

Enrique Fernández Escalante (Tragsa)
Sergi Mulet Aloras (Tragsa)
Rodrigo Calero Gil (Tragsa)
Emilio Nicolás Nicolás (CEBAS-CSIC)
Pedro A. Nortes Tortosa (CEBAS-CSIC)
Gasbriel Moyá Niell (UIB)
Jaume Solivellas Prats (UIB)
Jaume Vadell Adrover (UIB)

INTRODUCCIÓN

- El desarrollo socio-económico de Baleares se ha visto abocado al sector terciario, incidiendo de forma negativa en el desarrollo de la agricultura
- El aumento de la demanda de agua para la población turística y residencial ha provocado la explotación de acuíferos y problemas de intrusión
- La utilización de las aguas regeneradas para el riego agrícola representa un extraordinario interés para gestores y usuarios

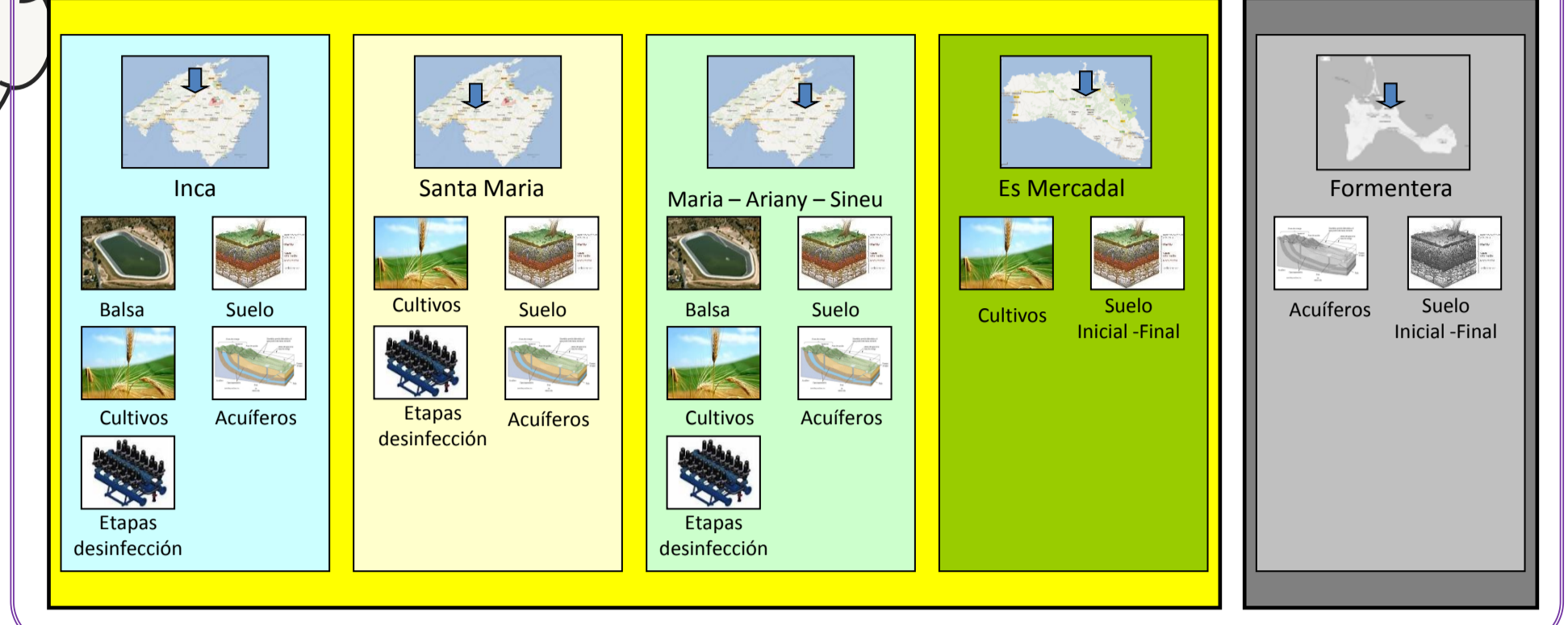
OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es obtener series de datos y resultados que permitan evaluar el efecto **INTEGRADO** del riego con agua regenerada en suelos, acuíferos y cultivos

Objetivos colaterales de tipo ambiental son:

- Disminución de la explotación de aguas subterráneas
- Combatir la intrusión salina y salinización de las tierras de cultivo
- Evitar el abandono del sector agrícola

ZONAS DE ESTUDIO



METODOLOGÍA / RESULTADOS

En la actualidad hay una **carencia importante de información** que demuestre la influencia de la utilización en regadío de aguas residuales regeneradas

1- Efectos sobre la fisiología de la planta

- Caracterización de las fuentes de agua
- Medición de la situación hídrica de la planta
- Medición de los niveles de intercambio gaseoso
- Estado nutricional del cultivo (análisis foliar)
- Evaluación de la producción final y microbiología del fruto



- Mejor estado hídrico con aguas regeneradas que con aguas de pozo en las pruebas sobre pimiento y tomate (independientemente de su fertilización)
- Similar estado hídrico para el olivo en la zona de Inca
- Resultados parecidos con aguas de pozo y regeneradas en vid en Santa María: mejor estado hídrico con aguas regeneradas en la variedad Cabernet S. que en la Prensal Blanc
- Mayores niveles de intercambio gaseoso con agua de pozo que con regenerada en variedad Prensal Blanc; con variedad Cabernet S. efecto contrario
- Mayor producción con agua regenerada (34,3%) por la aportación de nutrientes respecto a la de pozo sin fertilización
- Mayor producción con agua regenerada fertilizada (35,8%) respecto a la de pozo con fertilización
- Producción muy superior con agua regenerada fertilizada (80,2%) respecto a la de pozo sin fertilización

2- Incidencia sobre el suelo

- Variaciones físicas y químicas (INCLUYENDO metales pesados)
- Variaciones estacionales debidas al uso de aguas regeneradas
- Diagnóstico final para establecer, si procede, criterios de actuación

Identificación de las unidades edafológicas
Muestreo en parcelas
Análisis de 17 macros y trazas
Sin variaciones en la caracterización en tres años ni desestructuración del suelo por efecto del agua
Durante los meses de verano se produce un incremento de la salinidad
Con las lluvias de otoño e invierno se produce un lavado intenso
Recuperación de la situación inicial tras incrementos puntuales de la salinidad

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Evaluar los efectos sobre la fisiología de la planta, la producción y su calidad
- Incidencia sobre el suelo
- Caracterizar el estado inicial de las aguas subterráneas y su evolución por efecto del riego con aguas regeneradas
- Evolución de la calidad del agua de riego almacenada en las balsas de regulación
- Variación de la calidad del agua a lo largo de sus etapas de desinfección y filtración

3- Acuíferos: evolución de las aguas subterráneas

- Recopilación información previa
 - Caracterización y balance hídrico de tres zonas
 - Cartografías geológicas de detalle
 - Cartografías hidrogeológicas de detalle
 - Diseño de las redes de control y análisis seriados "aguas abajo" a lo largo de la zona regada con aguas regeneradas
 - Estudios de interacción agua-roca (modelado hidrogeoquímico)
- Facies bicarbonatadas y cloruradas calco-sódicas y magnésicas con incremento de la concentración de calcio, cloruros y sulfatos en el circuito de interacción
 - Modelado: posibles reacciones químicas en los circuitos de interacción a partir de los polos fríos caracterizados, para evaluar impactos diferidos:
 - Reacciones de disolución-precipitación dependientes del pH del medio:
 - Reacciones Redox con metales y material orgánica
 - Reacciones posteriores a los procesos de mezcla y de intercambio

4- Balsas de regulación como elemento depurado

- Muestreo con embarcación
 - Tratamiento de muestras "in situ" y laboratorio. Base de datos
- Alto índice de correlación entre los iones hierro y fósforo con el calcio (sistema carbónico-carbonato)
 - Condiciones alcalinas, que con descenso del CO₂ libre y cambios de temperatura producen precipitación de calcita (blanqueado) y posterior presión trófica del zooplancton sobre el fitoplancton (aclorado)
 - Concentraciones de algas, clorofila y materia orgánica muy supeditadas a la temperatura y profundidad (condiciones eutróficas en balsas de escasa profundidad)
 - Evolución de la calidad aguas almacenadas depende del tiempo de renovación del agua y la profundidad
 - Recomendaciones: profundidades someras (< 4,5 m.), captaciones superficiales, entrada con alta aireación, etc.
 - Mejores resultados con mayor tiempo de residencia y menor profundidad

CONCLUSIONES

CULTIVOS

- Mejores rendimientos con la aplicación de agua regenerada en cultivos hortícolas con una solución nutritiva, que podría duplicar los rendimientos
- En cuanto al estado nutricional de los cultivos (hortícolas, olivar y vid), puede suponer un ahorro de costes en el abonado de ecotoxicología nula
- No se ha detectado bioacumulación de metales pesados ni efectos nocivos de origen microbiológico en los frutos de origen hortícola (cumplimiento RD 1620/2007)
- Es necesario una buena caracterización analítica, el estudio de sinergias y contaminantes emergentes y el asesoramiento al agricultor

SUELOS

- Sin variaciones perceptibles en la estabilidad estructural
- En tres años de riego con agua regenerada no hay variación en la salinidad final. Riesgo de impacto diferido de difícil evaluación a largo plazo

BALSAS

- Alto índice de correlación entre los iones hierro y fósforo con el calcio (sistema carbónico-carbonato)
- Condiciones alcalinas, que con descenso del CO₂ libre y cambios de T^a producen precipitación de calcita (blanqueado) y posterior aclarado por presión trófica
- Concentraciones de algas, clorofila y materia orgánica dependiente de la T^a y profundidad (condiciones eutróficas en balsas de escasa profundidad)
- Evolución de la calidad aguas almacenadas depende del tiempo de renovación del agua y la profundidad
- Recomendaciones: profundidades someras (< 4,5 m.), captaciones superficiales, entrada con alta aireación, etc.
- Mejores resultados con mayor tiempo de residencia y menor profundidad

AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Facies bicarbonatadas y sulfatadas cálcicas, con proporciones variables de magnesio y sodio
- Las reacciones químicas de la modelación inicial manifiestan variaciones importantes en fósforo, nitrógeno, sulfatos, calcio y magnesio de forma natural
- Manganeso, sílice e hidróxido férrico altamente supeditado a variaciones de pH y procesos de mezcla y de intercambio catiónico
- No se han detectado interacciones negativas en los acuíferos tras tres años de actividad, en aras de la sostenibilidad y seguridad ambiental

OTROS

- Futuro "Manual de Buenas Prácticas para el Manejo de Aguas Regeneradas en los Cultivos" con amplia dedicación a los elementos de gestión
- Gestión de las balsas de regulación como sistema de depuración
- Posibilidades de recarga gestionada con excedentes y conveniencia de un sondeo profundo en el esquema de gestión
- Necesidad de mejora de la percepción psico-social
- Nueva línea de acción abierta ante contaminantes emergentes y sinergismos

PARTICIPAN:



EPOS:



CON EL APOYO DE:

