

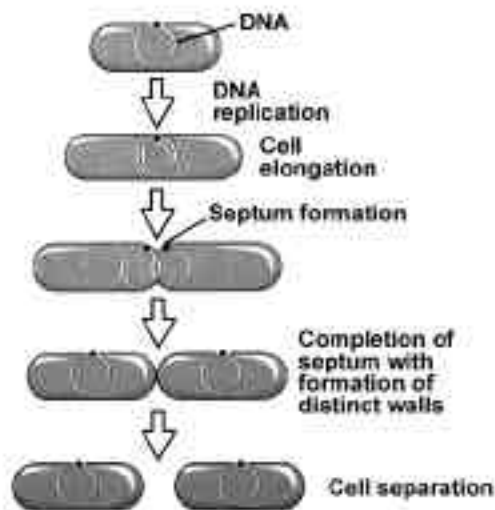
Crecimiento Microbiano

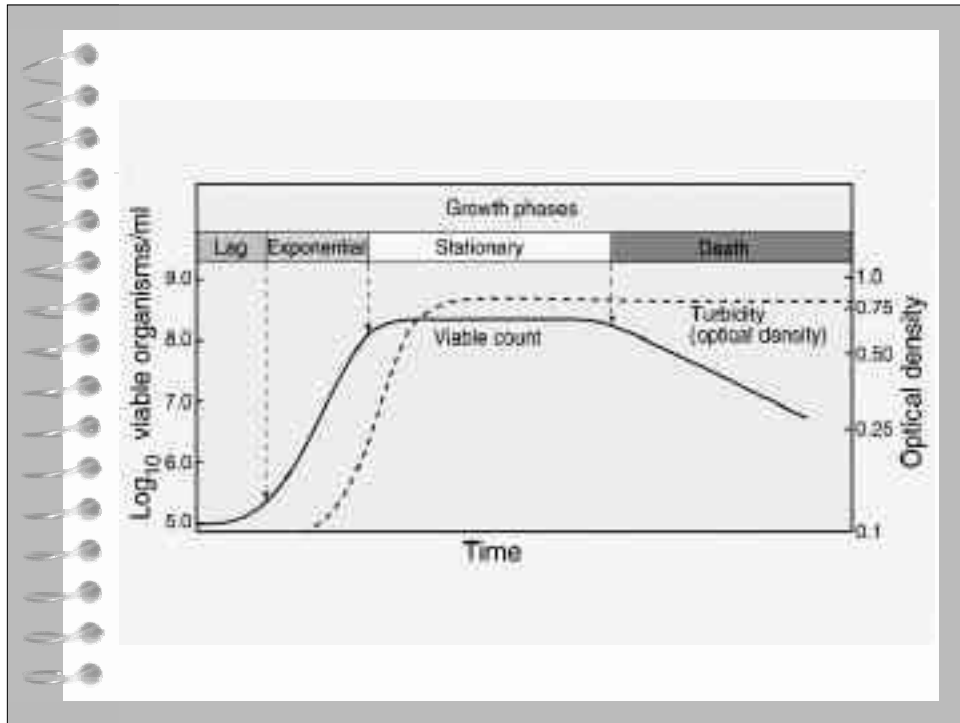
(CAPITULO VI)

✓ Número o Biomasa

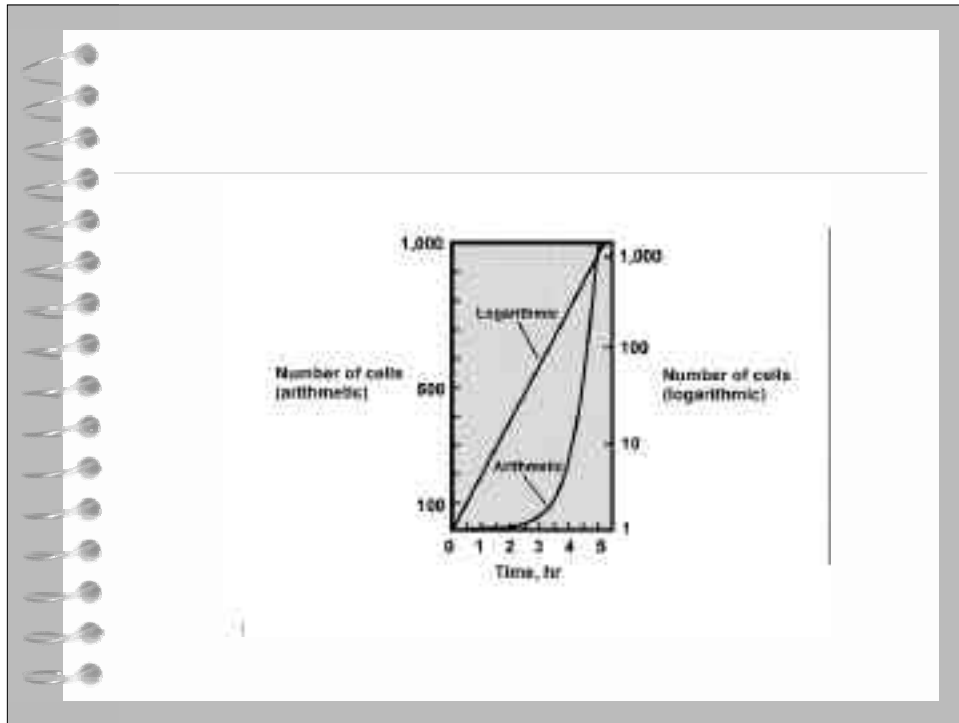
✓ Curva de crecimiento

- Fase lag (aclimatación)
- Fase log (crecimiento exponencial)
- Fase estacionaria
- Fase muerte





Time (hours)	Number of cells
0	1
0.5	2
1	4
1.5	8
2	16
2.5	32
3	64
3.5	128
4	256
4.5	512
5	1024
5.5	2048
6	4096
...	...
10	1,048,576



Matemática de crecimiento microbiano

✓ n, número de generaciones

$$n = (\log N_t - \log N_0) / 0.301$$

✓ k, velocidad de crecimiento (hr^{-1})

$$k = n / t = (\log N_t - \log N_0) / (0.301 \times \Delta t)$$

✓ g, tiempo de generación (hr, min...)

$$g = 1/k$$

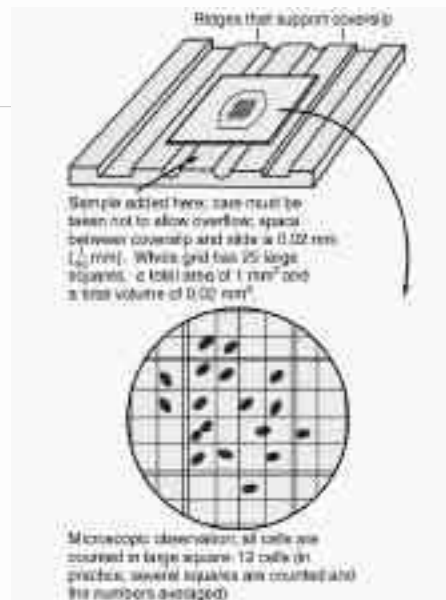
Medidas de crecimiento microbiano

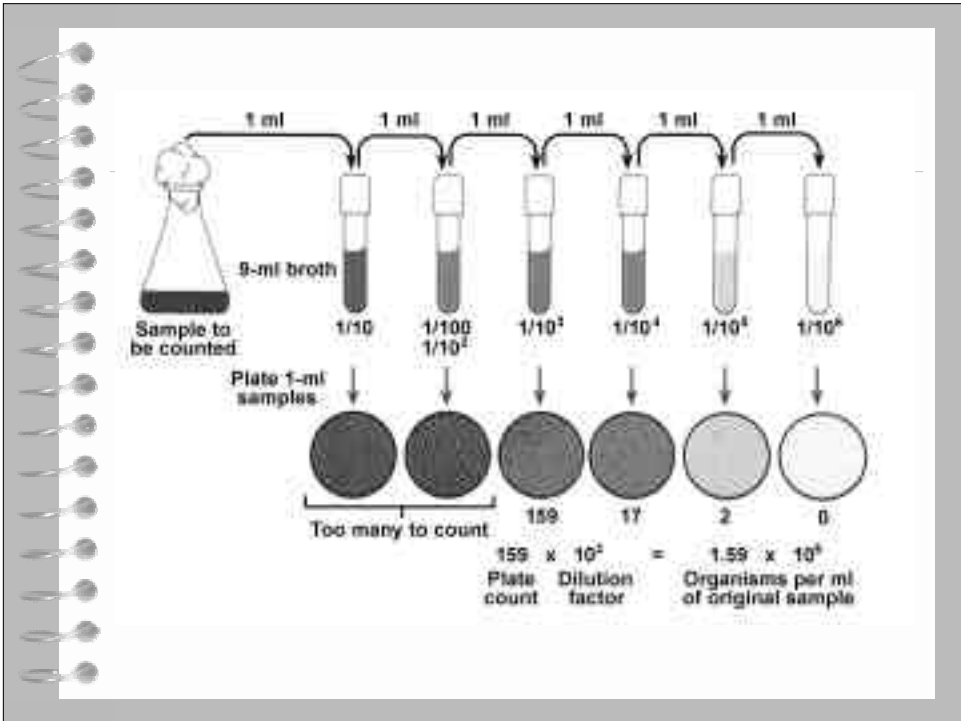
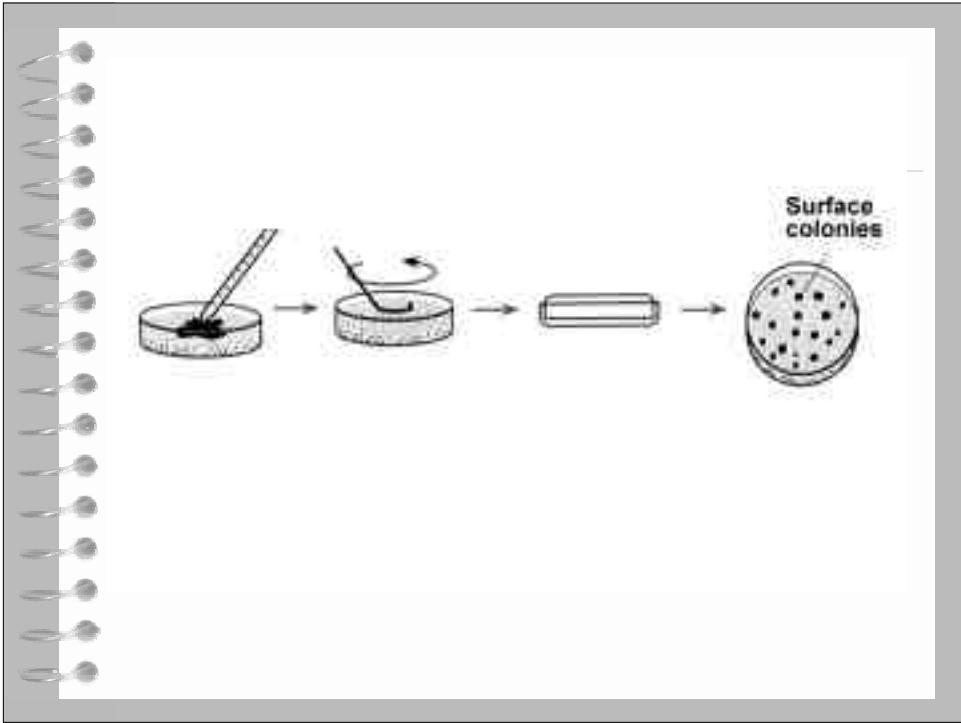
✓ Enumeración

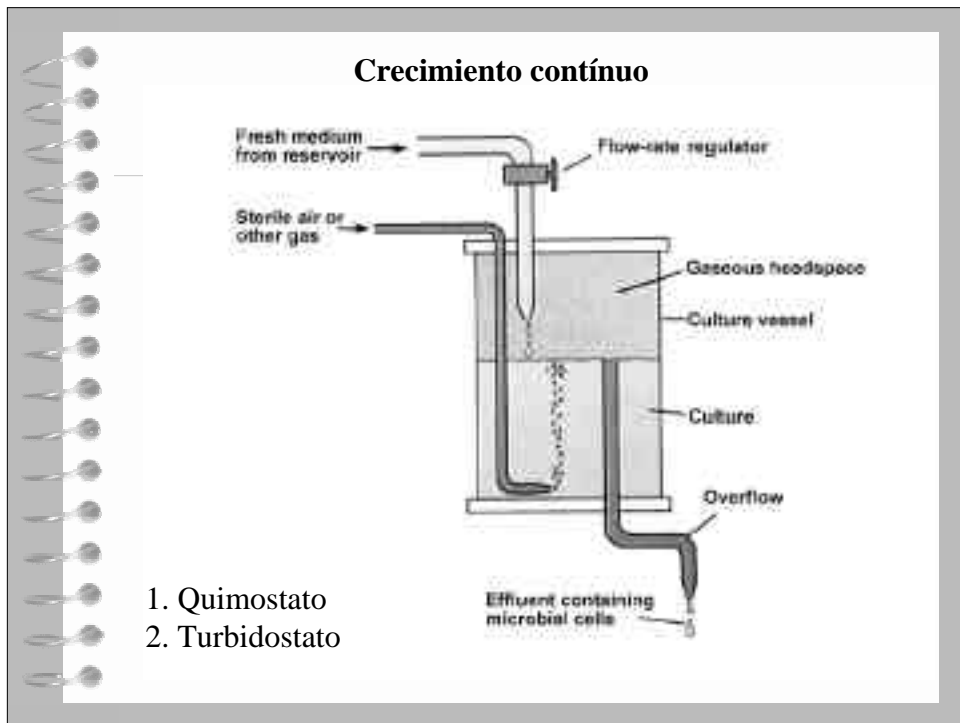
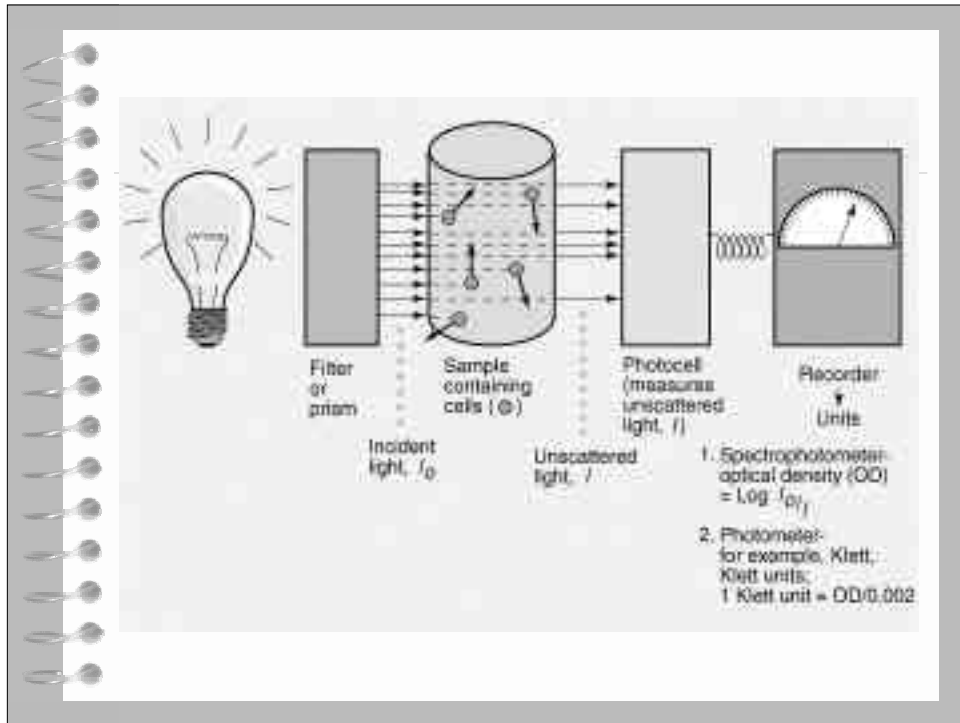
- Directa
 - Conteo directo
- Indirecta
 - Cultivo (Unidades formadoras de colonias)

✓ Biomasa

- Peso seco
- Turbidez
- Constituyentes celulares (DNA, clorofila, proteínas, etc.)







Crecimiento

Balanceado vs. Desbalanceado

Influencia de factores ambientales

- ✓ Solutos & actividad de agua
- ✓ Temperatura
- ✓ Oxígeno
- ✓ Presión
- ✓ Radiación

Solutos & actividad de AGUA

- **Parámetros**

- libre o asociada (absorbida, iones, temp.)
- actividad de agua (a_w), humedad relativa, potencial de agua
 - » Medios hipotónicos [diluídos, pared celular]
 - » Medios hipertónicos [conc., osmoprotectores]

...agua

- **Vida 0.6 - 0.98 a_w**

- Organismos no son eficientes en extraer agua de ambientes a un $a_w < 0.6$
- Fungi > halofílicas > bacterias, algas
- Resistencia a desecación (esporas, quistes, otras formas resistentes)
- Supervivencia (tipo de suelos, velocidad de desecación, etc.)

• Salinidad

- ambientes acuáticos (0.05% sales)
- marinos (3.5% sales)
- hipersalinos (25-30% sales)
 - » Dunaliella (alga flagelada)
 - » Artemia salina (camarón)
 - » Arqueas
 - » **halotolerantes**, 2-5% sal
 - » **halofílicos moderados**, 5-20%
 - » **halofílicos extremos**, 20-30%, *Halobacterium*

...Solutos & actividad de AGUA

Table 4.5 Approximate Lower Salinity Limits for Microbial Growth

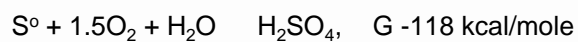
Water Activity	Environment	Protein	Fungi	Algae
1.00 (Pure water)	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.99	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.98	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.97	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.96	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.95	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.94	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.93	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.92	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.91	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.90	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.89	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.88	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.87	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.86	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.85	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.84	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.83	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.82	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.81	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.80	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.79	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.78	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.77	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.76	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.75	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.74	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.73	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.72	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.71	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.70	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.69	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.68	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.67	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.66	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.65	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.64	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.63	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.62	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.61	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.60	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.59	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.58	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.57	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.56	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.55	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.54	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.53	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.52	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.51	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		
0.50	Most freshwater organisms	Most eukaryotes		

pH

- Concentración de protones $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
 - La mayoría de los organismos prefieren pH neutrales o ligeramente alcalinos [sistemas de transporte, membranas, enzimas, DNA y otros constituyentes trabajan establemente]
- Ambientes
 - **Acidos** ($\text{pH} < 5.5$)
 - » lagos volcánicos
 - » drenaje de zonas mineras
 - » suelos de bosques de pinos
 - » contenido gástrico

...pH

Origen microbiano:



- » *Thiobacillus*, mesofílico
- » *Sulfolobus*, termofílico
- » Oxidadores de azufre (quimiolitotrofos)

- » Fermentaciones ácidos orgánicos

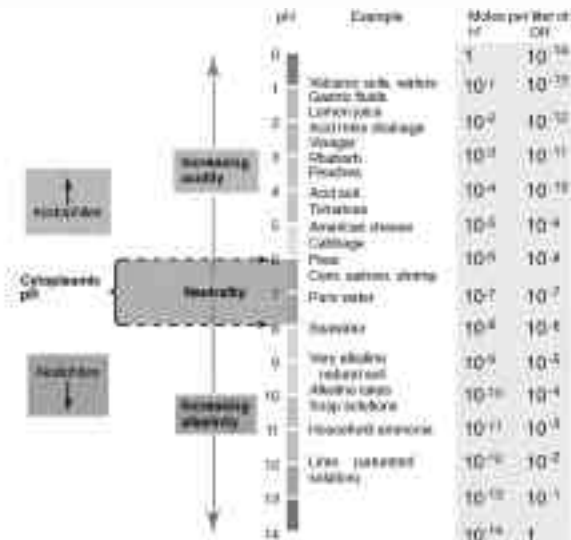
...pH

– **Alkalinos** (pH > 8.5)

» Lagos y desiertos

1. Presencia de condiciones geológicas que favorezcan la formación de drenajes alcalinos (e.d., alto contenido de carbonato de calcio)
 2. Topografía con restricciones de efluentes (embalces cerrados)
 3. Condiciones climáticas que conducen a concentración por evaporación
- (Problemas para la formación de gradientes de protones y potencial de membrana)

Bacillus sps.



...pH

– Microorganismos

» **Acidofílicos** (pH óptimo 1.0 - 5.5)

» **Neutrofílico** (pH óptimo 5.5 - 8.5)

» **Alkilofílico** (pH óptimo 8.5 - 11.0)

Resumen

✓ Sufijo: fílico (amante de, requiere de...)

moderado, extremo, tolerante

✓ Prefijo:

- Hiper
- Halo (sal)
- Neutro, ácido, alquilo (pH)
- Termo (T)

Temperatura

- Ambientes

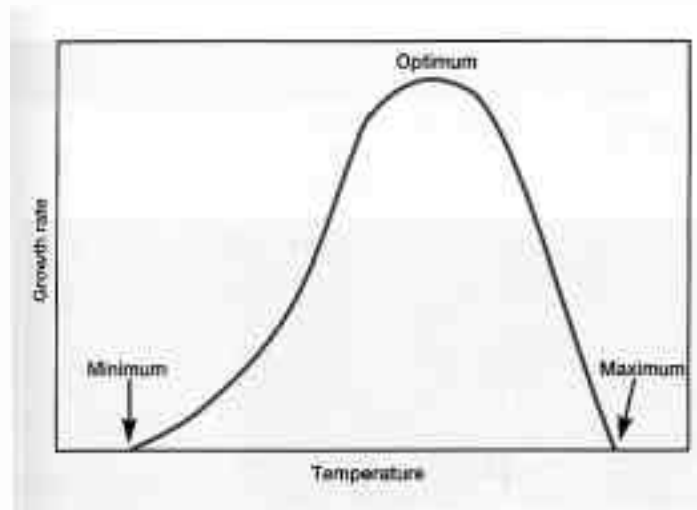
- Bajas temperaturas [>90% océanos temp. 5°C]
- 'Temperatura ambiente o corporal' [20-45°C]
- Altas temperaturas [Regiones volcánicas & geotermales, ambientes de autocalentamiento (compostas), aguas industriales de sistemas de enfriamiento]

...temperatura

Afectan los microorganismos que son poikilotérmicos

- Funcionamiento y crecimiento:
 - » actividad enzimática
 - » fluidez de la membrana
 - » estabilidad del material genético
 - » organelos y otras estructuras intracelulares, e.d., ribosomas

Temperaturas Cardinales



...temperatura

psicrofílicos, temp óptimas 15 °C (Eucariotas < -18°C)

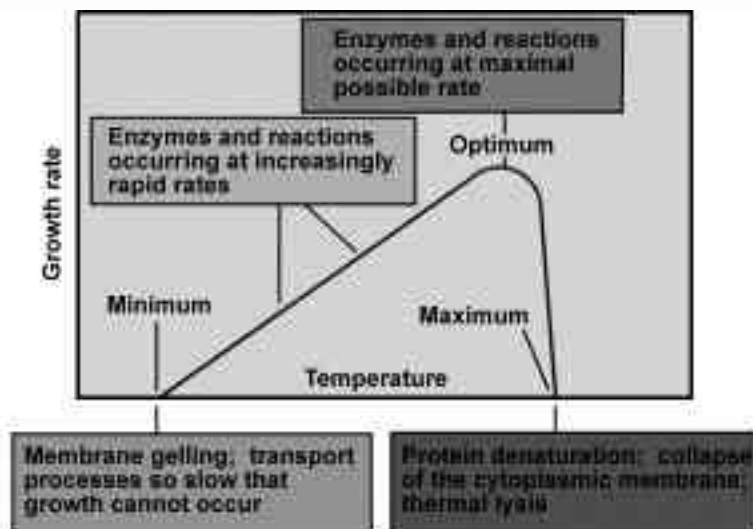
mesofílicos, 20 - 45°C

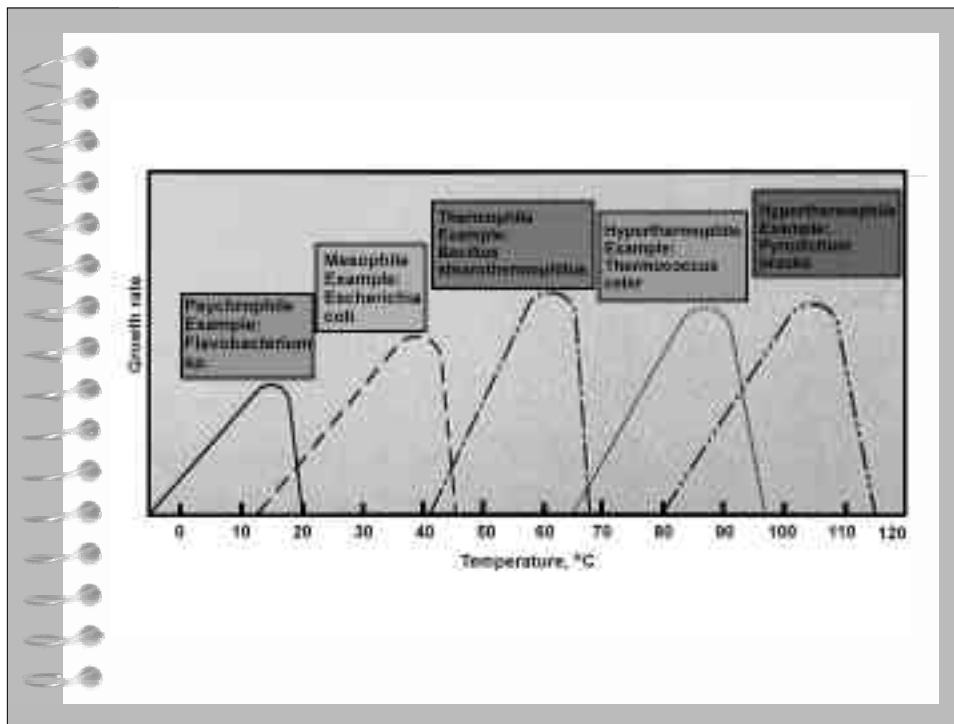
psicrotrofos, óptimos de 20-30°C, 35°C máx., 0°C mín.
(psicrofílicos facultativos, imp. industria de alimentos)

...temperatura

termofílicos, óptimas 55°C

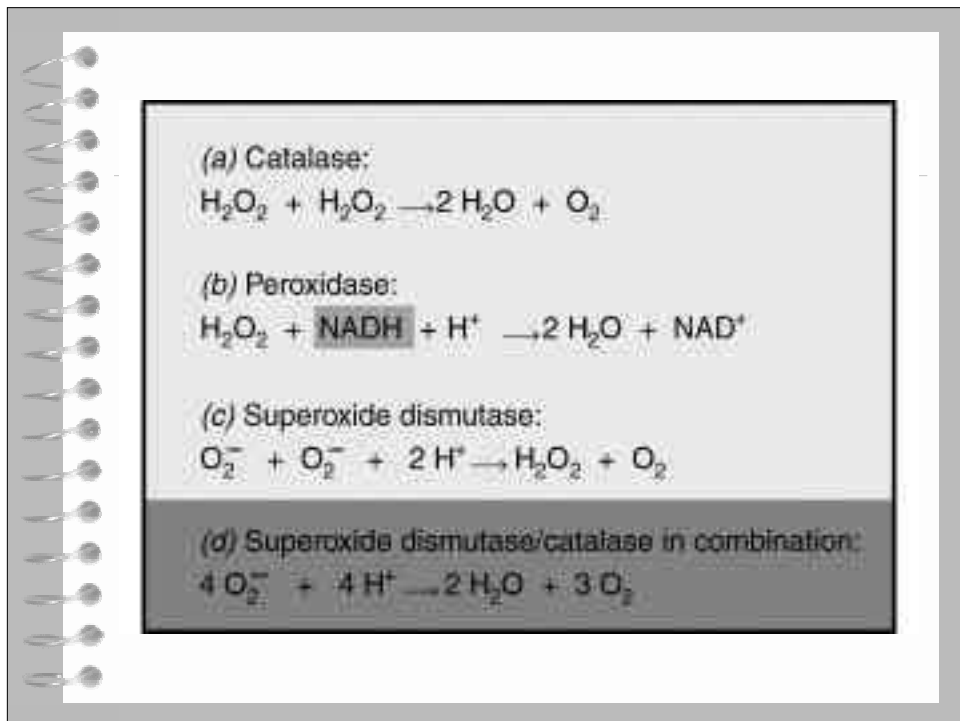
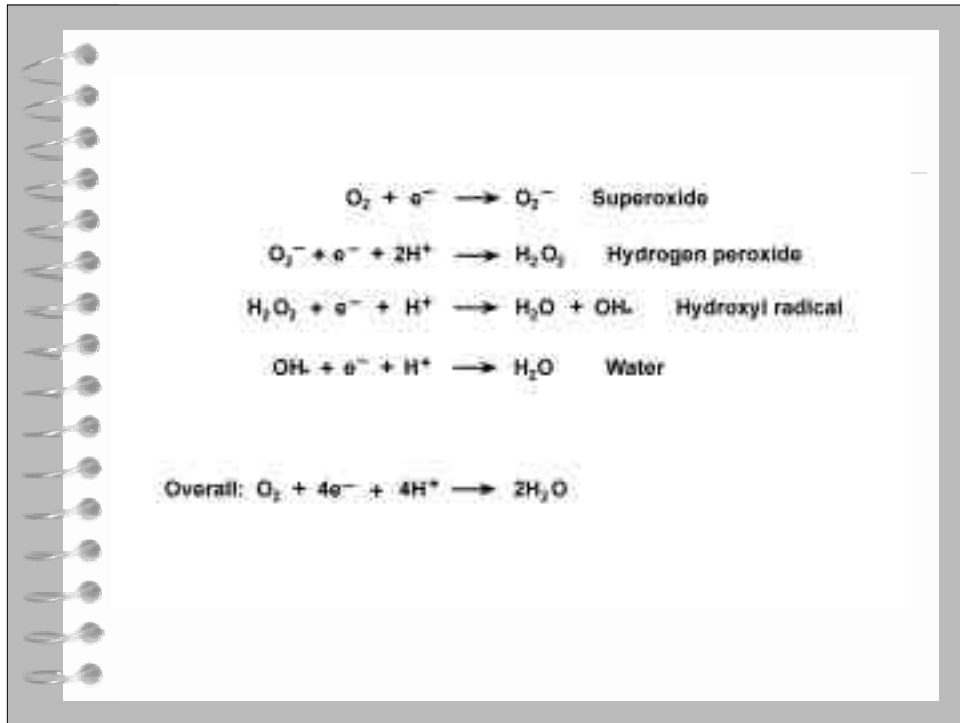
- >60°C restringido a Prokariotas, Archaeabacterias
- récord a 250°C bajo presión (a 1,800-3,700 m agua es líquida a 460°C)
- ¡40 min - 1 hr tiempo de generación!
 - » termotolerantes
 - » moderados
 - » hipertermofílicos (extremos)
- tipos metabólicos variados; e.d., nitrificadores, oxidadores de hierro, oxidadores de azufre, metanogénicas

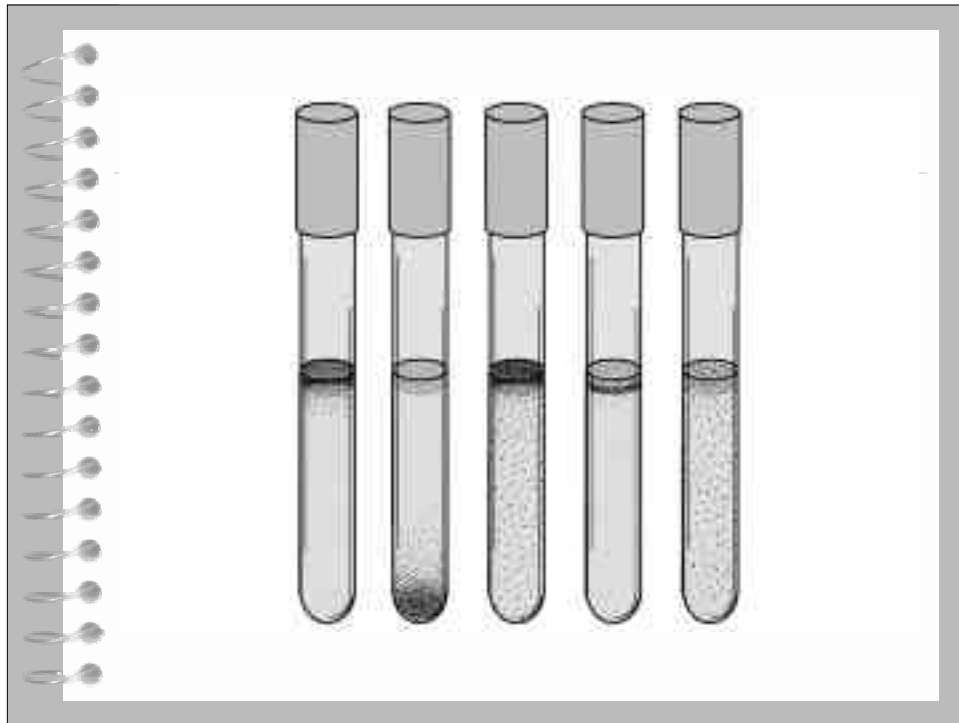




Oxígeno

- Aceptador de electrones de alta eficiencia energética
- Puede ser tóxico a procesos biológicos [e.d., fijación de nitrógeno, metanogenesis]
- Toxicidad puede aumentar en la presencia de luz [formación de aniones radicales, superóxidos; peróxido; radicales de hidroxyl; altamente reactivos, son utilizados por macrófagos para degradación]





...oxígeno

✓ Microorganismos:

• **aeróbicos**

- respiración aeróbica
- tienen enzimas para degradar formas tóxicas de oxígeno

• **anaeróbicos**

- respiración anaeróbica
- fermentaciones
- *Clostridium, Bacteroides, Methanococcus*

...oxígeno

- **anaerobios facultativos**

- crecen mejor en la presencia de oxígeno (respiración aeróbica)
- también pueden fermentar o respirar anaeróbicamente
- tienen enzimas para degradar formas tóxicas de oxígeno
- coliformes

- **aerotolerantes**

- ignoran presencia de oxígeno
- *Enterococcus faecalis*

- **microaerofilicos**

- crecen a bajas tenciones de oxígeno (2-10% vs. 20% atmosférico)

Presión

✓Tipos

- atmosférica
- osmótica
- hidrostática

✓Ambientes

- Aguas oceánicas de profundidades > 1,000 m componen aproximadamente el 75% del volumen total
- 600 - 1,100 atm
- Temperaturas 2 -3 °C

...presión

- Microorganismos (rol pared celular)
 - **Barofílicos**, crecen bajo altas presiones hidrostáticas
 - **Barotolerantes**, aumento en presión afectan adversamente pero sobreviven
 - **No barotolerantes**, presión destruye la células

Radiación

- Espectro electromagnético
- Intensidad & tiempo de exposición (dosis)
- Gamma, Rayos X & UV son dañinos (alta energía) a procesos biológicos
- Fotooxidación (luz + O₂ oxidante fuerte)

...radiación

– mutágeno

- » se afecta la estructura de ácidos nucleicos
- » afecta procesos de la membrana y su estructura
- » afecta aparatos fotosintéticos

– estrategias

- » fotoreactivación
- » pigmentos protectores; e.d., carotenoides
- » fototaxis