



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

# Aplicación de la huella hídrica en la cuenca del Guadalquivir: estudios académicos versus plan hidrológico

Prof. Dra. M<sup>a</sup> Pilar Montesinos Barrios

- 1- El concepto de huella hídrica en el PHD del Guadalquivir
- 2- ¿Cómo disminuir la huella hídrica azul del regadío?
- 3- La huella hídrica combinada con indicadores de gestión como herramienta de diagnóstico de problemas de eficiencia hídrica

# 1 El concepto de huella hídrica en el PHD del Guadalquivir

$$HH = \underbrace{\sum_{\text{sector}} UA_{\text{sector}} + UV_{\text{sector}} - (AVEXA + AVEXV)_{\text{sector}}}_{HH \text{ interna}} + \underbrace{(AVIMA + AVIMV)_{\text{sector}}}_{HH \text{ externa}}$$

Según Apéndice V del Plan hidrológico del Guadalquivir...

**HH Estándar = Agua Virtual de producción + Agua Virtual importada - Agua V. Exportada**

**HH Adaptada = Agua Directa**

Demanda de agua



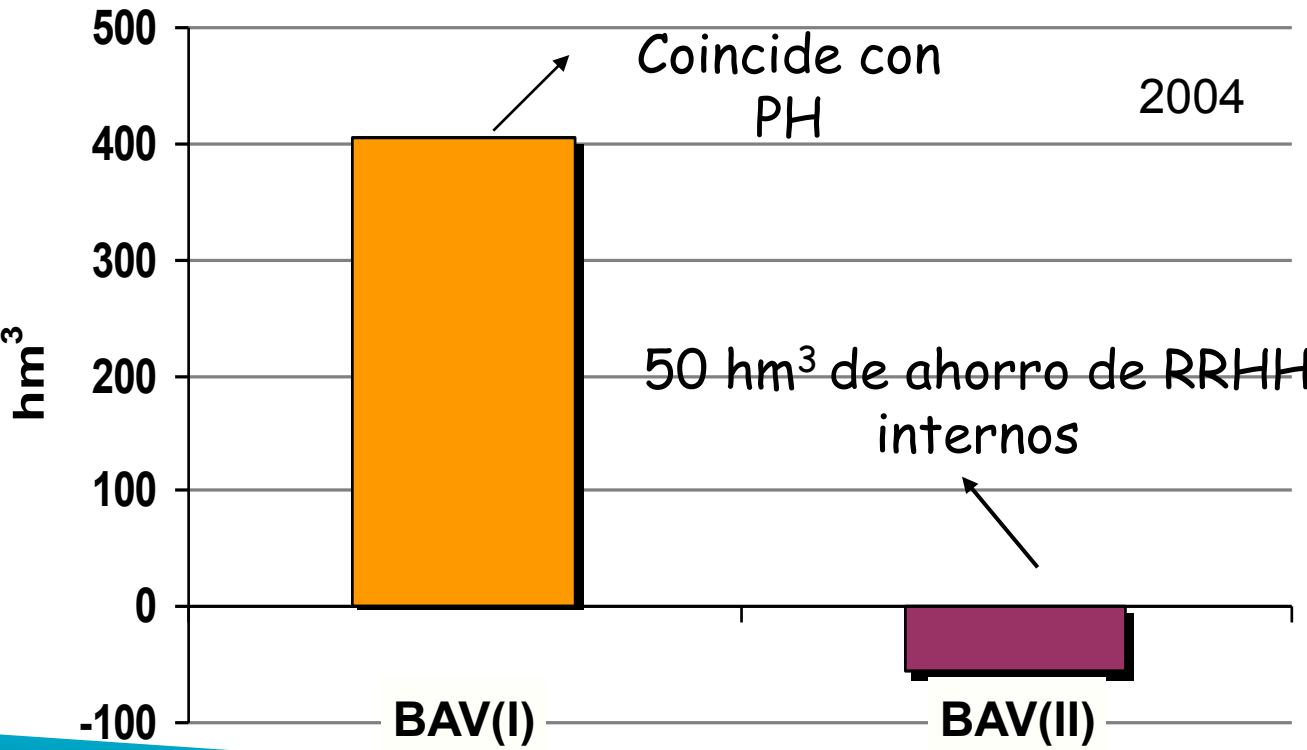
# Agricultura de regadío ⇒ Sólo agua azul

$$HHA_{agri} = UA - AVEXA + AVIMA$$

Comercio exterior

Balance global de AV de riego agregado a escala de cuenca a partir de cálculos a escala de S.E para los principales cultivos de riego: olivar, algodón, arroz, cereales, etc... (Montesinos et al., 2011)<sup>1</sup>

BAV(I) ⇒ Realista



BAV(II) ⇒ Toda la importación se produce en regadío

## 2 ¿Cómo disminuir la huella hídrica azul del regadío?

RRHH ↑ para otros usos y/o ahorro

↓ 85 %

$$HH_{\text{agrícola\_azul}} = \text{RRHH internos} + AV_{\text{importada}} - AV_{\text{exportada}}$$

30%

70%

AV Exportación ¿↓↑?

Demanda nacional ↓?

Re-exportación ↓↑

↑ Agua Virtual de riego importada

## Variables claves

Superficie regada

AV de riego ( $\text{m}^3$  detraídos del sistema/kg)

1/ AV ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) → productividad del agua de riego ( $\text{€}/\text{m}^3$ )

Distribución óptima de cultivos y nuevas estrategias comerciales

Redistribución de los cultivos con mayor impacto hídrico  
Potenciar la exportación de los cultivos con  $\downarrow$  AV y  $\uparrow$  rentabilidad e importar aquellos de  $\downarrow$  AV.



Cultivo con mayor impacto hídrico ⇒ Olivar

>30 % agua de riego de la DH (2004)<sup>1</sup>

49% AV exportada y 24% AV consumo nacional.

No aumentar superficie de regadío. ?????

Determinar la superficie óptima de olivar en secano y en regadío (tradicional, intensivo y superintensivo), que maximice el beneficio económico interanual, manteniendo los niveles de producción actuales y disminuya la presión sobre los recursos hídricos de la DH.

<sup>1</sup>En 2008 supone más del 50% de la superficie de regada

**3 La huella hídrica combinada con indicadores de gestión como herramienta de diagnóstico de problemas de eficiencia hídrica**

Potenciar la exportación de los cultivos con ↓ AV y  
↑ rentabilidad e importar aquellos de ↓ AV

Cultivo de fresa en el entorno de Doñana  
Sistema de explotación Almonte-Marismas, Demarcación  
del Guadalquivir

Valores de huella hídrica de la fresa:

Huelva ⇒ 173 m<sup>3</sup>/t (Adams *et al.*, 2009) and 140 m<sup>3</sup>/t  
(Aldaya *et al.*, 2010)

Polonia ⇒ 592 m<sup>3</sup>/tn (Adams *et al.*, 2009)

¿ Es posible disminuir la huella hídrica de la fresa de Huelva?

¿Es posible disminuir la presión sobre los recursos hídricos del entorno de Doñana?

## Análisis a escala de finca

Superficie de fresa monitorizada en %  $\approx$  8-9%

500-550 ha

Campañas 2010-11 y 2011-12 (húmeda y seca, respectivamente)



## Evaluación del riego mediante indicadores de gestión<sup>2</sup>

- Indicador de adecuación del riego

$RIS = \text{Agua total aplicada desde plantación (registros de riego) (mm)} / \text{Necesidades teóricas netas de riego (mm)}$

$RIS > 1.3$  Riego en exceso  
 $1 < RIS < 1.2$  Riego adecuado  
 $RIS < 1$  Riego deficitario

- Indicador del uso del agua  $\Rightarrow$  Concesión administrativa

### **Agua aplicada a la fresa, AA**

$$AAT \text{ (m}^3\text{/ha)} = \sum \text{ registros riego (m}^3\text{)} / \text{ superficie (ha)}$$

$$AAD \text{ (m}^3\text{/ha)} = \sum \text{ registros riego en periodo de desarrollo (m}^3\text{)} / \text{ superficie (ha)}$$

- Indicador de la eficiencia hídrica del cultivo

### **Huella hídrica de la fresa, HH**

$$HHT \text{ (m}^3\text{/kg)} = AAF \text{ (m}^3\text{/ha)} / \text{ Producción (kg/ha)}$$

$$HHD \text{ (m}^3\text{/kg)} = AAD \text{ (m}^3\text{/ha)} / \text{ Producción (kg/ha)}$$



# Determinación de las cantidades de agua aplicadas

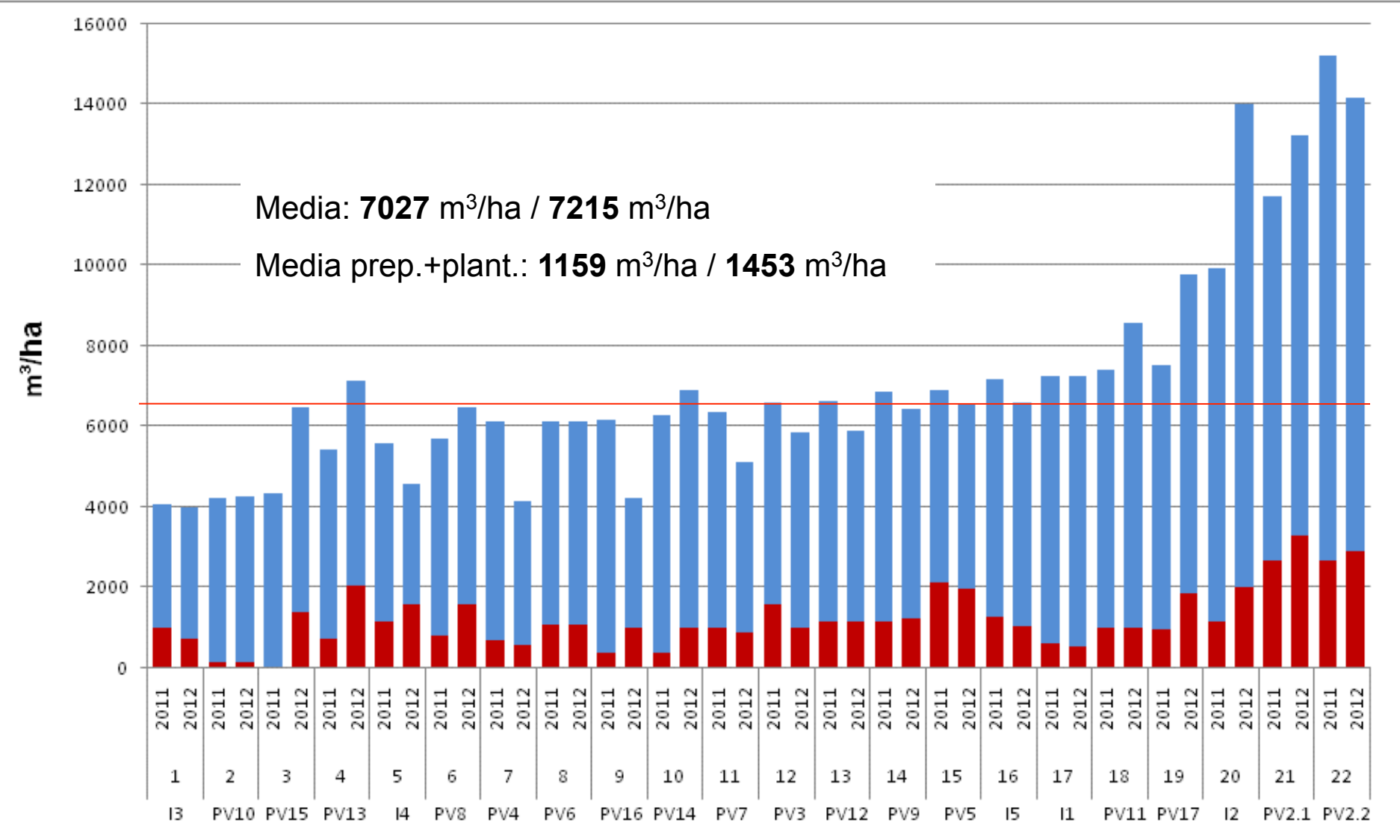
## Contadores y tiempos de riego

Con toda la información recogida durante la campaña se han estimado diariamente las cantidades de agua aplicadas por sector de riego de cada finca.

Los datos de producción se han registrado semanalmente

La información se ha agregado a escala mensual y de campaña.

# Volúmenes parciales y totales aplicados en las campañas 2010-11 y 2011-12



Para valorar la prácticas de riegos es necesario conocer las necesidades teóricas de riego

$$\text{Necesidades de riego (mm/año)} = ET_c = \sum k_c \cdot ET_o = IN_n$$

$K_c$  = coeficiente de cultivo. Relativo al estado de desarrollo

$ET_o$  = evapotranspiración potencial

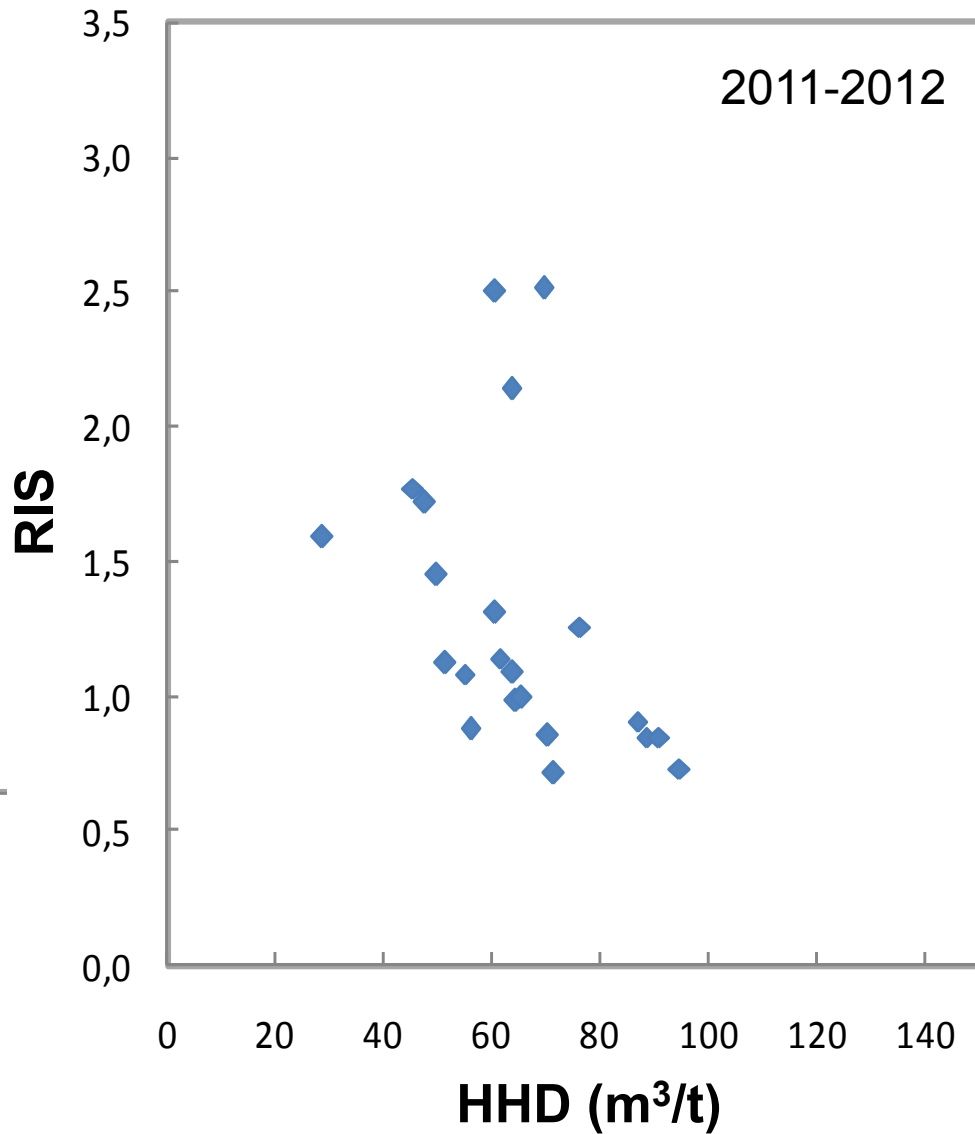
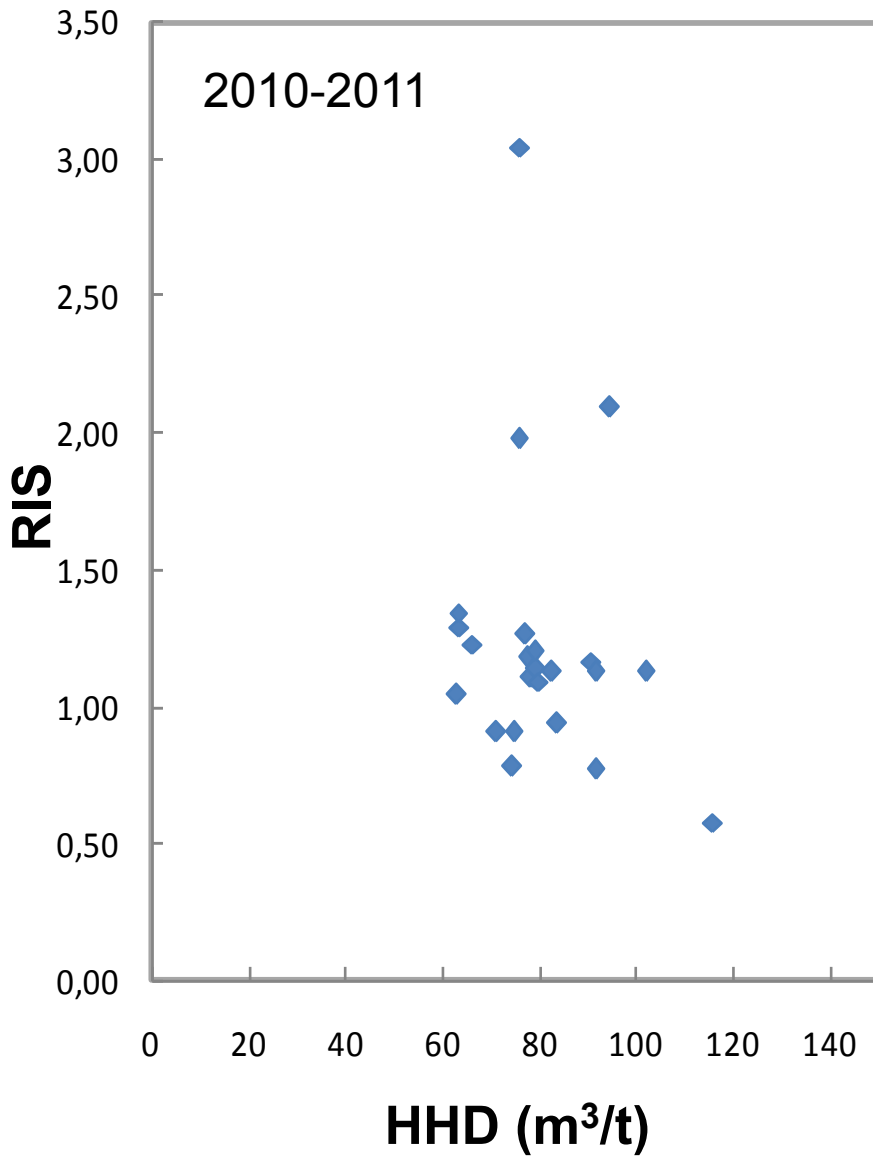
```
graph LR; ET_o[ET_o = evapotranspiración potencial] --> aire_libre[aire libre]; ET_o --> bajo_plastico["bajo plástico (transmisividad)"]
```

aire libre

bajo plástico  
(transmisividad)

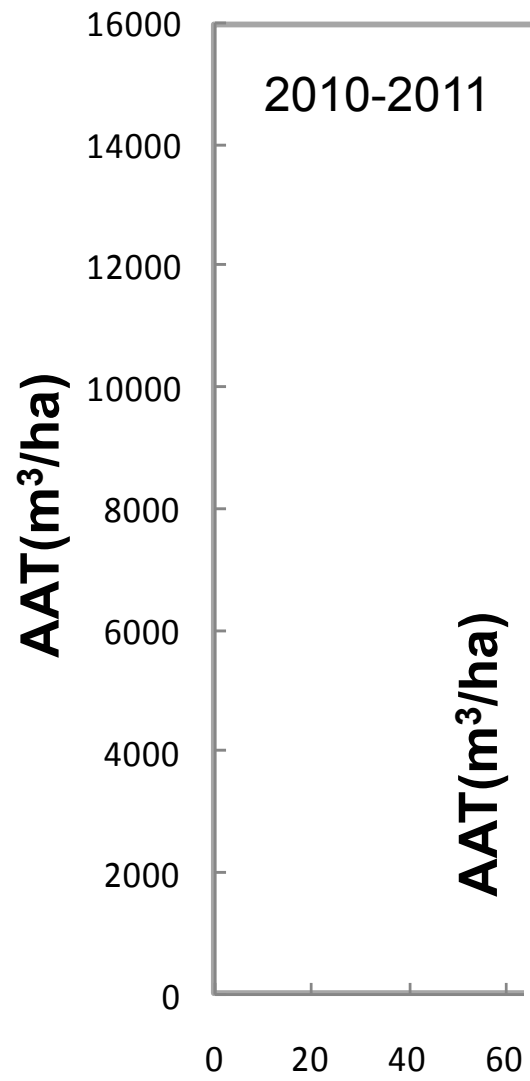
## Resumen estadístico de los indicadores de gestión evaluados en las dos campañas de estudio.

Estadístico	RIS		AAT (m <sup>3</sup> /ha)		AAD (m <sup>3</sup> /ha)		HHA (m <sup>3</sup> /t)		HHD (m <sup>3</sup> /t)		Prod. (t/ha)	
	10-11	11-12	10-11	11-12	10-11	11-12	10-11	11-12	10-11	11-12	10-11	11-12
Media	1.2	1.3	7027	7215	4870	4605	113	101	80	60	62.0	73.2
Des. típica	0.5	0.5	2462	3009	453	780	60	40	10	20	10.7	11.7
Max	3.0	2.5	15214	14125	5584	5977	280	220	120	110	81.4	98.1
Min	0.6	0.7	4071	4171	4060	2245	60	50	60	30	45.3	47.8
Mediana	1.1	1.1	6486	6492	4830	4561	100	90	80	60	62.1	72.8
Moda	1.1	1.1	6200	6500	5218	4512	90	90	80	60	61	72

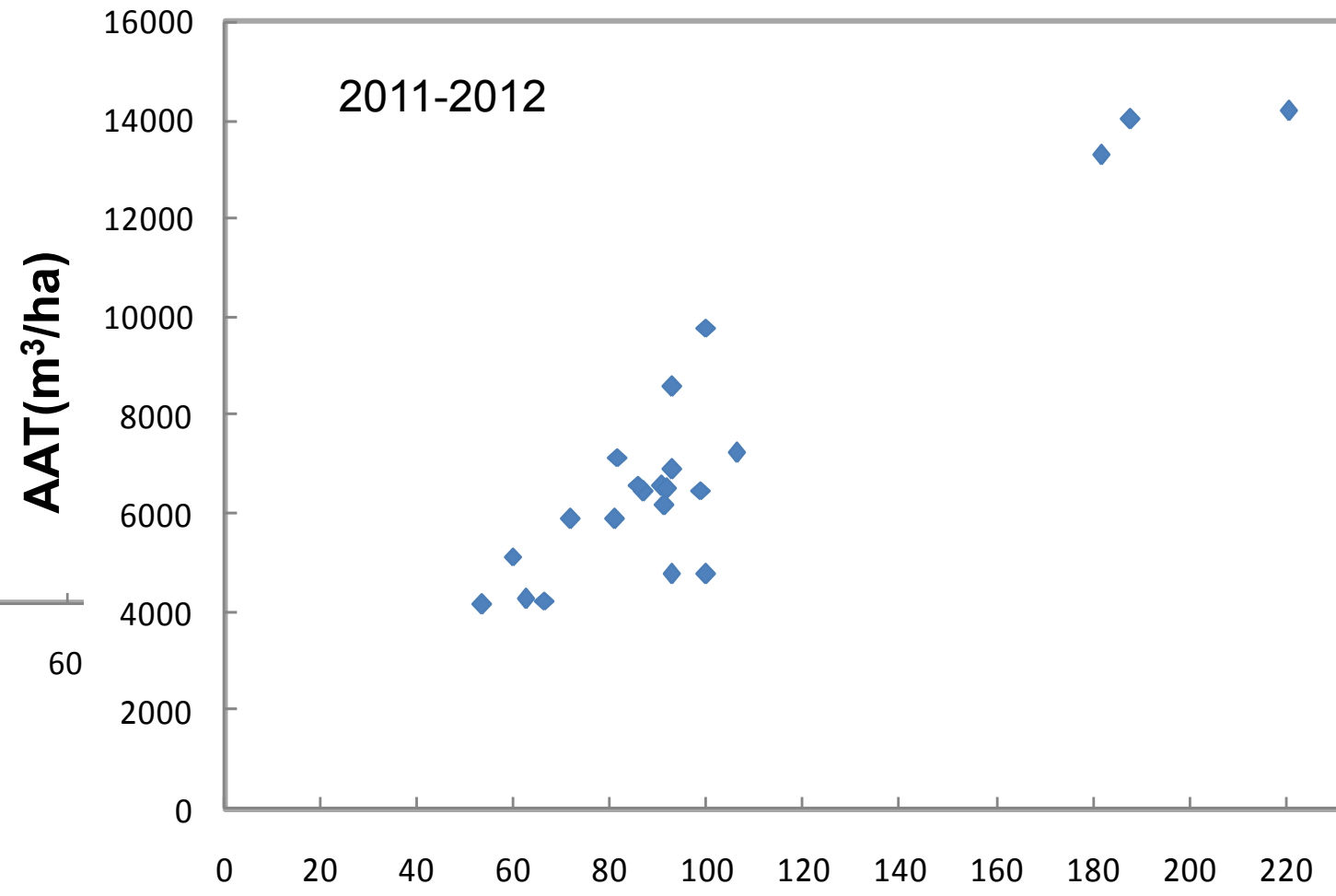


RIS versus HHD

2010-2011



2011-2012

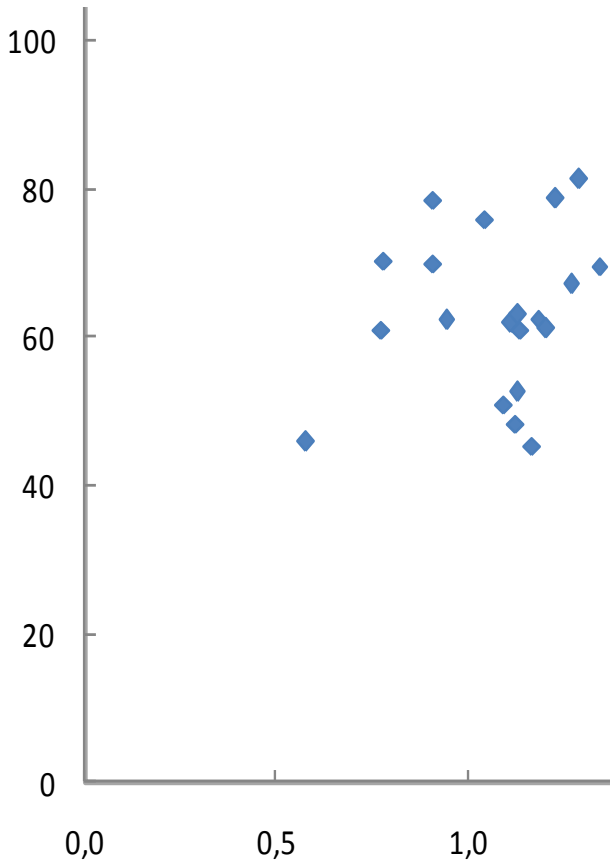


HHT versus AAT

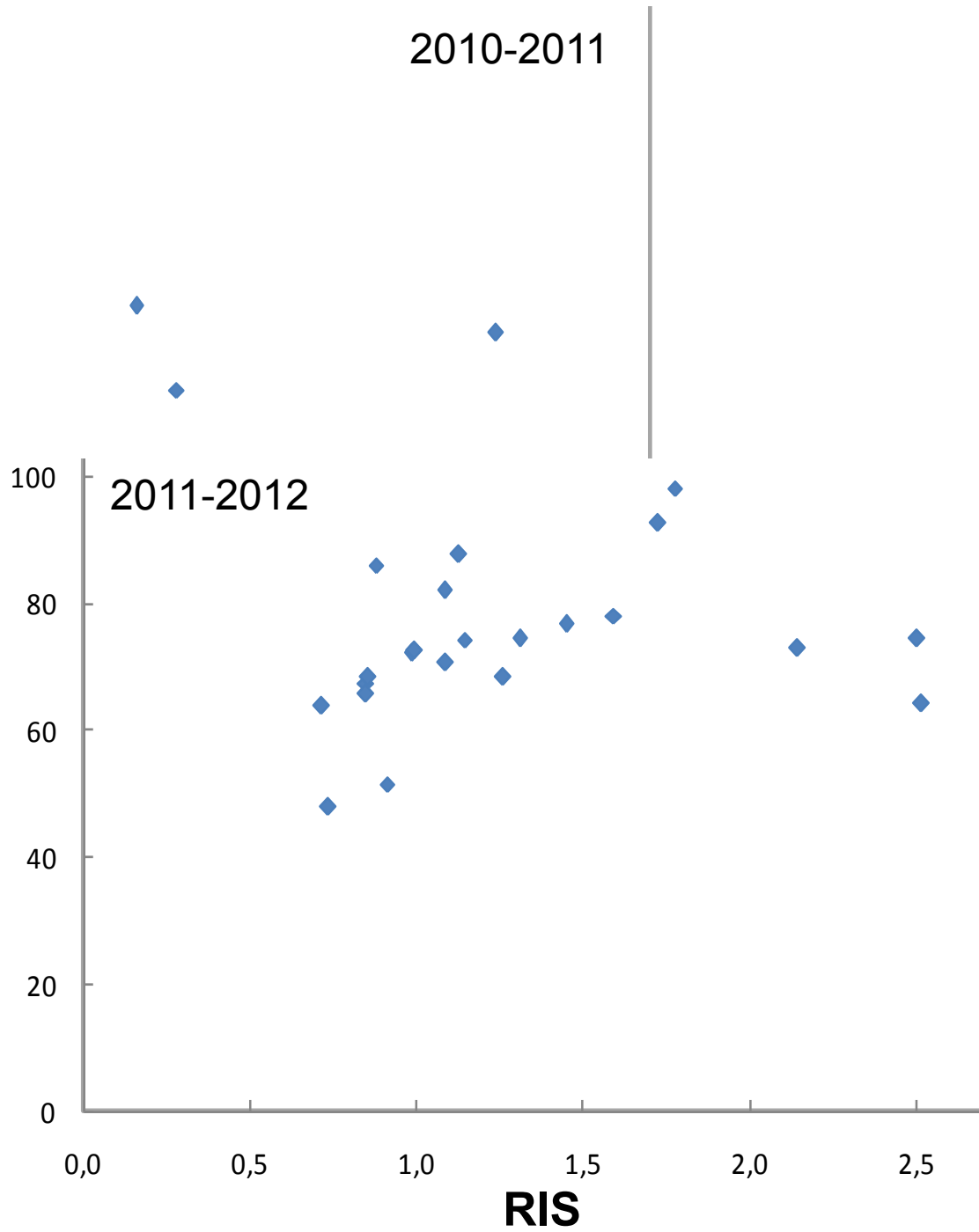
HHT (m³/t)



Producción (t/ha)



Producción (t/ha)



RIS versus Producción

# Diagrama de la huella hídrica azul de la producción de fresa

Agua azul usada

113.2 m<sup>3</sup>/t

**101.6 m<sup>3</sup>/t**

Agua consumida

78.5 m<sup>3</sup>/t

**61.6 m<sup>3</sup>/t**

Agua prestada

34.7 m<sup>3</sup>/t

**40 m<sup>3</sup>/t**

Agua evaporada

77.6 m<sup>3</sup>/t **60.7 m<sup>3</sup>/**

**t**

Agua integrada  
en el producto

0.9 m<sup>3</sup>/t

## Análisis de la situación actual:

- Se mantiene el comportamiento de los agricultores entre campañas. Las diferencias entre campañas se deben a la variabilidad climática que ha ocasionado una mayor demanda de agua y a su vez mayores producciones por planta.
- En el 68 % de las fincas el manejo del riego fue adecuado; excesivo en un 18% y muy excesivo en un 14% ellas.
- El exceso de riego no conlleva mejores producciones.

El que un alto porcentaje de regantes maneje el riego de forma aparentemente razonable, no significa que no haya posibilidades de mejora

<http://www.coca-colacompany.com/2013-water-stewardship-replenish-report/>

Proyecto financiado por la Fundación Coca Cola

**Objetivo 2020** ⇒ Devolver al planeta la misma cantidad de agua utilizada en la producción de bebidas de todas las empresas del grupo Coca Cola

Recuperar las fuentes de agua del planeta

Uso eficiente del agua

# Conclusiones

El enfoque del concepto de Huella Hídrica en el PH se centra en un análisis de las presiones sobre los recursos hídricos a escala de cuenca.

En los estudios académicos relativos al sector agrícola, el concepto de huella hídrica se aplica:

- A escala de cuenca para optimizar la distribución territorial de los cultivos de regadío para minimizar el uso agrícola.
- A escala de finca, combinado con otros indicadores de gestión, para la detección de ineficiencias en el proceso de cultivo (e.g. fresa), en particular del riego (sistema y manejo), el efecto agregado minimize el uso agrícola.



## Referencias

**Adams, L., 2009.** Water Footprinting. Kingston University. UK.

**Aldaya, M. M., García-Novo, F., Llamas, M.R., 2010.** Incorporating the water footprint and environmental water requirements into policy: reflections from the Doñana Region (Spain). Papeles de Agua Virtual. Número 5. Fundación Marcelino Botín.

**García Morillo, J., Montesinos, P, Rodríguez Diaz, JA, Camacho, E y Hess, T. 2012.** Hacia la sostenibilidad del cultivo de la fresa: demanda real de riego y posibilidades de mejora. Actas del XXX congreso nacional de riegos,D-1, 149-150.

**Martín M., Montesinos, P., García, J., Rodríguez, J.A. y Camacho, E . 2013** Influencia de los emisores de riego en la sostenibilidad del uso del agua en el entorno del parque natural de Doñana. Actas del XXXI congreso nacional de riegos,C -1, 120-131.

**Montesinos, P., Camacho, E., Campos, B and Rodríguez-Díaz J.A, 2011.** Analysis of Virtual Irrigation Water. Application to Water Resources Management in a Mediterranean River Basin. Water Resour. Manage. 25:1635-1651.



**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**