

II Jornada Técnica  
**Gestión eficaz del riego por  
 aspersión. Últimos avances  
 técnicos y medioambientales**

# Modernización de regadíos Ventajas y limitaciones

**Sergio Lecina**

Grupo de Investigación Riego, Agronomía y Medio Ambiente



Centro de Investigación y Tecnología  
 Agrarioalimentaria de Aragón -  
 Gobierno de Aragón  
 Unidad de Suelos y Riegos (asociada al CSIC)  
 Avenida de Montañana 930  
 50059 Zaragoza (España)  
<http://www.cita-aragon.es/>



Estación Experimental de Aula Dei -  
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 Departamento de Suelo y Agua  
 Apdo. Correos 13.034  
 50080 Zaragoza (España)  
<http://eesad.csic.es/>

Organizan:



Patrocinan:



Colabora:



Huesca, 12 de noviembre de 2010

## Los conceptos para el análisis

¿Qué es la eficiencia?

### ¿Qué es la eficiencia?

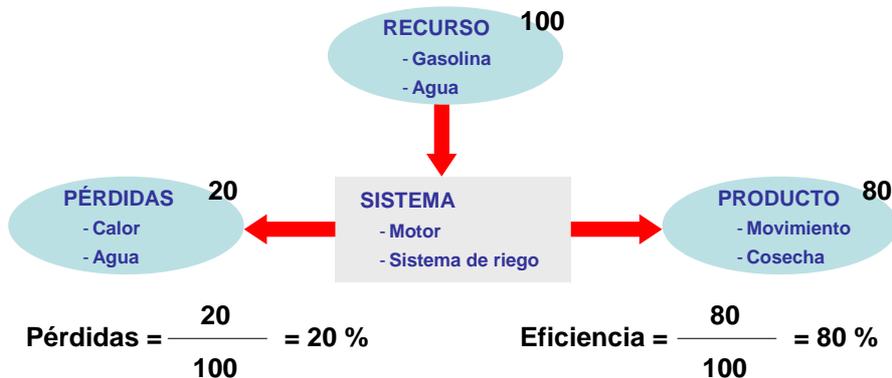


Figura 1. Concepto de eficiencia

## Los conceptos para el análisis

¿Qué es la eficiencia?

- ¿Cuál es la eficiencia en los usos domésticos?
- Lo primero que debemos analizar:
  - A dónde va el agua que uso: SUMIDERO.
  - De dónde viene el agua que uso: FUENTE.

## Los conceptos para el análisis

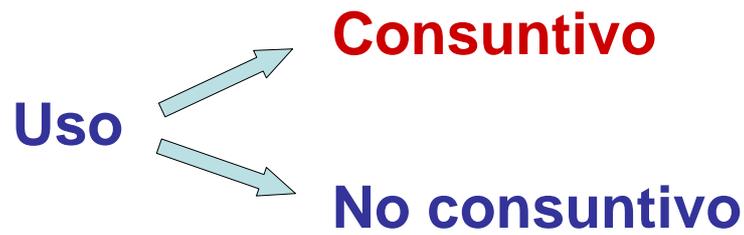
¿Qué es la eficiencia?



## Los conceptos para el análisis

¿Qué es la eficiencia?

# !!!El agua puede reutilizarse!!!



## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

## Los balances de agua como solución

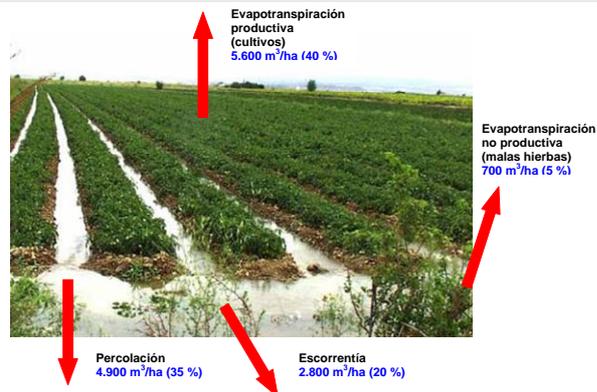


Figura 2. Esquema de entradas y salidas de agua en un regadío

## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución



## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

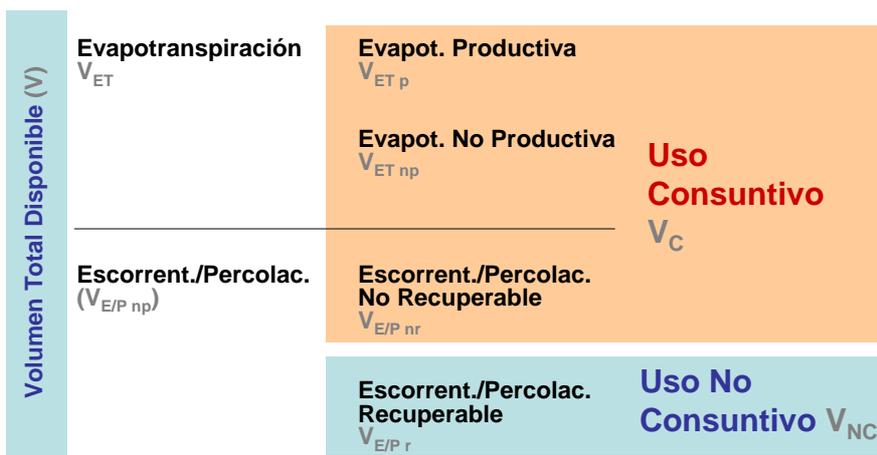


Figura 3. Esquema de los destinos del agua de riego

## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

$$\text{Fracción Consuntiva (FC)} = \frac{V_{ET} + V_{E/P nr}}{V}$$

$$FC + FR = 1$$

$$\text{Fracción Recuperable (FR)} = \frac{V_{E/P r}}{V}$$

$$\text{Fracción Productiva Total (FP}_T) = \frac{V_{ET p}}{V}$$

(Aproximadamente equivalente a la eficiencia)

$$\text{Fracción Productiva Consuntiva (FP}_C) = \frac{V_{ET p}}{V_C}$$

Fracción ...

## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

### Destino + Fracciones = Contabilidad del agua

- Requiere distinguir entre uso y consumo.
- Requiere conocer:
  - La localización del uso.
  - La calidad del agua.

## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

**Conservación** → **< uso**

**Ahorro** → **< consumo**

## Los conceptos para el análisis

Los balances de agua como solución

### Análisis del uso del agua

**Gestión hidrológica**

**Gestión y diseño de regadíos**

**Contabilidad del agua**

**Eficiencias**

## Los conceptos para el análisis

La productividad del agua

### La productividad del agua

- Escasez de agua vs. utilidad del agua.
- Necesidad de obtener el máximo beneficio económico, social y medioambiental.
- + PRODUCTIVIDAD = producir más con menos agua.
- Necesidad de conocerla para tomar decisiones.

## Los conceptos para el análisis

La productividad del agua

$$\text{Productividad del agua, } \text{€m}^{-3} = \frac{\text{Valor del producto obtenido, } \text{€}}{\text{Volumen de agua, } \text{m}^3}$$

- Escala espacial

- Valor bruto.  
- Valor neto.

- Volumen usado.  
- Volumen consumido.

## Los conceptos para el análisis

### La productividad del agua

- **Productividad bruta de agua usada en parcela:**
  - Trigo =  $210 \text{ €t}^{-1} / 1.000 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 0,21 \text{ €m}^{-3}$ .
  
- **Productividad bruta de agua consumida en parcela:**
  - Trigo =  $210 \text{ €t}^{-1} / 700 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 0,30 \text{ €m}^{-3}$ .
  - Tomate en fresco =  $600 \text{ €t}^{-1} / 186 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 3,23 \text{ €m}^{-3}$ .
  
- **Productividad bruta de agua consumida en región:**
  - Tomate en fresco =  $600 \text{ €t}^{-1} / 186 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 3,23 \text{ €m}^{-3}$ .
  - Ternera =  $24.000 \text{ €t}^{-1} / 12.000 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1} = 2,00 \text{ €m}^{-3}$ .

## Los conceptos para el análisis

### La productividad del agua

- **A escala regional se deben considerar:**
  - Aspectos económicos.
  - Aspectos sociales.
  - Aspectos medioambientales.

## Los conceptos para el análisis

La productividad del agua

### ¿Qué es un uso beneficioso?



*Figura 4. El Canal Imperial de Aragón a su paso por la ciudad de Zaragoza*

## Las consecuencias de la modernización

El caso de Riegos del Alto Aragón

### El caso de Riegos del Alto Aragón

**¿Será suficiente la modernización para abordar las incertidumbres del sector...?**

**¿Se podrá afrontar el pago de la inversión...?**

**¿Permitirá ahorrar suficiente agua para sequías y nuevos regadíos...?**

## Las consecuencias de la modernización

El caso de Riegos del Alto Aragón

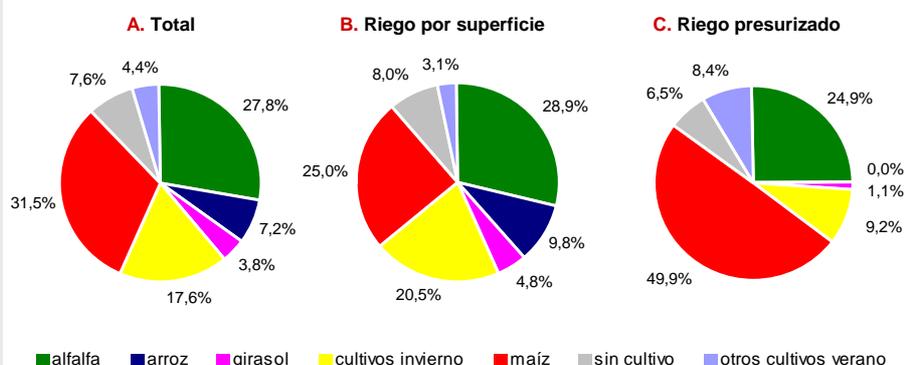


Figura 5. Patrón de cultivos en RAA durante el periodo de estudio por tipos de riego durante la campaña de 2004

## Las consecuencias de la modernización

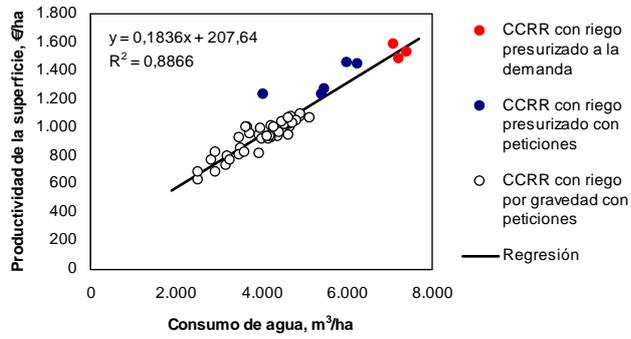
El caso de Riegos del Alto Aragón

Tabla 1. Indicadores hidrológicos y económicos en RAA por tipos de riego en 2004

	Gravedad	Aspersión
<b>ÁREA (ha)</b>	88.325	32.429
<b>INDICADORES HIDROLÓGICOS</b>		
Volumen unitario usado ( $m^3 ha^{-1}$ )	5.762	6.247
Volumen unitario consumido ( $m^3 ha^{-1}$ )	3.953	5.860
Fracción consumida ( $m^3 m^{-3}$ )	0,69	0,94
<b>INDICADORES ECONÓMICOS</b>		
Valor neto de la producción (M€)	43,7	24,3
Productividad neta del suelo ( $€ha^{-1}$ )	495	748
Productividad neta del agua usada ( $€m^{-3}$ )	0,086	0,120
<hr/>		
Productividad neta del suelo ( $€ha^{-1}$ ) 2007	594	898
Productividad neta del suelo ( $€ha^{-1}$ ) 2008	272	412

## Las consecuencias de la modernización

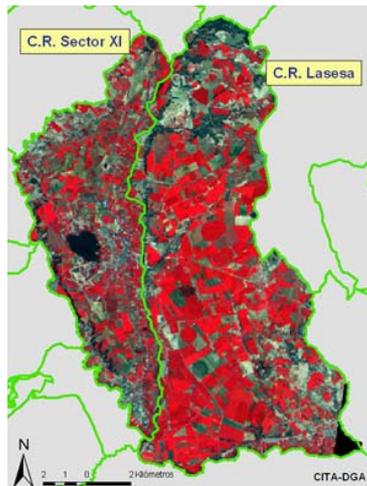
El caso de Riegos del Alto Aragón



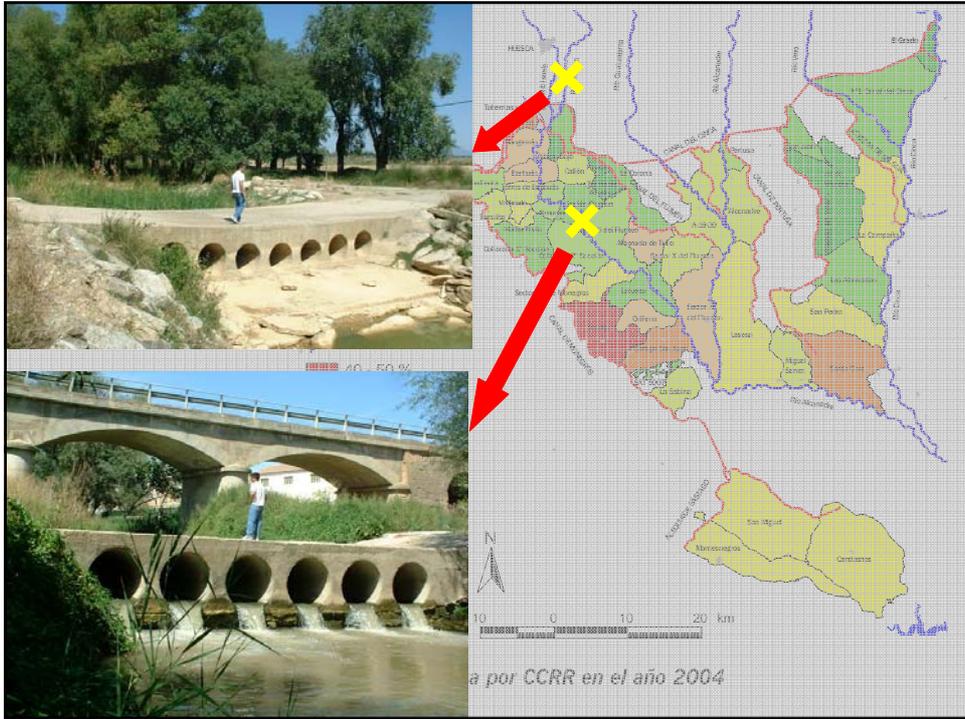
**Figura 6.** Productividad del suelo frente a consumo de agua en RAA en 2004

## Las consecuencias de la modernización

El caso de Riegos del Alto Aragón



**Figura 7.** Imagen del satélite Landsat 5TM (RGB 431) del 14 de agosto de 1999



## Las consecuencias de la modernización

El caso de Riegos del Alto Aragón

**Tabla 2.** Balance de agua e indicadores en RAA en 2004 y estimados tras la modernización

	Situación previa	Moderniz. parcial
<b>ENTRADAS -uso del agua- (Mm<sup>3</sup>)</b>	<b>711,5</b>	<b>790,5</b>
<b>SALIDAS (Mm<sup>3</sup>)</b>		
Evapotranspiración productiva	488,5	578,2
Evapotranspiración no productiva	37,9	86,1
Escorrentía/Percolación no recuperable	12,8	5,2
Escorrentía/Percolación recuperable	172,3	121,0
<b>INDICADORES HIDROLÓGICOS</b>		
Volumen consumido (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	539	669
Fracción consumida (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,76	0,85
<b>INDICADORES ECONÓMICOS</b>		
Valor neto de la producción (M€)	68,0	86,8
Productividad neta del suelo (€ ha <sup>-1</sup> )	563	719
Productividad neta del agua usada- (€ m <sup>-3</sup> )	0,096	0,110

## Las consecuencias de la modernización

El caso de Riegos del Alto Aragón

**Tabla 3.** Indicadores de contaminación de las aguas en diversas cuencas experimentales del valle medio del Ebro

Zona	Área ha	Salinidad suelo CE <sub>s</sub> dS m <sup>-1</sup>	Retornos de riego anuales					
			Volumen m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	SDT mg l <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg l <sup>-1</sup>	Masa sales t ha <sup>-1</sup>	Masa NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> kg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ha <sup>-1</sup>	Pérdidas NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> % s/ fertiliz.
<b>GRAVEDAD</b>								
Bardenas A	95	< 2,0	7.550	541	58	4	98	44
Bardenas B	216	< 2,0	11.130	423	77	5	195	56
Bardenas C	409	2,0-6,0	6.350	2.170	-	14	-	-
Violada	3.866	2,2*	9.890	1.751	28	20	83	26
<b>Media</b>			<b>9.590</b>	<b>1.702</b>	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>89</b>	<b>28</b>
<b>ASPERSIÓN</b>								
Monegros II A	494	2,0-6,0	480	-	125	-	14	10
Monegros II B	470	2,0-6,0	1.940	6.983	112	14	49	22
<b>Media</b>			<b>1.192</b>	<b>6.983</b>	<b>119</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>16</b>



## Las consecuencias de la modernización

Conclusiones

### Conclusiones

**La modernización en RAA no va a ahorrar agua...**

**... pero disminuirá la contaminación agraria de las aguas**

## Las consecuencias de la modernización

Conclusiones

**La modernización mejorará la  
productividad agraria...**

**... y las condiciones de trabajo del  
agricultor...**

**...pero...**

## Las consecuencias de la modernización

Conclusiones

- **La modernización de infraestructuras es necesaria, pero no suficiente para mejorar la rentabilidad.**
- **Hay que modernizar también la gestión económico-financiera, comercial, agronómica y del agua.**
- **Hace falta capitalizar las explotaciones en recursos económicos, pero también en talento.**

## Referencias y Contacto

- El contenido ampliado de esta presentación puede descargarse en el repositorio digital del CSIC:

<http://hdl.handle.net/10261/20127>

<http://digital.csic.es/>

- **Contacto:**

**Dr. Sergio Lecina**

Unidad de Suelos y Riegos (asociada a la EEAD-CSIC)

Centro de Investigación y Tecnología

Agroalimentaria de Aragón (Gobierno de Aragón)

Campus de Aula Dei

Correo-e: [slecina@aragon.es](mailto:slecina@aragon.es)