

IMPORTANCIA DE BIOFILMS EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

CLAUDIA ETCHEBEHERE

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y GENÓMICA MICROBIANA

IIBCE



Ministerio
de Educación
y Cultura



Esquema de la clase

- Sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Tipos de sistemas
- Reactores aerobios
- Reactores de remoción de Nitrógeno
- Reactores anaerobios

Ciclo del agua



Aguas residuales

Industria	Concentración DBO mg/L
Láctea	500-4000
Mataderos	15000-20000
Vitivinícola	600-2000
Lavadero de lana	2000-5000
Doméstica	200-500
Límite máximo aceptado	Menos de 10; 5 o 3

- Parámetros controlados: pH, OD, DBO5, aceites, grasas, detergentes, amoníaco libre, nitratos, fósforo total, sólidos suspendidos, etc.
- Vertidos líquidos industriales, Decreto 253/79 (reglamenta al Código de Aguas, Ley N° 14.859) el cual es específico para cursos de agua.

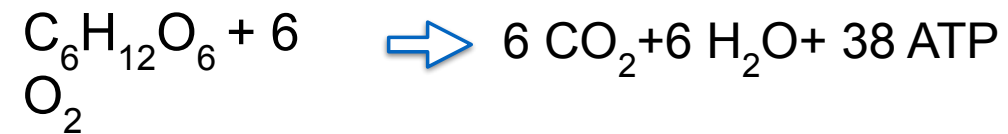
Composición de las aguas residuales

- Carbohidratos
- Proteínas
- Lípidos
- Compuestos recalcitrantes
- Cómo los eliminamos?
 - Degradación biológica aerobia
 - Degradación anaerobia



Sistemas de tratamiento aerobios

- Respiración aerobia

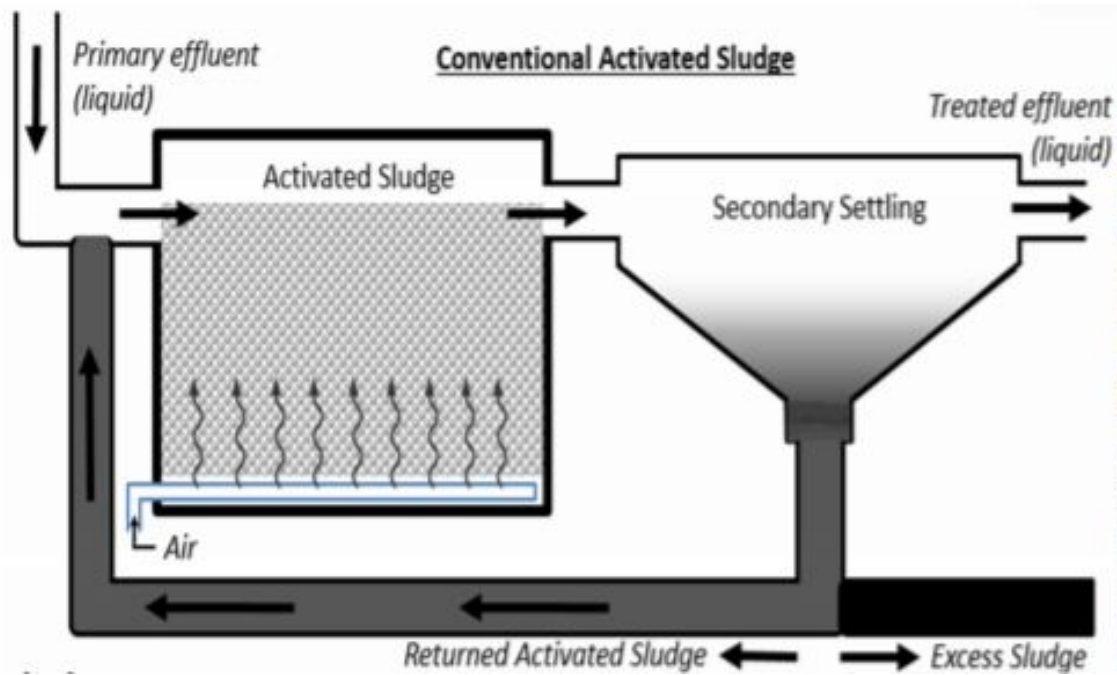


Materia orgánica + O₂ ⇒ CO₂ + H₂O + Crecimiento de biomasa

Se gasta energía y se genera lodos



Sistemas de lodos activados

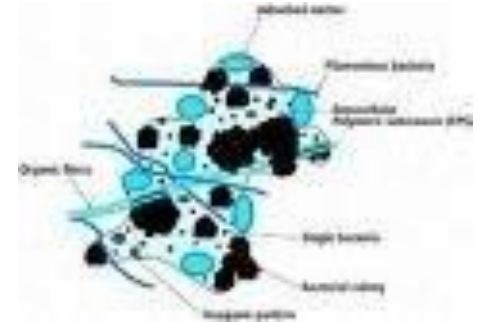


Formación de flóculos

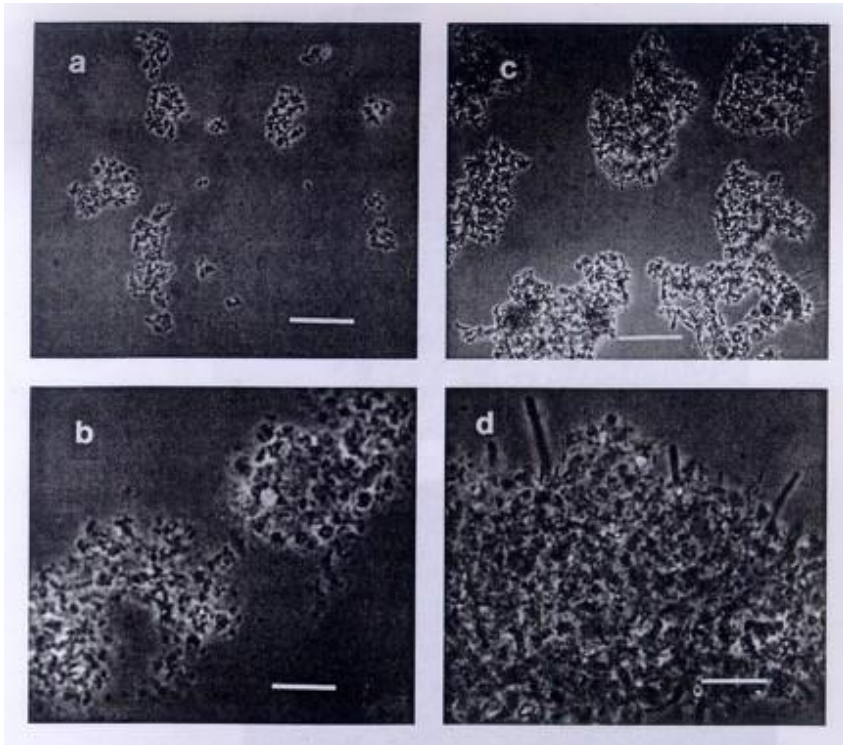
En sistemas de lodos activados los organismos se agrupan formando flóculos

- La formación de flóculos es fundamental para la sedimentación (sedimentador)

Los flóculos se forman por una red de filamentos a la cual se adhieren microorganismos que segregan exopolímeros (bacterias formadoras de flóculos).



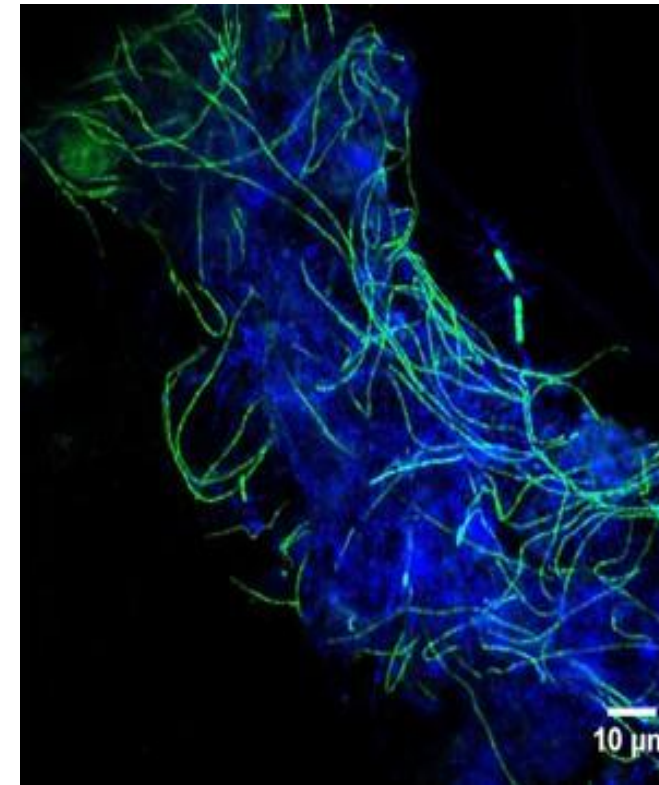
Floculación



- Como las bacterias filamentosas crecen mas lento al principio se forman flóculos pequeños y redondeados (integrados solo por bacterias floculantes)
- Al crecer los filamentos forman la red en la cual se adhieren las bacterias floculantes, estos flóculos tienen una morfología variable y son mas grandes.
- Los filamentos producen la unión de varios flóculos se producen flóculos mas grandes.

Bulking filamentoso

- Es uno de los principales problemas de sistemas de lodos activados
- El sobrecrecimiento de bacterias filamentosas causa flóculos con menor densidad que se flotan.
- El crecimiento desmedido causa un gran aumento de la biomasa del reactor.



Reactores con biomasa adherida

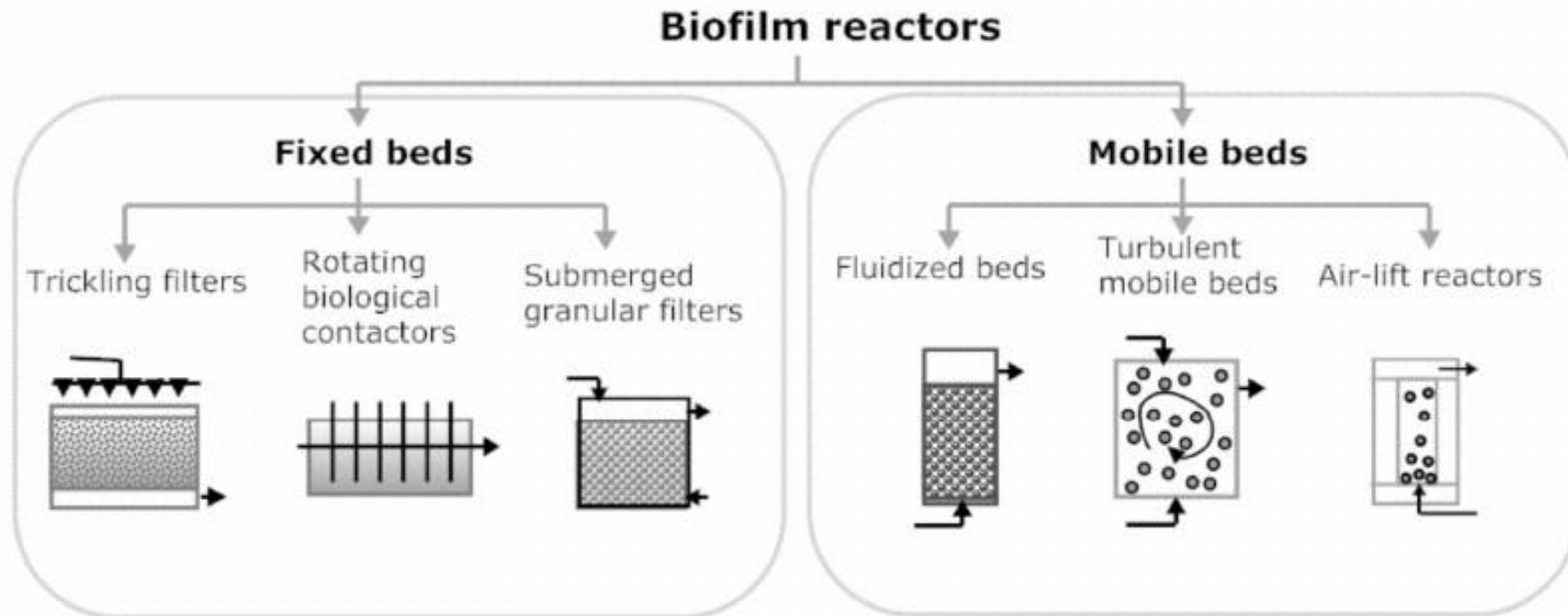
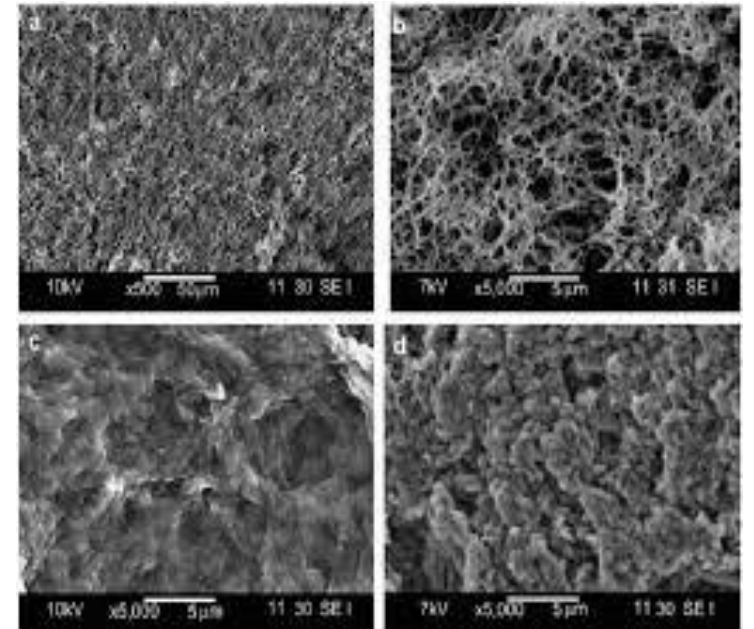


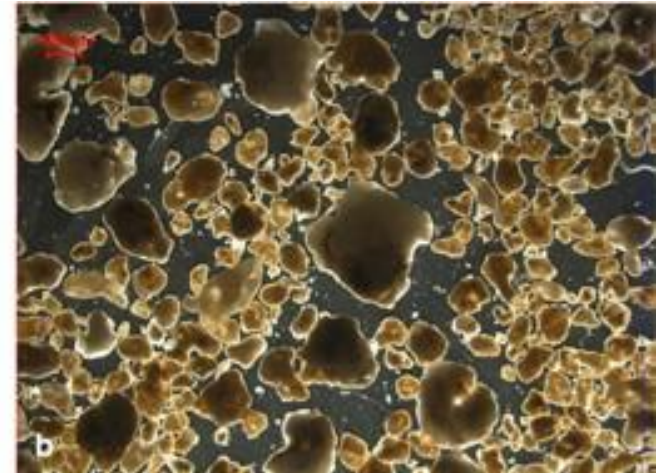
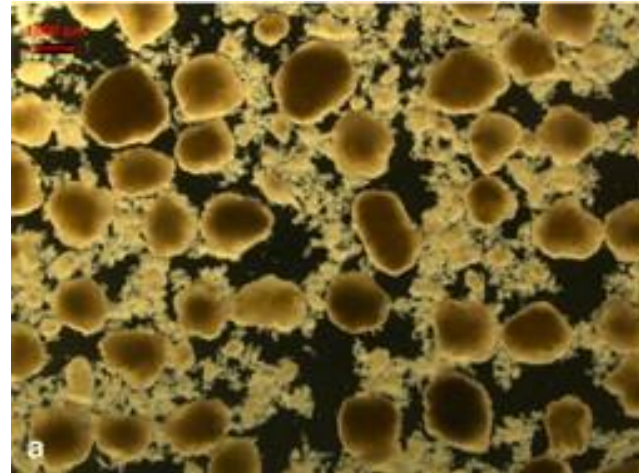
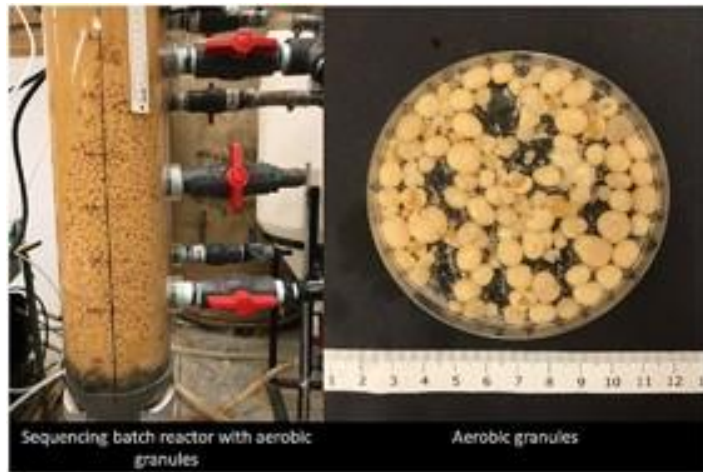
Figure 4. Overview of common configurations for biofilm wastewater treatment

Mayor cantidad de biomasa en el reactor No se necesita sedimentador externo

Reactores de biodiscos



Gránulos aerobios



Formación de biofilms

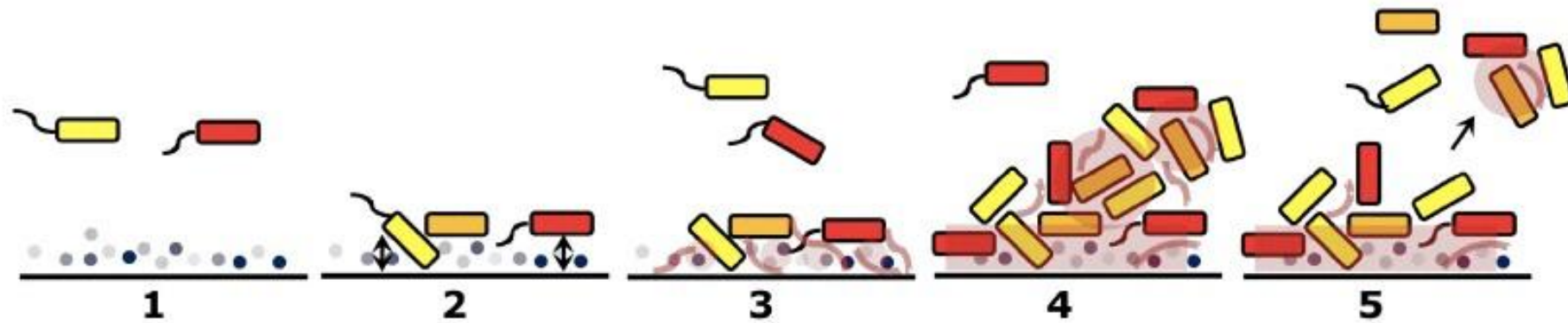
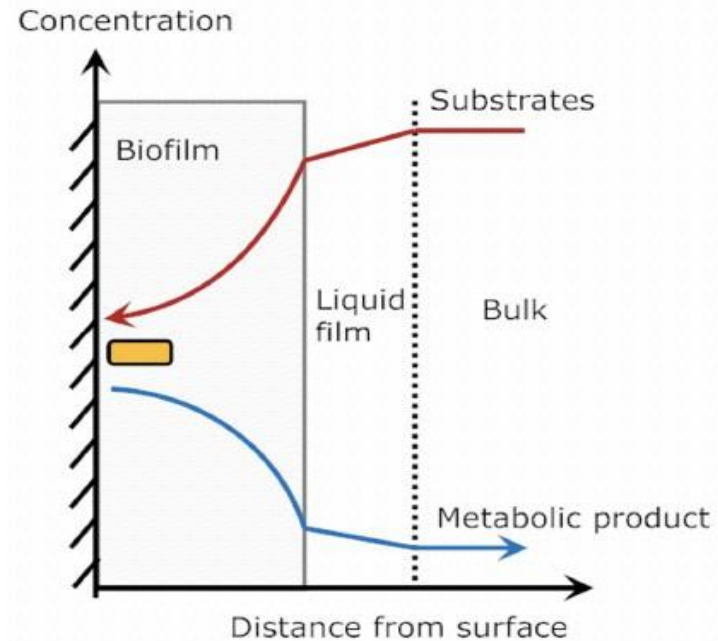


Figure 5. Schematic representation of the steps involved in biofilm formation. 1. Formation of conditioning film on the surface, 2. initial adherence of bacterial cells, 3. irreversible attachment of bacteria, 4. maturation of the biofilm, 5. detachment.

La superficie selecciona el tipo de microorganismo

Limitaciones en el transporte de sustrato



La limitación puede ser utilizada para favorecer un proceso en varias etapas.

Figure 6. The transport limitations in a diffusion controlled biofilm leads to concentration gradients of both substrates and metabolic products within the biofilm, thus affecting the biofilm activity.

Sistemas de remoción de Nitrógeno

Aguas residuales con alto contenido en proteínas (industria lechera, curtiembres, industria cárnica).

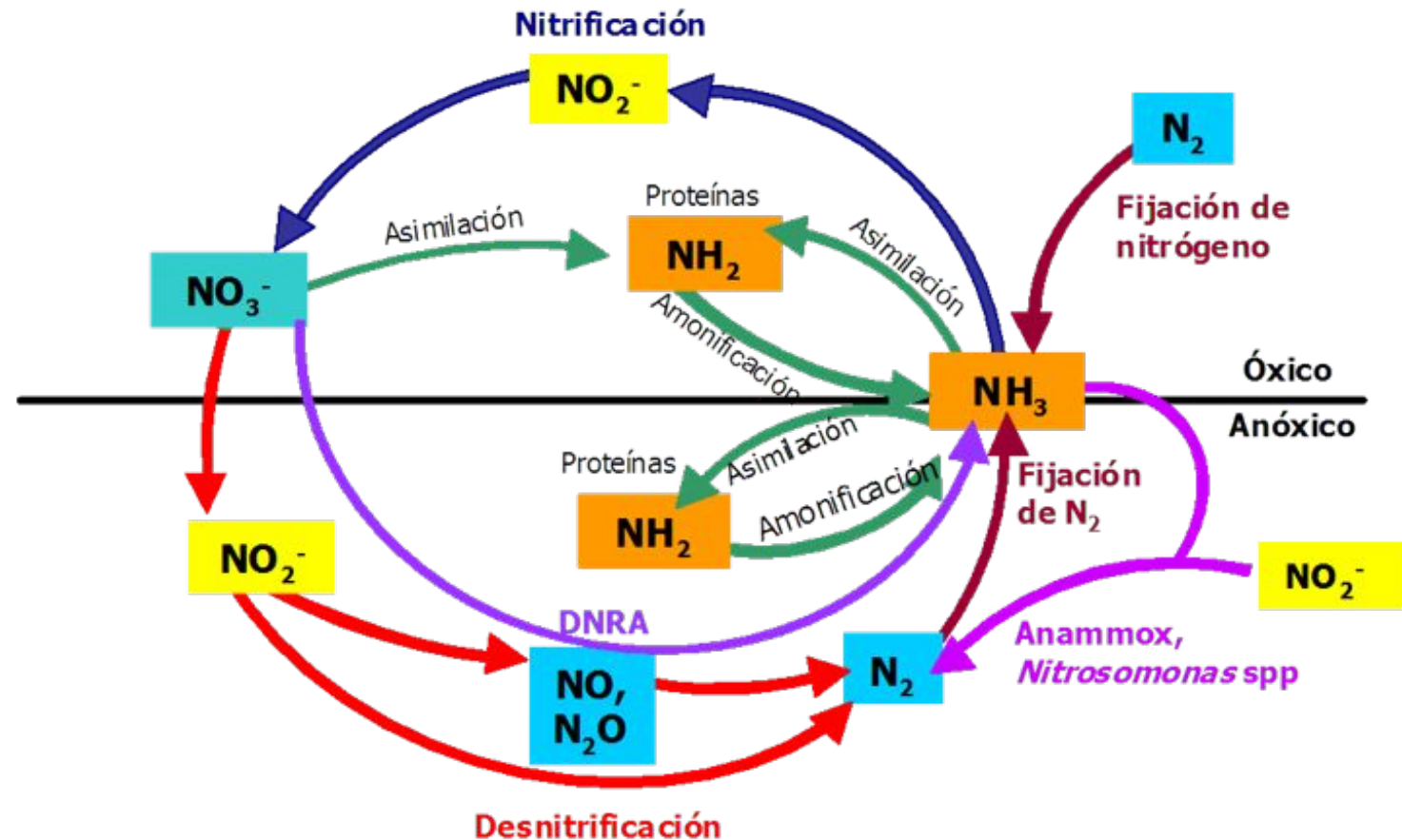
- Al ser tratadas en los sistemas convencionales de tratamiento liberan grandes cantidades de amonio.

Es necesario un post-tratamiento para completar la eliminación de la contaminación y cumplir con las normas de vertido.



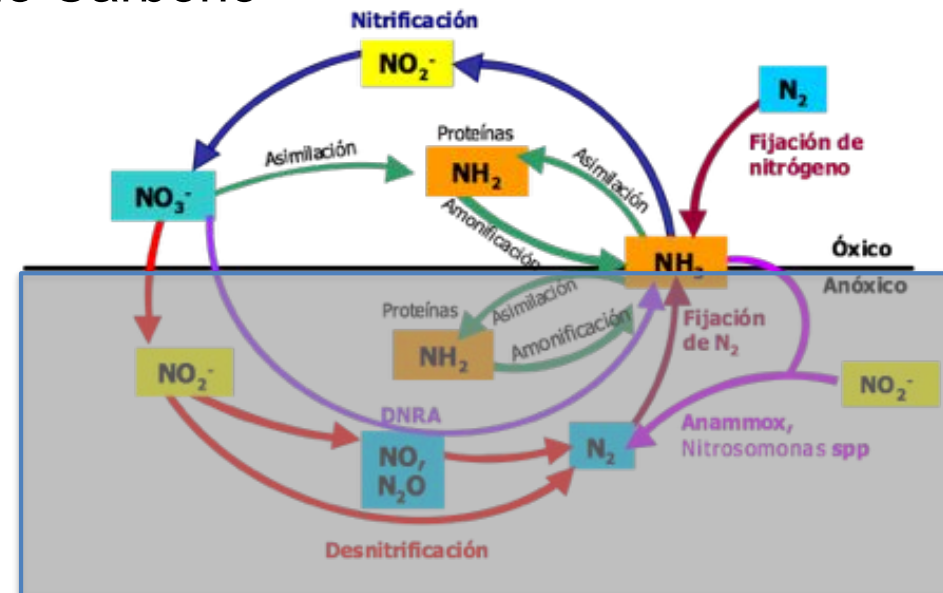
Ciclo del Nitrógeno

- Nitrificación (oxidación aerobia del amonio a nitrato)
- Desnitrificación (reducción del nitrato a N₂ en condiciones anóxicas).



Nitrificación

- Proceso aeróbico en dos pasos oxidación de amonio y de nitrito
- Autótrofo, utilizan CO₂ como fuente de Carbono
- Bajo rendimiento celular
- Crecimiento lento
- Difícil de cultivar
- En general en baja proporción



Oxidación de amonio y de nitrito en dos pasos

- Géneros predominantes

Oxidantes de amonio

- AOB (Bacterias)

Nitrosomonas

Nitrospira

Nitrosococcus

- AOA (Archaeas)

Nitrososphaera viennensis

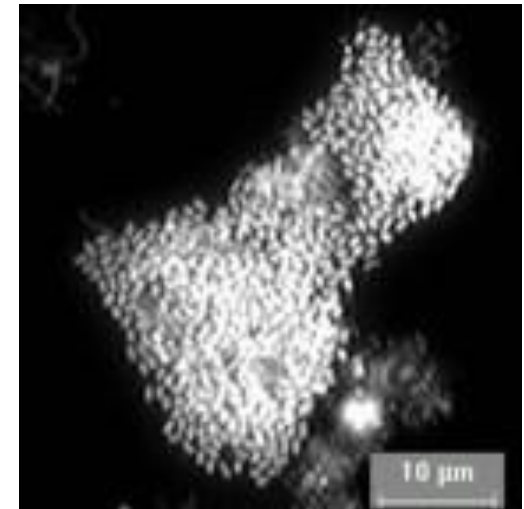
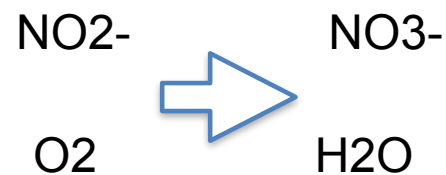
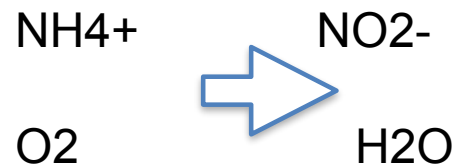
Candidatus Nitrosopshaera gargensis

- Oxidantes de nitrito (NOB)

Nitrobacter

Nitrospira

Nitrospina



Desnitrificación

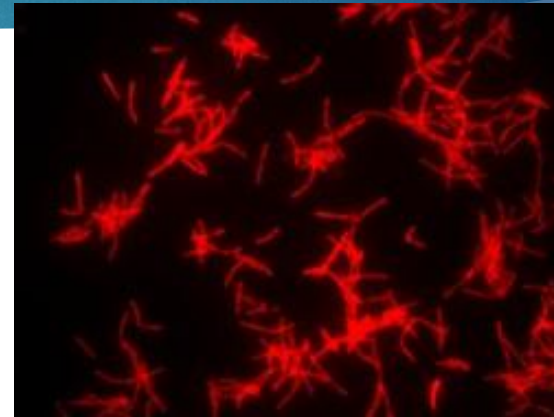
Proceso anóxico pero la mayoría puede utilizar también oxígeno.

En general si hay oxígeno no hay desnitrificación.

Heterótrofos, utilizan compuestos orgánicos,
(acetato, succinato, etanol)
Algunos pueden utilizar H₂ o Sulfuro

Rendimiento celular alto,
crecimiento rápido

Alta diversidad



Materia
orgánica

CO₂

¿Cómo se pueden acoplar los dos procesos?

- ▶ Nitrificación

- ▶ Proceso aerobio litótrofo.

NH_4^+

NO_3^-

- ▶ Desnitrificación

- ▶ Proceso anóxico heterófico.

NO_3^-

N_2

Sistemas de remoción de N

- ▶ Sistemas en dos etapas

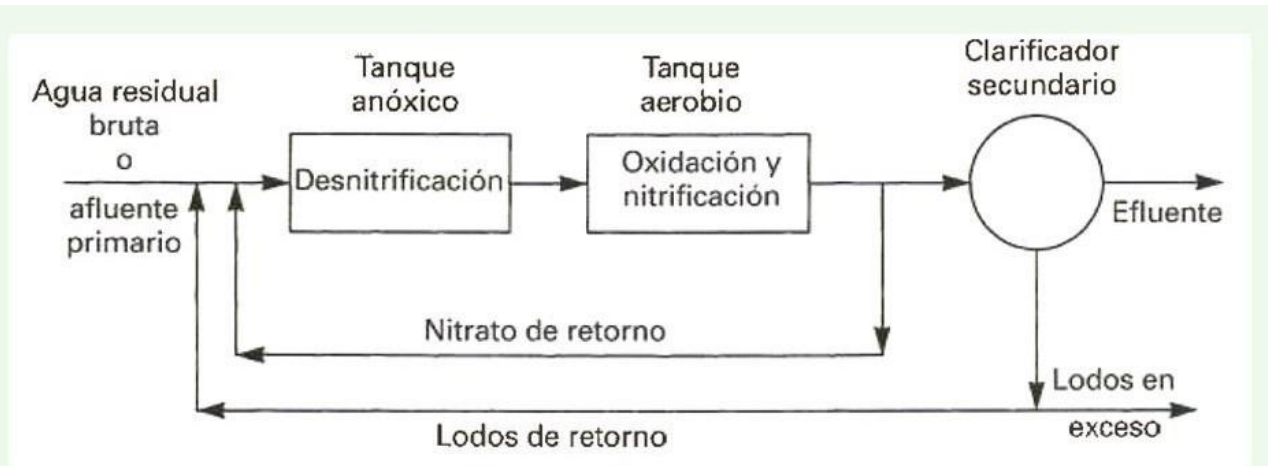
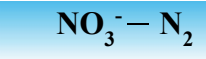
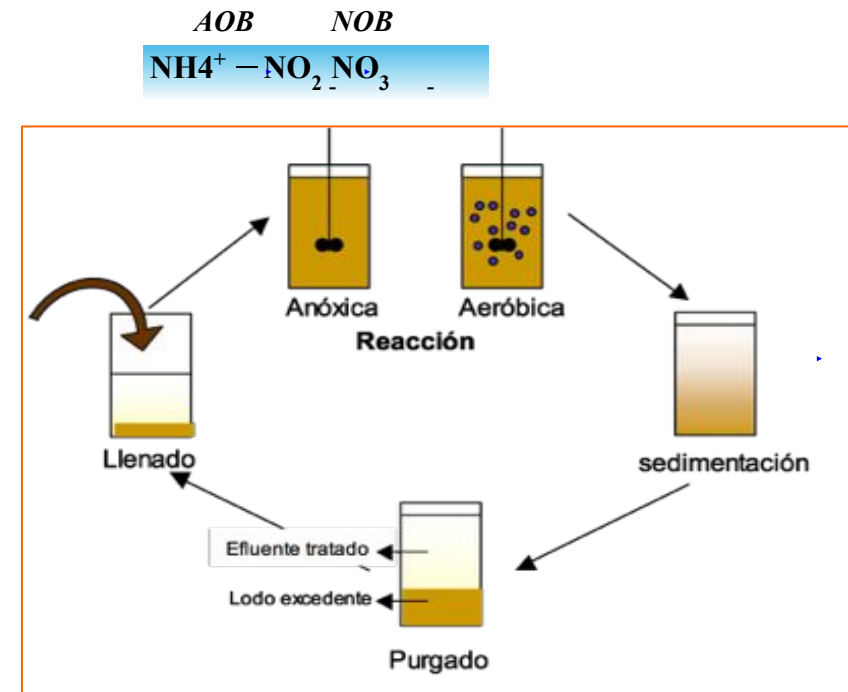
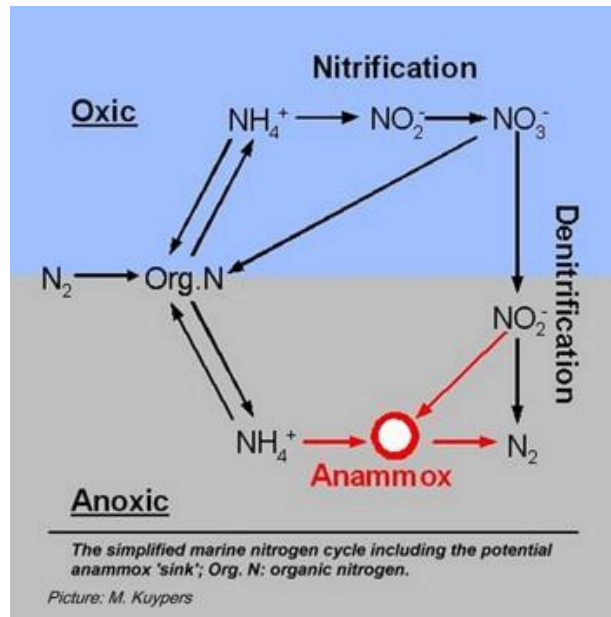


Fig. 14.7. Eliminación de nitrógeno en dos etapas (Kiely, 1999)

- ▶ Sistemas SBR (sequencing batch reactors)



Proceso Anammox (anaerobic ammonia oxidation)



Descubierto al final de 1986 en un proceso de tratamiento de efluentes. Muy recientemente se ha descubierto que anammox es una parte significativa (hasta el 70%) del ciclo del N en los

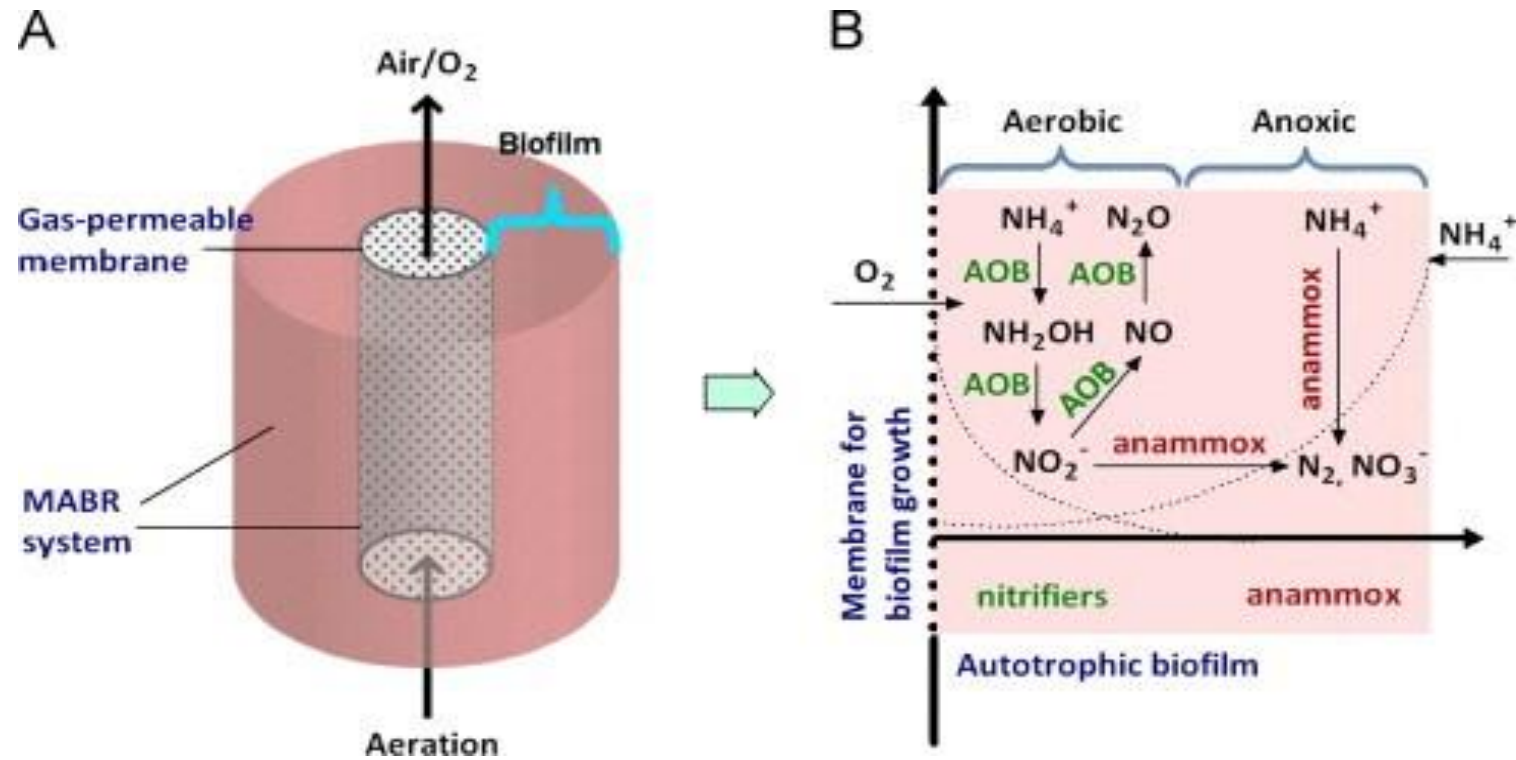
Es necesario tener nitrito y amonio en la proporción correcta.

Proceso autótrofo

Ahorro de aireación

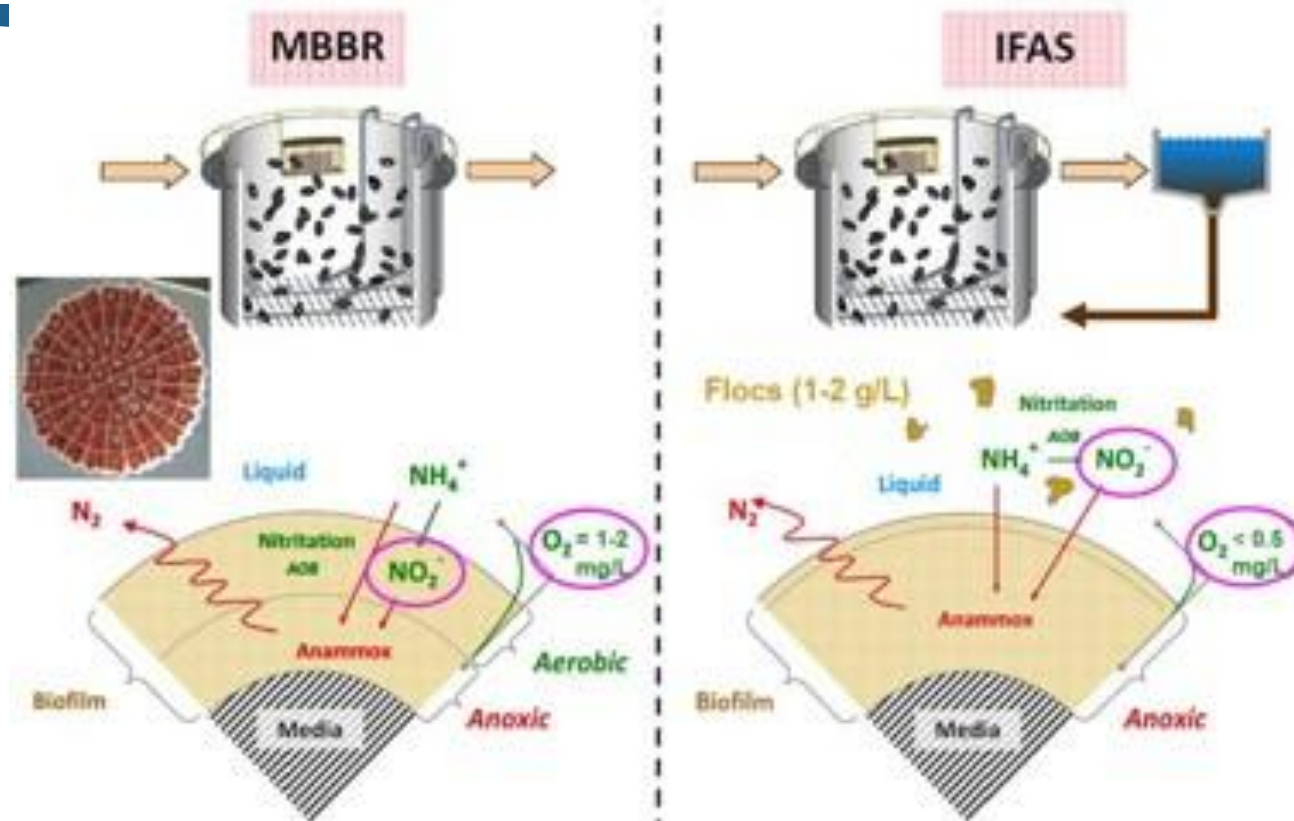
No se debe agregar materia orgánica

Sistemas combinados

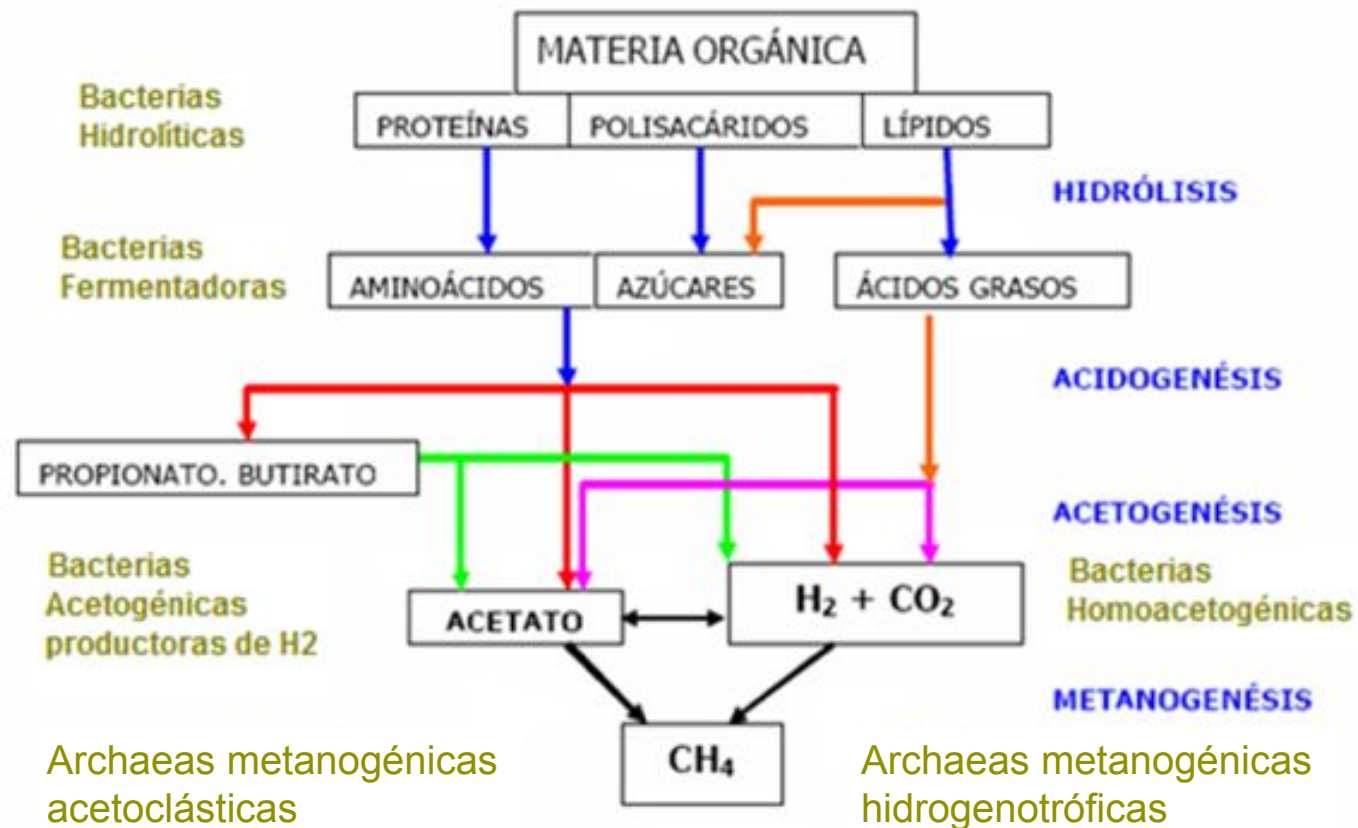


- Sistema de aeriación tubular

Sistemas combinados



Tratamiento anaerobio de aguas residuales

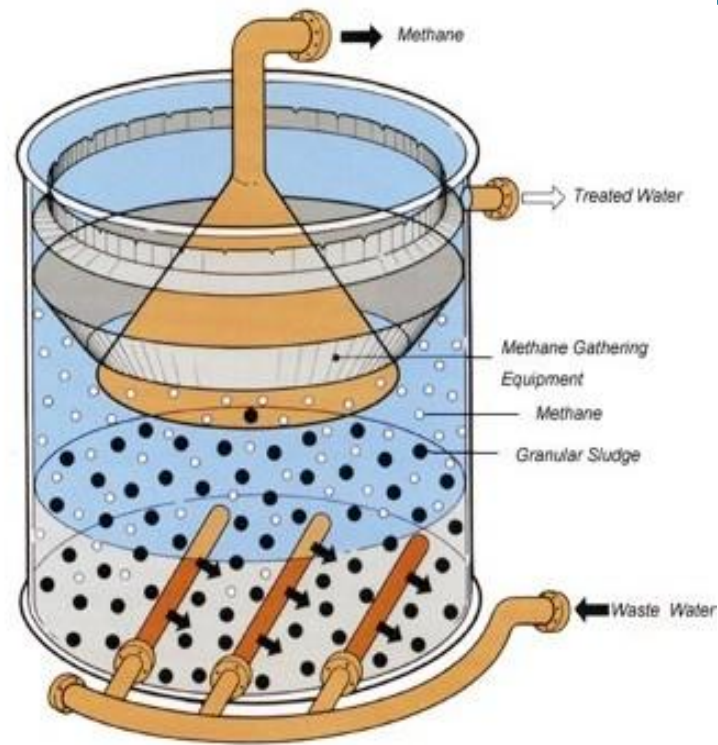


Reactores metanogénicos



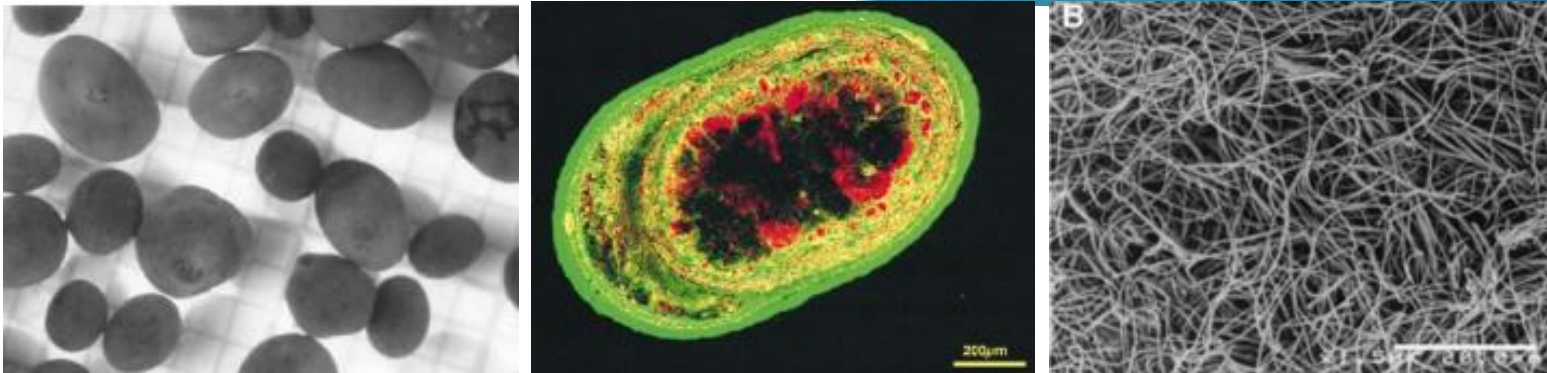
No se utiliza energía
Se genera metano
Se genera menos lodos

Reactores UASB

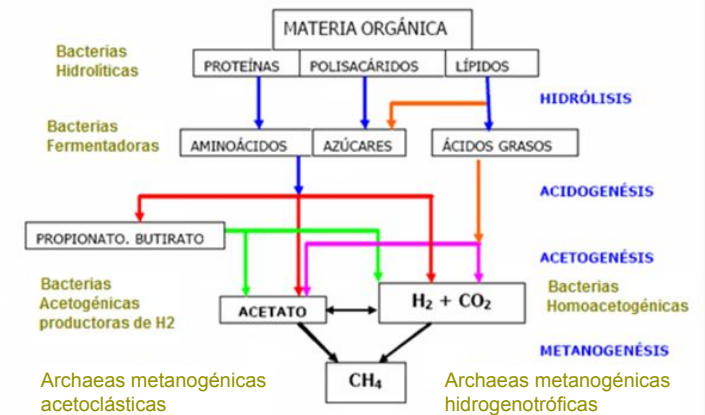


Upflow Anaerobic Sludge Bed
(UASB)

Gránulos metanogénicos

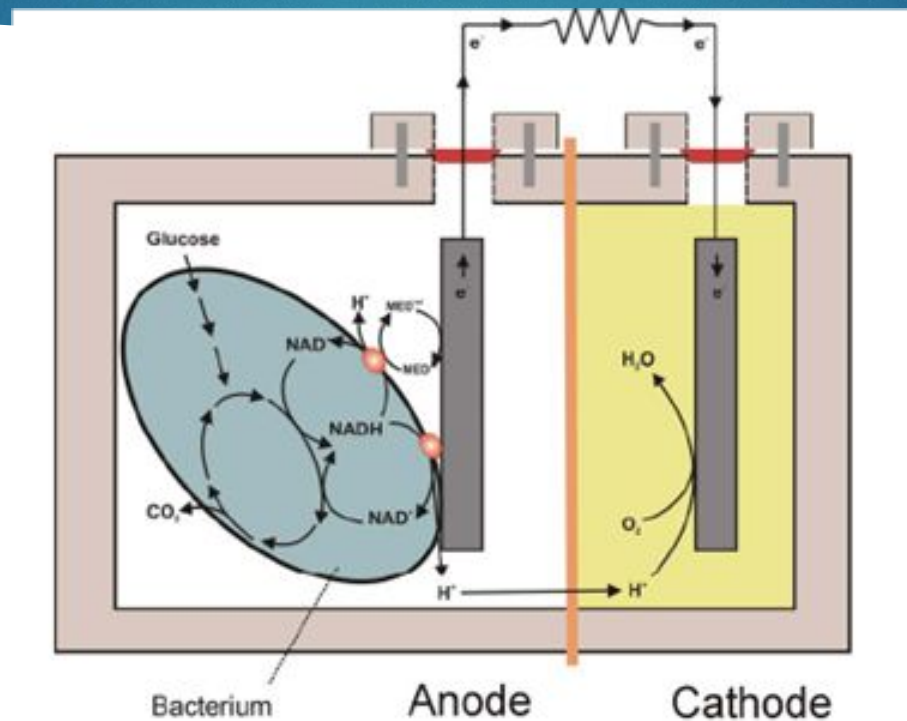


A) Hulshoff Pol et al., 2004. B) FISH de secciones de gránulos mesófilos con **EUB338** marcada con FLUOS y **ARC915** marcada con rodamina. C) Micrografía electrónica de barrido de gránulos mesófilos [Sekiguchi et al., 1999].



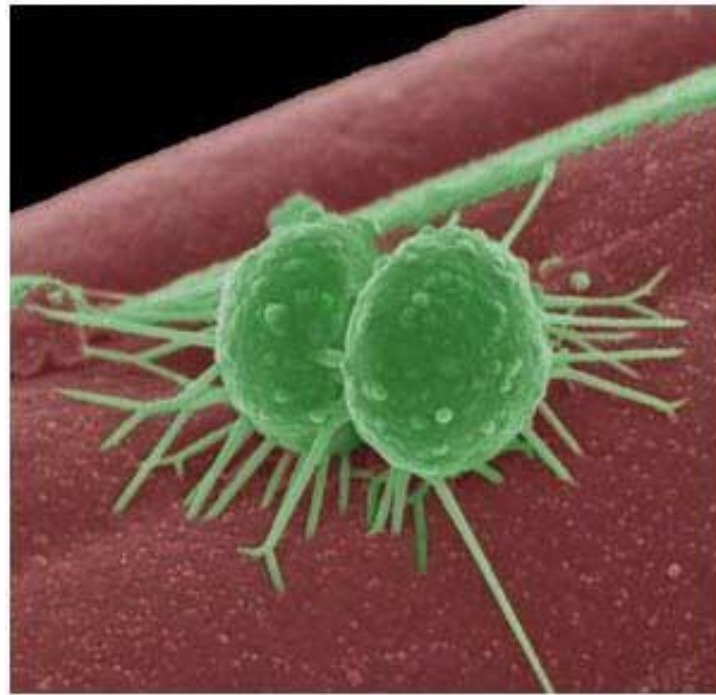
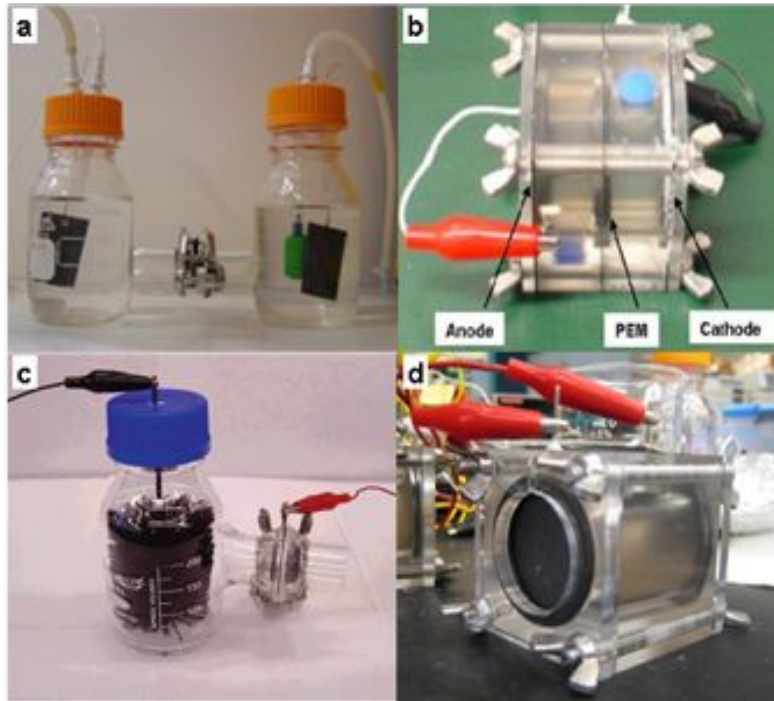
- Transferencia de H⁺ interespecies (Favorece la acetogénesis)
- Protección a variación de pH, tóxicos y [sustrato].
- Retención de la biomasa

Celdas microbianas



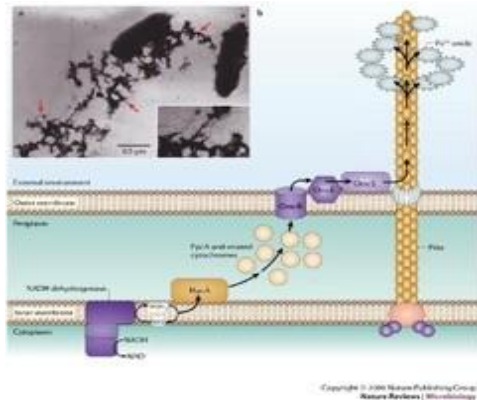
- ▶ Microorganismos electroactivos transfieren electrones a una superficie

Tipos de celdas microbianas

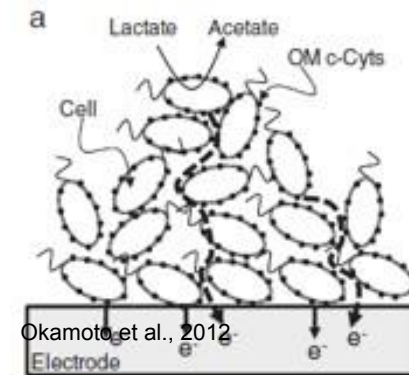


Mecanismos de transferencia de electrones

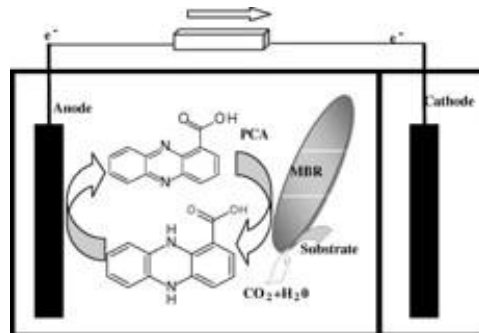
Geobacter sulfurreducens
“nanowires”



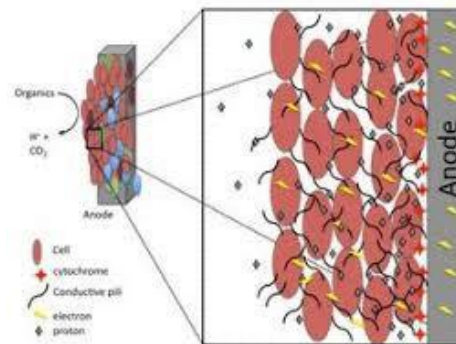
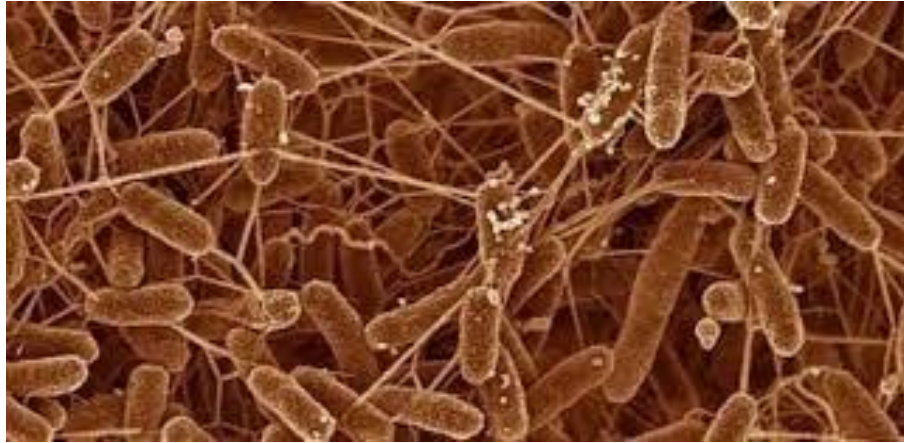
Shewanella oneidensis
Transporte vía citocromos



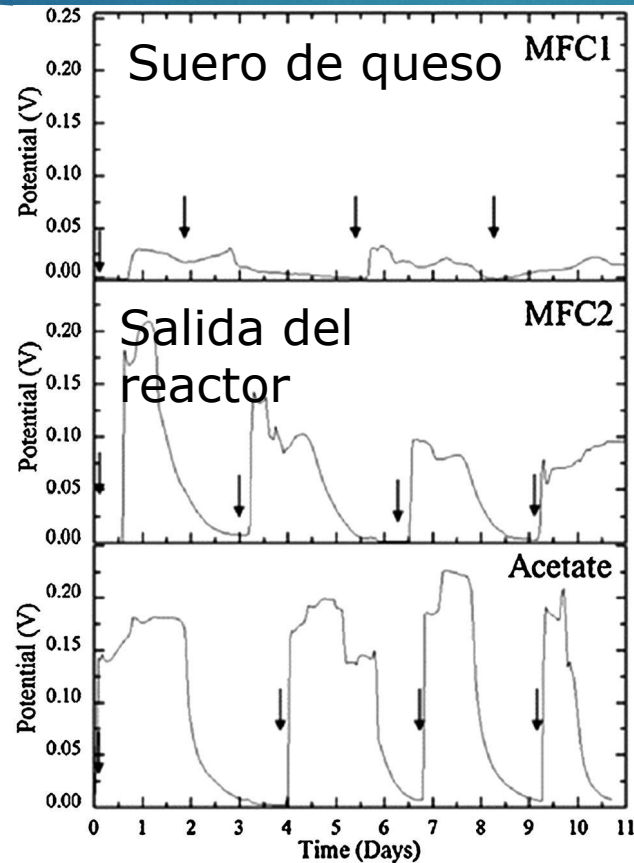
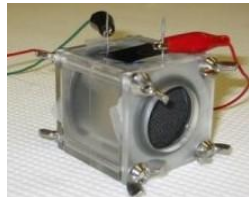
Pseudomonas alcaliphila
Fenazinas mediadoras



Biofilms en celdas microbianas



Celdas microbianas asociadas a la producción de hidrógeno



Bioprocess Biosyst Eng (2017) 40:807–819
DOI 10.1007/s00449-017-1746-6



RESEARCH PAPER

Microbial fuel cell coupled to biohydrogen reactor: a feasible technology to increase energy yield from cheese whey

J. Wenzel¹ · L. Fuentes¹ · A. Cabezas¹ · C. Etchebehere¹

Consumo de sustratos

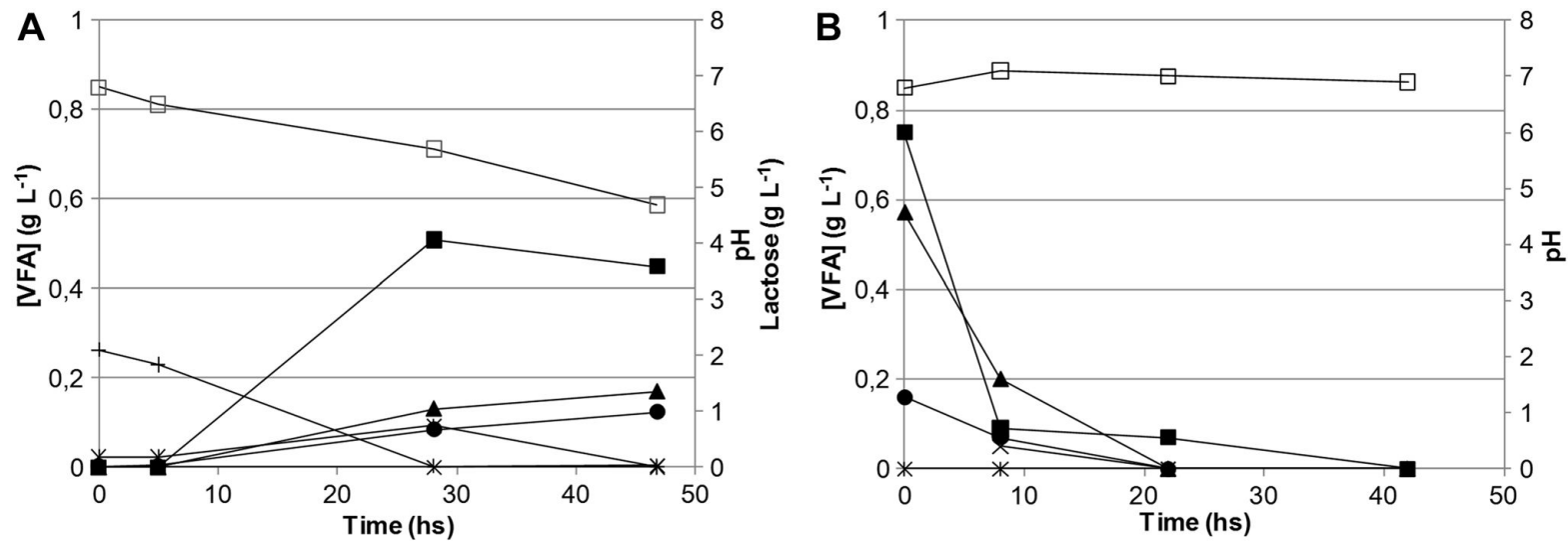


Fig. 2 Volatile fatty acids (VFA) concentration, lactose concentration (measured as reducing sugars) and pH during one batch cycle for MFC 1 (a) and MFC 2 (b). Lactose is only shown for MFC 1 as it was not detected in MFC 2. pH (open square), Lactose (plus sym-

bol), Acetic acid (closed square), Propionic acid (closed circle), Lactic acid (asterisk), Isobutyric acid (multiple symbol), Butyric acid (closed triangle). For the control MFC acetate was completely consumed (data not shown)

Comunidades microbianas de celdas

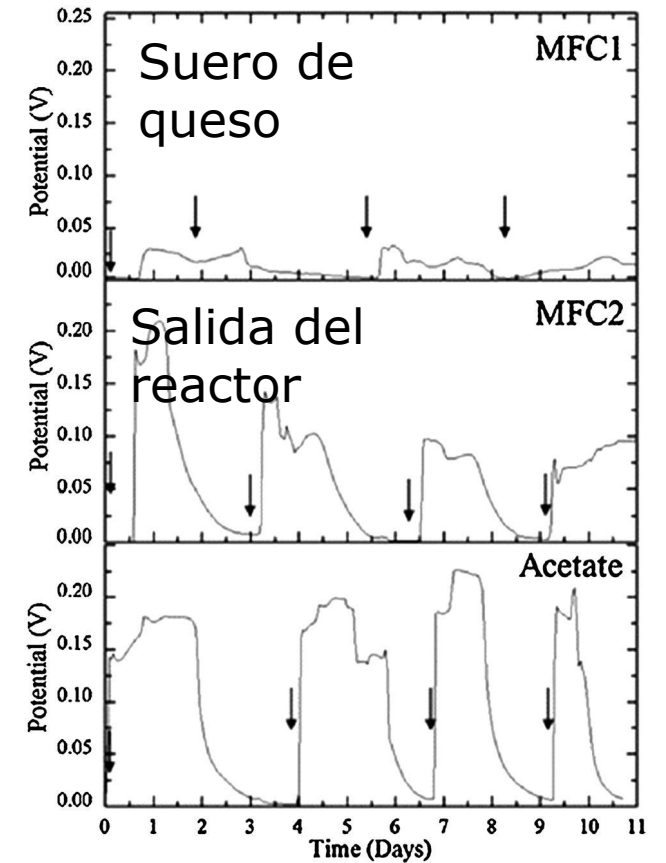
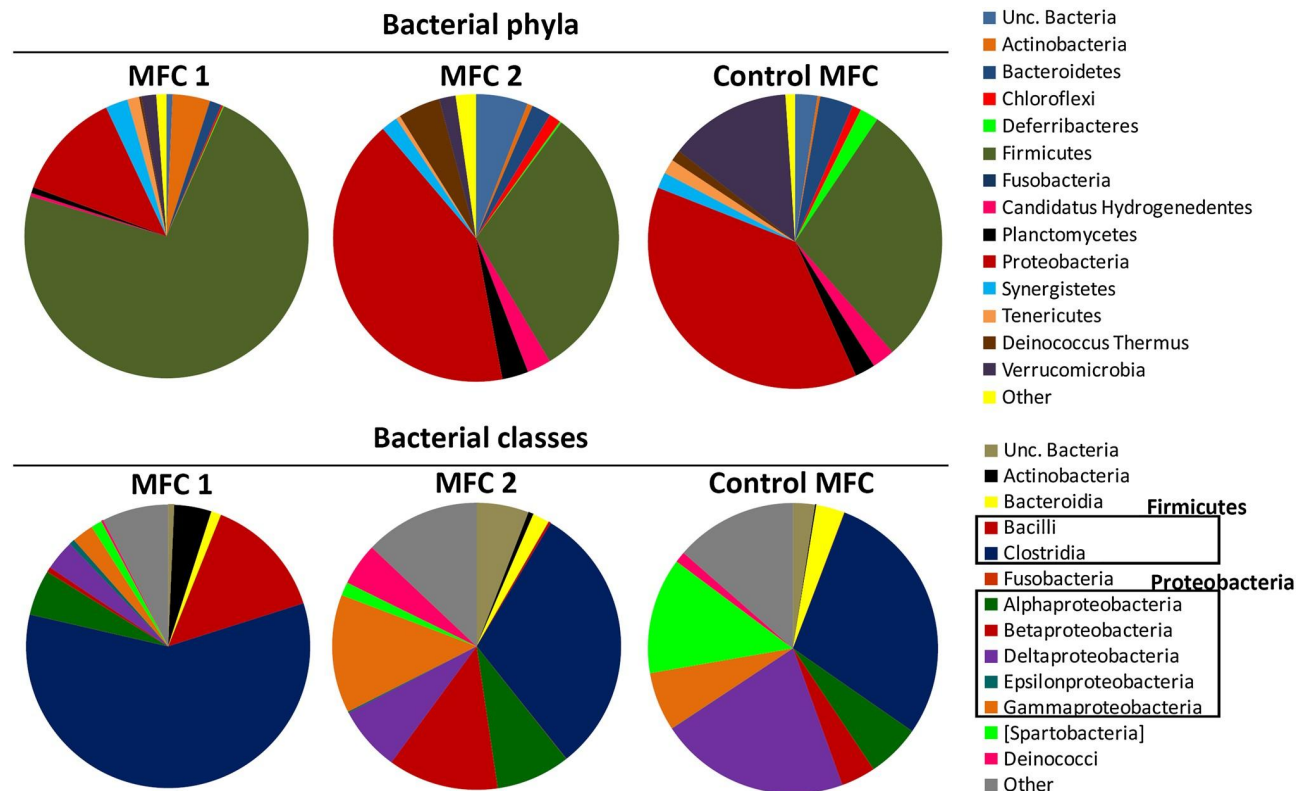


Fig. 4 Microbial community composition at phylum level and class level of anodes from MFC 1 (fed with raw cheese whey), MFC 2 (fed with biohydrogen reactor effluent) and the control MFC (fed

with acetate), obtained by 16S rRNA gene pyrosequencing. Phyla or classes with relative abundances below 1% are grouped and named "Other"

Importancia de los biofilm en sistemas de tratamiento de aguas

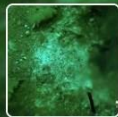
- Mayor cantidad de biomasa en el reactor, sistemas con mayor capacidad y menor tamaño.
- Evitan el sedimentador externo
- Mejoran la transferencia entre diferentes grupos de microorganismos.
- Permite realizar sistemas combinados.

Control del crecimiento en el biofilm

- Flujo del líquido
- Recirculación
- Concentración de sustrato
- Tipo de sustrato

Biofilms en sistemas de purificación y suministro de agua potable

- ▶ Filtros de arena
- ▶ Biofiltros
- ▶ Biofilm en cañerías (desprendimiento de biofilm)



Specialist group

Biofilms

Timeline

Group members

Pages

Documents

Join group



About: Specialist group

The Biofilms Specialist Group is an organizational unit of the International Water Association (IWA). It represents a forum for the exchange of scientific and technical information among researchers and practitioners involved in the field of biofilms. The scope of the Group includes on one hand all technical and natural aquatic systems, in which sessile bacteria are found, and on the other hand all biological, chemical and physical processes, which are relevant for biofilm behavior.

Group committee



16 Group committee

Group members



1864 members

the global platform

Join **IWA Connect** for water

Join

Renew

Gracias!

Laboratorio de Ecología Microbiana



cetchebehere@iibce.edu.uy

Claudia Etchebehere
Patricia Bovio
Guillermo Zinola
Andrea Martinez
Gerardo Viera
Micaela Gonzales

Angela Cabezas
René Cardeña

Elena Castelló
Cecilia Callejas
Liliana Borzacconi

