

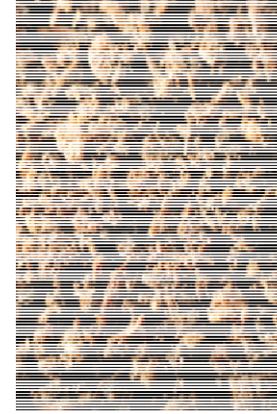
INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL
CURSO 2016-17

**DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE





Doctorando: ANA PÉREZ GIMENO

Director (es): María Belén Almendro Candel

Ignacio Gómez Lucas

Tutor: José Navarro Pedreño

Departamento: Agroquímica y Medio Ambiente

FINALIDAD

El trabajo realizado se encuentra en la Línea A: Residuos, Uso y Gestión Sostenible.

Objetivos específicos:

- Realizar un análisis comparativo entre los costes y las propiedades físico-químicas de diferentes residuos con la finalidad de evaluar sus posibles ventajas e inconvenientes en la restauración de suelos.
- Evaluar la concentración de formas nitrogenadas en los lixiviados procedentes de compost de lodo y zahorra para estimar la posible presencia de estos contaminantes en aguas subterráneas.
- Evaluar la contaminación por elementos traza y sales inorgánicas procedentes del compost de lodo y zahorra cuando son utilizados como lechos filtrantes con aguas de diversa calidad.
- Determinar a partir de estos experimentos los posibles efectos sobre la calidad del agua subterránea y las implicaciones medioambientales.

METODOLOGÍA

❑ Caracterización de los residuos seleccionados

➤ Residuos orgánicos:

- ✓ Compost de lodo (SSC)
- ✓ Turba rubia (BrP)
- ✓ Turba negra (BIP)
- ✓ Turba fertilizada (FeP)
- ✓ Humus de lombriz (CEH)
- ✓ Paja de cereal (STH)
- ✓ Hoja de palmera (PTC)
- ✓ Corteza de pino (PBa)



Compost de lodo



Paja de cereal



Humus de lombriz



Corteza de pino

➤ Residuos inorgánicos:

- ✓ Zahorra (LOC)
- ✓ Lava volcánica (VCS)
- ✓ Vermiculita exfoliada (ExV)
- ✓ Perlita expandida (ExP)



Zahorra



Lava volcánica



Vermiculita exfoliada



Perlita expandida

❑ **Métodos utilizados y parámetros estudiados**

Los residuos han sido analizados siguiendo las normas UNE de suelos y sustratos de cultivo, determinando los siguientes parámetros :

- ✓ Densidad real y compactada
- ✓ Materia orgánica
- ✓ Nitrógeno Kjeldahl
- ✓ pH (extracto acuoso 1/5 v/v)
- ✓ Conductividad eléctrica (extracto acuoso 1/5 v/v)
- ✓ Cationes solubles en agua (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Cd, Ni, Cr, Pb)
(extracto acuoso 1/5 v/v)

Se hicieron 5 réplicas de cada parámetro, aplicando a continuación el análisis estadístico (ANOVA), comparando los resultados obtenidos para todos los residuos en su conjunto así como los residuos orgánicos e inorgánicos entre sí de forma independiente.

Asimismo, se hizo un estudio de mercado en la zona del sureste español (sin tener en cuenta los gastos asociados al transporte), para conocer los precios medios de los residuos estudiados.

RESULTADOS

Una muestra de los resultados obtenidos viene reflejada en la siguiente tabla:

	density	(g/cm ³)	LOI	g/kg d.w.	Kj. Nitrogen	g/kg d.w.	pH _{20°C}		Ec _{25°C}	μS/cm
	average	sd	average	sd	average	sd	average	sd	average	sd
SSC	1.12	0.01	706.8	1.4	29.86	0.76	6.3	0.1	2836	48
BrP	0.98	0.03	848.4	28.4	11.67	3.43	6.6	0.1	452	50
BIP	1.10	0.04	887.5	24.0	10.44	0.51	6.8	0.1	535	38
FeP	0.98	0.03	908.7	1.7	11.30	0.45	6.3	0.1	366	15
CEH	1.22	0.03	522.2	22.8	15.38	0.52	6.8	0.2	651	6
STH	0.31	0.02	946.8	1.8	4.84	0.12	5.6	0.3	580	27
PTC	1.17	0.06	931.6	3.2	12.06	0.57	5.3	0.0	1231	41
PBa	1.22	0.04	962.1	1.2	1.99	0.10	4.4	0.1	314	35
ExV	0.55	0.01	24.5	1.9	0.04	0.01	9.3	0.2	191	23
ExP	0.35	0.01	4.7	0.4	0.07	0.01	10.3	0.2	301	16
LOC	2.61	0.01	15.9	0.7	0.42	0.05	9.2	0.1	417	26
VCS	2.17	0.07	6.1	0.6	0.20	0.03	9.0	0.0	357	21
F _{all}	1705		6215		2672		1016		2611	
F _{org}	350		529		1563		210		2782	
F _{inorg}	4615		373		196		112		96	

Tal y como era de esperar, se observaron grandes diferencias en las propiedades entre los residuos orgánicos e inorgánicos. La elevada cantidad de materia orgánica en los compuestos orgánicos fue la principal diferencia entre ambos.

	Price Averag	(€/L) sd
SSC	0.006	0.000
BrP	0.528	0.090
BIP	0.157	0.013
FeP	0.303	0.044
CEH	1.024	0.172
STH	0.165	0.055
PTC	0.001	0.001
PBa	0.139	0.023
ExV	0.498	0.096
ExP	0.521	0.109
LOC	0.005	0.002
VCS	4.477	1.184
F all	12.613	
F org	21.547	
F inorg	12.178	

En la tabla se muestra el precio medio de cada residuo, siendo el uso de alguno de ellos no recomendable en restauración debido a su elevado coste, como es el caso de la lava volcánica.

Entre los orgánicos, la hoja de palmera y el compost de lodo parecen ser las mejores opciones y entre los inorgánicos la zavorra.

Teniendo en cuenta el aporte de materia orgánica por parte de los residuos orgánicos y los costes, parece aconsejable el uso de compost de lodo y hojas de palmera como enmendantes orgánicos.

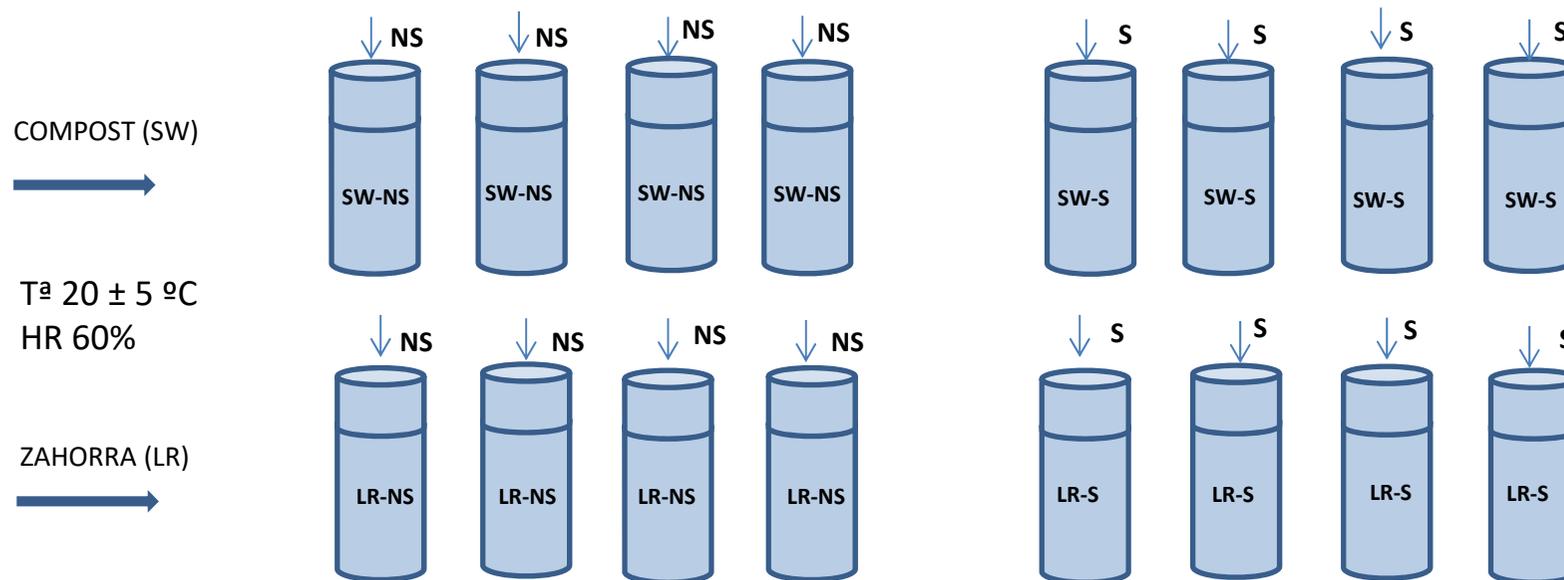
Asimismo, la zavorra parece una buena alternativa cuando se ha de llevar a cabo la restauración de una zona extensa.

METODOLOGÍA

□ Diseño experimental

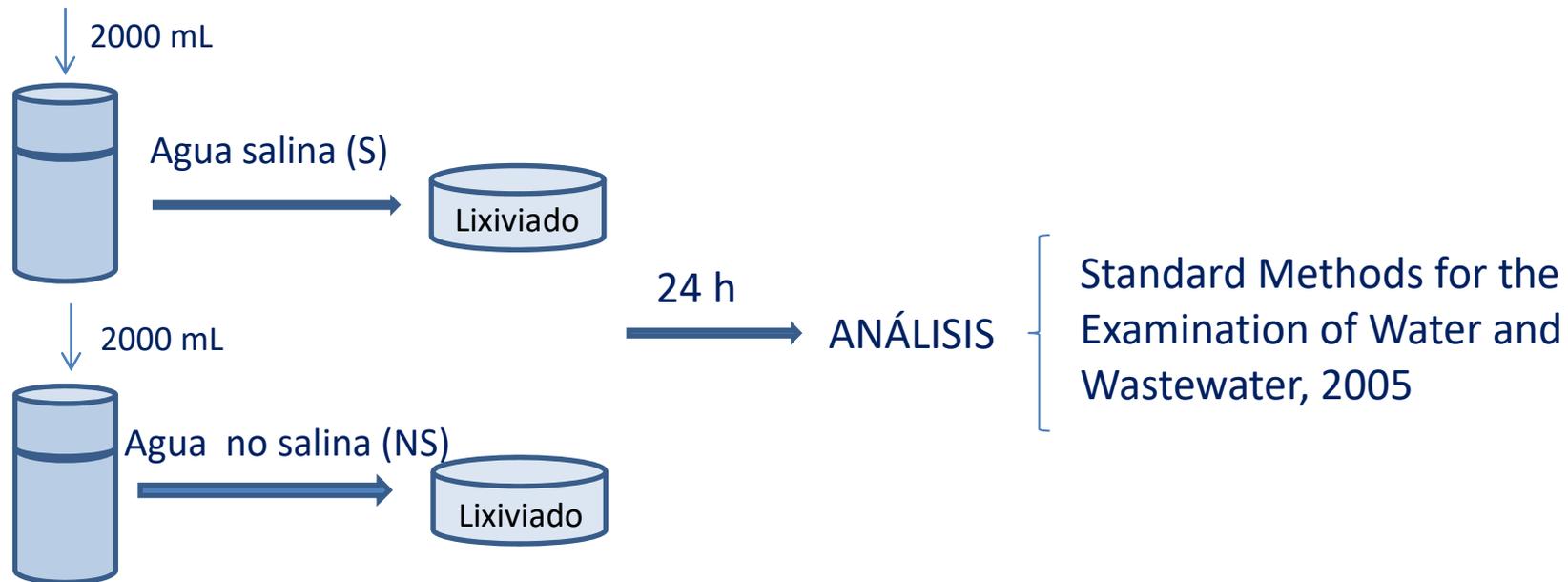
Se han establecido dos variables

- **Tipo de residuo:** compost, zahorra
- **Calidad agua de riego:** salina, no -salina



Se dispusieron 16 columnas de PVC, h = 45 cm y Øi = 10,5 cm, que se rellenaron hasta una altura de 30 cm con compost de lodo (SW) o zahorra (LR).

Las columnas se regaron durante 12 semanas (abril-julio) y los lixiviados fueron inmediatamente analizados junto con las aguas de riego (salina-no salina).

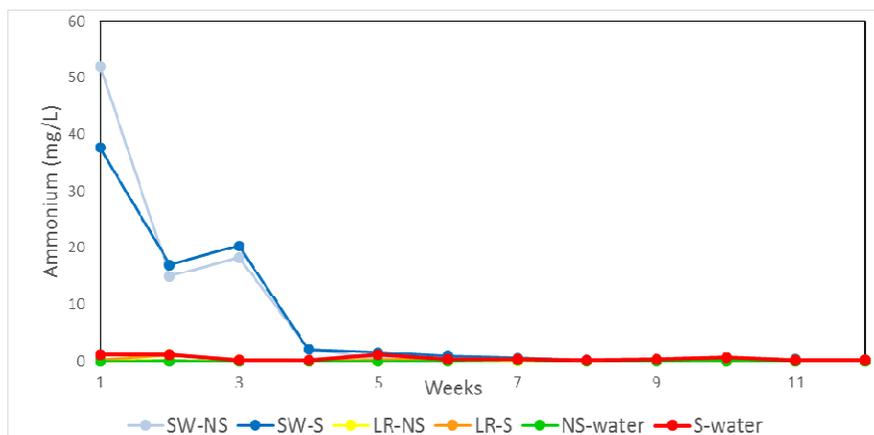


❑ Materiales empleados:

- ✓ Compost de lodo (**SW**): planta de tratamiento de lodos de Aspe ($\emptyset < 4$ mm)
- ✓ Zahorra (**LR**): canteras calizas Hondón de las Nieves ($\emptyset < 5$ mm)
- ✓ Agua salina (**S**): río Vinalopó
- ✓ Agua no-salina (**NS**): red de abastecimiento

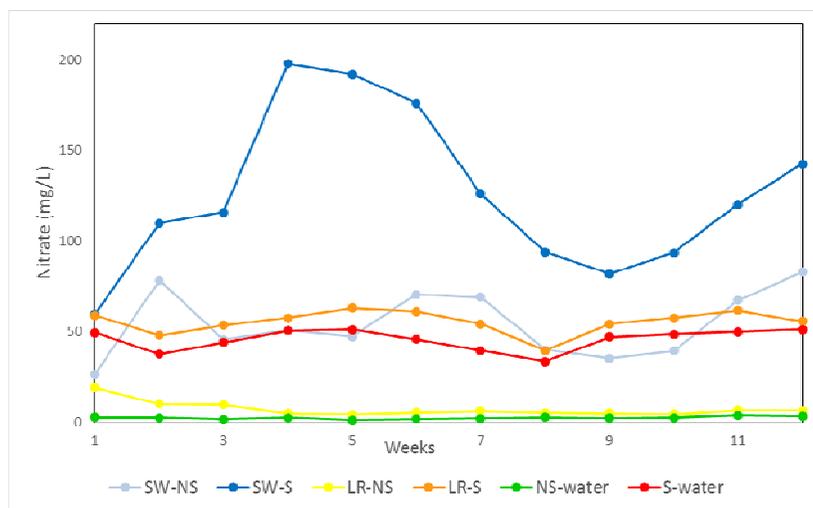
RESULTADOS

FORMAS NITROGENADAS (*JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS (2016)16:1345-1351*)



Se observaron mayores concentraciones de amonio en los lixiviados de los tratamientos con compost durante las primeras semanas disminuyendo a partir de la cuarta semana.

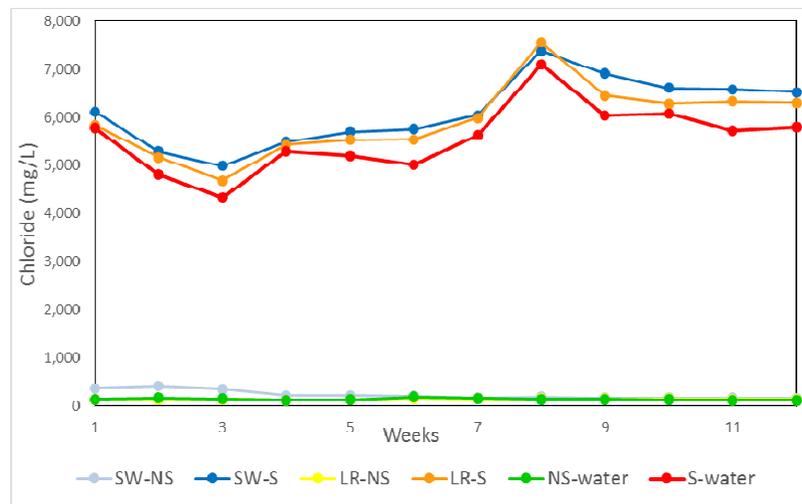
Los nitritos siguieron un comportamiento paralelo, especialmente durante las primeras semanas, pero después fue el agua de riego la que controló el contenido de nitritos en los lixiviados.



Las concentraciones de nitratos encontradas, tanto en los tratamientos con SW como con LR, fueron mayores que para las otras especies nitrogenadas. SW favoreció la presencia de nitratos en los lixiviados, mientras que en la LR su concentración fue básicamente función de la calidad del agua de riego.

SALES Y METALES (JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS (2016)16:1012-1021)

La presencia de **aniones** se vio claramente afectada por la calidad del agua de riego y los tratamientos.



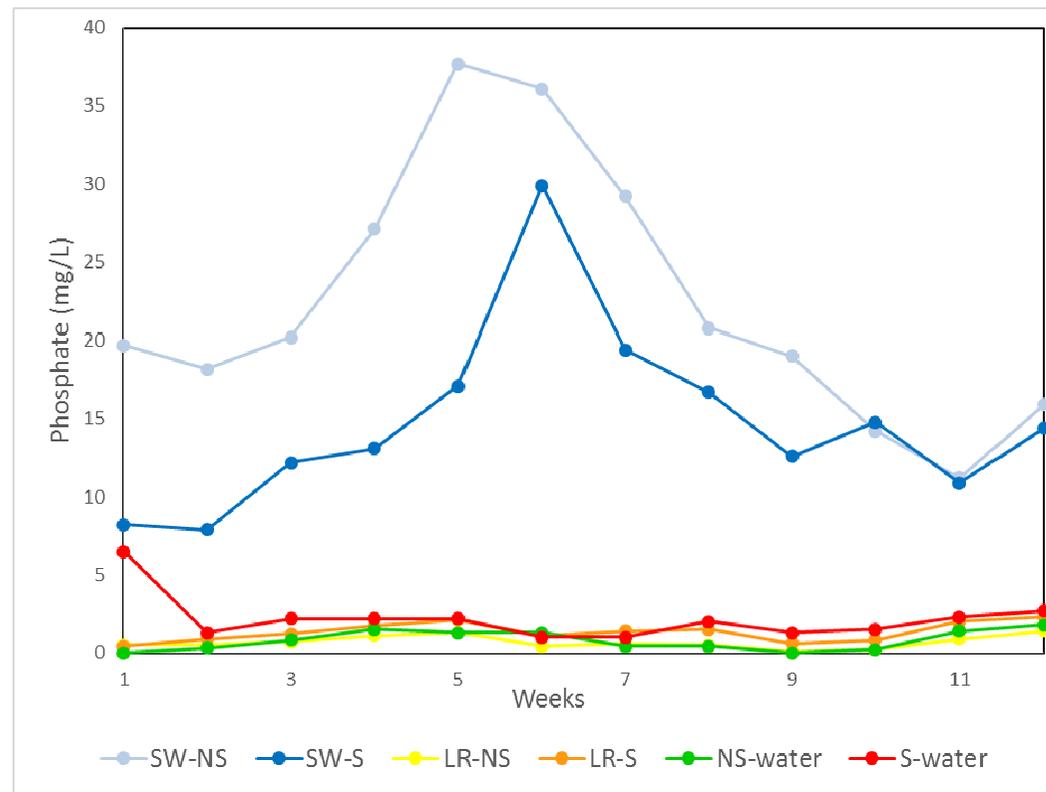
La concentración de cloruros, al utilizar agua salina, fue mayor.

La concentración de bicarbonatos estaba claramente influenciada por la calidad del agua de riego.

Sin embargo, los sulfatos se vieron afectados por el tratamiento con compost de lodo, disminuyendo esta influencia al final del experimento. En ambos tratamientos, SW-S y SW-NS, la concentración de sulfatos en los lixiviados fue considerablemente superior a la del agua de riego.

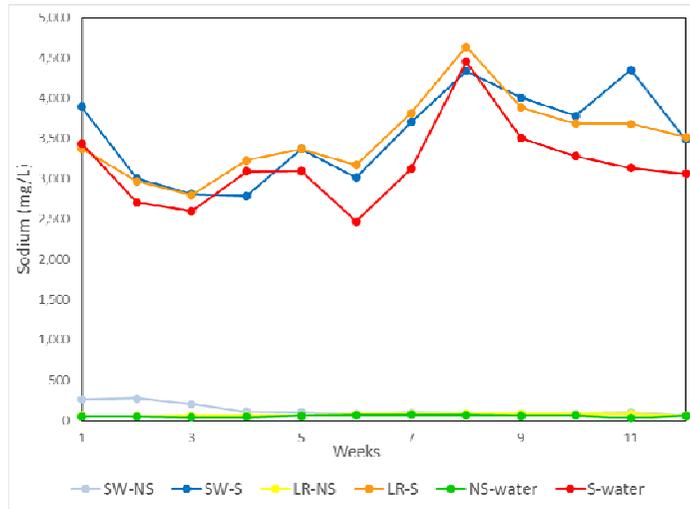
SALES Y METALES

La concentración de fosfatos aumentó en el tratamiento con compost orgánico (SW), siendo la presencia de estos aniones en el agua de riego baja. Aparentemente el agua no salina facilita el lavado de fosfatos, tal y como se vio en el tratamiento SW-NS donde se observó la máxima concentración de fosfatos en los lixiviados.



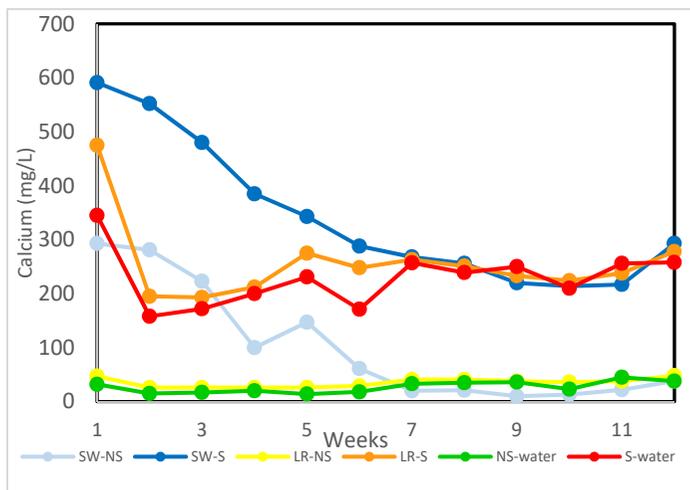
SALES Y METALES

Los principales **cationes** habitualmente asociados a la salinidad son Na, K, Ca y Mg.



SW incrementó la concentración de Na al principio del experimento. El Na en el agua de riego determina la concentración del mismo en los lixiviados desde la semana 5.

Para el K la tendencia fue similar, hasta la semana 7-8, siendo su concentración en los lixiviados de los tratamientos con SW considerablemente superior al agua de riego. A partir de ese momento, el agua de riego fue el factor determinante.



El Ca y el Mg mostraron tendencias similares, y el contenido en los lixiviados fue controlado por la presencia de ambos en el agua de riego desde las semanas 6-7 hasta el final del experimento.

SALES Y METALES

SW incrementó la concentración de sales en los lixiviados, principalmente al principio del experimento, por el lavado de sales más débilmente retenidas en el residuo, excepto para los fosfatos, que parecen depender de los procesos de mineralización del compost de lodo.

La concentración de elementos traza en los lixiviados fue baja. En general, el compost de lodo favoreció la presencia de metales en las aguas de lavado → Fe, Cu, Mn y Zn.

El Cd estaba en concentraciones muy bajas y se detectó en escasas ocasiones.

En el caso del Cr, Ni y Pb, su presencia en el agua de riego parece determinante, estando en todos los casos por debajo de 1 mg/L.

ACCIONES DE FUTURO

- Publicación de resultados pendientes de la experimentación realizada.
- Realización de experimentos complementarios → explicar determinados comportamientos.
- Finalización de la formación de doctorado correspondiente.
- Preparación de la Tesis y su presentación.



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN