

MODELO CONCEPTUAL HIDROSALINO DE FLUJOS DE RETORNO DEL RIEGO

PROYECTO QUALIWATER

Diagnostico y Control de la Contaminación Difusa en la
Agricultura de Regadío Mediterránea
(INCO-CT-2005-015031)

Zaragoza – 20 Octubre 2010

Dolores Quílez
Centro de Investigación y Tecnología
Agroalimentaria de Aragón - ESPAÑA

MODELO CONCEPTUAL HIDROSALINO DE FLUJOS DE RETORNO DEL RIEGO - CIRFLE

PROYECTO QUALIWATER

- Producir información científica, técnica y socioeconómica sobre la contaminación por sales y nitratos en la agricultura de regadío del mediterráneo, que sea de utilidad para los agentes implicados, agricultores, gestores de agua.
- Realización de estudios de simulación que nos permitan entender mejor los sistemas agrarios y evaluar alternativas de manejo que puedan reducir la contaminación de las aguas por la agricultura de regadío.
- Necesario generar **información de calidad** que nos permite conocer la situación actual de los regadíos y en base a ese conocimiento diseñar alternativas para la reducción de la contaminación.

MODELO CONCEPTUAL HIDROSALINO DE FLUJOS DE RETORNO DEL RIEGO - CIRFLE

OBJETIVO:

Estimar el volumen, concentración salina y masa de sales en las aguas de retorno del riego.

1. Evaluar la concentración y masa de sales en las aguas de retorno de los regadíos actuales.

2. Predecir el volumen y salinidad de las aguas de retorno de nuevas zonas regadas.

3. Evaluar el efecto de prácticas de manejo alternativas para el control de la salinidad de los retornos del riego.

Desarrollo de prácticas de manejo efectivas para el control de la contaminación a nivel distrito de riego.

MODELO CONCEPTUAL HIDROSALINO DE FLUJOS DE RETORNO DEL RIEGO - CIRFLE

Descripción de modelo:

- Zona de raíces de los cultivos
- Considera los flujos mas importantes de agua y sal dentro del sistema.
- Es un modelo de estado estacionario. Considera que los cambios en las condiciones del sistema son mínimos.
- Basado en un balance de masa de agua y de sales.

MODELO CONCEPTUAL HIDROSALINO DE FLUJOS DE RETORNO DEL RIEGO - CIRFLE

LIMITACIONES:

- Las variables y parámetros son medias espaciales y temporales.

El modelo solo puede aplicarse a sistemas a gran escala, como un distrito de riego. El modelo no se puede aplicar a nivel parcela.

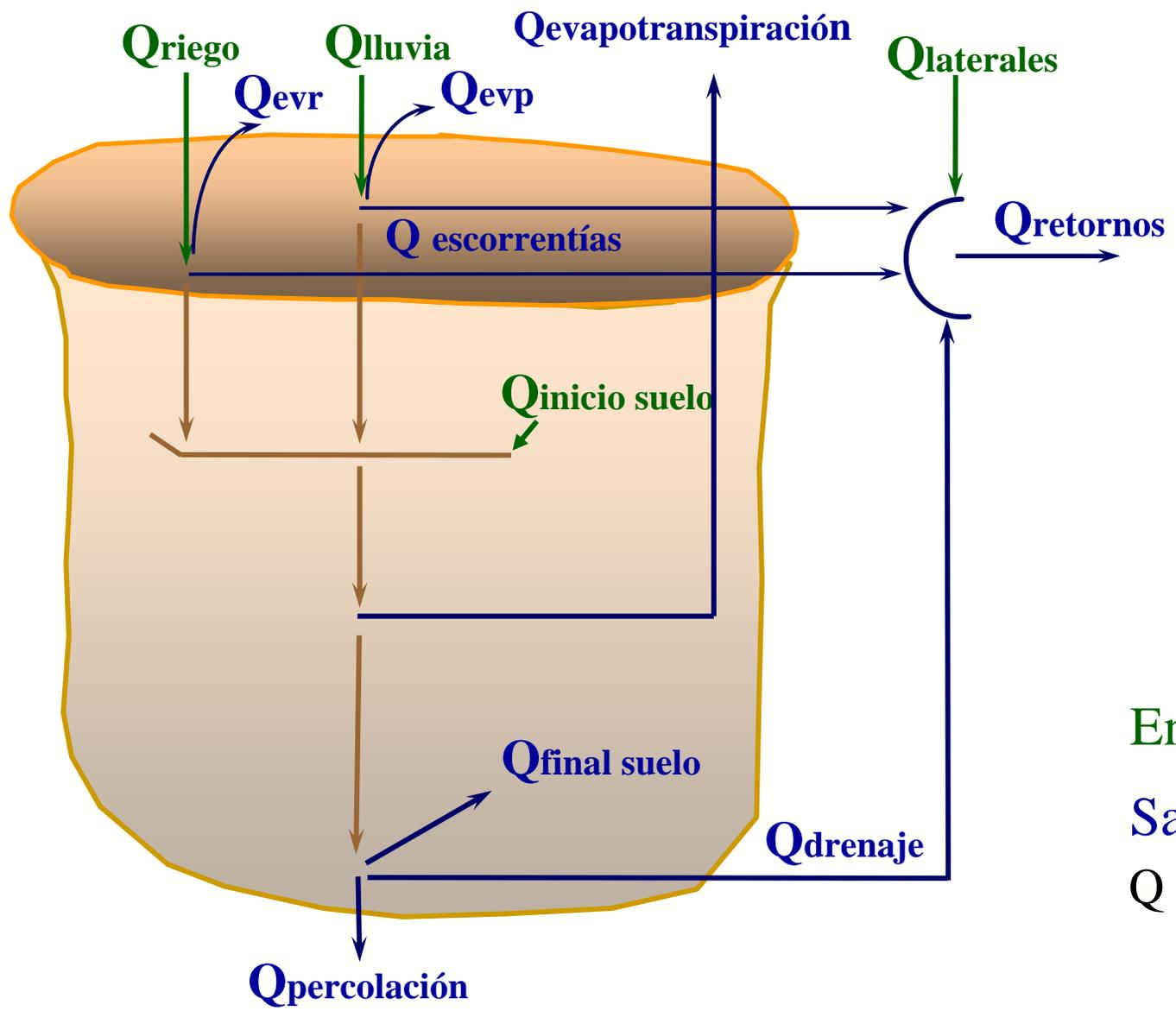
El modelo solo se puede aplicar a periodos largos de tiempo como una estación de riego o un año hidrológico, o una serie consecutiva de años.

- El modelo tiene que ser aplicado a zonas homogéneas, considerando los parámetros del modelo. Importante: Salinidad del suelo.

- No considera interacción con freáticos.

CIRFLE consiste de un submodelo hidrológico acoplado a un submodelo salino.

CIRFLE – SUBMODELO HIDROLÓGICO

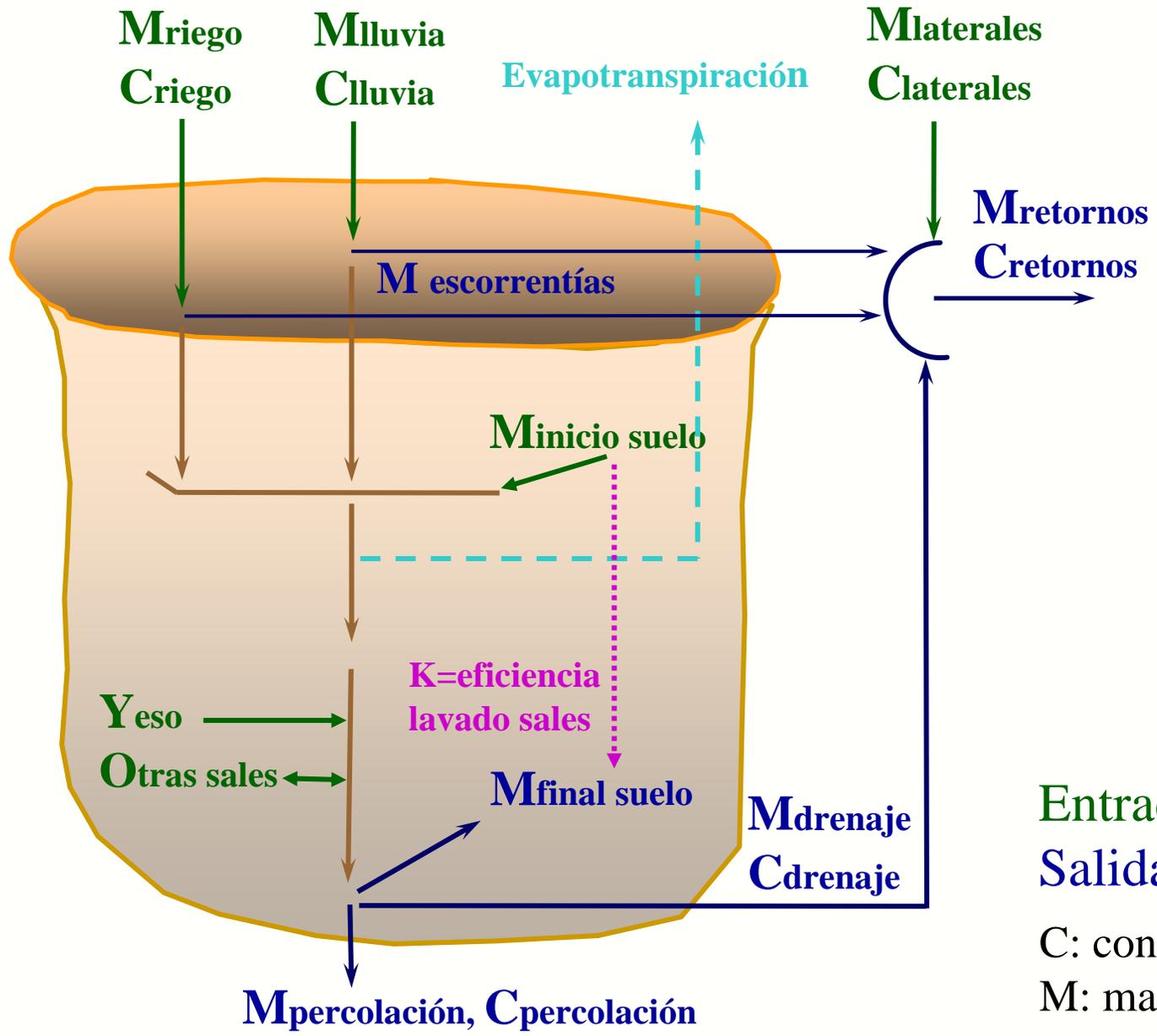


Entradas

Salidas

Q = Volumen Agua

CIRFLE –SUBMODELO HIDROLÓGICO



Entradas
Salidas

C: concentración de sales
M: masa de sales

APLICACIÓN DE CIRFLE

Akarsu - Turquía

- 9495 ha, >40 años en riego
- Precipitación media anual = 642 mm
- Salinidad del suelo baja, **CEe (media) = 0.45 dS/m**
- **Salinidad agua de riego = 400 mg/l**
- Superficie (74%), Aspersión (6%), goteo (20%)

Sidi Rached - Argelia

- 11000 ha, 3741 en riego, >35 años en riego
- Precipitación media anual = 600 mm
- Salinidad del suelo baja, **CEe (media) = 0.7 dS/m**
- **Salinidad agua de riego = 1100-1200 mg/L**
- Superficie (90%), Aspersión (4%), goteo (6%)

Kalâat Landalous – Tunez

- 2900 h, 2200 ha en riego, > 25 años
- Precipitación media anual = 497 mm
- Salinidad del suelo media-alta **CEe (media) = 3.5 dS/m**
- **Salinidad agua riego = 2200 mg/L**

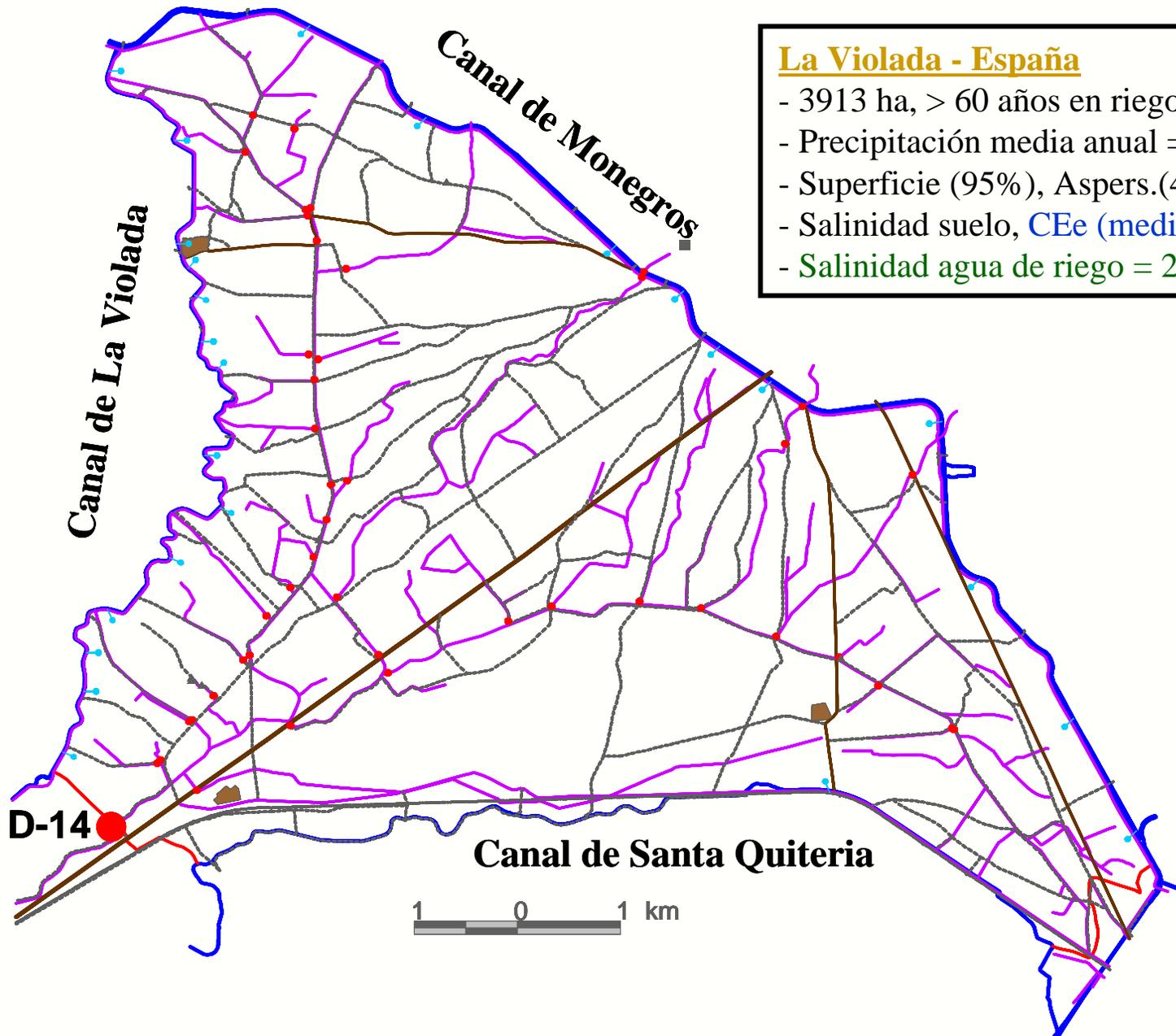
La Violada - España

- 4000 ha, >60 años en riego
- Precipitación media anual = 430 mm
- Salinidad suelo, **CEe (media) = 2.2 dS/m -yeso**
- **Salinidad agua de riego = 250 mg/L**
- Superficie (95%), Aspersion.(4%), goteo (1%)

Beni Amir – Marruecos

- 2600 ha, 2000 regadas, > 50 años
- Precipitación media = 300 mm
- Salinidad del suelo **CEe (media) = 3.5 dS/m**
- **Salinidad agua riego > 1600 mg/L,**
10-15% se bombea del acuífero
- Superficie (100%)

APLICACIÓN DE CIRFLE



La Violada - España

- 3913 ha, > 60 años en riego,
- Precipitación media anual = 430 mm
- Superficie (95%), Aspers.(4%), goteo (1%)
- Salinidad suelo, C_{Ee} (media) = 2.2 dS/m y yeso
- Salinidad agua de riego = 250 mg/L

APLICACIÓN DE CIRFLE

La Violada - España

	<u>Medido</u>	<u>Estimado</u>	<u>Diferencia (%)</u>
<u>Retornos del riego</u>			
		Año 2006	
Volumen (mm)	455	391	-14 %
Conc. sales (mg/L)	1943	2443	26 %
Masa sales (t)	33327	35932	8 %
		Año 2007	
Volumen (mm)	555	433	-22 %
Conc. sales (mg/L)	1918	2382	24 %
Masa sales (t)	40584	39331	-3 %
		Año 2008	
Volumen (mm)	548	396	-28 %
Conc. sales (mg/L)	1997	2241	12 %
Masa sales (t)	24052	19434	-19 %

Conclusión: Existencia de componente de baja salinidad: Filtraciones de canales

APLICACIÓN DE CIRFLE

La Violada - España

Con Filtraciones de canales

	<u>Medido</u>	<u>Estimado</u>	<u>Diferencia (%)</u>
<u>Retornos del riego</u>		Año 2006	
Volumen (mm)	455	481	6 %
Conc. sales (mg/L)	1943	1964	1 %
Masa sales (t)	33327	35536	7 %
		Año 2007	
Volumen (mm)	555	564	2 %
Conc. sales (mg/L)	1918	2002	4 %
Masa sales (t)	40584	42953	6 %
		Año 2008	
Volumen (mm)	548	564	3 %
Conc. sales (mg/L)	1997	1639	-18 %
Masa sales (t)	24052	20281	-16 %

APLICACIÓN DE CIRFLE

Akarsu - Turquía

	<u>Medido</u>	<u>Estimado</u>	<u>Diferencia (%)</u>
<u>Retornos del riego</u>		Año 2007	
Volumen (mm)	788	903	15 %
Conc. sales (mg/L)	1720	1303	-24 %
Masa sales (t)	128657	111700	-13 %
		Año 2008	
Volumen (mm)	780	710	-9 %
Conc. sales (mg/L)	990	787	-21 %
Masa sales (t)	73244	53027	-28 %
		Año 2009	
Volumen (mm)	953	1056	11 %
Conc. sales (mg/L)	1016	716	-30 %
Masa sales (t)	91731	71800	-22 %

El modelo **infraestima** la concentración salina y masa de sales
- **Interacción con freáticos**

SIMULACIONES CON CIRFLE

Análisis del manejo del riego:

Año 2007

	<u>La Violada</u>	<u>Akarsu</u>
Eficiencia uso del agua $ET / (\text{Riego} + \text{Lluvia})_{\text{efectiva}}$	0.67	0.50
Fracción de drenaje $(\text{Percolación} + \text{Drenaje}) / (\text{Riego} + \text{Lluvia})_{\text{efectiva}}$	0.38	0.50

Simulación 1: Reducción del volumen de riego: 30%

Simulación 2: Transformación a aspersión

Violada: Aumento del consumo de agua por los cultivos en un 15%

Cambio del patrón de cultivos → Aumento de la ET del 25%

Sin cambio del volumen de riego aplicado

Akarsu: Aumento del consumo de agua por los cultivos en un 15%

Reducción del volumen de riego un 30%

SIMULACIONES CON CIRFLE

Simulación 1: Reducción volumen de riego

<u>La Violada</u>	<u>Reducción 30%</u>		
	<u>2007</u>	<u>CIRFLE</u>	<u>Dif. (%)</u>
Volumen riego (mm)	572	402	-30%
Volumen retornos (mm)	564	396	-31%
Conc. sales retornos (mg/L)	2002	1650	-18%
Masa sales retornos (t)	11.3	6.5	-42%
Fracción de drenaje	0.38	0.25	

SIMULACIONES CON CIRFLE

Simulación 1: Reducción volumen de riego

		<u>Reducción 30%</u>	
<u>La Violada</u>	<u>2007</u>	<u>CIRFLE</u>	<u>Dif. (%)</u>
Volumen riego (mm)	572	402	-30%
Volumen retornos (mm)	564	396	-31%
Conc. sales retornos (mg/L)	2002	1650	-18%
Masa sales retornos (t)	11.3	6.5	-42%
Fracción de drenaje	0.38	0.25	
 <u>Akarsu</u>			
Volumen riego (mm)	1014	710	-30%
Volumen retorno (mm)	903	633	-30%
Conc. sales retornos (mg/l)	1303	1434	10 %
Masa sales retornos (t/ha)	11.8	9.1	-23%
Fracción de drenaje	0.50	0.41	

SIMULACIONES CON CIRFLE

Simulación 2: Cambio a riego presurizado

Riego por Aspersión

Mismos cultivos

La Violada

	<u>Superficie</u>	<u>CIRFLE</u>	<u>Dif. (%)</u>
Volumen de riego (mm)	572	572	
Evapotranspiración (mm)	588	676	15%
Fracción de drenaje	0.38	0.28	

Retornos de riego

Volumen retorno (mm)	564	475	-16%
Concentración sales (mg/l)	2002	1846	- 8%
Masa de sales (t/ha)	11.3	8.8	-22%

SIMULACIONES CON CIRFLE

Simulación 2: Cambio a riego presurizado

La Violada

Riego por Aspersión

		<u>Mismos cultivos</u>		<u>Cambio cultivos</u>	
<u>La Violada</u>	<u>Superficie</u>	<u>CIRFLE</u>	<u>Dif. (%)</u>	<u>CIRFLE</u>	<u>Dif. (%)</u>
Volumen de riego (mm)	572	572		572	
Evapotranspiración (mm)	588	676	15%	735	25%
Fracción de drenaje	0.38	0.28		0.22	
<u>Retornos de riego</u>					
Volumen retorno (mm)	564	475	-16%	417	-26%
Concentración sales (mg/l)	2002	1846	- 8%	1706	-15%
Masa de sales (t/ha)	11.3	8.8	-22%	7.1	-37%

Suelos con yesos: La disminución del drenaje disminuye la disolución de las sales y el yeso del suelo. La masa de sales en el drenaje disminuye proporcionalmente a la disminución del volumen de drenaje.

SIMULACIONES CON CIRFLE

Simulación 2: Cambio a riego presurizado

Akarsu

<u>Akarsu</u>		<u>Riego por Superficie</u>		<u>Riego Aspersión</u>	
Volumen de riego (mm)	1014	710	-30 %	710	-30%
Evapotranspiración (mm)	652	652		749	15%
Fracción de drenaje	0.50	0.41		0.36	
<u>Retornos del riego</u>					
Volumen retorno (mm)	903	633	-30%	537	-41%
Concentración sales (mg/l)	1303	1434	10%	1623	25%
Masa de sales (t/ha)	11.8	9.1	-23%	8.7	-26%

Suelos de baja salinidad: Las sales aportadas con el agua de riego son una componente muy importante de las sales en los flujos de retorno. Si no se disminuye el volumen de riego se disminuye poco la masa de sales en los retornos, los retornos se evapoconcentran.

Conclusiones CIRFLE

Conclusiones

- El modelo CIRFLE ha permitido estimar el volumen y salinidad de los retornos del riego con errores aceptables en las zonas de riego de La Violada y Akarsu.
- Una reducción del volumen de riego en estos dos distritos de riego disminuye el caudal de los retornos de riego.
- La reducción del volumen de riego, puede aumentar o disminuir la concentración salina de estos retornos. En el caso de La Violada la concentración disminuye ligeramente debido a la disminución en la disolución de yeso. En el caso de Akarsu, la salinidad de los retornos aumenta debido al efecto predominante de la evapoconcentración.
- La reducción del volumen de riego reduce la masa de sales en los retornos de las dos zonas de estudio, aunque este descenso es mas acusado en la La Violada que en Akarsu.

Conclusiones CIRFLE

Conclusiones: Transformación a aspersión

- CIRFLE estima que con la transformación a aspersión del distrito de riego de La Violada, asumiendo el mismo volumen de riego y la misma distribución de cultivos, la masa de sales en los retornos de riego puede disminuir de 11.3 t/ha a 8.8 t/ha (22%). En el caso de producirse un cambio del patrón de cultivos con aumento de la ET de un 25% CIRFLE estima que la masa de sales exportada puede reducirse a 7.1 t/ha (reducción del 37%).
- Para la zona de Akarsu, CIRFLE estima que con una disminución del volumen de agua de un 30% y un cambio a aspersión se puede reducir los caudales de retorno en un 40%, y aunque la salinidad aumentaría de 1303 mg/l a 1623 mg/L, la masa de sales que es la variable clave para evaluar el impacto de los flujos de retorno sobre los sistemas receptores de los mismos, disminuiría de 11.8 a 8.7 t/ha (26%).

Conclusiones CIRFLE

Conclusiones

- En la zona de La Violada, con sales y yeso en el suelo, la masa de sales en los retornos de riego está directamente relacionada con el volumen de drenaje. Por ello tanto una mejor gestión del agua con disminución de los volúmenes de riego aplicados, como una mayor eficiencia en el uso del agua por los cultivos (aumento de la ET) reducen la masa de sales en los retornos de riego.
- En Akarsu, donde los suelos no son salinos, una reducción del volumen de riego reduce la masa de sales en los retornos, mientras que el cambio a aspersión sin reducción del volumen de agua solo tiene un efecto pequeño sobre la reducción de la masa de sales en los retornos.



GRACIAS



26/05/2009