

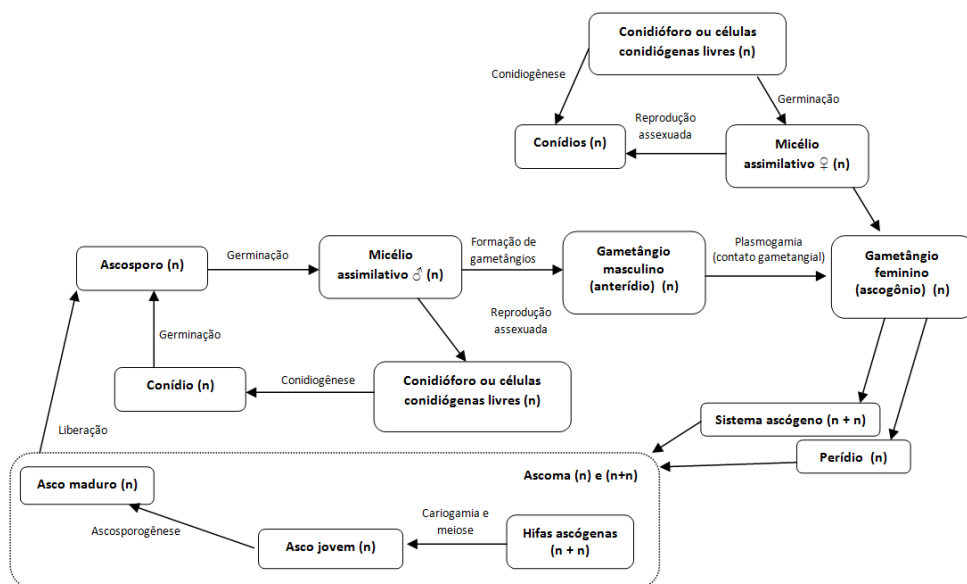
Prova de Conhecimento de Micologia - Mestrado - Seleção 2019

1. Defina o que é um fungo, apresentando as características que diferenciam esses organismos dos demais seres vivos (1 ponto).

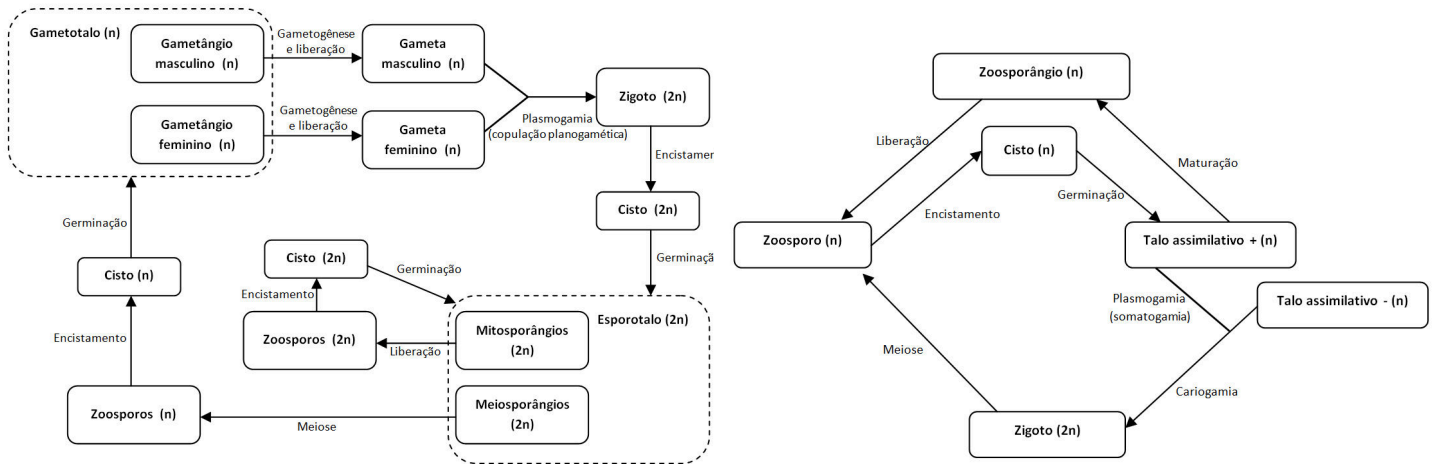
Fungos são organismos com organização celular eucariótica (possuem células com núcleo delimitado, organelas membranosas e mitocôndrias), heterotrofos (não sintetizam seu próprio alimento, precisando de matéria orgânica proveniente de produtores, e da energia contida em moléculas por eles fixadas) e sapróbios (sua digestão ocorre fora de seu corpo, utilizando enzimas secretadas pelo ápice das hifas, com ulterior absorção de nutrientes), cujo corpo é formado por um sistema somático filamentososo, composto por hifas que em conjunto denomina-se 'micélio', e por um sistema reprodutivo, com grande variabilidade morfológica, que normalmente produz numerosos esporos. Há também fungos unicelulares, conhecidos como leveduras, e o brotamento sequencial sem completa separação das células-filhas podem formar um pseudomicélio. Os fungos diferem dos procaríotos em sua organização celular, e têm com esses semelhança em seu modo nutricional sapróbio. Diferem das plantas por serem heterotrofos e por possuírem glicogênio como polissacarídeo de reserva. Diferem dos animais pelo modo nutricional absorptivo e por terem células com parede celular quitinosa.

2. Esquematize o ciclo de vida representativo de um grupo de fungos, indicando o grupo de fungos escolhido, nomes dos eventos, das estruturas e sua ploidia (1 ponto).

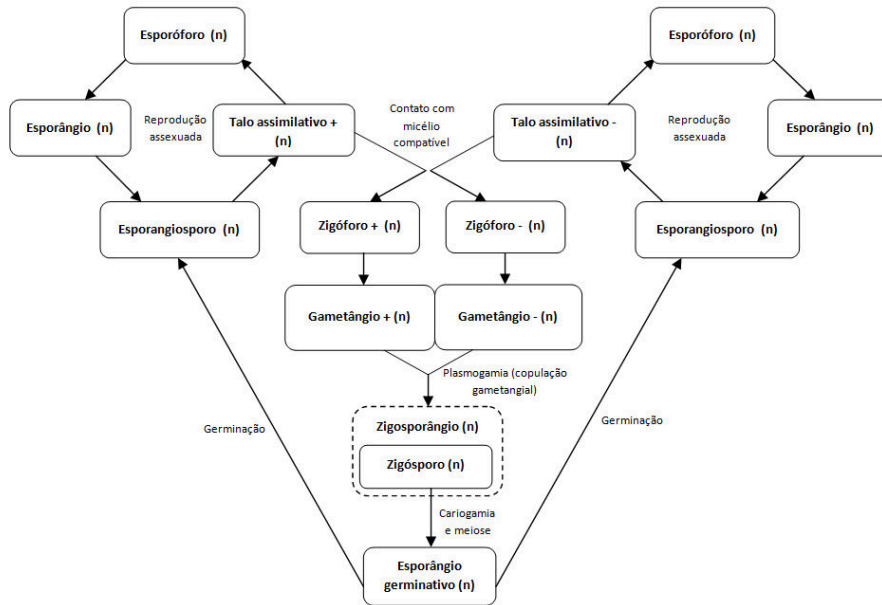
Ciclo de vida representativo de um ascomiceto (Filo Dykariomycota; Subfilo Ascomycotina)



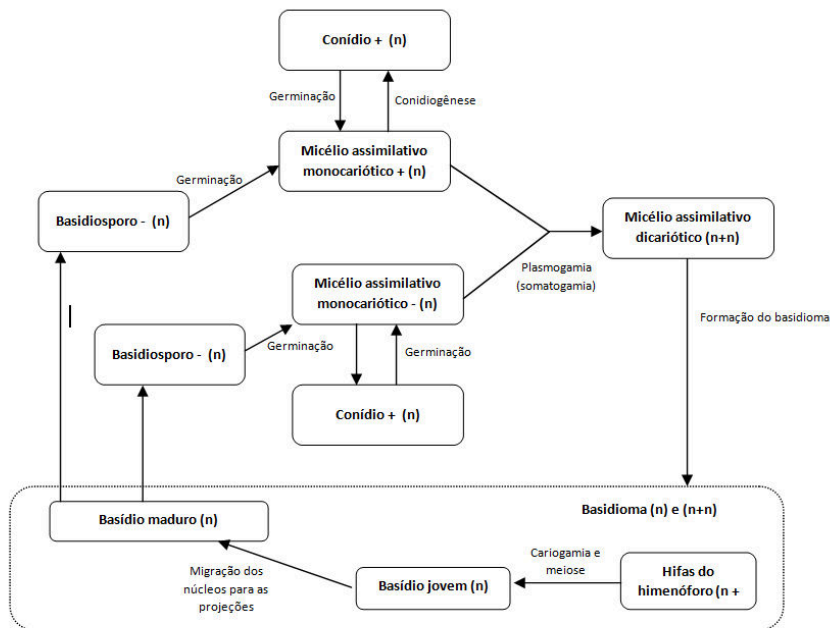
Ciclo de vida representativo de um quitridiomiceto (Filo Chytridiomycota)



Ciclo de vida representativo de um zigomiceto (Filo Zygomycota)



Ciclo de vida representativo de um basidiomiceto (Filo Ascomycota)



3. Defina (1 ponto):

1. **Zoosporo:** esporo flagelado, de origem sexuada ou assexuada, formado por representantes de Chytridiomycota.
2. **Hifa cenocítica:** hifa sem septação regular, encontrada em representantes miceliais de Chytridiomycota e Zygomycota.
3. **Pseudomicélio:** cadeias de células de leveduras (Classe Saccharomycetes) que não se separam após brotamento.
4. **Conídio:** esporo de origem assexuada de germinação direta formado por fragmentação ou brotamento de uma hifa.
5. **Arbúsculo:** ramos haustoriais formados por fungos endomicorrízicos (fungos micorrízicos arbusculares — Zygomycota) que invaginam a membrana plasmática da célula da raiz da planta, maximizando a superfície de contato planta-fungo. São assim denominados por se assemelharem a pequenas árvores.
6. **Heterotático:** espécies que requerem dois indivíduos de tipos reprodutivos compatíveis para a reprodução sexuada.
7. **Cleistotécio:** ascoma globoso, com ascos de liberação passiva (prototunicados), completamente fechado durante todo seu desenvolvimento.
8. **Haustório:** ramificação especializada de uma hifa formada por fungos filamentosos parasitas, que invagina a membrana celular das células de hospedeiros vivos, maximizando a superfície de contato para absorção de nutrientes.
9. **Pletênquima:** Pseudotecido formado pela fusão de hifas de fungos superiores (Dykariomycota), podendo ocorrer perda total da individualidade (pseudoparênquima) ou retenção de parte da atividade biológica (prosênquima).
10. **Basidiosporo:** Esporo sexuada dos basidiomicetos, de liberação ativa ou passiva, formado em basídios em representantes do Subfilo Basidiomycotina (Filo Dykariomycota).

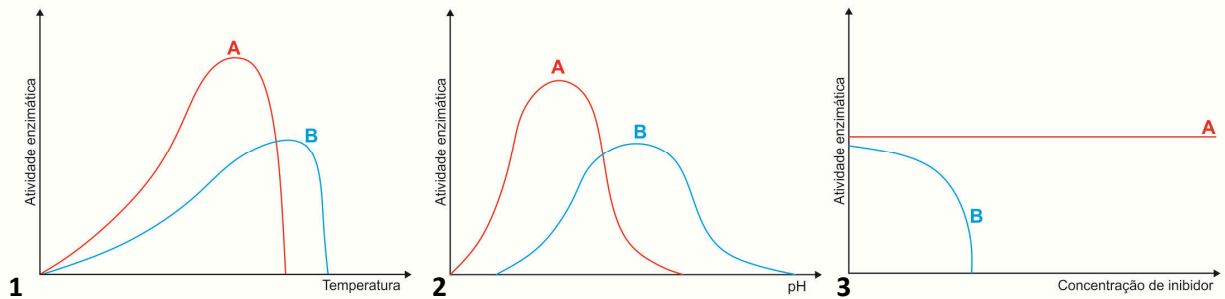
4. Nem todo fungo que é encontrado frutificando sobre um substrato têm função ecológica similar. Frequentemente, comunidades fúngicas em um mesmo substrato, como por exemplo os fungos que crescem sobre madeira, podem apresentar-se em grupos com padrões ecológicos similares, denominados grupos funcionais. Associe a coluna da esquerda, que contém nomes de alguns dos principais grupos funcionais de fungos da madeira, com a coluna da direita, que apresenta as características principais de cada um desses grupos (1 ponto).

Grupo funcional	Características
1. Fungos lignocelulolíticos	(4) Simbiontes mutualistas obrigatórios. Formam talos sobre córtex. Não utilizam recursos contidos da madeira como alimento.
2. Fungos celulolíticos	(3) Pouco ou não adaptados ao hábito lignocelulolítico. Têm estratégias generalistas, normalmente ocorrendo em situações de alto estresse e/ou alta perturbação.
3. Fungos sapróbios generalistas	(5) Fungos que parasitam outros fungos. Como seus hospedeiros são normalmente lignocelulolíticos, esses fungos utilizam indiretamente os recursos da madeira.
4. Líquens corticícolas	(2) Degradam somente celulose e hemicelulose, deixando-a com fragmentos cúbicos de cor marrom. Representados normalmente por ascomicetos e alguns basidiomicetos.
5. Micoparasitas	(1) Degradam lignina, celulose e hemicelulose, deixando-a com coloração branca. Representados por basidiomicetos e raramente por ascomicetos.

5. Apresente as principais características dos três filos de fungos segundo a classificação de Kendrick (2000), evidenciando suas principais características diagnósticas.

Representantes de Chytridiomycota são predominantemente aquáticos, formando talos unicelulares (holocárpicos ou eucárpicos) ou filamentosos cenocíticos (sem septação regular), sendo o único grupo de fungos a formar esporos flagelados: os zoosporos, com um flagelo liso e posterior, formados por clivagem citoplasmática no interior de zoosporângios. Em alguns grupos pode ocorrer reprodução oogâmica ou alternância de gerações heteromórfica. Zygomycota contém formas predominantemente terrestres, com micélio formado por hifas cenocíticas (sem septação regular), formando esporangiosporos em esporângios na reprodução assexuada e zigosporângios contendo um zigósporo multinucleado na reprodução sexuada. A plasmogamia ocorre por copulação gametangial. Dikaryomycota são predominantemente terrestres, com hifas apocíticas (regularmente septadas), formando conídios para reprodução assexuada e corpos de frutificação pletenquimatosos na reprodução sexuada, onde a plasmogamia pode ocorrer por contato gametangial, espermatização ou somatogamia. No Subfilo Ascomycotina, ocorre a formação de ascos e ascosporos no interior de ascomas. No Subfilo Basidiomycota, ocorre a formação de basidiosporos em basídios em basidiomas.

6. Considerando os gráficos de atividade de uma determinada enzima do metabolismo primário de dois fungos (fungo A e fungo B) no mesmo intervalo de tempo, quando comparados em diferentes parâmetros de sua produção, responda as perguntas abaixo, justificando sua resposta:



a. Por que, para a temperatura, a atividade enzimática cai repentinamente com o seu aumento?

Como a digestão fúngica ocorre fora do corpo, a temperatura de atividade da enzima é a temperatura do meio. Em temperaturas mais baixas, a enzima perde gradativamente sua atividade. Já o aumento da temperatura tende à desnaturar a enzima em um certo ponto, maior para o fungo B e menor para o fungo A, encerrando abruptamente a atividade.

b. É possível excluir a atividade enzimática de um desses fungos aumentando a temperatura?

Sim. O fungo B tolera temperaturas maiores. Logo, em uma estreita faixa, a enzima do fungo B retém sua atividade, enquanto a do fungo A não está mais ativa.

c. Qual dos dois fungos seria mais bem sucedido em ambiente ácido?

O fungo A, pois ele ainda retém atividade enzimática em pH mais baixo, e o seu ótimo (pico) de atividade também ocorre em ambiente mais ácido do que o fungo B.

d. Como os fungos se comportam em relação à aplicação de um inibidor?

Como a atividade do fungo B cessa, conclui-se que o inibidor impede o seu crescimento após uma certa concentração. O fungo A é indiferente ao uso deste inibidor.

e. Em um substrato ácido, como por exemplo na casca de frutos cítricos, qual destes dois fungos seria provavelmente melhor sucedido se os frutos estivessem preservados em geladeira?

O fungo A, pois ele tolera pH ácido e tem atividade maior em temperaturas progressivamente mais baixas.

7. Apresente e descreva resumidamente três exemplos de interações interespecíficas envolvendo fungos, mencionando os grupos envolvidos, o tipo e as vantagens/desvantagens destas interações.

(1) Líquens: associações simbióticas mutualísticas entre um fungo (micobionte) e algas de uma ou mais espécies (fotobionte), que desenvolveram estrutura e funcionamento peculiares em relação aos demais fungos de vida livre. O corpo do fungo diferencia-se para formar um talo, no qual as algas, unicelulares, protegidas contra perda de água, herbivoria e radiação ultravioleta, provém o fungo com produtos da fotossíntese.

(2) Micorrizas: designação genérica de fungos com algum grau de associação com raízes de vegetais. Normalmente, o termo é usado para designar fungos micorrízicos arbusculares, simbiontes mutualistas obrigatórios. As hifas auxiliam a absorção de água e sais minerais do solo (principalmente fósforo e nitrogênio) já que aumentam a superfície de absorção ou rizosfera. Deste modo as plantas podem absorver mais água e adaptar-se a climas mais secos. Os fungos recebem das plantas carboidratos e aminoácidos essenciais ao seu desenvolvimento, estabelecendo benefício mútuo.

(3) Fungos do rúmem: membros de Neocallimasticales (Chytridiomycota) são encontrados exclusivamente no rúmem de alguns herbívoros. Como animais não têm aparato enzimático para digerir celulose, estes micro-organismos desempenham esta atividade nos ruminantes. O que antes acreditava-se ser papel de bactérias e protistas, a partir de 1975 foi atribuído também aos fungos anaeróbios, os “fungos do rúmen”.

8. De acordo com o seus conhecimentos sobre a importância biotecnológica dos fungos, disserte sobre duas grandes descobertas da ciência envolvendo fungos que causaram impacto na sociedade no Século XX (1 ponto).

Dentre as várias descobertas envolvendo fungos no Século XX, pode-se considerar a penicilina seria uma das mais importantes. A penicilina é um antibiótico beta-lactâmico que interfere na síntese de peptidoglicano presente na parede celular das bactérias. Desta forma, a penicilina atua debilitando a parede bacteriana e favorecendo a lise osmótica das bactérias durante o processo de multiplicação. Esse foi o primeiro antibiótico utilizado na medicina e foi descoberto acidentalmente pelo bacteriologista escocês Alexander Fleming em 1928. Segundo relatos, quando Alexander Fleming saiu de férias, culturas de *Staphylococcus* em seu laboratório foram contaminadas com um fungo chamado *Penicillium*. E ao retornar, percebeu que as bactérias das placas contaminadas tinham morrido devido a ação de uma substância produzida por esse fungo. Apesar dessa descoberta, nesse período não desenvolveram um medicamento a partir desse composto. Alguns anos depois, em 1940, os pesquisadores da Universidade de Oxford Howard Florey e Ernst Chain conseguiram purificar a substância proveniente desse fungo que ficou conhecida como penicilina e sintetizá-la em escala industrial. Esse feito garantiu o Premio Nobel de Medicina em 1945 para Fleming, Florey e Chain. O desenvolvimento e produção desse antibiótico em plena segunda guerra mundial foi um grande feito, uma vez que salvou milhares de vidas de soldados dos aliados e é um dos grupos de antibióticos mais utilizados até os dias atuais. Outra grande descoberta envolvendo fungos no século XX seria a Ciclosporina A. Essa substância é um potente imunossupressor produzido por um fungo encontrado no solo chamado *Tolypocladium inflatum*, descoberto na década de 70 por funcionários da empresa Sandoz (hoje Novartis) na Suíça. Sem essa descoberta, provavelmente não seria possível a realização de transplante de órgãos. Além dessa função, essa substância também tem sido utilizada no tratamento de doenças autoimunes.

9. O "ergostimo" é uma doença de importância histórica, decorrente da ingestão de trigo contaminado por micotoxinas, provenientes dos esclerócios de um fungo fitopatogênico. Em relação à história dessa doença, responda (1 ponto):

a) Qual o nome da espécie do fungo cujas toxinas causavam o ergotismo?

Claviceps purpurea

b) O que são micotoxinas?

Toxinas produzidas por fungos, normalmente um subproduto do seu metabolismo secundário, especialmente afetando humanos ou outros animais.

c) O que são fungos fitopatogênicos?

São fungos que possuem a capacidade de infectar diferentes tecidos ou órgãos de plantas e causar doenças. Estes ainda podem ser classificados como necrotróficos, ou seja, matam as células do hospedeiro durante a colonização e absorção de nutrientes; como biotróficos, que parasitam as células através de estruturas especializadas denominadas haustórios, sem contudo matar a célula de imediato, e dependem do hospedeiro vivo para a sua nutrição; e como hemibiotróficos, que em uma fase inicial do ciclo de vida se comportam como biotróficos, mas depois se tornam necrotróficos.

d) Se o trigo, hospedeiro desse fungo, não era plantado durante o inverno, como a doença reaparecia na primavera seguinte?

Os esclerócios, estruturas pletenquimatosas de resistência formadas por este fungo, mantinham a viabilidade desses organismos durante o inverno, até a primavera seguinte.

e) Por que o ergotismo apresenta importância científica e histórica?

O ergotismo é um dos principais exemplos relacionados à importância do conhecimento dos fungos e das suas toxinas e o seu impacto na saúde humana, sobretudo relacionada aos fungos fitopatogênicos e contaminação alimentar. Foi uma das primeiras doenças fúngicas a ser estudada. Foi também a partir dessa doença iniciado o estudo de alcaloides que são utilizados no presente em medicamentos para tratamento de diversas doenças.

10. Um dos aspectos mais importantes do estudo dos fungos é o entendimento de seus modos de reprodução. Diferencie as particularidades entre a reprodução sexuada e assexuada dos fungos (1 ponto).

A reprodução assexuada é energeticamente mais barata. Não há *crossing-over* e nem a necessidade de se encontrar um parceiro compatível. Os esporos são clones, produzidos por mitose. Na reprodução sexuada há maior energético, ocorre *crossing-over*, gerando variabilidade genética, e há a necessidade de outro indivíduo da mesma espécie e geneticamente compatível. A reprodução sexuada dos fungos é marcada por três eventos: Plasmogamia (fusão dos protoplasmas), podendo ser por copulação planogamética, copulação gametangial, contato gametangial, somatogamia e espermatização; em seguida, ocorre a cariogamia (fusão dos núcleos formando um zigoto $2n$) e meiose (divisão reducional que promove o retorno à haploidia, já que o zigoto é a única célula do ciclo de vida do fungo que é diploide).