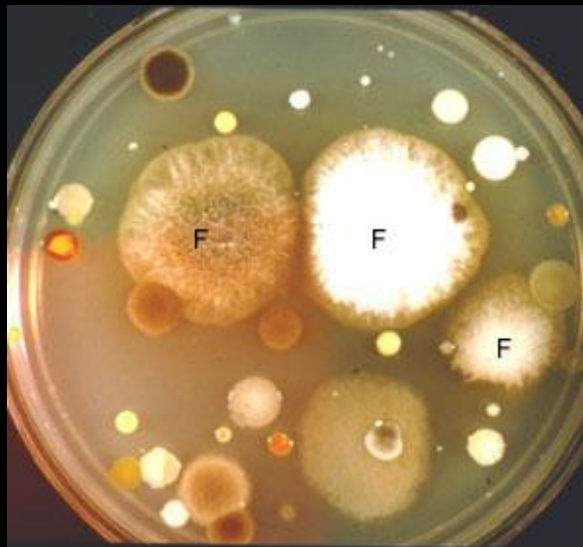


Bactérias e Fungos:

Requerimentos Nutricionais / Físicos



Requerimentos Nutricionais

MICROORGANISMOS: REQUERIMENTOS

NUTRICIONAIS E CULTIVO

⇒ Estudados no:

- Hábitat natural

- Laboratório

- Morfológicas

- Fisiológicas

- Bioquímicas

CULTIVO DE MICRORGANISMOS

⇒ In vivo – hospedeiro vivo

⇒ In vitro – meios artificiais (laboratório)

Compreendendo / manipulando
fontes nutricionais



• Seleccionar

• Identificar

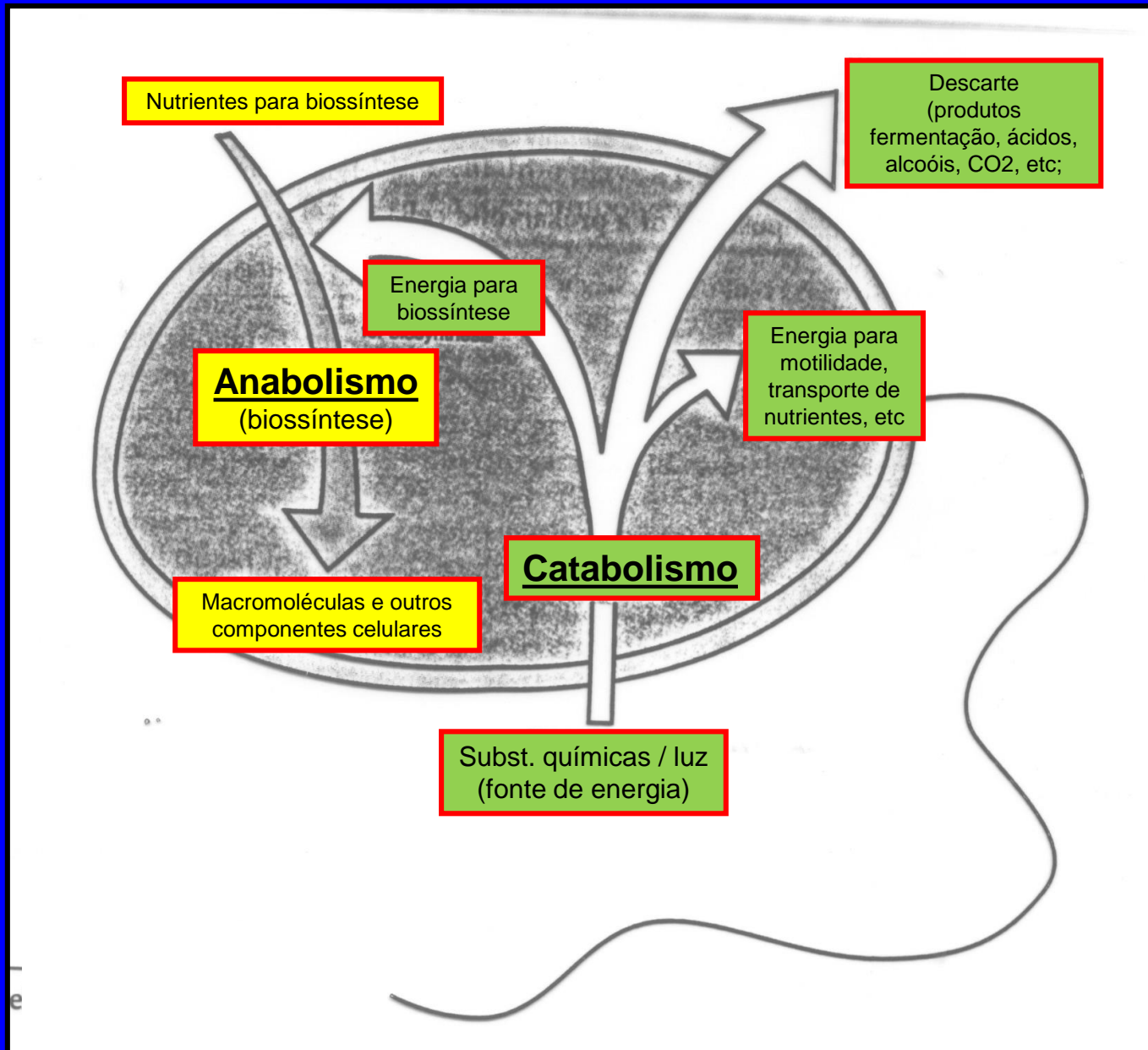
• Estudiar

Microrganismos

específicos

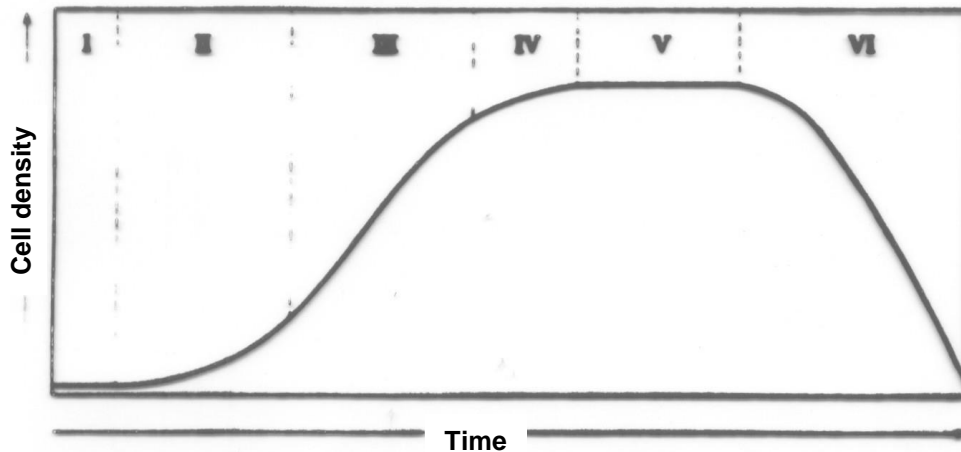


Visão simplificada do metabolismo celular



Cinética do crescimento microbiano

Fig. 6-2. An idealized growth curve for a single-celled organism such as a yeast. See text for a discussion of the stages indicated.



⇒ Levedura em meio líquido
(organismo unicelular - divisão em duas)

- Estágio I (fase lag) - nenhuma divisão celular

- Estágio II (fase aceleração) - início da divisão celular; transição entre dormência e crescimento ativo

- Estágio III (fase exponencial) - divisão celular atinge e mantém taxa uniforme (maior aumento n° células)

- Estágio IV (fase desaceleração) - diminuição divisão celular

- Estágio V (fase estacionária) - não existe crescimento adicional (produção novas células = morte células velhas)

- Estágio VI (fase declínio) - diminuição n° células viáveis

Cinética do crescimento microbiano

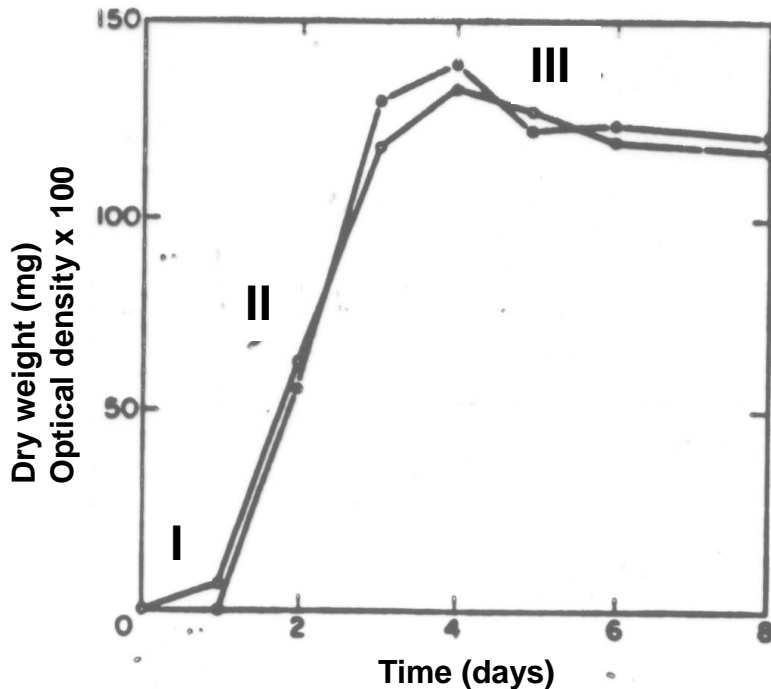


Fig. 6-3. The growth of mycelium of *Fusarium solani* in an aerated medium. Open circles indicate dry weight; closed circles indicate optical density. [From V. W. Cochrane, 1958, *Physiology of Fungi*, John Wiley & Sons, Inc., New York.]

⇒ Fungos micelianos

- Crescimento restrito a extremidade da hifa \therefore não sujeito a uma análise quantitativa precisa
- Crescimento qualitativamente dividido em:
 - Estágio I (fase lag) - sem crescimento aparente
 - Estágio II (fase linear) - crescimento rápido, linear
 - Estágio III (fase declínio) - não existe crescimento / diminuição peso seco devido autólise

Classificação nutricional dos microrganismos

⇒ Heterotróficos

- Utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono

⇒ Autotróficos

- Utilizam dióxido de carbono (CO_2) como fonte de carbono

Fonte de carbono

Classificação nutricional dos microrganismos

⇒ Heterotróficos

- Utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono

⇒ Autotróficos

- Utilizam dióxido de carbono (CO_2) como fonte de carbono

⇒ Quimiotróficos

- Utilizam compostos químicos para obter energia

⇒ Fototróficos

- Dependem da energia radiante (luz) para obter energia

Fonte de carbono

Obtenção de energia

CLASSIFICAÇÃO NUTRICIONAL DE MICRORGANISMOS E OUTROS ORGANISMOS

GRUPO NUTRICIONAL	FONTE CARBONO	FONTE ENERGIA	EXEMPLOS
Quimioautotróficos	Dióxido carbono	Compostos inorgânicos	Bactérias nitrificantes, do ferro, hidrogênio, enxofre

CLASSIFICAÇÃO NUTRICIONAL DE MICRORGANISMOS E OUTROS ORGANISMOS

GRUPO NUTRICIONAL	FONTE CARBONO	FONTE ENERGIA	EXEMPLOS
Quimioautotróficos	Dióxido carbono	Compostos inorgânicos	Bactérias nitrificantes, do ferro, hidrogênio, enxofre
Quimioheterotróficos	Compostos orgânicos	Compostos orgânicos	Muitas bactérias, fungos, protozoários, animais

CLASSIFICAÇÃO NUTRICIONAL DE MICRORGANISMOS E OUTROS ORGANISMOS

GRUPO NUTRICIONAL	FONTE CARBONO	FONTE ENERGIA	EXEMPLOS
Quimioautotróficos	Dióxido carbono	Compostos inorgânicos	Bactérias nitrificantes, do ferro, hidrogênio, enxofre
Quimioheterotróficos	Compostos orgânicos	Compostos orgânicos	Muitas bactérias, fungos, protozoários, animais
Fotoautotróficos	Dióxido carbono	Luz	Bactérias do enxofre verde e púrpura, algas, plantas, cianofíceas

CLASSIFICAÇÃO NUTRICIONAL DE MICRORGANISMOS E OUTROS ORGANISMOS

GRUPO NUTRICIONAL	FONTE CARBONO	FONTE ENERGIA	EXEMPLOS
Quimioautotróficos	Dióxido carbono	Compostos inorgânicos	Bactérias nitrificantes, do ferro, hidrogênio, enxofre
Quimioheterotróficos	Compostos orgânicos	Compostos orgânicos	Muitas bactérias, fungos, protozoários, animais
Fotoautotróficos	Dióxido carbono	Luz	Bactérias do enxofre verde e púrpura, algas, plantas, cianofíceas
Fotoheterotróficos	Compostos orgânicos	Luz	Bactérias púrpuras e verdes não-enxofradas

ÁGUA

- Solvente universal
- Importante para os microrganismos



Nutrientes são absorvidos quando os mesmos estão dissolvidos na água

ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

CARBONO

- Um dos mais importantes
 - Todos os organismos requerem
 - Entra na formação de: carboidratos, lipídeos, proteínas
 - Fontes: carboidratos, ácidos orgânicos
-
- Compostos orgânicos – contêm carbono
 - Compostos inorgânicos – não contêm carbono (exceção CO₂ – que é considerado inorgânico)

Principais polissacarídeos

Glicogênio
*Amido
*Celulose

```
graph LR; A[Glicogênio] --- B[*Amido]; B --- C[*Celulose]; C --- D[Polímeros D-glicose];
```

Polímeros D-glicose

Pectinas

```
graph LR; A[Pectinas] --- B[Polímeros de ácido D-galacturônico];
```

Polímeros de ácido D-galacturônico

Hemiceluloses
Ligninas

```
graph LR; A[Hemiceluloses] --- B[Ligninas]; B --- C[Composição complexa];
```

Composição complexa

* Amplamente utilizados

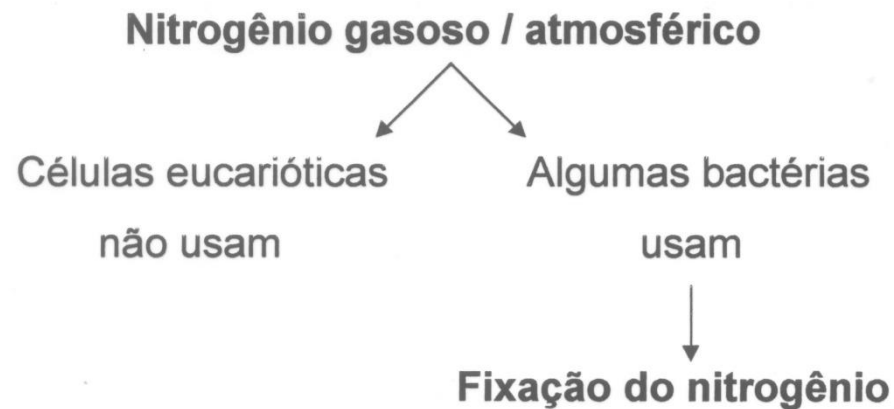
ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

NITROGÊNIO

- Um dos mais importantes
- Todos os organismos requerem
- Parte essencial dos aminoácidos

Proteínas ←

- Fontes: • Nitrogênio inorgânico – nitratos, nitritos, sais de amônia
- Nitrogênio orgânico – aminoácidos, peptídeos



ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O
CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

HIDROGÊNIO, OXIGÊNIO, ENXOFRE, FÓSFORO

- Elementos essenciais

- Hidrogênio / oxigênio ⇒ presentes em
muitos compostos orgânicos

ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

HIDROGÊNIO, OXIGÊNIO, ENXOFRE, FÓSFORO

- Elementos essenciais
- Hidrogênio / oxigênio ⇒ presentes em muitos compostos orgânicos
- Enxofre ⇒ biossíntese aminoácidos – cisteína, cistina, metionina

ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

HIDROGÊNIO, OXIGÊNIO, ENXOFRE, FÓSFORO

- Elementos essenciais
- Hidrogênio / oxigênio ⇒ presentes em muitos compostos orgânicos
- Enxofre ⇒ biossíntese aminoácidos – cisteína, cistina, metionina
- Fósforo ⇒ essencial na síntese dos ácidos nucleicos e adenosina trifosfato (ATP)

ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

HIDROGÊNIO, OXIGÊNIO, ENXOFRE, FÓSFORO

- Elementos essenciais
- Hidrogênio / oxigênio ⇒ presentes em muitos compostos orgânicos
- Enxofre ⇒ biossíntese aminoácidos – cisteína, cistina, metionina
- Fósforo ⇒ essencial na síntese dos ácidos nucleicos e adenosina trifosfato (ATP)
- Fontes:
 - Água
 - Diferentes nutrientes
 - Atmosfera gasosa
 - Íons inorgânicos – (SO_4^{-2}) e (PO_4^{-3})

ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

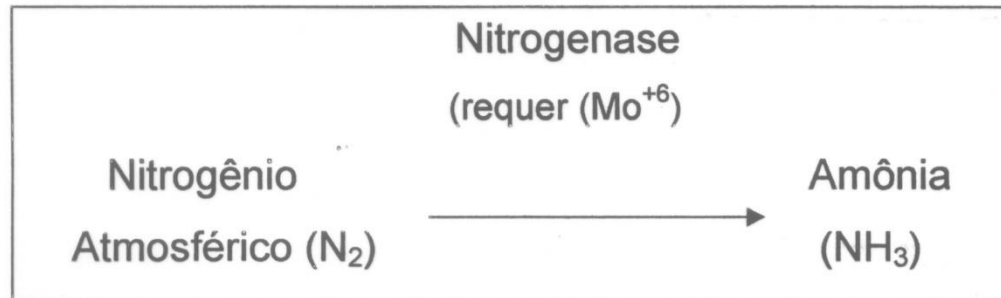
OUTROS ELEMENTOS

- Elementos essenciais (**mg / litro**)

(micro-elementos / elementos-traço)

- Zinco (Zn) / Cobre (Cu) / Manganês (Mn) /
Molibdênio (Mo) / Cobalto (Co)

- Requeridos para ativar enzimas



- Fontes:
 - Adicionados como sais
 - Normalmente ocorrem como impurezas

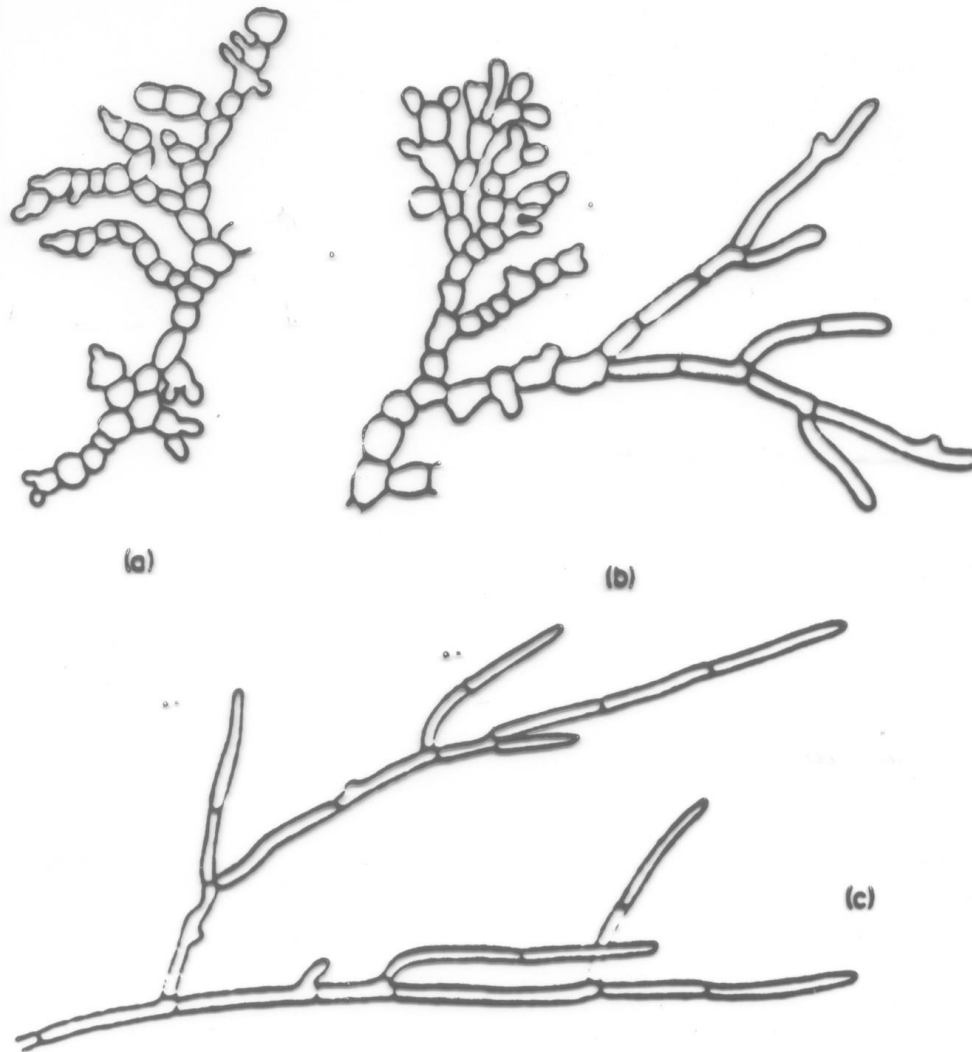


Fig. 6-10. (a) and (b) Severe manganese deficiency in the Pyrenomycete, *Chaetomium globosum*. Symptoms are a decrease in elongation of the hypha, increased branching, and formation of globose cells. (c) Normal hyphae growing in medium with 0.5 ppm manganese. All $\times 750$. [From H. L. Barnett and V. G. Lilly, 1966, *Mycologia* 58:585-591.]

Table 1. Essential Mineral Nutrients of Fungi

Element	Utilizable Form	Concentration (M)	Functions and Comment
Macronutrients			
Potassium	KCl, K ₂ HPO ₄	10 ⁻³	Enzyme activity; carbohydrate metabolism; ionic balance
Phosphorus	KH ₂ PO ₄	10 ⁻³	Nucleic acids; energy transfer; intermediary metabolism
Magnesium	MgCl ₂	10 ⁻³	Enzyme activation; ATP metabolism
Nitrogen	NaNO ₃ , NH ₄ Cl	10 ⁻³	Amino acids, nucleotides and vitamins
Sulfur	K ₂ SO ₄	10 ⁻⁴	Amino acids, vitamins and other sulfhydryl compounds
Calcium	CaCl ₂	10 ⁻⁴	Enzyme activity, membrane structure; not universally required
Micronutrients			
Iron	FeCl ₃ , FeSO ₄	10 ⁻⁶	Cytochromes and heme apoenzymes; pigments
Copper	CuSO ₄	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁷	Enzyme activity; pigments
Manganese	MnCl ₂	10 ⁻⁷	Enzyme activity; TCA cycle, nucleic acid synthesis
Zinc	ZnCl ₂	10 ⁻⁸	Enzyme activity; organic acid and other intermediary metabolism
Molybdenum	Na ₂ MoO ₄	10 ⁻⁹	Enzyme activity; nitrate metabolism; vitamin B ₁₂

NUTRIENTES PRINCIPAIS PARA O CRESCIMENTO DOS MICRORGANISMOS

VITAMINAS

- Compostos orgânicos que funcionam como coenzimas
 - Alguns requerem / outros não (podem sintetizar). Ex: vitaminas A, D, E, B
 - Fontes: extrato de levedura
-

- Tiamina** (B₁ – carboxilação)
 - Biotina* (B₇ – carboxilação)
 - Piridoxina (B₆ – transaminação)
-

Saccharomyces cerevisiae

deficiente biotina



BIOENSAIO

Fig. 6-13. Effect of thiamine on growth of *Phycomyces blakesleeanus*. Growth is absent in the thiamine-deficient medium on the left, and is abundant in the thiamine-supplemented medium on the right. [Courtesy Plant Pathology Department, Cornell University.]



A standard growth curve for *Neurospora sitophila* on biotin

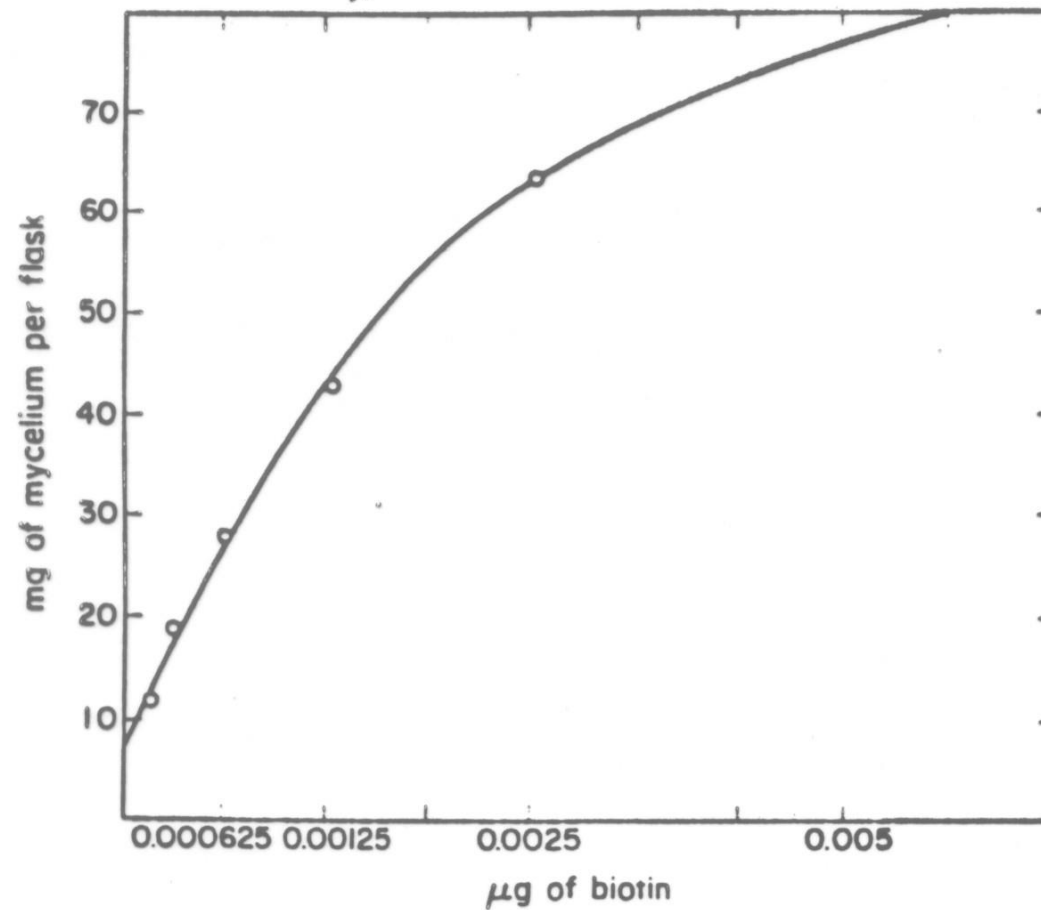


Fig. 6-14. A standard growth curve for *Neurospora sitophila* on biotin.
[From L. H. Leonian and V. G. Lilly, 1945, *W. Va. Agr. Exp. Sta. Bull.*
p. 319.]

SOME VITAMIN REQUIREMENTS OF FUNGI

Vitamin	Representative Concentration (M)	Function	Active Form
Thiamin (B ₁)	10 ⁻⁹ -10 ⁻⁶	Co-carboxylase	Thiamin pyrophosphate
Biotin (B ₇)	10 ⁻¹⁰ -10 ⁻⁸	Coenzyme for carboxylations	Covalently bound to enzyme by carboxyl
Pyridoxine (B ₆)	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁵	Coenzyme for transaminations	Pyridoxal phosphate, pyridoxamine phosphate
Riboflavin (B ₂)	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁵	Coenzyme for dehydrogenases	Flavin mononucleotide (FMN), flavin-adenine dinucleotide (FAD)
Nicotinic acid (B ₃), nicotinamide, niacin	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	Coenzyme for dehydrogenases	Nicotinamide-adenine dinucleotide (NAD), and its phosphate (NADP)
<i>p</i> -Aminobenzoic acid	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁶	Coenzyme for 1-C transfers	Tetrahydrofolic acid
Pantothenic acid (B ₅)	10 ⁻⁷	Coenzyme for 2-C transfers	Coenzyme A
Cyanocobalamin (B ₁₂)	10 ⁻¹² -10 ⁻⁶	Coenzyme for methyl transfers	Various cobalamin derivatives
Inositol	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	Membrane structure	Phospholipid

SOME REPRESENTATIVE CARBON SUBSTRATES OF FUNGI

Utilização no metabolismo

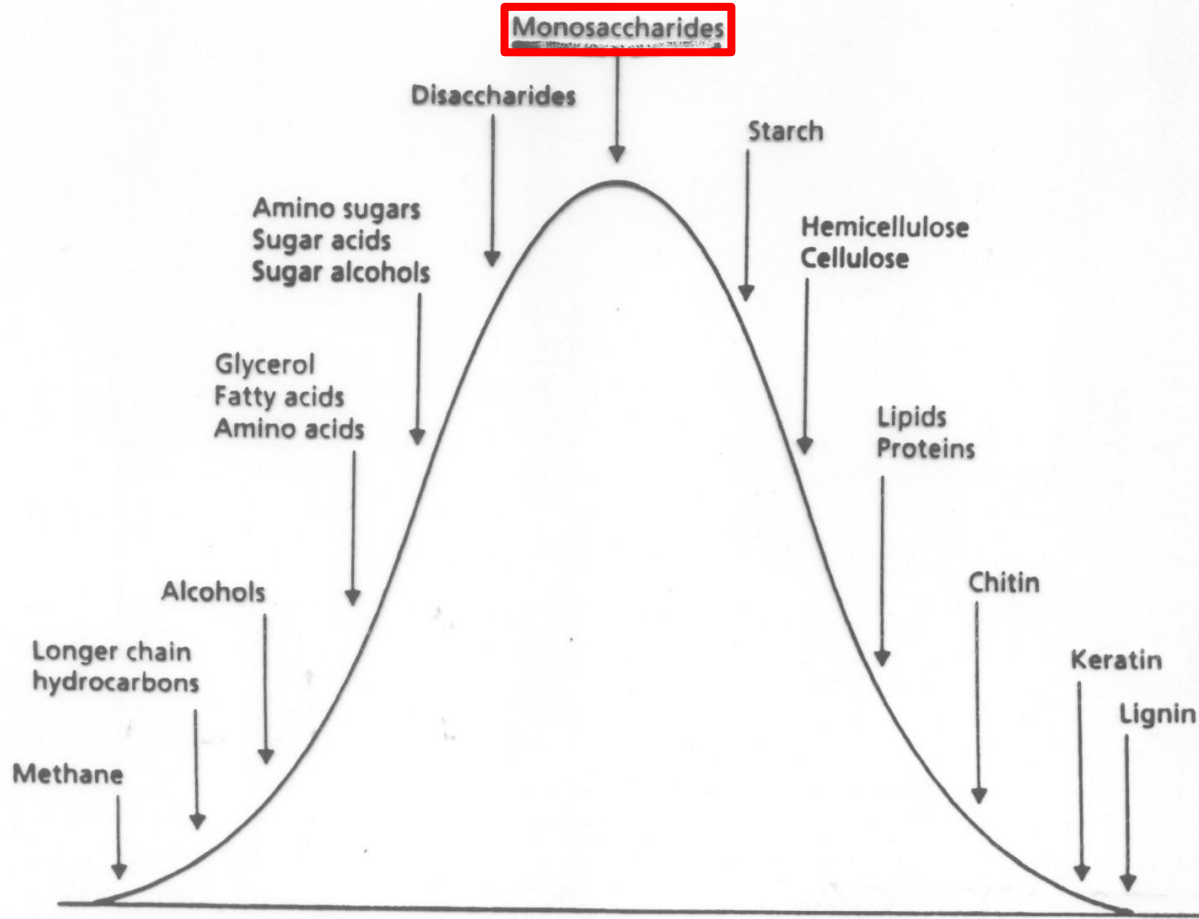
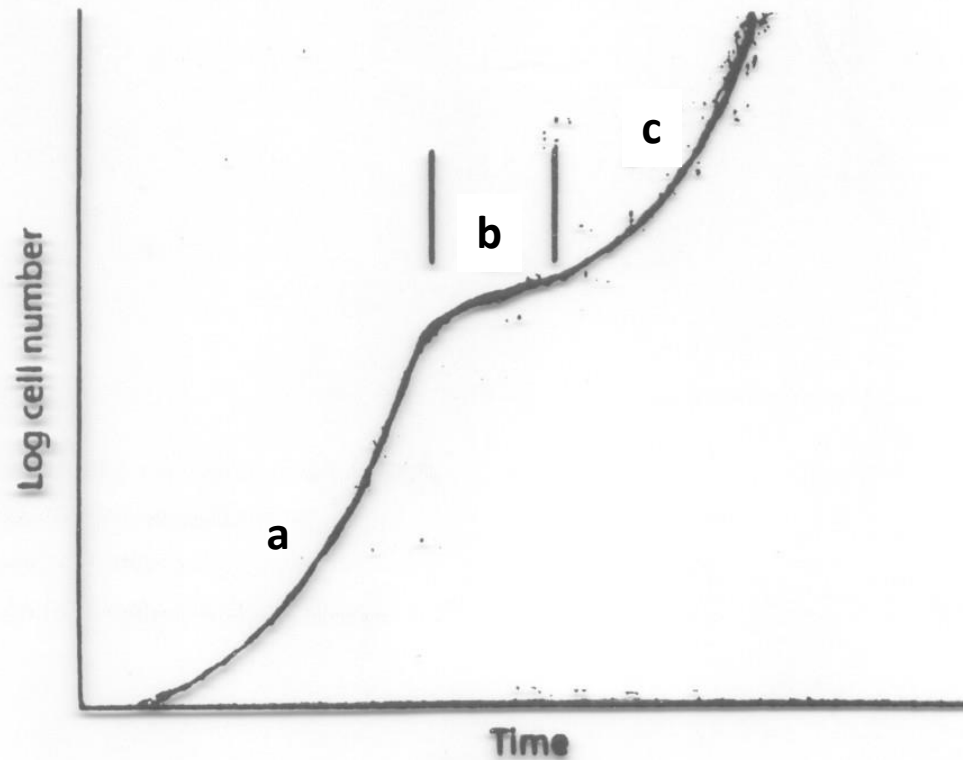


Fig. 5.3 Some representative carbon substrates of fungi, arranged approximately (left to right) in terms of chemical or structural complexity and (vertically) according to the proportion of fungi that utilize them.

Complexidade

GROWTH CURVE OF A FUNGUS GROWING ON A DISACCHARIDE



growth curve of a fungus growing on a disaccharide such as lactose, composed of glucose and galactose. (a) Phase of exponential growth as the fungus degrades the disaccharide externally and absorbs the glucose. (b) Temporary slowing of growth when the available glucose is depleted and the fungus is induced to synthesize a galactose uptake protein for insertion in the membrane. (c) Second phase of growth using galactose as substrate.

Lactose

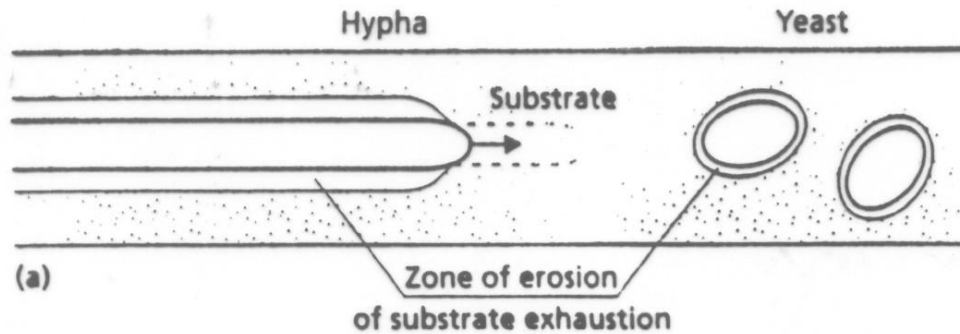


Glucose

+

Galactose

FUNGAL STRATEGIES FOR GROWTH ON INSOLUBLE POLYMERS



SUGGESTED DEFENCE OF SUBSTRATE BY A HYPHA OF A POLYMER-DEGRADING FUNGUS

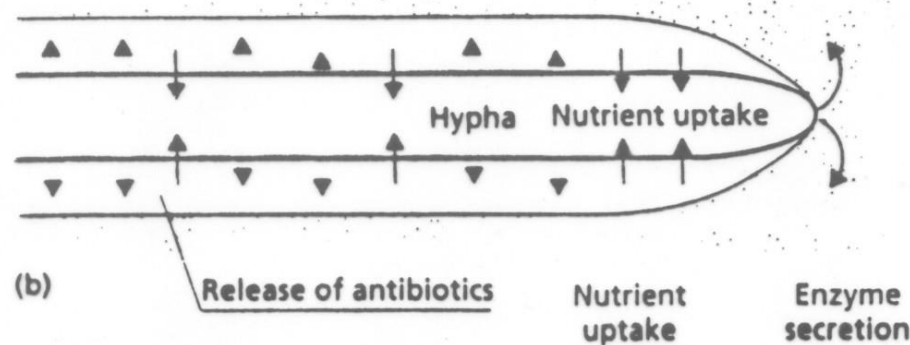


Fig. 5.2 Fungal strategies for growth on insoluble polymers. (a) Hyphae extend continuously at the apex, drawing protoplasm forwards to evacuate the zones of enzymic erosion of the substrate; yeasts do not utilize insoluble (non-diffusible) polymers because they would become trapped in the substrate erosion zones. (b) Suggested defence of substrate by a hypha of a

polymer-degrading fungus: enzymes are secreted at the apex to degrade the polymer, and soluble nutrients are absorbed sub-apically; antibiotics or other inhibitors (arrowheads) may be released sub-apically into the substrate erosion zone to prevent competitors from exploiting the enzymic digestion products.

Requerimientos Físicos

Cultivo de microrganismos

⇒ Requerimentos nutricionais

- Fonte de carbono
- Fonte de nitrogênio
- Macronutrientes (K, P, Mg, S, Ca)
- Micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, Mo)
- Vitaminas

⇒ Requerimentos físicos

- Temperatura
- Atmosfera gasosa
- pH
- Pressão osmótica
- Luz

Curva teórica de crescimento

- Máximo
- Mínimo
- Ótimo

Pontos cardinais

importantes para comparação

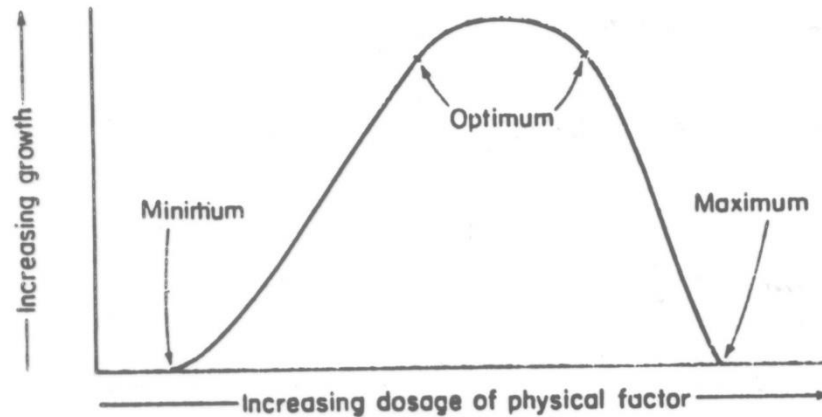
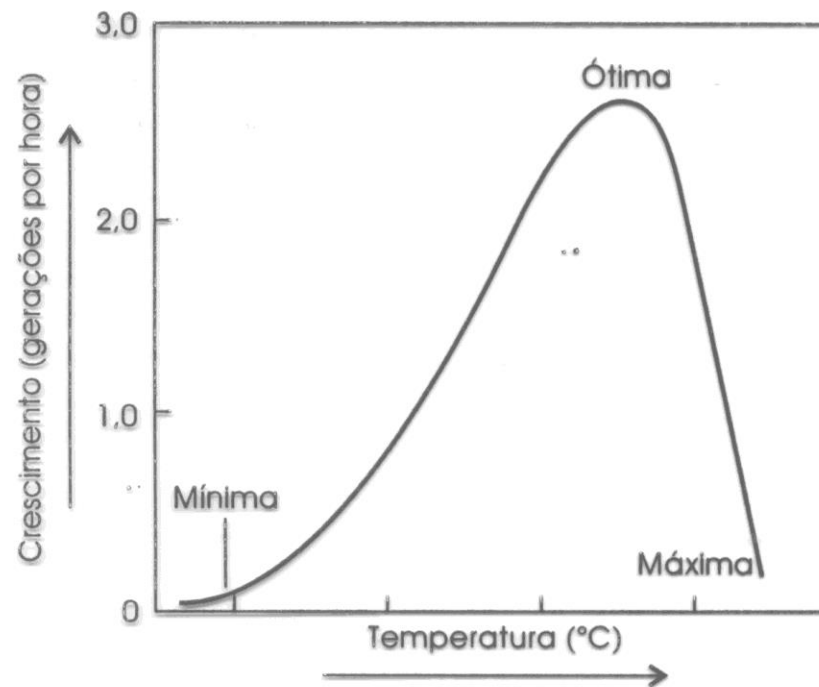


Fig. 6-15. A theoretical growth curve of a fungus in response to a physical factor, showing minimum, optimum, and maximum points.

TEMPERATURA

- Grande influência no crescimento
- Temperaturas cardinais

Figura 6.1 Respostas típicas de crescimento de um microrganismo às temperaturas de incubação, mostrando as temperaturas mínima, ótima e máxima.



Temperatura

- Atividade química

(Aumentos de 10 °C \Rightarrow \uparrow 10x na velocidade da reação)

- Atividade enzimática

(Aumentos de 10 °C \Rightarrow \uparrow 2x)

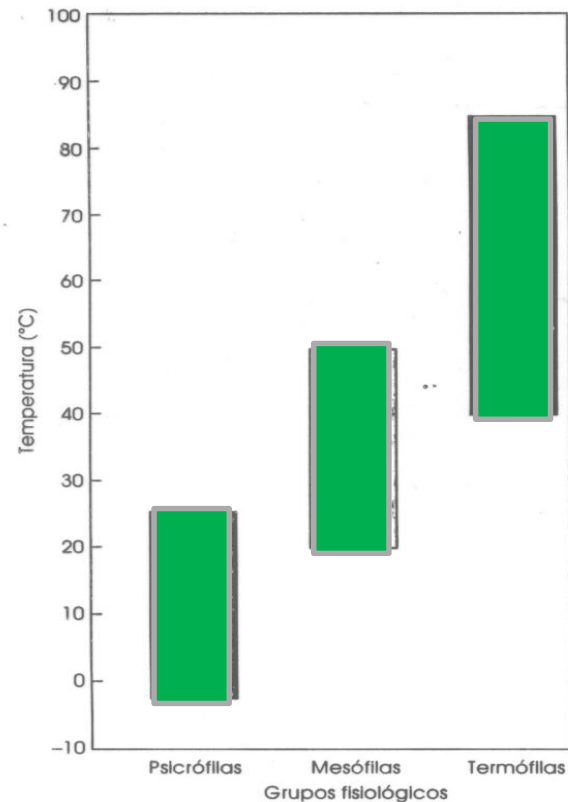
- Enzimas inativadas

(Temp. > 45 °C)

Temperatura x grupos fisiológicos

- Psicrófilos → crescem melhor entre 15 e 20 °C
- Mesófilos → crescem melhor entre 25 e 40 °C
(a maioria dos microrganismos)
- Termófilos → crescem melhor entre 50 e 60 °C
(nenhuma célula eucariótica cresce acima de 60 °C)

Figura 6.2 Variações de temperatura aproximadas para o crescimento de vários grupos fisiológicos de microrganismos (excluindo as arqueobactérias termófilas extremas).



- Fungos - crescimento

Temperatura mínima	=	0 - 5 °C
Temperatura ótima	=	15 - 30 °C
Temperatura máxima	=	30 - 35 °C

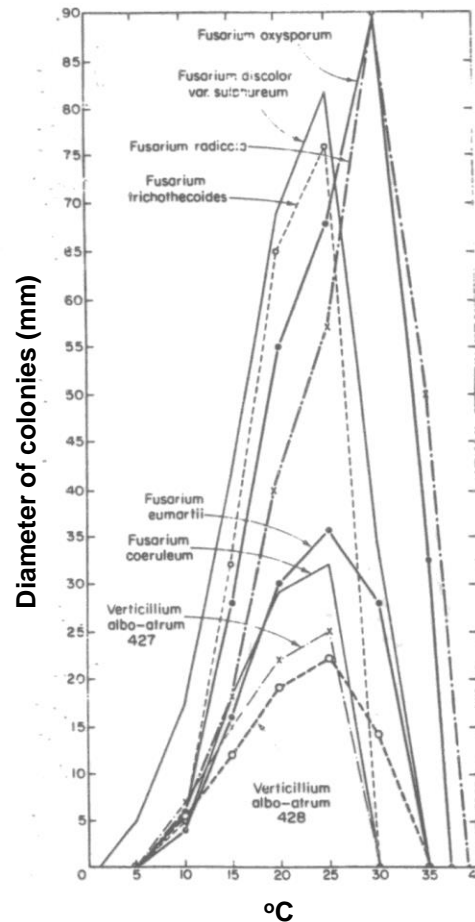
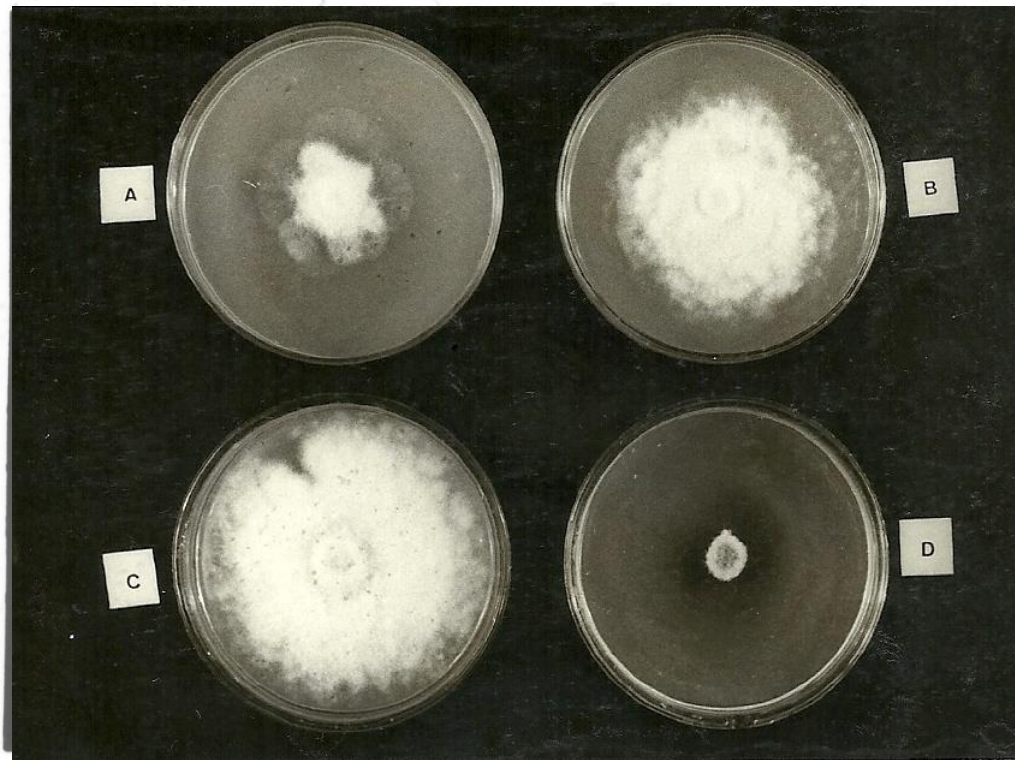


Fig. 6-18. Temperature-growth curves of eight fungi which cause potato-rot and wilt diseases. (*Fusarium coeruleum*, *F. discolor var. sulphureum*, *F. eumartii*, *F. oxysporum*, *F. radicola*, *F. trichothecoides*, and two isolates of *Verticillium albo-atrum*). [From H. A. Edson and M. Shapovalov, 1920, *J. Agric. Res.* 18:511-524.]



Efeito da temperatura sobre o aspecto da cultura de *M. melonis*. A: 15 °C, B: 21 °C, C: 24 °C e D: 30 °C.

ATMOSFERA GASOSA

Dois gases principais afetam o crescimento

Oxigênio



Requerido por alguns /
tóxico para outros

Dióxido de Carbono



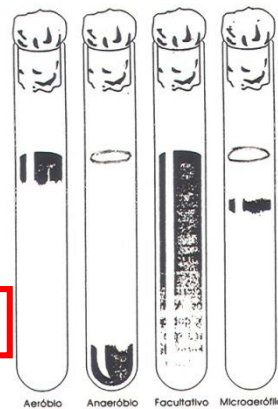
Requerido por todas as
células

Oxigênio x Grupos fisiológicos

- Microrganismos Aeróbios

- Requerem oxigênio p/ crescerem
- Ex: Fungos filamentosos

Figura 5.9 Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar em camada alta, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico.



Aeróbio

Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico

Oxigênio x Grupos fisiológicos

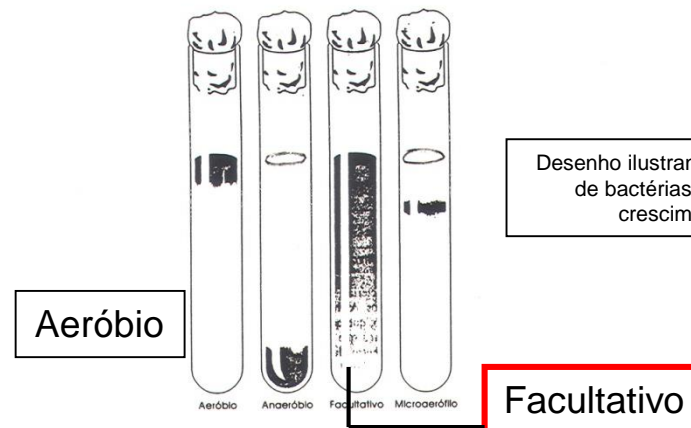
- Microrganismos Aeróbios

- Requerem oxigênio p/ crescerem
- Ex: Fungos filamentosos

- Microrganismos Facultativos

- Crescem na presença do ar atmosférico e em anaerobiose
- Ex: *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*

Figura 5.9 Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar em camada alta, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico.



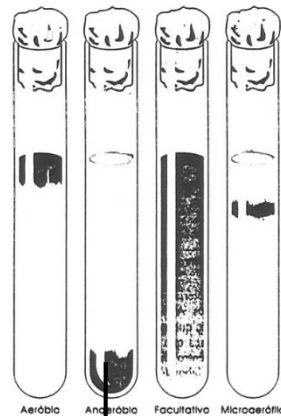
Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico

Oxigênio x Grupos fisiológicos

- Microrganismos anaeróbios

- Não crescem na presença do ar / não utilizam oxigênio
- Ex: *Clostridium* sp

Figura 5.9 Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar em camada alta, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico.



Anaeróbio

Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico

Oxigênio x Grupos fisiológicos

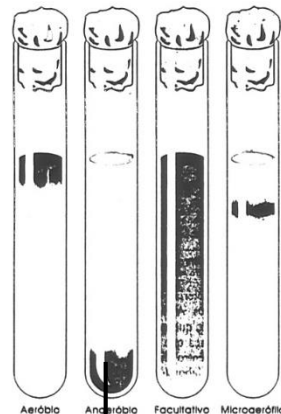
- Microrganismos anaeróbios

- Não crescem na presença do ar / não utilizam oxigênio
- Ex: *Clostridium* sp

- Microrganismos microaerófilos

- Utilizam o oxigênio / crescem melhor em níveis de 1 a 15%
- Ex: *Campylobacter jejuni*

Figura 5.9 Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar em camada alta, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico.



Anaeróbio

Microaerófilo

Desenho ilustrando o crescimento de grupos fisiológicos diferentes de bactérias em tubos de ágar, mostrando as variações no crescimento em resposta ao oxigênio atmosférico

pH

(pH intracelular em torno de 7,5)

- pH ótimo – valor mediano da variação de pH

↳ bem definido para cada espécie

- Bactérias – ótimo levemente alcalino (pH 7,5)
- Fungos → pH 5 a 6

⇒ pH é mantido no meio pelo uso de tampão

PRESSÃO OSMÓTICA

ÁGUA

Função no metabolismo celular

Função ligada aos nutrientes

Influencia o crescimento através da pressão osmótica

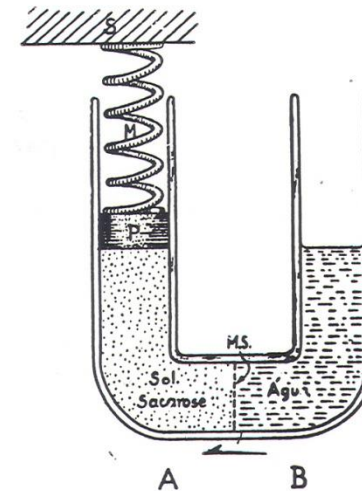


FIG. 59 — Sistema físico para demonstração da pressão osmótica de uma solução.

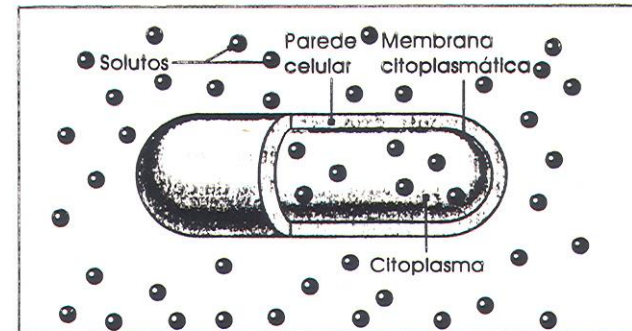
Membrana semipermeável = Plasmalema
Solução de Sacarose = Suco vacuolar
Pistão + Mola = Parede celular
Água = Solução do solo

PO = pressão que deve ser exercida sobre uma solução, quando esta se encontra separada de seu solvente puro por uma membrana semipermeável, a fim de impedir o fluxo de moléculas do solvente puro para a solução

NaCl 10 %
PO equivale a 77
atmosferas

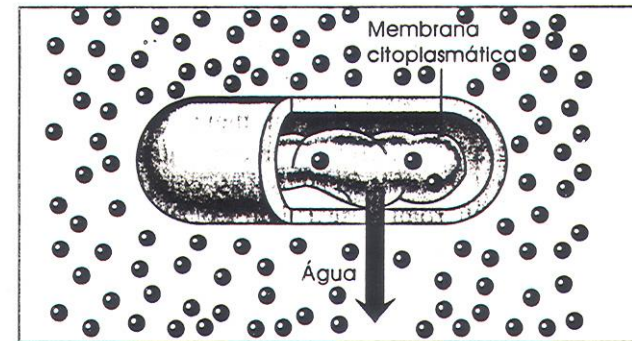
Efeito da pressão osmótica em uma célula microbiana

Figura 6.7 O efeito da pressão osmótica em uma célula microbiana. **[A]** Células em um meio isotônico. A concentração de solutos em um meio é igual àquela no interior da célula. Não há movimento de água para dentro ou para fora da célula. **[B]** Células em um meio hipertônico. A concentração dos solutos no meio externo é maior do que dentro da célula. A água flui para fora da célula, resultando na desidratação e contração do protoplasto. O crescimento celular é inibido; a célula pode morrer. **[C]** Células em um meio hipotônico. A concentração de solutos no meio externo é menor do que dentro da célula. A água flui para dentro da célula. O influxo de água força o protoplasto contra a parede celular. Se a parede for fraca, pode romper-se; o protoplasto pode inchar e eventualmente romper-se.



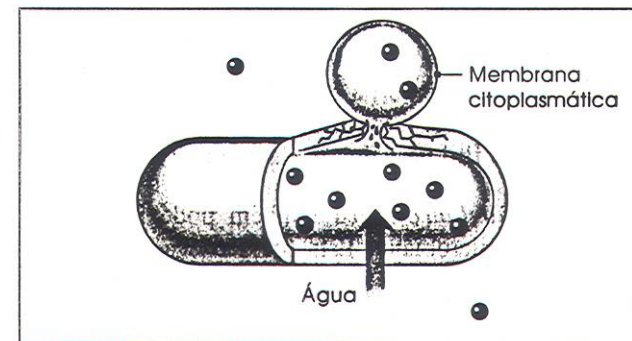
Meio isotônico

[A]



Meio hipertônico

[B]



Meio hipotônico

[C]

LUZ

⇒ Importante para microrganismos fotossintéticos

- Cianobactérias

⇒ Importante para alguns fungos

- Esporulação
- Fototropismo
- Fototatismo

LUZ

- Visível \Rightarrow 380 - 720 nm
- Ultra-violeta próximo ao visível
(NUV) \Rightarrow 320 - 380 nm

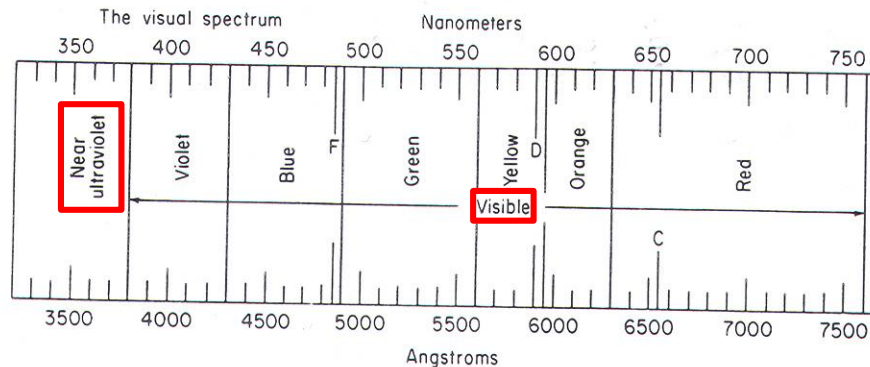


FIGURE 29-5
The visible spectrum.

Luz

Visível \Rightarrow pouco ou nenhum efeito
sobre o crescimento
vegetativo

Visível (azul - 450 nm)

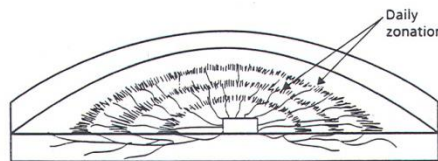
Ultra-violeta próxima



Efeito na esporulação



"Zonas de esporulação" devido
alternância \rightarrow claro / escuro



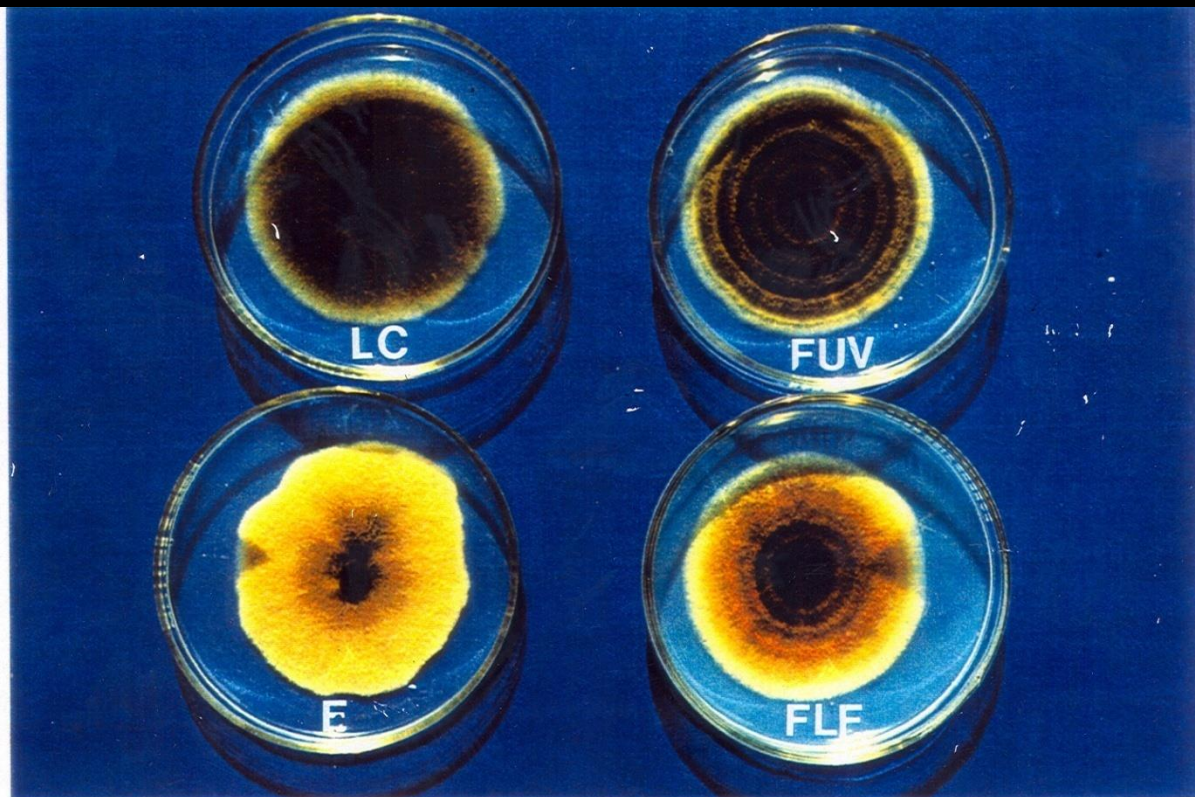


Figura (02). Efeito da luminosidade sobre o crescimento de *Alternaria tenuis*.

LC - LUZ CTE.
E - ESCURO
FUV - FOTOPERÍODO c/ U.V. PRÓXIMA
FLE - " " " c/ LUZ FLUORESCENTE

Luz

⇒ Importante no fototropismo e fototatismo de estruturas fúngicas

Pilobolus sp - fungo coprófito

Esporangióforo



Movimento em direção a fonte
luminosa



Liberação do esporângio

Pilobolus sp

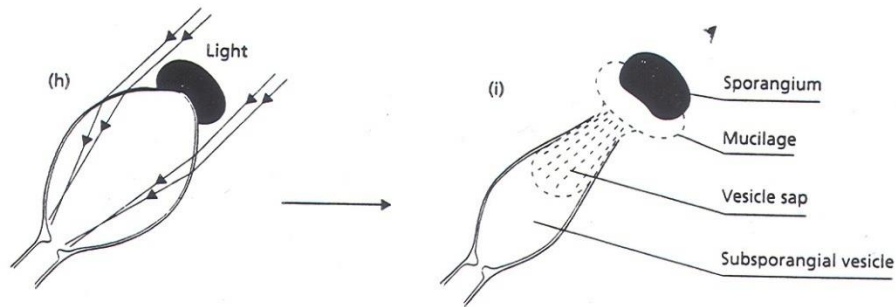
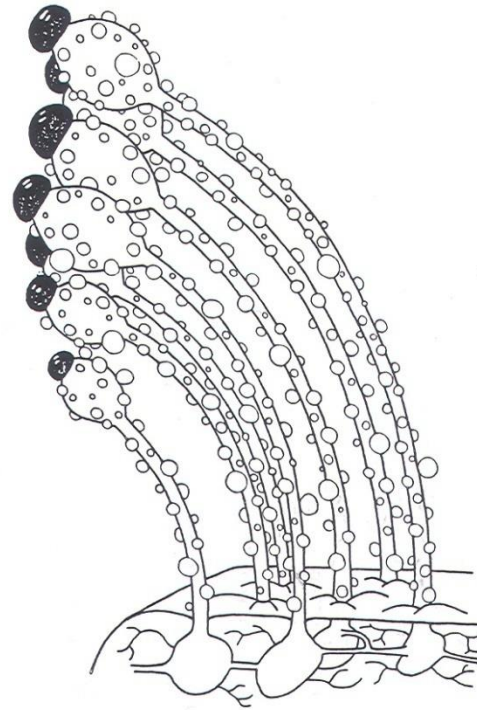
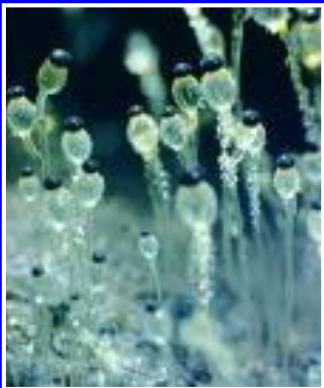


Fig. 9.5 Diagrammatic representation of some coprophilous fungi. (a) *Pilaira anomala* (zygomycota); the sporangiophore elongates to several centimetres at maturity and the spores 'flop' onto the surrounding vegetation. (b) *Mucor racemosus* (zygomycota). (c) *Pilobolus* spp. (zygomycota; see also (h) and (i)). (d) *Ascobolus* spp. (acomycota); the tips of the mature asci project from the apothecium and are phototropic. (e) *Sordaria* spp. (ascmycota); the perithecium neck is

phototropic and the mature asci elongate up the neck to discharge the ascospores. (f) *Coprinus* spp. (basidiomycota). (g) *Sphaerobolus* spp. (basidiomycota); the large spore mass is shot from the cup-shaped fruitbody when the layers of this separate and the inner layer suddenly inverts. (h, i) *Pilobolus*, showing how the terminal vesicle of the sporangiophore acts as a lens to focus light and orientate the sporangiophore, and the mechanism of discharge of the sporangium.

Pilobolus sp



Velocidade de ejeção do esporângio = 50 km / h
Pode cair a 2 metros de distância

Como o esporângio tem um tamanho aproximado de 80 um isso equivale a um salto de 48 Km efetuado por uma pessoa

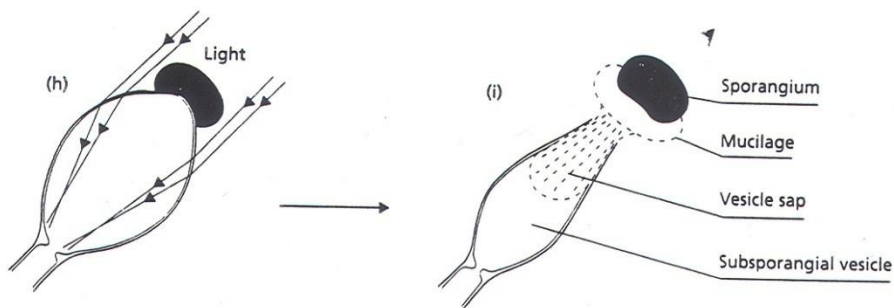
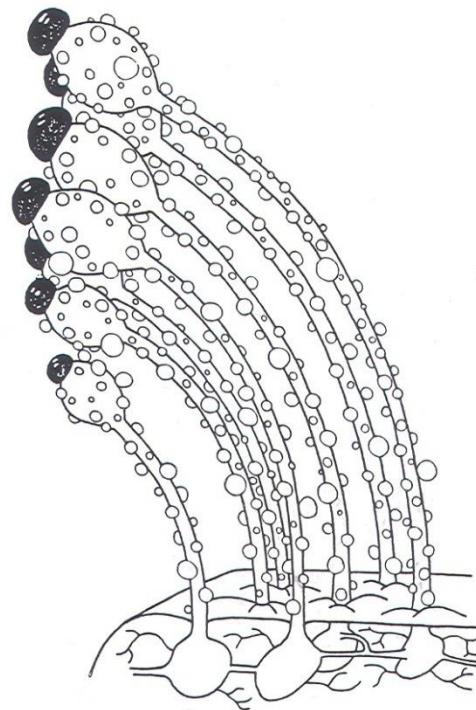


Fig. 9.5 Diagrammatic representation of some coprophilous fungi. (a) *Pilaira anomala* (zygomycota); the sporangiophore elongates to several centimetres at maturity and the spores 'flop' onto the surrounding vegetation. (b) *Mucor racemosus* (zygomycota). (c) *Pilobolus* spp. (zygomycota; see also (h) and (i)). (d) *Ascobolus* spp. (ascomycota); the tips of the mature asci project from the apothecium and are phototropic. (e) *Sordaria* spp. (ascomycota); the perithecium neck is

phototropic and the mature asci elongate up the neck to discharge the ascospores. (f) *Coprinus* spp. (basidiomycota). (g) *Sphaerobolus* spp. (basidiomycota); the large spore mass is shot from the cup-shaped fruitbody when the layers of this separate and the inner layer suddenly inverts. (h, i) *Pilobolus*, showing how the terminal vesicle of the sporangiophore acts as a lens to focus light and orientate the sporangiophore, and the mechanism of discharge of the sporangium.



