

Características gerais de fungos

Kelly Ishida

Laboratório de Quimioterapia Antifúngica
ICB II – Lab 150
E-mail: ishidakelly@usp.br

Importância dos fungos

Ambiental

Decompositores e reciclam matéria orgânica –
degradação de celulose e lignina



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
	VDR			Faixa da % VDR
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

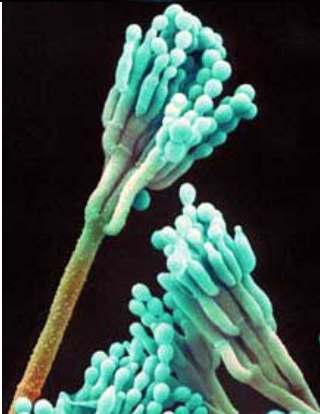
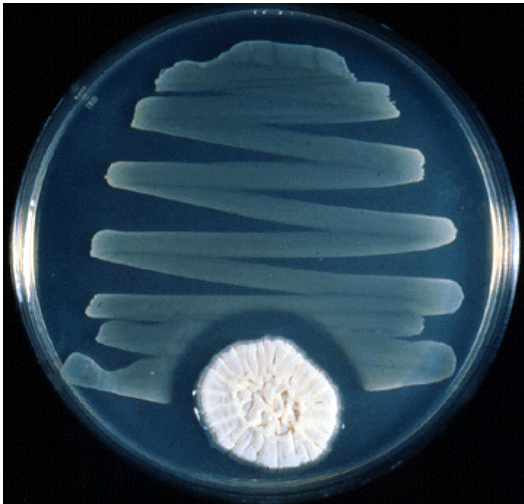
(3) FAO/OMS- Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916 Geneva, 2003

* Folato Total

30 espécies cogumelos - cultivados

Indústria farmacêutica

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



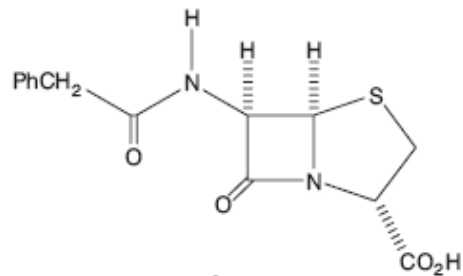
Penicillium chrysogenum

1928 - Alexander Fleming - Escocês
Biólogo e Farmacologista

Howard Walter Florey – Australiano
Farmacologista e Patologista

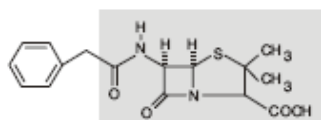
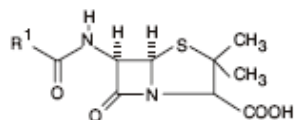
1945 - Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia
Descoberta da Penicilina



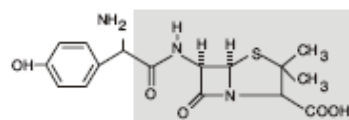


Anel β -lactâmico

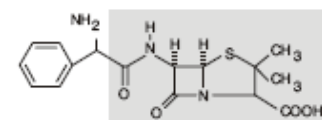
Penicilina



Benzilpenicilina

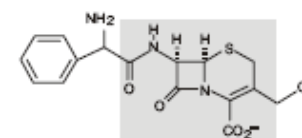
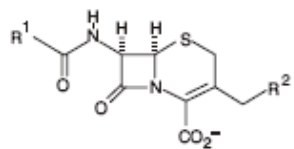


Amoxicilina

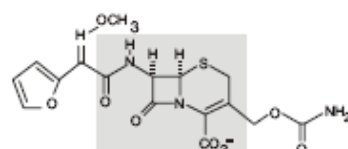


Ampicilina

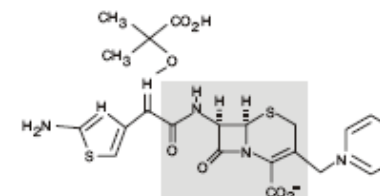
Cefalosporina



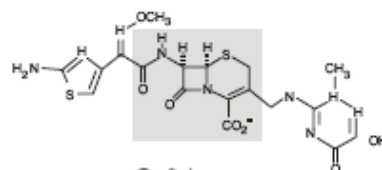
Cefaclor



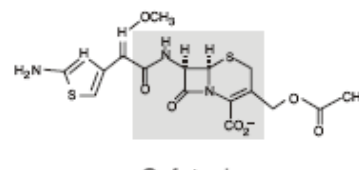
Cefuroxima



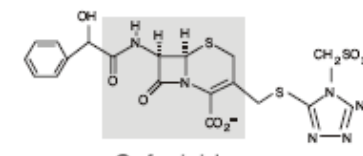
Ceftazidima



Ceftriaxona



Cefotaxima



Cefonicida

Figura 1 - Estrutura do anel beta-lactâmico e antibióticos que contêm este anel em sua estrutura³⁸

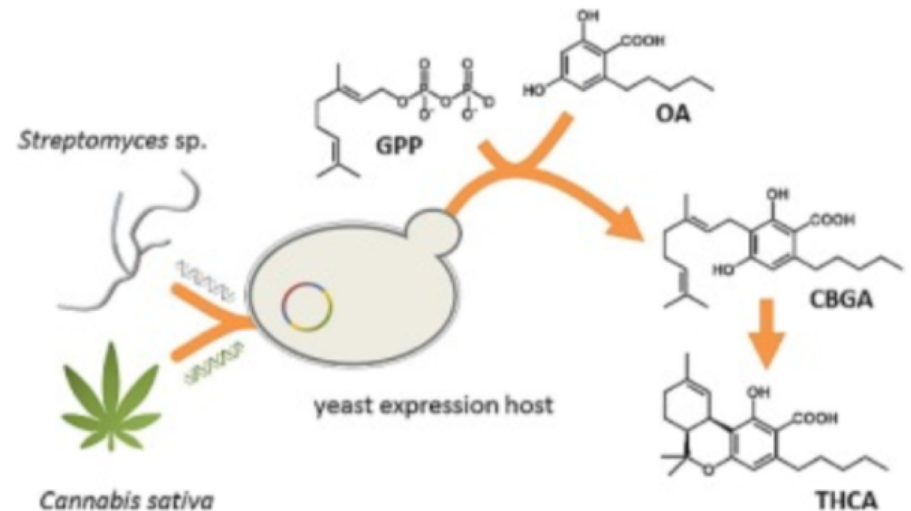
Aplicação biotecnológica

-Produção de biodiesel
primeira e segunda geração

-Proteínas humanizadas

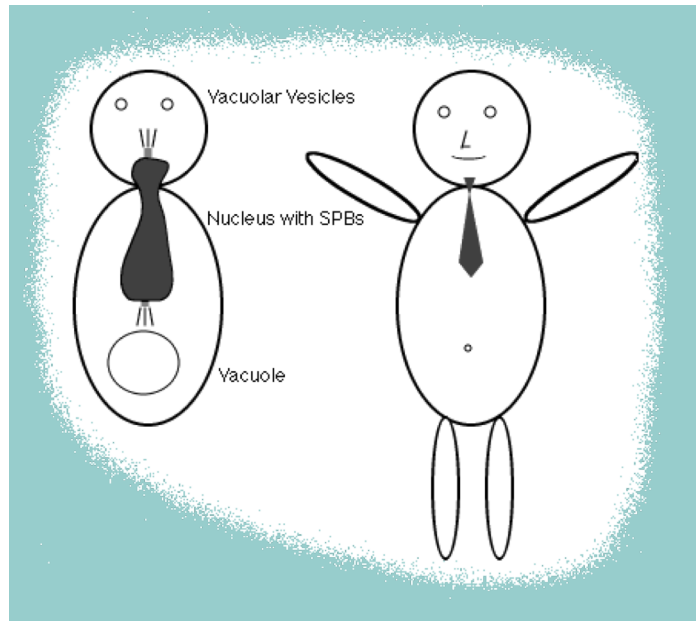
-Leveduras “breaking bad

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

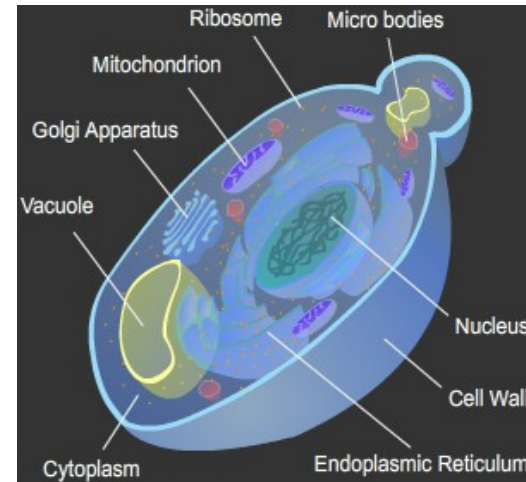


Zierpel et al. Engineering yeasts as platform organisms for cannabinoid biosynthesis. *J Biotechnol.* 10;259:204-212, 2017.

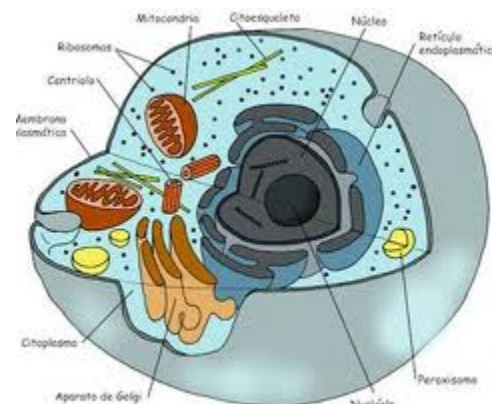
Modelos para estudo celular, molecular e genéticos dos seres eucariotos



Ex. *Saccharomyces cerevisiae*



Célula fúngica



Célula animal

Produtores de toxinas



Amendoim, milho soja cevada e outros...

Aspergillus, Fusarium

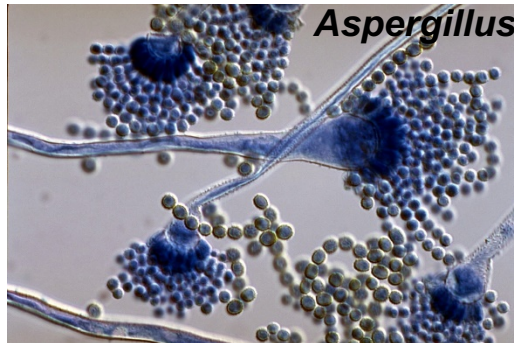
Aflatoxina

Ocratoxina A

Tricotecenos

Zearelona

Fumonisina



Alucinógenos

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



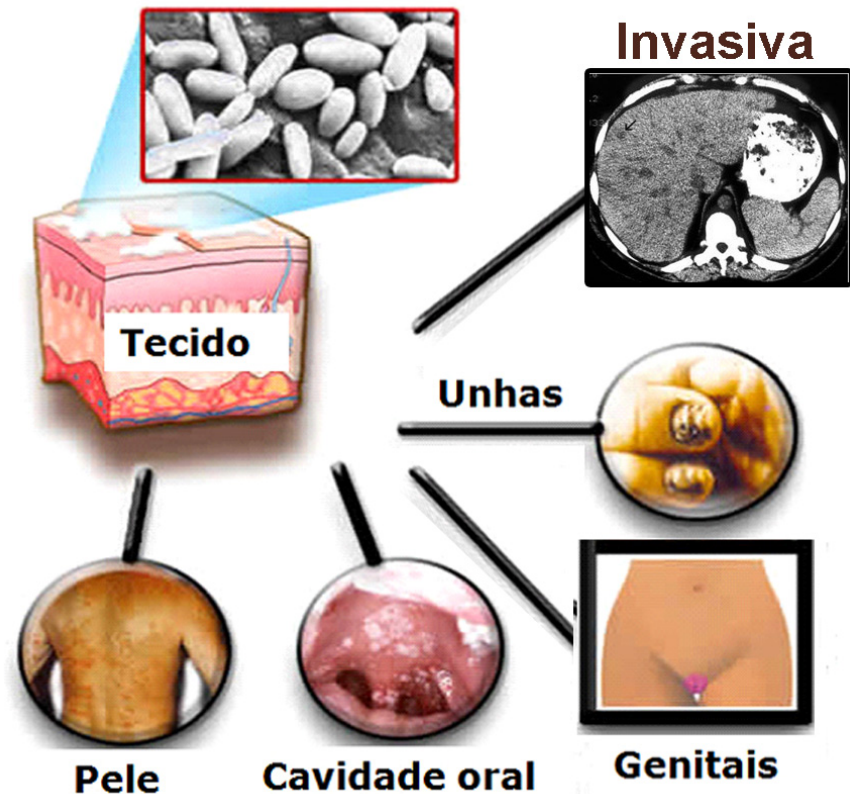
**alergias, rinites,
bronquite, asma**

Causadores de Doenças em plantas e animais

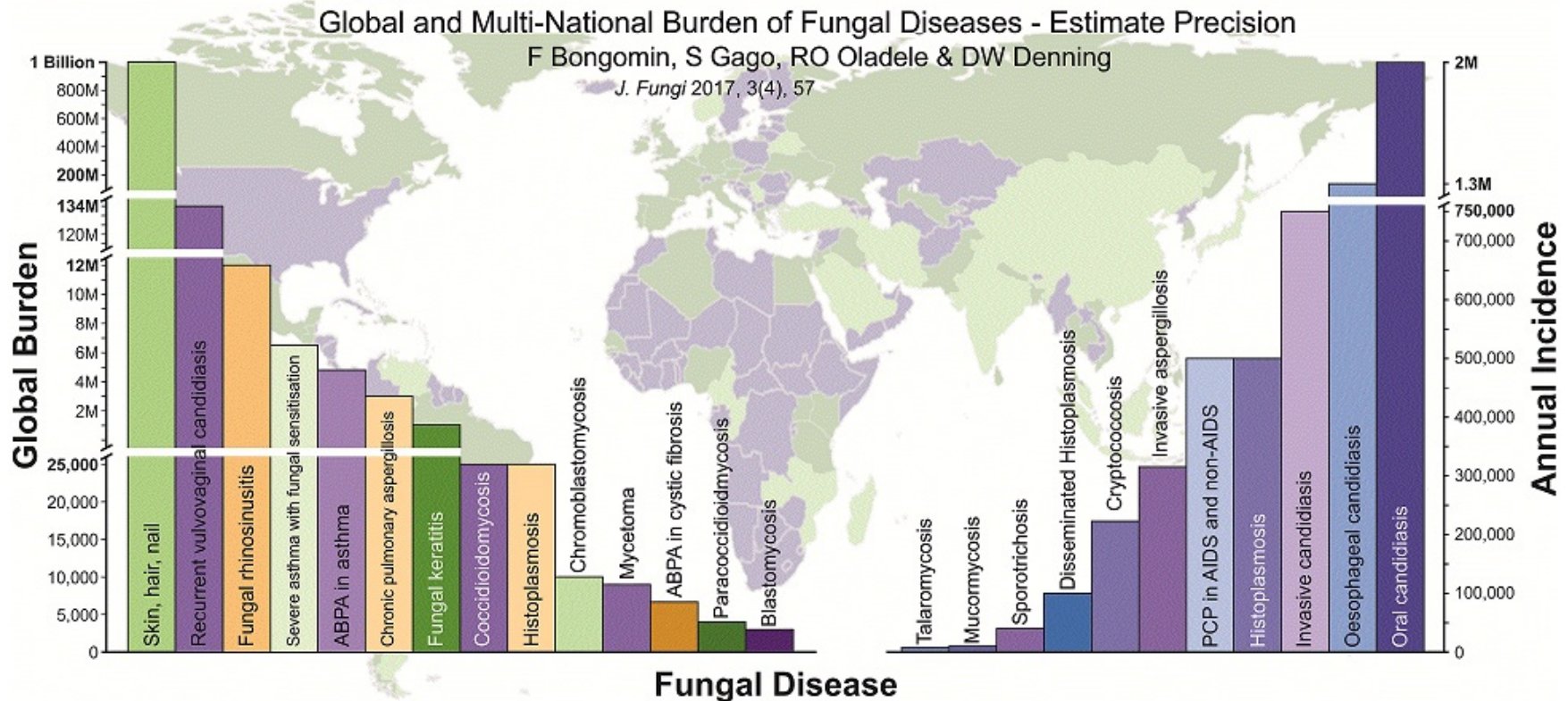
Fitopatógeno: pode causar prejuízos na agricultura



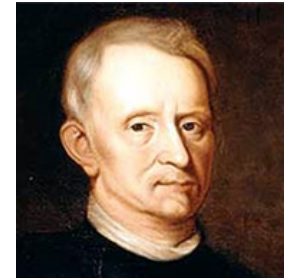
Causadores de micoses em animais



Carga global das infecções fúngicas



Classificação dos fungos



Robert Hooke (1635-1703)

- Já se especulava a existência de micro-organismos
- Inglês microscopista, Filósofo arquiteto
- Livro Micrographia (1665) observações microscópicas



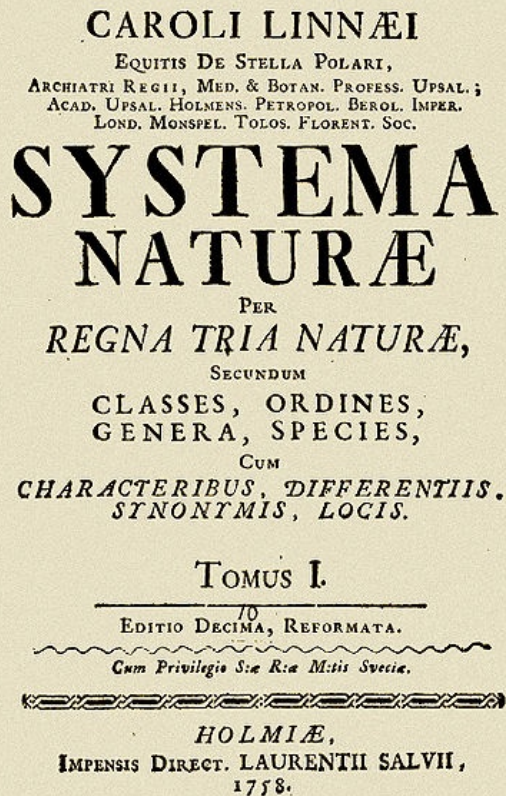
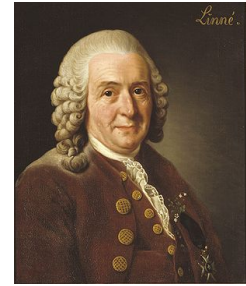
Atualmente...

1,5 milhão de espécies Fungos

75.000 (5%) espécies foram descritas

Descrição do primeiro micro-organismo

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

Haeckel (1834-1919)

- 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

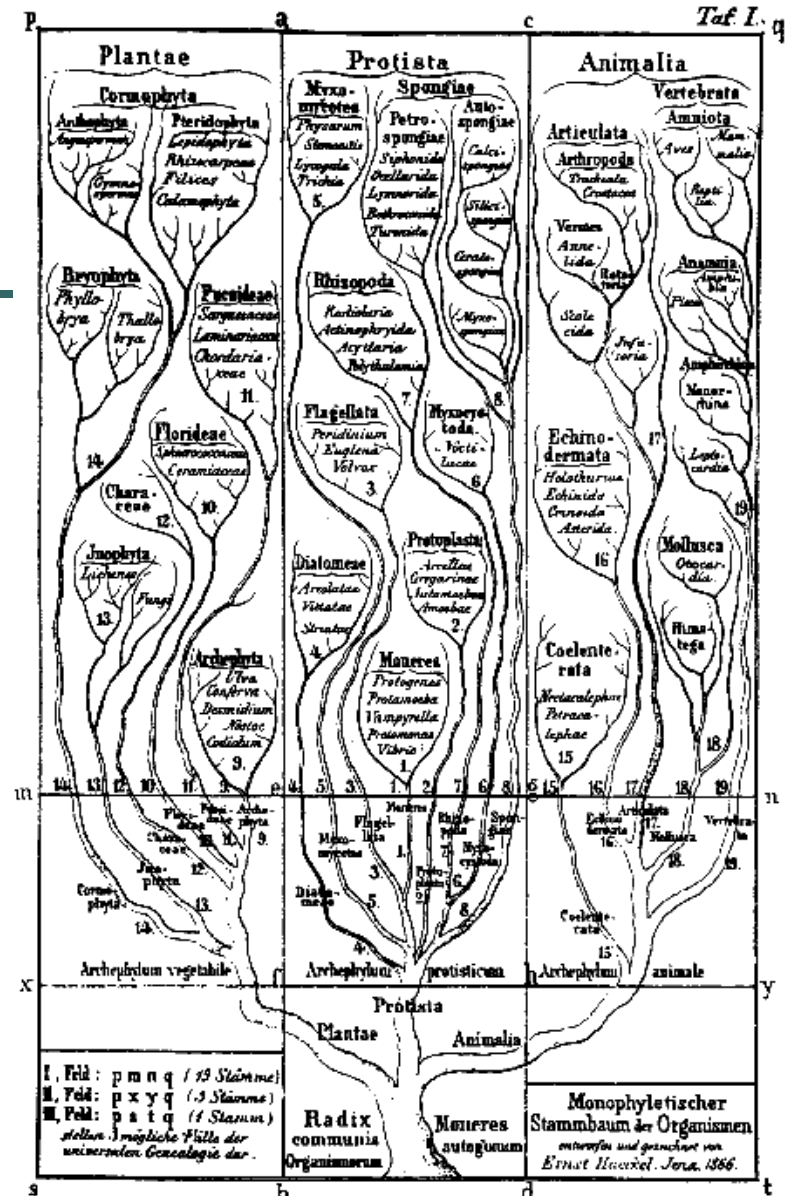


FIG. 1. Haeckel's phylogenetic tree of 1866 (76).

Whittaker (1920-1980)

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

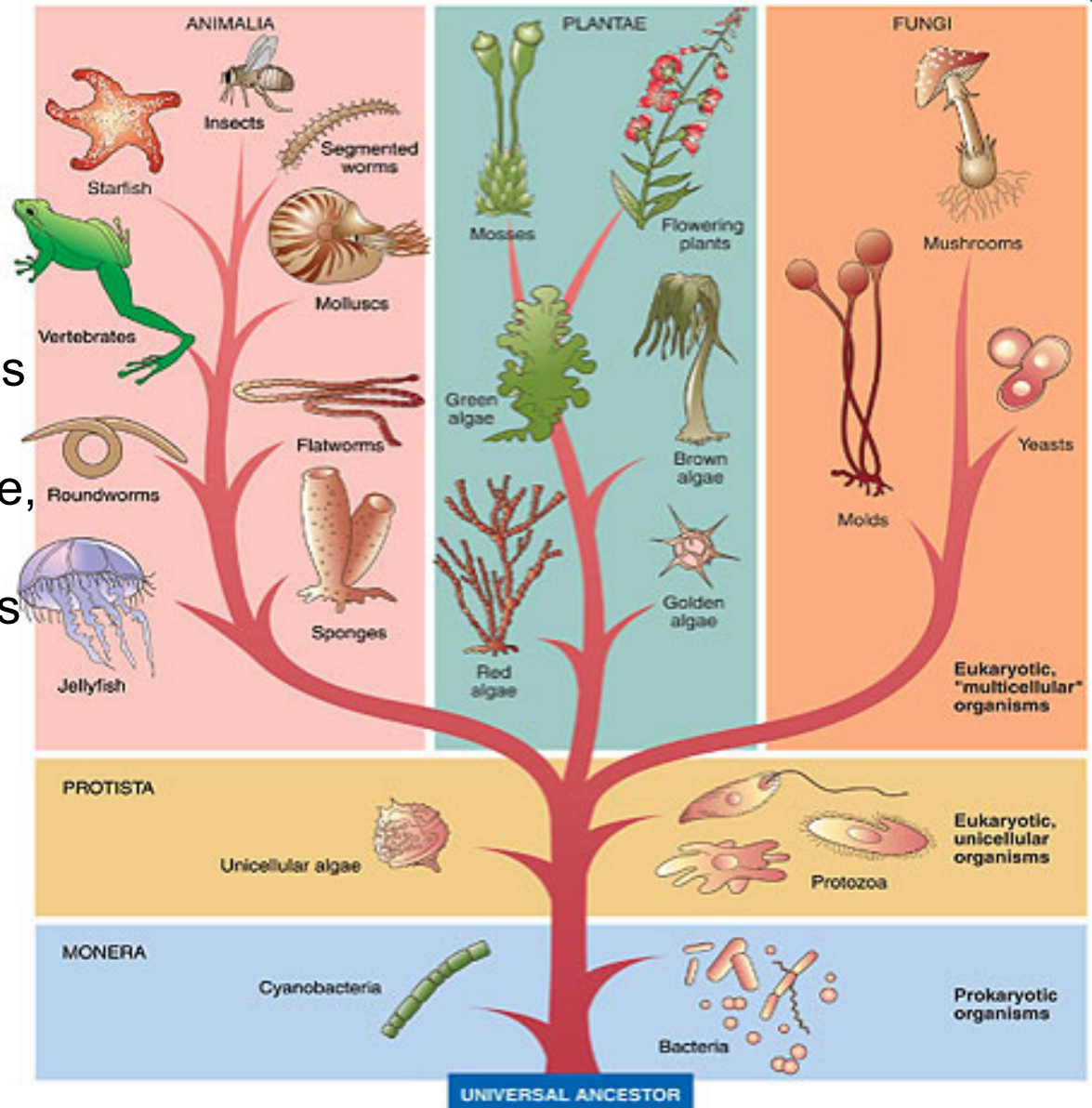
Monera: Procariotos

Protista: Protozoários

Plantae: Vegetais

Fungi: Aclorofilados

Animalia: Animais



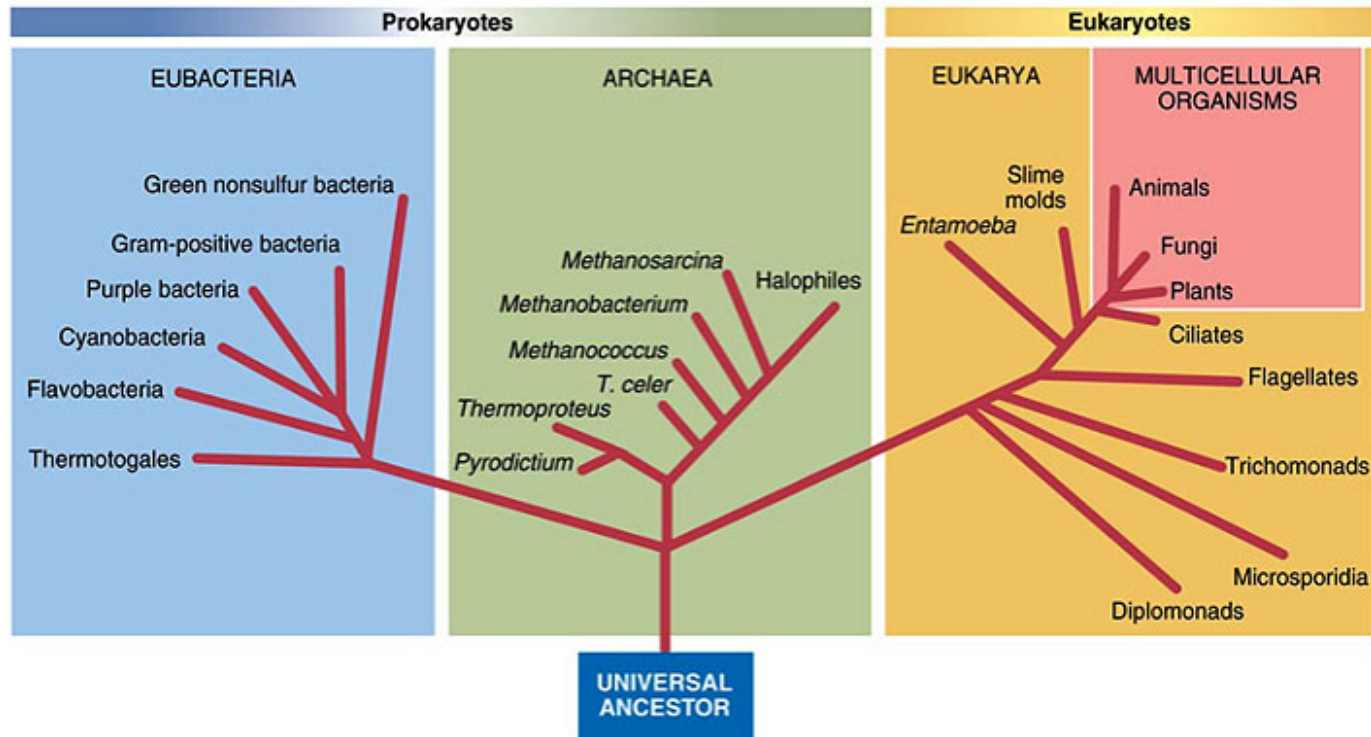
<http://vsites.unb.br/ib/cel/microbiologia/intromicro/intromicro.html>

- A partir de **1969**, reclassificação dos fungos:

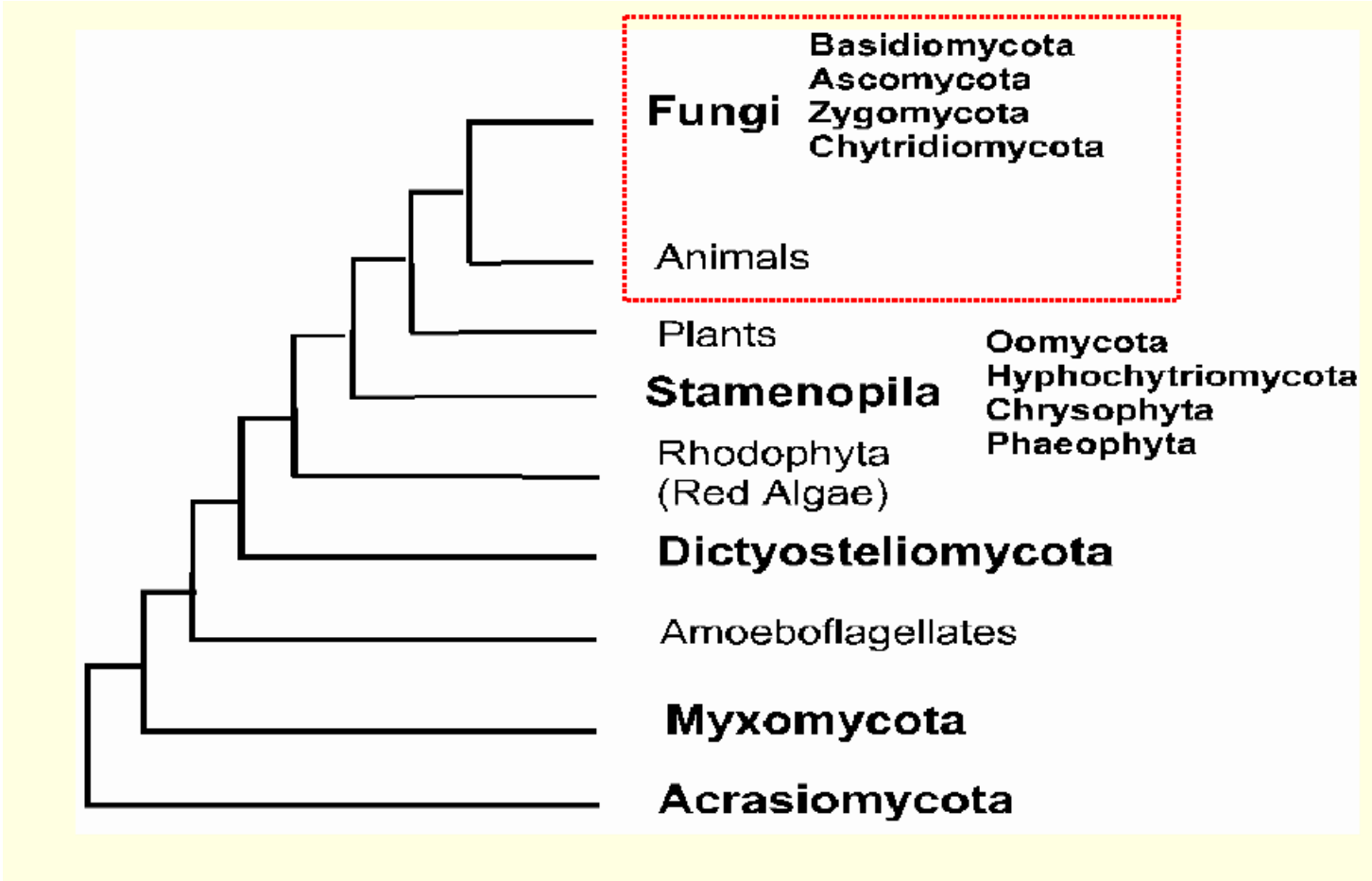
 - Ausência de clorofila → Heterotróficos
 - Parede celular de quitina e glucana e não de celulose
 - Armazenam glicogênio
 - Nutrição por absorção
 - Não possuem movimento próprio

Carl Woese (1977): Domínio dos seres vivos

Woese e colaboradores propuseram um novo sistema de classificação baseado, principalmente, em **aspectos evolutivos** (filogenéticos), pela comparação das seqüências de genes que codificam o rRNA de diferentes organismos.

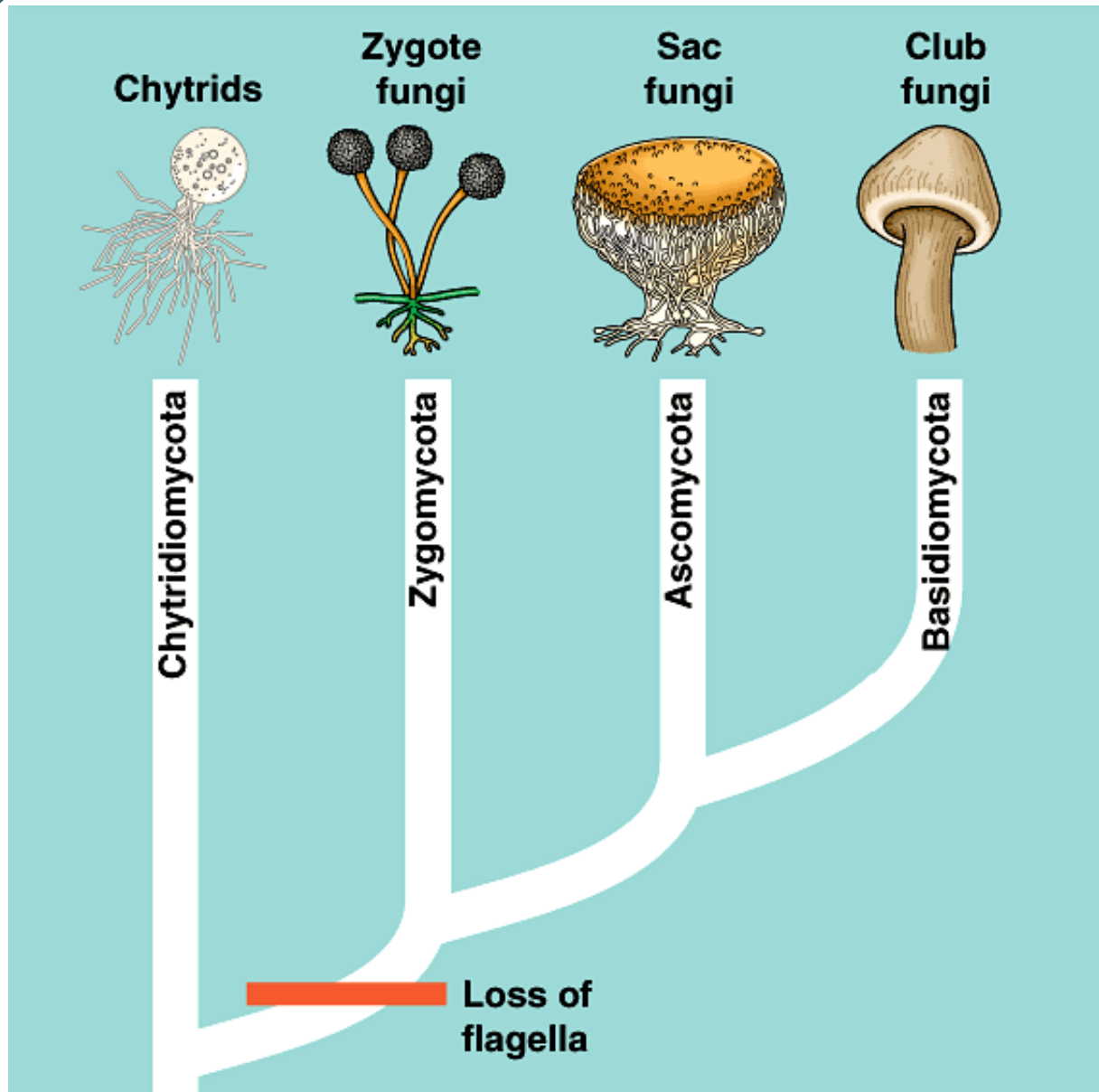


Evidências moleculares tem sugerido uma proximidade filogenética maior aos animais que às plantas e aos protozoários.



Reprodução sexuada

A base para a classificação dos fungos



Características gerais dos fungos

- Eucariotos
- Não possuem clorofila
- Quimioheterotróficos - necessitam de matéria orgânica para obtenção de energia
- Parede celular de Quitina e Glucanas
- Nutrição por absorção
- Armazenamento de energia: glicogênio, manitol, trealose e álcoois
- Na maioria, são seres haploides
- Podem se apresentar: leveduras ou hifas
- Podem ter ciclo assexuado e sexuado

Morfologia – organização fúngica

- Unicelulares → fungos leveduriformes

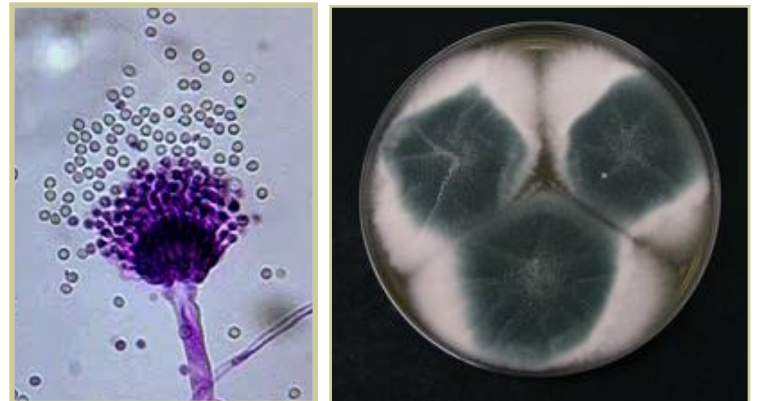


Ex. *Saccharomyces cerevisiae*

- Pluricelulares → fungos filamentosos (“bolor”)

- Hifa – unidade básica do fungo
- Micélio – conjunto de hifas

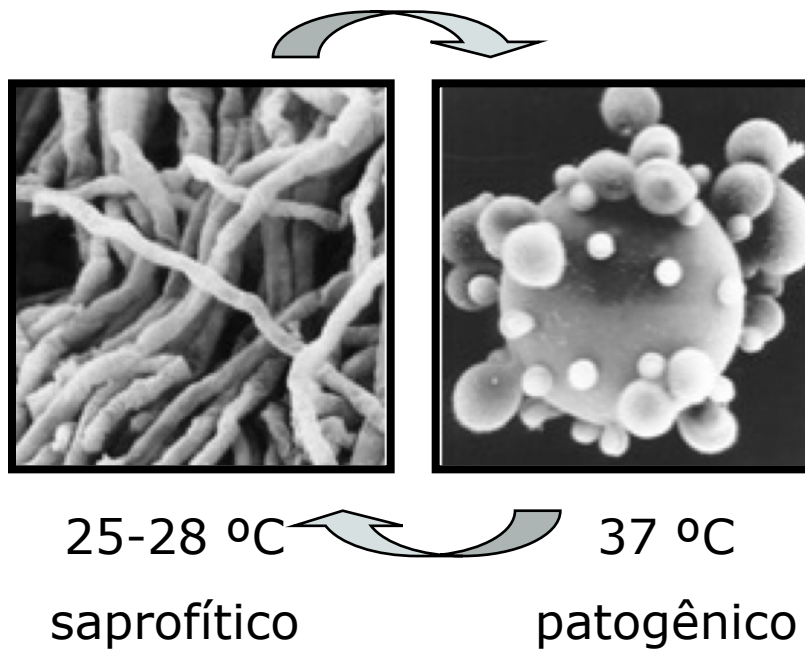
Ex. *Aspergillus fumigatus*



Fungos dimórficos

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

Importante na patogênese do fungo



Fungos Termodimórficos

Paracoccidioides spp.

Sporothrix spp.

Blastomyces dermatitidis

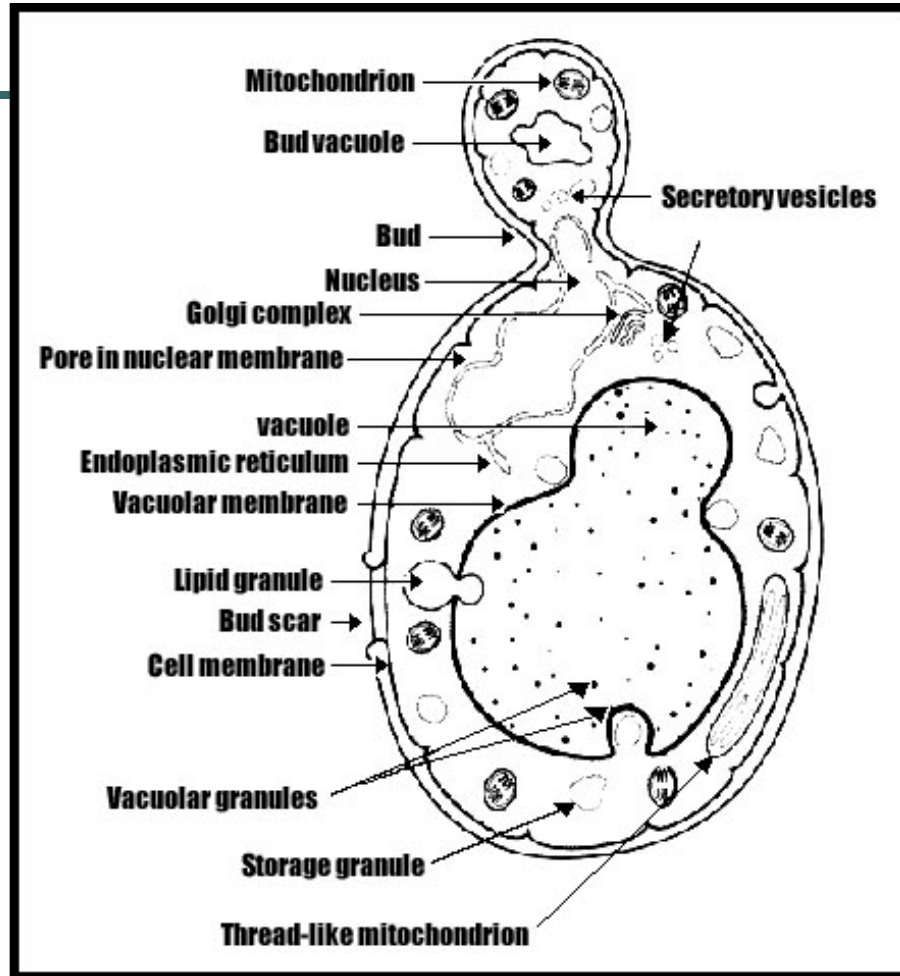
Histoplasma capsulatum

Coccidioides immitis

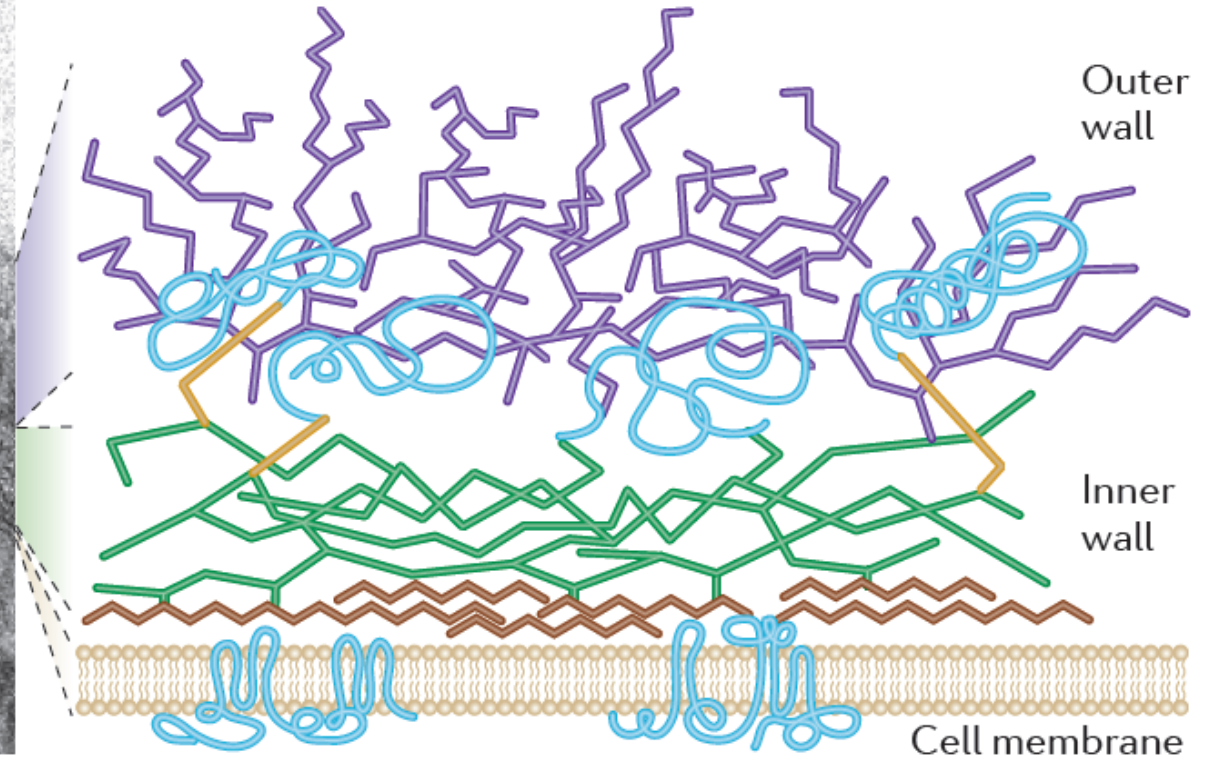
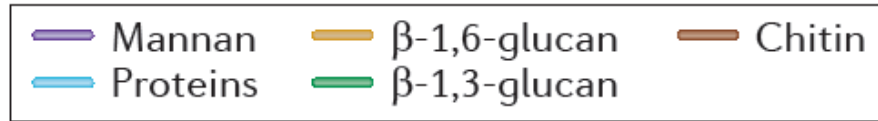
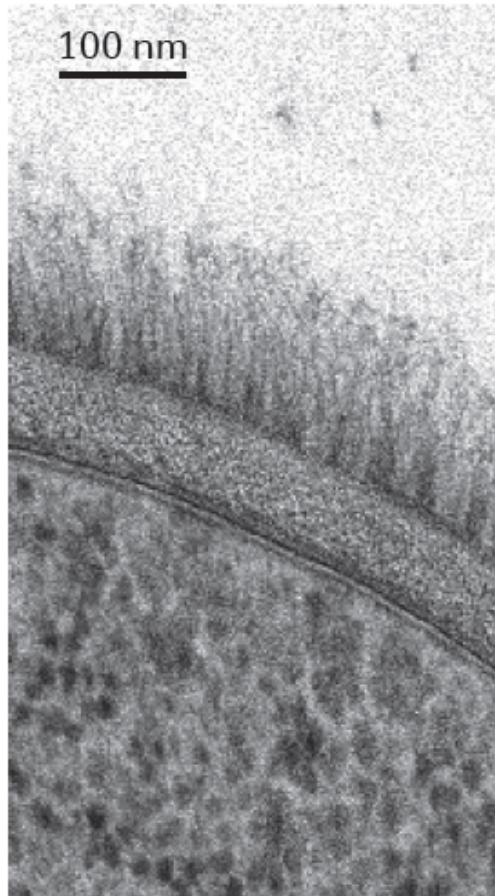
Coccidioides posadasii

Penicillium marneffeii

A célula fúngica



Parede celular

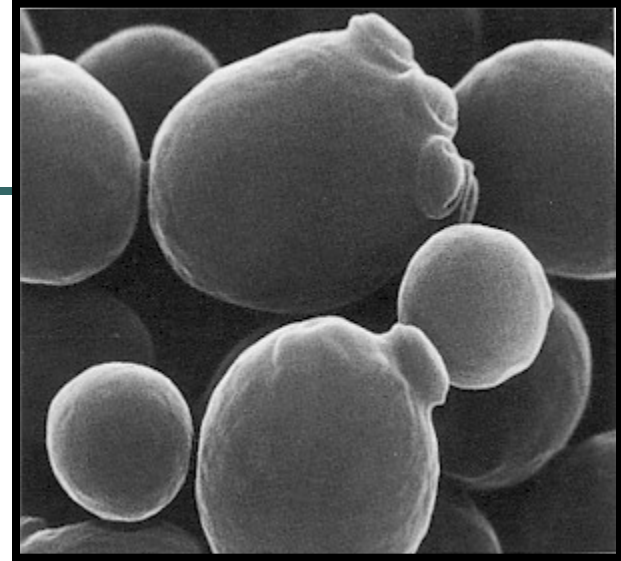
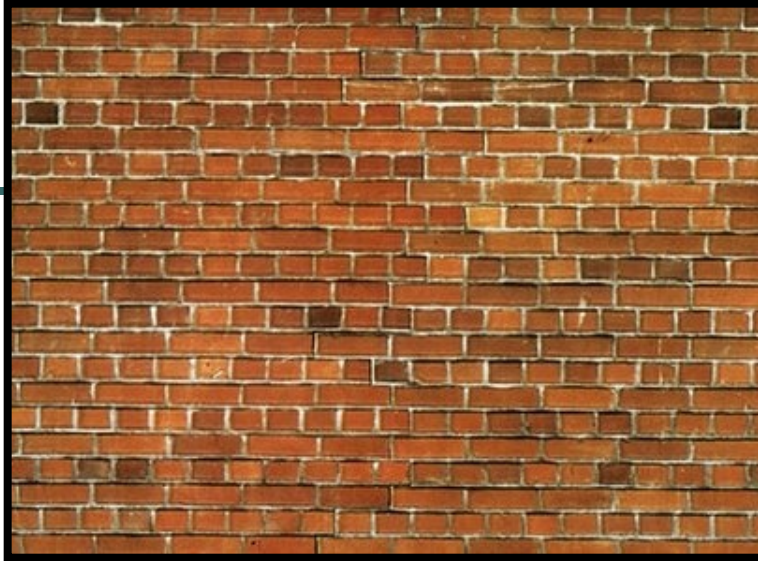


Quitina: 1 – 2%

Glucana: 50 – 60%

Proteína: 30 – 50%

} peso seco da parede



~~Exoesqueleto inerte~~ ————— Estrutura dinâmica

Quitina e Glucanas:

Proteção e estrutura celular

Manutenção da forma

Funções

GlicoProteínas



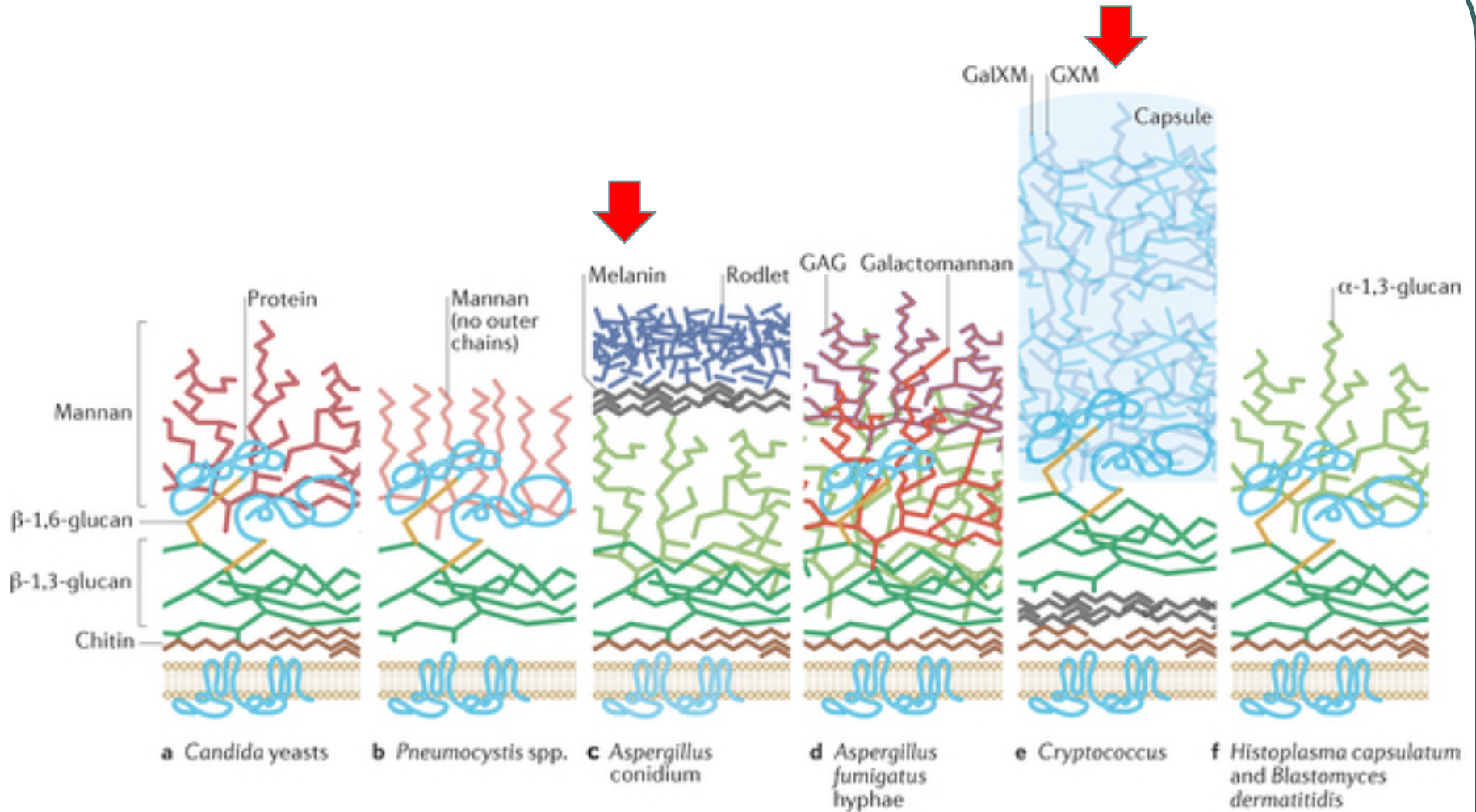
Importantes para a fisiologia do fungo e processos de patogênese

Enzimas
associadas a
parede celular
(WAEs)

Síntese e remodelagem
de parede celular,
nutrição:
Quitinases, glucanases,
peptidases, e outras

Proteínas
estruturais
(pequenas e com
domínio funcional)

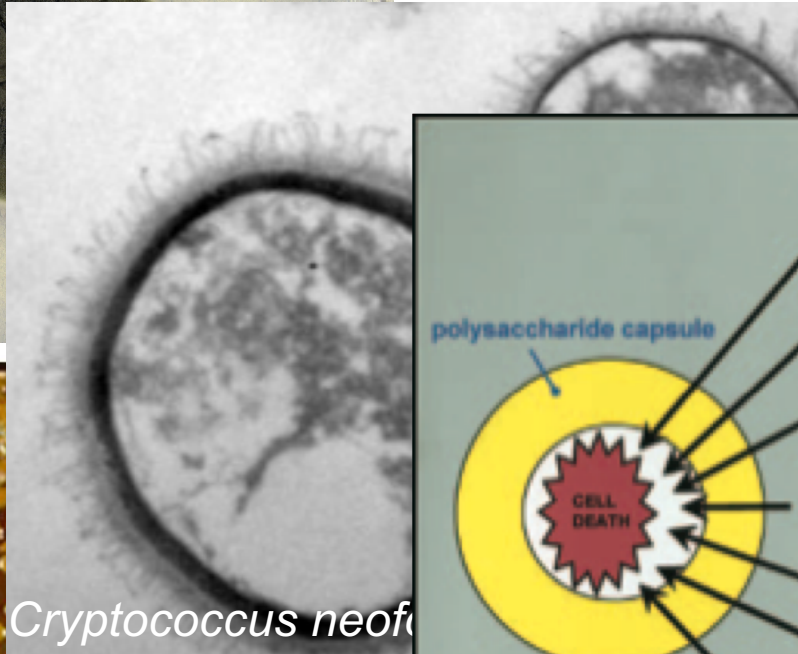
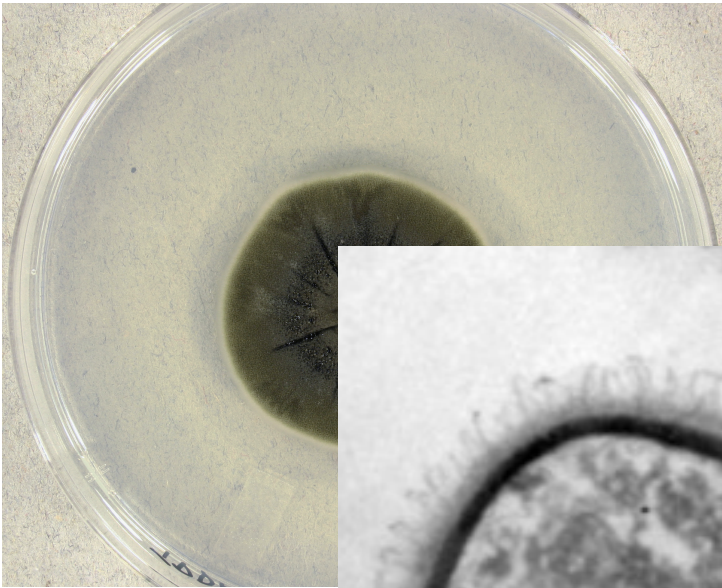
Migração celular,
adesão, biofilme
“Fusão e mating”



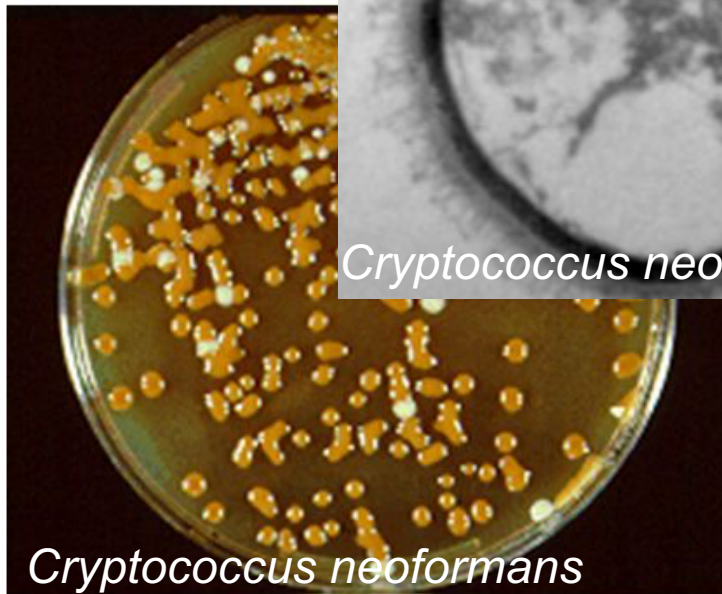
Nature Reviews | Microbiology

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

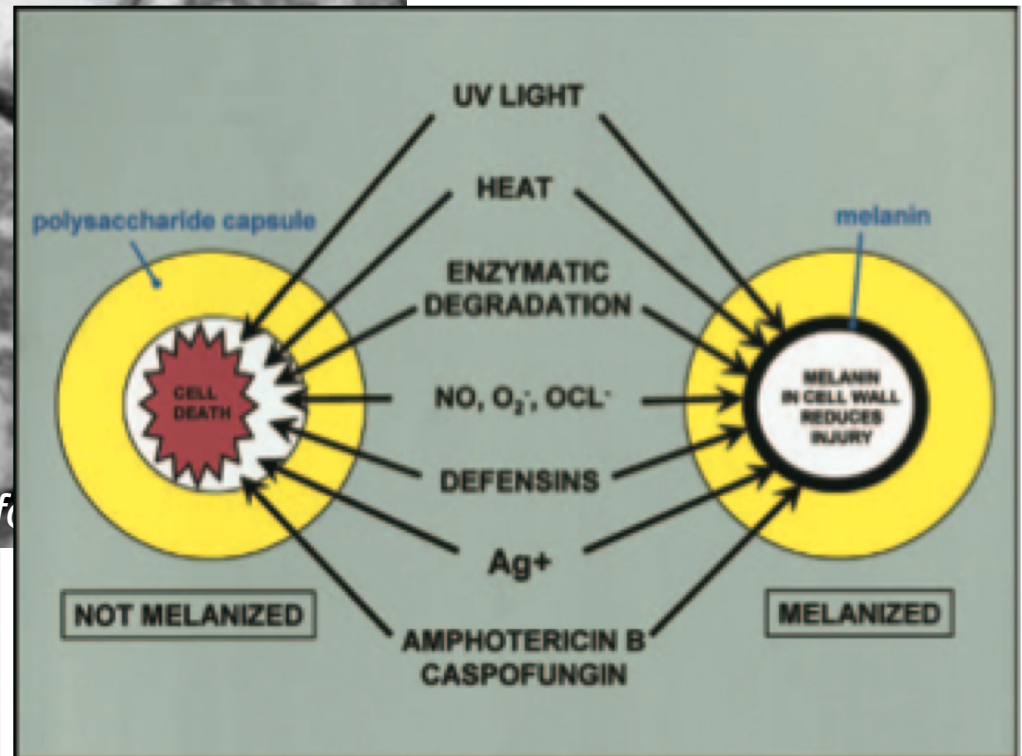
Melanina



Cryptococcus neoformans



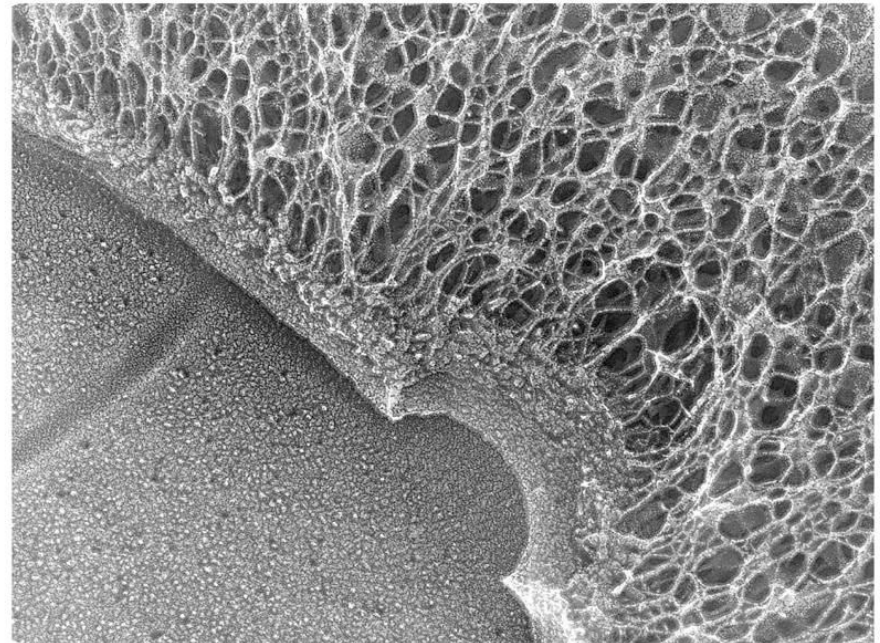
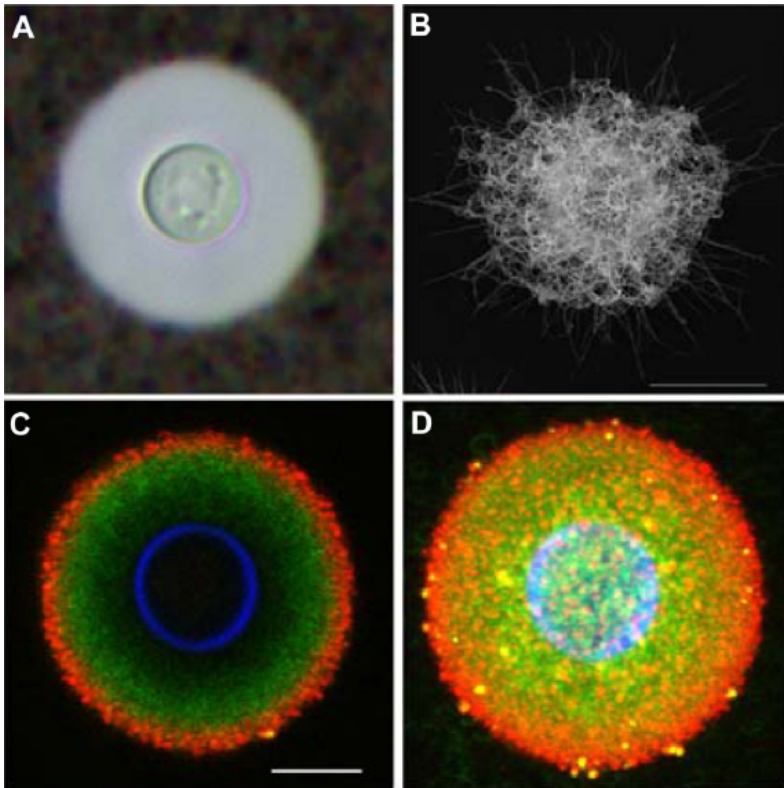
Cryptococcus neoformans



Nosanchuk; Casadevall. Cellular Microbiology (2003) 5(4), 203–223

Cápsula polissacarídica – GXM GalXM

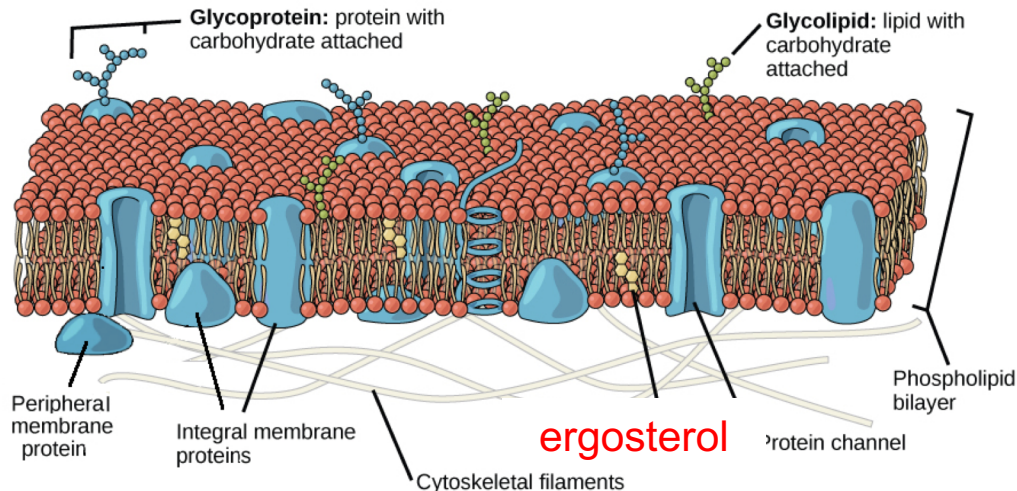
Proteção - Evasão do sistema Imunológico



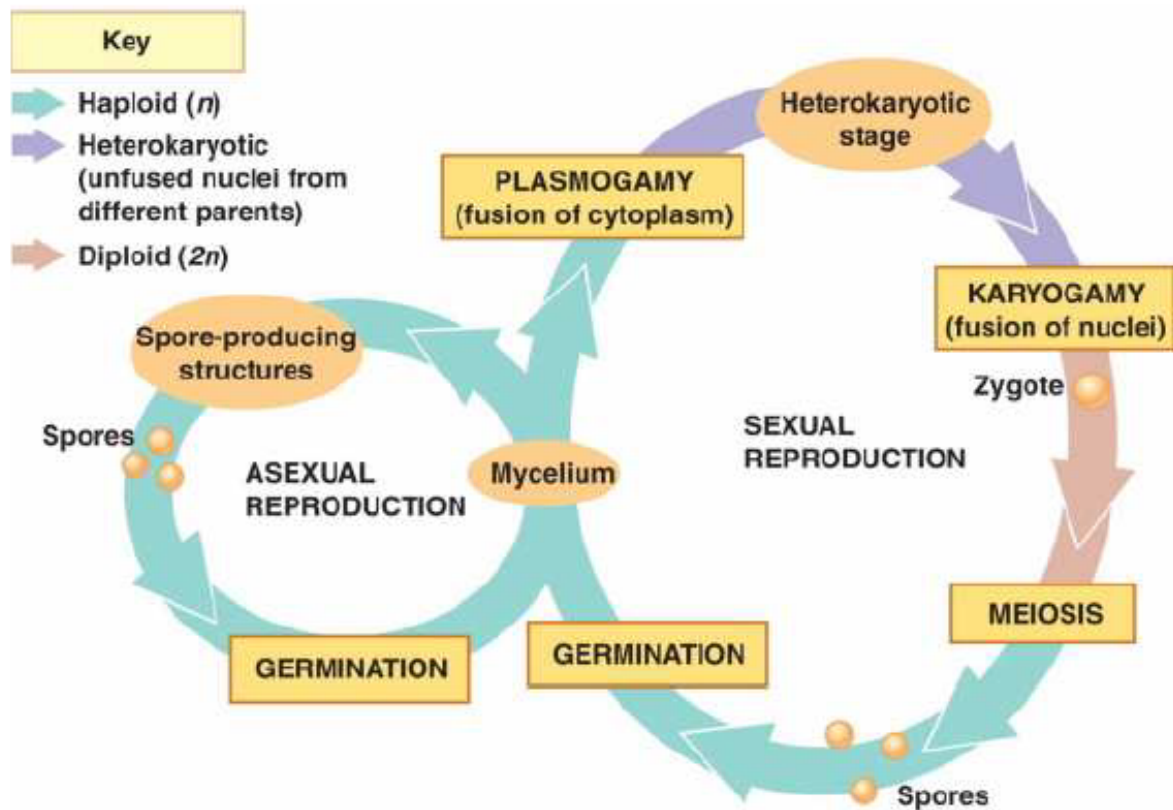
Cápsula polissacarídica de *C. neoformans* se liga a $\alpha(1,3)$ glucana

Membrana citoplasmática

- Bicamada lipídica com proteínas transmembranas associadas,
- Controla a entrada de nutrientes/substâncias – permeabilidade seletiva,
- Transdução de sinais do meio externo para a célula,
- Ergosterol como principal esteroide de membrana dos fungos
 - Vital para a sobrevivência dos fungos - **principal alvo dos agentes antifúngicos**



Ciclo de vida dos fungos



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

<http://apbiosemonefinalreview.pbworks.com/w/page/11980956/Fungi->

Características macro e micro morfológicas:

Leveduras

Filamentosos

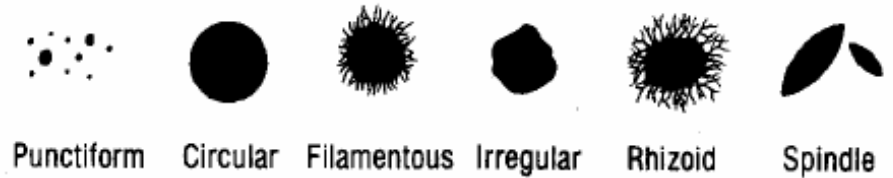
Leveduras

Característica macroscópica

Coloração e Consistência



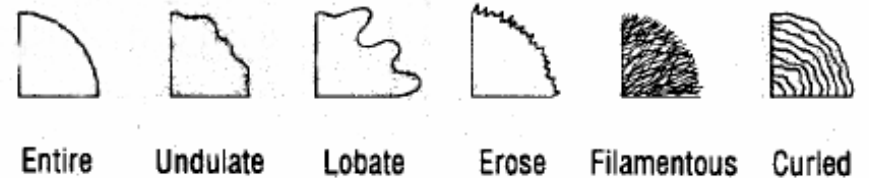
FORM



ELEVATION



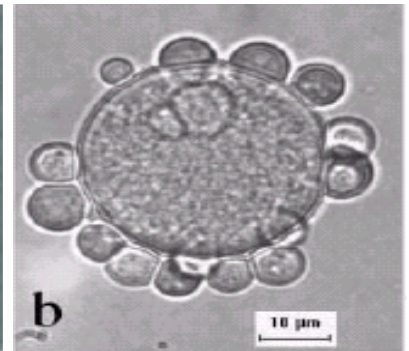
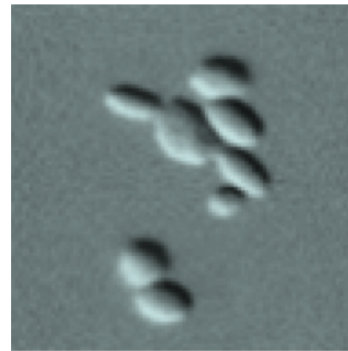
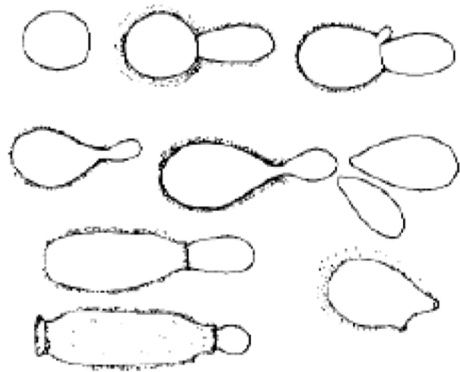
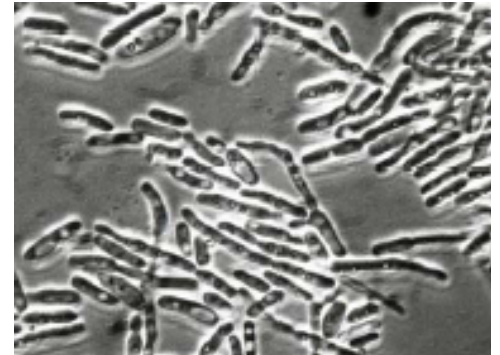
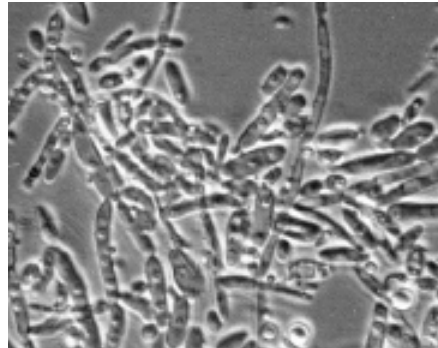
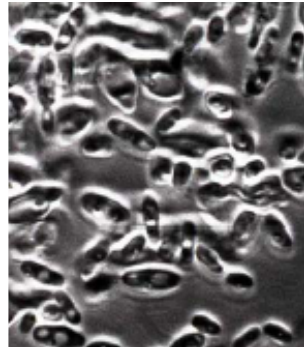
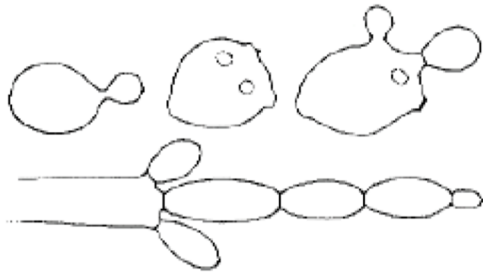
MARGIN



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

Leveduras

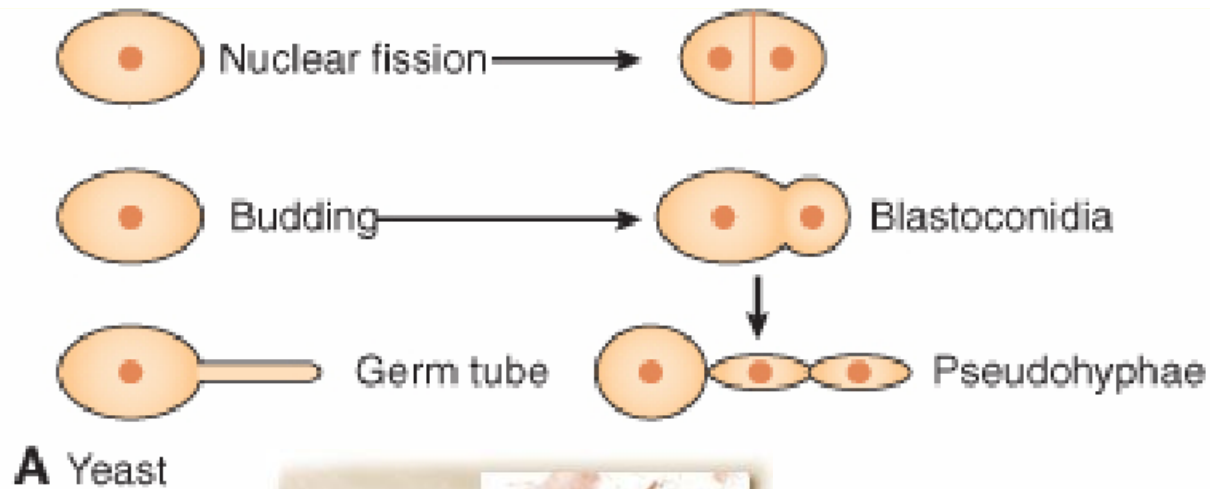
Característica microscópica



Leveduras

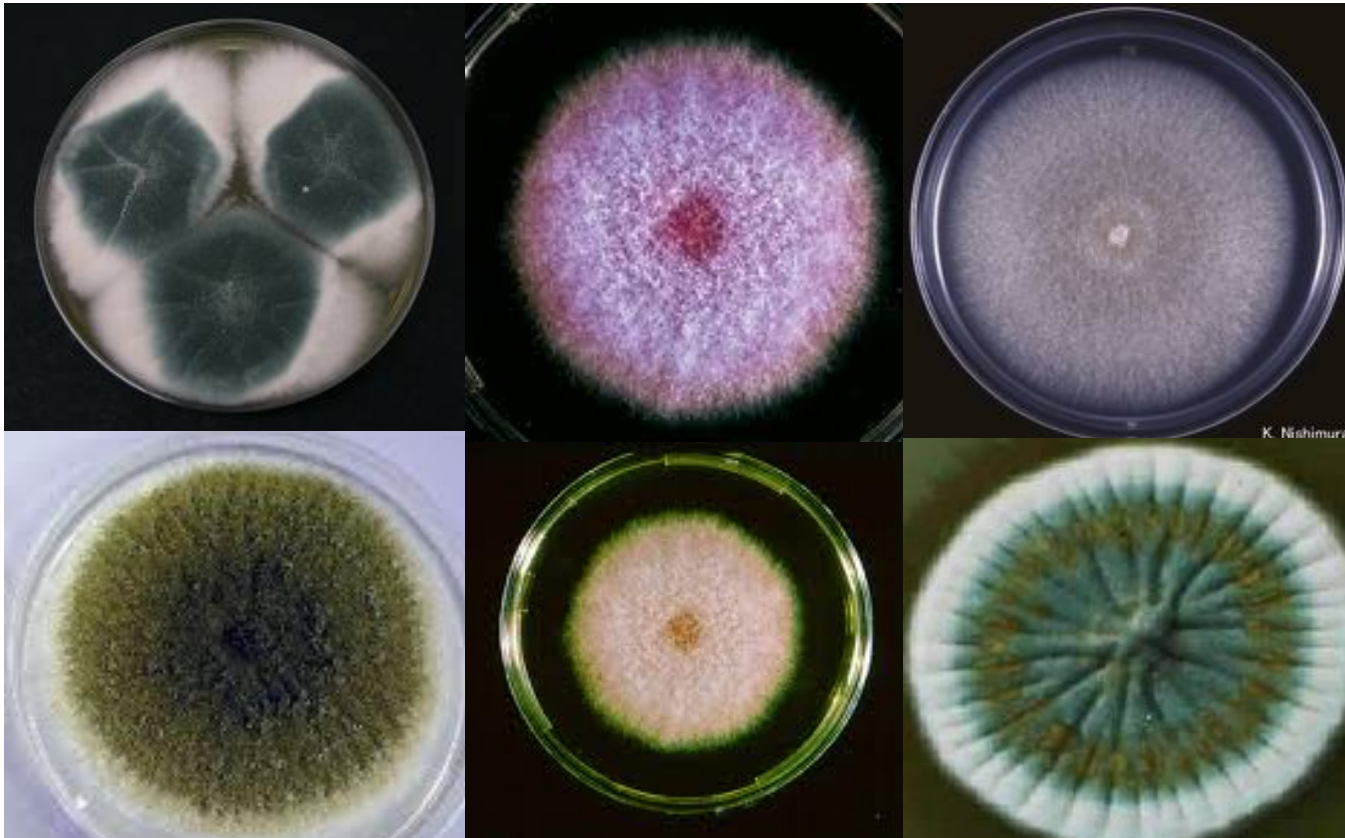
Reprodução assexuada – Formação Blástica

Brotamento / fissão binária



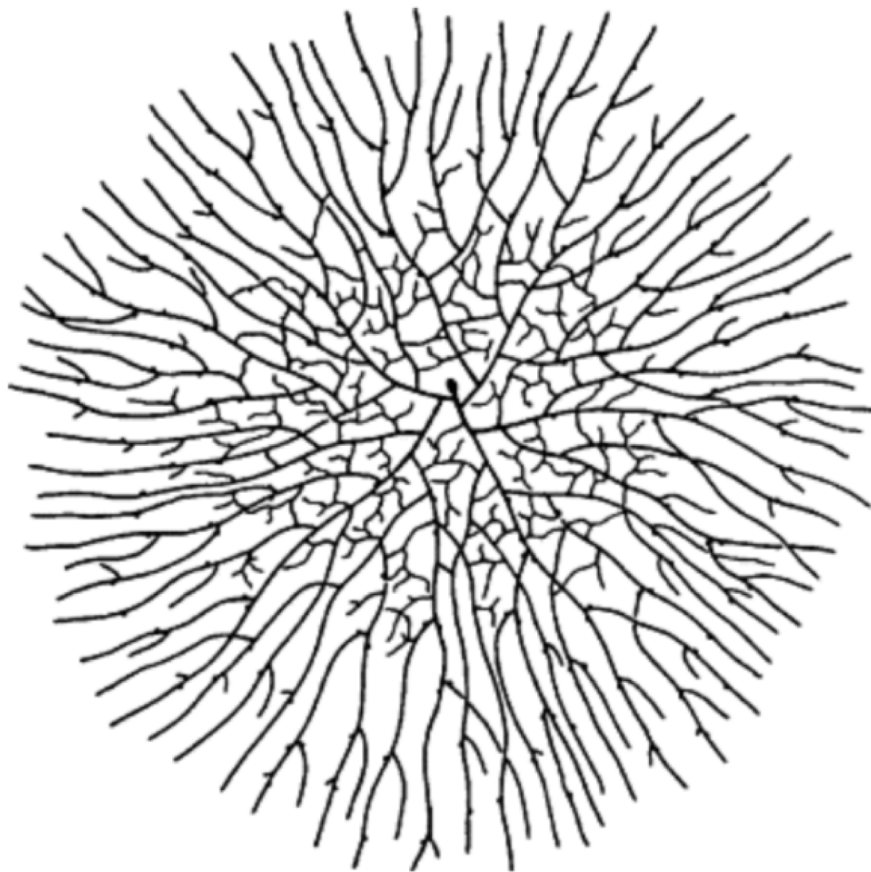
Fungos Filamentosos

Característica macroscópica

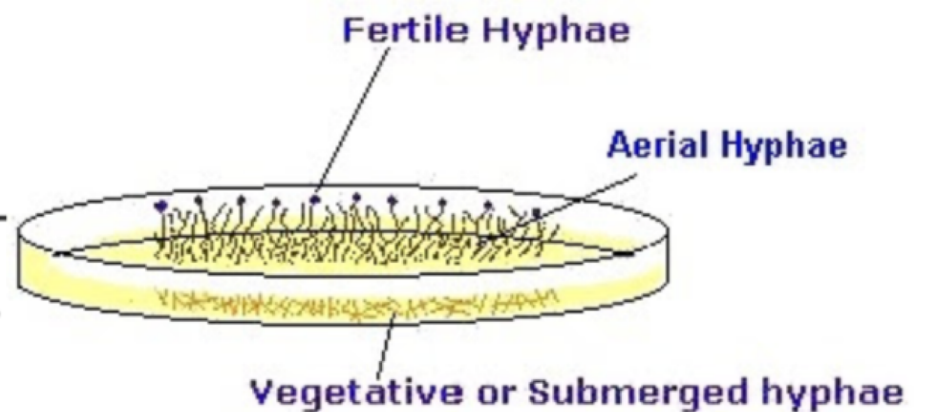


Forma, superfície, margem, coloração verso e reverso, aspecto (seco, úmido), tamanho – dependem do tempo de incubação, meio e temperatura

Crescimento radial



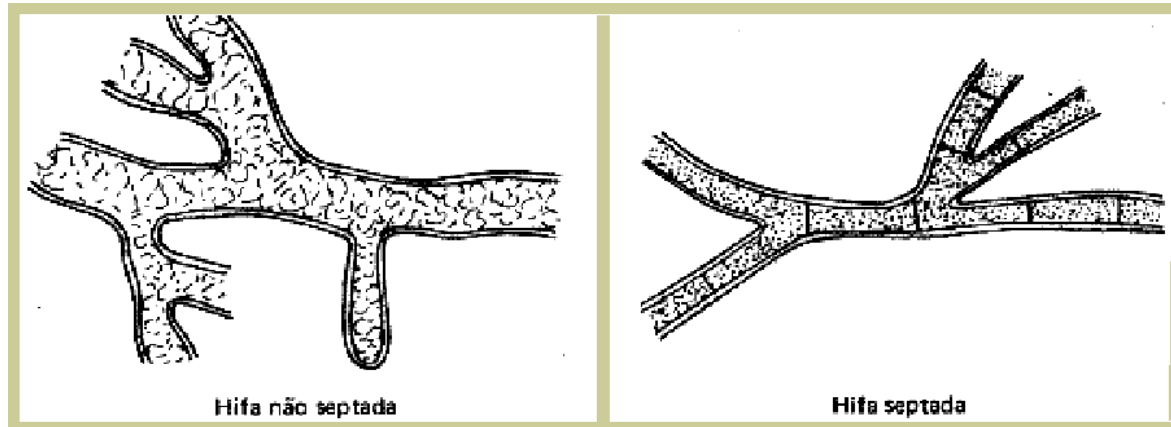
Tipos de hifas



Fungos Filamentosos

Característica microscópica

- Hifa
- Micélio (conjunto de hifa) { **Vegetativo**
Reprodutivo



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

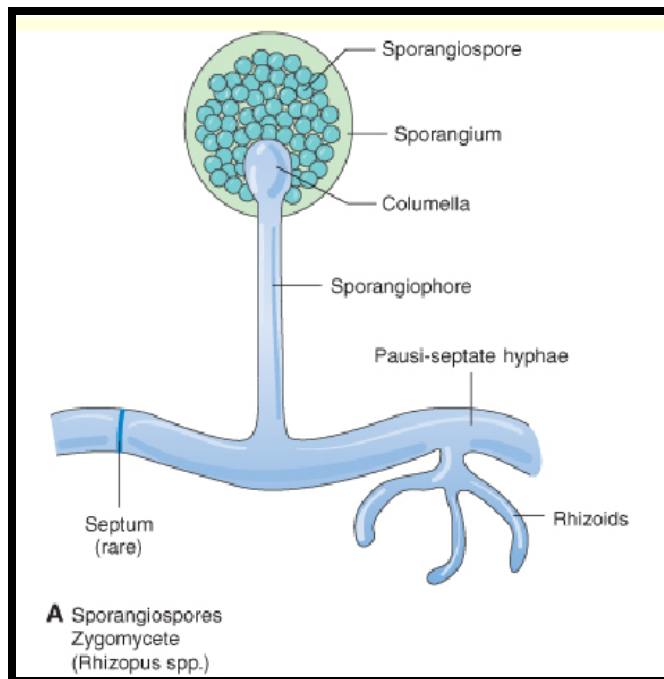
Fungos Filamentosos

Reprodução assexuada – Micélio reprodutivo

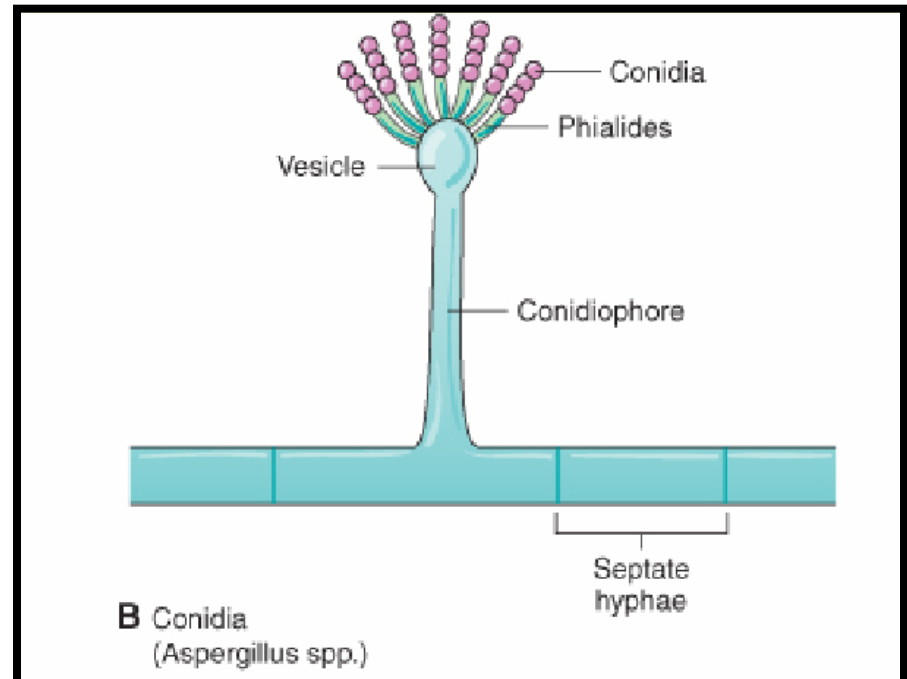
- Formação Blástica

Formação de Esporângios

Conídios internos

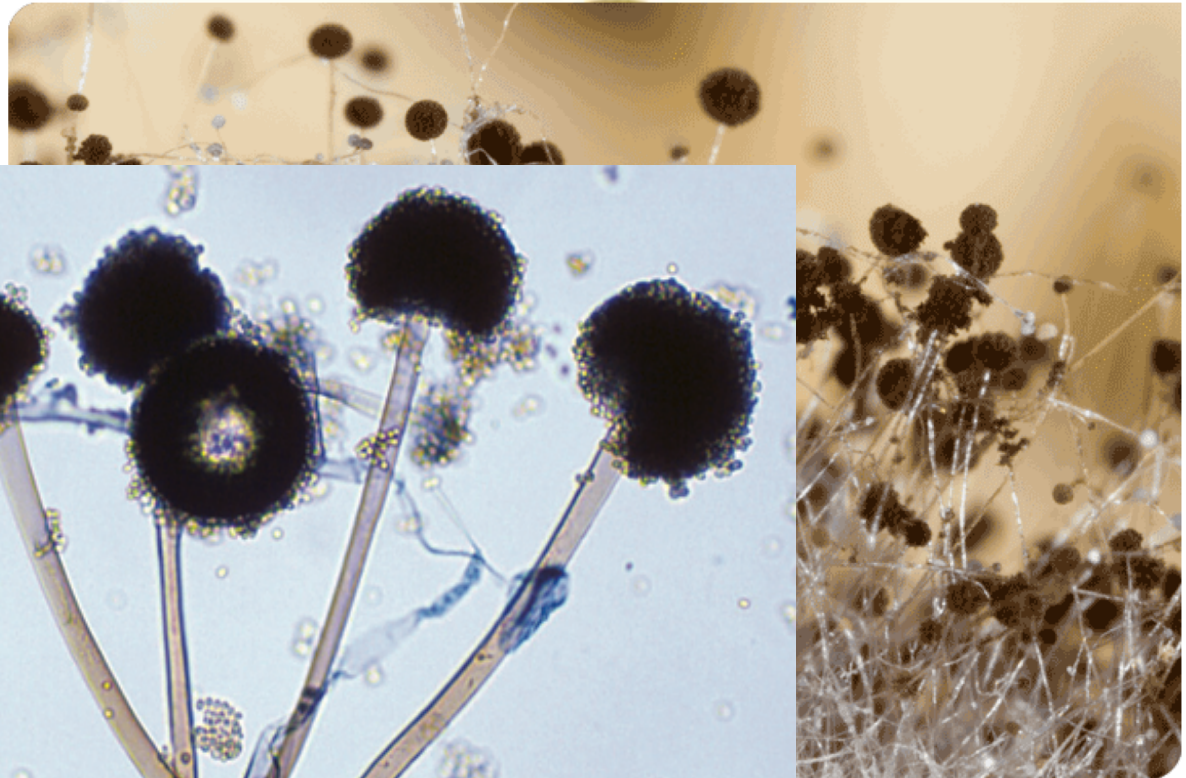


Conídios externos



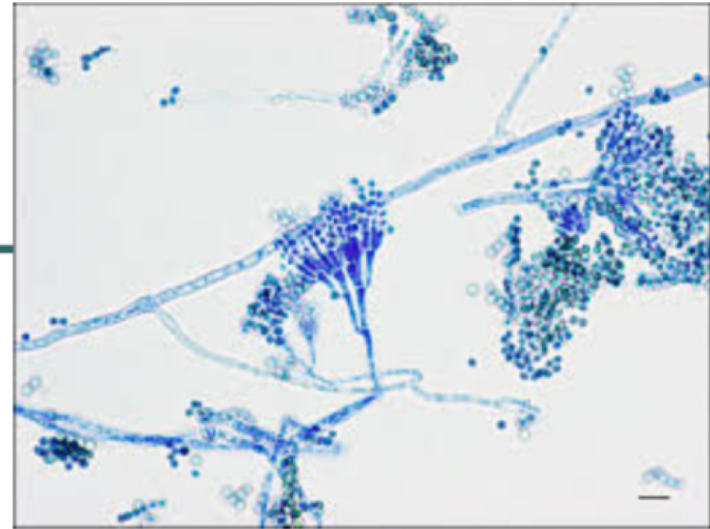
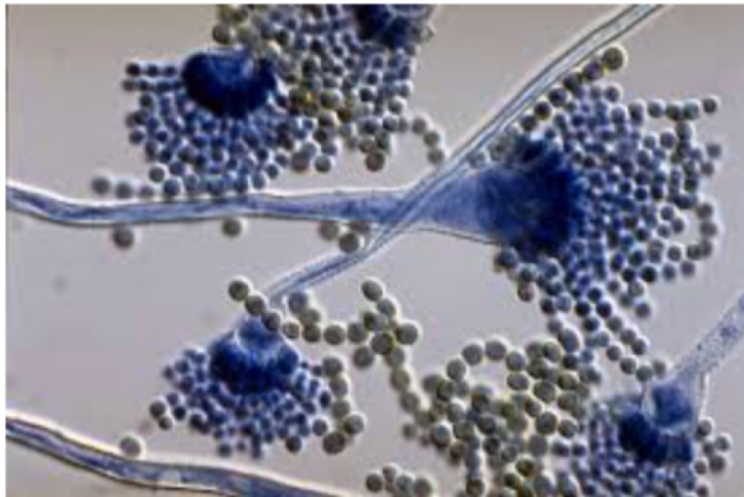
- **Formação de esporângio - Conídios internos**
Fungos do Filo Zygomycota

Rhizopus stolonifer



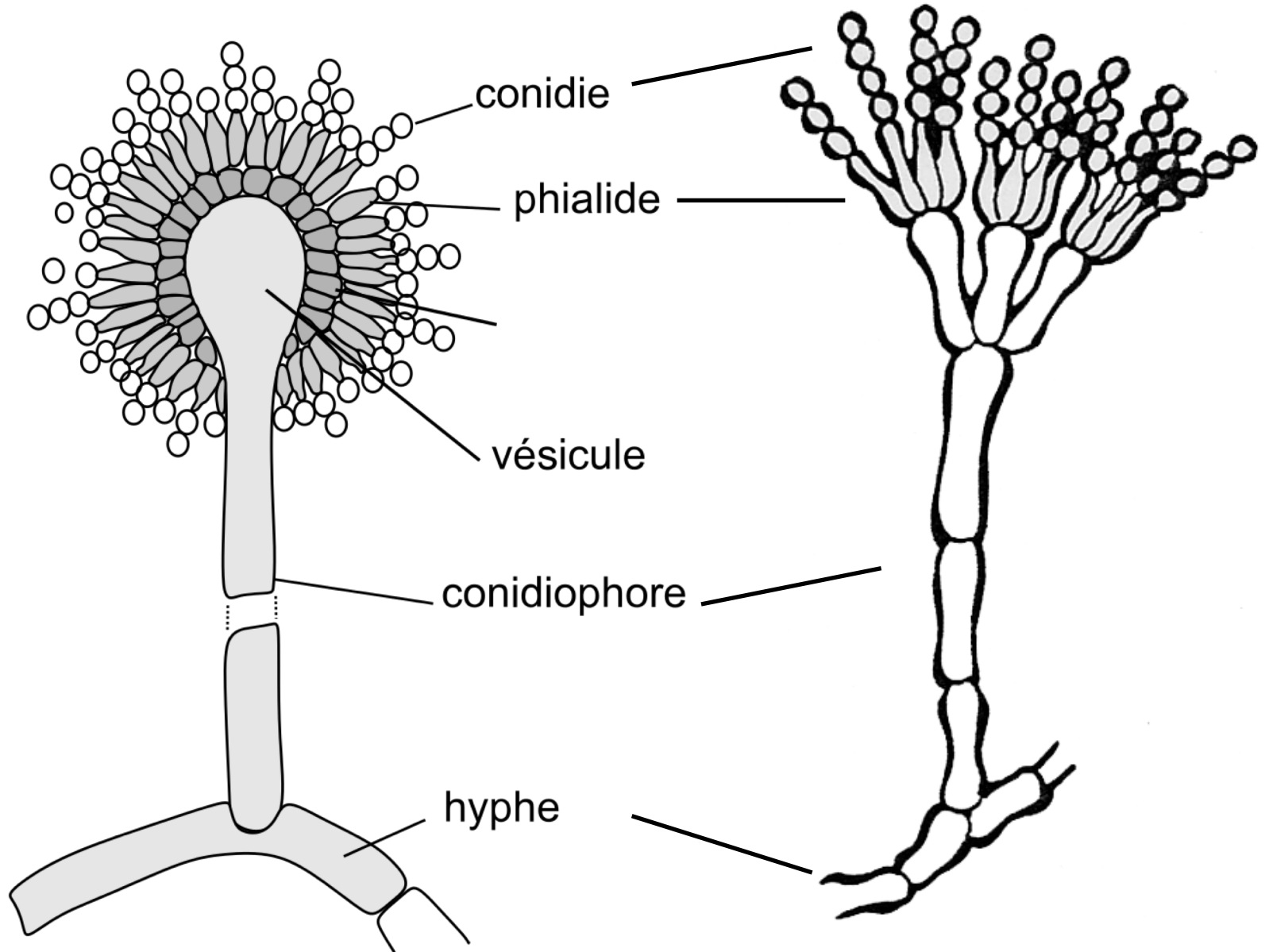
© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

• **conídios externos**



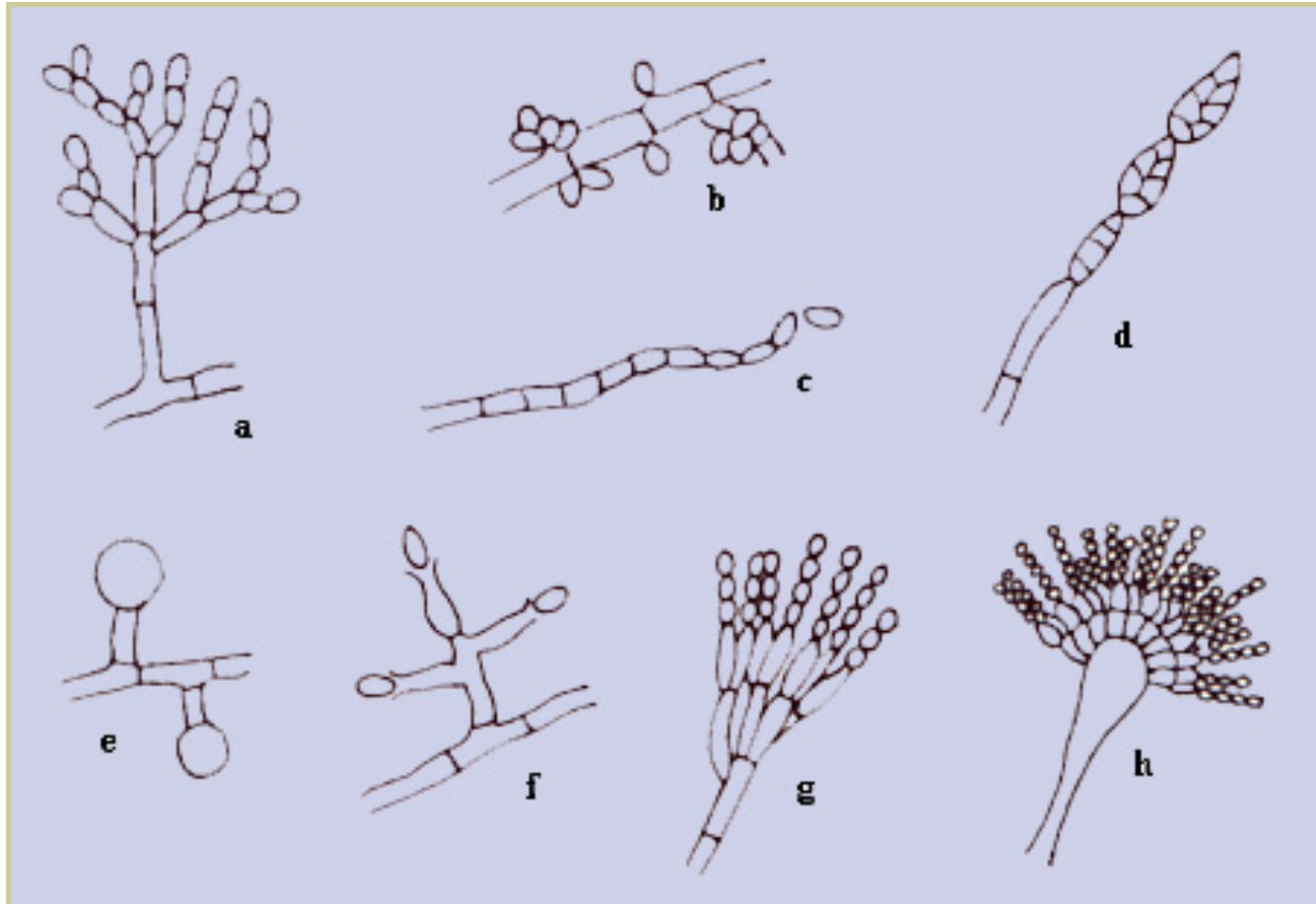
Aspergillus spp.

Penicillium spp.



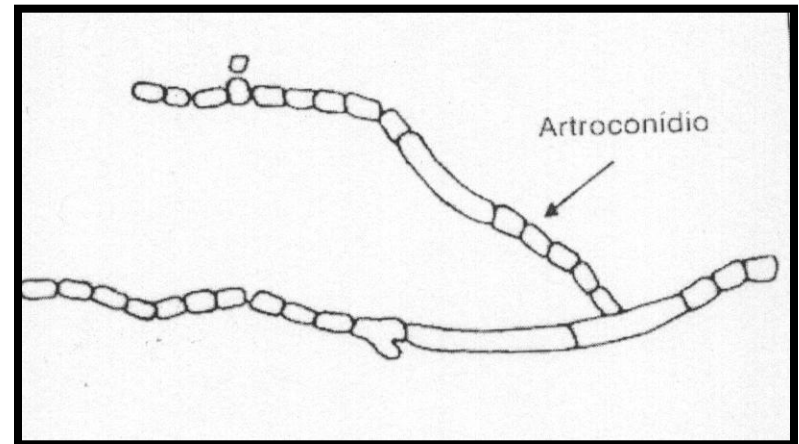
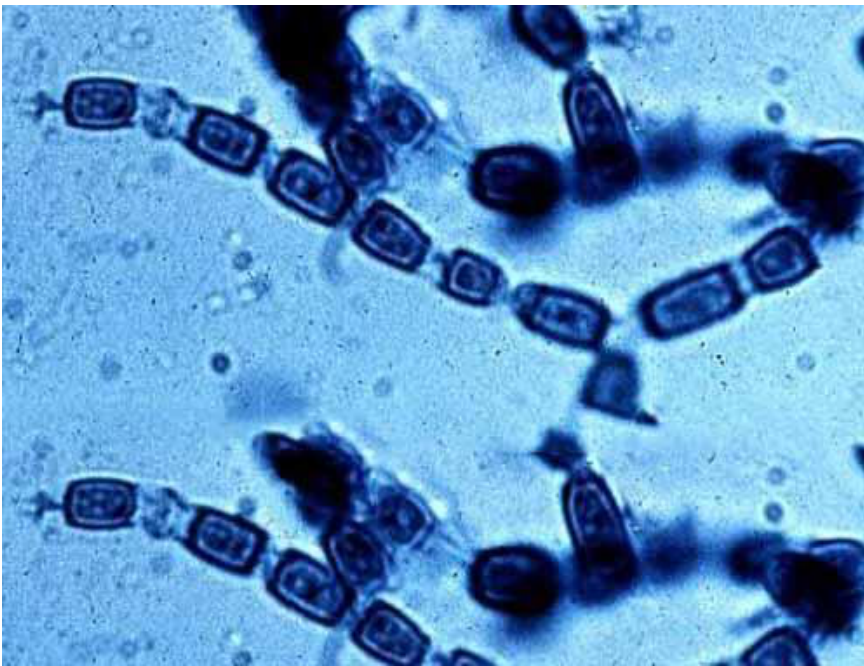
Fungos Filamentosos

Exemplos de Estruturas de reprodução assexuada



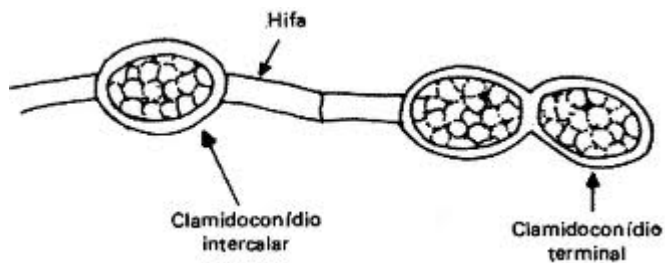
Reprodução assexuada – hifa reprodutiva

Formação tálica – artroconídios



Outras estruturas fúngicas

Reprodução Assexuada



Parede celular espessa
Reserva de nutrientes
Metabolismo lento
Estrutura de resistência

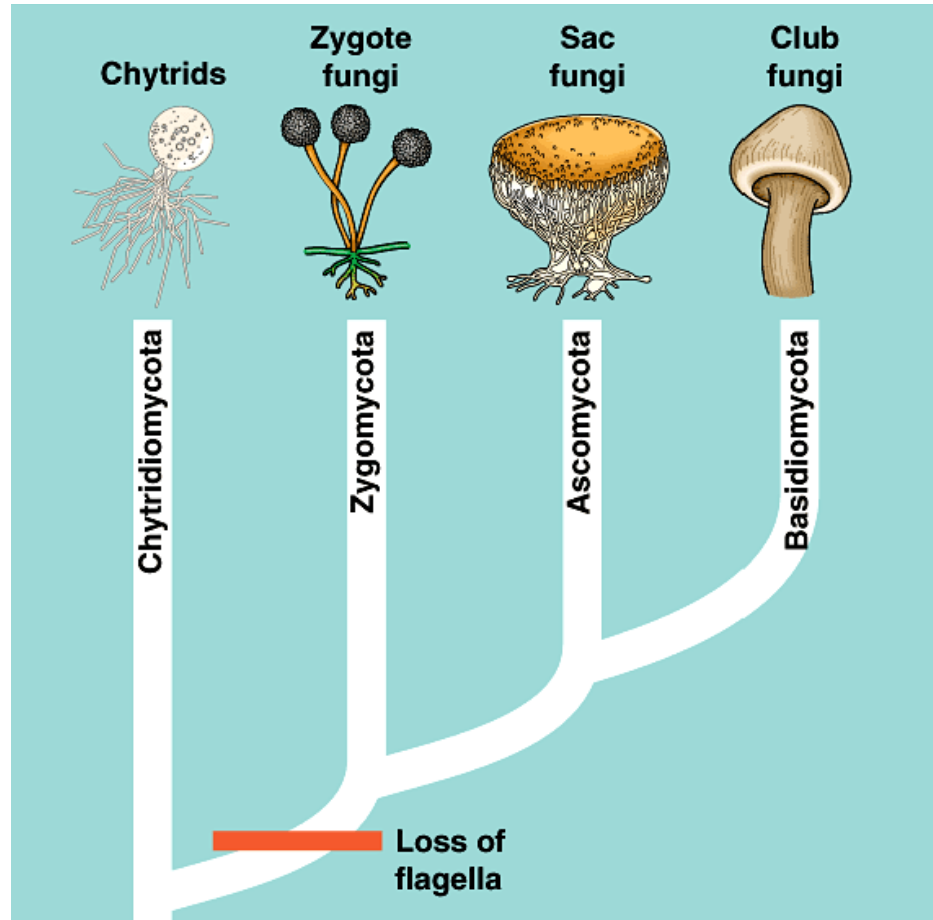


Clamoconídio – Ex. *Candida albicans*

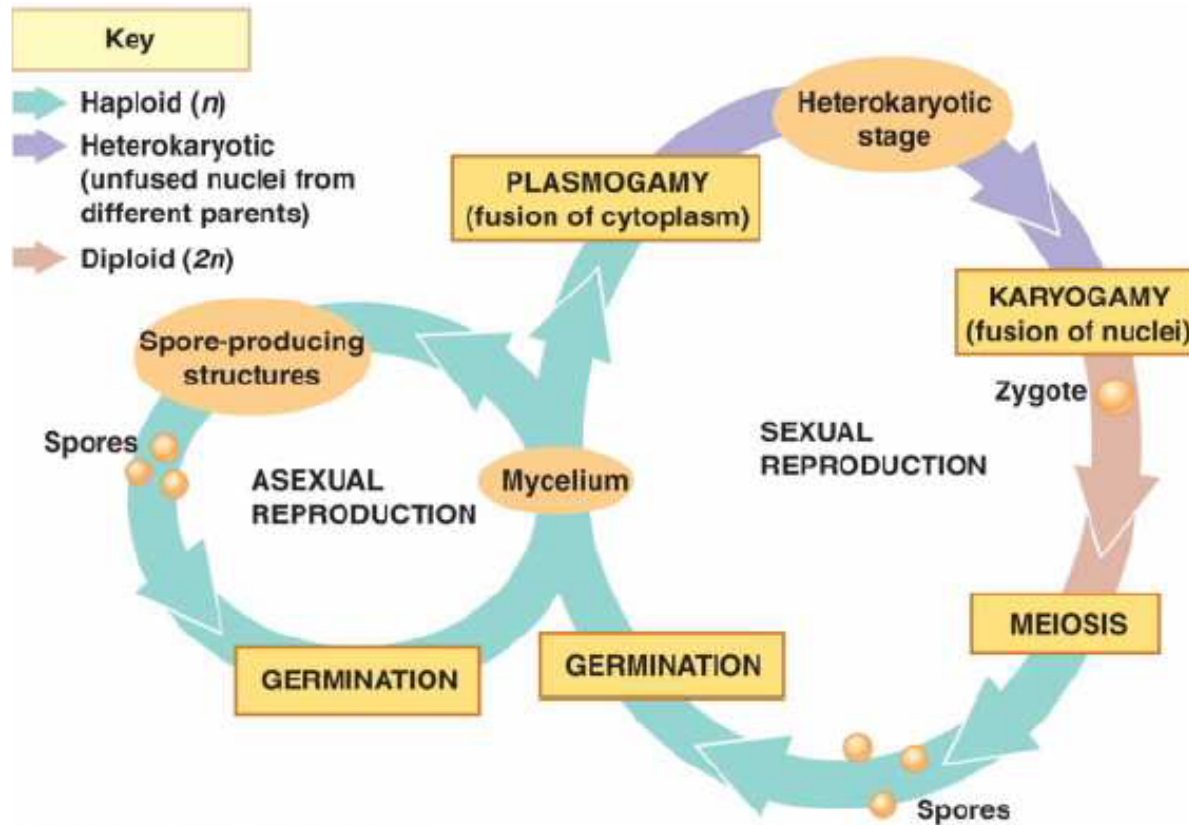
Morfologia

Reprodução sexuada

“A base da classificação dos fungos”



Ciclo de vida dos fungos simplificado

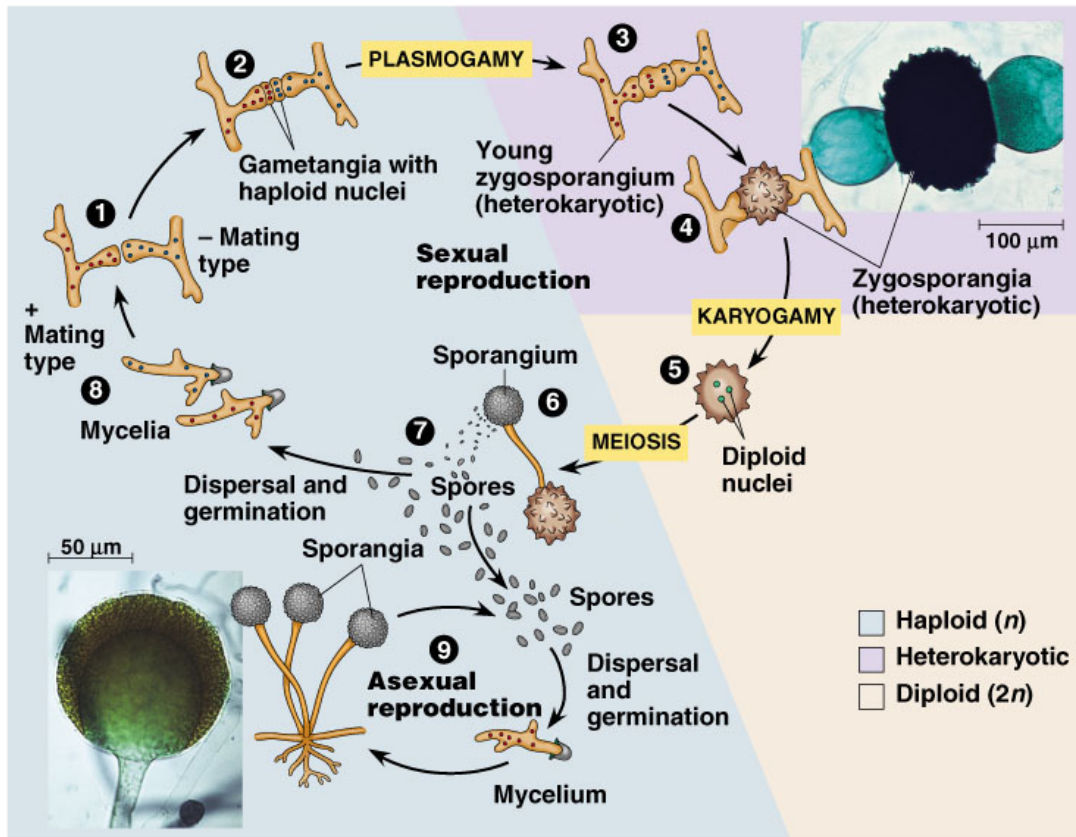


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

<http://apbiosemonefinalreview.pbworks.com/w/page/11980956/Fungi->

Zygomycota

Formação de Zigósporos

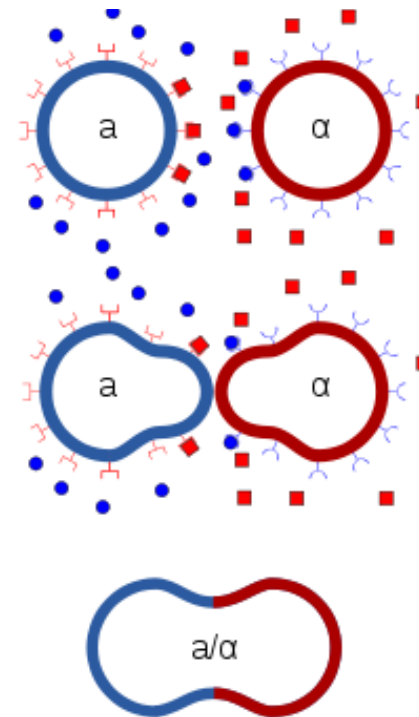


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Ascomycota

Ascósporos – Ascos - Ascocarpo

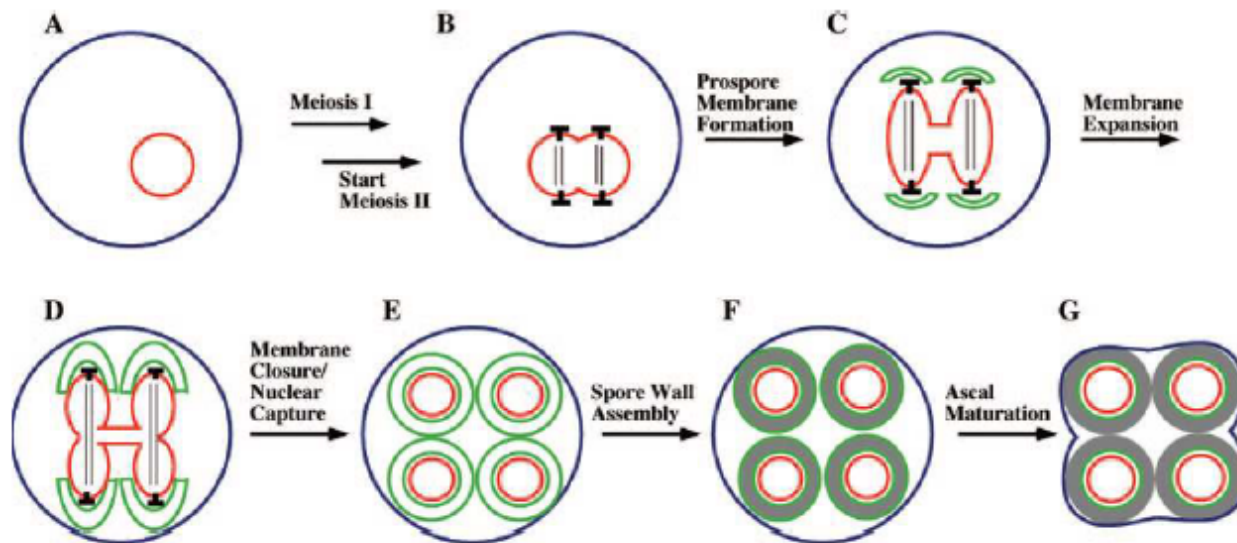
- Possuem 2 tipos sexuais (a e α)
- Feromônios – fator α e a
- Plasmogamia, situação *dikarion*, Cariogamia, Meiose



Levedura

Saccharomyces cerevisiae

- Formação de Ascos e Ascosporos

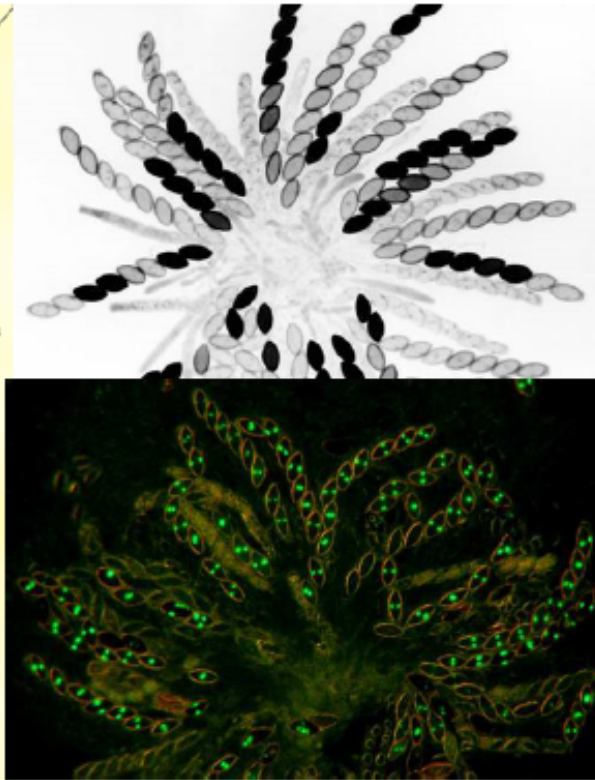
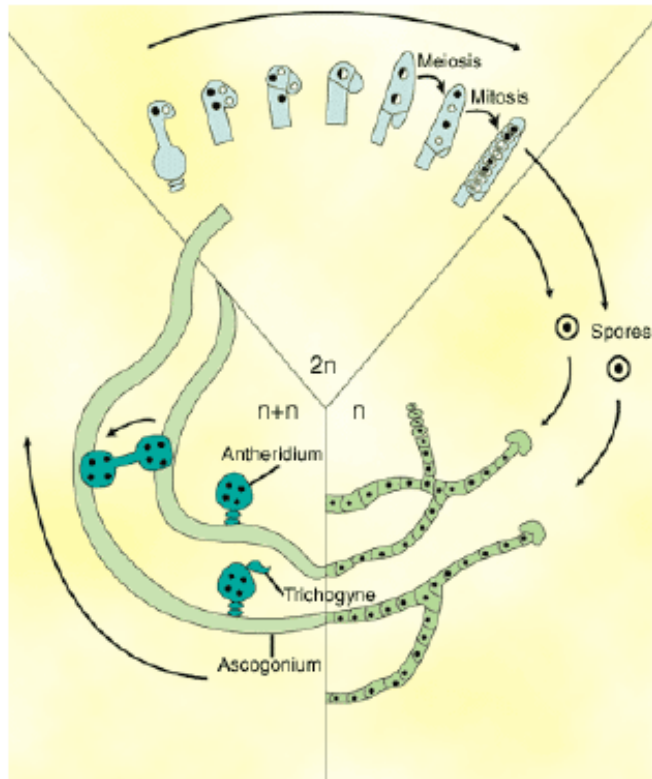


MICROBIOLOGY AND MOLECULAR BIOLOGY REVIEWS,
Dec. 2005, p. 565–584 Vol. 69, No. 4

Micélio Septado

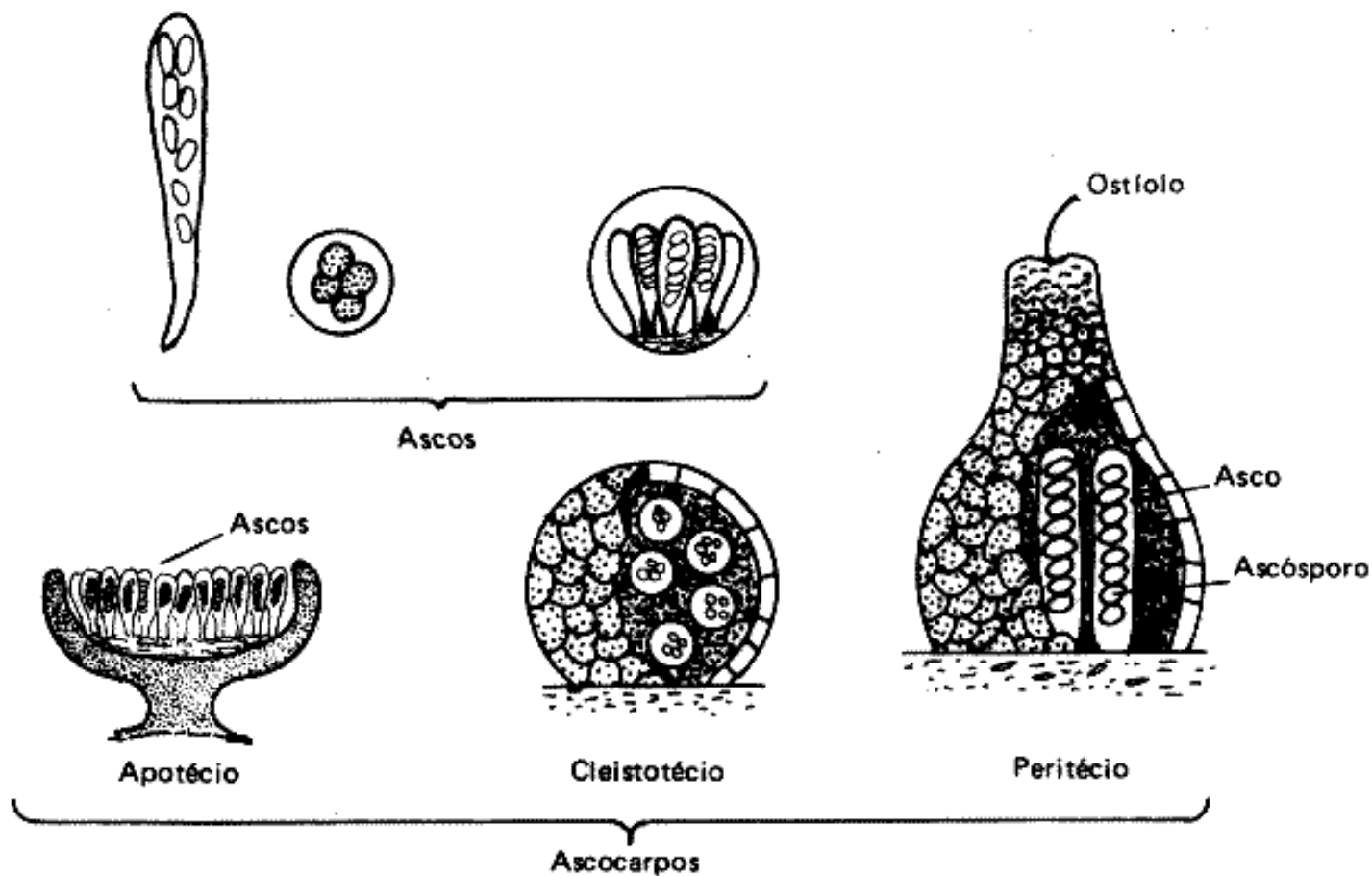
Ex. *Neurospora crassa*

- Formação de Ascus e Ascosporos



<http://www.fungionline.org.uk/7sexual/6ascomyco.html>

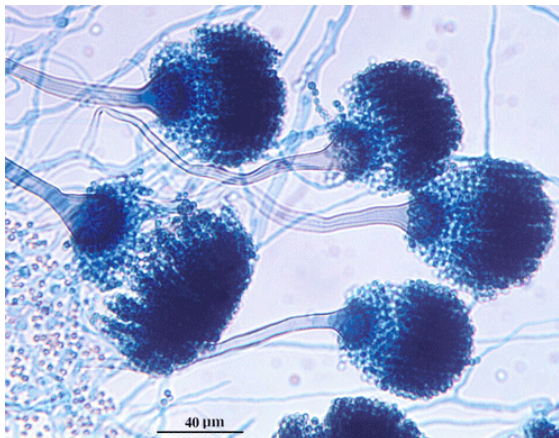
Tipos de Ascos e Ascocarpos



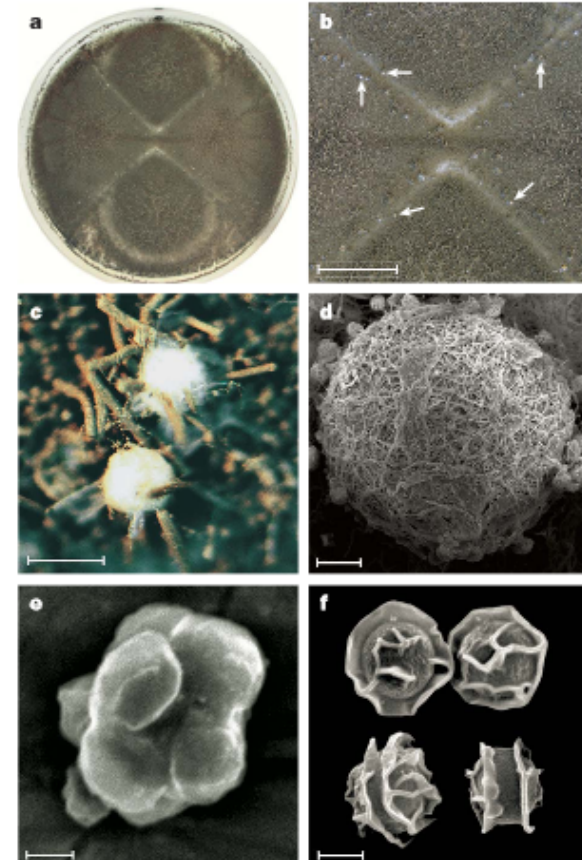
Discovery of a sexual cycle in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus fumigatus*

Céline M. O’Gorman^{1,2}, Hubert T. Fuller¹ & Paul S. Dyer²

Aspergillus fumigatus



Neosartorya fumigata

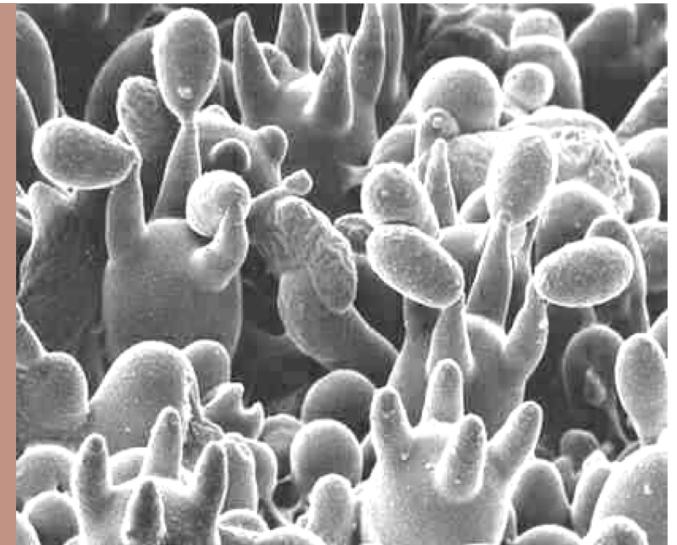
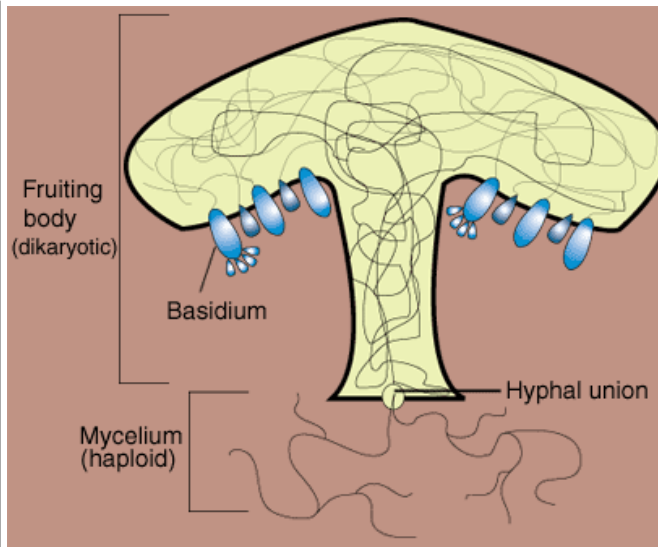
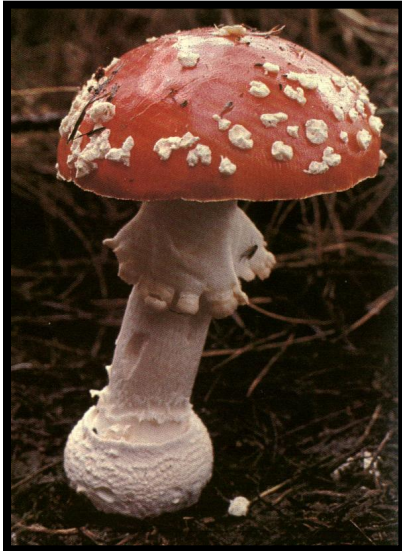


Basidiomycota

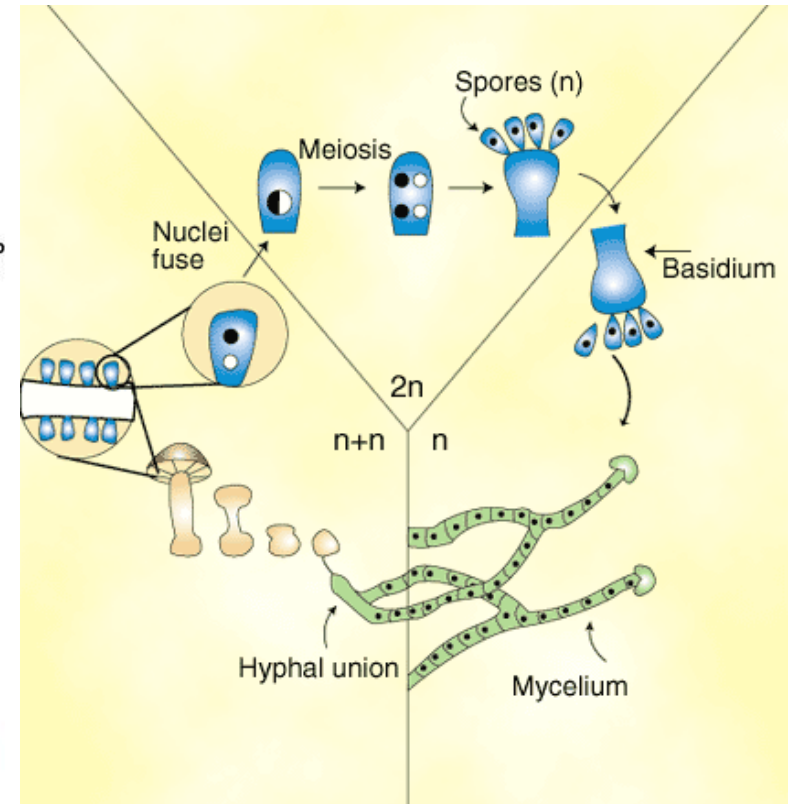
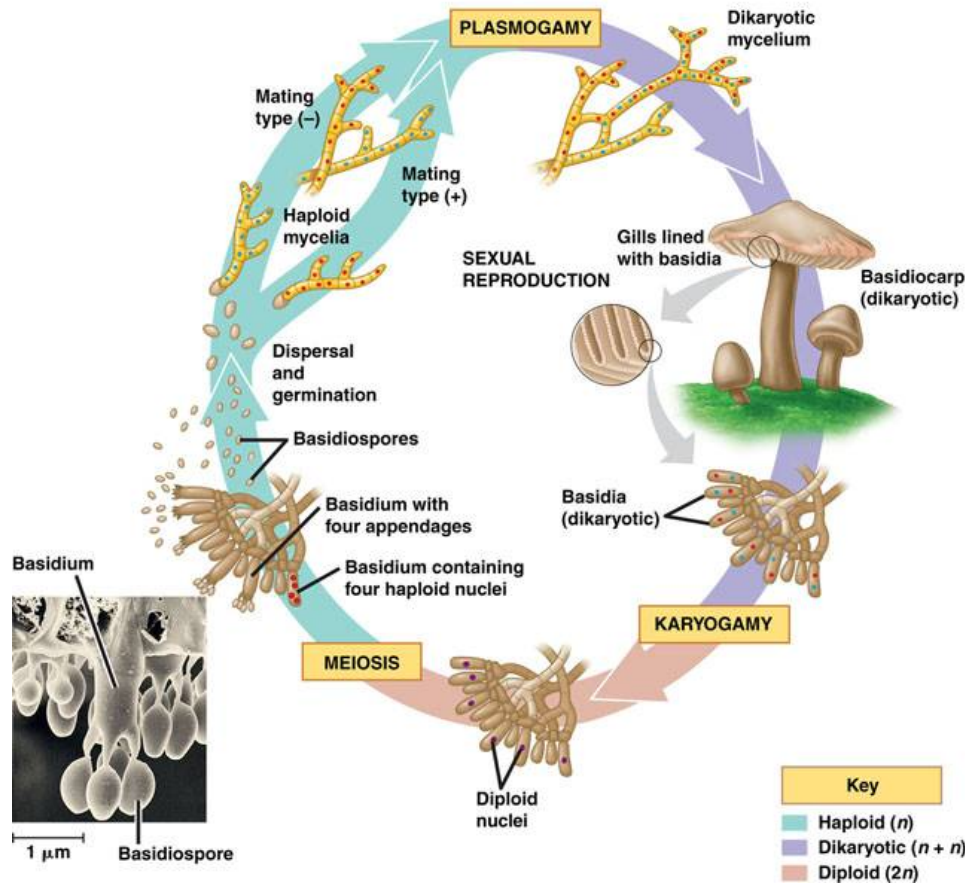
Reprodução sexuada - Basidiósporos

A maioria é heterotática

Plasmogamia, situação de *dikarion*, Cariogamia, Meiose



Micélio Septado

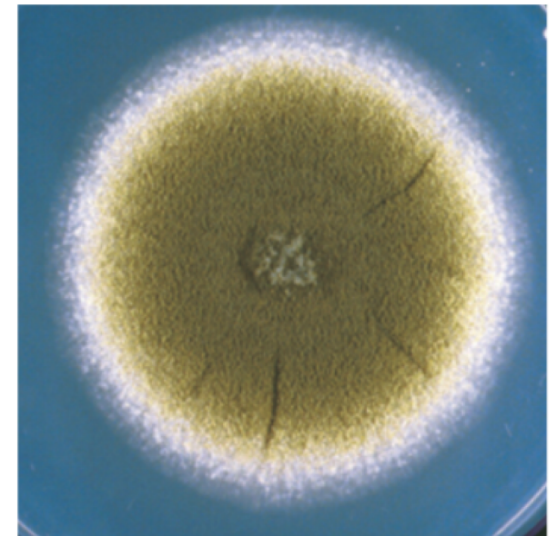


Aula Prática

Técnicas de Cultivo de Fungos

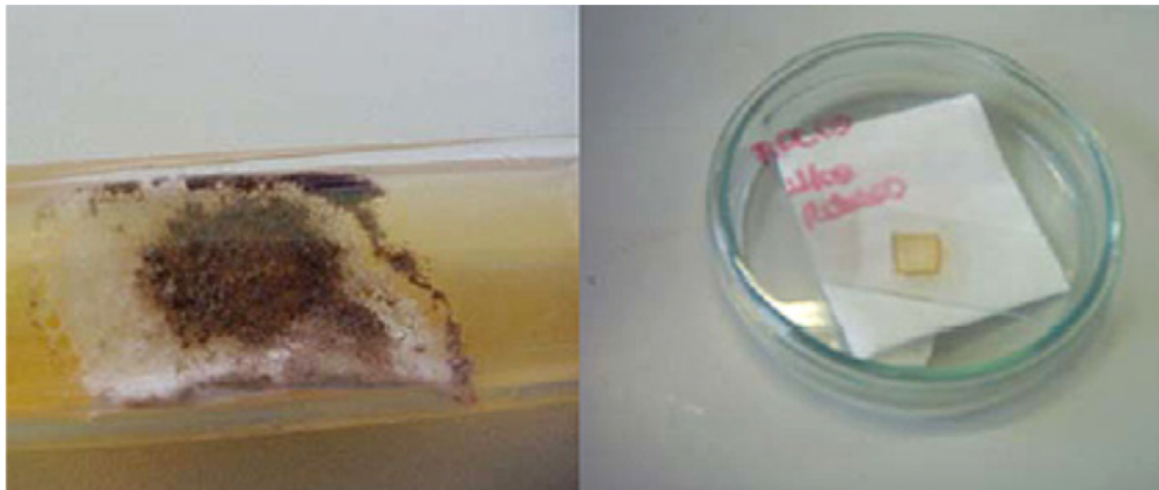
Preservar as características macroscópicas e microscópicas dos fungos

Colônia gigante



- **Microcultivo em lâmina**

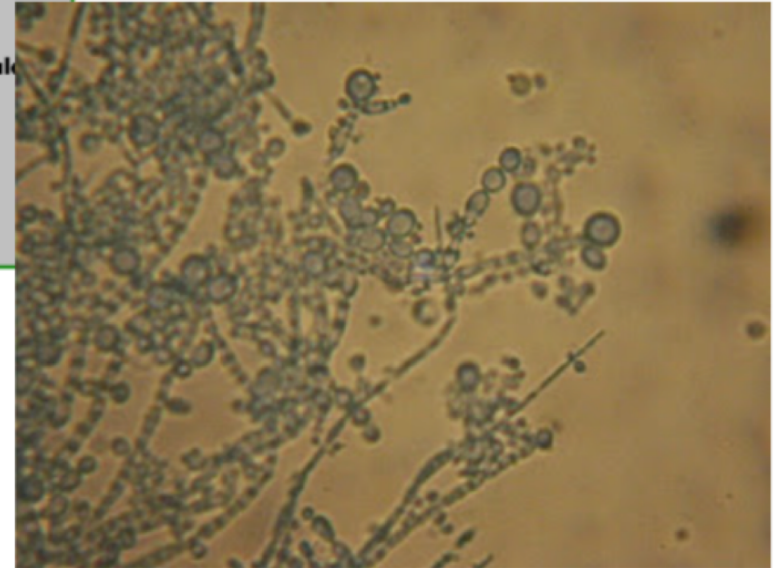
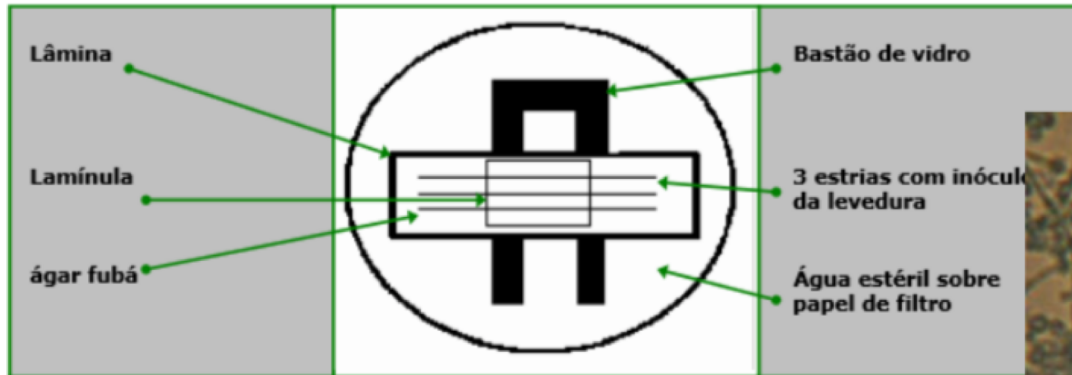
Fungo Filamentoso



● Microcultivo em lâmina

Levedura

Cultivo em lâmina para prova de filamentação e clamidósporo



● Ecologia de Fungos

- Alimento + Água
- Solo + Água
- Água do lago
- Água de Abastecimento Público

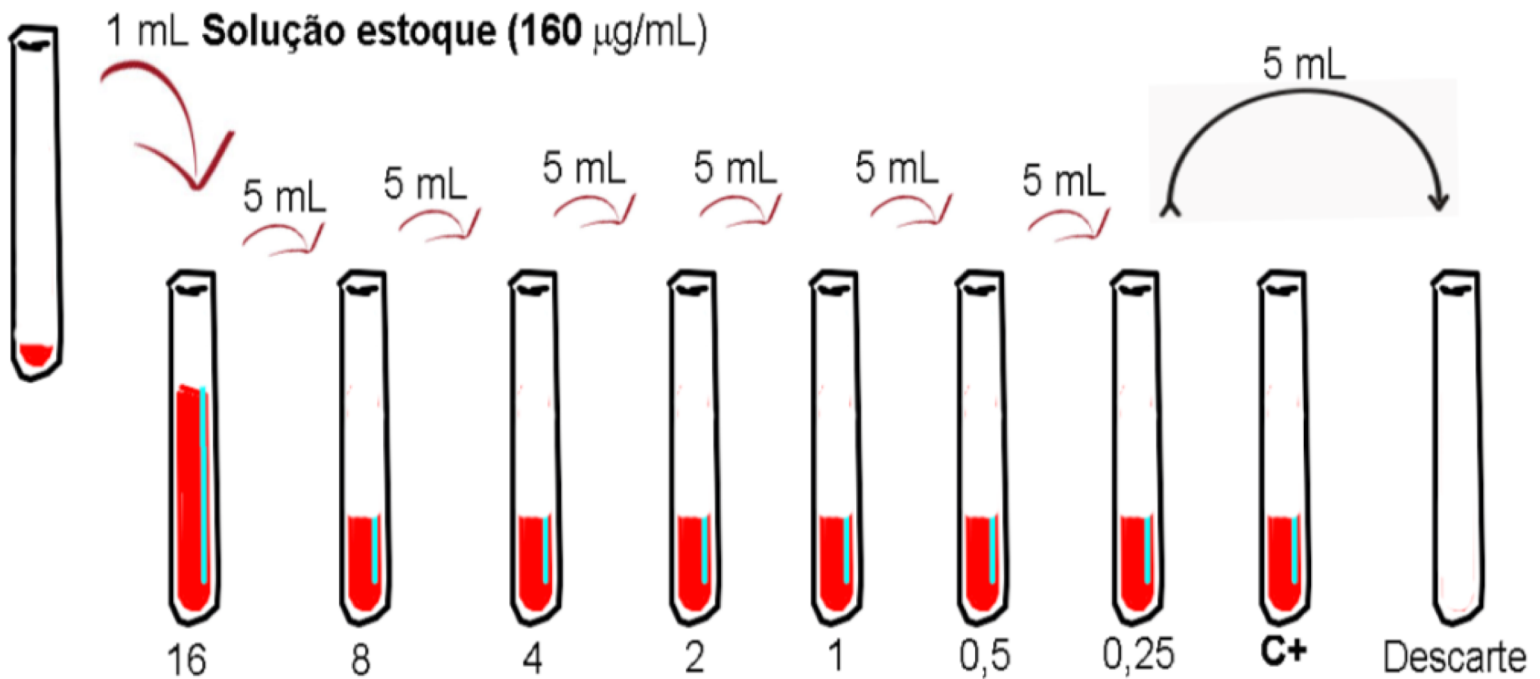
100 uL
Espalhamento
com alça de
Drigalsky

-Material Diverso – “swab”- espalhamento na superfície da placa

Fungos: *Candida* sp. e *Aspergillus* sp.

● Antifungigrama

Antifúngicos: Anfotericina B e fluconazol



Estudo dirigido

1. Quais características que fizeram com o que fungos fossem separados do Reino Vegetal criando um Reino específico - Reino dos Fungos?
2. Qual a constituição da parede celular do fungo e a função de cada componente?
3. Quais as diferenças macroscópicas e microscópicas dos fungos filamentosos e levedura?
4. O que é dimorfismo fúngico?
5. Quais as funções da melanina na célula fúngica?
6. O que é cápsula e quais as funções para o fungo produtor de cápsula?
7. Porque precisamos saber as diferenças morfológicas dos fungos?
8. Para quê realizar a técnica de microcultivo em lâmina dos fungos filamentosos?
9. Quais são os principais benefícios que os fungos nos proporcionam? (cite pelo menos três benefícios)