

A microscopic image of a fungus. The background is a dense network of brown, fibrous hyphae. Overlaid on this are numerous bright green, circular spores. A prominent yellowish-green structure, possibly a developing fruiting body or a specific hyphal branch, is visible in the center-right area.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS FUNGOS

**Carlos Pelleschi Taborda
Departamento de Microbiologia – ICB
Laboratório de Micologia Médica – IMTSP/LIM53/Dermatologia**

FUNGOS, VIDA HUMANA E A NATUREZA



Agentes fermentadores





© School Division, Houghton Mifflin Company

Fungos comestíveis

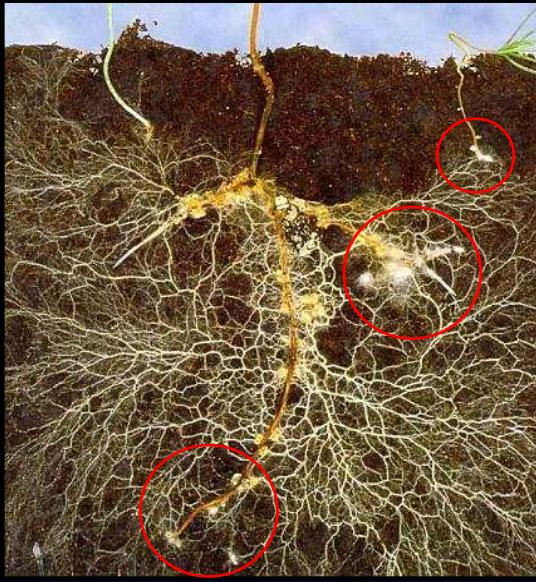
Antibióticos naturais



Fungos bioluminescentes

importância biotecnológica





Associação a com a raiz da
planta – micorrizas

Decomposição de matéria
orgânica



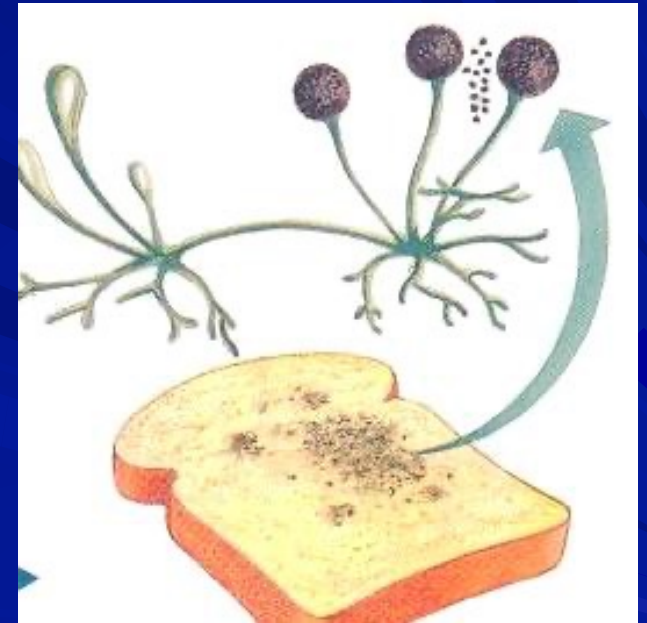
SÍNDROME DOS EDIFÍCIOS DOENTES



- **FADIGA**
- **DORES DE CABEÇA**
- **IRRITAÇÃO NOS OLHOS, NARIZ E TRATO RESPIRATÓRIO.**
- **CORIZA**
- **> 20 % DOS OCUPANTES**



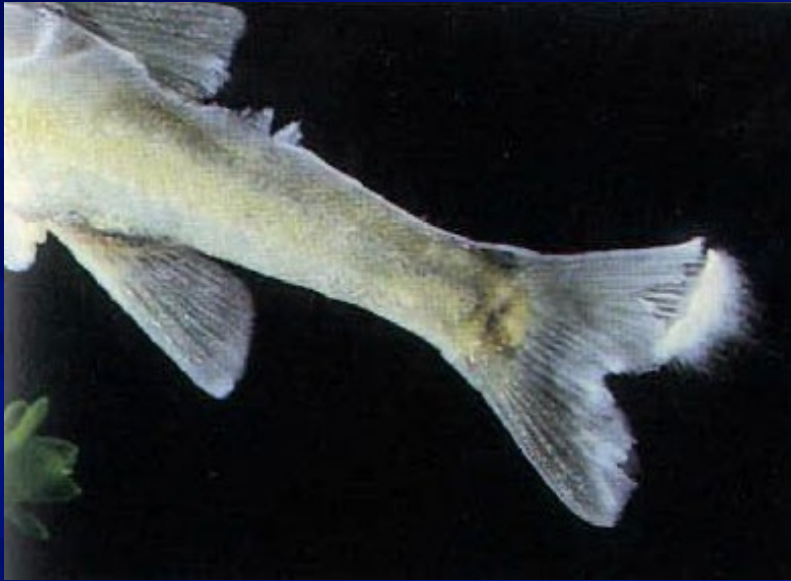
DECOMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS





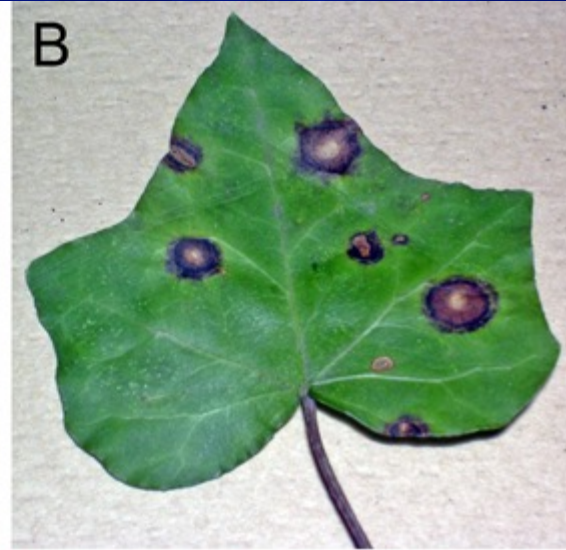
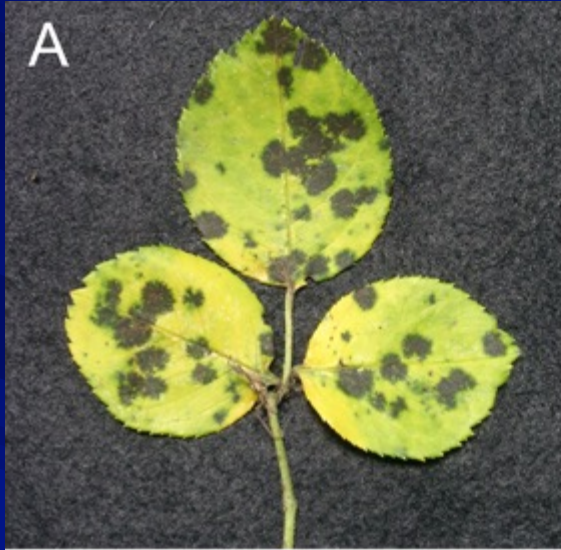
MICOTOXINAS

Doença do algodão



Síndrome do Nariz branco







Insetos





Doença em anfíbios

“quitrídio” é um tipo de fungo (Filo Chytridiomycota) e existem cerca 1.000 espécies de quitrídios diferentes que vivem exclusivamente em ambientes aquáticos ou úmidos.



Extinção dos dinossauros?



Available online at www.sciencedirect.com



Fungal Genetics and Biology 42 (2005) 98–106

FC&B
FUNGAL GENETICS
AND BIOLOGY

www.elsevier.com/locate/yfghi

Commentary

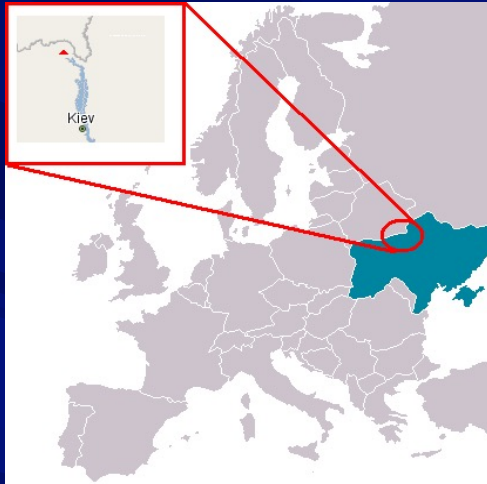
Fungal virulence, vertebrate endothermy, and dinosaur extinction:
is there a connection?

Arturo Casadevall*

*Division of Infectious Diseases, Department of Medicine, Albert Einstein College of Medicine, 1300 Morris Park Ave, Bronx, NY 10461, USA
Department of Microbiology, Albert Einstein College of Medicine, 1300 Morris Park Ave, Bronx, NY 10461, USA*

Received 14 November 2004; accepted 30 November 2004

Chernobyl



Casadevall e seu colaboradores desenvolveram alguns experimentos envolvendo dois tipos de fungos: um que foi induzido a produzir melanina (*Cryptococcus neoformans*), e outro que já a possuía naturalmente (*Wangiella dermatitidis*) – os fungos foram expostos a níveis de radiação ionizante 500 vezes maior do que o grupo controle. Ambas as variedades com melanina apresentaram um significativo aumento de velocidade de crescimento.

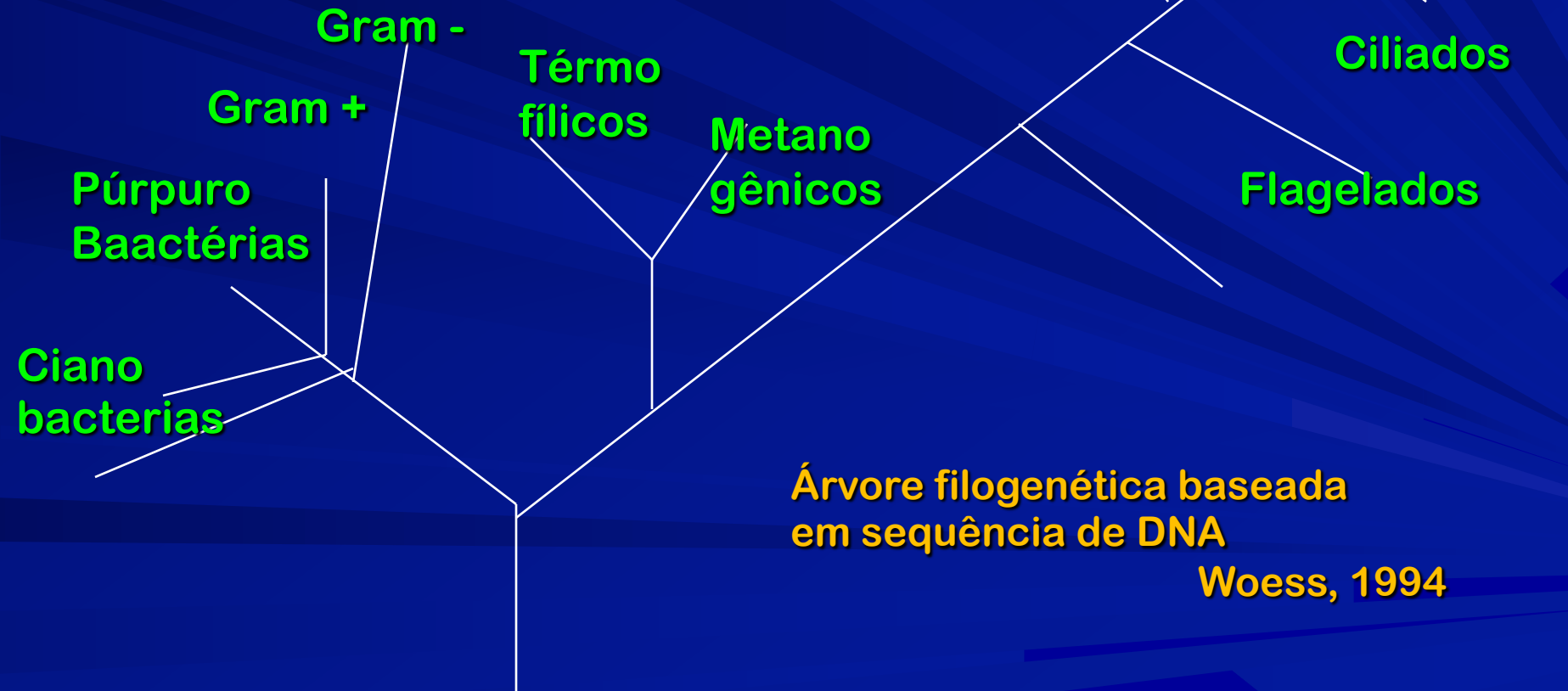
Sistemas de Classificação

Durante muito tempo, os fungos foram considerados como vegetais e, somente a partir de 1969, passaram a ser classificados em um reino à parte.

Bactérias Prócariontes

Archae Prócariontes

Eucariontes

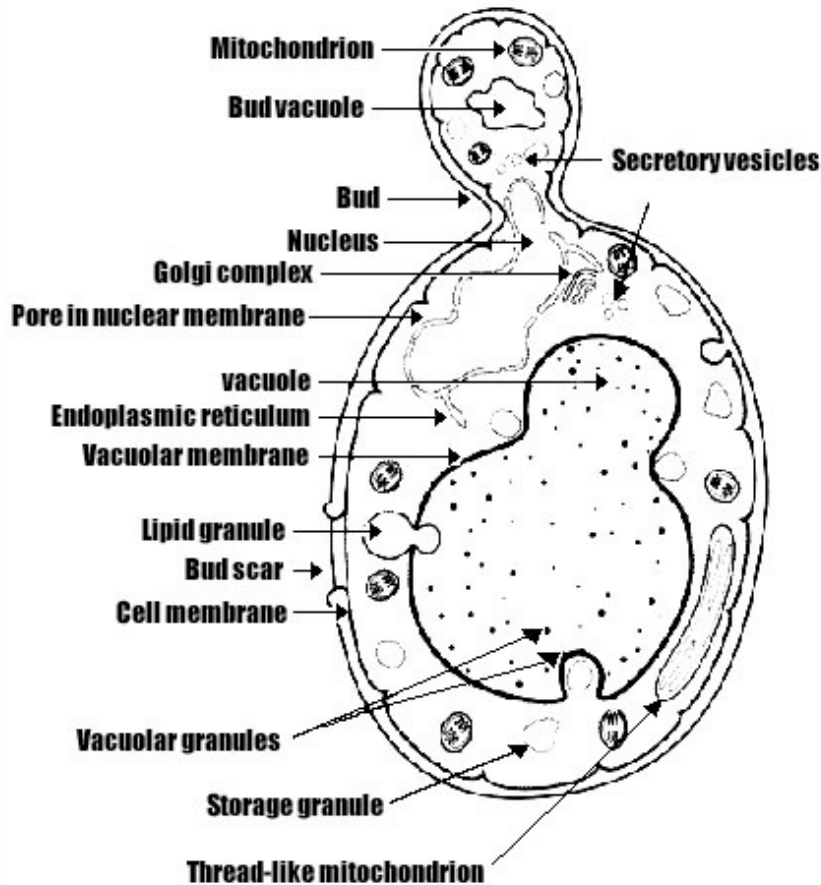


Características Gerais

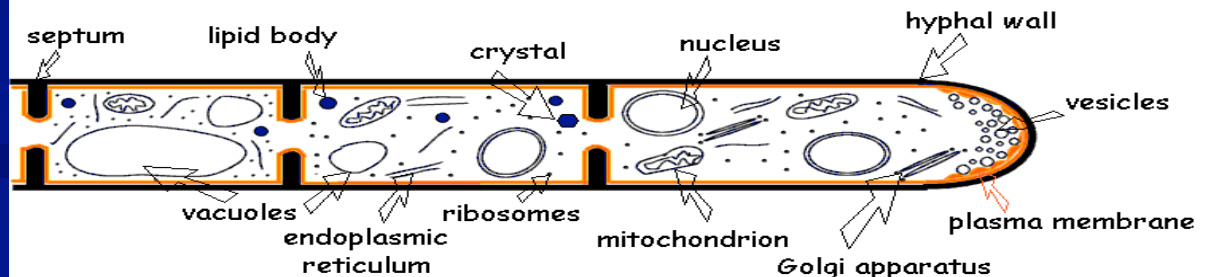
- Os fungos apresentam um conjunto de características próprias que permitem sua diferenciação das plantas:
 - não sintetizam clorofila,
 - não tem celulose na sua parede celular, exceto alguns fungos aquáticos e
 - não armazenam amido como substância de reserva.
 - A presença de substâncias quitinosas na parede da maior parte das espécies fúngicas e a sua capacidade de depositar glicogênio os assemelham às células animais.

Características Gerais

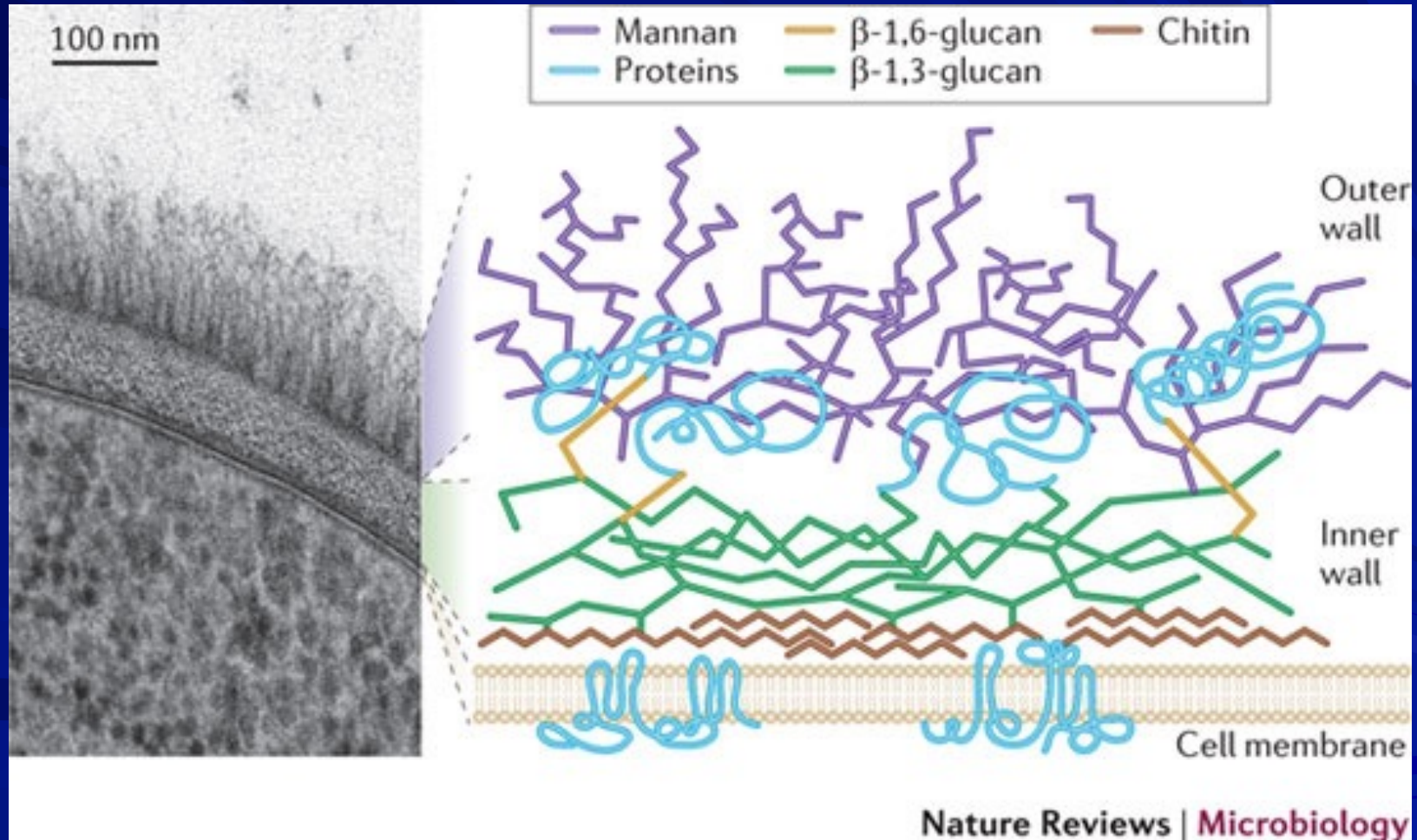
- Os fungos são seres vivos eucarióticos, com um só núcleo ou multinucleados.
- Seu citoplasma contém mitocôndrias e retículo endoplasmático rugoso.
- São heterotróficos e nutrem-se de matéria orgânica morta - fungos saprofíticos, ou viva—fungos parasitários.
- Suas células possuem vida independente e não se reúnem para formar tecidos verdadeiros.



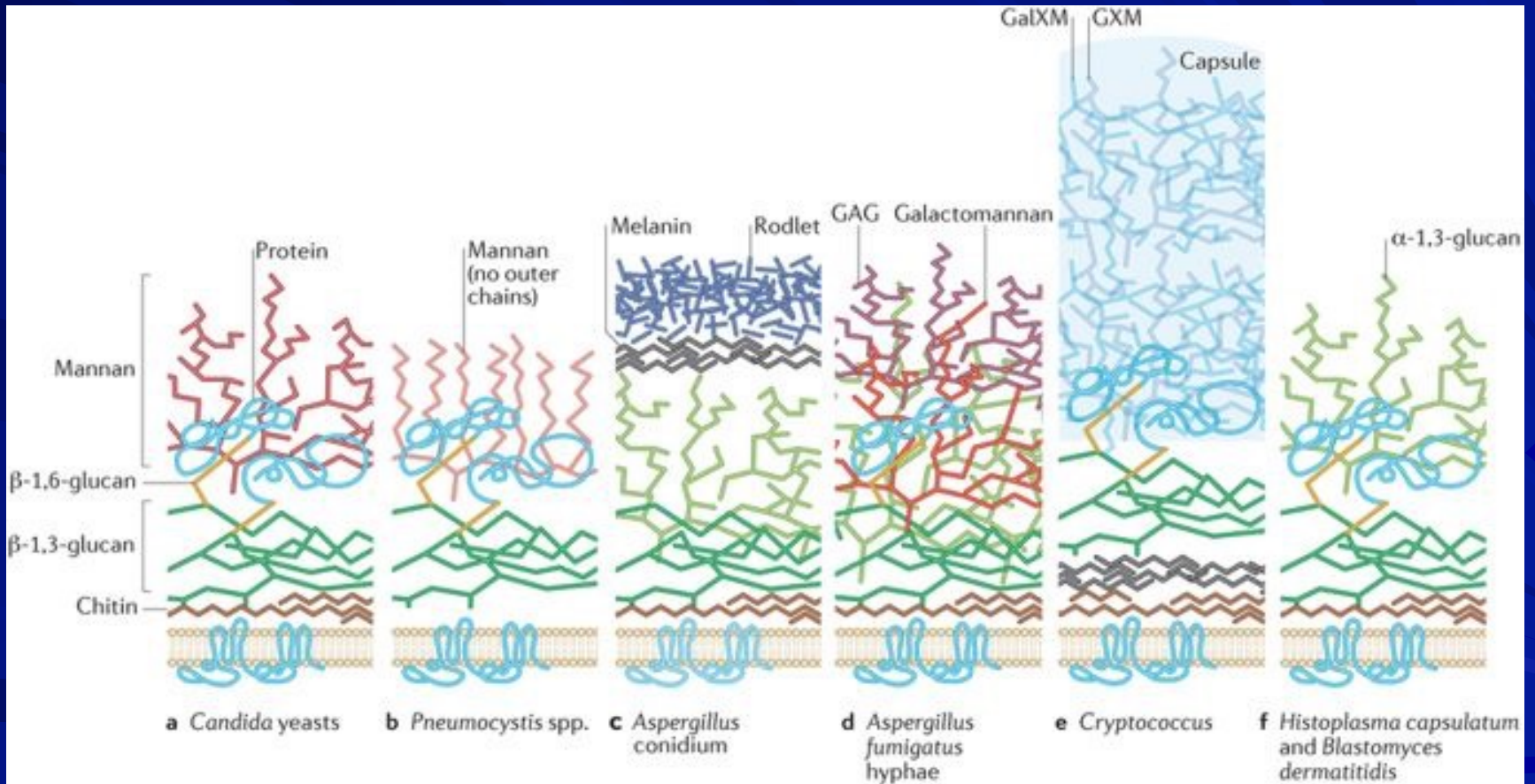
- **PAREDE CELULAR (~5%)**
 - PROTEÇÃO E FORMA
 - Melanina
- **MEMBRANA CELULAR**
 - ERGOSTEROL
- **CITOPLASMA**
 - NÚCLEO COM CROMOSSOMO LINEAR
 - MEMBRANA NUCLEAR
 - NUCLÉOLO, R.E, MITOCÔNDRIA, RIBOSSOMOS,
 - VACÚOLOS, APARELHO DE GOLGI
- **CÁPSULA**
 - *Cryptococcus* spp.



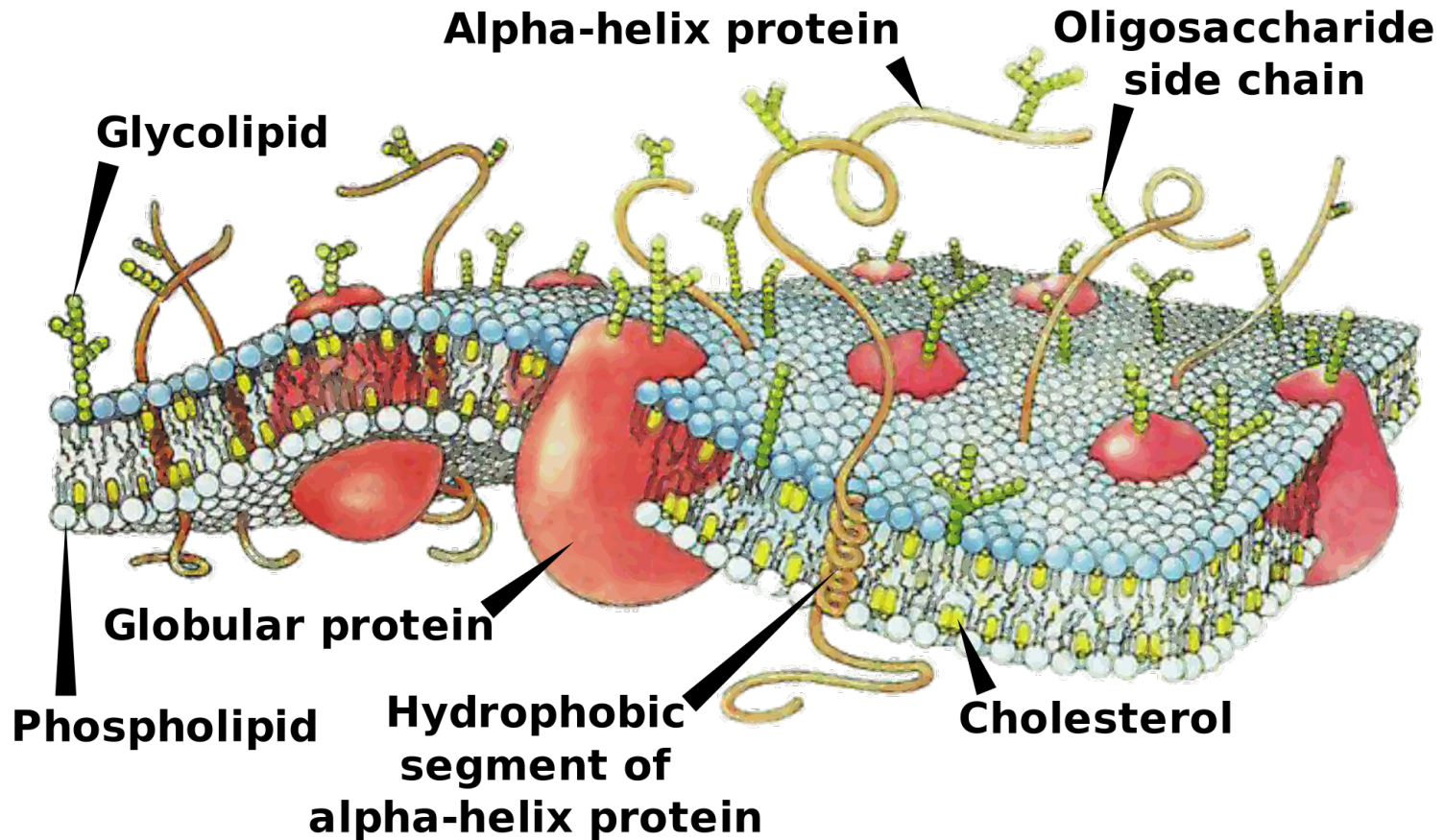
Paredes Celular



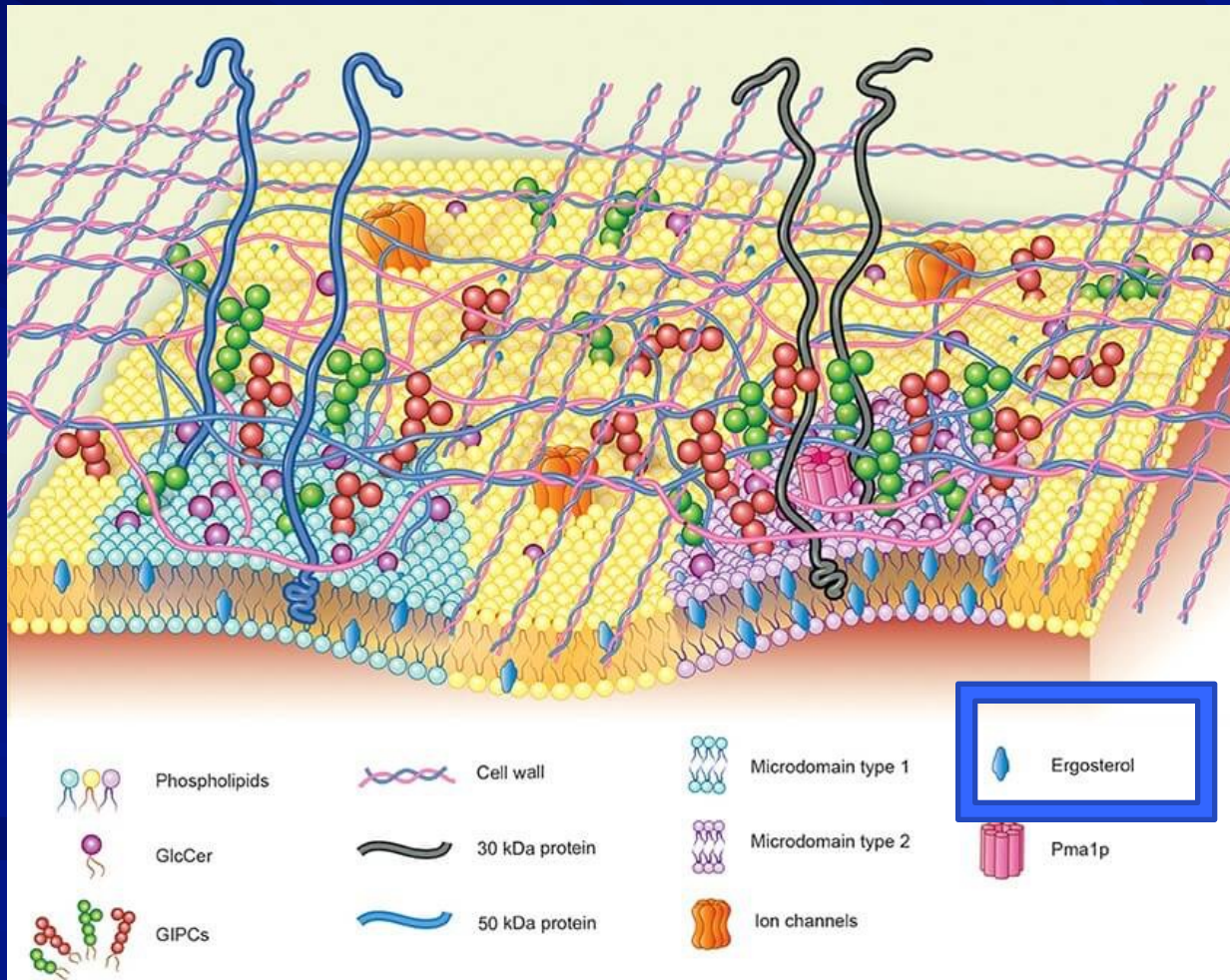
Paredes Celular



Membrana Celular



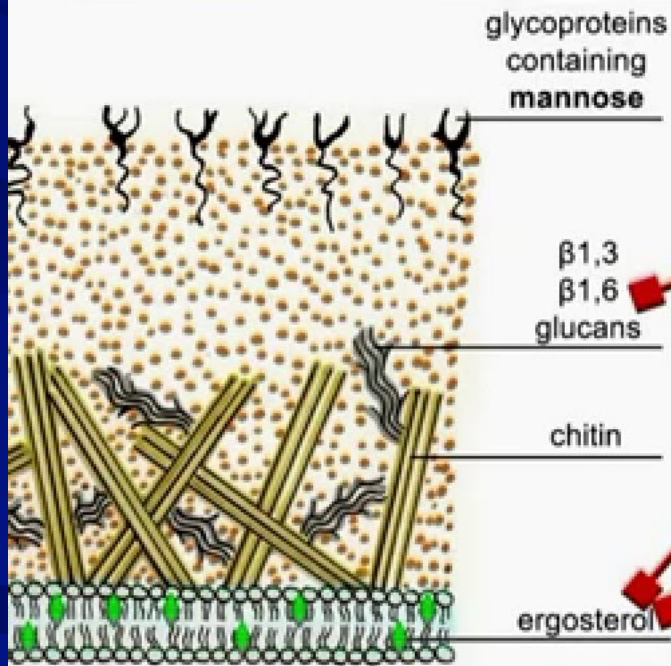
Membrana Celular - Fungos



Antifúngicos

Fungi and Antifungal Agents

powered by
Screencastify Lite



Antifungal Agents

Echinocandins (such as caspofungin, anidulafungin, micafungin) inhibit the enzyme that synthesizes β -glucans, called the "penicillin of antifungals"

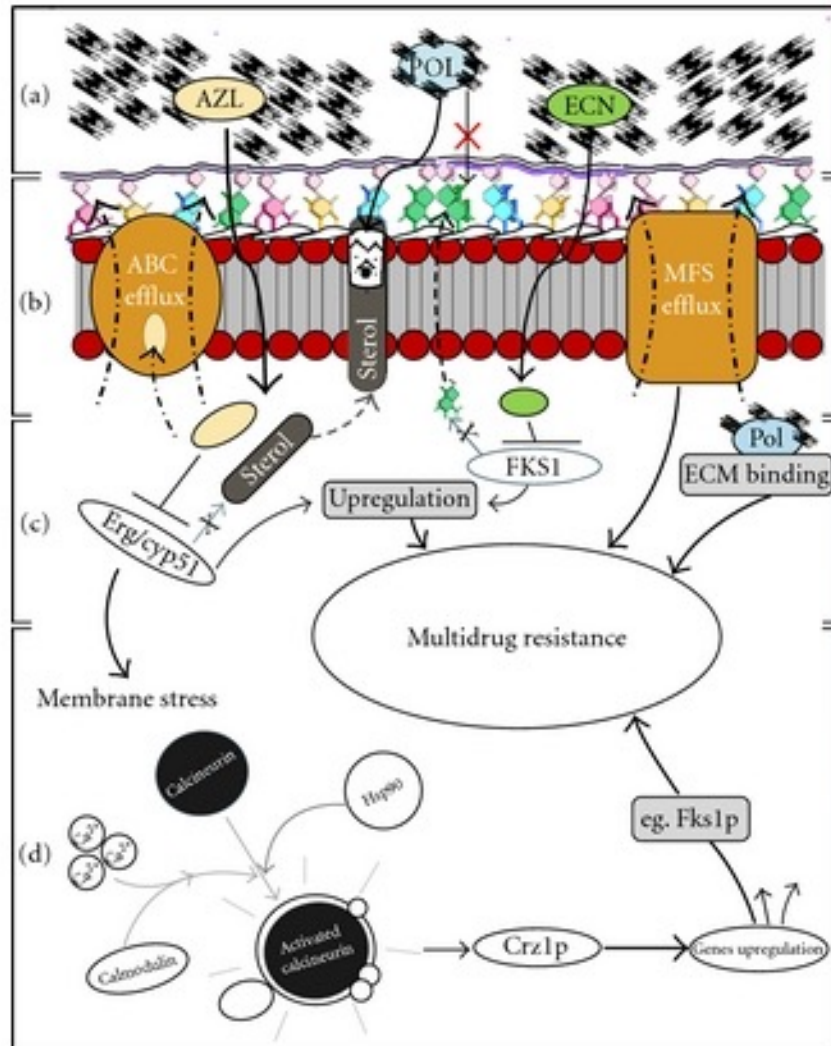
Polyenes (such as amphotericin B) bind ergosterol, weaken the membrane, cause pore formation, leakage of K^+ and Na^+ , fungal cell death; also confers mammalian toxicity.

Azoles (such as fluconazole, ketoconazole, itraconazole) inhibit the enzyme that synthesizes ergosterol

5-flucytosine (5-FC) is converted to 5-FU to inhibit DNA synthesis as a pyrimidine analog; side effect is myelosuppression

DNA synthesis

Resistência aos antifúngicos



Induced resistance gene		
Gene	Function	Resistance
Erg 1, 3, 11, and 25	Ergosterol	Cross-resistance
Krel Skn1	β -1,6 glucan	Polyene
Fks1	β -1,3 glucan	Cross-resistance
Zap1, Gcal1, 2, Adh5, Csh1	ECM regulators	Cross-resistance
CDR1-4	ABC transporters	Cross-resistance
Afu MDR4	ABC transporters	Azole
MDR1	MFS transporters	Azole
Mck1	MAPK	Cross-resistance
Hsp90	Heat shock protein 90	Cross-resistance

	Extracellular matrix		Azoles
	β -glucan		Polyenes
	Chitin		Echinocandins

TAXONOMIA, MORFOLOGIA e REPRODUÇÃO
FUNGOS DE INTERESSE MÉDICO

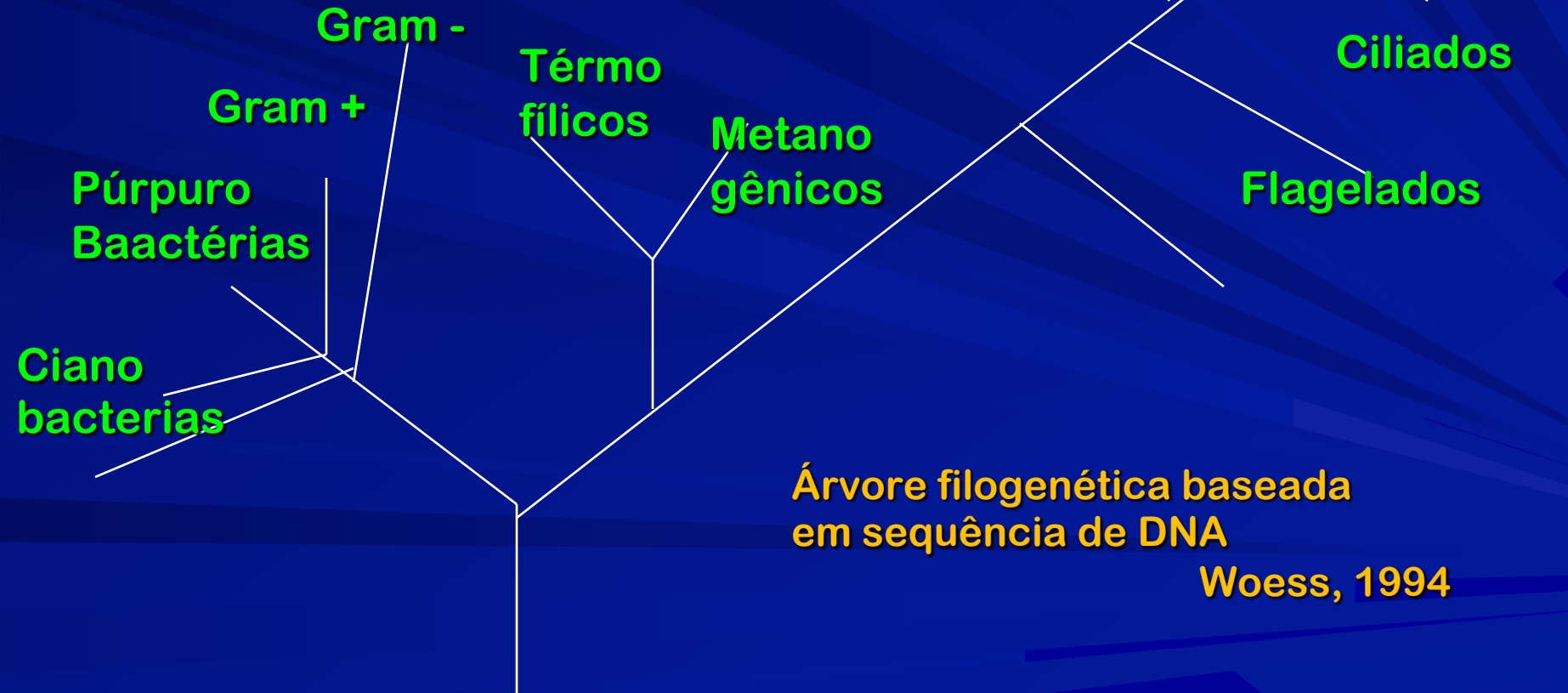
Sistemas de Classificação

Durante muito tempo, os fungos foram considerados como vegetais e, somente a partir de 1969, passaram a ser classificados em um reino à parte.

Bactérias Prócariontes

Archae Prócariontes

Eucariontes

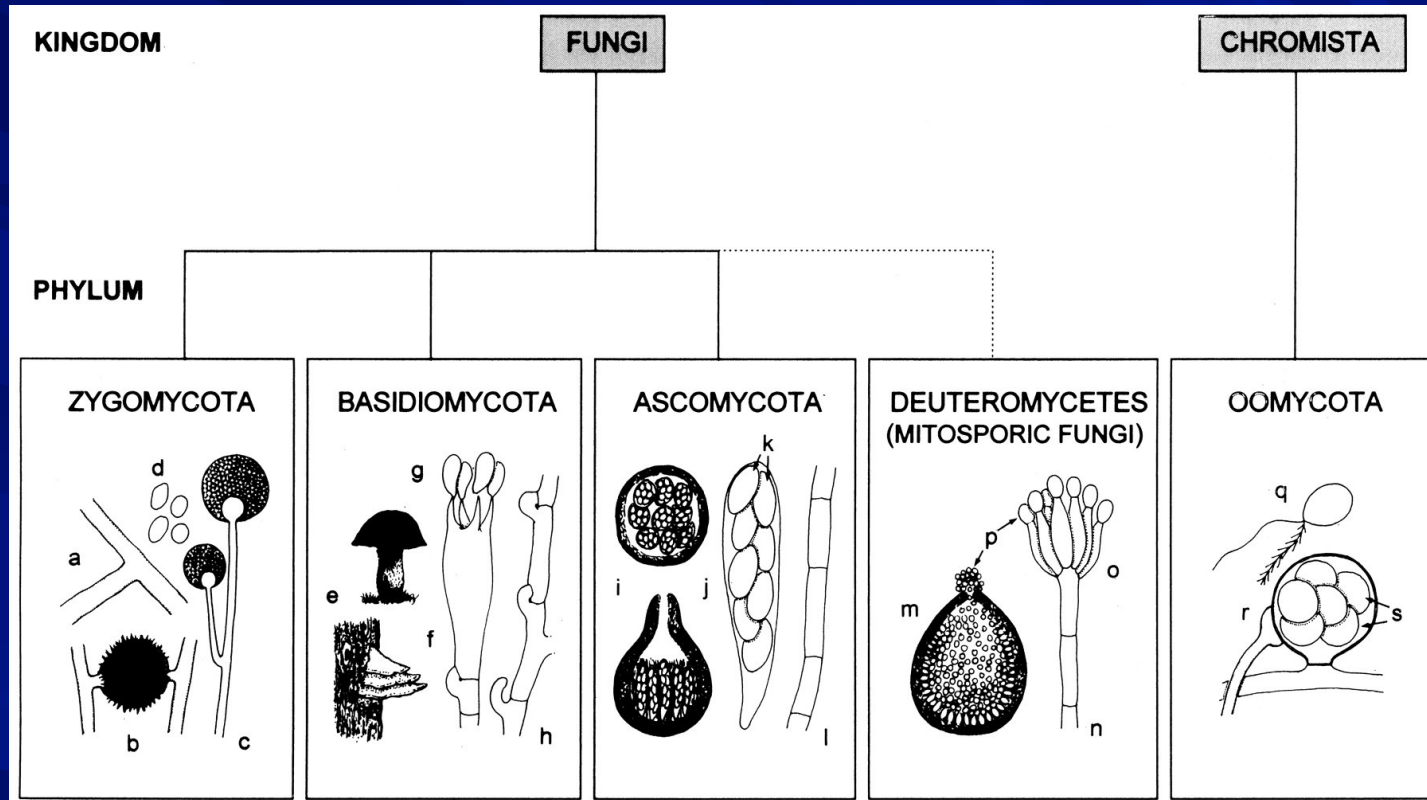


Taxonomia

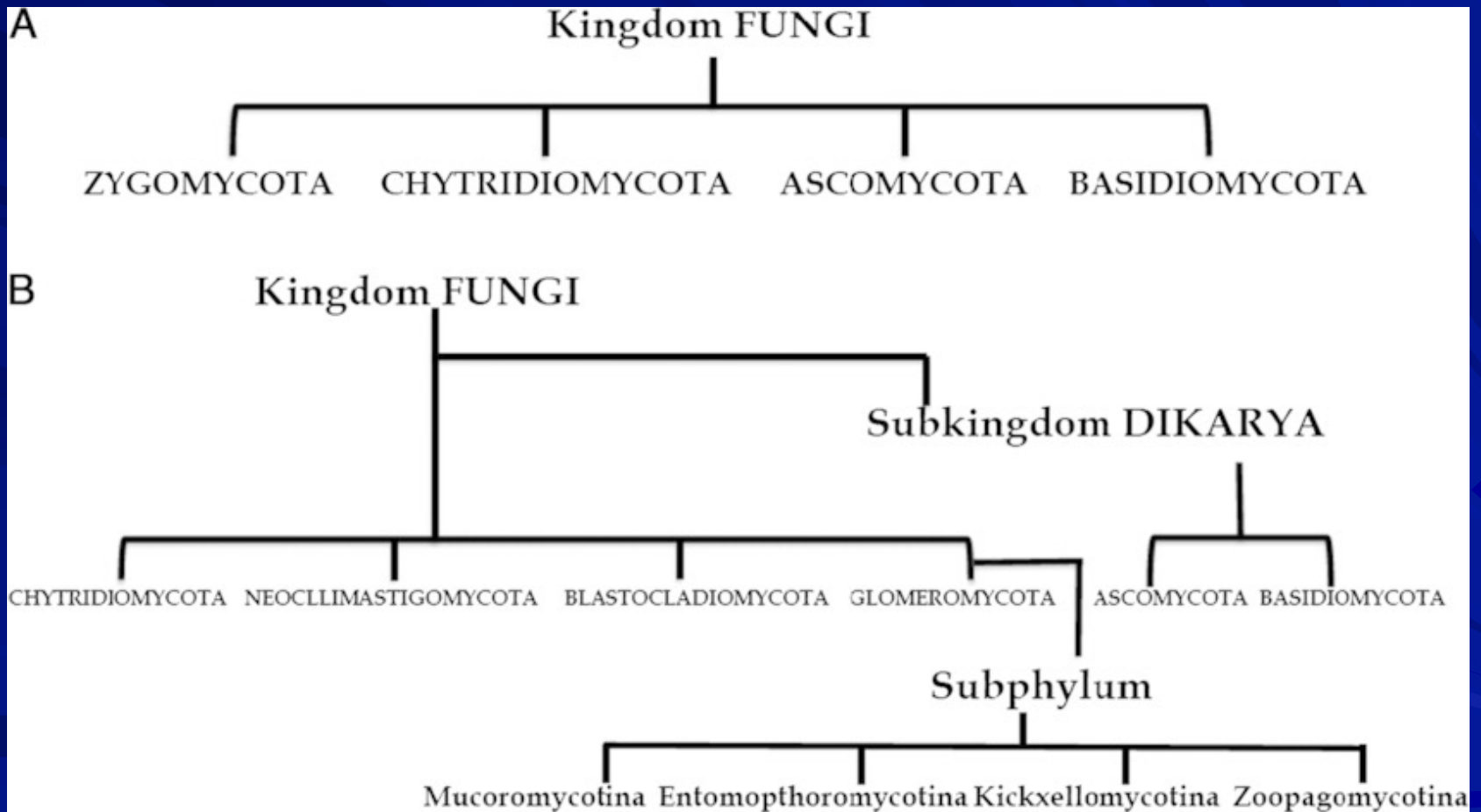
aprox. 100.000 espécies descritas
aprox. 5.100.000 espécies existentes

- Dificuldade na identificação/classificação: baseado em aspectos morfológicos.
- Dificuldade em definir espécie ou gênero.
- Reprodução sexuada (telomórfica) e assexuada (anafórmica) de um mesmo organismo são classificados com espécies distintas.
- Atualmente, utiliza técnicas moleculares.

Taxonomia



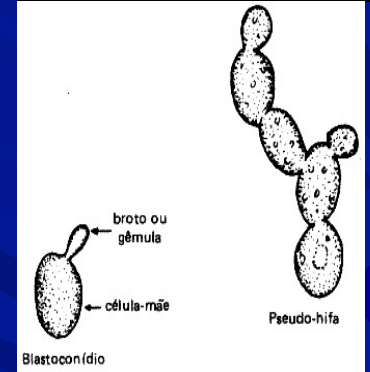
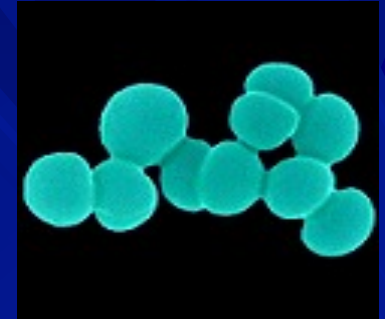
Taxonomia



FUNGOS-MICROSCOPIA

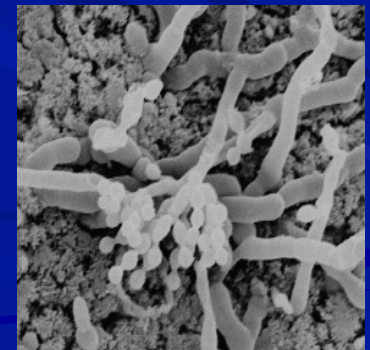
■ UNICELULARES

-LEVEDURAS/PSEUDOHIFAS



■ PLURICELULARES-FILAMENTOSO

-BOLORES



FUNGOS-MACROSCOPIA

■ BOLORES

- COLÔNIAS FILAMENTOSAS



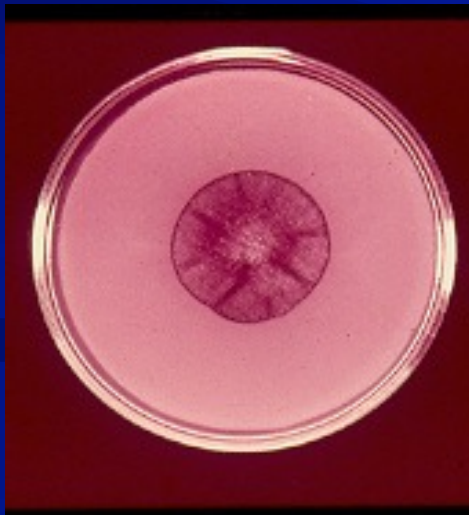
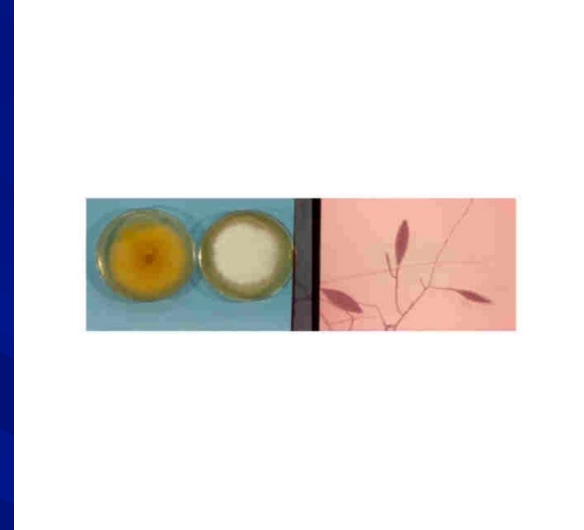
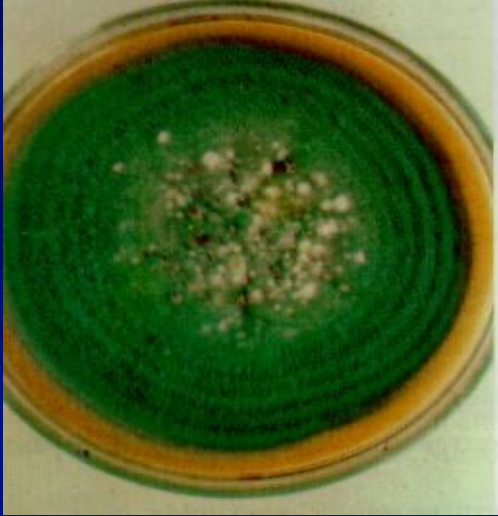
■ LEVEDURAS

- COLÔNIAS CREMOSAS

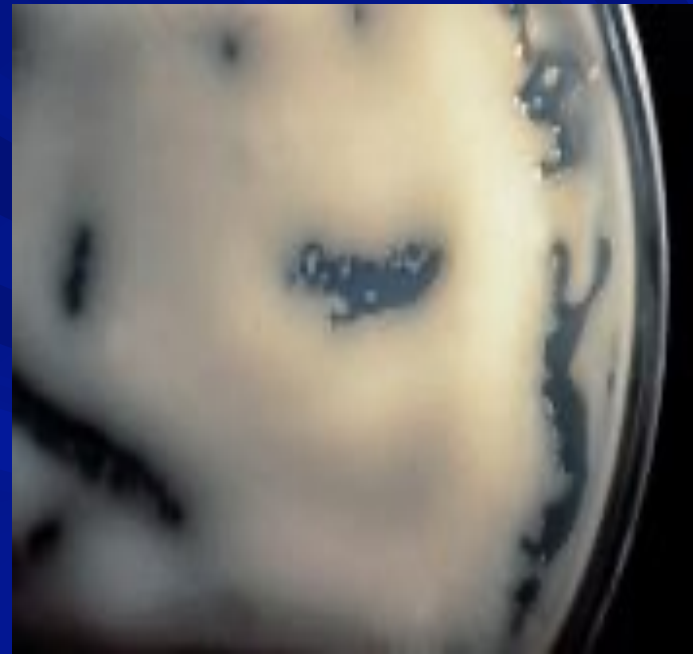


Figura 2. *Cryptococcus neoformans* in Staib agar without creatinine.

MORFOLOGIA MACROSCÓPICA-BOLORES

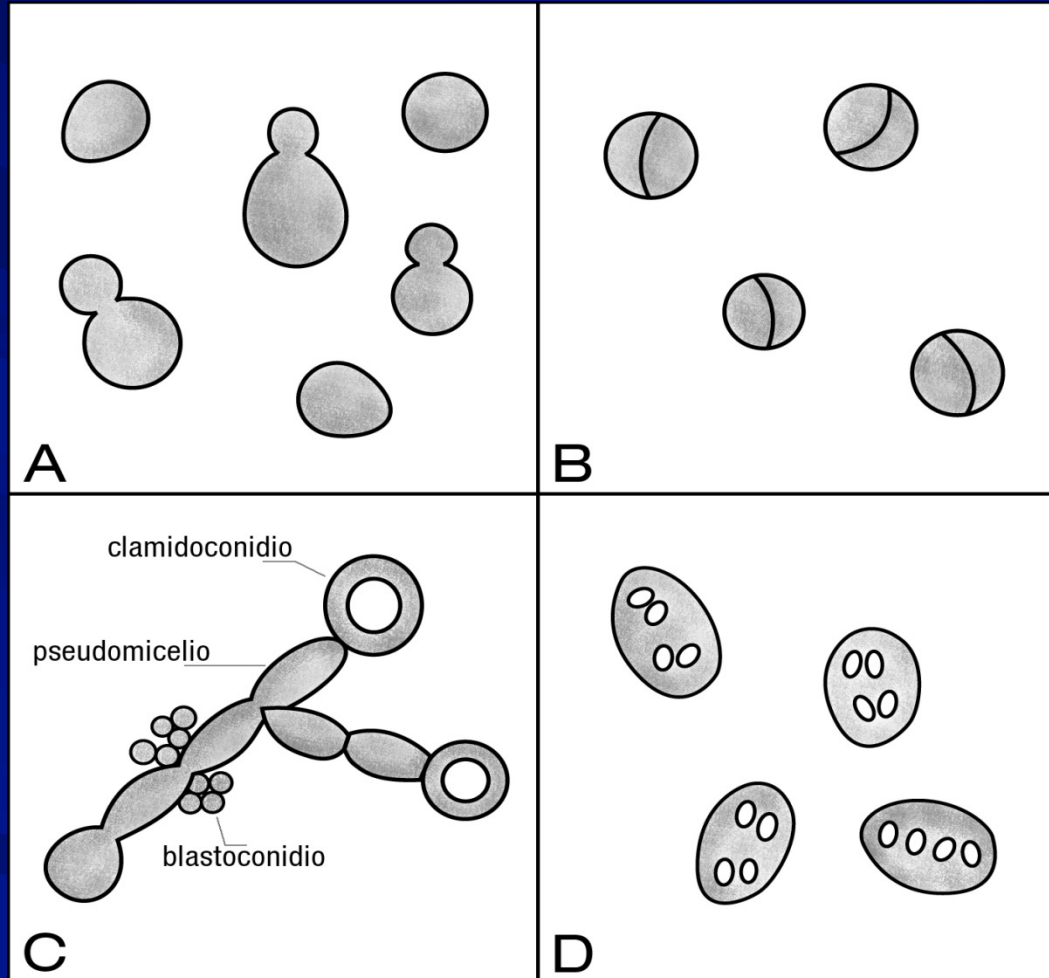


MORFOLOGIA MACROSCÓPICA-LEVEDURAS

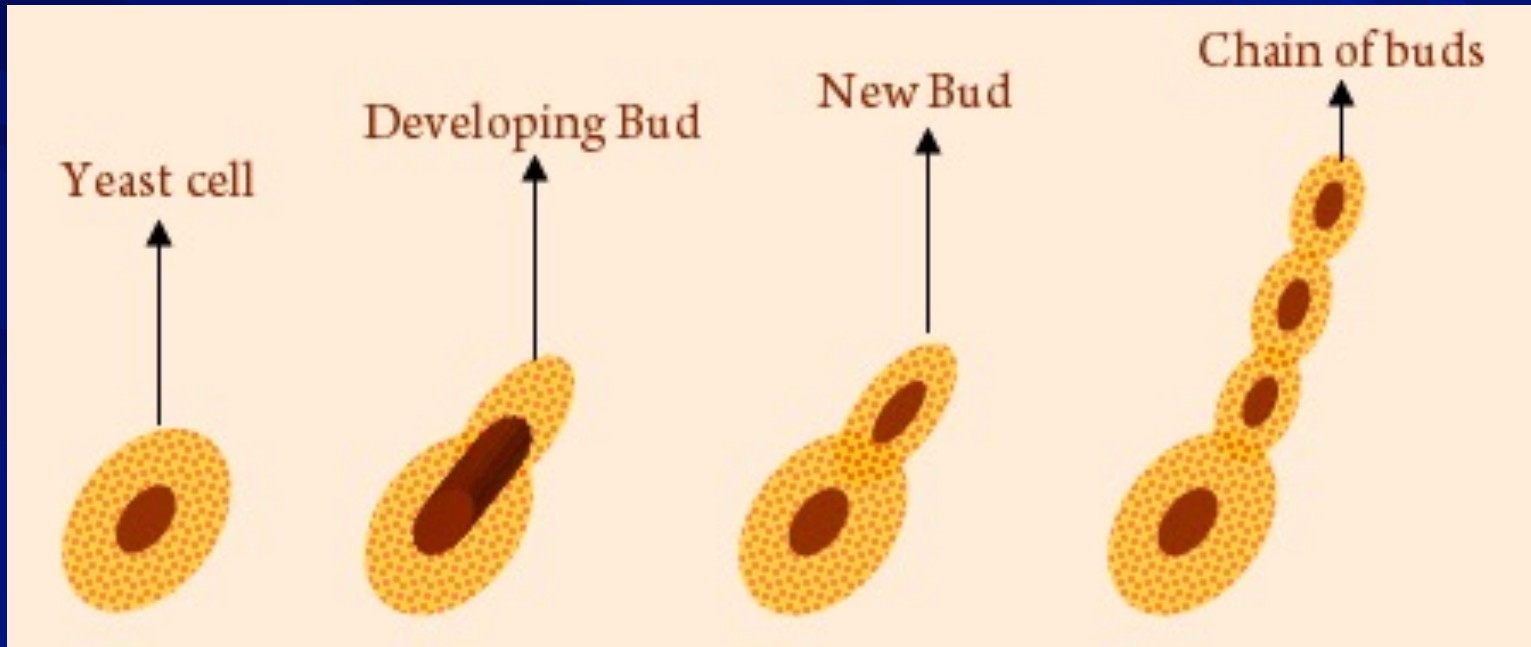


REPRODUÇÃO DAS LEVEDURAS

ASSEXUADA = BROTAMENTO - CISSIPARIDADE - PSEUDOMICELIO
SEXUADA



LEVEDURA-UNICELULAR-BROTAMENTO



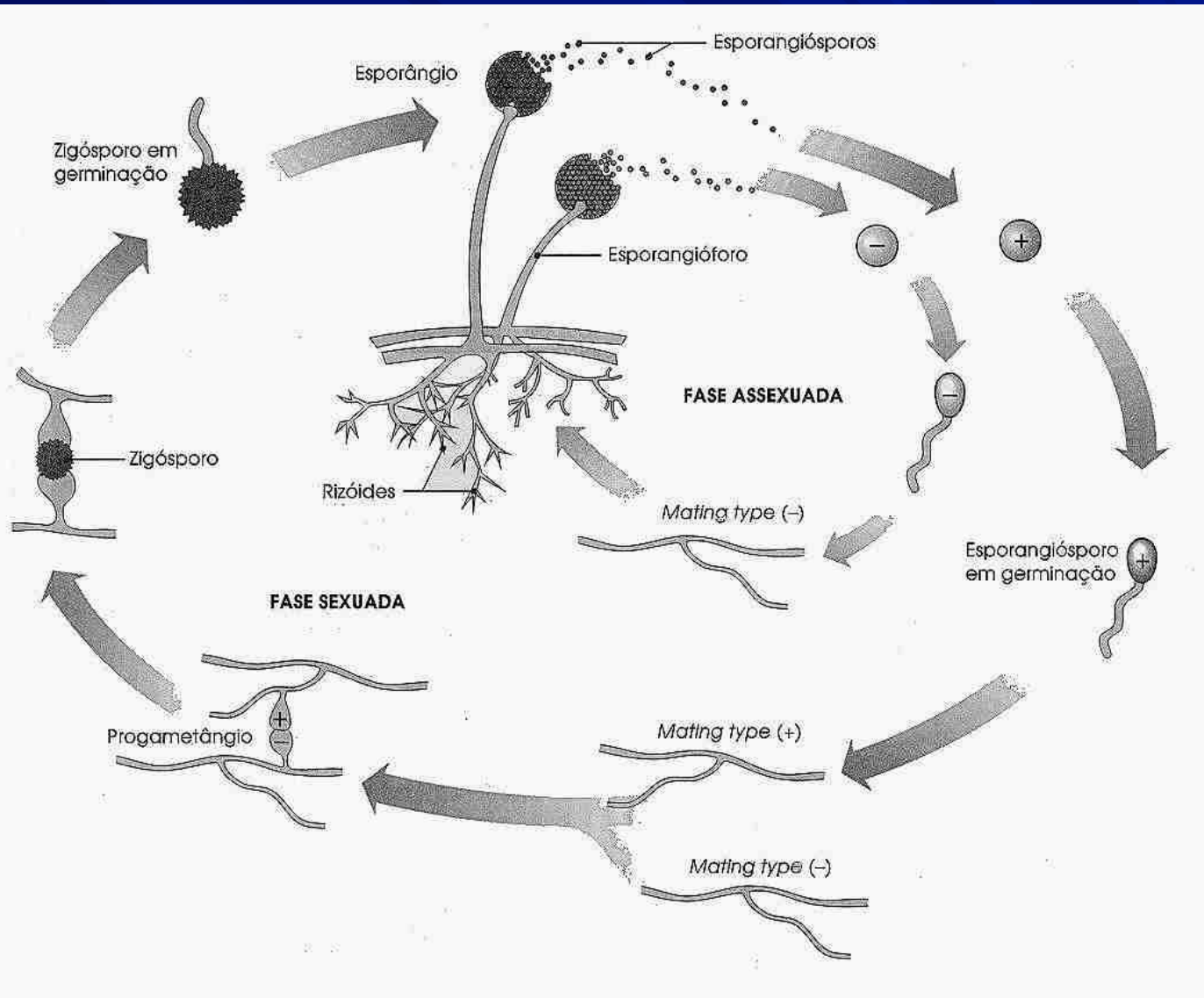
Pseudo-hifas – comum durante a invasão de fungos do gênero *Candida*

Reprodução Assexuada Blástica

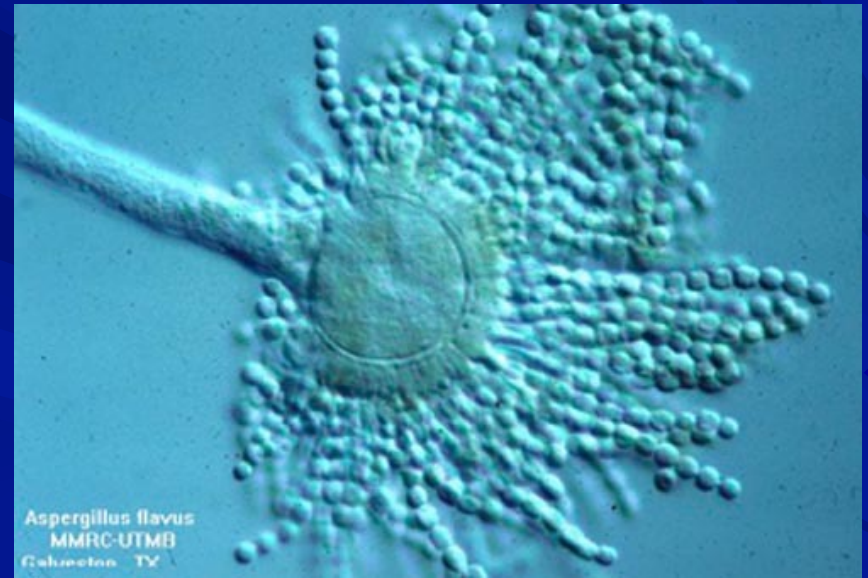
Por vezes, acontece a formação de gémulas que não separam umas das outras, dando origem a cadeias denominadas de **pseudohifas**.



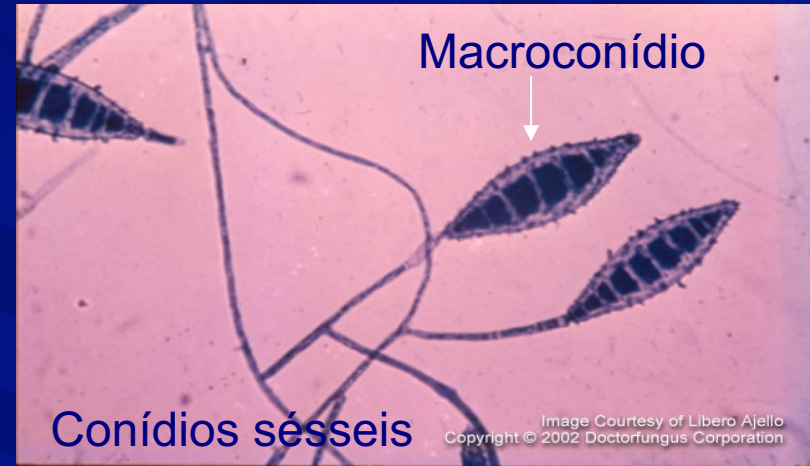
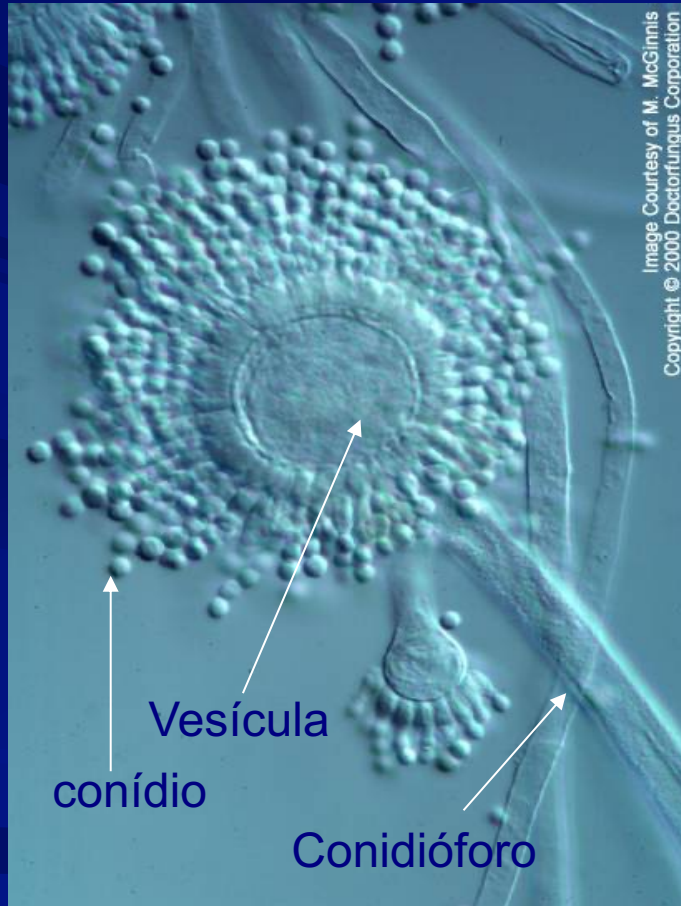
Reprodução dos Bolores



Reprodução Assexuada



Bolores – conídios externos



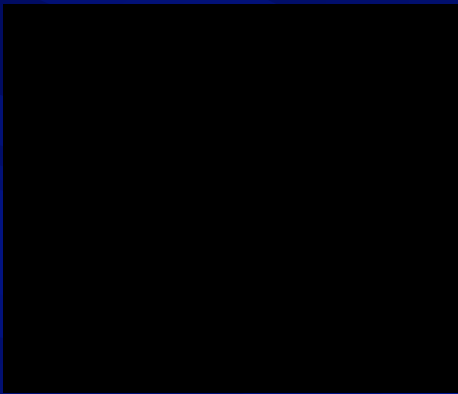
Bolores – conídios internos



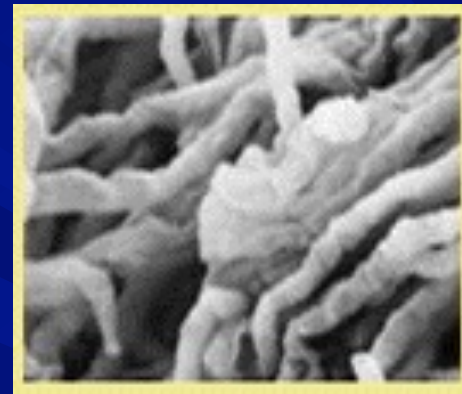
Rhizopus sp

Dimorfismo térmico

35-37°C



25-27°C



FORMA DE LEVEDURA

FORMA DE BOLOR

Paracoccidioides brasiliensis

REPRODUÇÃO SEXUADA

No ciclo reprodutivo de alguns **fungos aquáticos**, há a produção de **gametas flagelados**, que se fundem e geram **zigotos que produzirão novos indivíduos**.

De modo geral, a **reprodução sexuada** dos fungos se inicia com a fusão de hifas haplóides, caracterizando a **plasmogamia** (fusão de citoplasmas). Os núcleos haplóides geneticamente diferentes, provenientes de cada hifa parental, podem permanecer separados (fase heterocariótica ou parassexual, $n + n$) ou posteriormente, ocorre a fusão nuclear (cariogamia) gera núcleos diplóides que, dividindo-se por meiose, produzem esporos haplóides. Esporos formados por meiose são considerados sexuais (pela variedade decorrente do processo meiótico).

Antigo Filo Zygomycota (Glomeromycota)

- É composto por um grupo único de fungos. Foram divididos em quatro subfilos: *Mucoromycotina*, *Entomophthoromycotina*, *Kickxellomycotina* e *Zoopagomycotina*.
- Em geral são sapróbios, eventualmente infecciosos. Possuem micélio ramificado e cenocítico quando jovens. Reproduzem assexuada e sexuadamente.



Figura 24. Micélio e esporângios de *Absidia cylindrospora* Hagem (Foto: J.I. de Souza).

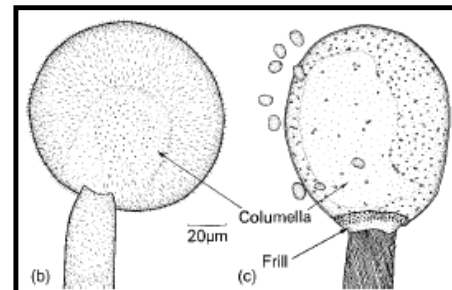
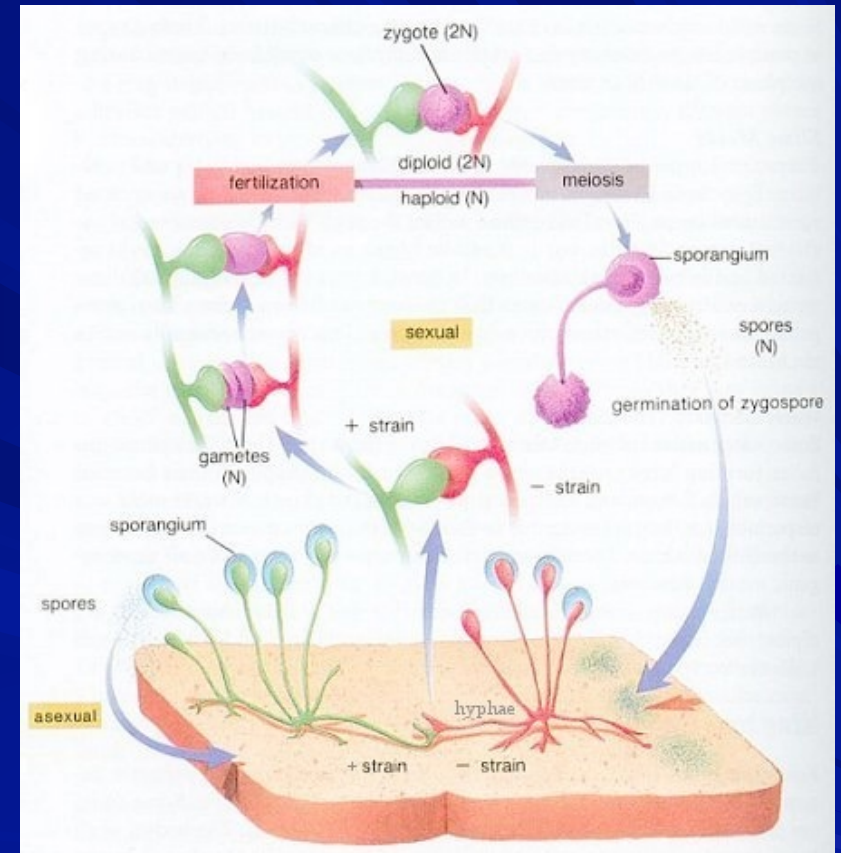
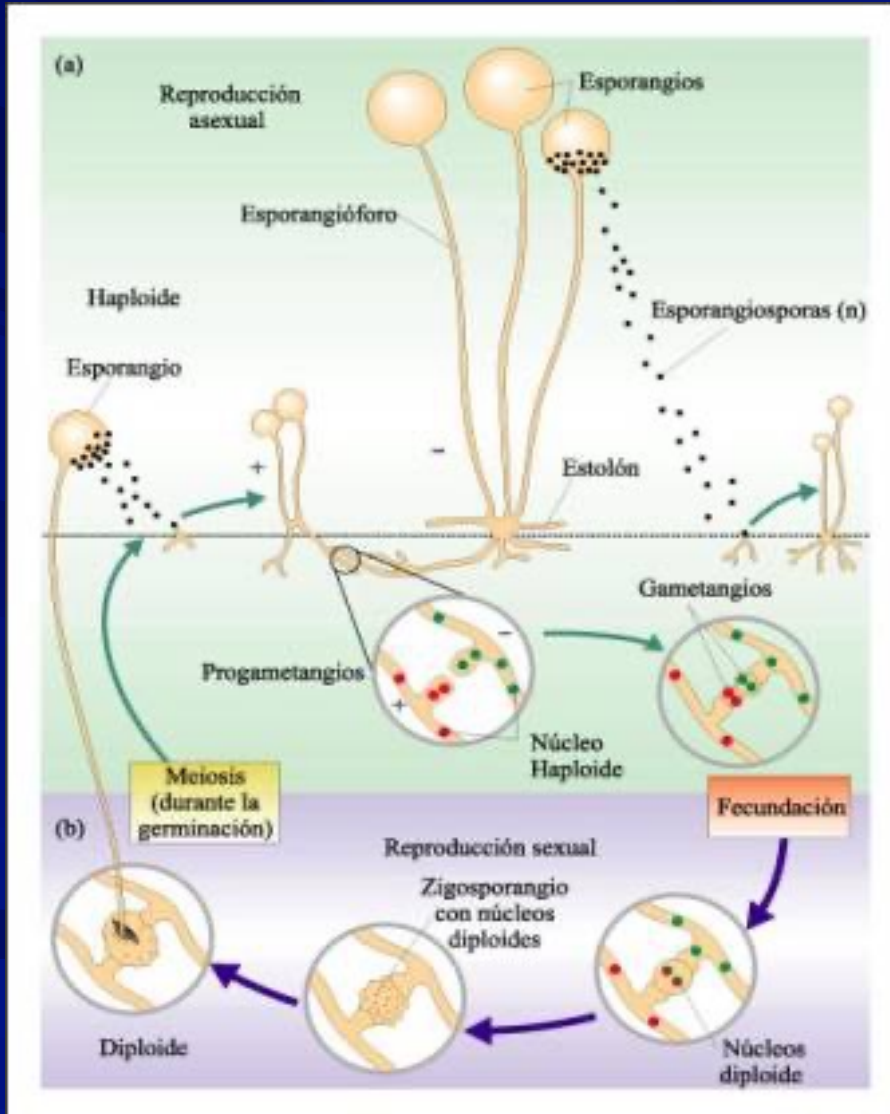


Figura 25. Esquema do esporângio (reprodução assexuada) jovem e maduro de *Mucor mucedo* L. (Fonte: Webster & Weber 2007).

Ciclo reproductivo





Pilobolus

Mucorales (Zigomiceto)

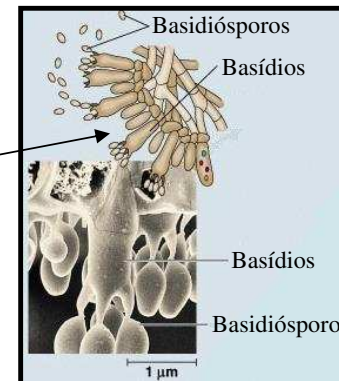
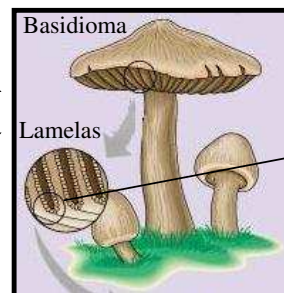
Cresce sobre fezes de gado. Possui esporângios explosivos que podem carregar inclusive pequenos nematodos que causam infecções pulmonares no próprio gado

Filo Basidiomycota

- É composto por fungos denominados cogumelos. Podem se reproduzir sexuada e assexuadamente, com formação de basidiomas, nos quais são produzidos os basidiósporos.



Figura 18. Basidioma de *Volvariella bombycina* Schaeff. ex Fr.) Singer (Foto: N. Menolli Jr.).

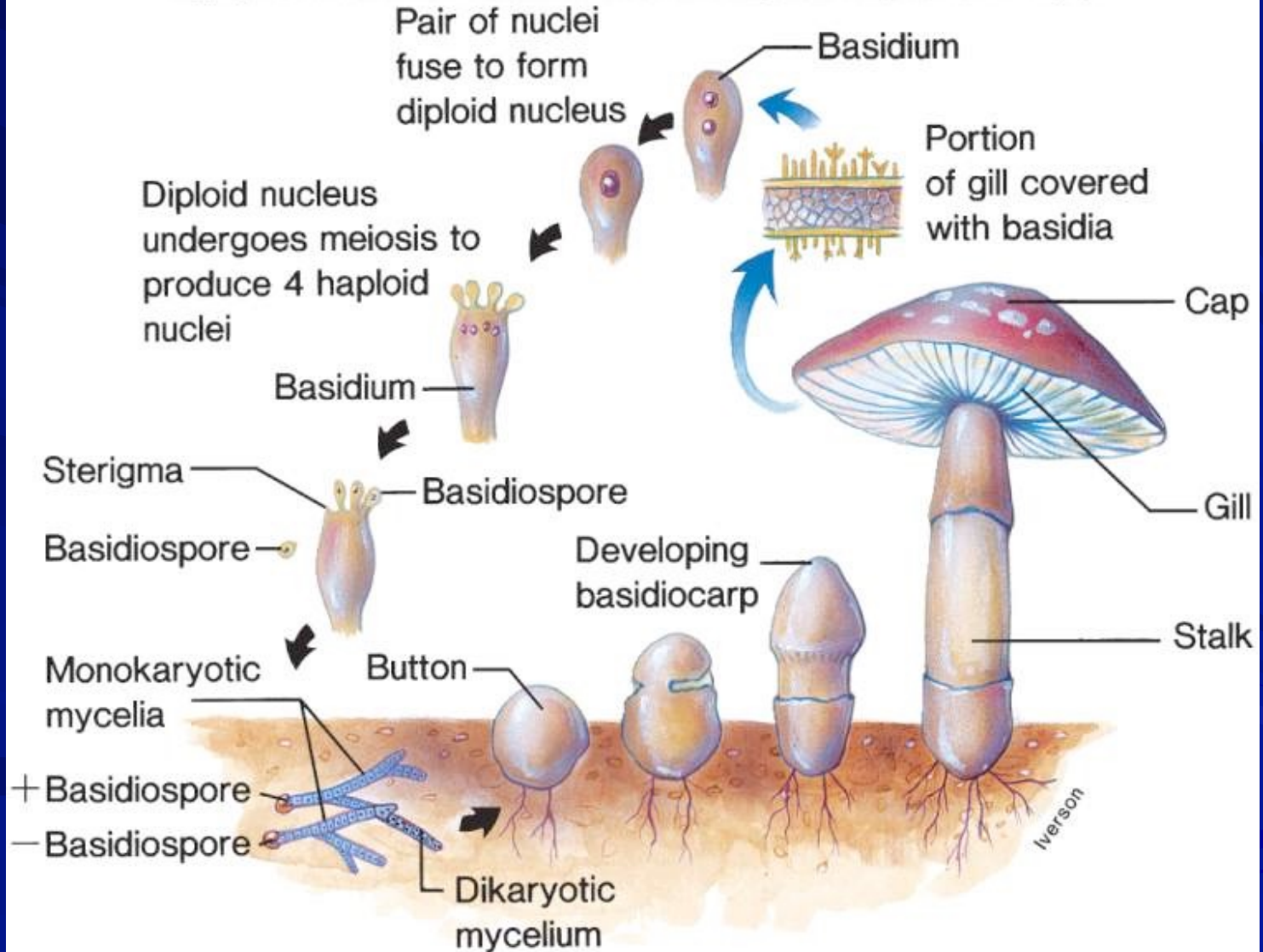


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Figura 19. Produção de esporos nos basidiomicetos (<http://www.biology.lsu.edu/heydrjay/1002/Chapter24/lifecycle/lifecycle.html>).

Ciclo reproductivo

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





Gênero *Amanita* – algumas espécies altamente venenosas para o homem.



Geastrum triplex
basidiomiceto, liberando
seus esporos.

Filo Ascomycota

- É formada por organismos desde microcópicos até macroscópicos, filamentosos ou leveduriformes. Podem se reproduzir sexuadamente ou assexuadamente.
- A reprodução sexuada é caracterizada pela formação de ascomas, nos quais são produzidos os ascos e dentro os ascósporos.



Figura 16. Gênero *Peziza* sp.
(<http://www.deanza.edu>).

Ascomas
macroscópicos

Ascos com
ascósporos

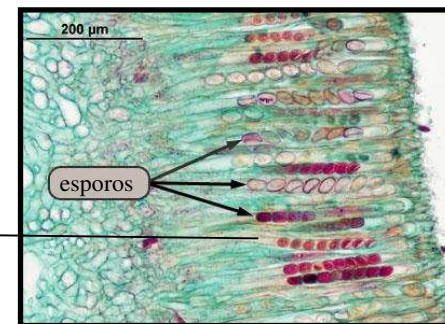
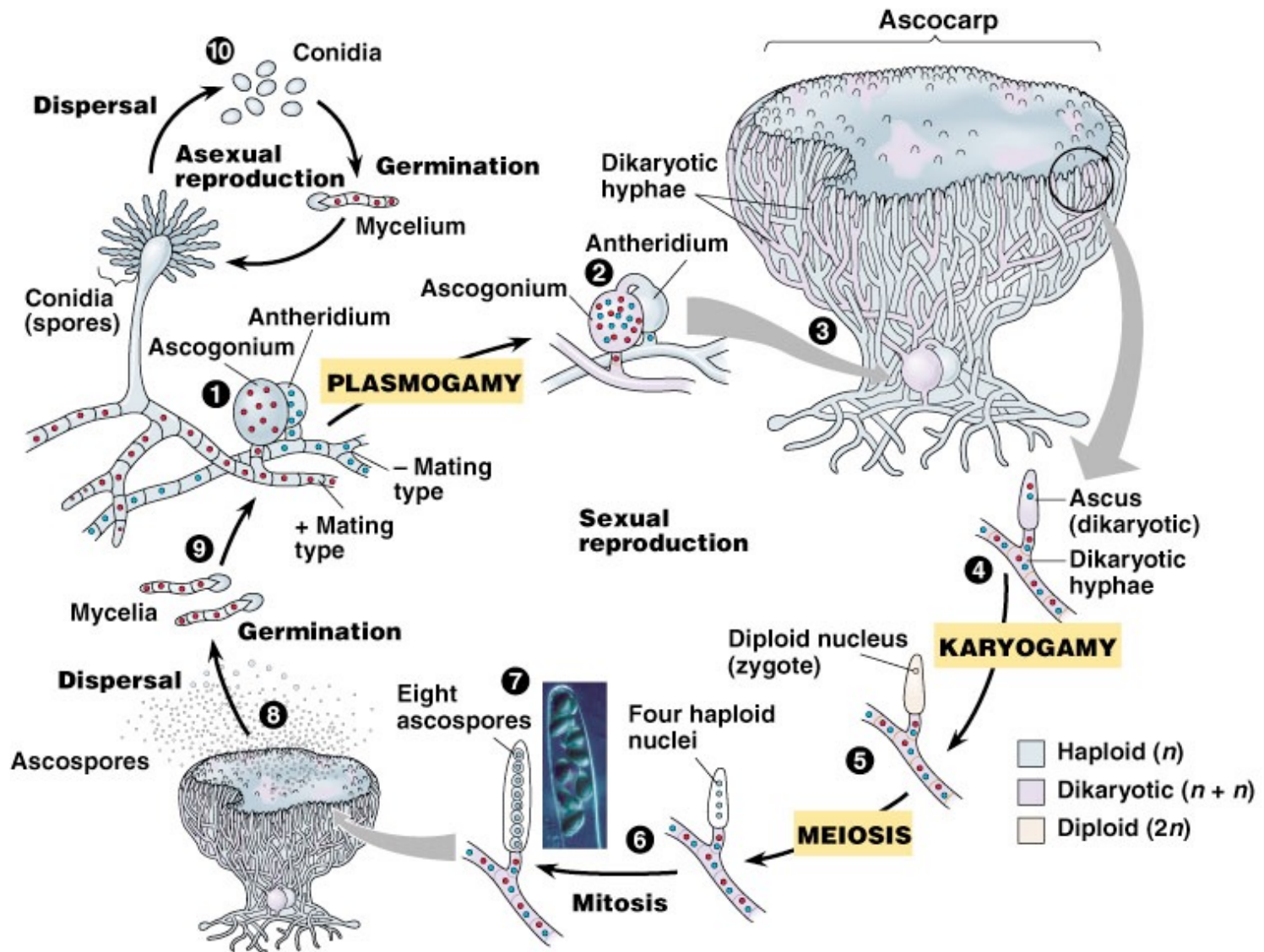


Figura 17. *Peziza* sp.
(<http://www.deanza.edu>).





Pezizaceae
Ascomiceto com apotécio em
forma de copo

Ecologia e Nutrição

VIAS DE DISPERSÃO

- Solo
- Água
- Vegetais
- Homem
- Animais

HABITAT

Ar atmosférico
Água
Homem
Animais
Insetos

- Solo
- Água
- Vegetais
- Homem
- Animais
- Substratos diversos

SUBSTRATO

FUNGOS

- propágulos:
forma, tamanho,
quantidade e
viabilidade

VIAS

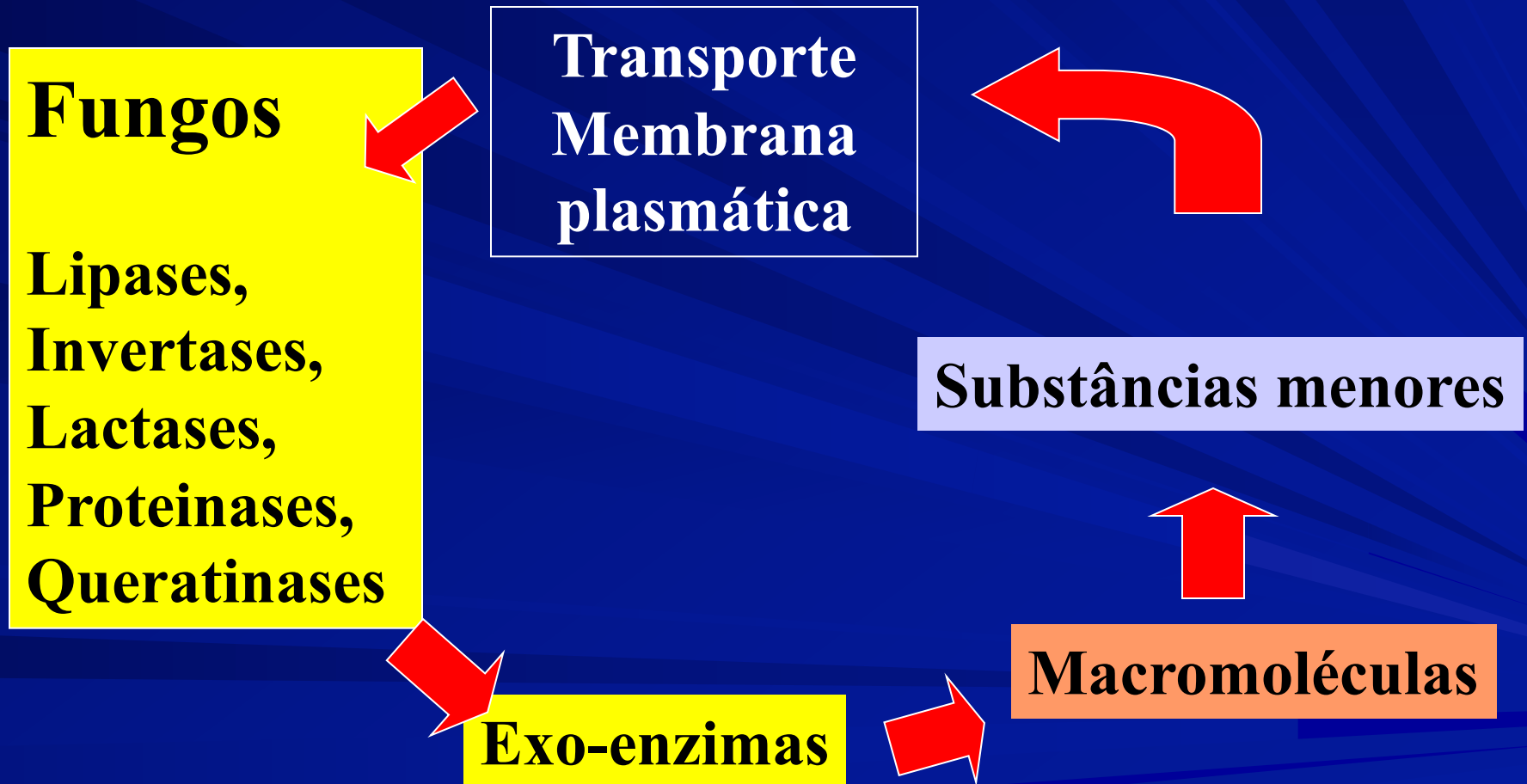
- velocidade de dispersão
- fatores climáticos
- distância percorrida
- barreiras geográficas

SUBSTRATO

- nutrientes
- fatores ambientais
- suscetibilidade do
hospedeiro

FATORES INTERFERENTES

NUTRIÇÃO POR ABSORÇÃO/OSMOTROFIA



NUTRIENTES

- [10⁻³ M]
 - FONTE DE CARBONO
 - ACÚCARES – D-GLICOSE
 - OUTROS : SACAROSE, MALTOSE
 - FONTE DE NITROGÊNIO
 - NITRATO, NH₄ E PEPTONAS
 - ENXOFRE
 - FÓSFORO
- [10⁻⁶ M]
 - ÍONS DE FERRO, ZINCO, MANGANÊS, COBRE, CÁLCIO, ETC
 - VITAMINAS – TIAMINA, BIOTINA, RIBOFLAVINA, AC. PANTOTÊNICO, ETC

FATORES AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM O CRESCIMENTO DOS FUNGOS

■ Temperatura

– Psicrófilos / Mesófilos / Termófilos

■ Fungos de importância médica

– Mesófilos-20 a 30°C

■ Fungos dimórficos

– 22 a 28°C = filamentosos

33 a 37°C = leveduriformes

UMIDADE RELATIVA DO AR E AA

- **UR = 100% - AA = 1,00**
- **UR = 65% - AA = 0,65 – OS FUNGOS NÃO CONSEGUEM CRESCER NESTE VALOR DE AA**
- **EX: *Cladosporium***

pH



pH ótimo ~6,5

LEVEDURAS
pH 2,5 e 8,5

FUNGOS FILAMENTOSOS
pH 1,5 e 11

MICOSES

- SUPERFICIAIS

- CUTÂNEAS

- SUBCUTÂNEAS

- SISTÊMICAS





CROMOBLASTOMICOSE



PARACOCCIDIOIDOMICOSE



CANDIDÍASE ORAL



ALERGIAS

■ VIAS RESPIRATÓRIAS

– ASMA

– RINITE

– CONJUNTIVITE

■ SÍNDROME DO EDIFÍCIO DOENTE

MICOTOXINAS

**AFLATOXINAS
METABÓLITOS
BIOSSINTETIZADOS**



***ASPERGILLUS
FLAVUS
ASPERGILLUS
PARASÍTICUS***

FUSARIOTOXINAS



**ESPÉCIES DO
GÊNERO
*FUSARIUM***

OCRATOXINAS



***ASPERGILLUS
OCRACEUS
ESPÉCIES DO
GÊNERO
*PENICILLIUM****

SUBSTRATOS VEICULADORES

- **PRODUTOS AGRÍCOLAS**
 - **CEREAIS, SEMENTES, OLEAGINOSAS, FRUTAS E VEGETAIS**
- **RAÇÕES ANIMAIS INDUSTRIALIZADAS**
- **PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**
 - **LEITE, QUEIJO, CARNES, EMBUTIDOS**
- **QUEIJOS CURADOS POR FUNGOS**
- **ALIMENTOS ORIENTAIS FERMENTADOS**
- **PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO**
 - **CERVEJAS, ADITIVOS ALIMENTARES E VITAMINAS**



Interesse agrícola

Líquens

- Os **líquens** são associações simbióticas de mutualismo entre fungos e algas. Os fungos que formam líquens são, em sua grande maioria, ascomicetos (98%), sendo o restante, basidiomicetos. As algas envolvidas nesta associação são as clorofíceas e cianobactérias. Os fungos desta associação recebem o nome de **micobionte** e a alga, **fotobionte**, pois é o organismo fotossintetizante da associação.

