

EVALUACIÓN DE LA ÓSMOSIS DIRECTA PARA EL REGADÍO Y LA REUTILIZACIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN REGIONES TURÍSTICAS MEDITERRÁNEAS

Esther Mendoza

G. Blandin, J. Comas, G. Buttiglieri



VII Jornada Biorreactores de Membrana. BRM 2019
16 mayo 2019

ICRA-Institut Català de Recerca de l'Aigua

- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

Economía circular para facilitar la reutilización del agua urbana en una ciudad turística

- Turismo en el Mediterráneo
 - Uso intensivo de agua
 - Escasez
 - **Reutilización**
 - ¿Separación de aguas?
 - ¿Escenarios descentralizados?
 - ¿Reutilización segura?



Convocatoria 2017: Proyectos RETOS, agencia estatal de investigación



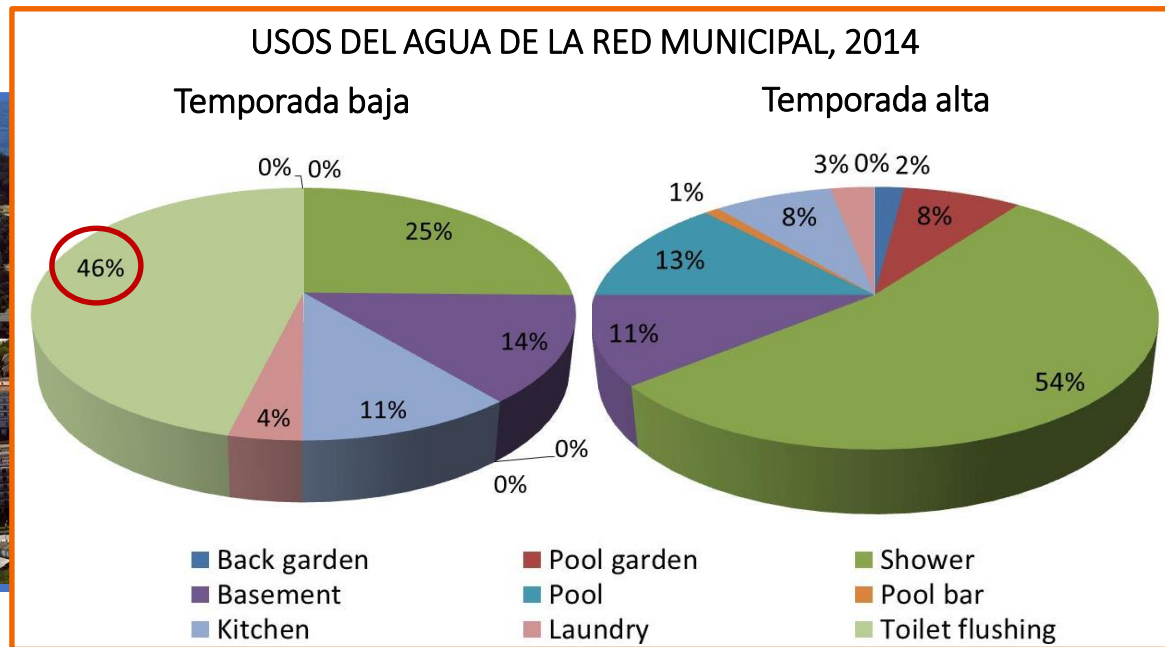
- **Demostrar la reutilización segura del agua gris para el riego y otros usos**
 - Hacia una economía circular en las regiones turísticas
- **Aplicación de tecnologías innovadoras**
 - Tecnologías de membrana
 - Humedales artificiales
- **Evaluación de los riesgos potenciales de la reutilización del agua**
 - **Microcontaminantes**
 - **Metales pesados**
 - **Patógenos**



- Marco del estudio: proyecto CL^EaN-TOUR
 - **Piloto: Hotel Samba**
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

Hotel Samba

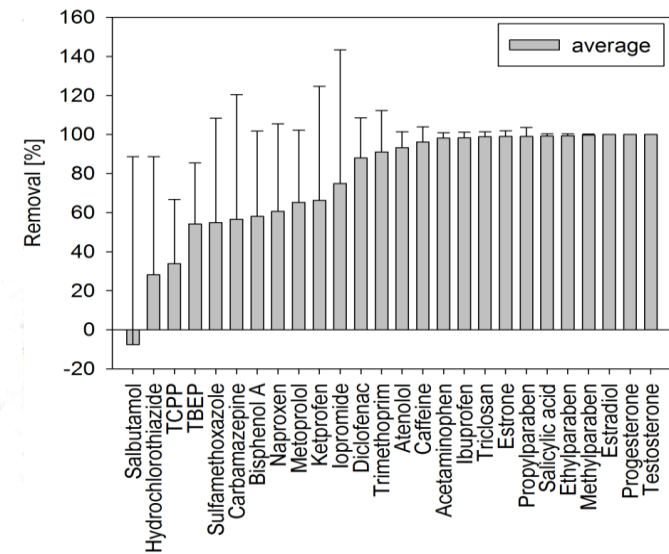
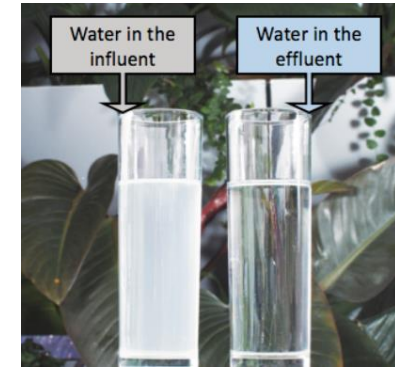
- Lloret de Mar
- Resort con 441 habitaciones
- Reutilización de agua gris
 - 13500-15000 m³/año
 - Cisternas



- Marco del estudio: proyecto CL^EaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - **Tecnologías**
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

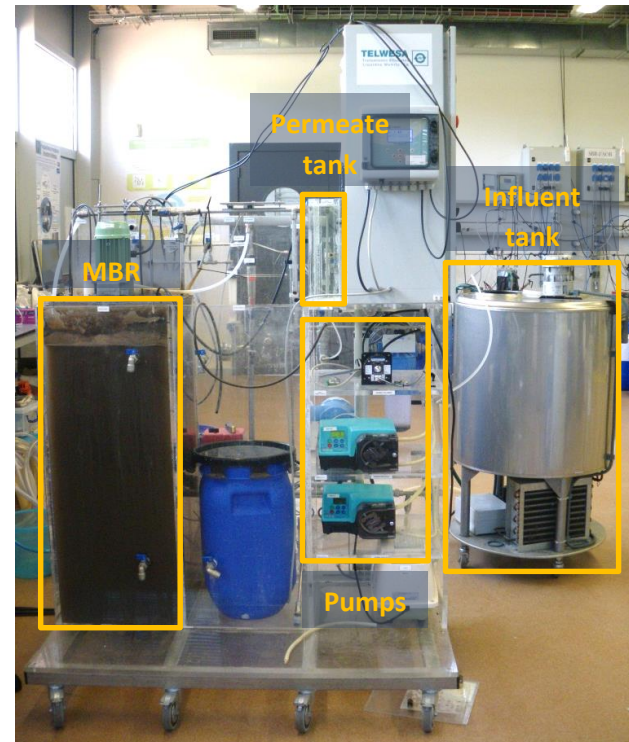
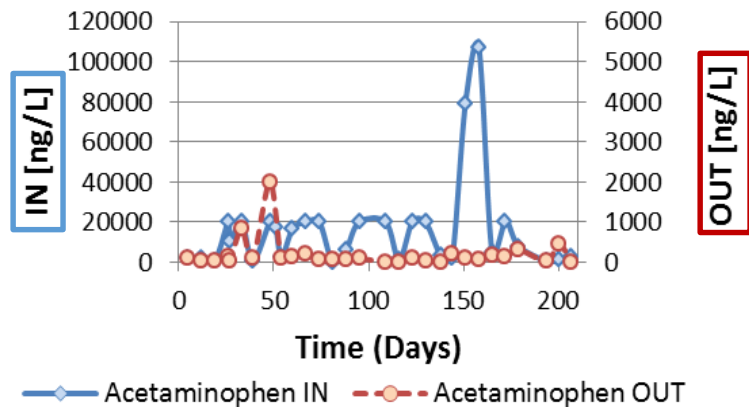
Sistema hidropónico

- **vertECO** (AT 516363)
 - Plantas ornamentales
 - Arcilla expandida
 - Hasta 2 m³/día; 4 m²/m³
 - Alta eliminación de hormonas y medicamentos



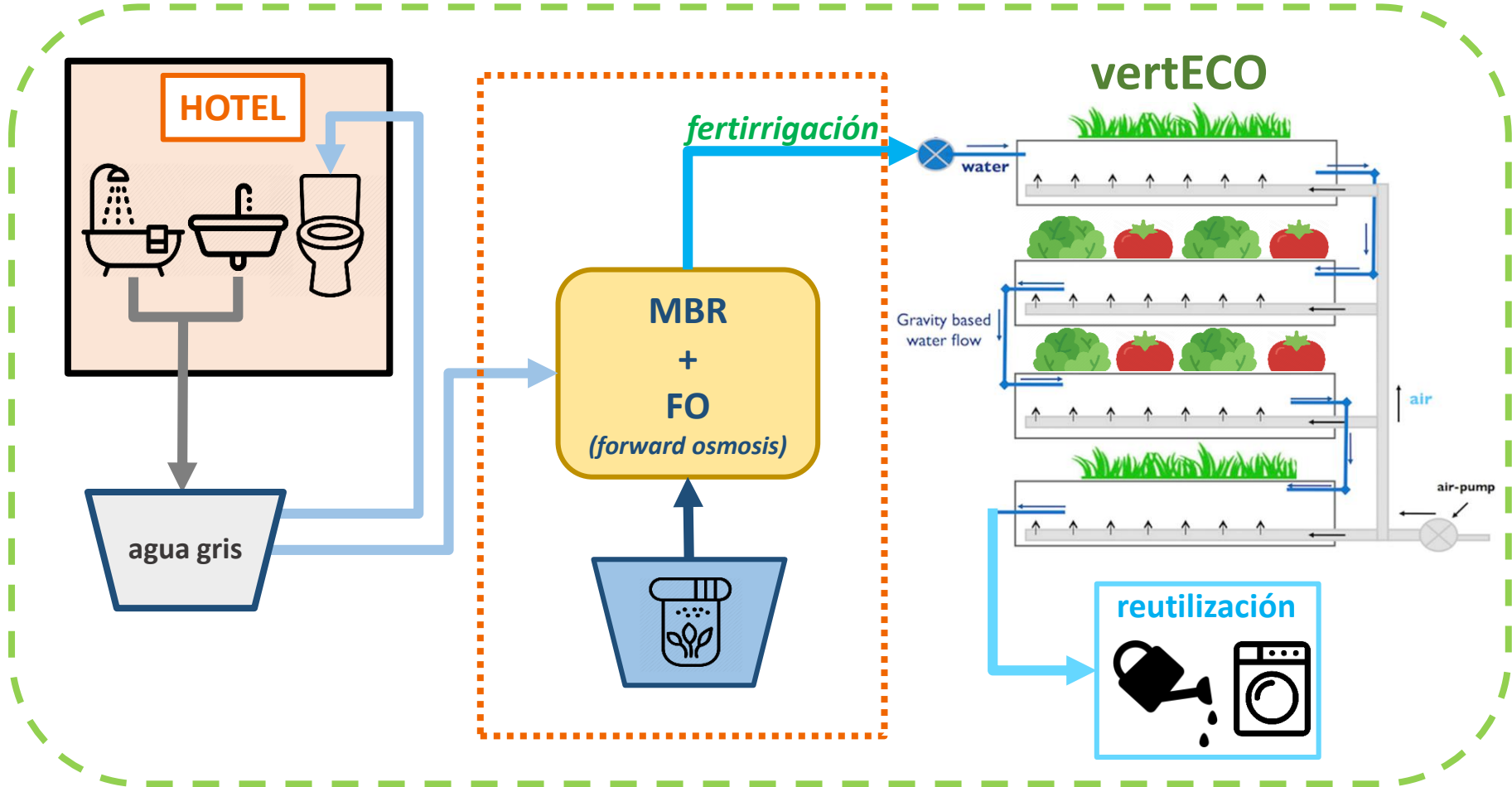
Biorreactor de membrana

- **MBR** con UF, fibras huecas
 - ZW10, General Electric
 - 0.93 m²; 0.04 μm tamaño de poro
 - 1 m³/día
 - Alta eliminación de hormonas y medicamentos

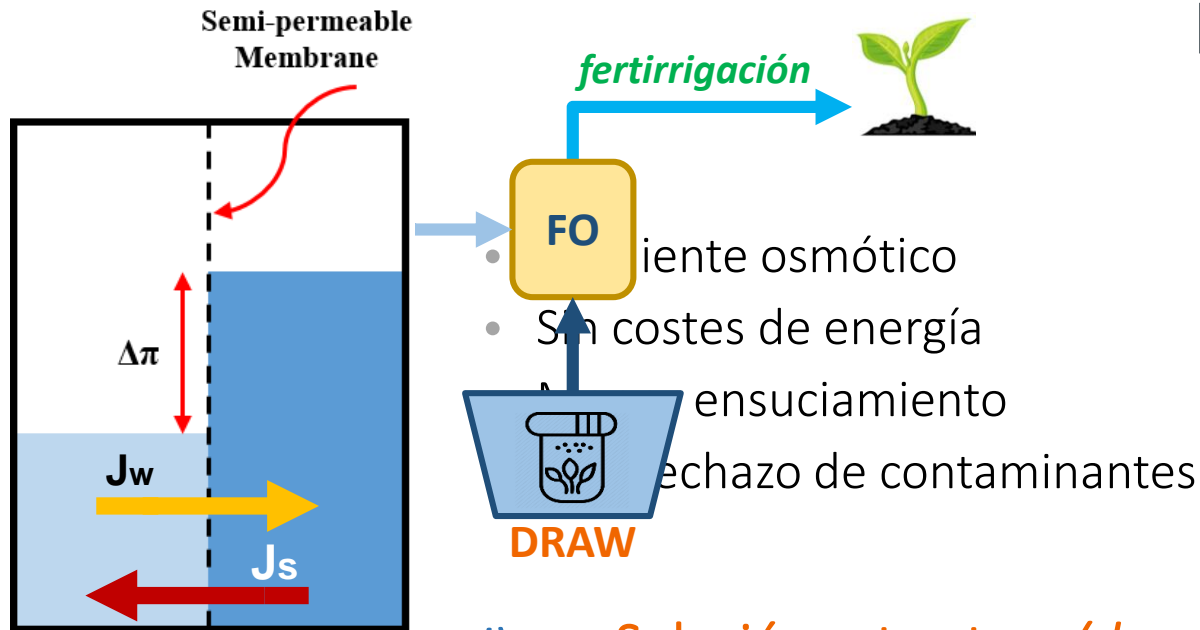


- Marco del estudio: proyecto CLÉaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - **La idea**
 - *FO-fertigation*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

CLEaN-TOUR. La idea



FO-fertirrigación



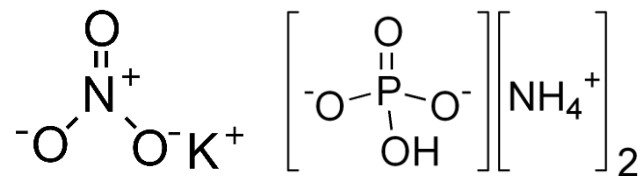
Solución de alimentación (*feed*)

- Baja concentración de sales
 - Agua gris
 - Duchas y lavabos



Solución extractora (*draw*)

- Alta concentración de sales
 - Solución de fertilizantes
 - Nitrato potásico
 - Fosfato de diamonio



El objetivo principal de esta investigación es obtener las condiciones óptimas en el sistema FO-fertirrigación

- **Mayor J_w**
 - Feed \rightarrow draw
- **Menor J_s**
 - Draw \rightarrow feed
 - Pérdida de fertilizantes
 - Disminución de gradiente osmótico
- **Dilución apropiada del draw**

- Marco del estudio: proyecto CLaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - Objetivo de la investigación
- **Metodología**
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

Metodología

- Feed: agua desionizada, DI (*agua gris*)
- Draw
 - NaCl
 - KNO₃
 - (NH₄)₂HPO₄
- Aquaporin HFFO2: fibra hueca, 2.3 m²

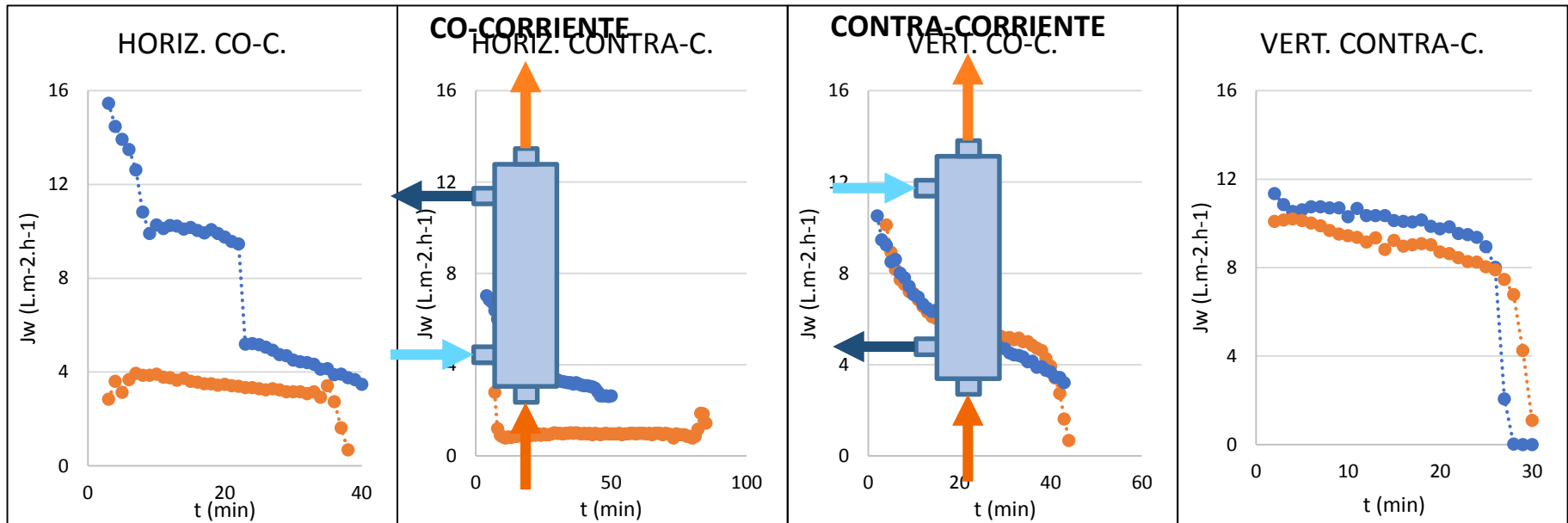


- Marco del estudio: proyecto CL^EaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- **Resultados**
- Conclusiones y próximos pasos

1. Evaluación del sistema

- Feed: DI, 10 L
- Draw: NaCl, 35 g/L, 10 L
- Vertical vs horizontal
- Co-corriente vs contra-corriente

→ Mejor configuración: mayor Jw



2. Fertilizantes

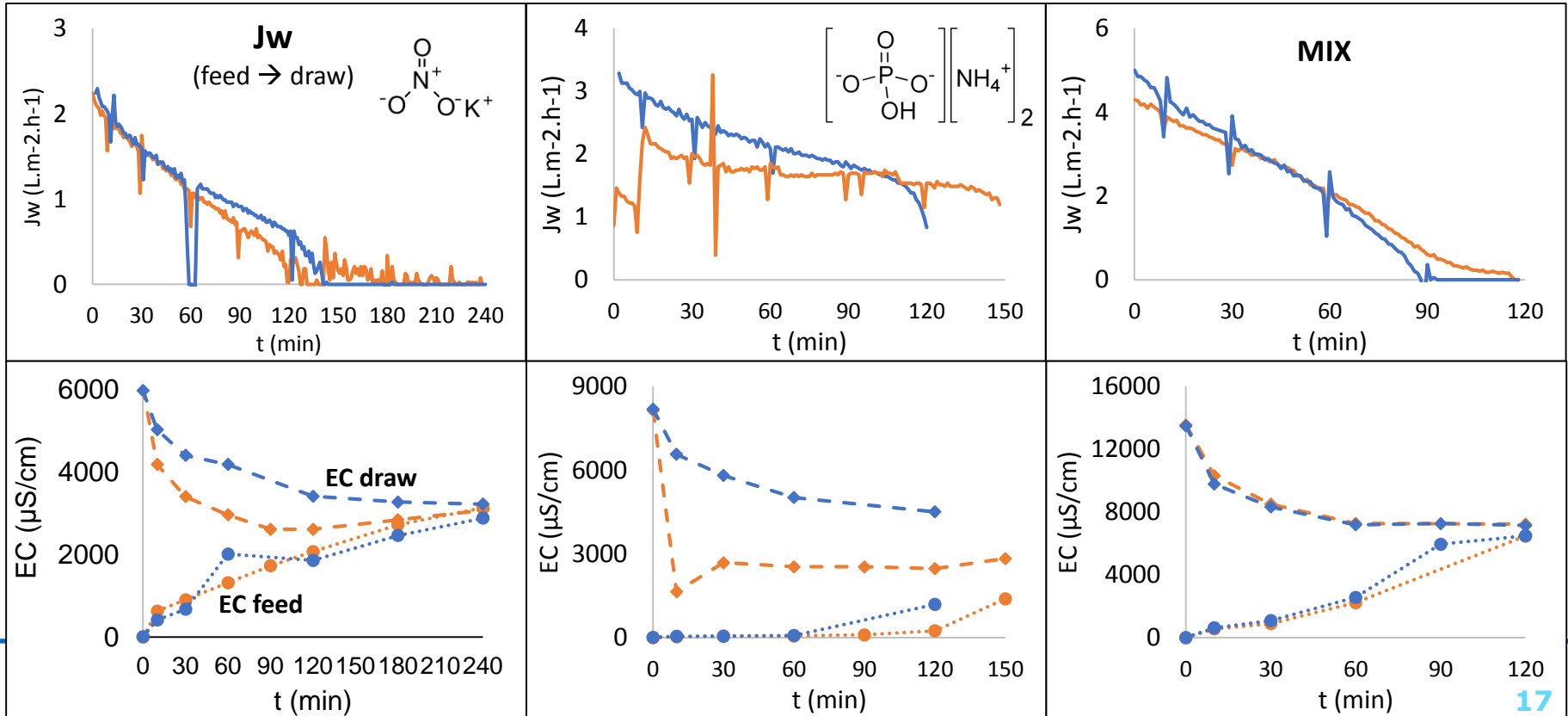
- Feed: DI, 10 L

- Draw, 10 L

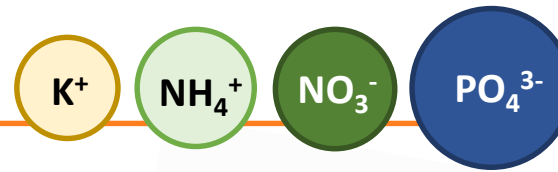
- KNO_3
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- MIX

0.05 M

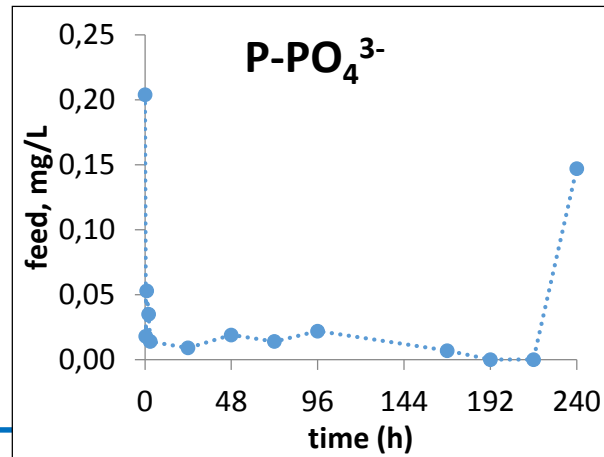
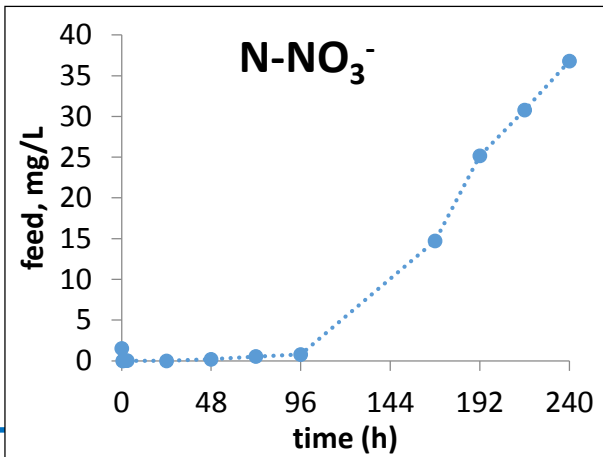
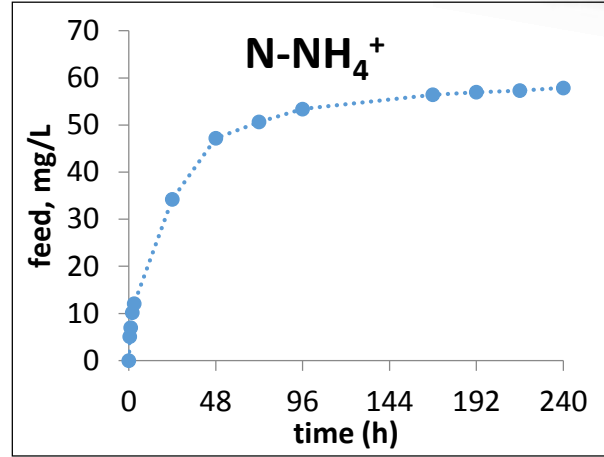
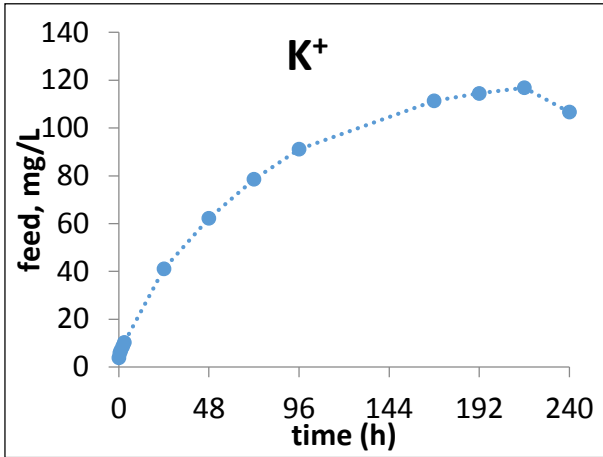
→ Mejor opción: mayor Jw, menor Js



3. Iones



- Feed: agua gris sintética, 7 L
- Draw: MIX, 0.05 M, 0.7 L
- Aquaporin HFFO.6
- Vertical, co-current

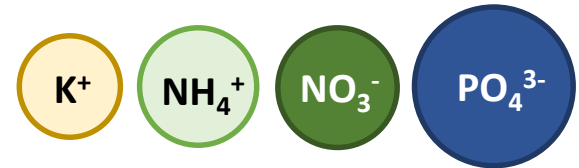


BALANCE DE MASA		
	dilución del draw	% Js (draw → feed)
K ⁺	11.7	18.5
NH ₄ ⁺	13.3	17.2
NO ₃ ⁻	14.1	17.8
PO ₄ ³⁻	10.1	0

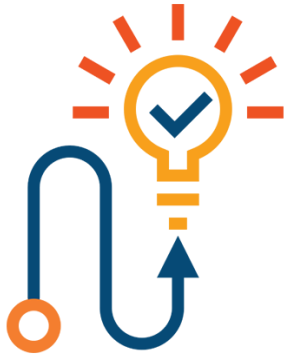
- Marco del estudio: proyecto CL^EaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- **Conclusiones y próximos pasos**



1. Variación de J_w en función de la configuración
 2. Diferencias de J_w y J_s entre sales por separado y juntas
 3. Diferencias entre el comportamiento de iones
 - Interacción con la membrana
 - Tamaño
 - Carga
 - Pérdida de >17% de N, K
 - No hay pérdida de P
- ¿Factibilidad del sistema *FO-fertirrigación*?



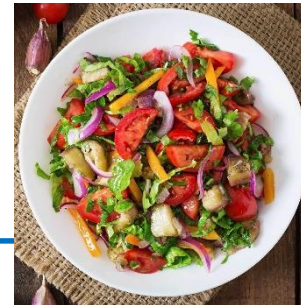
Próximos pasos



- Estudio más detallado de los iones
 - ¿Ratio NPK apropiado?
 - ¿Otras sales?
- Agua gris real

Implementación del sistema MBR-FO-hidropónico

- Eliminación contaminantes
- Riego de plantas comestibles
- Reutilización



Gracias por su atención



Los autores agradecen el apoyo del Departamento de Economía y Conocimiento del Gobierno de Cataluña a través de un Grupo de Investigación Consolidado (ICRA-TECH - 2017 SGR 1318), el proyecto CLEaN-TOUR (CTM2017-85385-C2-1-R) del Ministerio de Economía y Competitividad de España y al equipo científico otorgado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).