

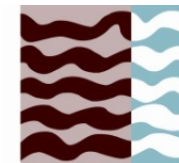
INVESTIGACIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE MALLAS DE SOMBREO EN BALSAS DE RIEGO

Jornada “El papel de las balsas en la gestión sostenible del agua”.
Madrid 11 de Noviembre de 2009



Universidad
Politécnica
de Cartagena

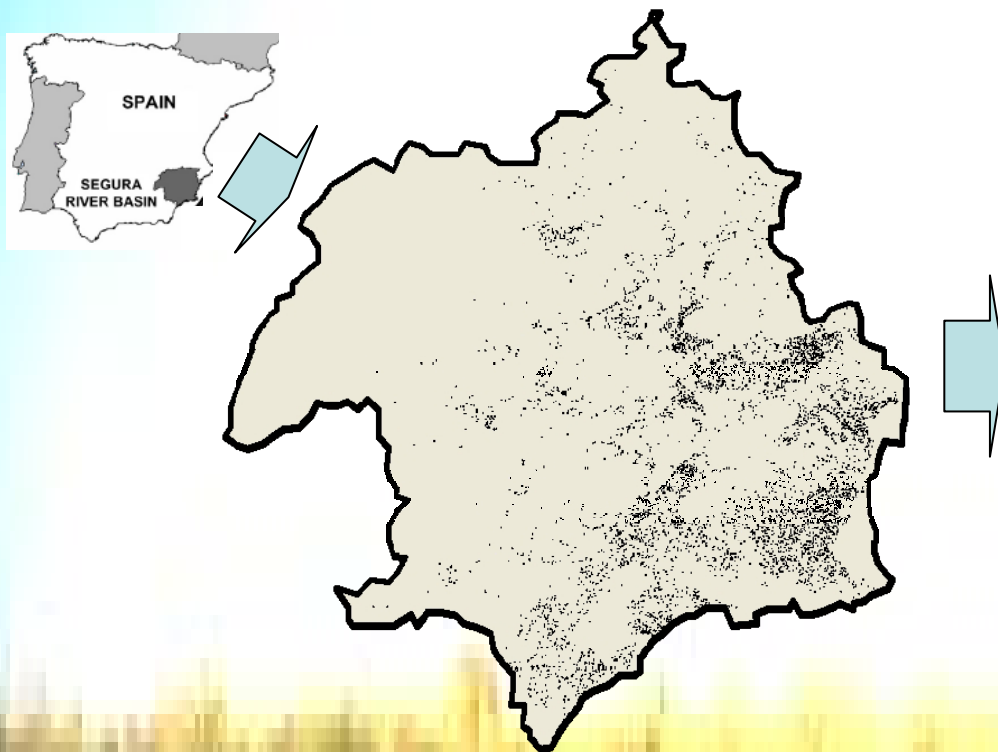
Victoriano Martínez Álvarez
Grupo de Investigación “Diseño, automatización y
control de riegos e invernaderos”
E-Mail: victoriano.martinez@upct.es



ETSIA
Cartagena

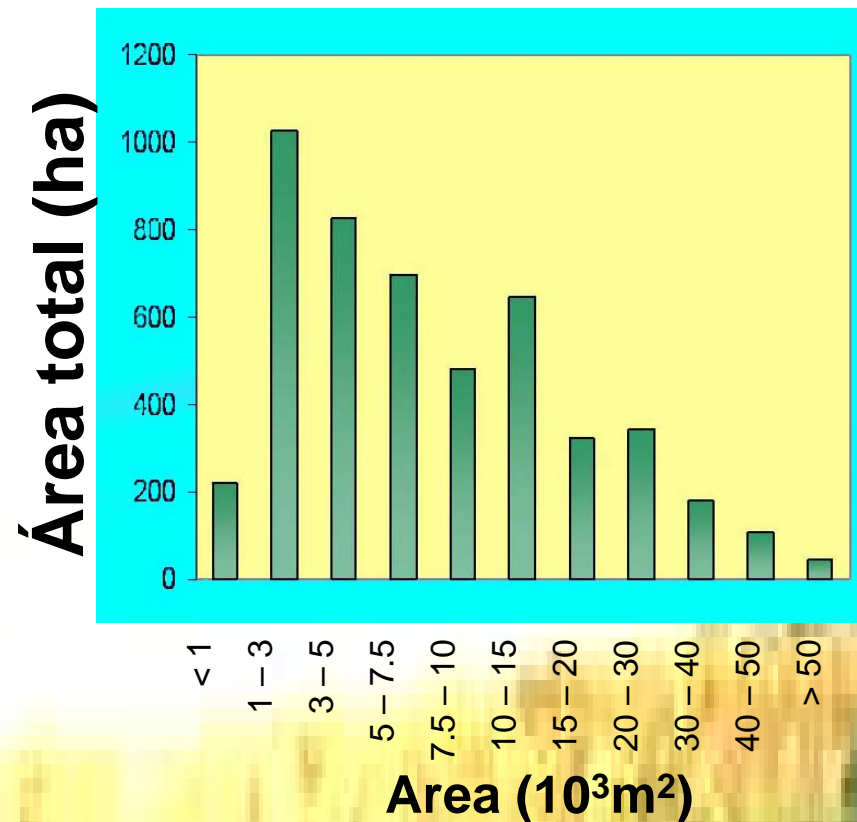
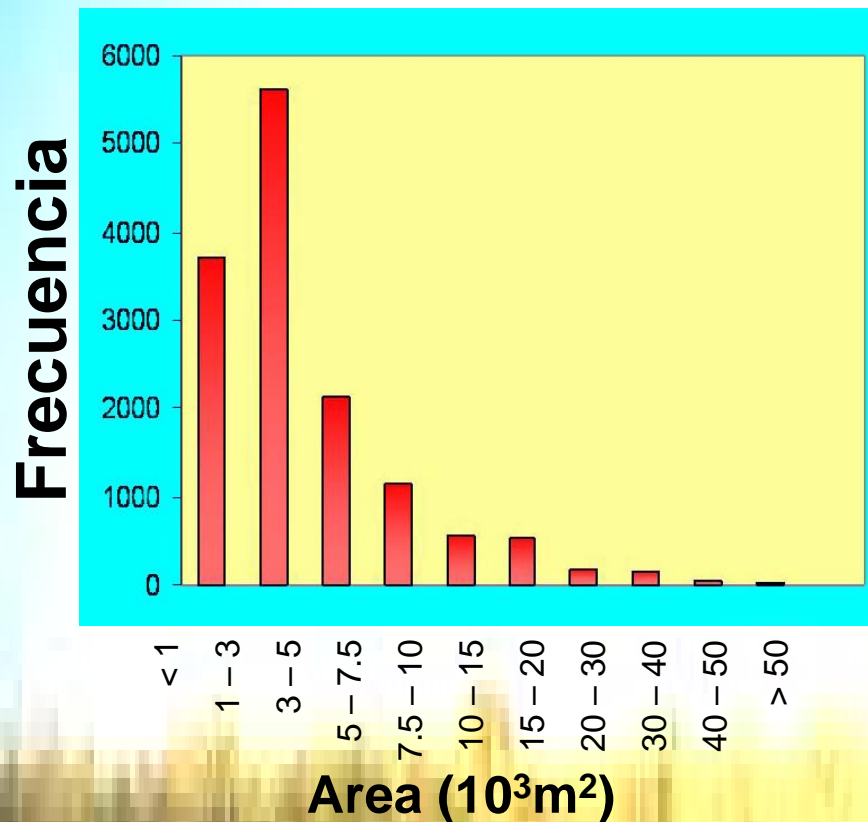
DATOS RELEVANTES

- Creciente competencia actual por los recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas ⇒ recortes en la disponibilidad de agua para riego.
- Modernización ⇒ Incremento de las necesidades de regulación ⇒ Más de 50.000 en España (Segura, 2008).
- Situación en la cuenca del Segura ⇒ más de 15.000 balsas de riego



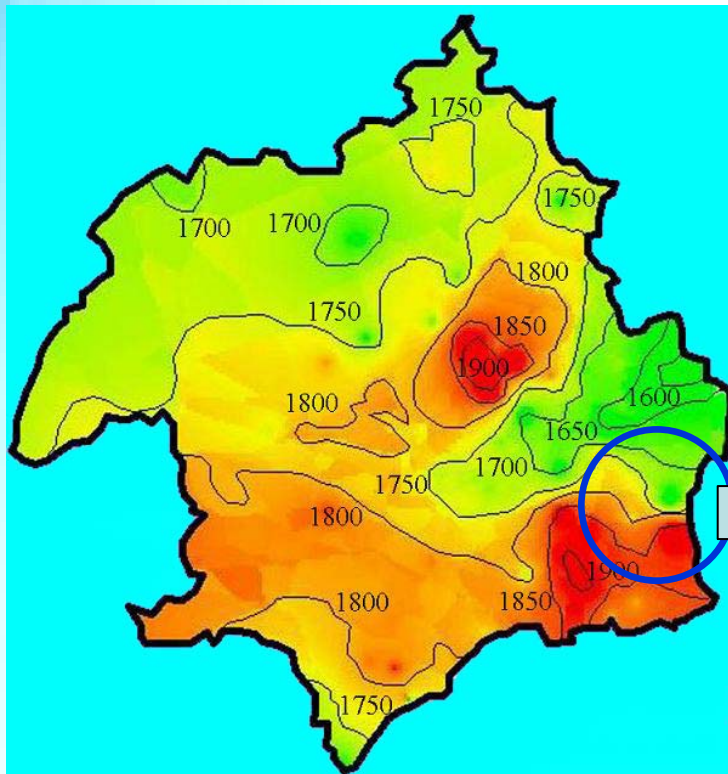
DATOS RELEVANTES

- Situación en la cuenca del Segura:
 - ⇒ 5.000 ha de superficie agraria de regadío ocupada con balsas
 - ⇒ aproximadamente 2% de superficie regable.
 - ⇒ Capacidad de almacenamiento próxima a 150 hm³.

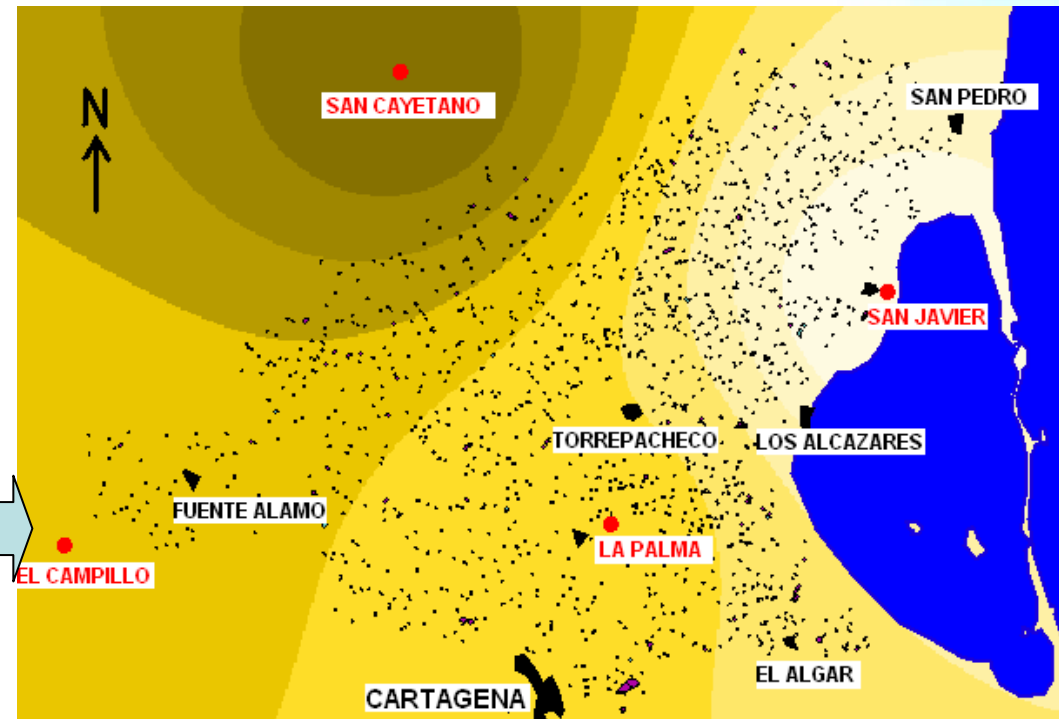


DATOS RELEVANTES

- Elevada evaporación en regiones áridas y semiáridas:



Evaporación en tanque clase-A
(mm/año)

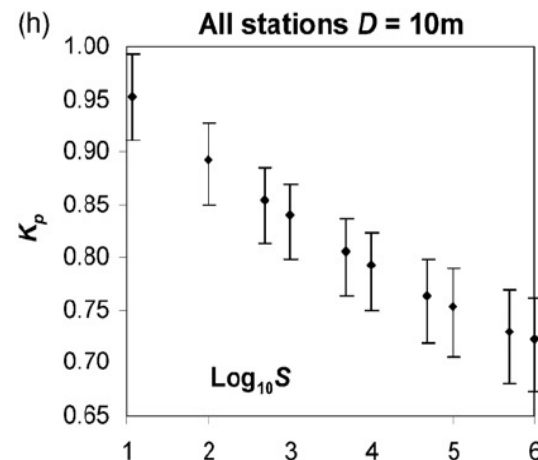
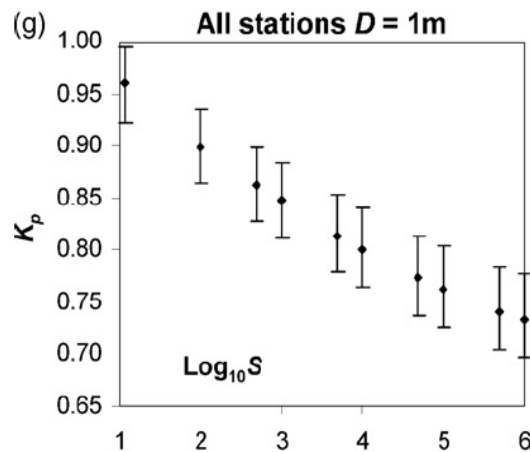


¿Son importantes las pérdidas de agua por evaporación en balsas?

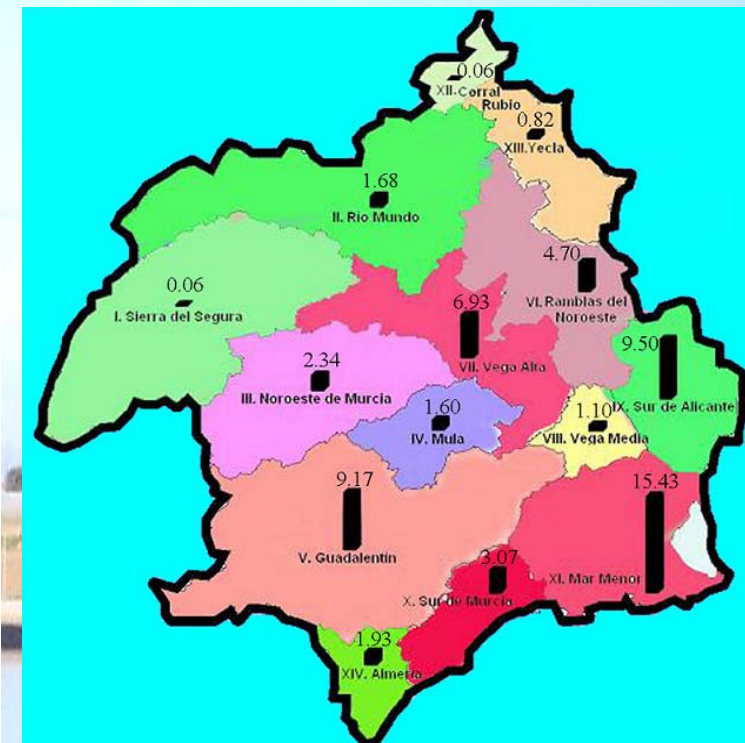
PÉRDIDAS DE AGUA POR EVAPORACIÓN EN LA CUENCA DEL SEGURA

- Estudio regional del coeficiente de tanque K_p en la cuenca del Segura y aplicación a todas las balsas (Martínez et al., 2007) \Rightarrow Pérdidas próximas a los **60 hm³/año**.
 - 8% del agua de riego en la cuenca
 - 30% del consumo urbano (2·10⁶ hab.)

$$K_p = f_1(S) \cdot f_2(DPV) = \frac{a_1 + \text{Log}_{10} S}{a_2 + (\text{Log}_{10} S)^{a_3}} \cdot (1 - a_4 DPV)$$



Pérdidas por evaporación en de la cuenca del Segura (hm³/año)



REDUCCIÓN DE LA EVAPORACIÓN

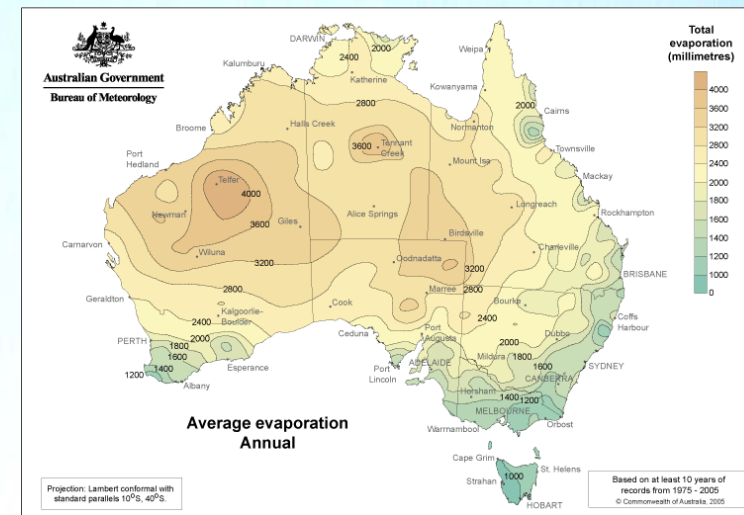
- **Técnicas experimentadas a escala mundial:**

- Coberturas flotantes.
- Coberturas modulares.
- **Productos químicos (Monolayers).**
- Coberturas de sombreado suspendidas



REDUCCIÓN DE LA EVAPORACIÓN

- Ensayos realizados en Queensland (Australia) por el National Centre of Agricultural Engineering (NCEA):



Método	Efectividad	Principales consideraciones
Coberturas flotantes	90-99%	Nocivas para el medio ambiente. Coste muy elevado.
Estructuras de sombreado	70-80%	Limitaciones en el tamaño de la balsa. Coste elevado
Objetos flotantes	60-80%	Coste no asumible
Monolayers	0-60%	Gran variabilidad de la efectividad en función de las condiciones ambientales. Dosificación continua

COBERTURAS DE SOMBREO SUSPENDIDAS

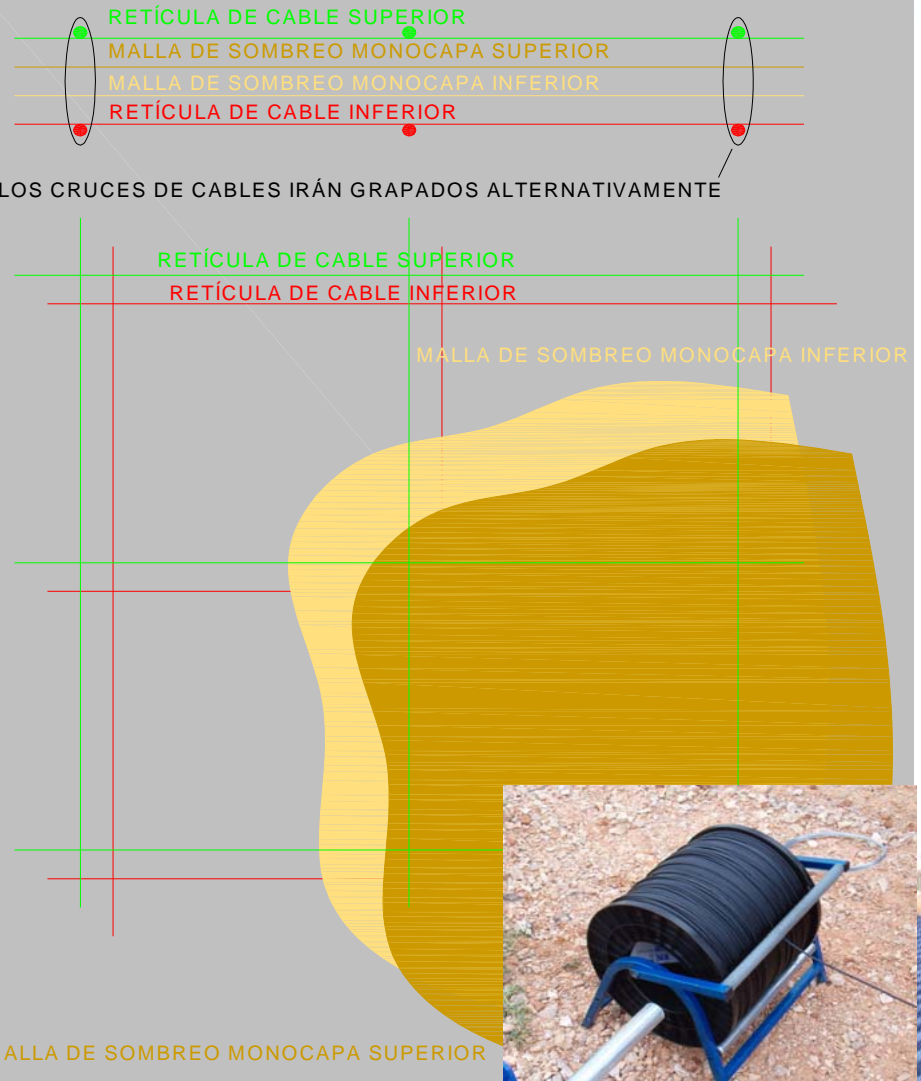
ANCLAJE PERIMETRAL



MALLA DE SOMBREO



ESTRUCTURA DE CABLES

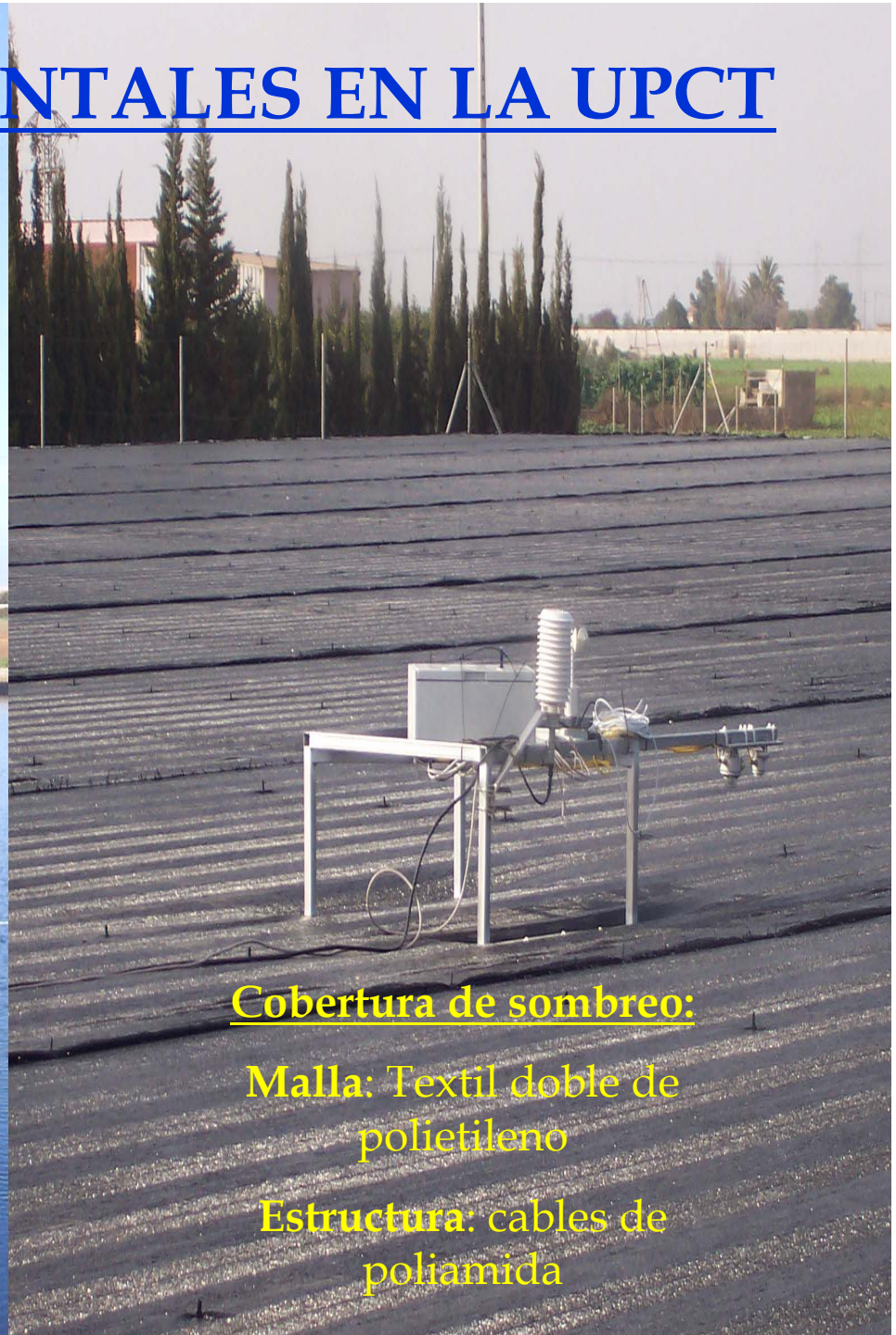


ENSAYOS EXPERIMENTALES EN LA UPCT

Balsa monitorizado:

Área: 2400 m²
profundidad: 5 m

Impermeabilización:
Geomembrana de PE



Cobertura de sombreado:

Malla: Textil doble de polietileno

Estructura: cables de poliamida

DISEÑO EXPERIMENTALES

2003



2006

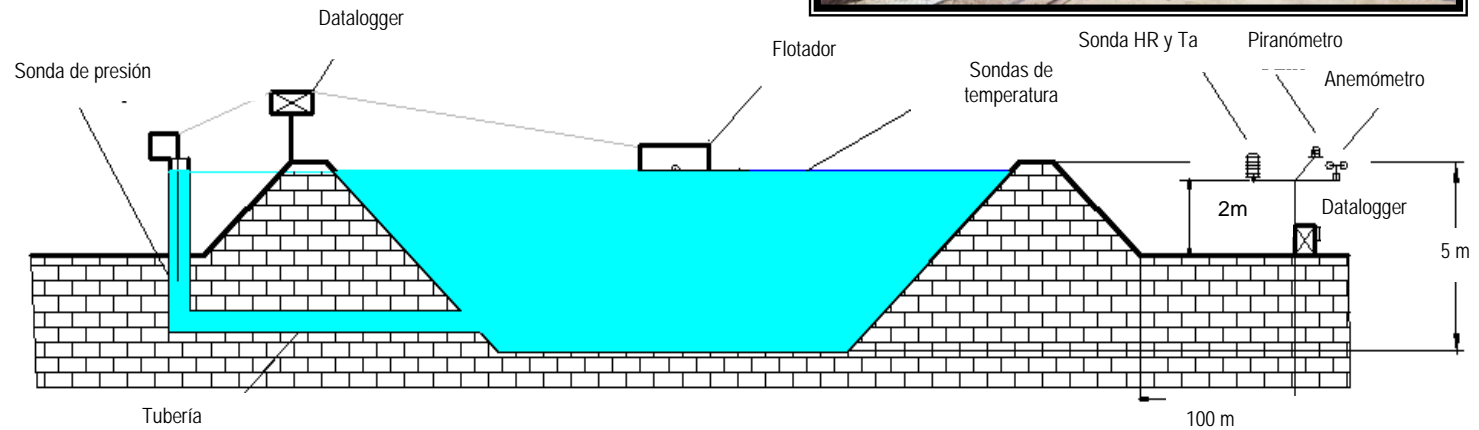
- Ensayos en tanque Clase-A.
- Evaluación de distintas coberturas.



Enero
2007



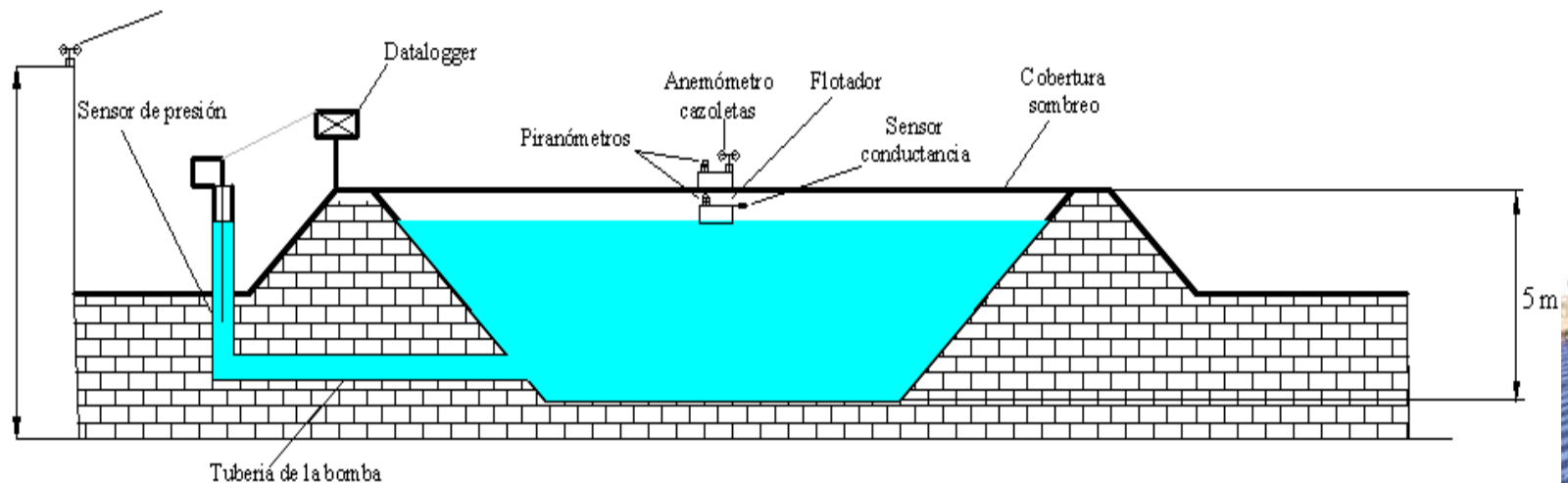
Marzo
2008



Abril
2008



Octubre
2009



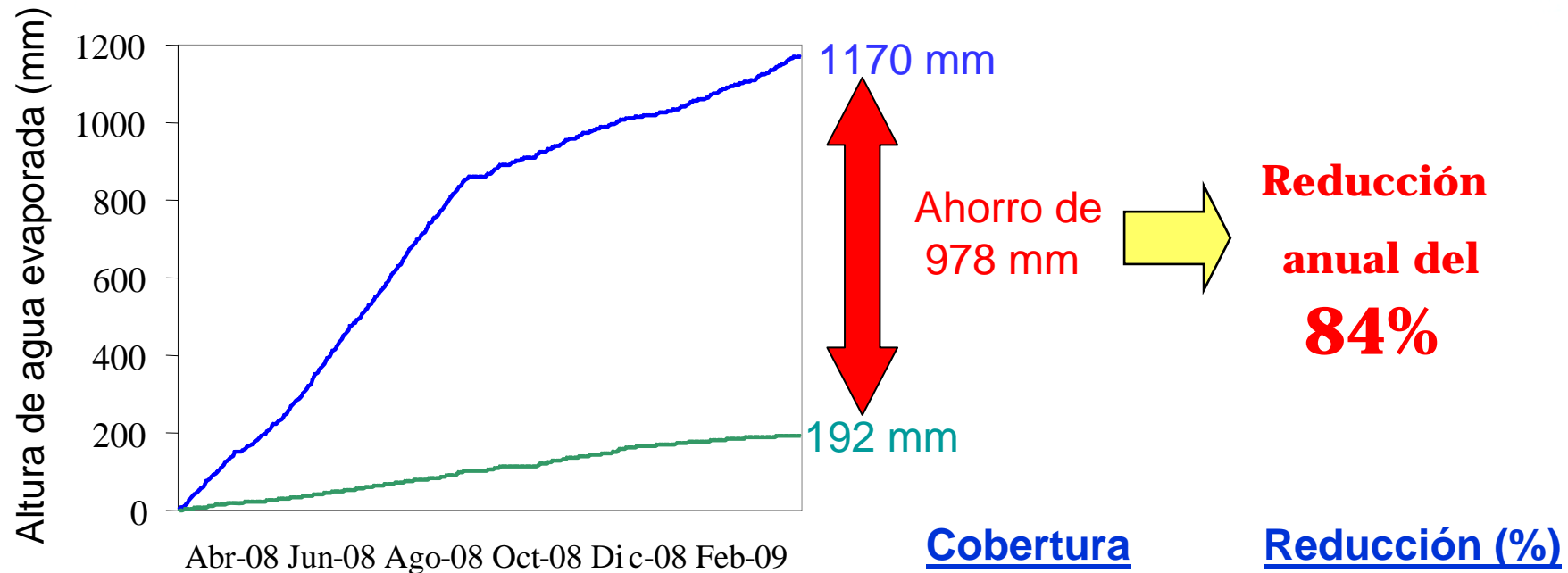
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Desarrollo de modelos mecanicistas de evaporación en masas de agua. Efectos de las dimensiones de la balsa.
- Desarrollo de modelos mecanicistas de evaporación masas de agua con coberturas de sombreo. Efectos de las coberturas.
- Determinación experimental y mediante modelización de la eficiencia en la reducción de la evaporación de coberturas de sombreo.
- Determinación de los efectos de la cobertura sobre la calidad del agua para riego.
- Determinación de la viabilidad técnica y económica de la instalación de coberturas en explotaciones características del sur y este español.
- Estudio de la condensación de agua sobre textiles de polietileno.
⇒ Recuperación de agua atmosférica.



PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Eficiencia en la reducción de la evaporación:

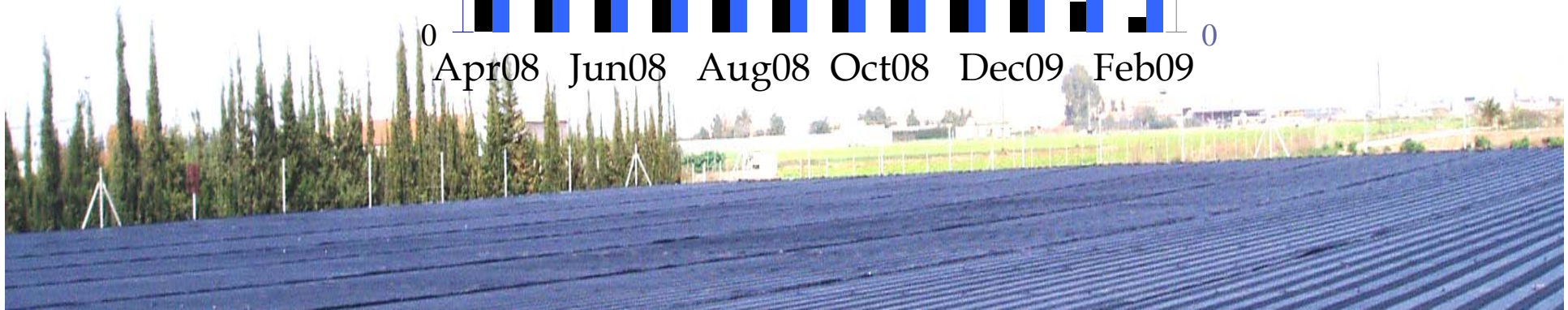
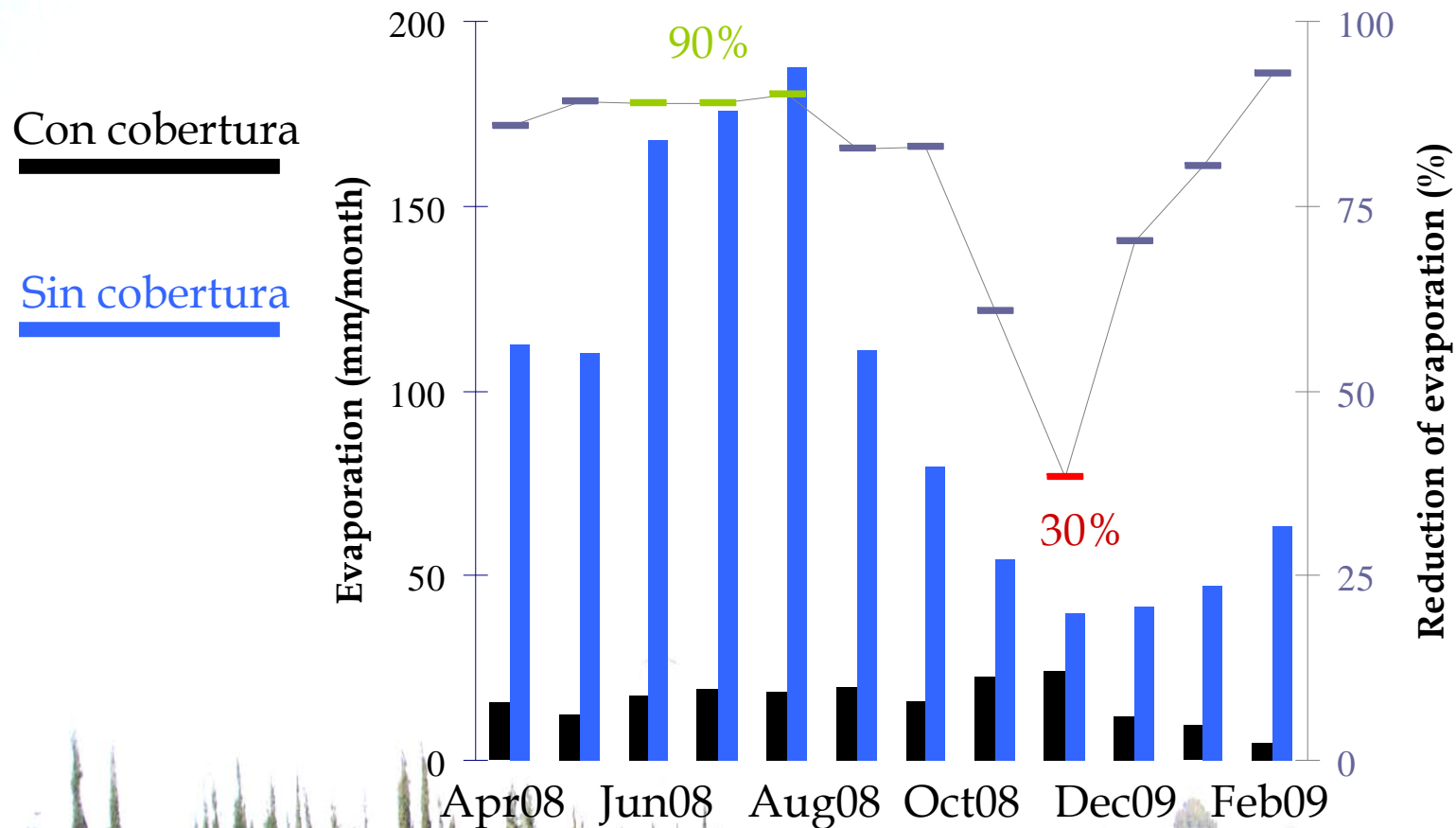


WPE	54.7
2WPE	68.5
BPE	75.1
2BPE	83.5
GPE	76.2
BLPE	77.6
ALU	51.5



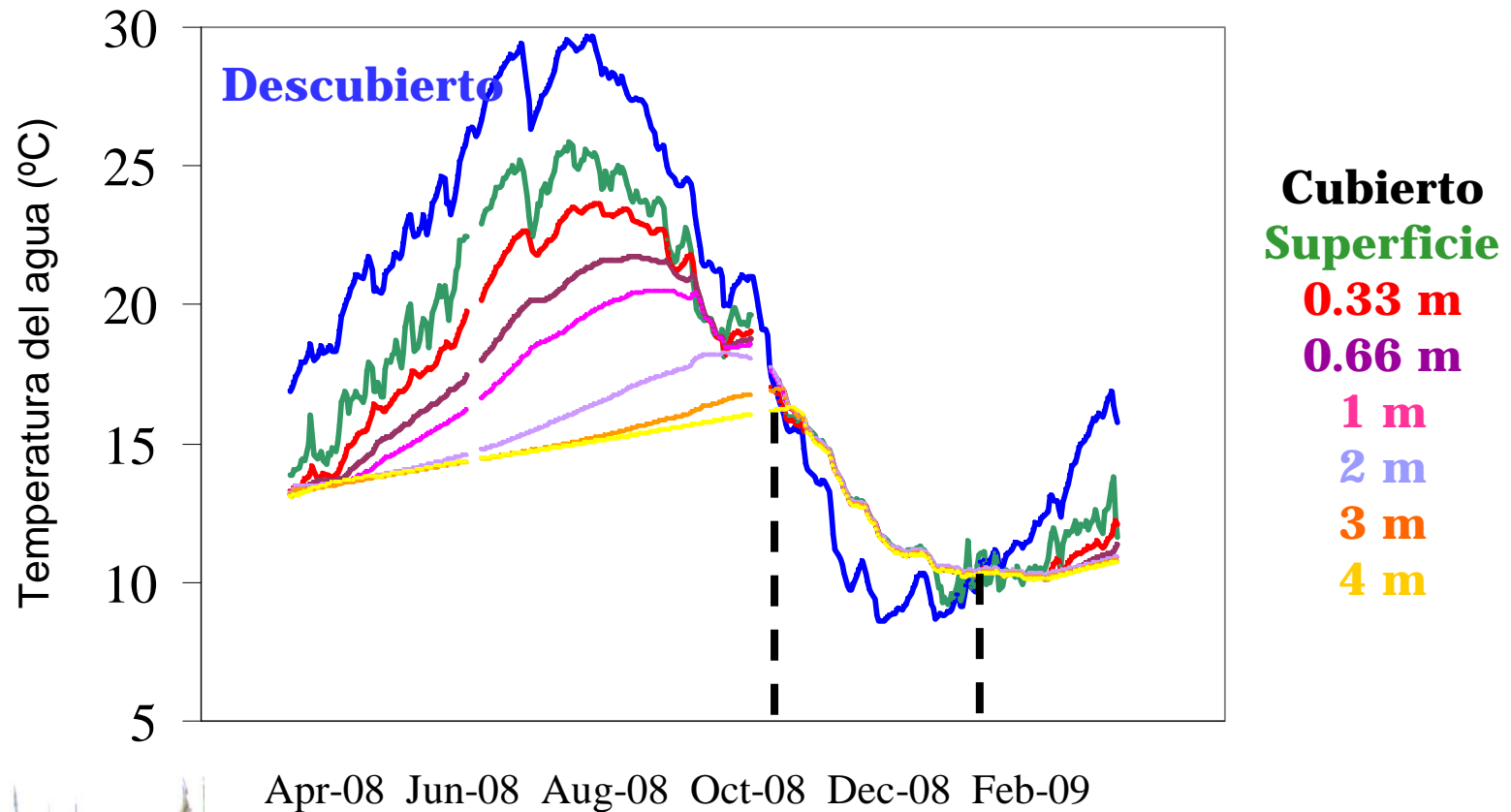
PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Eficiencia en la reducción de la evaporación (evolución mensual):



PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Comportamiento térmico de la balsa:

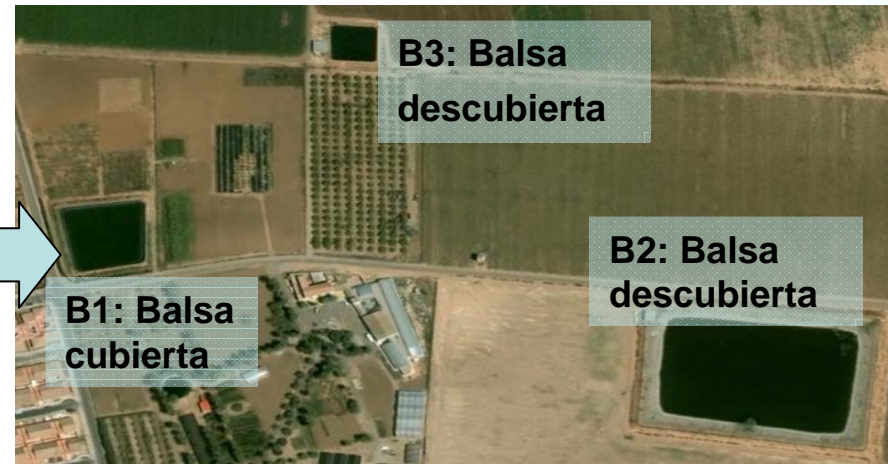


Perfil de temperatura del agua en embalse cubierto y descubierto

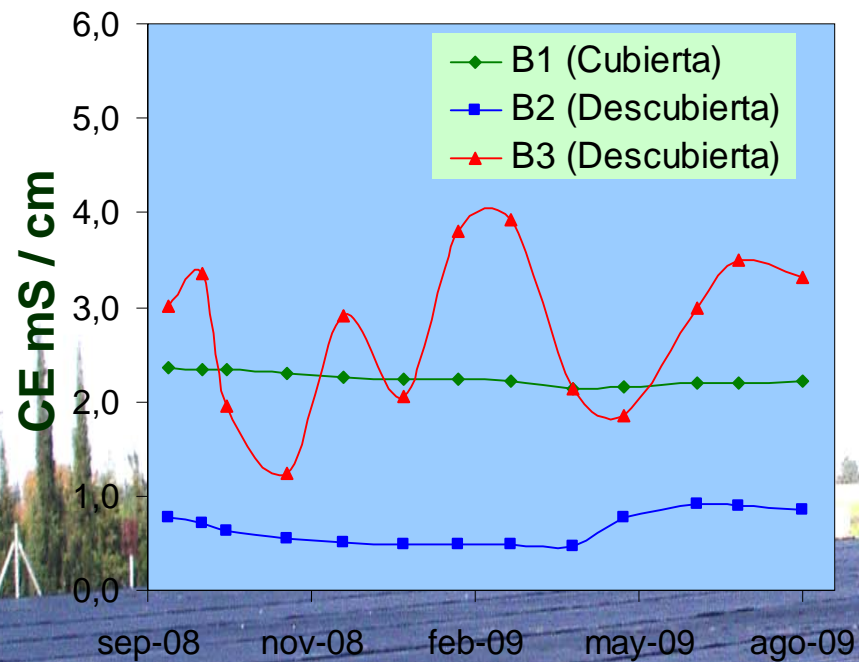


PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

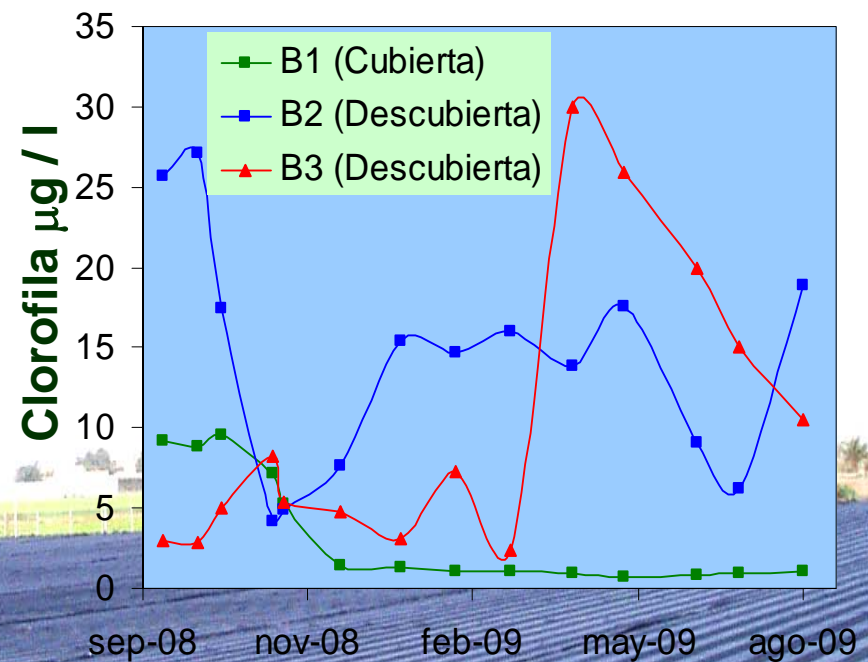
- Efectos sobre la calidad del agua:



Conductividad eléctrica

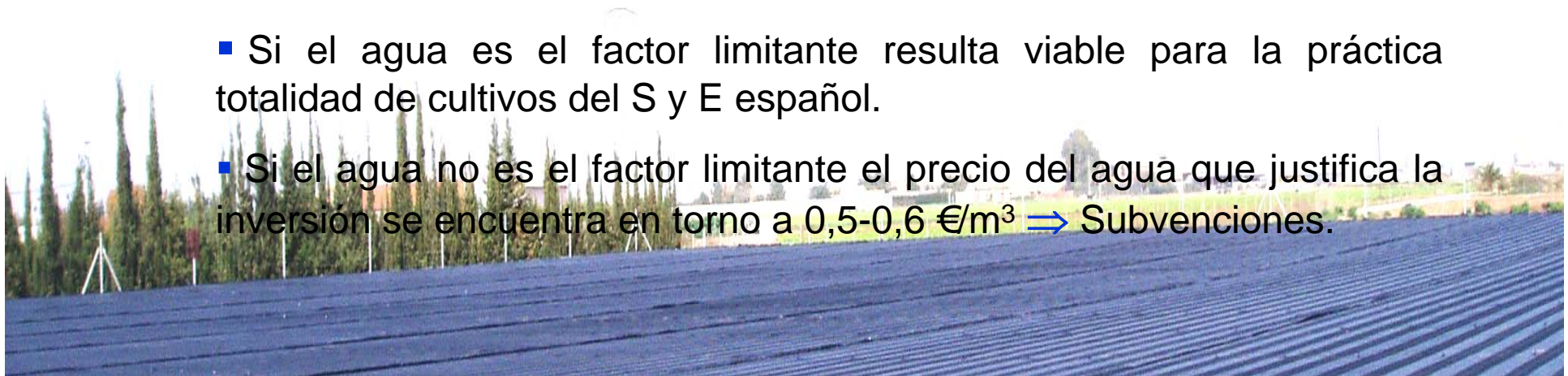


Clorofila (algas)



PRINCIPALES CONCLUSIONES PRÁCTICAS

- La instalación de coberturas de sombreado en balsas es **viable desde el punto de vista técnico**:
 - Presenta una eficiencia en la reducción de la evaporación del 85%.
 - La reducción es más pronunciada durante el verano (90%).
 - La cobertura permite recuperar el 90% de la lluvia.
 - La reducción de la conductividad eléctrica es beneficiosa desde el punto de vista agronómico en riego con aguas de baja calidad.
 - Disminuyen las necesidades de filtrado en riego localizado como consecuencia de la reducción de algas y partículas en suspensión.
- la **viabilidad económica** también ha sido estudiada:
 - Si el agua es el factor limitante resulta viable para la práctica totalidad de cultivos del S y E español.
 - Si el agua no es el factor limitante el precio del agua que justifica la inversión se encuentra en torno a 0,5-0,6 €/m³ ⇒ Subvenciones.



REFERENCIAS

- V. Martínez Álvarez, Baille, A., (2009). Evaporación en masas de agua. Propuestas metodológicas y aplicaciones en la cuenca del Segura. Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua, Murcia. 332 pag.
- V. Martínez Álvarez, J. Calatrava Leyva, J.F. Maestre Valero, B. Martín Górriz (2009). Economic assessment of shade-cloth covers for agricultural irrigation reservoirs in a semi-arid climate. *Agricultural Water Management*. 96: 1351-1359.
- V. Martínez Álvarez, González-Real, M.M., Baille, A., Maestre Valero, J.F., Gallego Elvira, B., (2008). Regional Assessment of Evaporation from Agricultural Irrigation Reservoirs in a Semiarid Climate. *Agricultural Water Management*. 95: 1056-1066.
- V. Martínez Álvarez, Gonzalez-Real, M.M., Baille, A., and Molina, J.M, (2007). A novel approach for estimating the pan coefficient of irrigation water reservoirs application to South Eastern Spain. *Agricultural Water Management*, 92: 29-40.
- V. Martínez Álvarez , J.F. Maestre Valero, B. Martín Górriz, B. Gallego Elvira. Experimental assessment of shade-cloth covers on agricultural reservoirs for irrigation in southeastern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*. In press.
- V. Martínez Álvarez, A. Baille, J. M. Molina Martínez and M. M. González-Real. Effect of black polyethylene shade covers on the evaporation rate of agricultural reservoirs. *Spanish Journal of Agricultural Research*. (2006) 4(4), 280-288.

Victoriano Martínez Álvarez

Grupo de Investigación “Diseño, automatización y control
de riegos e invernaderos” de la UPCT

E-Mail: victoriano.martinez@upct.es

Gracias por su atención

