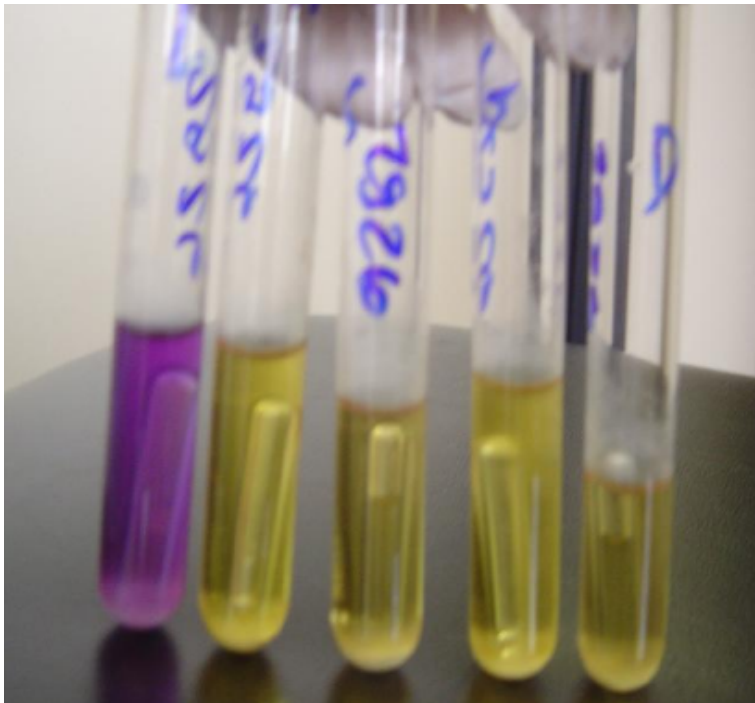
- **Nutrição por processo de absorção**
- CH<sub>4</sub> → ligninas
- Os fungos podem adquirir C de várias fontes, no entanto, é necessário que o nutriente seja o mais simples para ser absorvido
- Pequenas moléculas como monossacararídeos, aminoácidos, peptídeos que passam pela parede celular

# Metabolismo do açúcar como fonte de Carbono

---

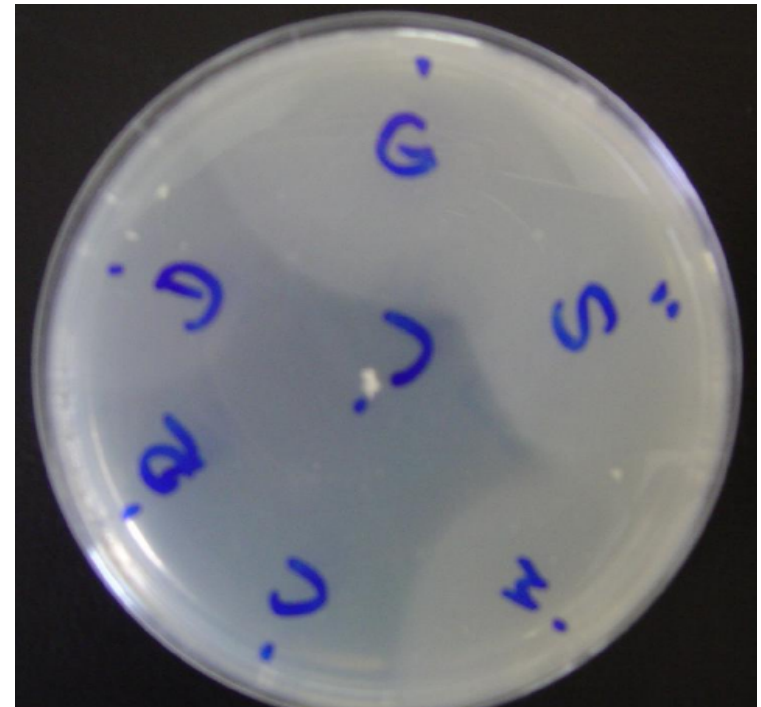
Fermentação de carboidratos

**Zimograma**



Assimilação de fontes de C e N

**Auxanograma**



Quadro 9.1 Identificação das principais leveduras de interesse clínico

LEVEDURAS	Assimilação															Fermentação						Cap	Tg	U	KNO <sub>3</sub>
	Inu	Ram	Ara	Gli	Sac	Lac	Gal	Raf	Ino	Xil	Cel	Tre	Dul	Mal	Mel	Gli	Sac	Lac	Gal	Tre	Mal				
<i>Candida albicans</i>	NT	NT	NT	+	V	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	G	-	-	V	G	G	-	+	-	-
<i>C. guilliermondii</i>	-	NT	NT	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	V	G	G	-	V	G	-	-	-	-	-
<i>C. krusei</i>	NT	NT	NT	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-	V	-	V	-
<i>C. parapsilosis</i>	-	NT	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	V	-	-	V	V	-	-	-	-	-
<i>C. pseudotropicalis</i>	+	NT	NT	+	+	+	V	+	-	V	V	V	-	V	-	G	G	G	G	-	-	-	-	-	-
<i>C. stellatoidea</i>	NT	NT	NT	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	G	-	-	-	-	G	-	+	-	-
<i>C. tropicalis</i>	NT	-	-	+	+	-	+	-	-	+	V	+	-	+	-	V	V	-	G	G	G	-	-	-	-
<i>C. zeylanoides</i>	NT	NT	NT	+	-	-	V	-	-	-	V	+	-	-	-	V	-	-	-	V	-	-	-	-	-
<i>C. lambica</i>	NT	NT	NT	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-	V	-	-	-
<i>C. lipolytica</i>	NT	NT	NT	+	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	+	-
<i>C. lusitanae</i>	NT	+	NT	+	+	-	V	-	-	+	+	+	-	+	-	G	V	-	V	V	-	-	-	-	-
<i>C. rugosa</i>	NT	NT	NT	+	-	-	+	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. famata</i>	NT	NT	NT	+	V	V	+	+	-	+	V	V	+	+	V	V	V	-	-	G	V	-	-	-	-
<i>C. glabrata</i>	NT	NT	NT	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	G	-	-	-	G	-	-	-	-	-
<i>Cryptococcus neoformans</i>	NT	NT	NT	+	+	-	+	V	+	+	V	V	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	V
<i>C. albidus</i>	NT	NT	NT	+	+	V	V	V	V	+	+	V	V	+	V	-	-	-	-	-	-	V	-	+	+
<i>C. gastricus</i>	NT	NT	NT	+	V	V	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>C. laurentii</i>	NT	NT	NT	+	+	+	+	V	+	+	+	+	+	+	V	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>C. terreus</i>	NT	NT	NT	+	-	V	V	-	+	+	+	V	V	V	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>C. luteolus</i>	NT	NT	NT	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>C. uniguttulatus</i>	NT	NT	NT	+	+	-	V	V	+	+	V	V	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Rhodotorula rubra</i>	NT	NT	NT	+	+	-	V	+	-	+	V	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	V	-	+	-
<i>R. glutinis</i>	NT	NT	NT	+	+	-	V	V	-	+	V	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	V	-	+	+
<i>Trichosporon inki</i>	-	-	V	+	+	+	V	-	+	+	+	+	NT	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. ovoides</i>	-	+	V	+	+	+	+	V	+	+	+	V	NT	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	NT	NT	NT	+	+	-	+	V	-	-	-	V	-	V	-	G	G	-	G	V	G	-	-	-	-
<i>Geotrichum candidum</i>	NT	NT	NT	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. capitatum</i>	NT	NT	NT	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hansenula anomala</i>	NT	-	NT	+	+	-	V	V	-	V	+	+	-	+	-	G	G	-	V	V	V	-	-	-	+

NT = não testado; G = produção de gás; + = positivo; - = negativo; V = variável; Inu = inulina; Ram = L-ramnose; Ara = L-arabinose; Gli = glicose; Sac = sacarose; Lac = lactose; Gal = D-galactose; Raf = rafinose; Ino = inositol; Xil = D-xilose; Cel = celobiose; Tre = trealose; Dul = dulcitol; Mal = maltose; Mel = melibiose; Cap = cápsula; Tg = tubo germinativo; U = urease; KNO<sub>3</sub> = nitrato de potássio.

- **Kits de identificação de leveduras**

- Baseados em testes bioquímicos

