**Francisco Javier Bayo Bernal**
Calidad de Aguas
Grado en Ingeniería Civil
Universidad Politécnica de Cartagena

# TEMA 1.
# ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PERTURBACIÓN Y CONTAMINACIÓN

1. Niveles de organización
2. El entorno del agua dulce
3. Necesidades nutritivas
4. Sistemas ecológicos y contaminación

**Componentes**

# 1. Niveles de organización

## INDIVIDUO

Funciones fisiológicas – Responden a condiciones ambientales – Pertenecen a una especie – Individuos capaces de reproducirse unos con otros para producir crías fértiles

## POBLACIÓN

Individuos de la misma especie en una zona concreta al mismo tiempo – Poblaciones genéticamente diferentes (tamaño, crecimiento, muerte, …)

## COMUNIDAD

## HÁBITAT

Poblaciones de diferentes especies interactuando – Constitución de redes tróficas

## NICHO

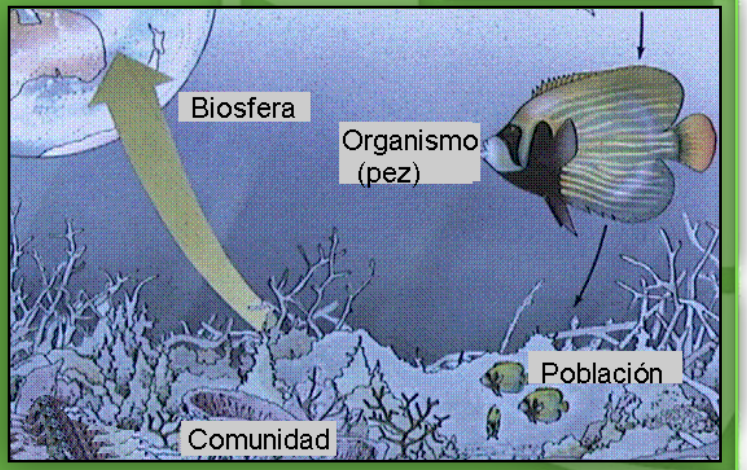



IMAGEN TOMADA DE: http://ejercicios250.blogspot.com/2007_06_01_archive.html. 02/02/2012

**Componentes**

# 1. Niveles de organización

## ECOSISTEMA

Componentes bióticos y abióticos – Ciclo de nutrientes – Flujo de energía – Nivel de organización en modelos de calidad de aguas

## BIOMA

Clements (1916) Incluye varias comunidades y estados de desarrollo

## BIOSFERA

Máximo nivel organizativo

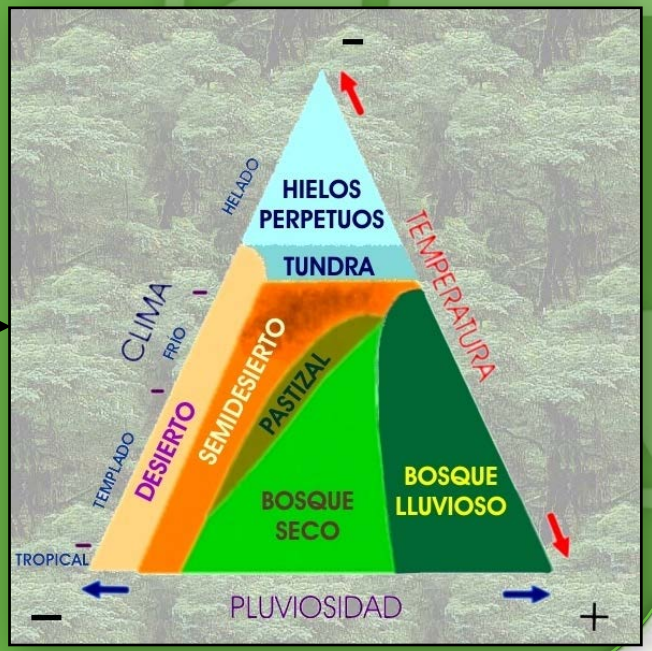



IMAGEN TOMADA DE:
http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja16.html.
05/05/2011

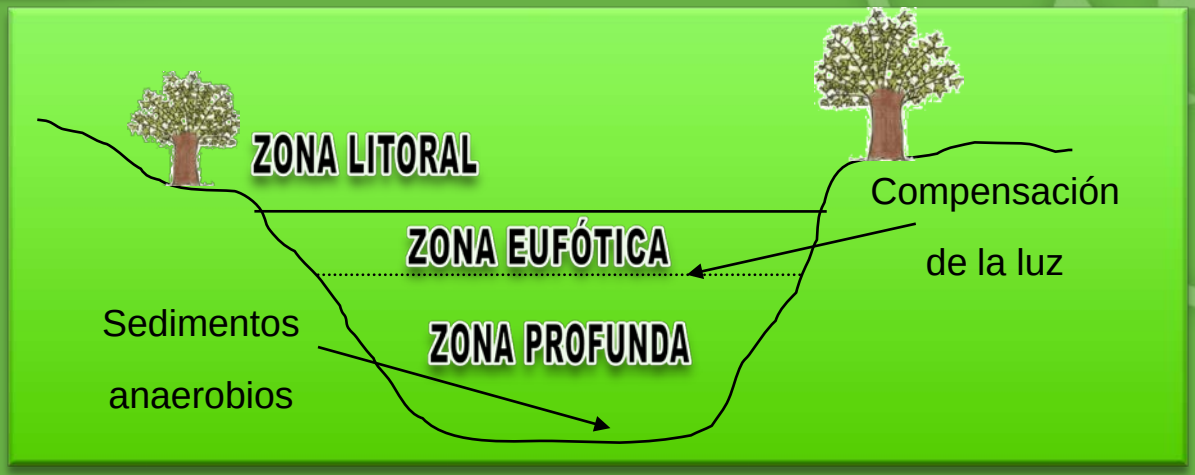
**Parámetros**

# 2. El entorno del agua dulce

OXÍGENO → 30 x menos abundante que en aire – Saturación 9 mg/L – Niveles < 3 mg/L estresante – ↑Tª » ↓[$O_2$] – ↑Turbulencia » ↑[$O_2$]

CORRIENTE → Afecta al tipo de sustrato, naturaleza erosiva del cauce y niveles de oxígeno – ↑Velocidad » Separa organismos y puede causar daños físicos

LUZ Y ZONIFICACIÓN EN LAGOS



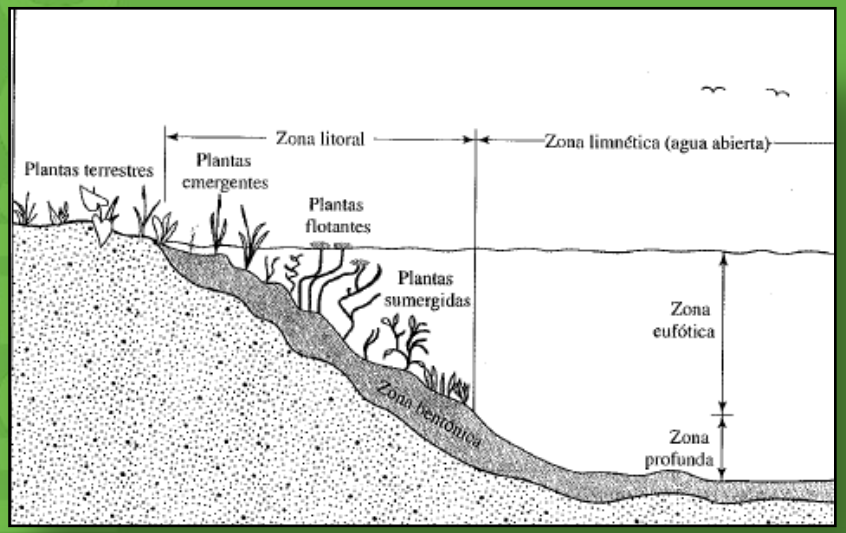
# 2. El entorno del agua dulce

## LAGO OLIGOTRÓFICO

IMAGEN TOMADA DE:
http://blogs.periodistadigital.com/vueltaalosorigenes.php/2007/06/02/p96939. 05/05/2011

## LAGO EUTRÓFICO

IMAGEN TOMADA DE:
http://www.jcausape.es/images/Riguel.jpg. 05/05/2011




## ZONAS BIOLÓGICAS EN UN LAGO DE CLIMA TEMPLADO

IMAGEN TOMADA DE:
Davis & Masten (2004). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. Mc Graw-Hill: México.

# 2. El entorno del agua dulce

Algas del género *Microcystis* ➔ Producción de la cianotoxina MICROCISTINA → Problemas sanitarios y medioambientales (RD 140/2003)

SOSPECHA DE EUTROFIZACIÓN EN EL AGUA DE CAPTACIÓN

*Microcystis* en el río Umia (Pontevedra)

IMÁGENES TOMADAS DE:
(1) http://www.farodevigo.es/portada-arousa/2010/11/12/presencia-microcystis-comienza-bajar-aguas-umia/490203.html
(2) http://www.lavozdegalicia.es/galicia/2010/09/24/0003_8743798.htm. 02/02/2012

Sustratos

# 3. Necesidades nutritivas

SUSTRATOS

Fuente de carbono

- $CO_2$ **AUTÓTROFOS**
- Materia orgánica **HETERÓTROFOS**

Fuente de energía

- Luz **FOTOTROFOS**
- Reacciones químicas de oxidación **QUIMIOTROFOS**

Según el donador de electrones

- EXTERNO: RESPIRACIÓN
  - Compuesto orgánico **ORGANOTROFO** (generalmente heterótrofo)
  - Compuesto inorgánico **LITOTROFO** (generalmente autótrofo)
- INTERNO: FERMENTACIÓN

# 3. Necesidades nutritivas

FOTOAUTÓTROFO →

*Hydrodictyon reticulatum* (1)

QUIMIOAUTÓTROFO →

(2)

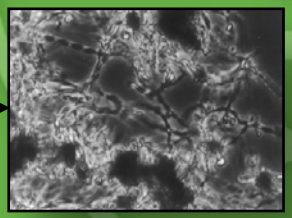
*Nitrosomas* sp.

$NH_4^+ + 3/2O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$

FOTOHETERÓTROFO

*Rhodobacter sphaeroides*

(3)

QUIMIOHETERÓTROFO → 

(4)

*Gallionella ferruginea*

$4Fe(HCO_3)_2 + O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 4H_2CO_3 + 4CO_2$

IMÁGENES TOMADAS DE: (1) http://cnho.wordpress.com/2010/04/23/los-inicios-de-la-vida/; (2) http://aquaflash.blogspot.com/2009/04/35-acuaponia-ecosistemas-sostenibles-y.html; (3) http://www.the-scientist.com/careers/article/display/55638/; (4) Søgaard *et al.* (2001). Conditions for biological precipitation of iron by *Gallionella ferruginea* in a slightly polluted ground water. Applied Geochemistry 16: 1129-1137

# 3. Necesidades nutritivas

## METABOLISMO AEROBIO

$O_2$ como aceptor final de electrones:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

## AGUA RESIDUAL

$C_{10}H_{19}O_3N$

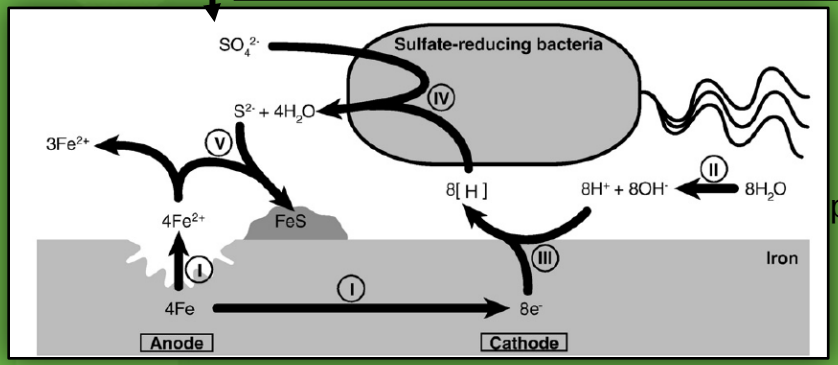
## METABOLISMO ANAEROBIO

Compuesto inorgánico como aceptor final de electrones:

NITRATO: $NO_3^- + 2e^- + 2H^+ \rightarrow NO_2^- + H_2O$

SULFATO: $SO_4^= + 8e^- + 8H^+ \rightarrow S^= + 4H_2O$

DIÓXIDO DE CARBONO: $4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$




*Corrosión anaeróbica del hierro por bacterias sulfato-reductoras*

① Disolución del hierro ② Disociación del agua ③ Reducción protónica ④ Reducción bacteriana del $SO_4^=$ ⑤ Precipitación del $S^=$

IMAGEN TOMADA DE: Mori *et al.* (2010). Iron corrosion activity of anaerobic hydrogen-consuming microorganisms isolated from oil facilities. Journal of Bioscience and Bioengineering 110: 426-430.

# 4. Sistemas ecológicos y contaminación

## ECOTOXICOLOGÍA ACUÁTICA

Movimiento de contaminantes y componentes tóxicos a través del medio acuático – Producción de daños – Relación dosis/efecto

## XENOBIÓTICO

Compuesto poco frecuente o inexistente en la naturaleza

## BIOACUMULACIÓN o BIOCONCENTRACIÓN

Absorción y almacén ***a nivel celular*** de contaminantes en organismos acuáticos – Concentraciones más elevadas que en el agua

Table 1
Structure of marine food chains as measured by the caesium/potassium ratio, Cs/K (from Isaacs, 1975)

| Organism | Salton sea | Gulf of California |
|---|---|---|
| Water | 3.5 ± 0.1 | 0.82 ± 0.05 |
| Pooled invertebrates | 3.8 ± 8.5 | |
| Mullet (*Mugil cephalus*) | 9.0 ± 1.1 | 15.2 ± 1.9 |
| Sargo-Croaker (*Urbina roncador*) | 26.0 ± 2.7 | 13.2 ± 1.0 |
| Corvina (*Cynoscion parvipinnus*) | 57.7 ± 7.7 | 10.4 ± 0.8 |

## BIOMAGNIFICACIÓN

Xenobiótico a través de la cadena trófica – ↑ ***a nivel de ecosistema***

$$FB = \frac{\text{Concentración depredador}}{\text{Concentración presa}} > 1$$

IMAGEN TOMADA DE:
Gray (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. Marine Pollution Bulletin 45: 46-52.

# 4. Sistemas ecológicos y contaminación

## EFECTOS SOBRE SERES ACUÁTICOS

*Efecto **LETAL*** → Muerte por acción directa sobre el organismo

*Efecto **SUBLETAL*** → Por debajo del nivel que ocasiona muerte directa – Mayor efecto sobre el conjunto de la población

## DOSIS LETAL 50 (DL50)

Dosis del xenobiótico que produce la mortalidad del 50% de la población

## BIODISPONIBILIDAD

Fracción del xenobiótico disponible para su absorción por el organismo acuático

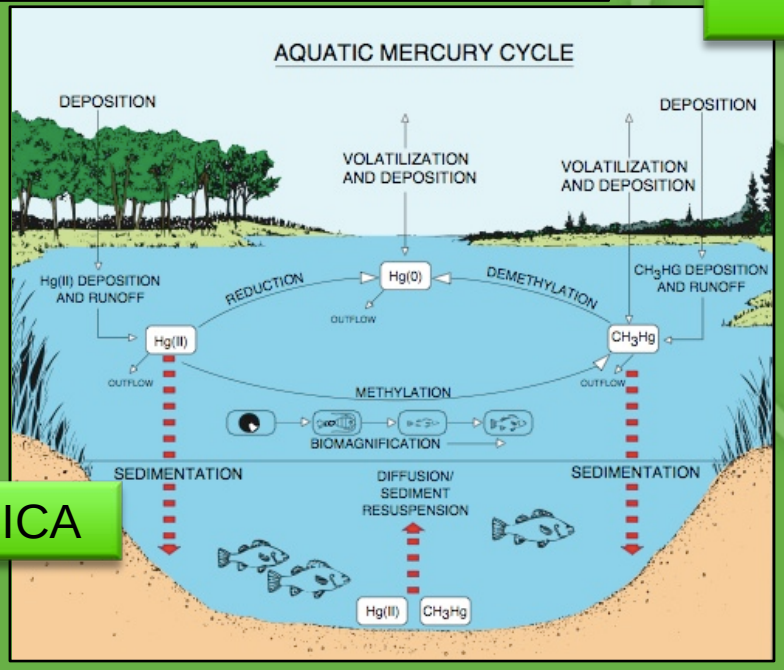



IMAGEN TOMADA DE:
http://wi.water.usgs.gov/pubs/FS-216-95/mercury.pg3.pdf. 05/05/2011

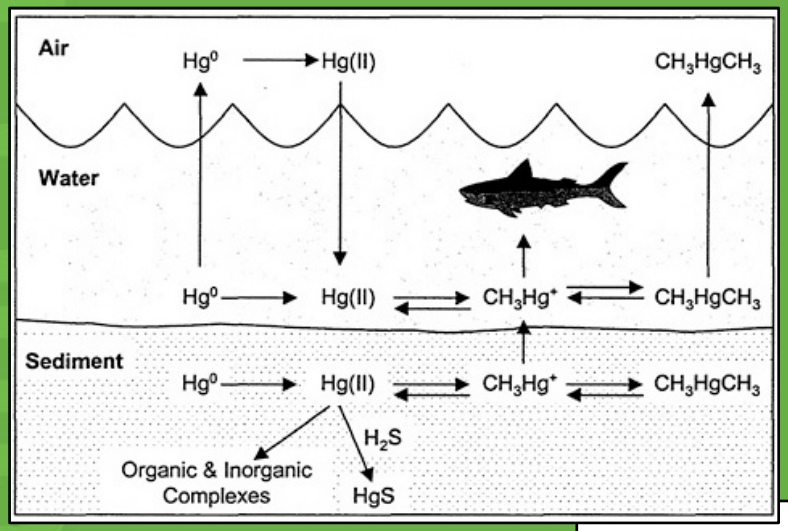
## TOXICIDAD AGUDA Y CRÓNICA

Efectos a corto o largo plazo

# 4. Sistemas ecológicos y contaminación

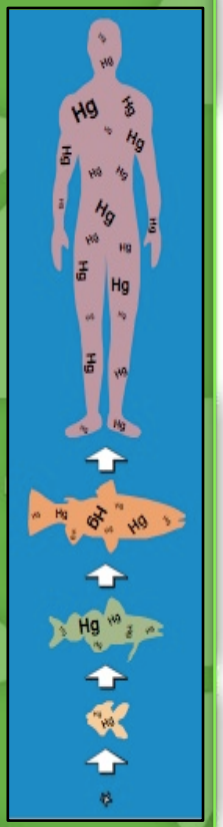
## DESASTRE EN LA BAHÍA DE MINAMATA (JAPÓN)

(1)




(2)

(3)




(4)

(5)

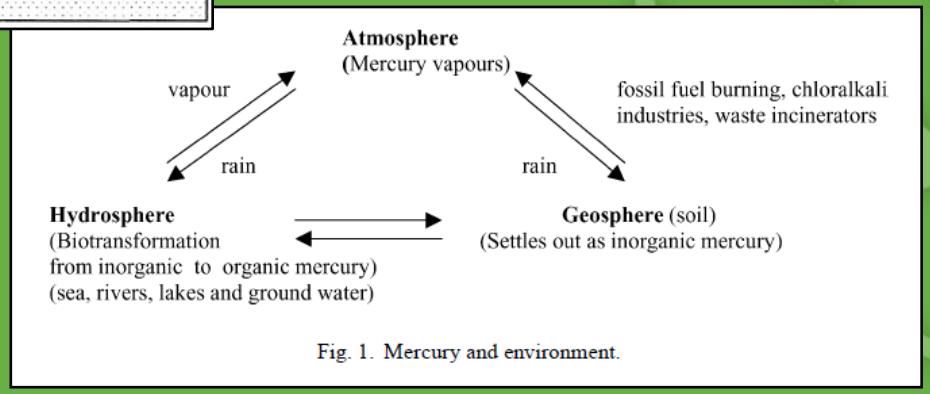



Fig. 1. Mercury and environment.

IMÁGENES TOMADAS DE: (1) (2) (3) http://a-s.clayton.edu; (4) http://soshisha.org/soshisha/gazou/a_child_who_contracted_the_disease_while_in_the_womb.jpg; (5) Zahir *et al.* (2005). Low dose mercury toxicity and human health. Environmental Toxicology and Pharmacology 20: 351-360

# SOME ENGLISH TERMS TO BE FAMILIAR WITH

- ✓ Aceptor de electrones → Electron acceptor
- ✓ Agua residual → Wastewater
- ✓ Autótrofo → Autotroph
- ✓ Biodisponibilidad → Bioavailability
- ✓ Corriente → Stream
- ✓ Ecotoxicología acuática → Aquatic ecotoxicology
- ✓ Eutrofización → Eutrophication
- ✓ Fototrofo → Phototroph
- ✓ Heterótrofo → Heterotroph
- ✓ Metabolismo aerobio → Aerobic metabolism
- ✓ Quimiotrofo → Chemotroph

# One step beyond!

MERCURY POISONING – THE MINAMATA STORY

ECOSYSTEMS

AQUATIC ECOTOXICOLOGY

WASTEWATER MICROBIOLOGY

PROJECT BY THE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS

BIOACCUMULATION & BIOMAGNIFICATION

IMAGEN TOMADA DE: www.gifmania.com.es

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Davis, M.L., Masten, S.J. (2004). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. McGraw-Hill: México.
- Gray, J.S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. *Marine Pollution Bulletin* 45: 46-52.
- Lin, S. (2001). *Water and Wastewater Calculations Manual*. McGraw-Hill: New York.
- Mori, K., Tsurumaru, H., Harayama, S. (2010). Iron corrosion activity of anaerobic hydrogen-consuming microorganisms isolated from oil facilities. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 110: 426-430.
- Søgaard, E.G., Aruna, R., Abraham-Peskir, J., Koch, C.B. (2001). Conditions for biological precipitation of iron by *Gallionella ferruginea* in a slightly polluted ground water. *Applied Geochemistry* 16: 1129-1137.
- Zahir, F., Rizwi, S.J., Haq, S.K., Khan, R.H. (2005). Low dose mercury toxicity and human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 20: 351-360.