

PLANIFICACION HIDROLOGICA Y LA HHE DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR



**SEMINARIO NACIONAL “EL USO DE LA HHE EN LA
PLANIFICACION HIDRICA ESPAÑOLA
Madrid, 13 de enero de 2012**

Joan Corominas, Ingeniero Agrónomo
Gloria Salmoral, CEIGRAM, Departamento de
Economía y Ciencias Sociales Agrarias, E.T.S.
Ingenieros Agrónomos U.P.M.
A. Dumont, Departamento de Geodinámica. U.C.M.

LA METODOLOGIA DE LA HUELLA HIDRICA EMPIEZA A CONSOLIDARSE EN ESPAÑA

(No obstante, el borrador de PH del Guadalquivir no contiene ningún análisis de la HH)

HUELLA HIDRICA EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR							
AUTOR	TIPO DE HUELLA HIDRICA	AGUA VERDE (HM3)	AGUA AZUL (HM3)	TOTAL HH (HM3)	AGUA GRIS (HM3)	ETR CUENCA*** (HM3)	RHRPD**** (HM3)
M. Martinez Aldaya (1)	HH EN LA CUENCA	1875	4016	5891			
G. Salmoral et alter (2)	HH EXTENDIDA *	4880	2990	7870			
J. Corominas (3)	HH EN LA CUENCA	10116	3145	13261		25588	7043
MARM (4)	HH ADAPTADA **	5684	4816	10500	13529	25295	8003

(1) - Huella Hídrica de la cuenca del Guadalquivir; Seminario metodológico sobre la Huella hídrica; Fundación Botín , 2010
 (2) - Análisis de la Huella Hídrica Extendida de la cuenca del Guadalquivir; Fundación Botín , 2011
 (3) - Huella Hídrica de Andalucía; Inédito, 2011
 (4) - Huella Hídrica de España; MARM, 2011

GLOSARIO:
 HH EXTENDIDA*: Extensión de la Huella Hídrica en la cuenca a sus incidencias socioeconómicas y ambientales
 HH ADAPTADA**: Equivalente a Huella hídrica en la cuenca
 ETR CUENCA***: Evapotranspiración real en la cuenca, en año medio
 RHRPD****: Recursos hídricos renovables potencialmente disponibles, en año medio

La componente de Agua verde es la que presenta mayor heterogeneidad en los diversos estudios: Generalmente se infravalora en relación a la ETR total de la cuenca

El sector agrario es preponderante en su participación en la HH

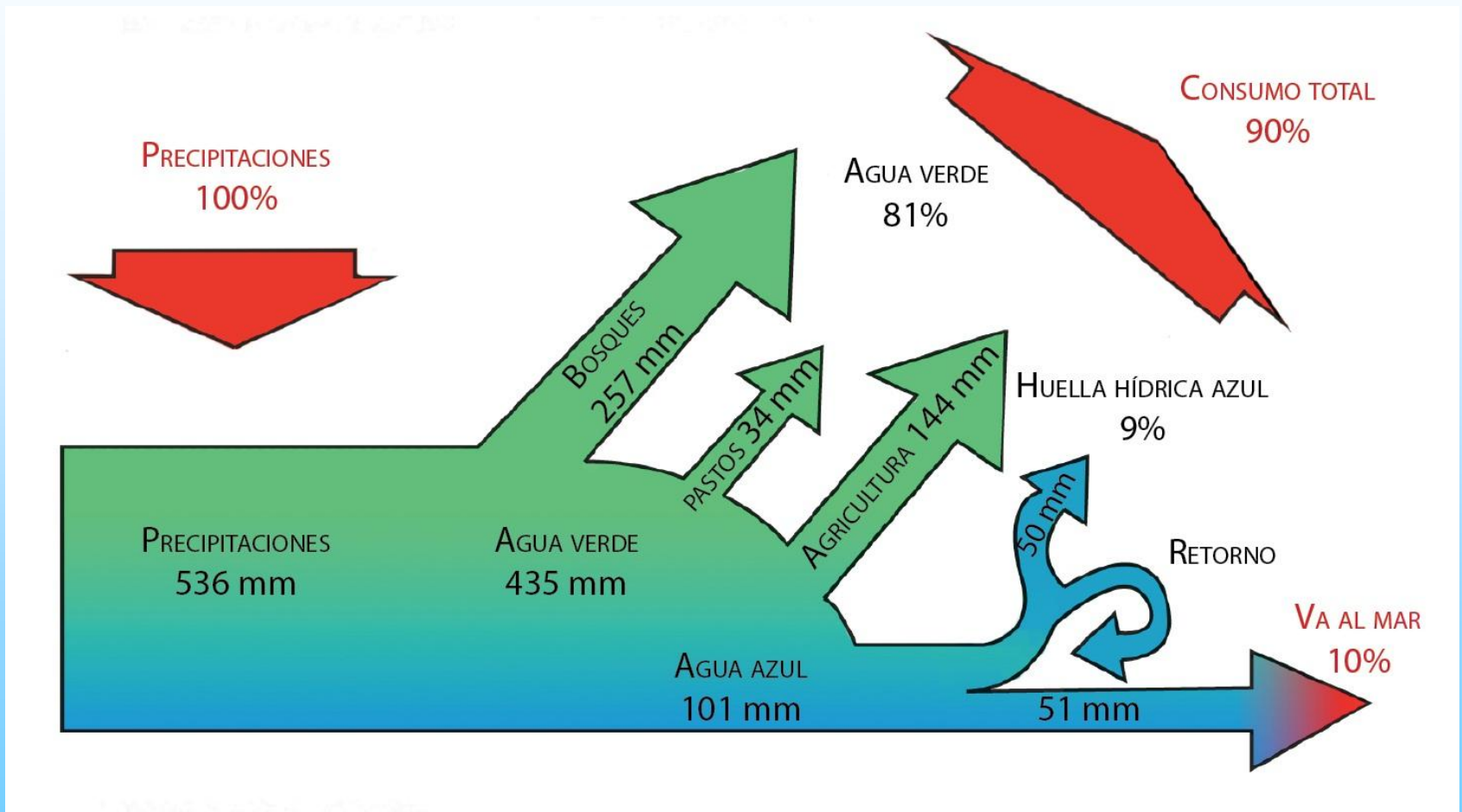
VARIAS VISIONES DEL AGUA EN LA NATURALEZA Y DE SUS USOS

RELACION ENTRE CICLO HIDROLOGICO, BALANCE HIDRICO Y HUELLA HIDRICA EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR											
CICLO HIDROLOGICO NATURAL (% precipitación)			SERIE HIDROLOGICA CONSIDERADA		1940-2006		HUELLA HIDRICA DE LOS USOS ECONOMICO-SOCIALES (% precipitación)				
LLUVIA	PRECIPITACION MEDIA: 573 mm	100				COMPONENTES DE LA HUELLA HIDRICA	TOTAL	SECANO Y GANADERIA	REGADIO	ABASTEC.	RESTO SECTORES
AGUA EDAFICA	EVAPOTRANSPIRACION REAL	78,4				AGUA VERDE					
	Bosques y terrenos naturales	47,4									
	Cultivos agrícolas y ganaderos	31,0					31,0	21,7	9,3		
MASAS DE AGUA CONTINENTALES	ESCORRENTIA TOTAL	21,6	BALANCE HIDRICO (% precipitación)			AGUA AZUL					
			RECURSOS HIDRICOS TOTALES	RECURSOS HIDRICOS DISPONIBLES	USOS						
		21,6	9,1	9,6	9,6				8,5	1,1	0,1
	Escorrentía directa a los ríos	13,4	13,4	6,4	6,4		6,4				
	Escorrentía subterránea	8,2	8,2	2,6	3,2	3,2					
MASAS DE AGUAS COSTERAS	APORTES AL MAR	21,6		SALIDAS ACTUALES AL MAR	11,9	TOTAL HUELLA HIDRICA	40,6	21,7	17,7	1,1	0,1
Fuente: elaboración propia con información de CAP y borradores PHD (2010)						HUELLA HIDRICA UNITARIA (SECANO=100)	100	191			

La agricultura y la ganadería representan el 97% de la HH del Guadalquivir

- **53% el secano y la ganadería y el 44% el regadío**
- **3% el abastecimiento urbano y demás sectores económicos**
- **El agua azul representa el 24% de la HH**
- **Se utiliza como agua azul el 45% de los recursos hídricos renovables**
- **El agua subterránea representa 1/3 del agua azul**

La huella hídrica dentro del ciclo hidrológico y su balance en la cuenca del Guadalquivir



Fuente: Salmoral et al. (2011). Análisis de la Huella Hídrica Extendida la cuenca del Guadalquivir. Fundación Botín.

**INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE LOS EMBALSES DEL
GUADALQUIVIR ENTRE 1996 Y 2010**

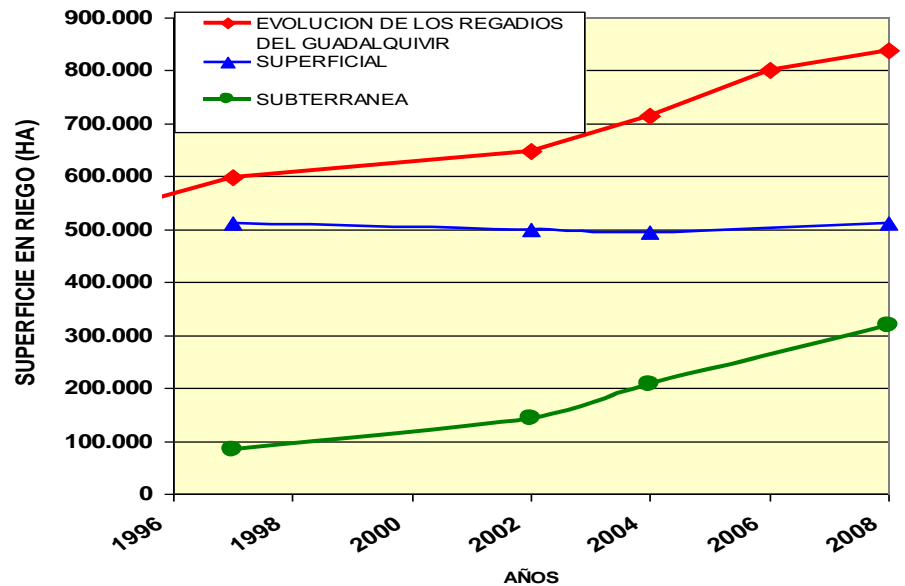
	CAPACIDAD DE EMBALSE (HM3.)		%INCREM. CAPAC. (2010-1996)
	AÑO 1996	AÑO 2010	
Emb.Reg.General	4.046	5.607	38,6
Otros Embalses	2.148	2.379	10,7
TOTAL CUENCA DEL GUADALQUIVIR	6.194	7.986	28,9

Fuente: Elaboración propia con datos de la CHG

**EN LOS ULTIMOS 12
AÑOS LA
CAPACIDAD DE
EMBALSE EN EL
GUADALQUIVIR HA
CRECIDO UN 29% Y
LOS REGADIOS UN
40 %**

**AL DISMINUIR EL RITMO
DE CRECIMIENTO DE LOS
RECURSOS
SUPERFICIALES, HA
AUMENTADO LA PRESION
SOBRE LOS ACUIFEROS**

EVOLUCION DE LOS REGADIOS DEL GUADALQUIVIR



LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y EL OLIVAR EXPLICAN LOS RECIENTES INCREMENTOS DE REGADIOS DEL GUADALQUIVIR

CAMBIOS EN EL REGADIO DEL GUADALQUIVIR (2002-2008)

	INVENTARIO 2002	INVENTARIO 2008	INCREMENTO 2008/2002	VARIACION 2008/2002 (%)
SUPERFICIE REGADA (HA)	647.567	845.986	198.419	30,6
USO AGUAS SUBTERRANEAS (HA)	143.895	321.233	177.338	123,2
USO AGUAS SUBTERRANEAS (%)	22,2	38,0	15,8	71,0
OLIVAR (HA)	305.370	467.587	162.217	53,1
OLIVAR (%)	47,2	55,3	8,1	17,1

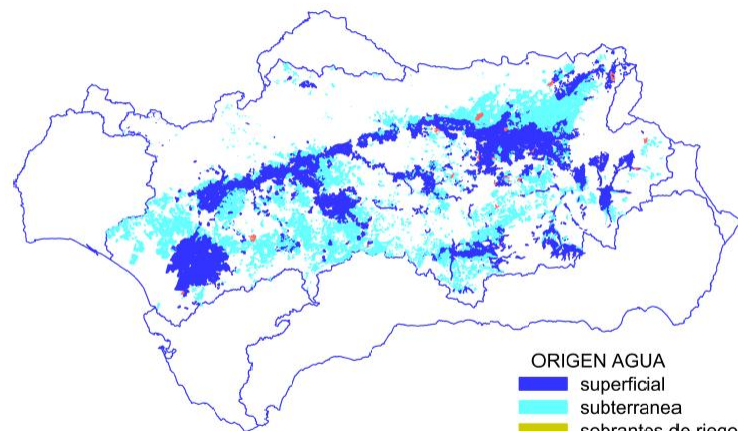
Las cuantiosas ayudas de la PAC al olivar, ligadas a la producción, incentivaron la transformación en regadío de olivares de secano

Fuente :Elaboración propia con datos de los Inventarios de regadíos de Andalucía 2002 y 2008 (CAP, 2002 y 2008), CHG(2008)

Causas del descontrol en el uso de los recursos hídricos:

El gran apoyo social al regadío del olivar y la poca operatividad de la CH del Guadalquivir en el control de las aguas subterráneas

INVENTARIO DE REGADIOS DEL GUADALQUIVIR - 2008



ORIGEN AGUA

- superficial
- subterránea
- sobrantes de riego
- reutilizada
- desalada
- CUENCAS ANDALUZAS

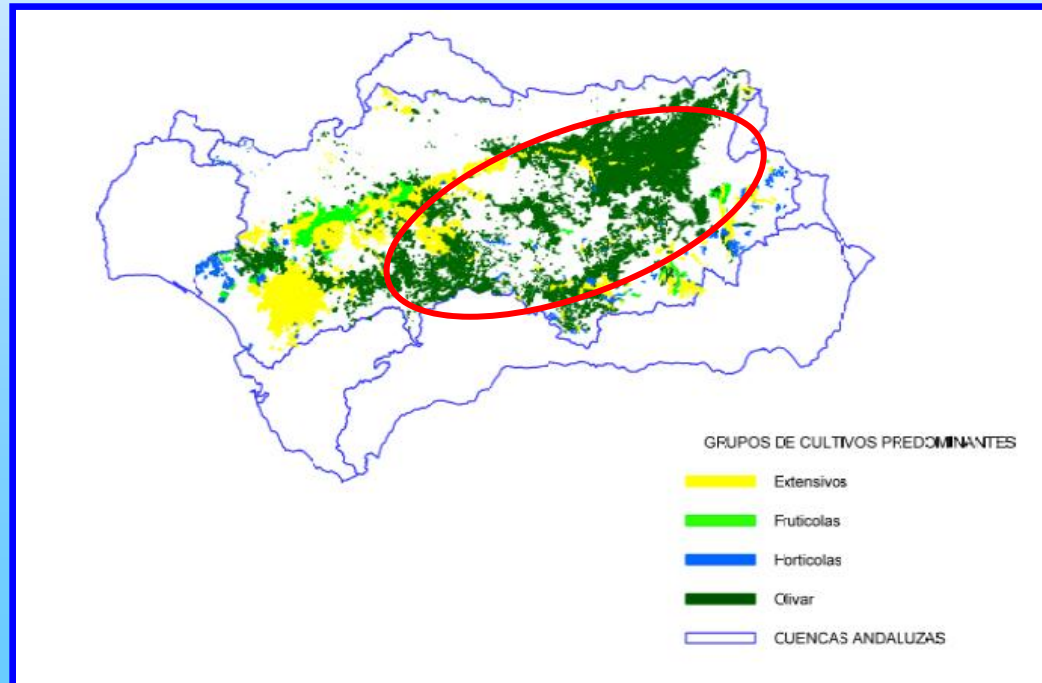
CARACTERIZACION DE LOS REGADIOS DEL GUADALQUIVIR (2008)

GRUPO DE CULTIVOS PREDOMINANTE	SUPERF. REGADA (HA)	USO AGUA (M3/HA)	INGRESOS* (€/M3)	COSTES/INGRESOS (%)	COSTE TOTAL AGUA (€/M3)	EMPLEO (UTA/HM3)
EXTENSIVOS	254742	5569	0,58	46,6	0,033	14
HORTICOLAS	54721	4631	2,57	40,5	0,073	82,9
FRUTICOLAS	64075	5744	1,13	35,4	0,028	29,8
OLIVAR	464696	1815	1,79	55,3	0,14	54,2
TOTAL	838234	3379	1,08	50,0	0,067	30,6

* - Incluye ayudas PAC desacopladas de la producción

Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario de regadíos del Guadalquivir 2008 (CHG)

**GRAN DISPARIDAD
DE REGADIOS EN
EL GUADALQUIVIR
EN RELACION CON
SU EFICIENCIA Y
HUELLA HIDRICA**



Productividad aparente del agua azul (€/m³) en el Guadalquivir

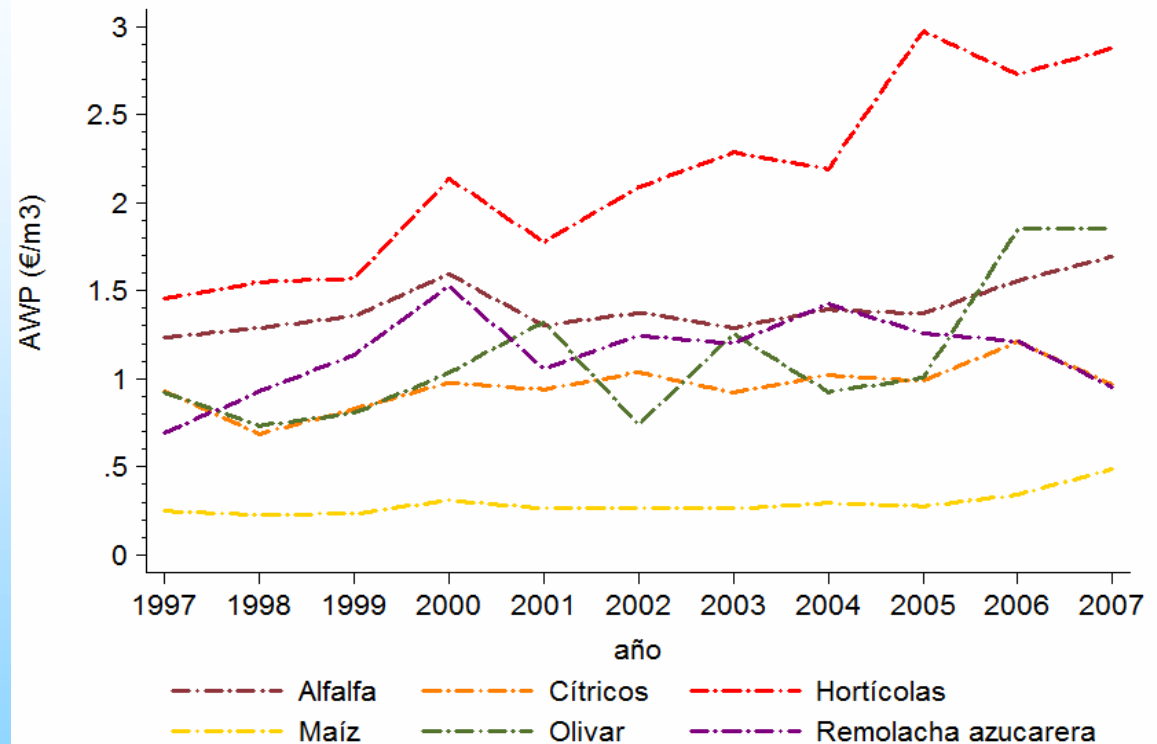
Periodo 1997-2007:

- **46%** agua azul utilizada en cultivos con $\leq 0,4$ €/m³ (algodón, arroz y maíz)

- **10%** agua azul utilizada en cultivos con >1.5 €/m³ (viñedo, hortícolas, forrajeras invierno, fresa)

- **Productividad olivar:** 0,7-1,9 €/m³

- **Productividad hortícolas:** 1,5-2,9 €/m³

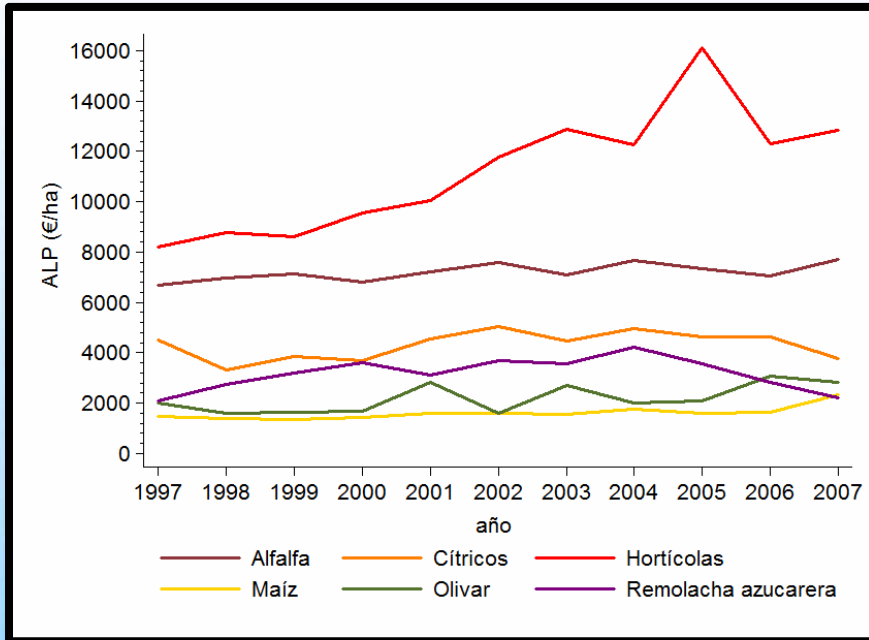


Fuente: Salmoral et al. (2011). Análisis de la Huella Hídrica Extendida la cuenca del Guadalquivir. Fundación Botín.

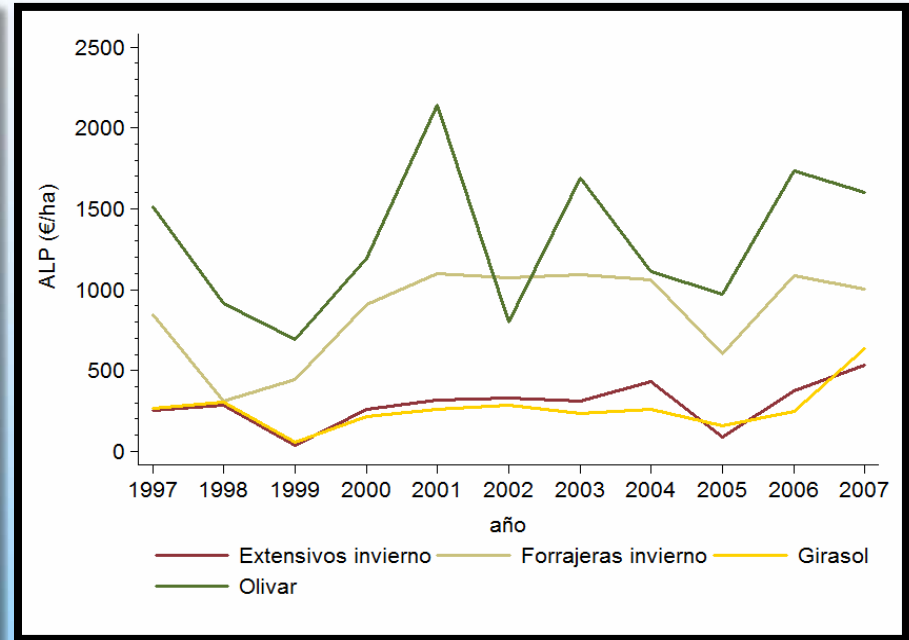
NOTA: Los valores de productividad del agua azul pueden estar desvirtuados por las restricciones de riego aplicados. Se asumieron restricciones de riego en los años 2000, 2005, 2006 y 2007 disminuyendo el riego por cultivo según fuera el estado de sequía por sistema de explotación. Estas restricciones aplicadas sobre las dotaciones de riego de cada uno de los cultivos han causado un aumento de la productividad del agua de los cultivos

Productividad aparente de la tierra (€/ha) en el Guadalquivir

REGADÍO



SECANO

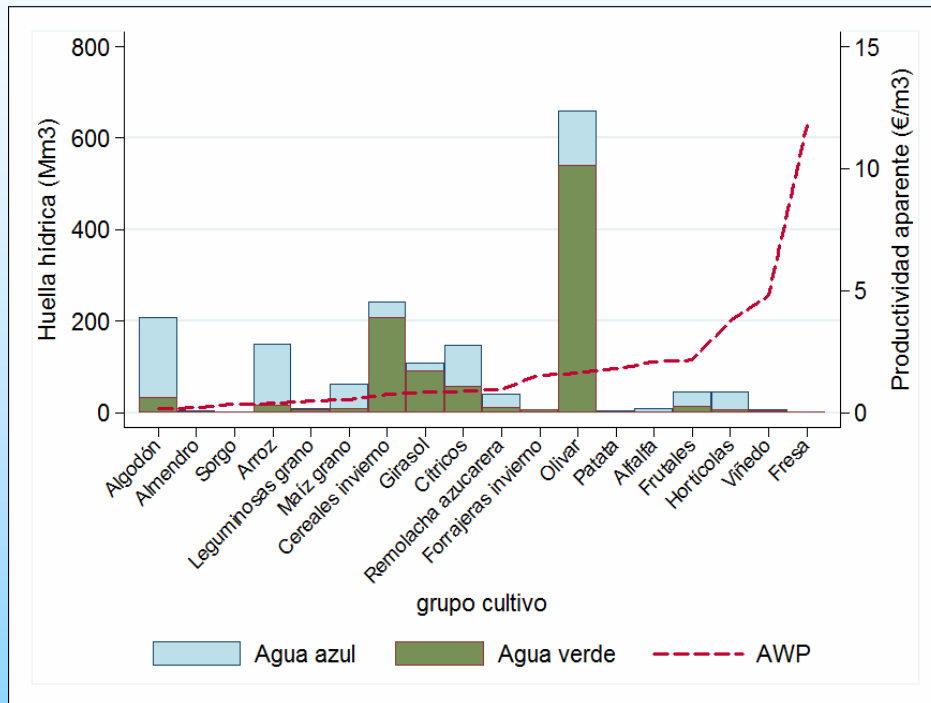


Fuente: Salmoral et al. (2011). Análisis de la Huella Hídrica Extendida la cuenca del Guadalquivir. Fundación Botín.

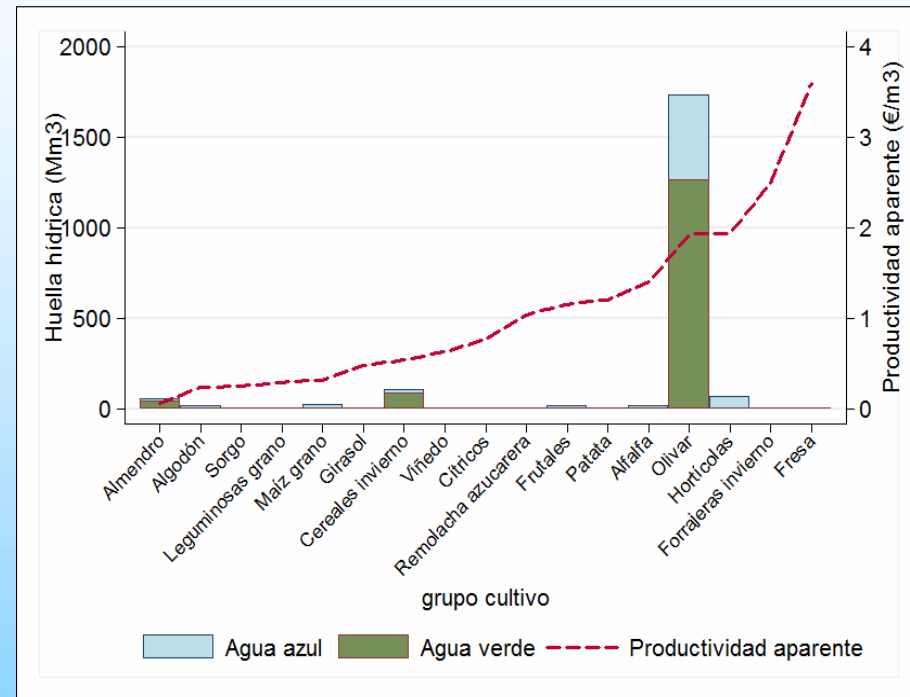
- Productividad aparente de la tierra en regadío es del **orden de 2** (año 1997) hasta **4** (año 2005) veces mayor que la del secano
- Comparando olivar en riego con secano existe un rango de beneficio que varía de **91 €/ha** (1997) a **1.050 €/ha** (2006)
- **Hortícolas, alfalfa y remolacha azucarera:** a pesar de ser su presencia menor presentan en general una productividad de la tierra y el agua mayor que el olivar

La HH extendida de la agricultura del Guadalquivir por tramos (Año 2007)

TRAMO BAJO (Sevilla)



TRAMO ALTO (Jaén, Granada)



Fuente: Salmoral et al. (2011). Análisis de la Huella Hídrica Extendida la cuenca del Guadalquivir. Fundación Botín.

•Algodón y arroz <0,2 €/m³

•Fresa 12 €/m³

•Viñedo 5 €/m³

•Olivar y hortícolas 1,9 €/m³

•Forrajeras invierno 2,5 €/m³

•Fresa 3,6 €/m³

EXPANSION DEL RIEGO DEL OLIVAR EN ANDALUCIA

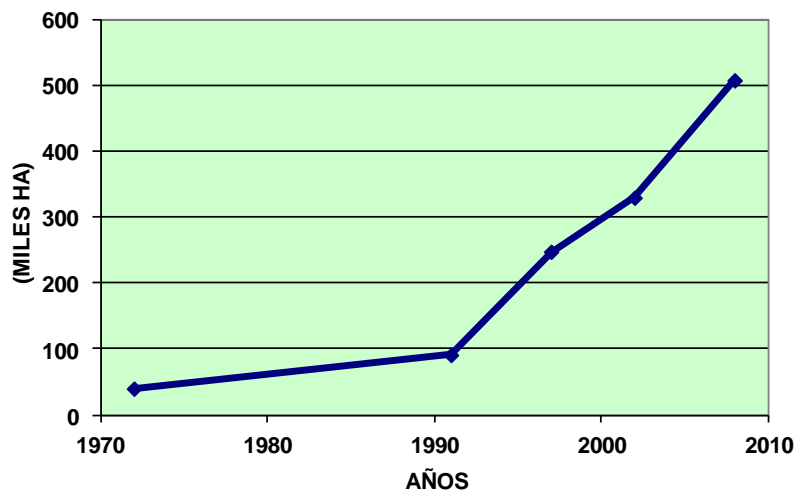
AÑO	SUPERF. OLIVAR (MILES HA)	OLIVAR RIEGO (MILES HA)	OLIVAR DE RIEGO/ TOTAL OLIVAR (%)	INDICE SUPERF. OLIVAR 1991=100	TOTAL SUPERF. RIEGO (MILES HA)	RIEGO OLIVAR/ TOTAL REGADIOS (%)
1972	1270	40	3,1	44	490	8,2
1991	1185	91	7,7	100	668	13,6
1997	1393	247,5	17,8	272	814	30,4
2002	1502	329,5	21,9	362	893	36,9
2008	1540	507,4	32,9	558	1106	45,9

Fuente: Anuarios Estadísticos CAP e Inventario de Regadíos de Andalucía 1997-2008

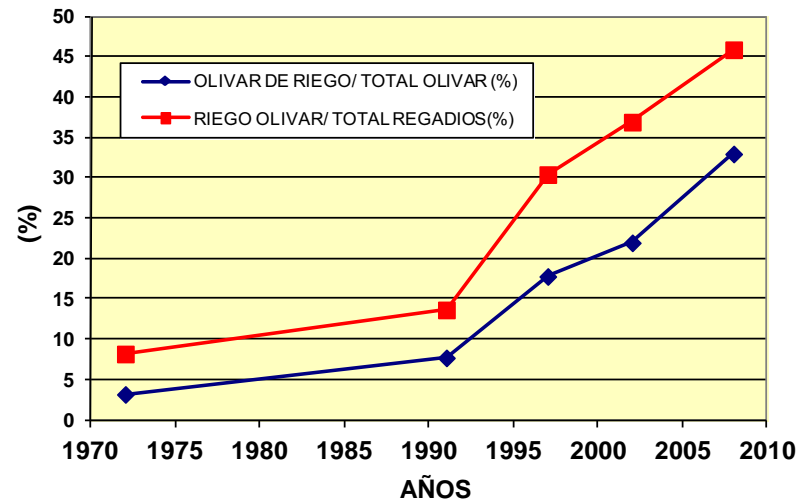
EN 20 AÑOS SE HA QUINTUPLICADO EL OLIVAR DE REGADIO

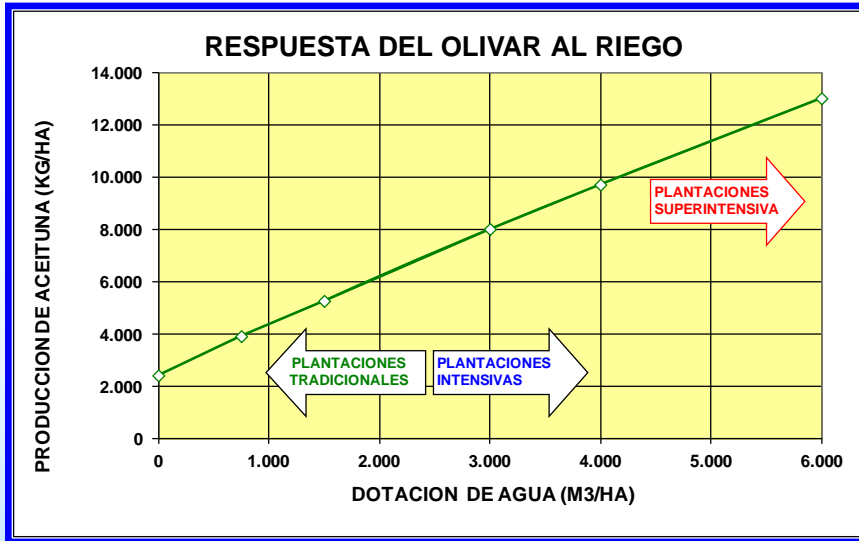
- Se riega un tercio de todo el olivar
- El olivar representa un 46% de todos los regadíos de Andalucía y un 55% de los del Guadalquivir

LA EXPANSION DEL RIEGO DEL OLIVAR



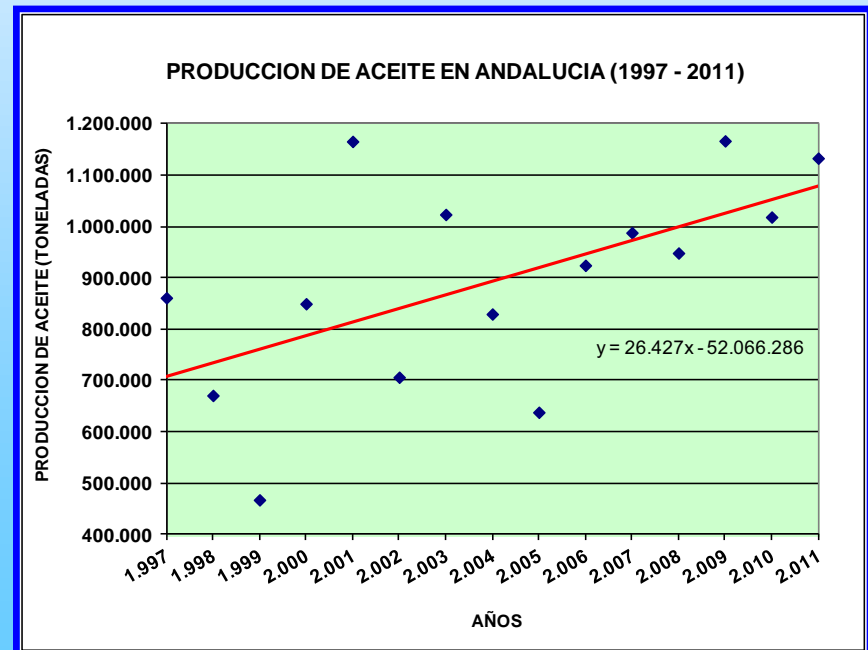
IMPORTANCIA DEL RIEGO DEL OLIVAR

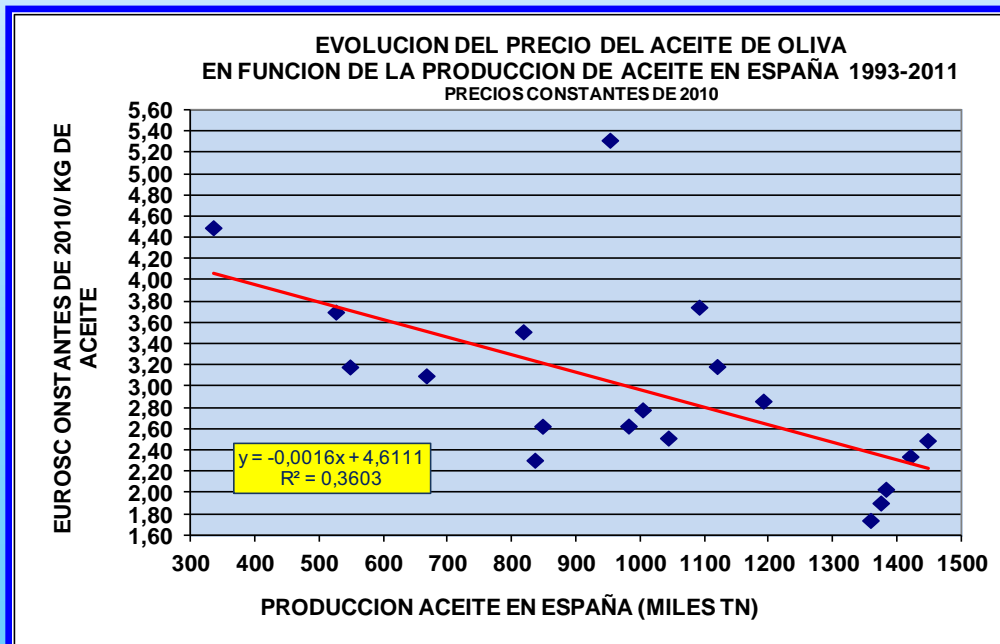
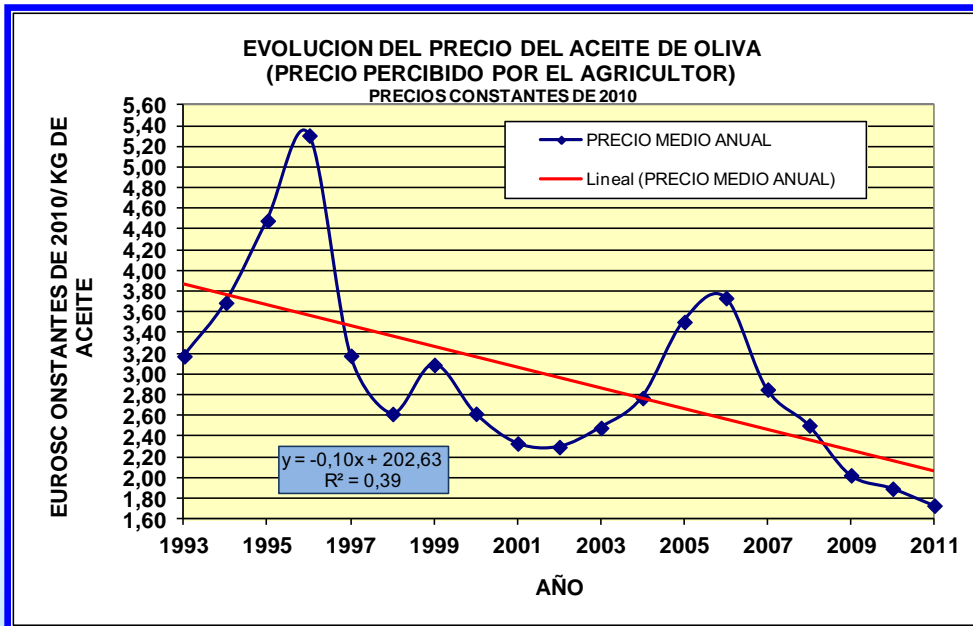




EL OLIVAR, CULTIVO DE SECANO, AUMENTA MUCHO SU PRODUCCION CON PEQUEÑAS DOSIS DE RIEGO

EL CRECIMIENTO DEL OLIVAR DE REGADIO AUMENTA ANUALMENTE LA PRODUCCION EN 26500 TN DE ACEITE Y DISMINUYE LA "VECCERIA"





CONSECUENCIAS DEL AUMENTO DEL OLIVAR DE REGADIO

- La producción de aceite crece a un 4% anual y el consumo español al 1,6%
- El precio del aceite desciende, acercándose al precio mundial de las grasas
- Los precios actuales están en el límite de la rentabilidad
- Los primeros que dejarán de ser rentables son los olivares de secano tradicionales y los regadíos con alto coste energético (bombeos de hasta 600 m)

SUPERFICIE DE OLIVAR EN ANDALUCIA Y ESPAÑA (2011)

	SECANO	REGADIO	TOTAL	PRODUCCION (MILES TN. ACEITE)
ESPAÑA (HA)	1851157	729420	2580577	1360
ANDALUCIA (HA)	974331	578402	1552733	1133
CUENCA GUADALQUIVIR (HA)	807600	467600	1275200	887
ANDALUCIA/ ESPAÑA (%)	52,6	79,3	60,2	83,3
GUADALQUIVIR/ ESPAÑA (%)	43,6	64,1	49,4	65,2

Fuentes:

Encuesta sobre superficies y rendimientos de los cultivos 2011, MARM

Avances de superficies y producciones de cultivos - Octubre 2011, MARM

Datos cuenca Guadalquivir: Elaboración propia con datos de Anuarios Estadísticos CAP e Inventario de Regadíos de Andalucía 1997-2008

**EL OLIVAR DEL
GUADALQUIVIR ES
EL MAS IMPORTANTE
DE ESPAÑA**

**El olivar de regadío del
Guadalquivir es el que mayor
preponderancia tiene en
España en los indicadores
de superficie, producción y
Huella Hídrica verde y azul**

COMPARACION DE LA HUELLA HIDRICA DEL OLIVAR DEL GUADALQUIVIR Y DE
ESPAÑA (2008)

	AGUA VERDE (HM3)			AGUA AZUL (HM3)	TOTAL HUELLA HIDRICA (HM3)
	SECANO	REGADIO	TOTAL		
ESPAÑA	9720	2550	12270	870	13140
CUENCA GUADALQUIVIR	3465	2006	5471	849	6320
GUADALQUIVIR/ ESPAÑA (%)	35,6	78,7	44,6	97,6	48,1

Fuentes:

España: The water footprint of olive oil in Spain. Spanish Journal Of Agricultural Research; Salmoral et al. (2011)

Cuenca del Guadalquivir: Elaboración propia con datos de Anuarios Estadísticos CAP e Inventario de Regadíos de Andalucía 1997-2008

EL OLIVAR DE REGADIO ES EL PRINCIPAL RESPONSABLE DEL INCREMENTO DE LA HUELLA HIDRICA EN EL GUADALQUIVIR

HUELLA HIDRICA DEL OLIVAR EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

	1997			2002			2008		
	SECANO	REGADIO	TOTAL	SECANO	REGADIO	TOTAL	SECANO	REGADIO	TOTAL
SUPERF. (MILES HA)	894,6	215,4	1110	900,9	305,4	1206,3	807,6	467,6	1275,2
AGUA SUPERFICIAL (%)		67			66,9			45,7	
AGUA SUBTERRANEA (%)		32			31,8			53,3	
AGUA RESIDUAL (%)		1			1,3			1	
AGUA VERDE (M3/HA)	4290	4290		4290	4290		4290	4290	
AGUA AZUL (M3/HA)		2400			2100			1815	
AGUA VERDE (HM3)	3838	924	4762	3865	1310	5175	3465	2006	5471
AGUA AZUL (HM3)		517	517		641	641		849	849
HUELLA HIDRICA (HM3)	3838	1441	5279	3865	1952	5816	3465	2855	6319
PRODUCCION ACEITE (KG/HA)	470	1120	596	470	1100	629	470	1085	696
PRODUCCION ACEITE (MILES TN)	420	241	662	423	336	759	380	507	887
PRECIO ACEITE - precios constantes 2010 (€/KG)	3,5	3,5	3,5	3	3	3	2,55	2,55	2,55
VALOR PRODUCCION (€/ha)	1645	3920	2086	1410	3300	1888	1199	2767	1774
INCREMENTO PRODUCCION REGADIO-SECANO (€/HA)		2275			1890			1568	
PRODUCTIVIDAD APARENTE AGUA VERDE (€/m3)	0,38	0,38		0,33	0,33		0,28	0,28	
PRODUCTIVIDAD APARENTE AGUA AZUL (€/M3)		0,95			0,90			0,86	

Fuente:Elaboración propia con datos de Anuarios Estadísticos CAP e Inventario de Regadíos de Andalucía 1997-2008

- El **Agua Azul** ha aumentado en **332 HM3**, de los cuales **245Hm3** lo han sido de agua subterránea
- El mayor consumo de **Agua Verde** en el olivar es neutro en el conjunto de la cuenca, al haberse transformado cultivos herbáceos en olivar

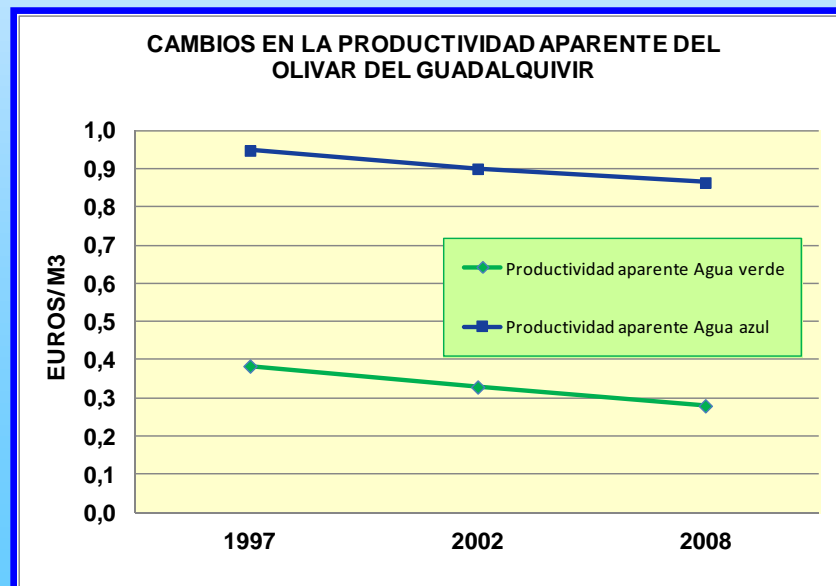
UTILIDAD DEL ANALISIS DE LA HUELLA HIDRICA EXTENDIDA

- El aumento del olivar de regadío ha producido entre 1997 Y 2008 un descenso continuado de la productividad aparente tanto del **agua azul (10%)** como del **agua verde (27%)**

- Una estimación para 2011 puede aumentar estos descensos hasta un **27% y 42% respectivamente**

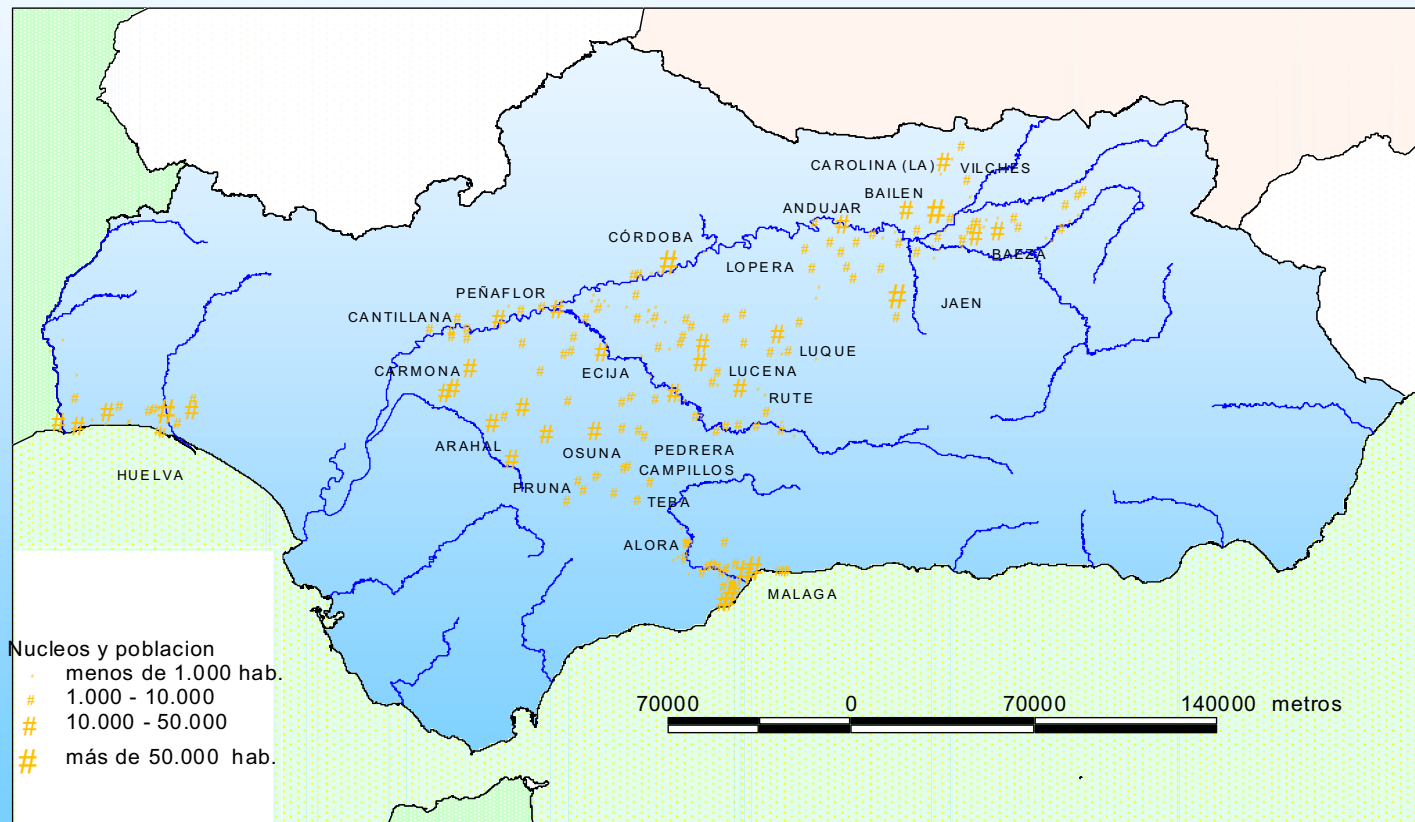
- Se está incubando una **“burbuja del aceite”** en la que además de deteriorar gravemente los acuíferos, los primeros afectados serán los olivareros de secano, que no han participado en su formación

- Puede acabar arrastrando a todo el Alto Guadalquivir, dedicado al **monocultivo del olivar**



EL AGUA GRIS EN EL OLIVAR: UN RETO AMBIENTAL Y DE SALUD PUBLICA

ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTENCIALMENTE AFECTADOS POR RESIDUOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS APLICADOS EN EL OLIVAR (2001-2004)



135 MUNICIPIOS (2.074.000 HABITANTES)

