



Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

Dr. Julián Carrera Muyo

Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental

Universitat Autònoma de Barcelona

Coordinador RED TRITÓN – Programa CYTED

- **Diversos sectores industriales producen efluentes que contienen compuestos fenólicos y nitrógeno amoniacal.**
- **Los tratamientos físico-químicos actuales son caros y no completamente efectivos.**



- Los **actuales sistemas de depuración biológicos basados en lodos activos** no pueden hacer frente, en numerosas ocasiones, a estos efluentes industriales.
- Uno de los principales problemas es la **inhibición del proceso de eliminación de nitrógeno**.



Biomasa floculenta

Agregado microbiano poco
denso

Adecuada capacidad
sedimentación

ϕ : < 0.2 mm

IVL: 100-200 mL g⁻¹

V_s: 8-10 m h⁻¹



Biomasa granular

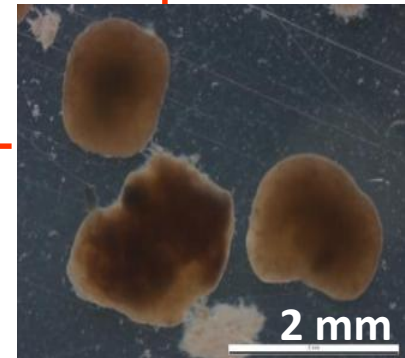
Agregado microbiano compacto y
denso

Excelente capacidad
sedimentación

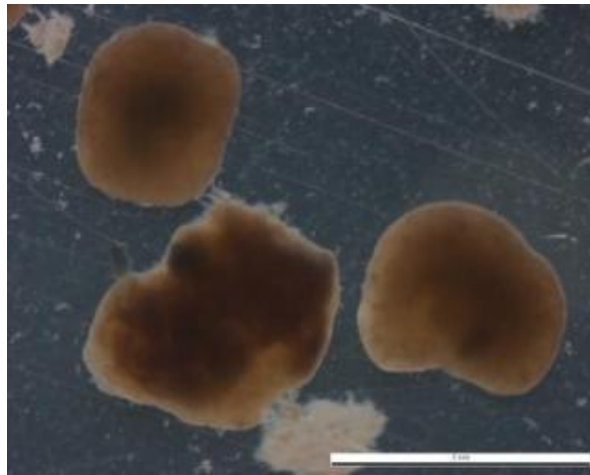
ϕ : > 0.2 mm

IVL: < 50 mL g⁻¹

V_s: 50-100 m h⁻¹



- Reactores más compactos
- Mayor resistencia a compuestos inhibitorios y elevadas cargas orgánicas
- Mayor estabilidad ante largos periodos de hambruna
- Estratificación de distintas poblaciones celulares

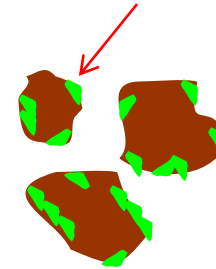


¿Cómo obtener gránulos con capacidades diversas?

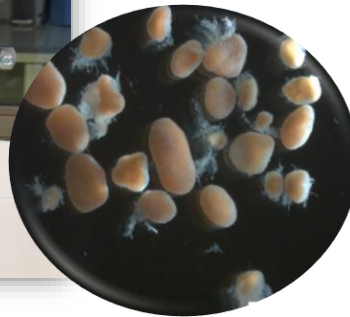
Bioaumentación con bacterias especializadas
(degradadoras de compuestos fenólicos)



bacterias especializadas



gránulos

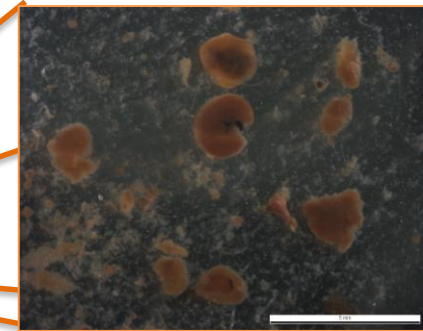
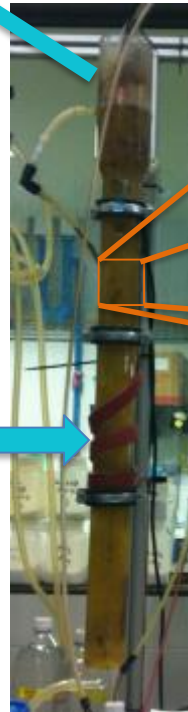
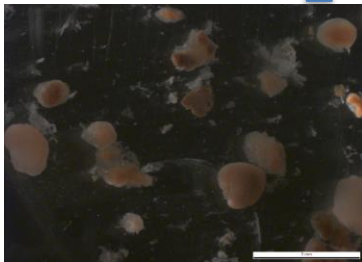


Biodegradación completa o-cresol con nitrificación en el mismo reactor

Condiciones de operación:

- DO: 3.0-4.0 mg O₂ L⁻¹
- pH: 8.0 ± 0.2
- T: 30 ± 0.5 °C

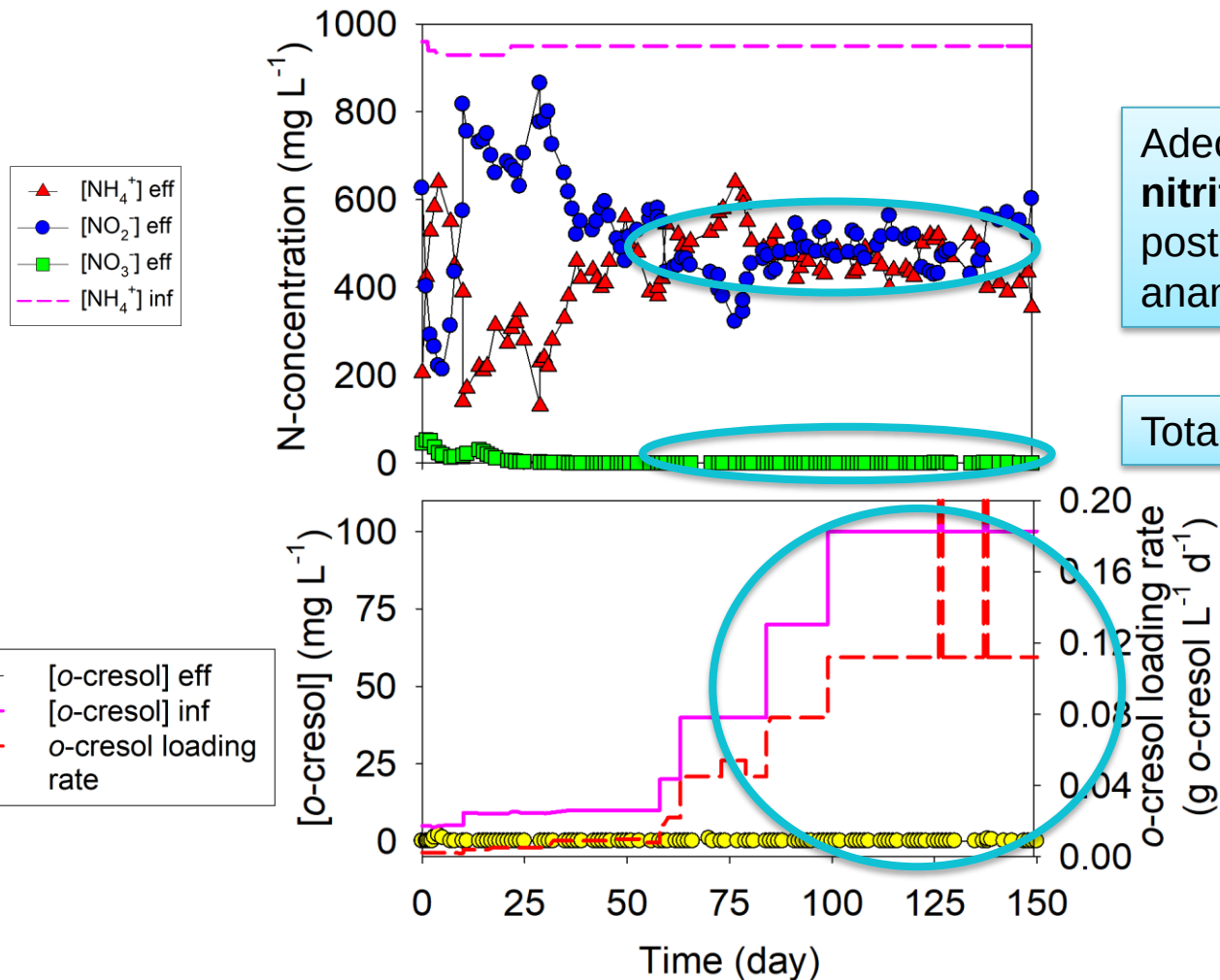
Inoculación con gránulos nitrificantes y bioaumentación



Biomasa granular

Régimen continuo de alimentación

Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

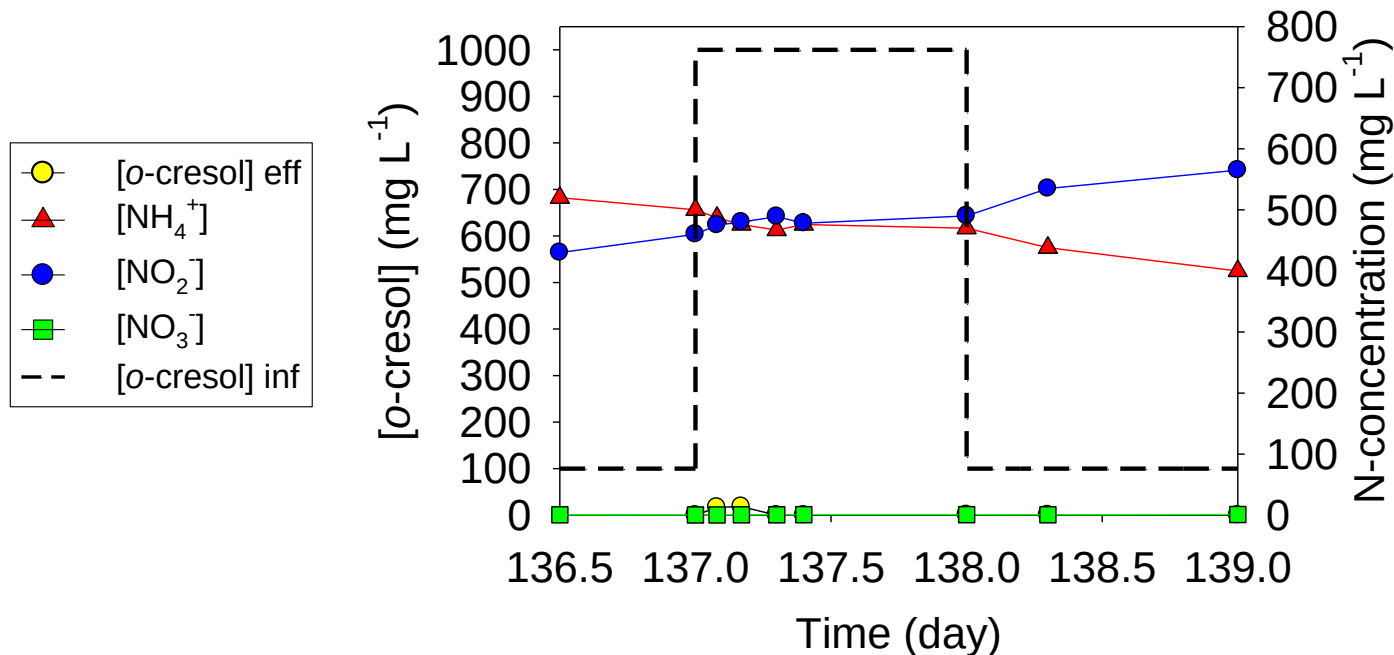


Adecuada **relación nitrito/amonio** para un posterior reactor anammox

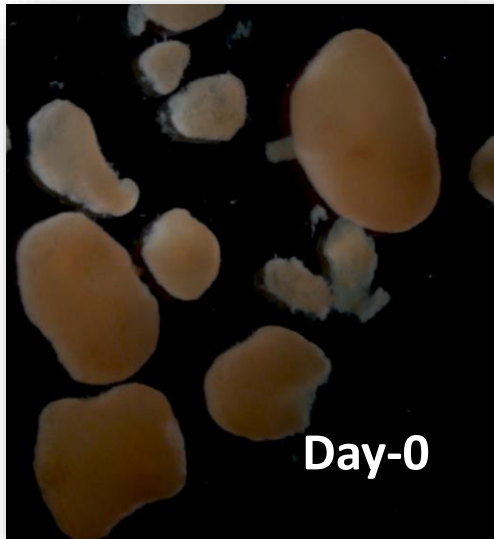
Total **ausencia de nitrato**

Con una **alta carga orgánica de o-cresol**

La biomasa granular aerobia es capaz de hacer frente a choques de carga de compuestos fenólicos

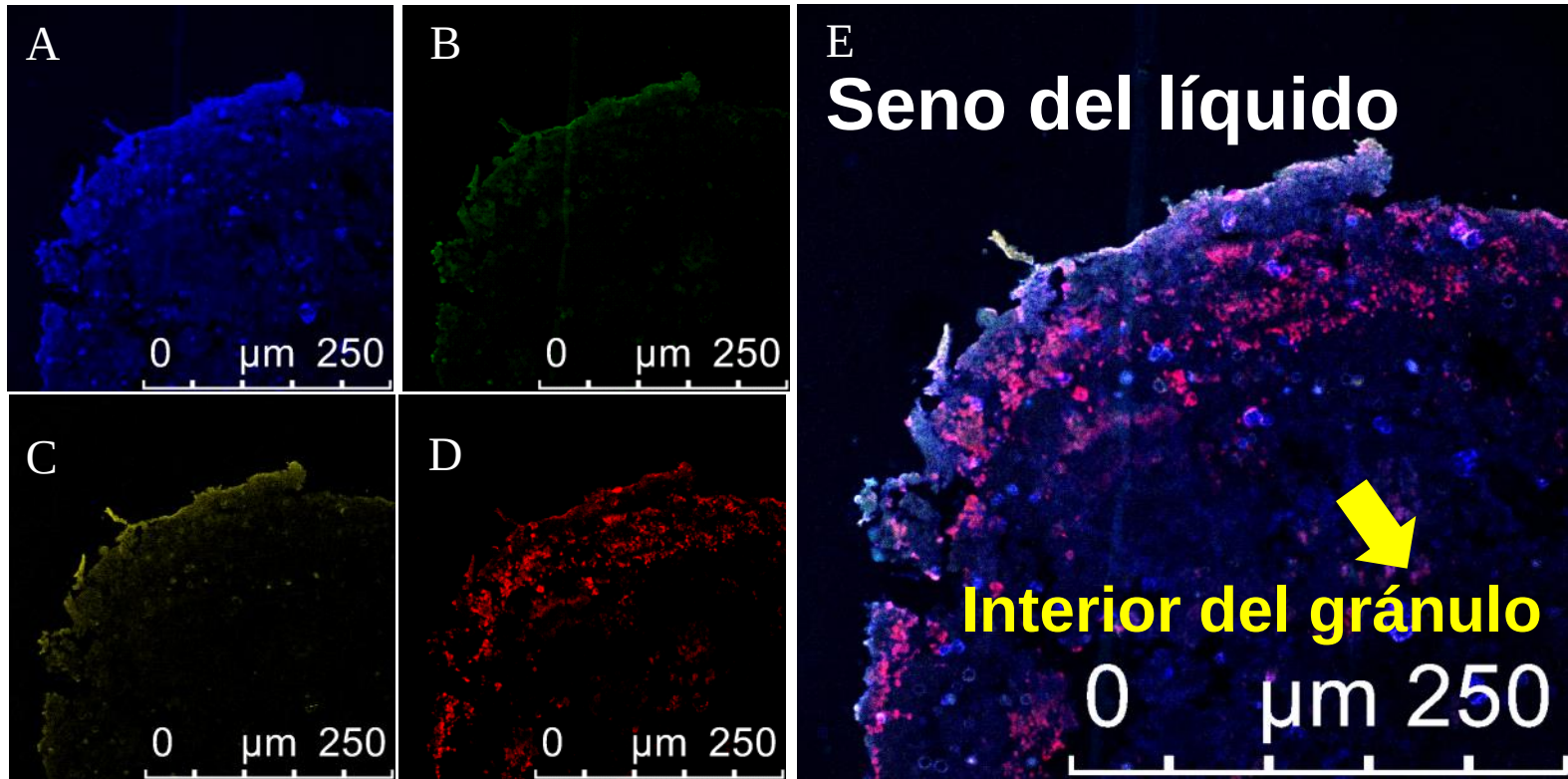


La granulación se mantiene estable a pesar de la adición del compuesto fenólico



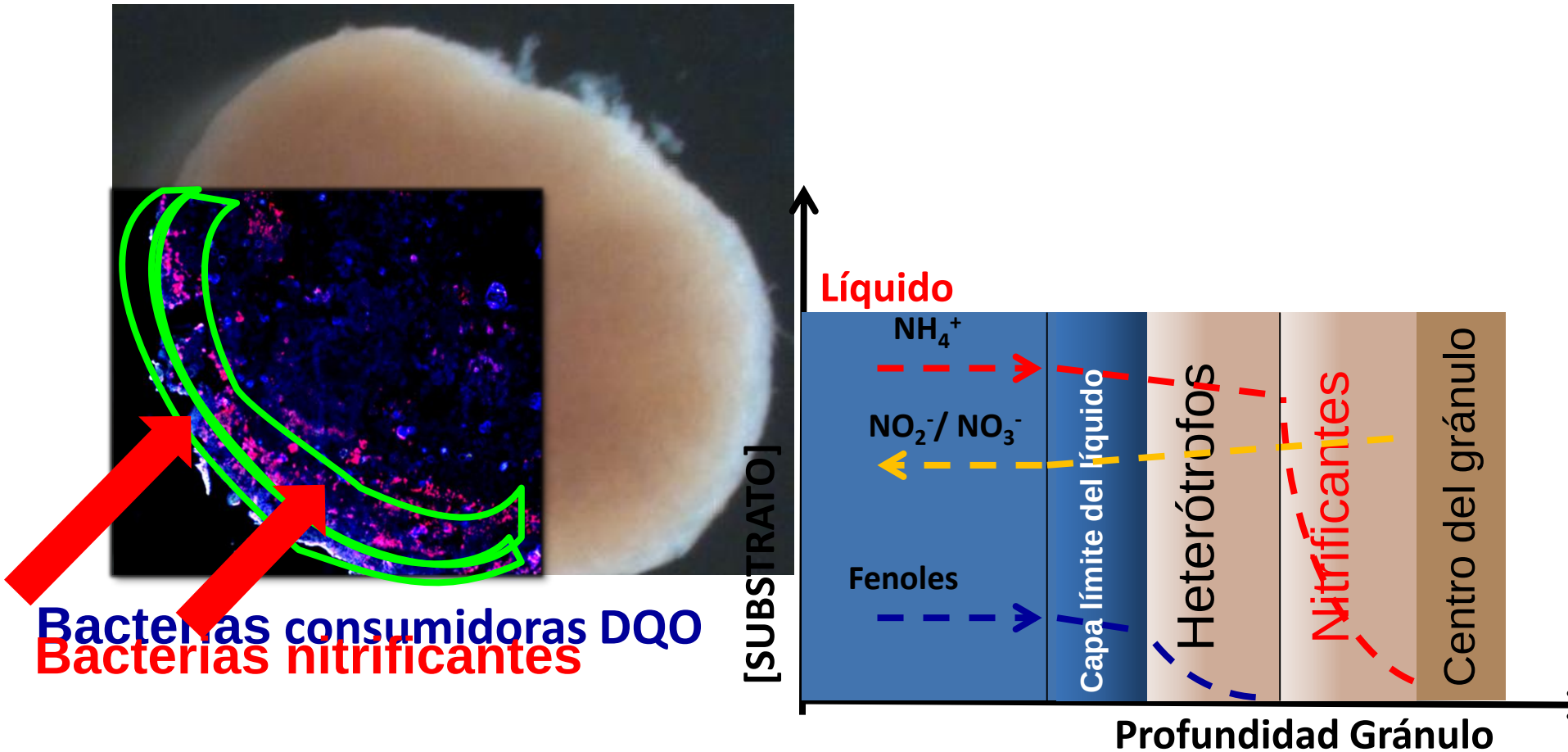
- **Tamaño de gránulo:** 1.3 mm
- **Velocidad de sedimentación:** 50 m/h
- **IVL₅:** 11 mL/g

La clave del éxito es el desarrollo de un gránulo con diversas poblaciones bacterianas estratificadas

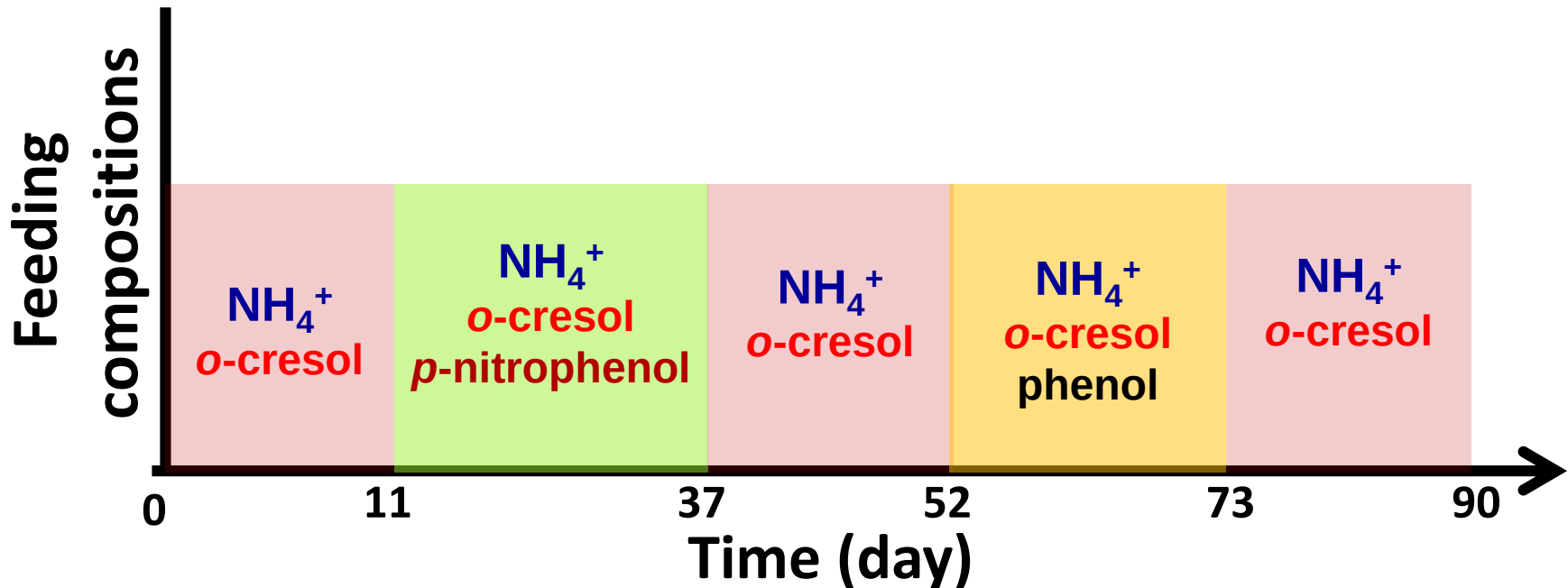


Azul – Todas las bacterias Verde – NOB (nitrito a nitrato)
Amarillas – Consumidoras de o-cresol Rojas- AOB (amonio a nitrito)

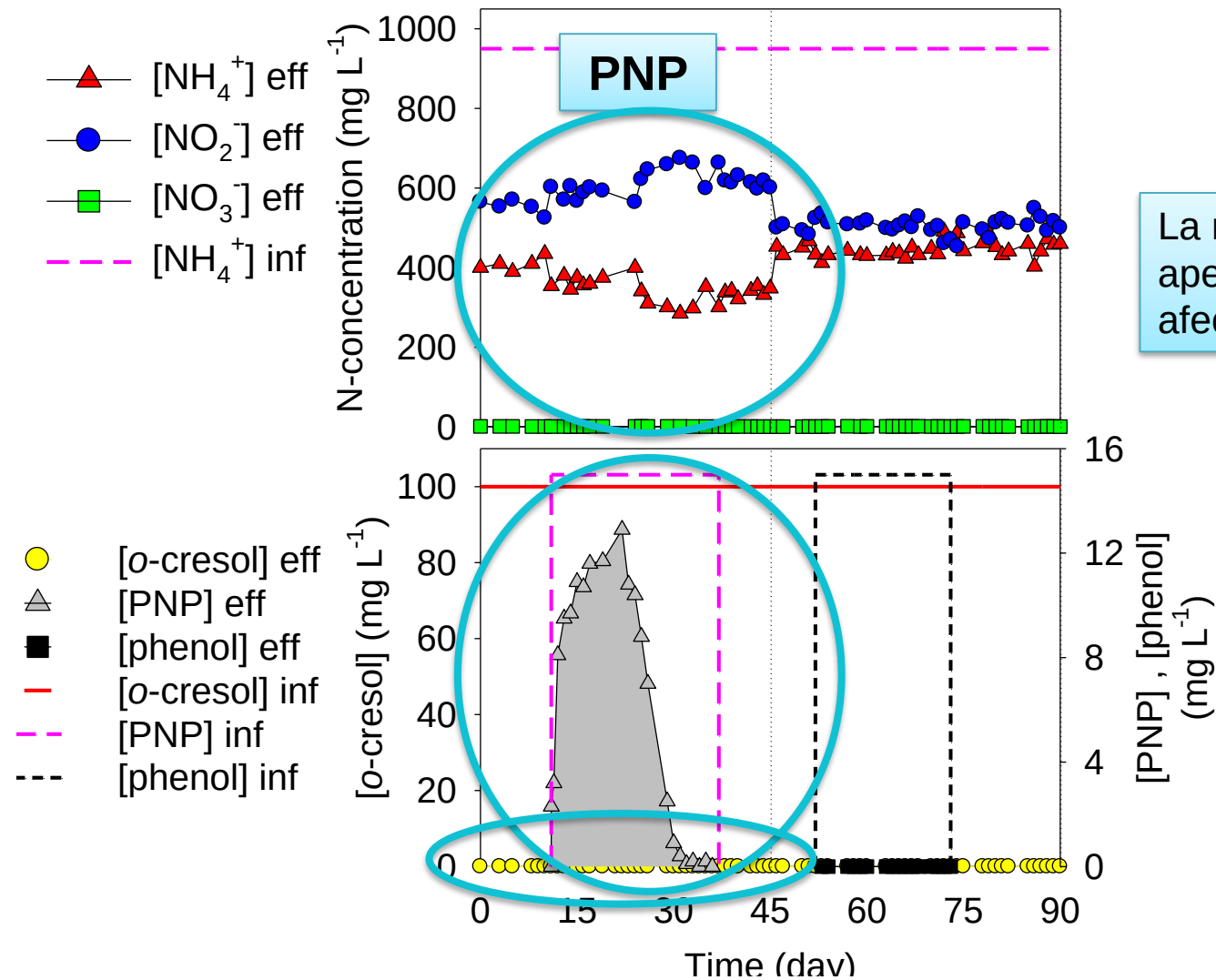
Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”



- ¿Puede enfrentarse este tipo de reactor a situaciones de alternancia de compuestos fenólicos en el efluente?
- Es lo que se conoce como ***Sequentially Alternating Pollutants (SAP) escenarios*** y son situaciones comunes en la industria.



Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

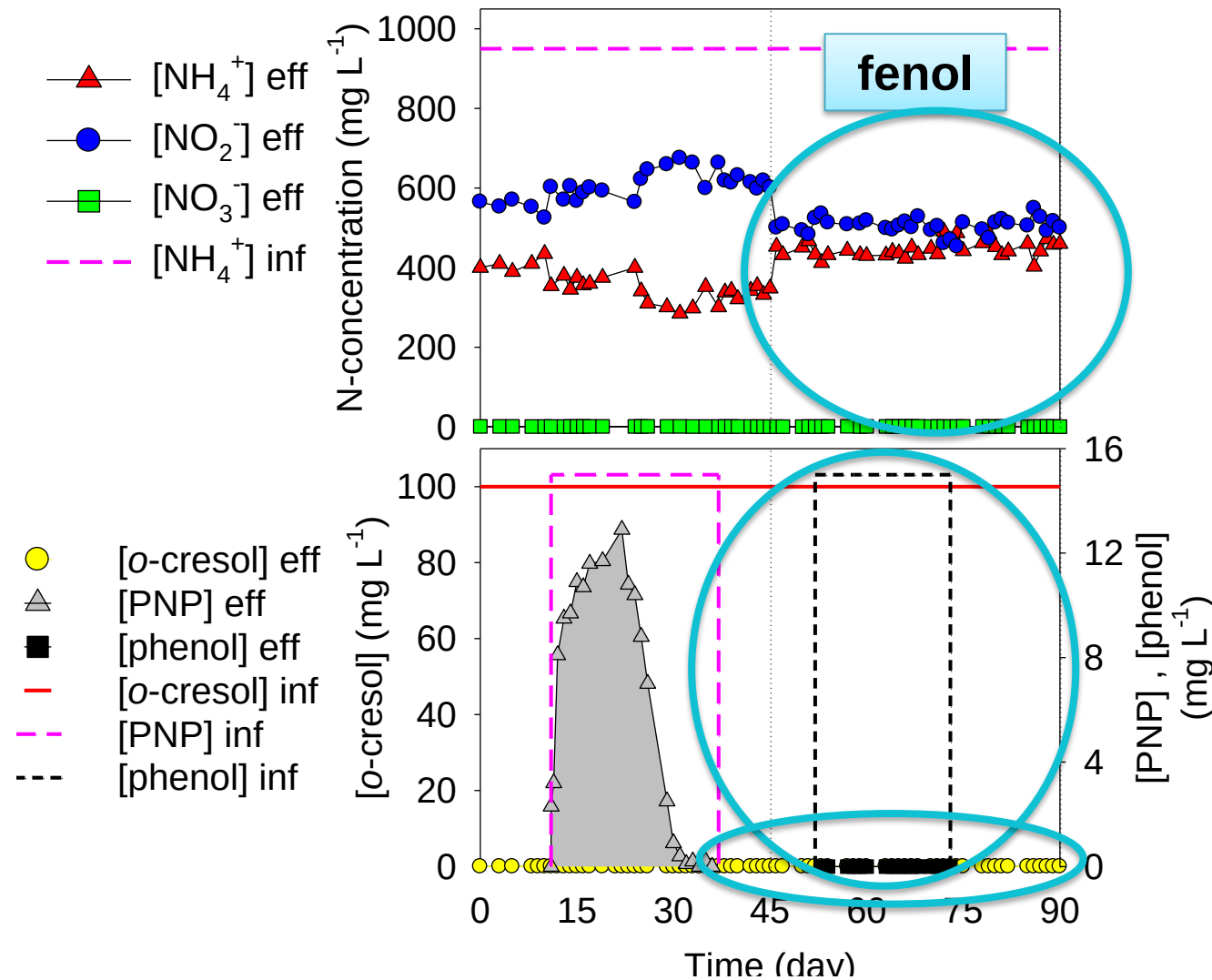


La nitrificación parcial apenas se va afectada

PNP se acumula los primeros días pero después es consumido totalmente

La eliminación de o-cresol es siempre del 100%

Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

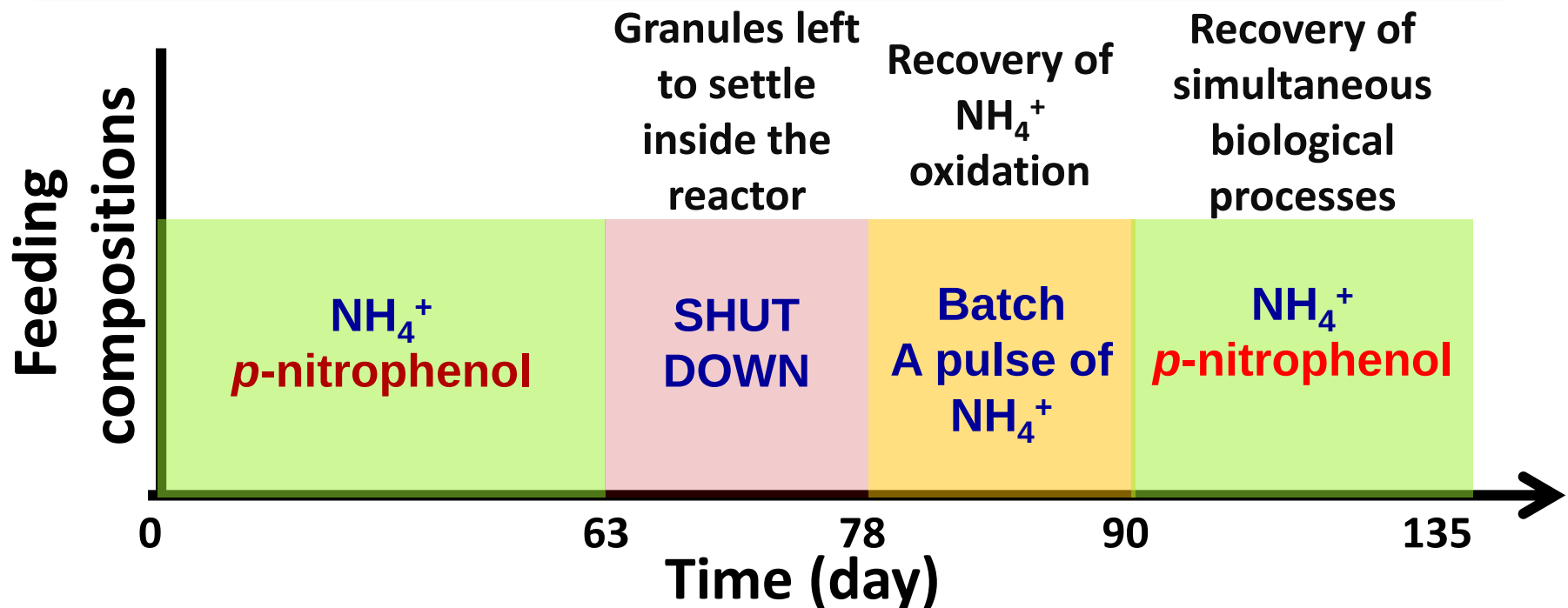


La nitrificación parcial no se va afectada

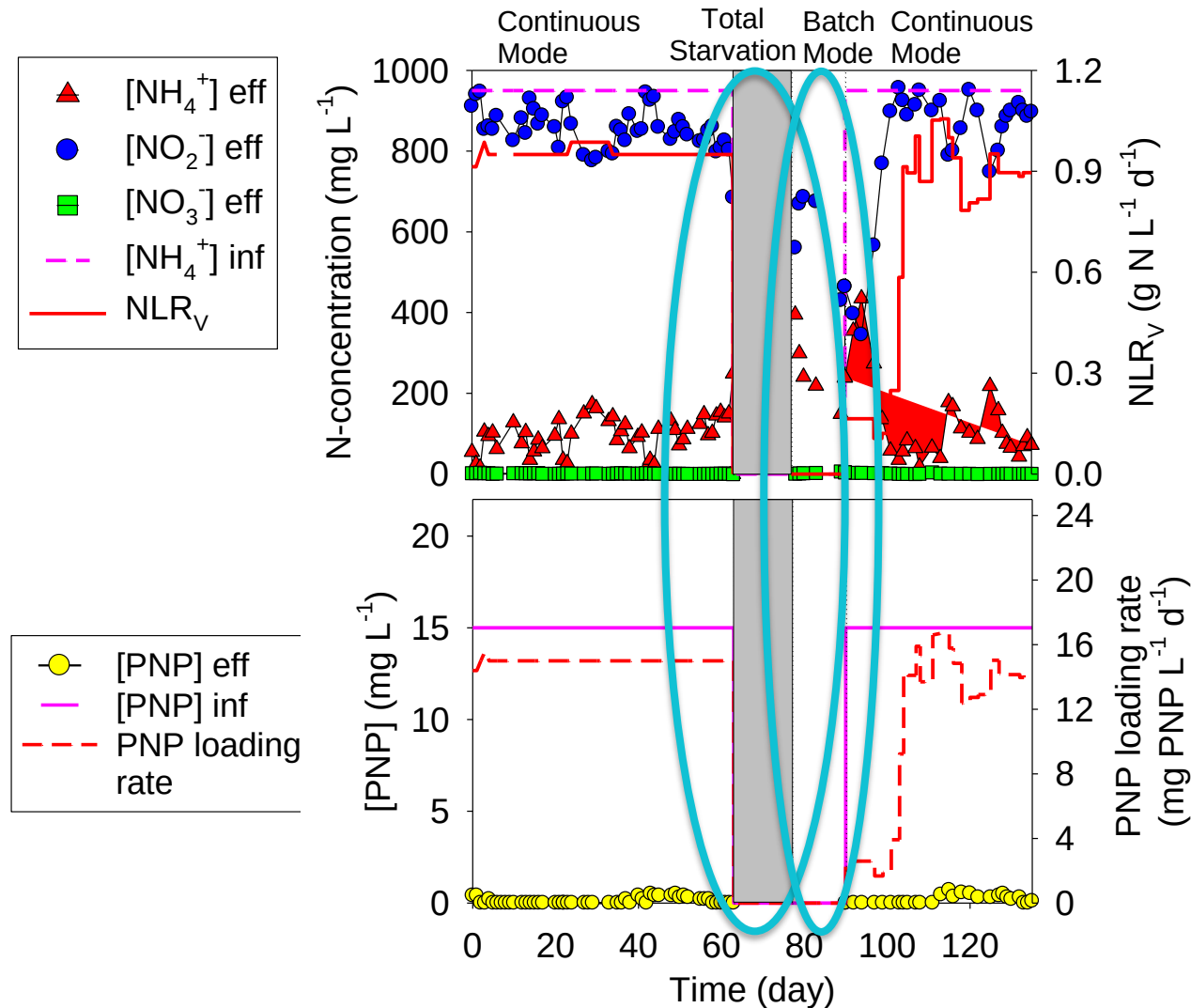
El fenol es completamente consumido en todo momento

La eliminación de o-cresol es siempre del 100%

- ¿Puede enfrentarse este tipo reactor a largos periodos sin alimentación?
- Es una situación que ocurre a veces a escala industrial (puestas en marcha, vacaciones, accidentes, etc).



Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

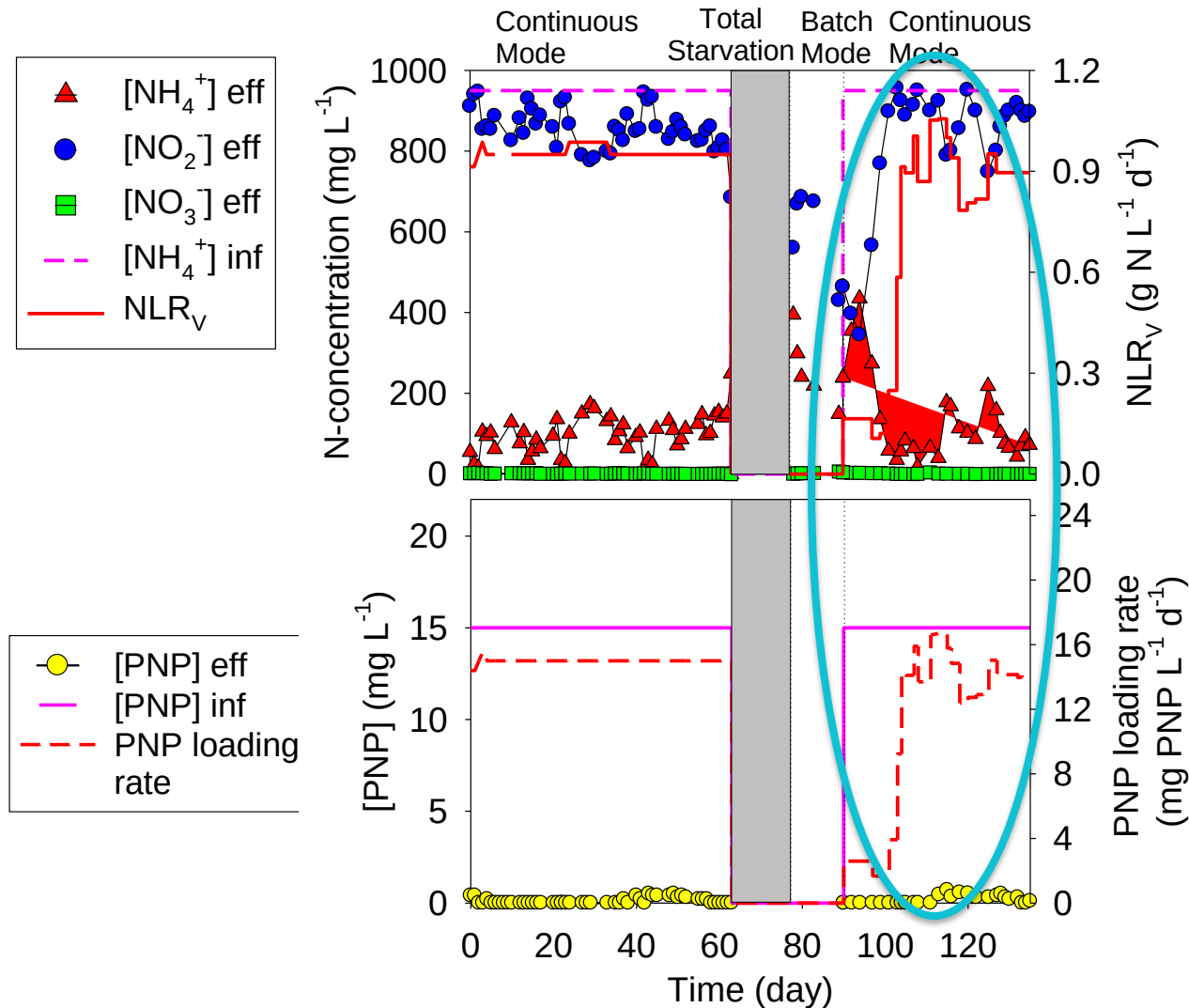


Antes de la parada, la operación del reactor granular es estable con completa eliminación del PNP y nitrificación estable

Se hace una parada total de 10 días, sin alimento ni aireación

Tras la fase de parada, se reanuda la operación en batch por precaución

Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”



Finalmente, y en menos de dos semanas, el sistema recupera el mismo nivel de funcionamiento que antes de la parada

- La biomasa granular aerobio presenta un buen potencial para el tratamiento de aguas industriales.
- Se pueden formar gránulos aerobios con diferentes poblaciones microbianas estratificadas, lo que les confiere altas capacidades de tratamiento.
- La biomasa granular aerobio es capaz de hacer frente a situaciones de composición cambiante del afluente y de hambruna prolongada.
- No obstante, es una tecnología incipiente que requiere de detallados protocolos de puesta en marcha y pruebas a escala piloto en ambiente relevante.



Explorando soluciones biológicas para aguas industriales “complicadas”

Dr. Julián Carrera Muyo

Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental

Universitat Autònoma de Barcelona

Coordinador RED TRITÓN – Programa CYTED