

SEMINÁRIO PARTICIPATIVO DE REUTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS

Intercambio de experiências, nova normativa, sistemas de controlo, código de boas práticas, gestão e tecnologias de tratamento

15 de julho de 2015

Reutilización de las aguas regeneradas

Chefe de Fila:



M^a del Pino Palacios Díaz
(Dra. Ingeniero Agrónomo)
Vanessa Mendoza Grimón
(Dra. Veterinaria)

Parceiros :



(Universidade de Las Palmas de Gran Canaria)

Com apoio de Projeto “Reforço das capacidades de adaptação e resiliência às Mudanças climáticas no sector da água em Cabo Verde”



Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas

Los principales objetivos de la línea AGRO-AGUA son:

- Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas. Detección y evolución de Contaminantes Emergentes
- Evolución y respuesta de las propiedades físico-químicas y microbiológicas de los suelos regados.
- Biodisponibilidad de nutrientes y metales, y adaptación de las especies y variedades cultivadas. Análisis económico
- Requerimiento de los sistemas de riego y prácticas que garanticen su adecuado mantenimiento cuando se riegan con aguas regeneradas. Normas de manejo de los mismos. Balances hídricos y optimización de las necesidades de riego.
- Reutilización de efluentes ganaderos para el riego de forrajeras.

Experiencia en diseño, instalación y seguimiento de proyectos piloto




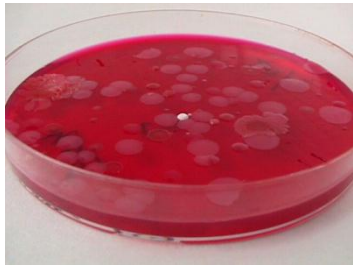
Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas

Parameters	Symbol	Unit
Physical		
Total dissolved solids	TDS	mg/l
Electrical conductivity	E_{c_w}	dS/m^1
Temperature	T	$^{\circ}C$
Colour/Turbidity		NTU/JTU ²
Hardness		mg equiv. $CaCO_3/l$
Sediments		g/l
Chemical		
Acidity/Basicity	pH	
Type and concentration of anions and cations:		
Calcium	Ca^{++}	me/l ³
Magnesium	Mg^{++}	me/l
Sodium	Na^+	me/l
Carbonate	CO_3^{-}	me/l
Bicarbonate	HCO_3^{-}	me/l
Chloride	Cl	me/l
Sulphate	SO_4^{-}	me/l
Sodium adsorption ratio	SAR	
Boron	B	mg/l ⁴
Trace metals		mg/l
Heavy metals		mg/l
Nitrate-Nitrogen	NO_3-N	mg/l
Phosphate Phosphorus	PO_4-P	mg/l
Potassium	K	mg/l

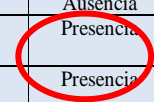


Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas


 Aspectos sanitarios:
 Detección patógenos y
 Supervivencia en campo



Fecha	Calidad agua	CF	SF	Salmonella	DBO ₅
Oct 2001	AD	7,20 x 10 ³	1,0 x 10 ³	Presencia	378,7
	Terciario	4	4	Ausencia	-
Dic 2001	Terciario	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
Enero 2002	AD	5,1 x 10 ⁴	-	Presencia	10,7
	Terciario	Ausencia	Ausencia	Ausencia	20,6
Febrero 2002 (principios)	AD	3,6 x 10 ³	Ausencia	Presencia	285
Febrero 2002 (finales)	AD	2,04 x 10 ⁴	1	Presencia	101,9
Marzo 2002	Secundario*	136	Ausencia	Ausencia	3,2
Abril 2002	AD	ND**	ND	Ausencia	3,0
	AD uv	ND	ND	Ausencia	3,0
	AR	14	ND	Ausencia	0,3
Junio 2002	AD	62	12	Ausencia	15,0
	AD uv	62	8	Ausencia	41,0
	AR	384	1	Ausencia	14,5
Agosto 2002	AD	ND	19	Ausencia	42,7
	AD uv	510	20	Ausencia	21,0
	AR	ND	ND	Ausencia	0,5
Sept 2002**	AD	3,5 x 10 ³	1,2 x 10 ³	Ausencia	1605
	AD uv	4,9 x 10 ²	4,9 x 10 ²	Presencia	125,5
	AR	146	2	Ausencia	8
Oct. 2002***	AD	ND	ND	Ausencia	8
	AD uv	100	2	Ausencia	7,7
	AR	8	1	Ausencia	7,4
Dic 2003	AD	240	52	Ausencia	13
	AD uv	150	ND	Ausencia	4,8
	AR	50	ND	Ausencia	4,7
Enero 2003	AD	156	151	Ausencia	30,8
	AD uv	6	1	Ausencia	22,4
	AR	27	ND	Ausencia	1,2
Febrero 2003	AD	46	59	Ausencia	24,8
	AD uv	5	78	Ausencia	28,4
	AR	72	ND	Ausencia	7,4
Marzo 2003	AD	340	50	Ausencia	169,5
	AD uv	110	ND	Ausencia	2,4
	AR	370	62	Ausencia	<2
Abril 2003	AD	19	31	Ausencia	180
	AD uv	3	4	Ausencia	95
	AR	ND	ND	Ausencia	10,6
Mayo 2003	AD	72	296	Ausencia	214
	AD uv	176	372	Ausencia	221
	AR	ND	ND	Ausencia	11,2
Agosto 2003****	AD	2,8 x 10 ³	1,4 x 10 ³	Ausencia	989
	AD uv	60	60	Ausencia	317
	AR	9,3 x 10 ²	ND	Ausencia	15,6
Sept. 2003	AD	68	81	Ausencia	41,0
	AD uv	20	8	Ausencia	35,1
	AR	110	ND	Ausencia	29,3
Octubre 2003	AD	110	220	Ausencia	52,7
	AD uv	140	170	Ausencia	35,1
	AR	20	Nd	Ausencia	29,8



Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas

 Aspectos sanitarios:
 Indicadores de contaminación
 manejo del agua



MARZO 2003	Alfalfa AR Sobre gotero	Alfalfa AD Sobre gotero	Alfalfa AD a 1 m. gotero	Pasto Sudán Sobre gotero
Coliformes fecales	<3	75	<3	1100
E. coli	<3	9	<3	1100
Estreptococos fecales	240	15	23	9
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

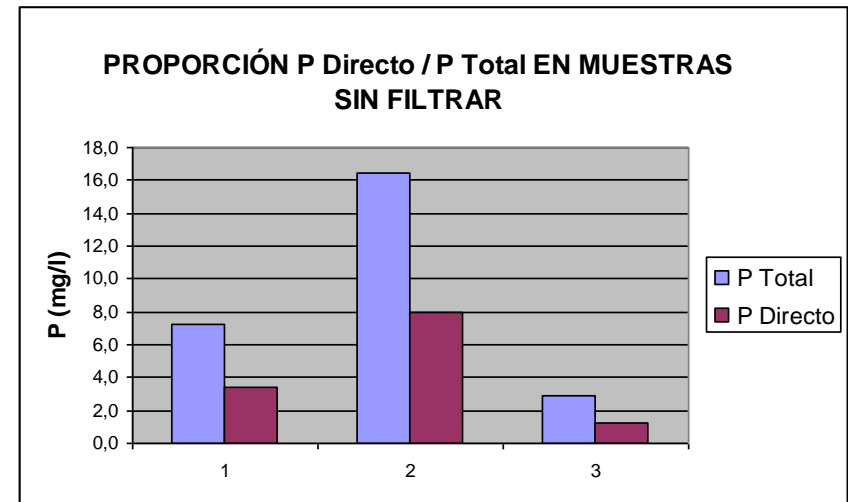
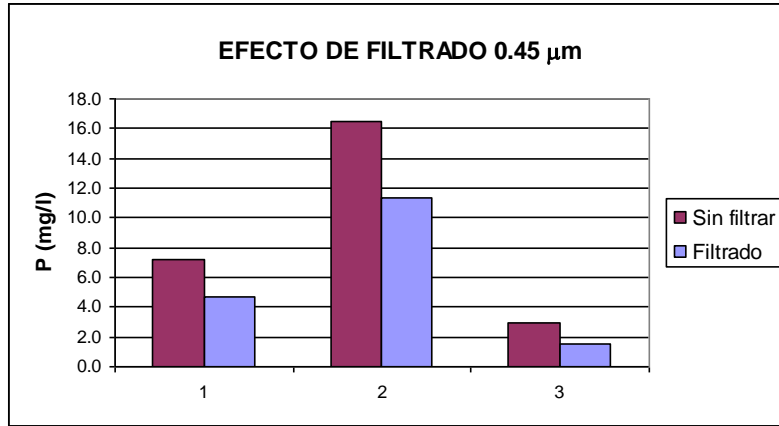
MAYO 2003	Alfalfa AR Sobre gotero	Alfalfa AD Sobre gotero	Alfalfa AD a 1 m. gotero	Pasto Sudán Sobre gotero
Coliformes fecales	9	<3	>2400	<3
E. coli	9	<3	>2400	<3
Estreptococos fecales	93	4	23	75
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Julio 2003	Alfalfa AR Sobre gotero	Alfalfa AD Sobre gotero	Alfalfa AD a 1 m. gotero	Pasto Sudán Sobre gotero
Coliformes fecales	<3	43	150	>2400
E. coli	<3	43	150	>2400
Estreptococos fecales	<3	<3	23	>2400
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Septiembre 2003	Alfalfa AR Sobre gotero	Alfalfa AD Sobre gotero	Alfalfa AD a 1 m. gotero	Pasto Sudán Sobre gotero
Coliformes fecales	210	150	9	>2400
E. coli	<3	20	<3	<3
Estreptococos fecales	>2400	>2400	>2400	>2400
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Estudios químicos: nutrientes en agua y suelo

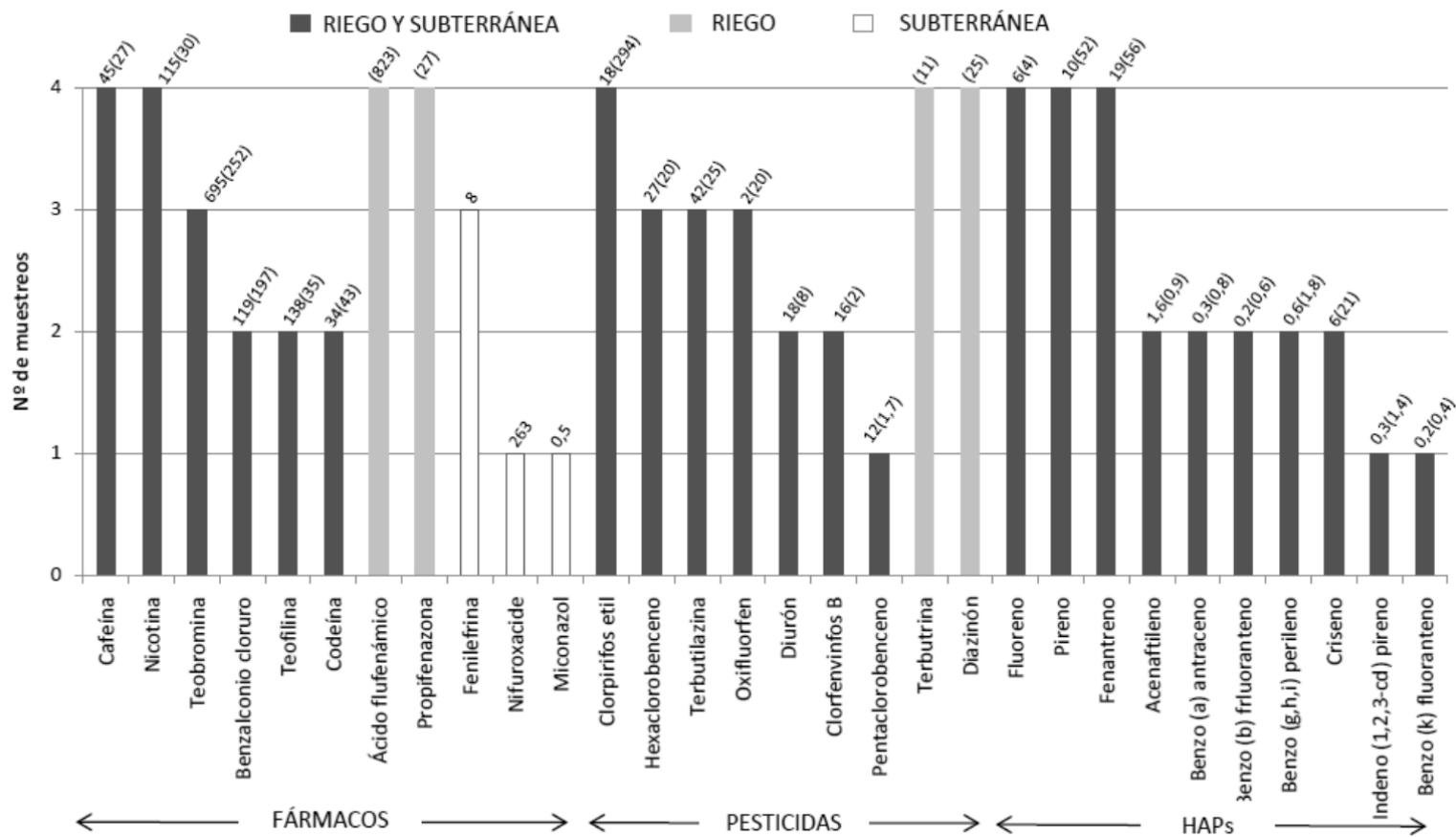
Efecto del Filtrado en P



Muestras	Sin filtrar	Filtradas	% retenido
1	7.2	4.7	34,6
2	16,5	11,4	30,9
3	2,9	1,5	48,3

Muestras	P Directo	P Total	% PD/PT
1	3,5	7,2	48,6
2	7,9	16,5	47,8
3	1,2	2,9	41,3

Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas



Detectados en agua de riego y en todos los puntos de agua subterránea (gris oscuro), sólo en agua de riego (gris claro) y sólo en agua subterránea (blanco). (ngL-1)

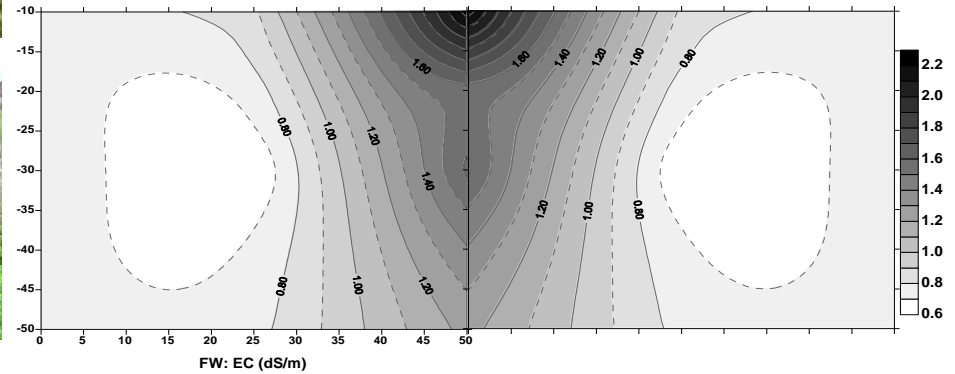
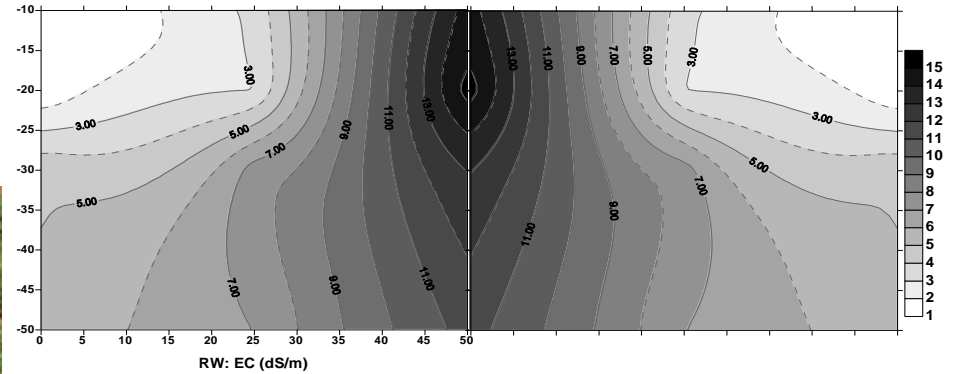
Estudios químicos: nutrientes en agua ,suelo y productividad

Influencia de la salinidad

Date	09/2001	04/2002	11/2002	02/2003	06/2003		07/2003		12/2003
Irrigation Water					RW	FW	RW	FW	RW
EC _s *		5.02	4.26	3.81			15.33	2.69	8.25
pH-water		7.9	7.9	8.3	8.0	7.9	7.8	8.2	7.8
Ca Carbonate (%)		4.6	5.5	4.0	3.3	4.0	4.4	4.8	4.2
Organic C (%)		0.56	0.52	0.19	0.41	0.8	0.51	0.7	0.62
C-D Fe**		0.96	0.89	0.33	0.71	1.36	0.88	1.26	1.07
Ex Cations***									
K	4.6	4.0	4.7	3.8	5.0	7.4	6.5	5.5	4.3
Na	7.0	10.1	8.3	7.6	9.5	18.5	23.6	8.8	8.8
Ca	8.0	12	12.8	12.8	14.8	16.9	15.5	14.9	12.8
Mg	8.8	7.9	9.0	8.5	9.1	10.2	10.7	9.7	9.5
Olsen P(mg/kg)	28	41	40	22	27	64	32	48	36
NO ₃ -N _S ****			250	97	90		120	25	200

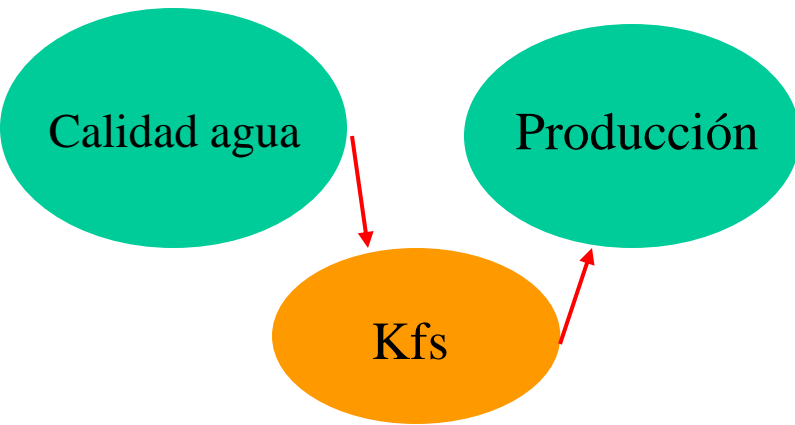
Estudios químicos: nutrientes en agua ,suelo y productividad

Influencia de la salinidad

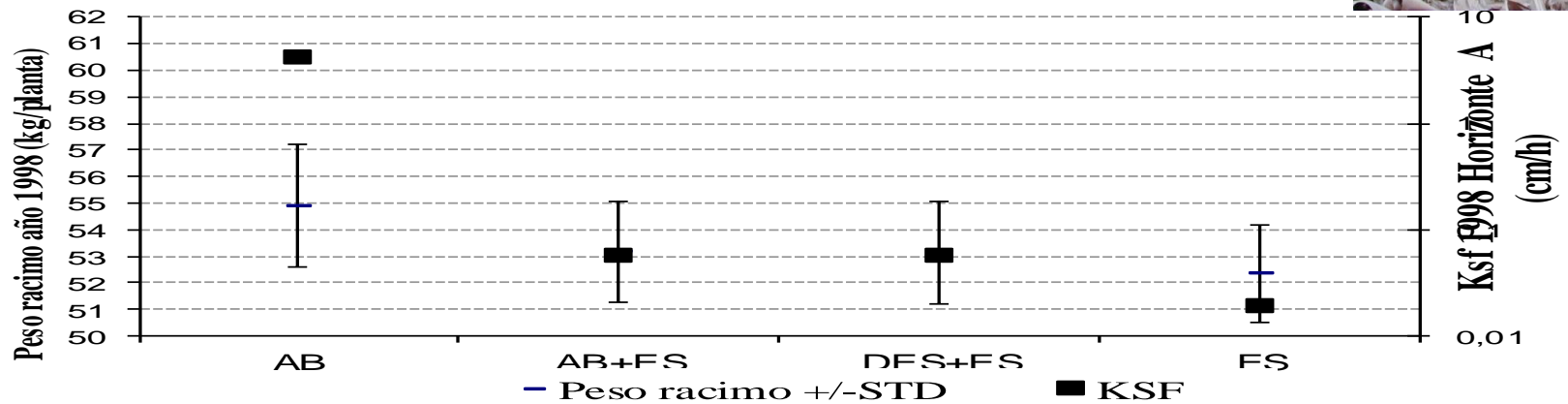


Estudios químicos: nutrientes en agua ,suelo y productividad

Kfs: conductividad hidráulica

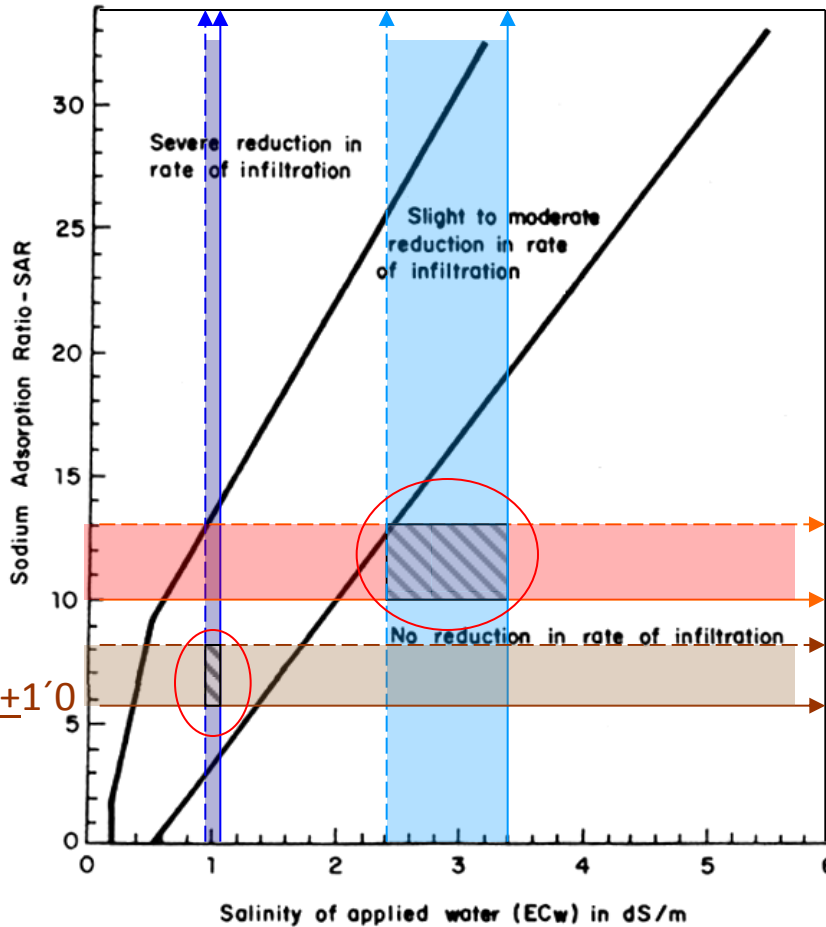


Platanera INV



- ESTUDIO físico-químicas y microbiológicas de los suelos regados.

**ESTABILIDAD ESTRUCTURAL:
SAR – CONDUCTIVIDAD**



SAR 90s = 11 ± 1.62

SAR 2009 = 6.77 ± 1.0

CE 2009 = 0.9 ± 0.15

CE 90s = 2.8 ± 0.45



Con \downarrow CE y \uparrow SAR

Reducción Infiltración
Ligera-moderada

- Biodisponibilidad de nutrientes y metales, y adaptación de las especies y variedades cultivadas. Análisis económico

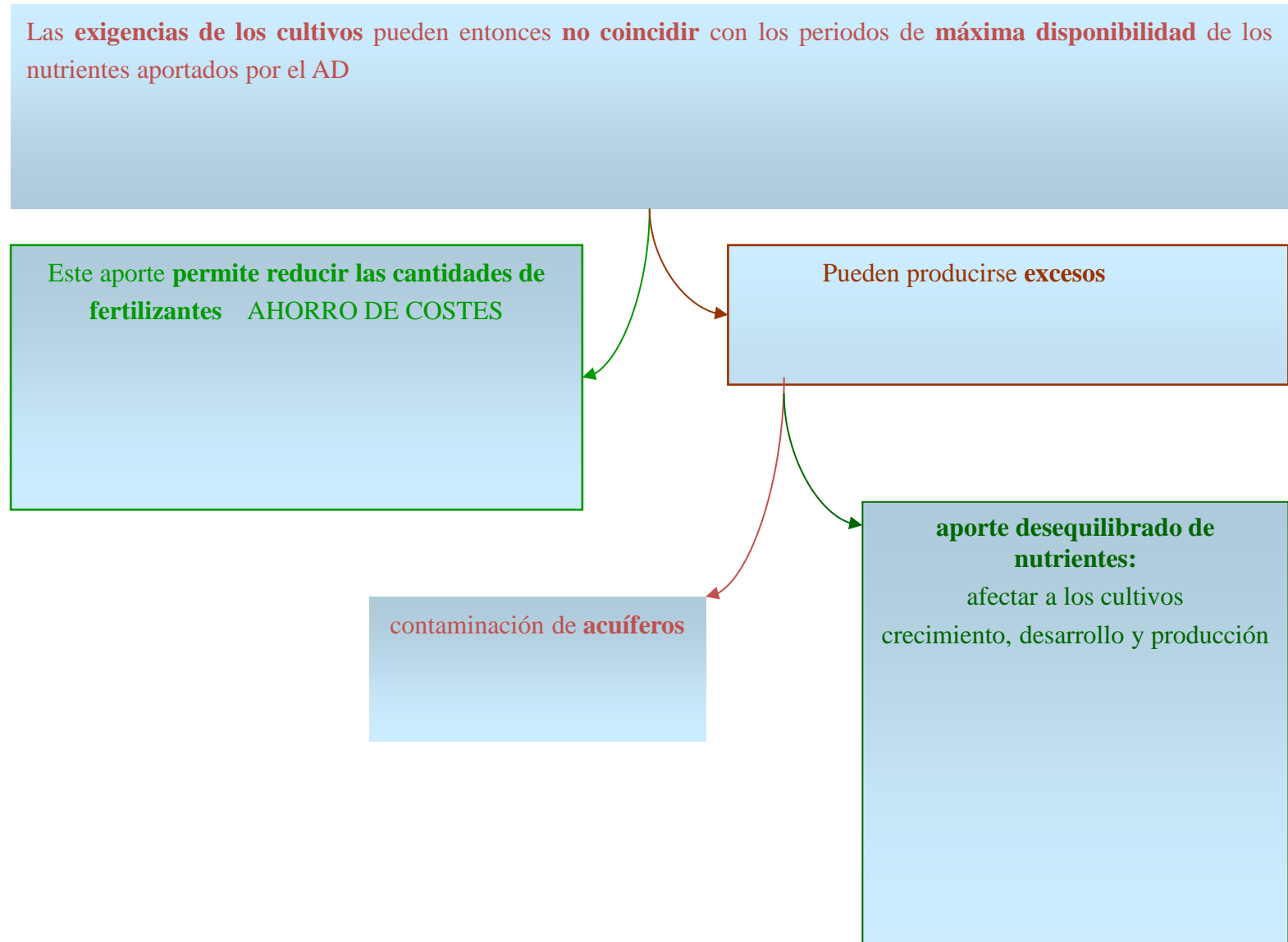
Las **exigencias de los cultivos** pueden entonces **no coincidir** con los periodos de **máxima disponibilidad** de los nutrientes aportados por el AD

Este aporte **permite reducir las cantidades de fertilizantes** AHORRO DE COSTES

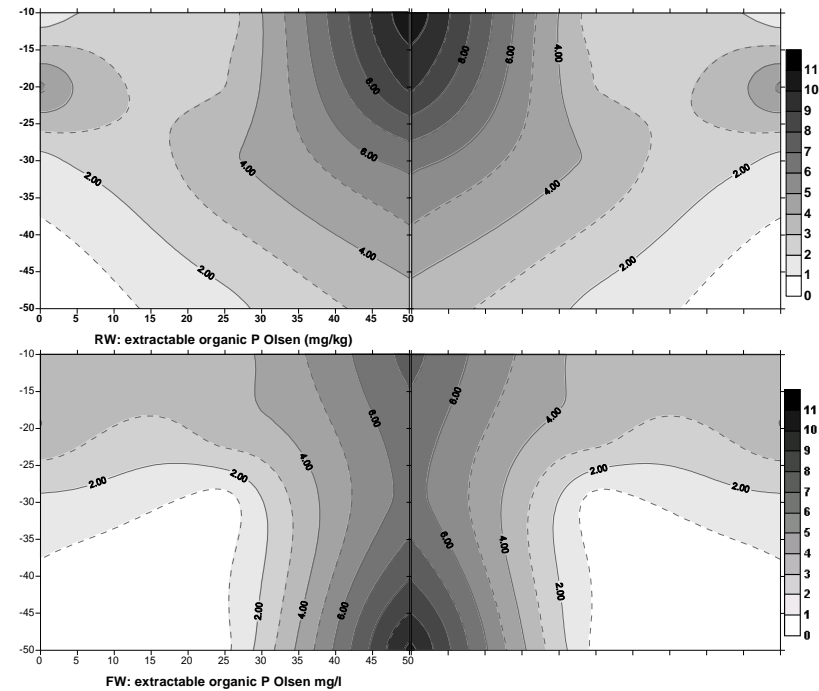
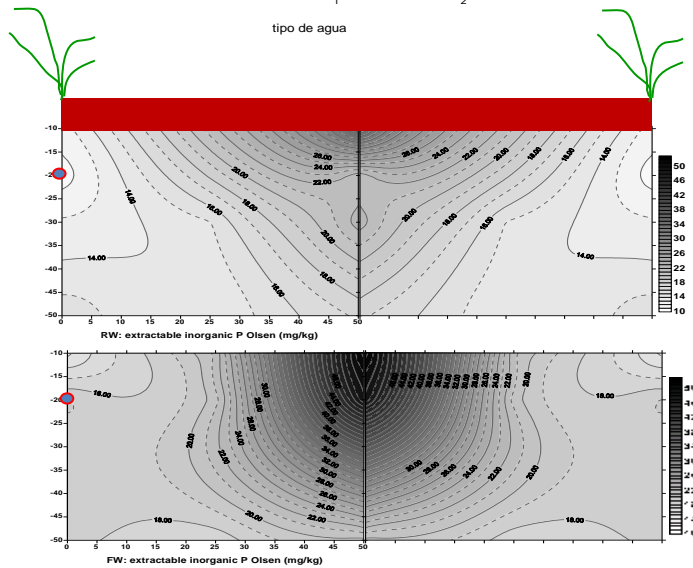
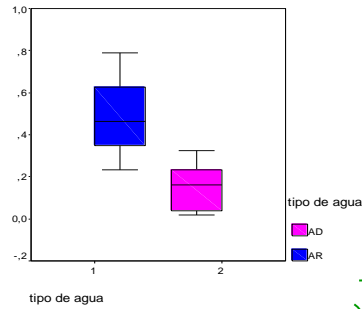
Pueden producirse **excesos**

aporte desequilibrado de nutrientes:
afectar a los cultivos
crecimiento, desarrollo y producción

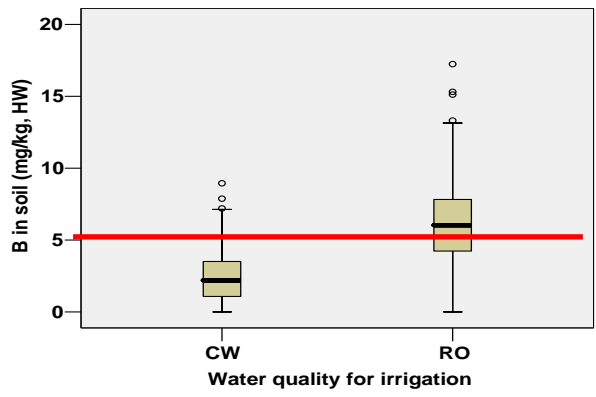
contaminación de **acuíferos**



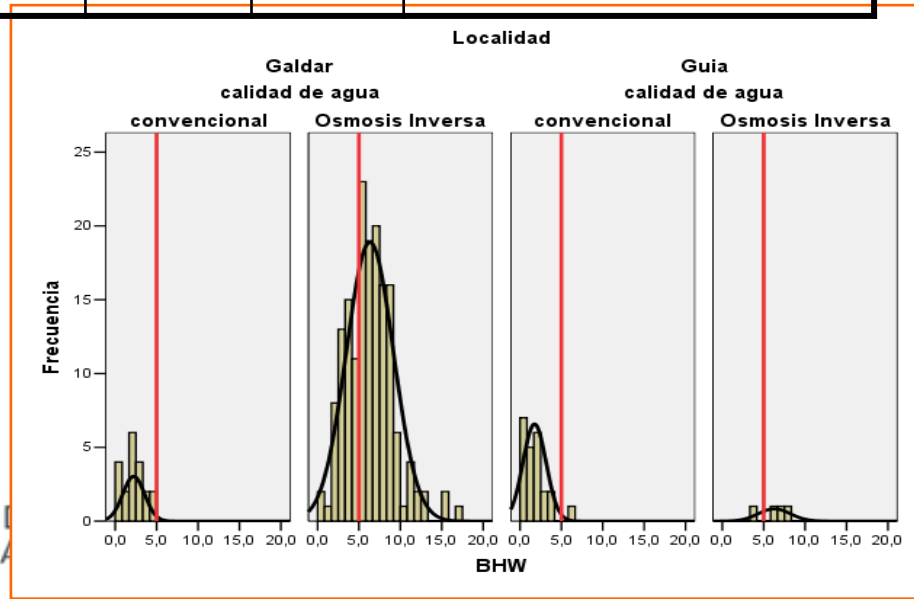
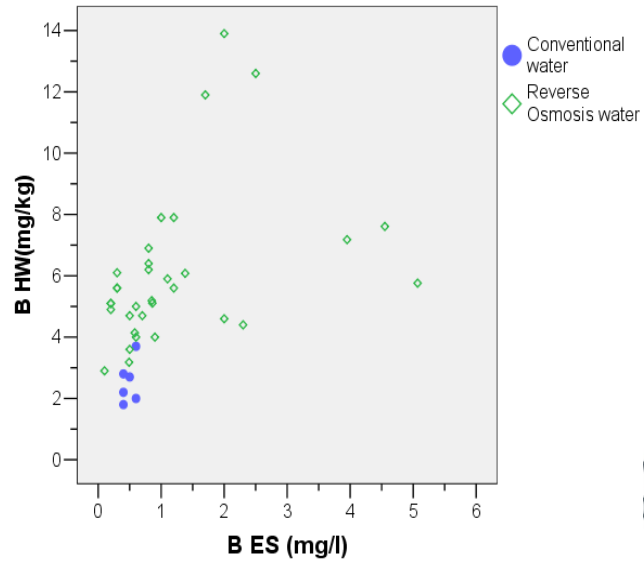
💧 Biodisponibilidad de nutrientes y metales, y adaptación de las especies y variedades cultivadas.



💧 Biodisponibilidad de nutrientes y metales, y adaptación de las especies y variedades cultivadas.



	Sea water (mg/L)	% Removal	Reverse osmosis water: permeate (mg/L)
Salts in ocean	35,000	99%	350
B average	4.6*	70%	1.38
B Baltic Sea	0.52*	70%	0.16
B Mediterranea	9.57*	70%	2.87
n			

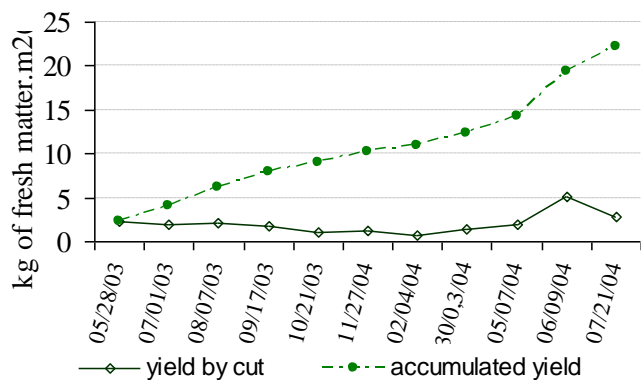
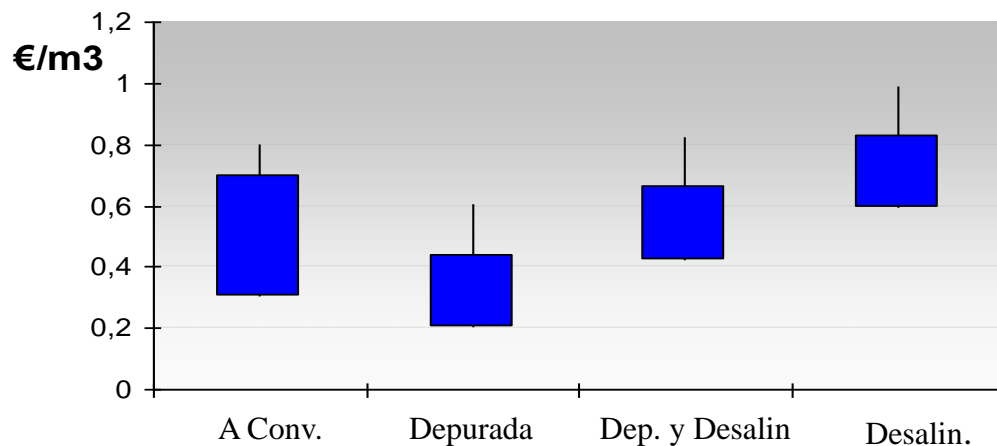


UNIVERSIDAD DE GRAN CANARIA

INSTITUTO DE TIERRAS VOLCANICAS

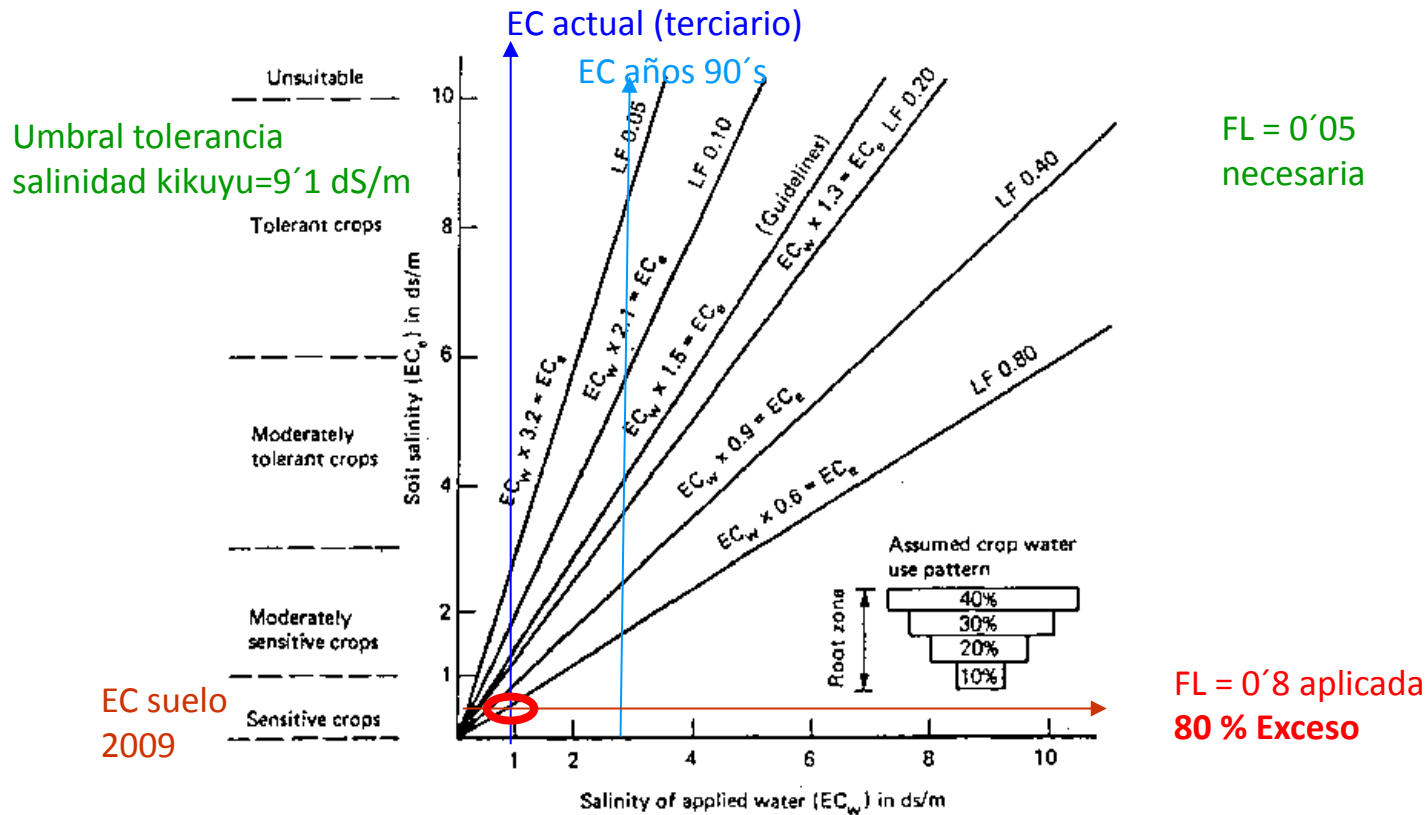
INSTITUTO

🔹 Análisis económico



	Agua aplicada (m³/ha)	Producción (Tm/ha)	Eficiencia (WUE)	
			kg/m³	m³/Tm
Base:	21.000 m³/ha	89,64 Tm/ha	4,2686	234,27
Último Máx:	13.200 m³/ha	90 Tm/ha	6,8182	146,67
Último min:	9.600 m³/ha	72 Tm/ha	7,5000	133,33

- Requerimiento de los sistemas de riego: adecuado mantenimiento
 - Fracción de lavado



- Requerimiento de los sistemas de riego
 - Uso Eficiente del Agua: WUE

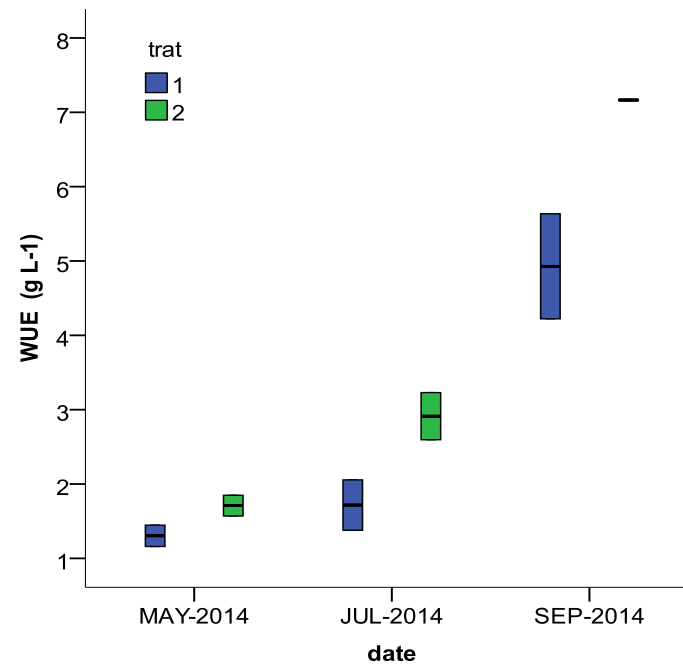
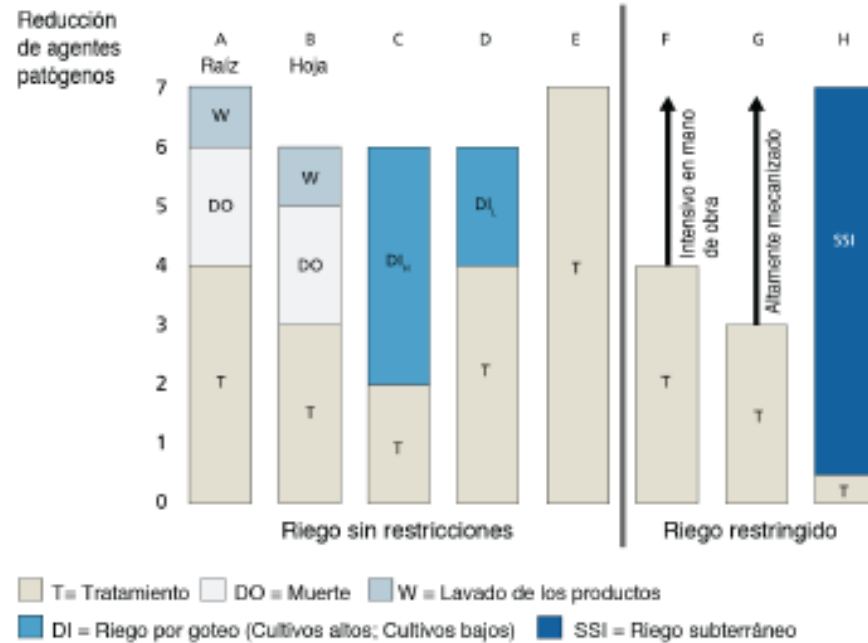


FIGURA 1.4
 Opciones para la reducción de agentes patógenos tales como virus, bacterias y protozoos, mediante diversas combinaciones de medidas de protección sanitarias que permiten alcanzar el objetivo sanitario de $\leq 10^{-6}$ AVAD por persona anualmente. (OMS, 2006)

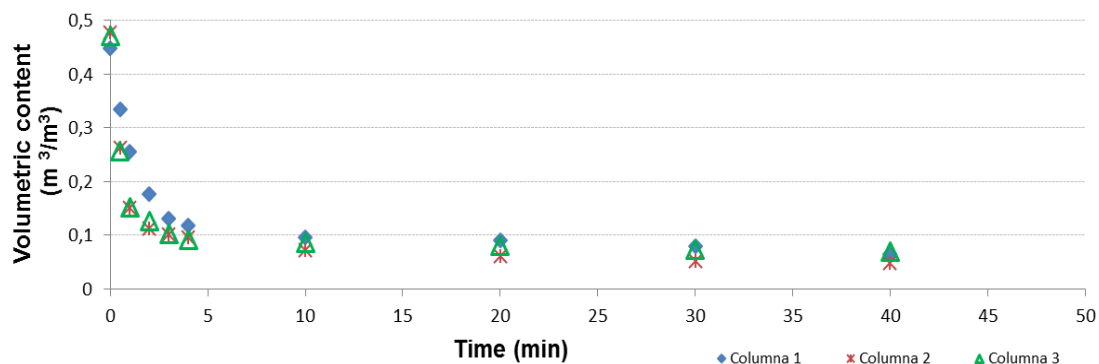


Análisis y caracterización agronómica de las aguas regeneradas

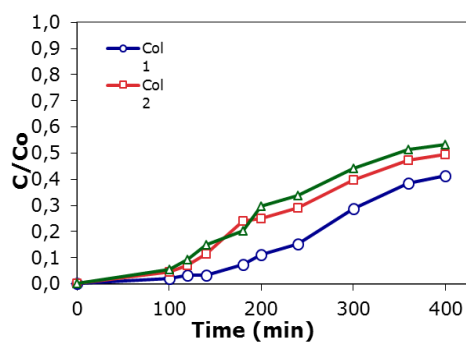
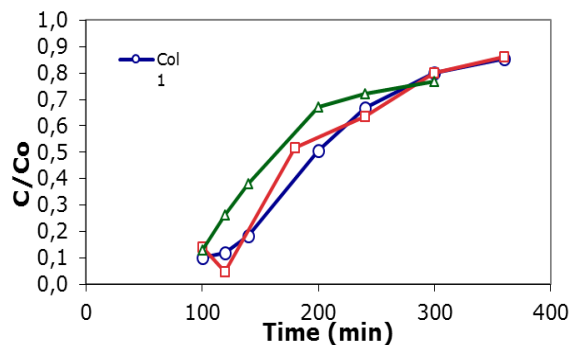
- Requerimiento de los sistemas de riego
 - Necesidades de filtrado
 - Medidas de CU



Reutilización de efluentes ganaderos para el riego de forrajeras.



Sample	DQO mg L ⁻¹
M1 (before the column 3)	526
M2 (exit from column 3)	425
M3 (exit from column 2)	320
M4 (exit from column 1)	115



Entry		Output		Elimination (%)
Forms of N (%)	Forms of N (%)	Forms of N (%)	Forms of N (%)	
N _{NH4+}	90	N _{NH4+}	13	97
N _{NO2-}	-	N _{NO2-}	10	-
N _{NO3-}	-	N _{NO3-}	78	-
N _{IT}	90	N _{IT}	99	79
N _o	9	N _o	0.1	99

MUCHAS GRACIAS

