

# Funcionamiento y rendimiento de la planta. Resultados conseguidos.



Proyecto demostrativo para el tratamiento de agua subterránea con un sistema innovador basado en tecnología granular aerobia.

(LIFE16 ENV/ES/000196)

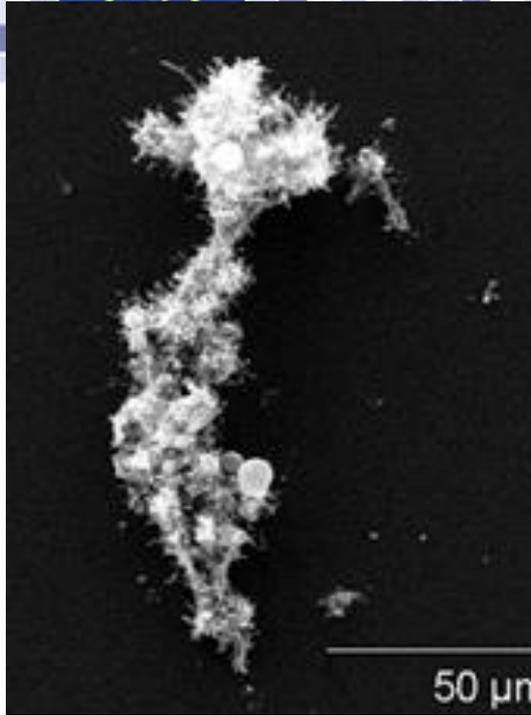
28 Septiembre 2021

Socio coordinador:

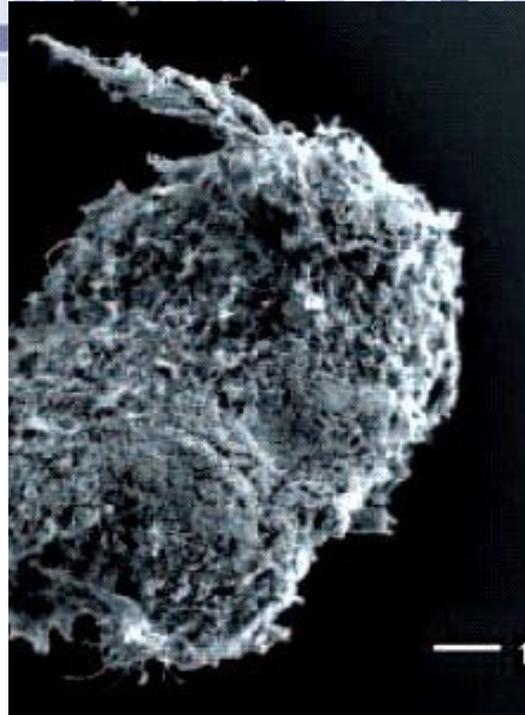


Socios beneficiarios:

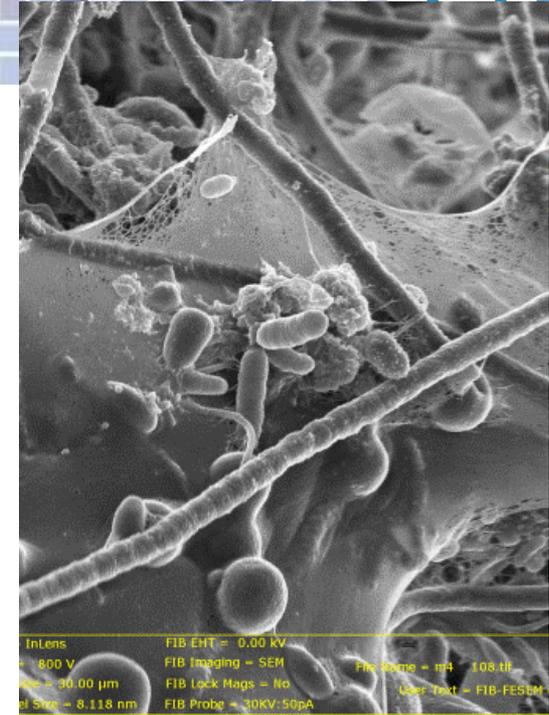




Flóculos



Gránulos



Biopelículas

Sistemas de crecimiento biológico en suspensión

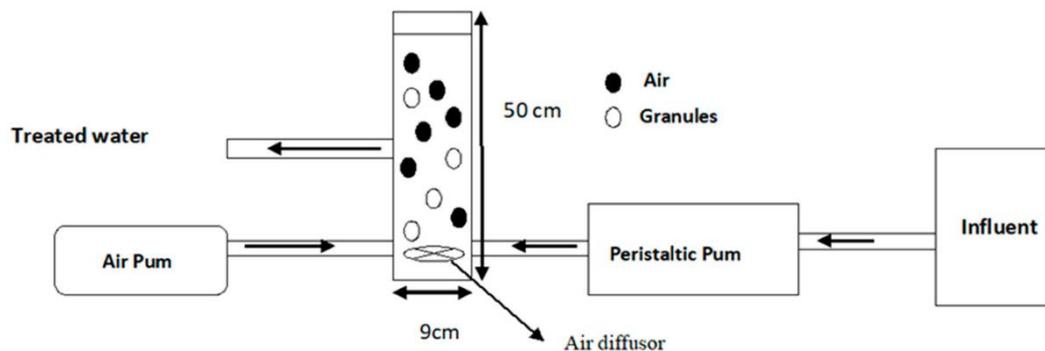
- Flóculos
- Gránulos

Sistemas de crecimiento adherido

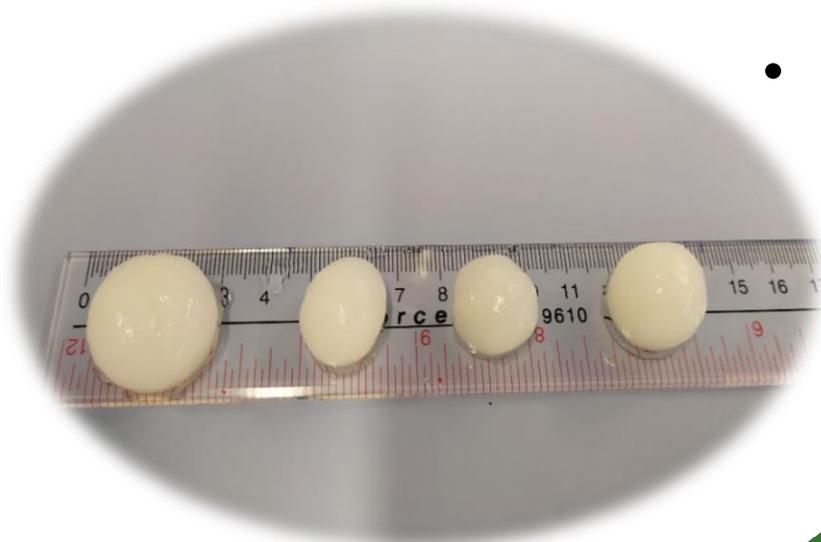
- Biopelículas

# Descripción de un Sistema Aeróbico Granular Secuencial (AGS)

- Diagrama de un sistema piloto AGS

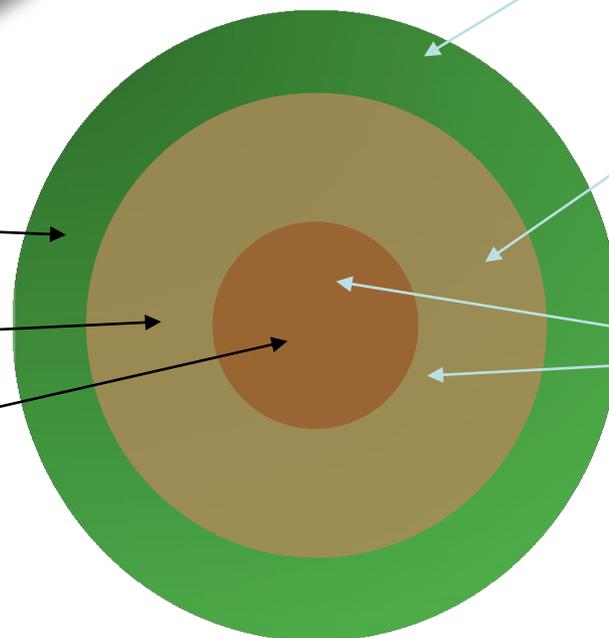


## • El Gránulo Aeróbico



Detalle de gránulos aerobios.

- Zona Aerobia
- Zona anóxica
- Zona anaerobia



Heterotróficos y nitrificantes

Acumuladoras de fosforo y glucógeno

Desnitrificantes

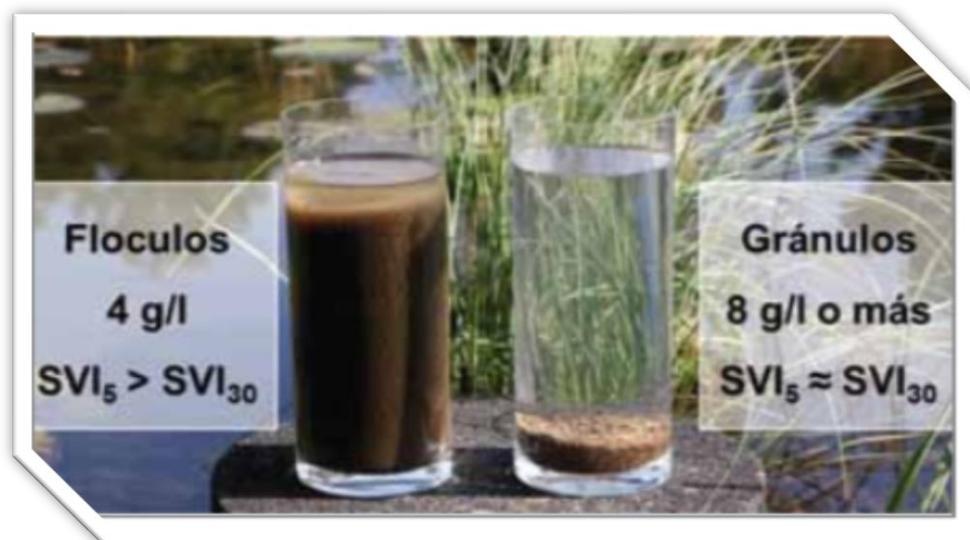
# El proceso de granulación

- Fango Aeróbico
- Condición hidrodinámicas y operacionales.



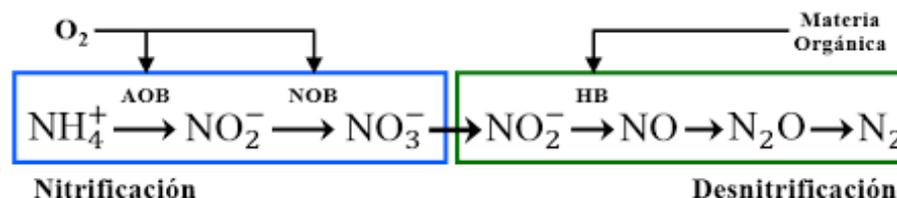
# Propiedades de los gránulos

- Elevada velocidad decantación ( $> 25 \text{ m h}^{-1}$ )
- Tamaño medio ( $> 200 \mu\text{m}$ )
- Elevada densidad
- Estables frente a las fuerzas hidrodinámicas
- Índice volumétrico mucho menor que un fango.



Zarzuela, A.

# Proceso de eliminación biológica de nitrógeno



- La estratificación de los microorganismos en el gránulo en función del gradiente de oxígeno, permite realizar simultáneamente **nitrificación y desnitrificación**
- El proceso de desnitrificación ocurre en el núcleo del gránulo, en condiciones **anaeróbicas**. Este grupo de bacterias necesitan una **fuentes de carbono** para transformar el nitrato a nitrógeno molecular, el cual es un gas que no daña el medio ambiente.



# Desnitrificación biológica en agua potable

- Requiere una fuente de carbono  
Acetato de sodio calidad  
alimentaria



# Pruebas de laboratorio

- Se construyó un reactor a escala de laboratorio para la realización de los estudios previos a la construcción de la planta piloto en Torre-Cardela.



## Construcción de biorreactor en Torre-Cardela

- Concluidas las pruebas a escala de laboratorio se diseño y construyo el primero de los biorreactores en el municipio de Torre-Cardela.
- Fue construido en metacrilato para observar el proceso.



# Inoculación del sistema

- El sistema fue inoculado con 6 litros de gránulos formados en el Instituto de Investigación del Agua de la Universidad de Granada



# Ciclos de operación



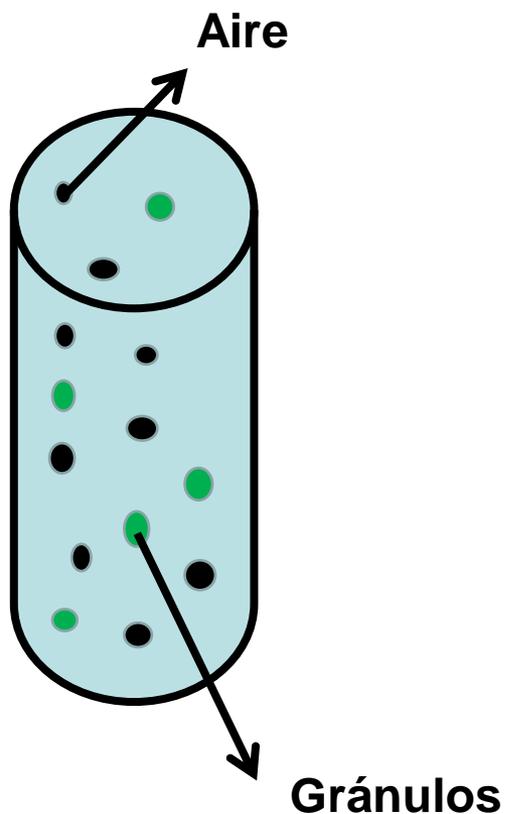
Etapa de llenado:  
Automático.

Etapa de Aireación:  
120 min.

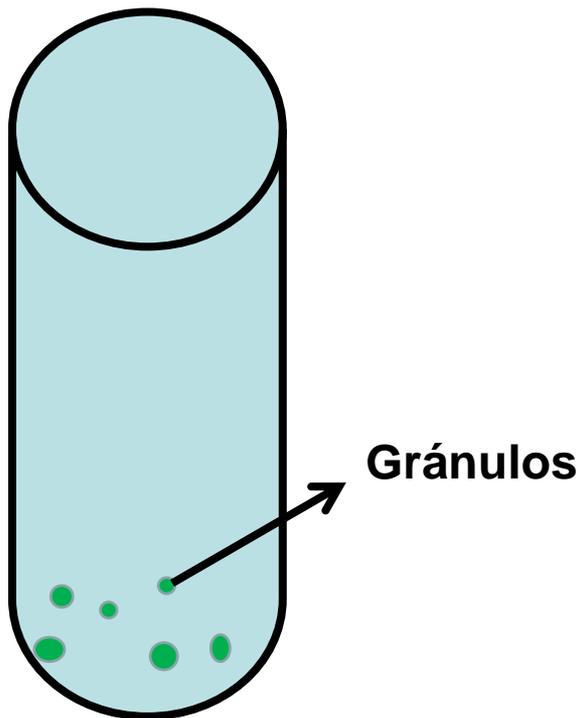
Etapa de decantación  
3 min.

Etapa de vaciado  
Automático.

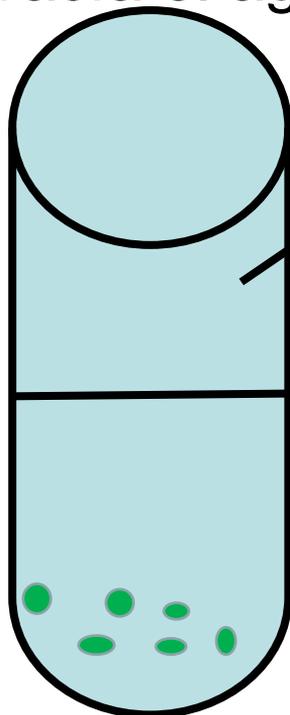
- **Etapa de Aireación** : el reactor es aireado desde su parte inferior durante 120 min



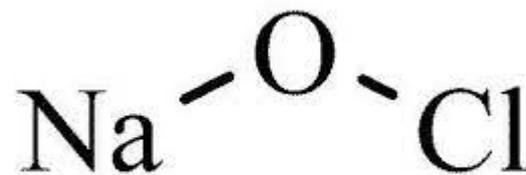
- **Etapa de Decantación :**  
se desconecta la aireación  
y se deja sedimentar la  
biomasa durante 3 min



- **Etapa de Vaciado mas desinfección** : una vez salvada la biomasa en el fondo del biorreactor, se vacía el agua tratada.



Agua  
tratada



Hipoclorito de sodio

## Ajuste de la cantidad correcta de nutrientes al sistema

- La tabla muestra la reducción de acetato de sodio a lo largo del estudio hasta llegar a la composición actual.
- Relación Carbono nitrógeno 1:1

Ajuste de la composición de nutrientes (g L<sup>-1</sup>) adicionada al sistema.

Operational day	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> NaO <sub>2</sub> (g L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> Cl (g L <sup>-1</sup> )	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O (g L <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (g L <sup>-1</sup> )	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (g L <sup>-1</sup> )	KCl (g L <sup>-1</sup> )
0 to 37	0.4	0.25000	0.10000	0.08500	0.0300	0.04000
38 to 159	0.2	0.09800	0.02500	0.02100	0.0080	0.01000
160 to 172	0.2	0.02400	0.01800	0.01500	0.0050	0.00700
173 to 219	0.2	-	0.01800	0.01500	0.0050	0.00700
220 to 234	0.15	-	0.01000	0.00900	0.0030	0.00700
235 to 248	0.15	-	0.00900	0.08900	0.0027	0.00387
249 to 265	0.10	-	0.00800	0.08000	0.0024	0.00348
266 until now	0.10	-	0.00700	0.07200	0.0021	0.00313

# Ampliación ETAP Torre- Cardela



## Construcción de los dos nuevos reactores de fibra de vidrio

- Una vez conseguida la composición correcta del alimento se procedió a la ampliación de la planta para lograr el abastecimiento de todo el municipio
- Reducción del tiempo de aireación de 3 horas iniciales a dos horas actuales.



## Sistema de filtración mas cloración del agua de salida de la planta.

- Una vez finalizada la planta por completo se procedió la puesta en marcha del sistema de filtración mas cloración del agua de salida para retener las posibles partículas que no quedan retenidas en a etapa de decantación.
- Contrición del humedal artificial para los lodos del proceso de limpieza del filtro de arena.



# Resultados

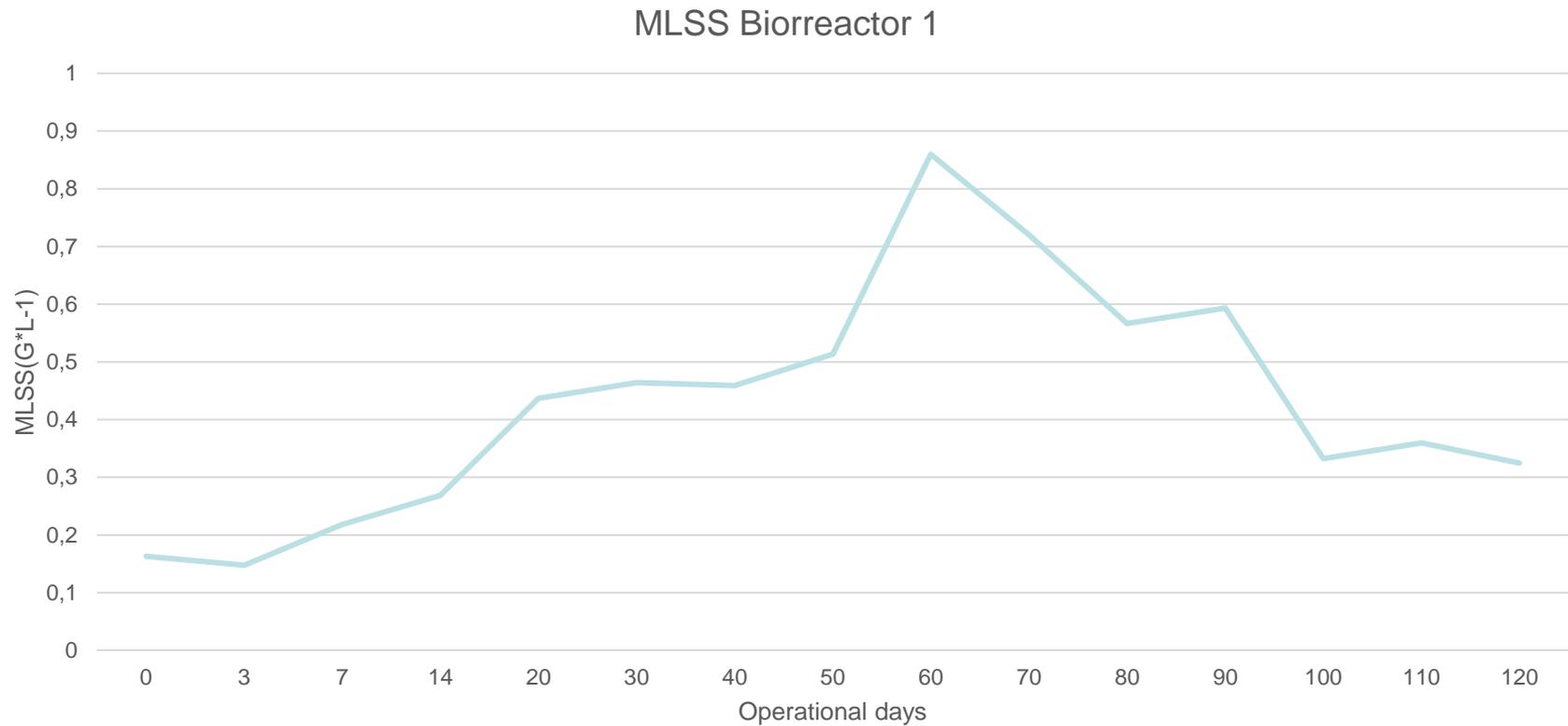
- A continuación se exponen los resultados conseguidos a lo largo de la experimentación.





# Resultados

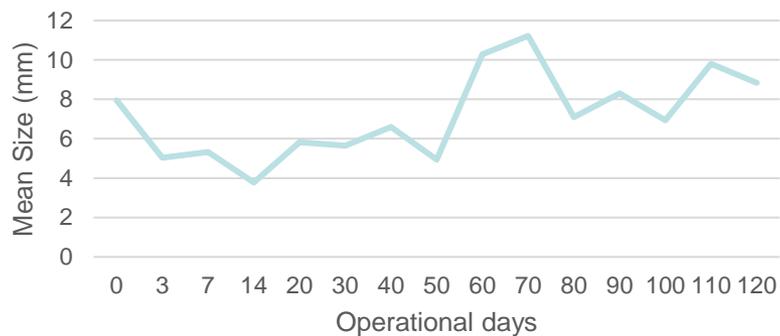
- Sólidos en suspensión del Sistema R1 = 0.35g/L



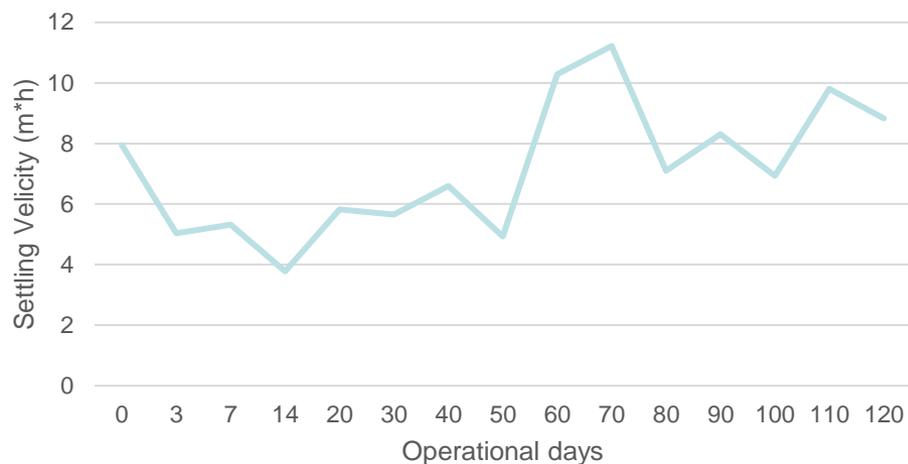
# Resultados

- Tamaño de los gránulos entre 8 y 10 mm y velocidad de decantación 8-10 M\*h.

Mean Size Biorreactor 1



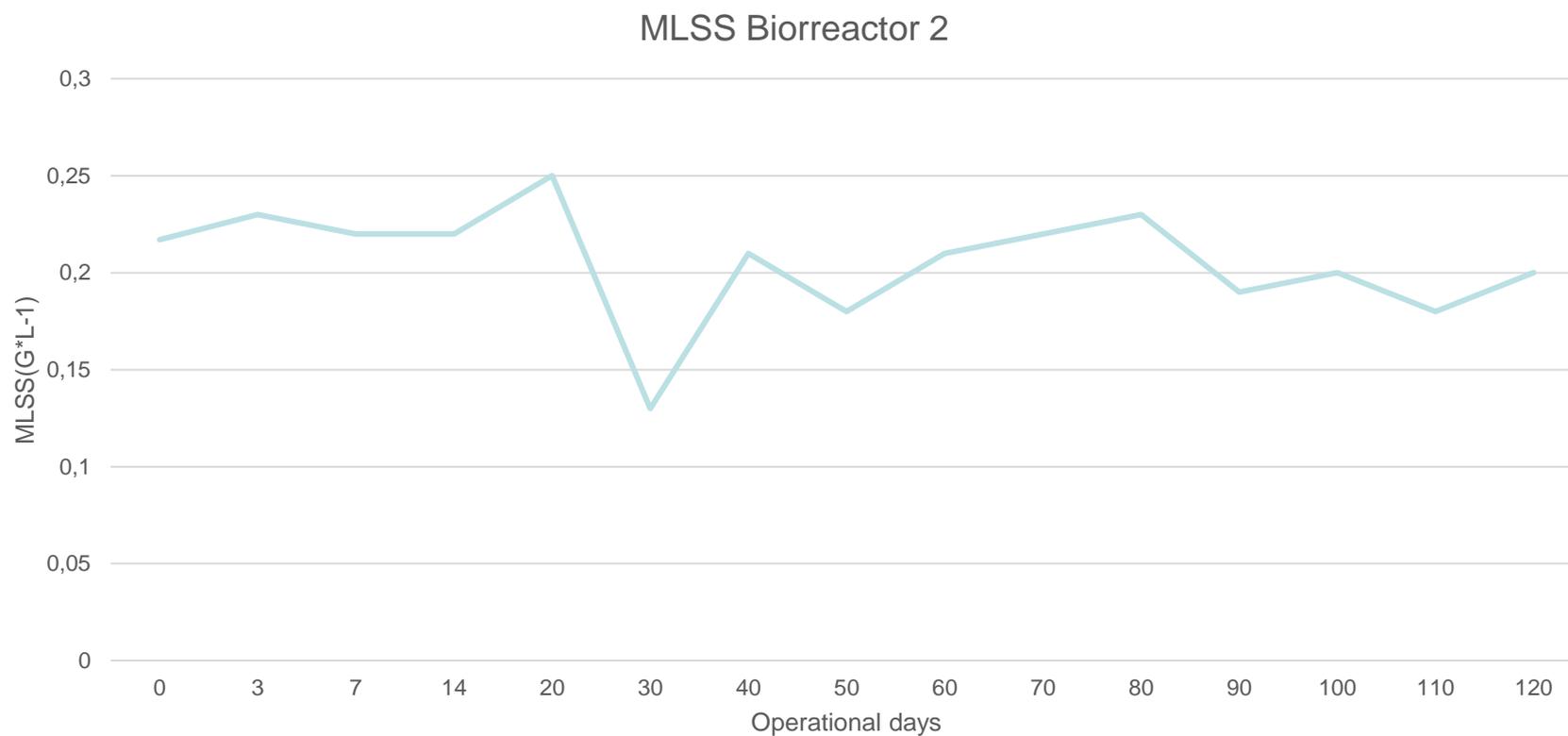
Settling Velocity Biorreactor 1





# Resultados

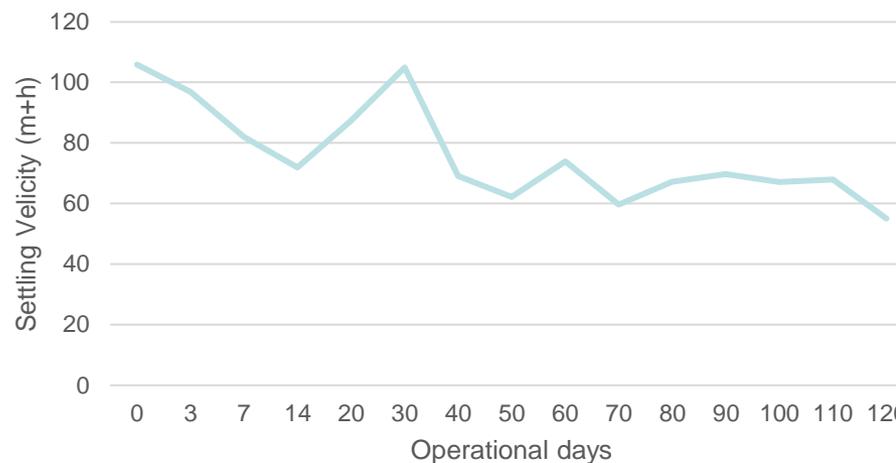
Sólidos en suspensión del Sistema R2 =  
0.20g/L



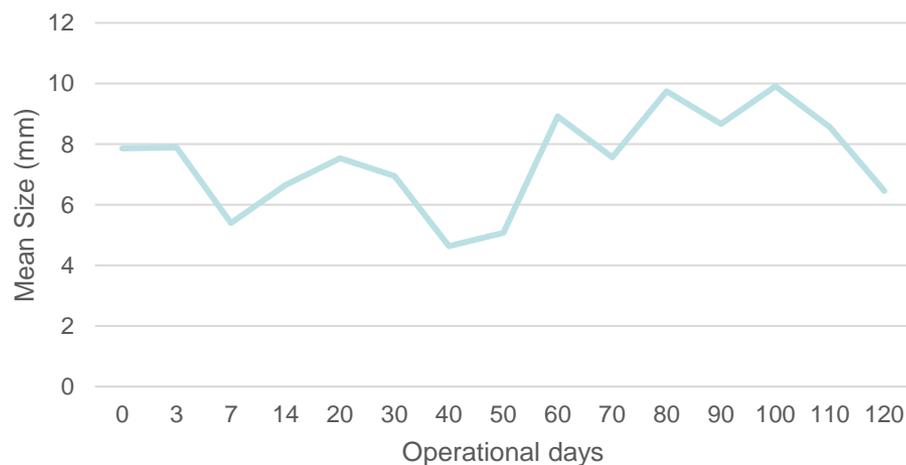
# Resultados

- Tamaño de gránulo del biorreactor 2 entre 6 y 8mm y velocidad de decantación de 60 M\*h

Settling Velocity Biorreactor 2

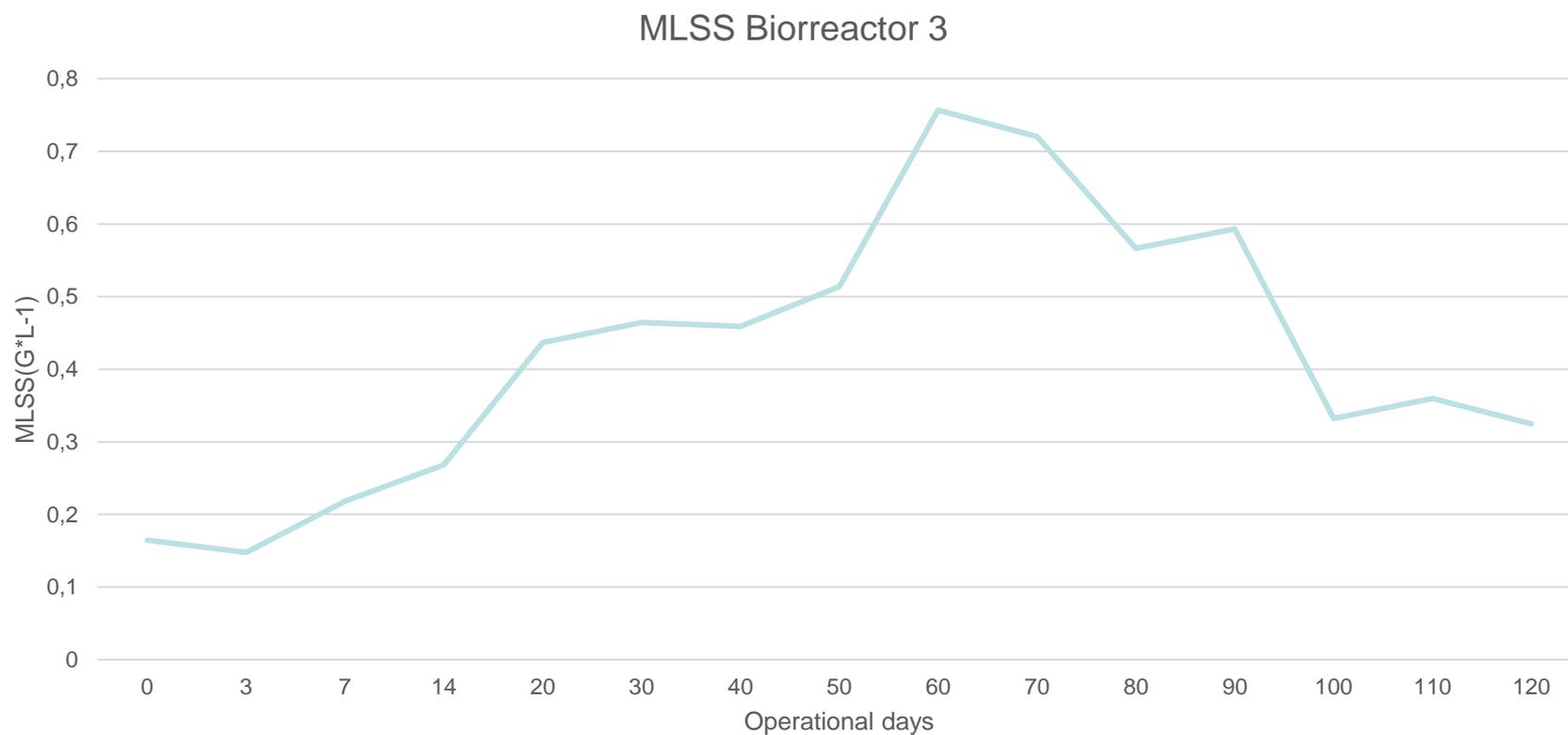


Mean Size Biorreactor 2



# Resultados

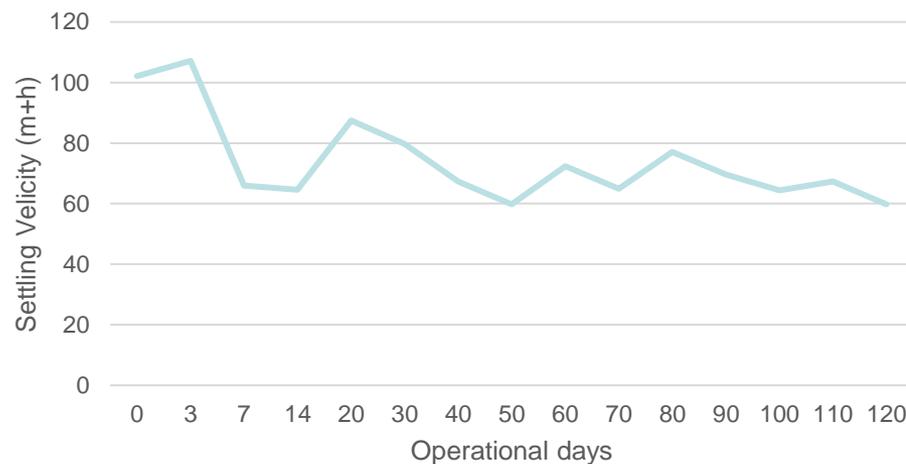
- Sólidos en suspensión en el biorreactor 3 = 0.30g/L



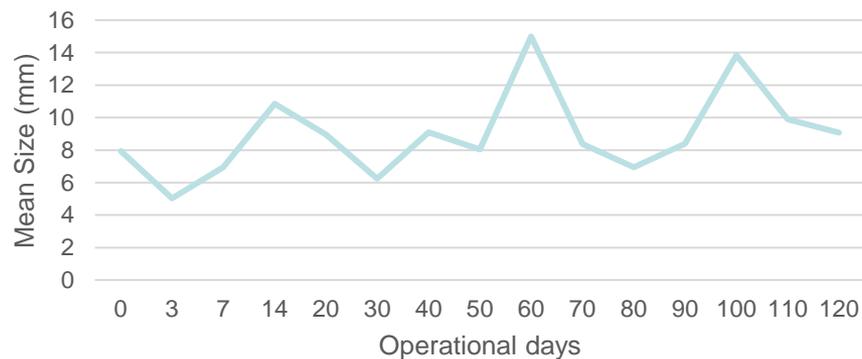
# Resultados

- Tamaño de gránulo entre 9 y 10 mm en biorreactor 3 y velocidad de decantación 60 M\*h.

### Settling Velocity Biorreactor 3

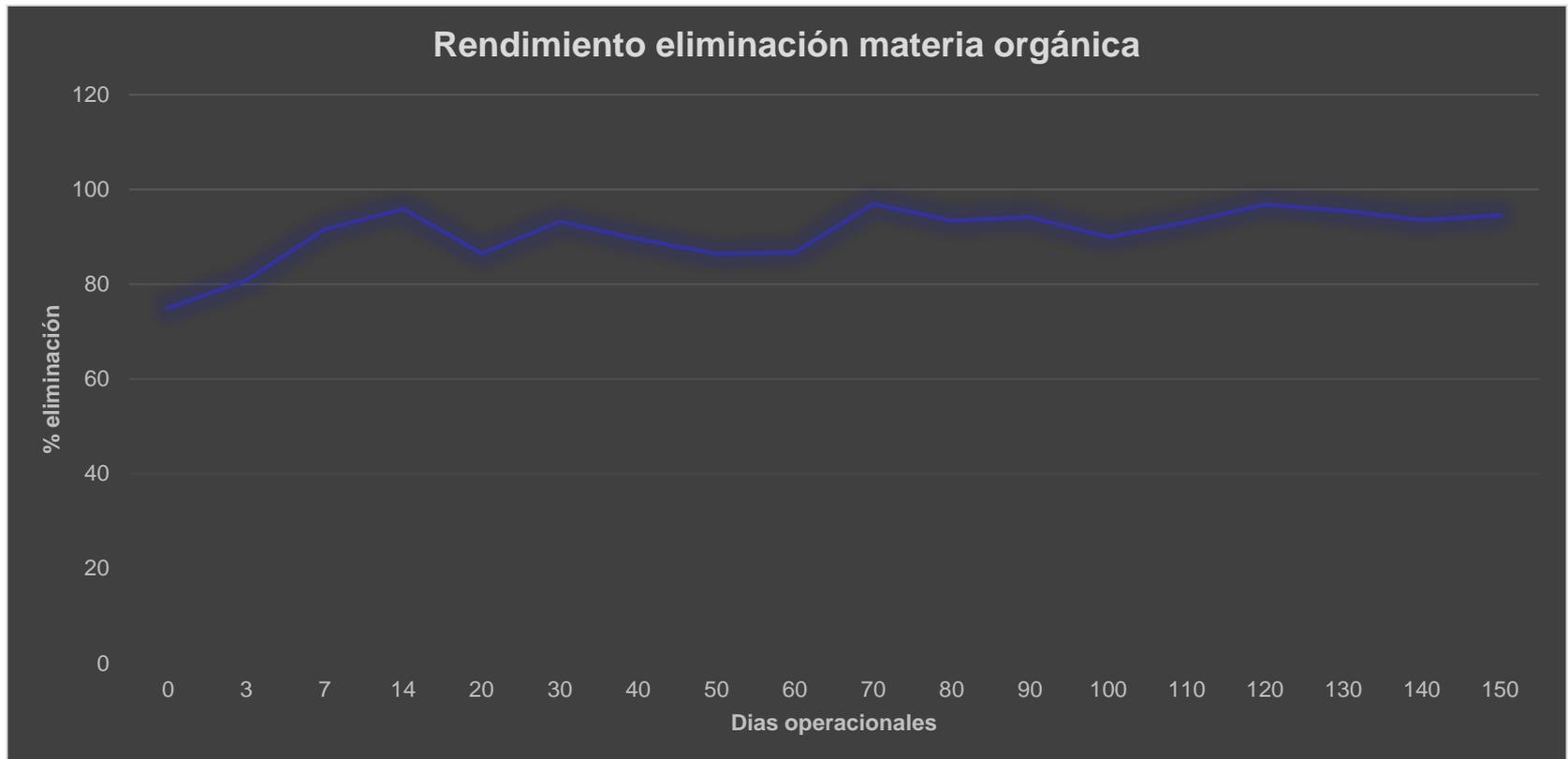


### Mean Size Biorreactor 3



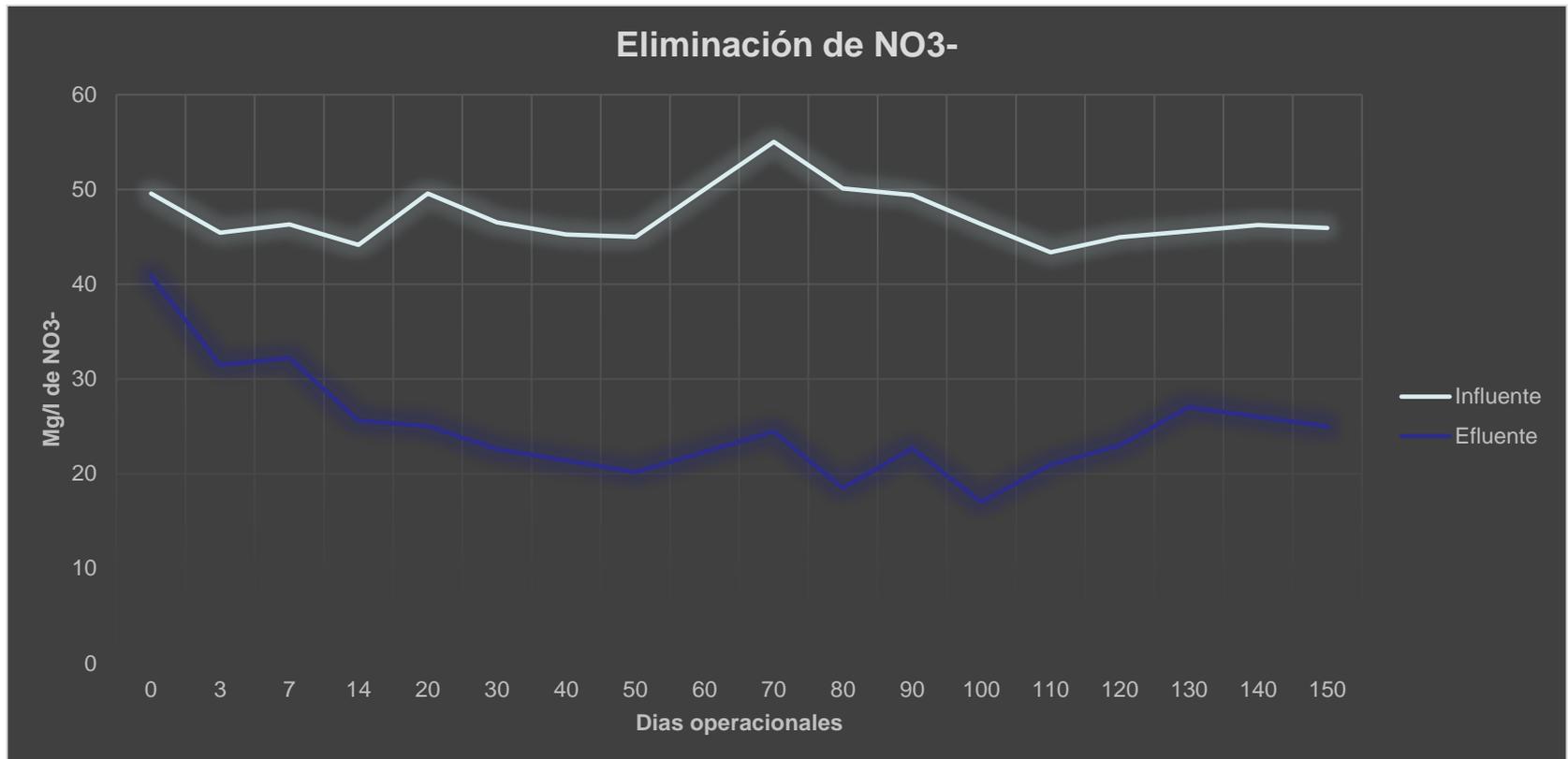
# Resultados

- Rendimiento medio de eliminación de materia orgánica del agua de salida de los biorreactores.



# Resultados

- Rendimiento medio de eliminación de nitratos medido en el agua de salida del Sistema



# Estudios de Bioseguridad

- Recuento de indicadores de contaminación fecal : no detectados.
- Recuento de mesófilos revivificables a 22 y 37°C

Revivifiable mesophil counts at 22 and 37°C. (before disinfection)

Recuento medio durante 21 días (mes de julio de 2021) tras la incubación de 24 horas.	UFC/ml 37°C	a	UFC/ml 22°C	a
Agua entrada reactor biológico	1		20	
Agua salida reactor biológico tras ser filtrada.	1		25	
Agua salida Osmosis Inversa.	0		7	

# Estudios de Bioseguridad

- Estudio de bioseguridad usando la técnica MICROTOX®
- No se detectó la disminución en la bioluminiscencia de la bacteria *Alivibrio fischeri*, por lo tanto se puede concluir que no se produce ningún toxico capaz de inhibir su actividad, como consecuencia del proceso de desnitrificación.

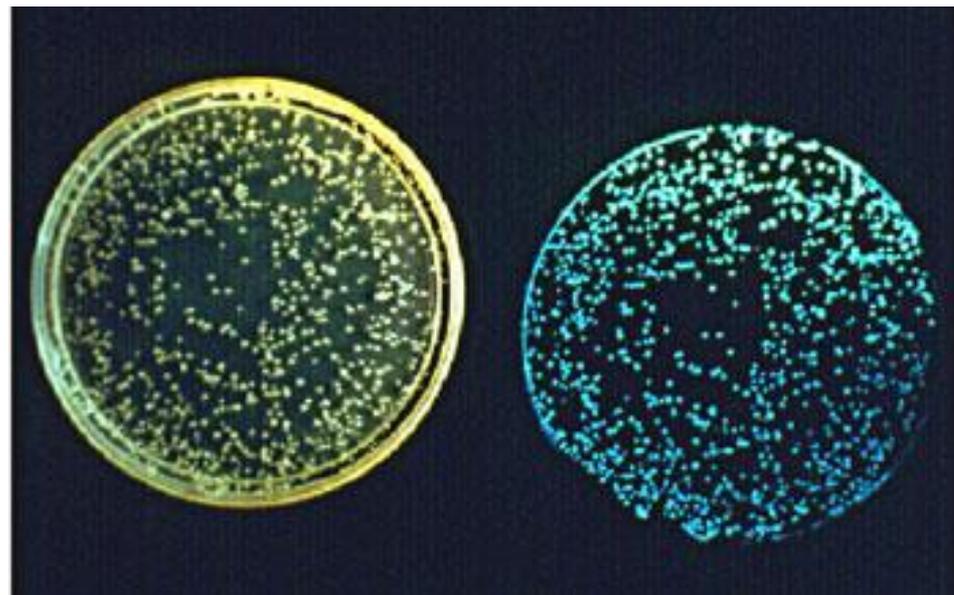


Imagen de la bacteria *Alivibrio fischeri*.



Gracias por su atención