

## ADAPTACIONES A CONDICIONES AMBIENTALES (Capítulo 8)

### ✓ LEY MINIMA DE LIEBIG

*La biomasa total de cualquier organismo será determinada por el nutriente que se encuentre en la menor concentración en relación a los requisitos del organismo.*

### ✓ LEY DE TOLERANCIA DE SHELFORD

*La distribución y abundancia de organismos en un ambiente está determinada por los nutrientes, pero también por factores físico-químicos.*

## DETERMINANTES AMBIENTALES

Ambientes extremos vs. condiciones normales:  
condiciones normales: condiciones que se desvían de lo 'normal' [pH neutral, Temp ambiente o corporal, abundancia de nutrientes, etc.].

### ✓ Como regla general:

- **Diversidad de especies disminuye con aumento en adversidad ambiental.**
- **Estos organismos que toleran y crecen en estas condiciones extremas están obligados adaptativamente a esas condiciones particulares.**

## Como regla general:

---

- **Material genético, sistemas membranales y/o enzimáticos requieren esas condiciones específicas para su función normal.**
- **Obligados vs. facultativos**
- **Nomenclatura Euri (“eury”) vs. esteno (“steno”); filico vs. tolerante**
- **“Starvation strategies” & “Longevity in Adversity”**

## Determinantes ecológicos

---

- **temperaturas**
- **radiación**
- **presión**
- **salinidad y actividad de agua**
- **pH**
- **potencial REDOX**
- **magnetismo**
- **oxígeno**
- **nutrientes**

# 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 polkilotérmicos**

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

## ...temperatura

---

**sicrofílicos**, temp óptimas  $\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Eucariotas  $< -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

**mesofílicos**, 20 - 45°C

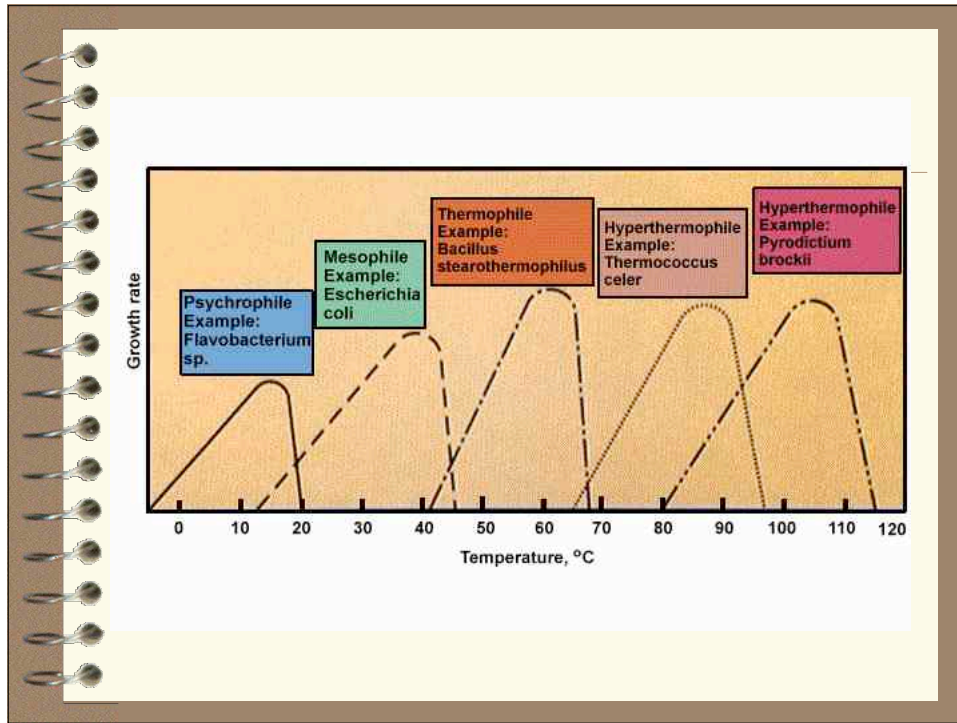
**sicrotrofos**, óptimos de 20-30°C, 35°C máx., 0°C mín.  
(sicrofílicos facultativos, imp. industria de alimentos)

## ...temperatura

---

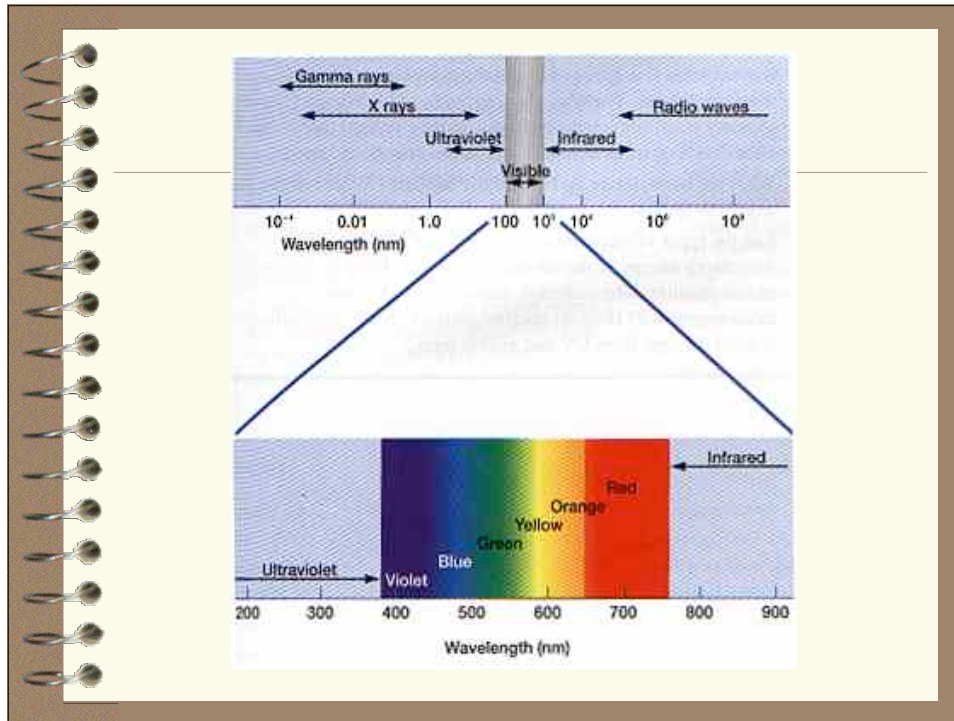
**termofílicos**, óptimas  $\geq 55\text{ }^{\circ}\text{C}$

- $>60\text{ }^{\circ}\text{C}$  restringido a Prokariotas, Arqueas
- 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



## Radiación

- ✓ Espectro electromagnético
- ✓ Intensidad & tiempo de exposición (dosis)
- ✓ Gamma, Rayos X & UV son dañinos (alta energía) a procesos biológicos
- ✓ Fotooxidación ( $\text{luz} + \text{O}_2 \rightarrow \text{oxidante fuerte}$ )



## ...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

# 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

## 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

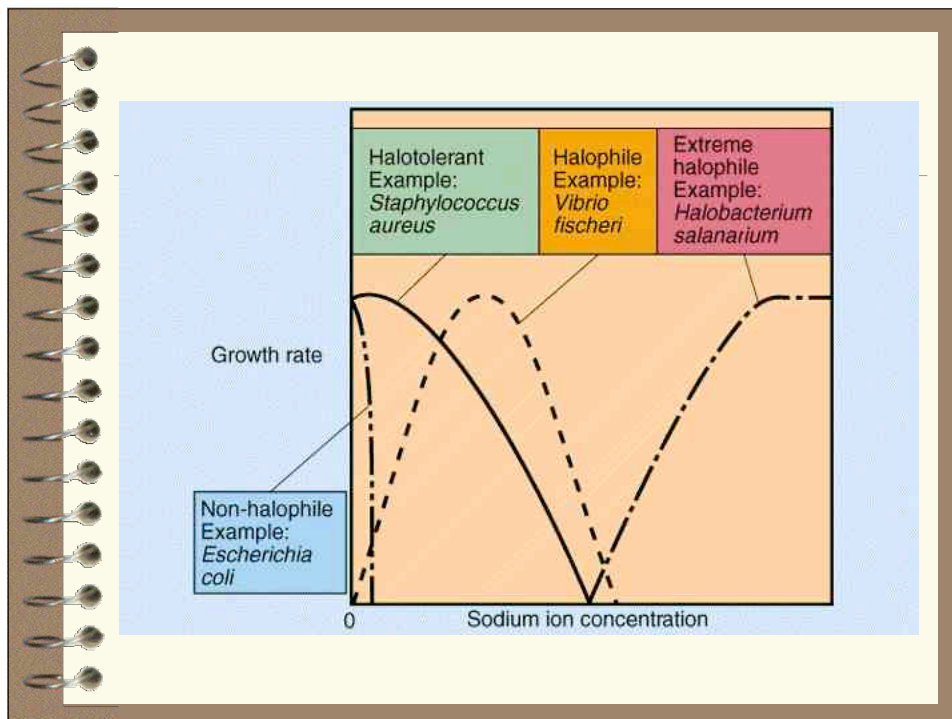
---

### ✓ 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)
- Sobrevivencia (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*



## pH

✓ Concentración de protones  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

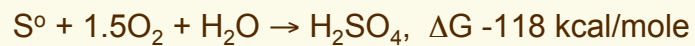
- La mayoría de los organismos prefieren pH neutrales o ligeramente alcalinos [sistemas de transporte, membranas, enzimas, DNA y otros constituyentes trabajan establemente]

✓ 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.

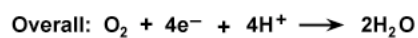
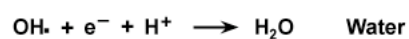
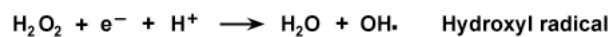
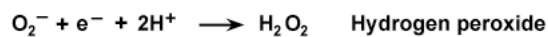
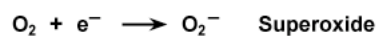
...pH

**Microorganismos**

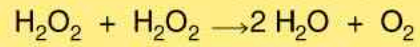
- **Acidofílicos** (pH óptimo 1.0 - 5.5)
- **Neutrofílico** (pH óptimo 5.5 - 8.5)
- **Alkilofílico** (pH óptimo 8.5 - 11.0)

## Oxígeno

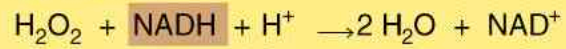
- ✓ Aceptor de electrones de alta eficiencia energética
- ✓ Puede ser tóxico a procesos biológicos [e.d., fijación de nitrógeno, metanogenesis]
- ✓ Toxicidad puede aumentar en la presencia de luz [formación de aniones radicales, superóxidos; peróxido; radicales de hidroxyl; altamente reactivos, son utilizados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



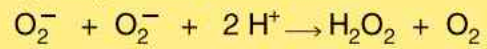
(a) Catalase:



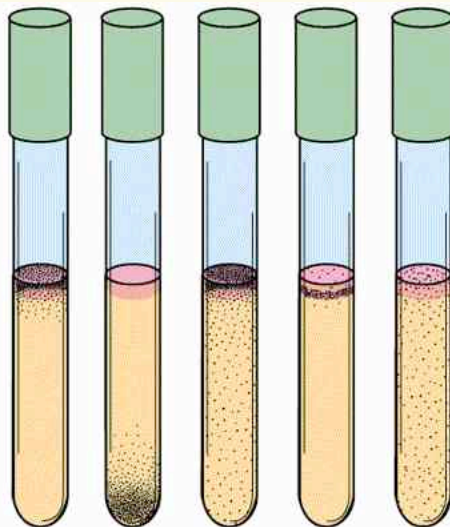
(b) Peroxidase:



(c) Superoxide dismutase:



(d) Superoxide dismutase/catalase in combination:



## Ambientes Oligotróficos

---

### ✓ Nutrientes

- materia orgánica refractoria (<15 mg por litro)

### ✓ Ambientes

- Atmósfera
- Litosfera (suelos)
- Hidrosfera
  - sistemas acuáticos: lagos, ríos, estuarios, etc.
  - océanos

## Estrategias fisiológicas y morfológicas

---

- ✓ sobrevivencia a través del uso mas eficiente de los recursos disponibles
- ✓ metabolismo endógeno [producción de progenie en estados latentes o baja actividad metabólica]
- ✓ miniaturización
- ✓ acumulación de polímeros [PHB y otros gránulos de inclusión]

### ...estrategias fisiológicas y morfológicas

---

- ✓ adhesión y crecimiento sobre superficies  
[naturaleza física de interfaces sólido-líquidas  
tienden a acumular nutrientes e iones]
- ✓ mecanismos activos de transporte [contra  
gradientes químicos, sistemas alta afinidad]
- ✓ enzimas metabólicas
- ✓ respuestas tácticas [quimiotaxis]
- ✓ ciclos de vida y tipos de expresión-  
diferenciación
  - *Caulobacter*
  - Esporulación