



## **Relación del mejillón cebra con la industria e infraestructuras hidroeléctricas.**

### **Métodos de prevención, control y erradicación**

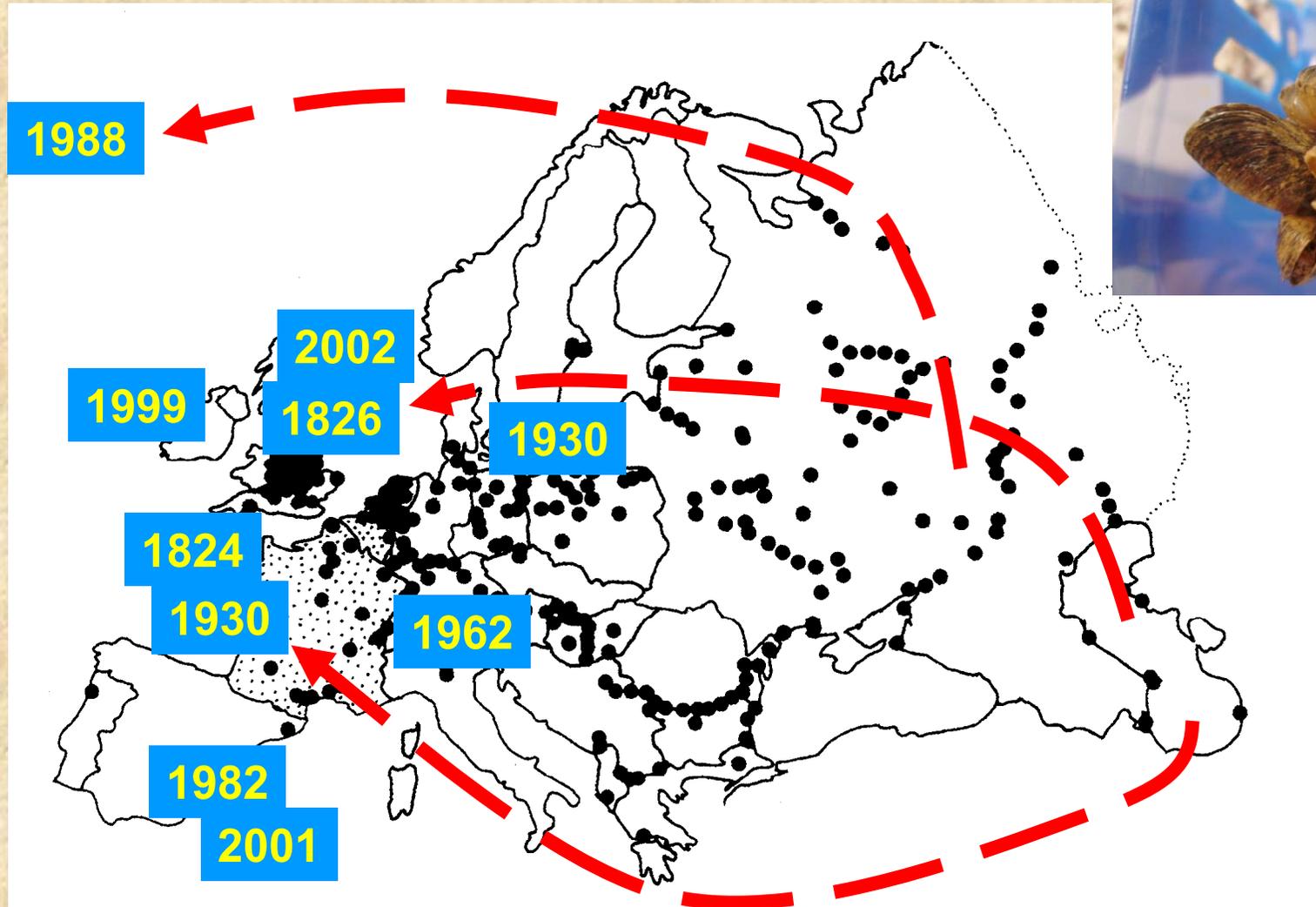


**Antoni Palau**  
**Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible**  
**ENDESA**

Jornada Divulgativa:  
"El mejillón cebra en la CAPV"

6 de junio de 2012

# CRONOLOGÍA DE SU EXPANSIÓN EN EUROPA Y ESPAÑA



# EMBALSE DE RIBA-ROJA: 1ª PROSPECCIÓN SISTEMÁTICA







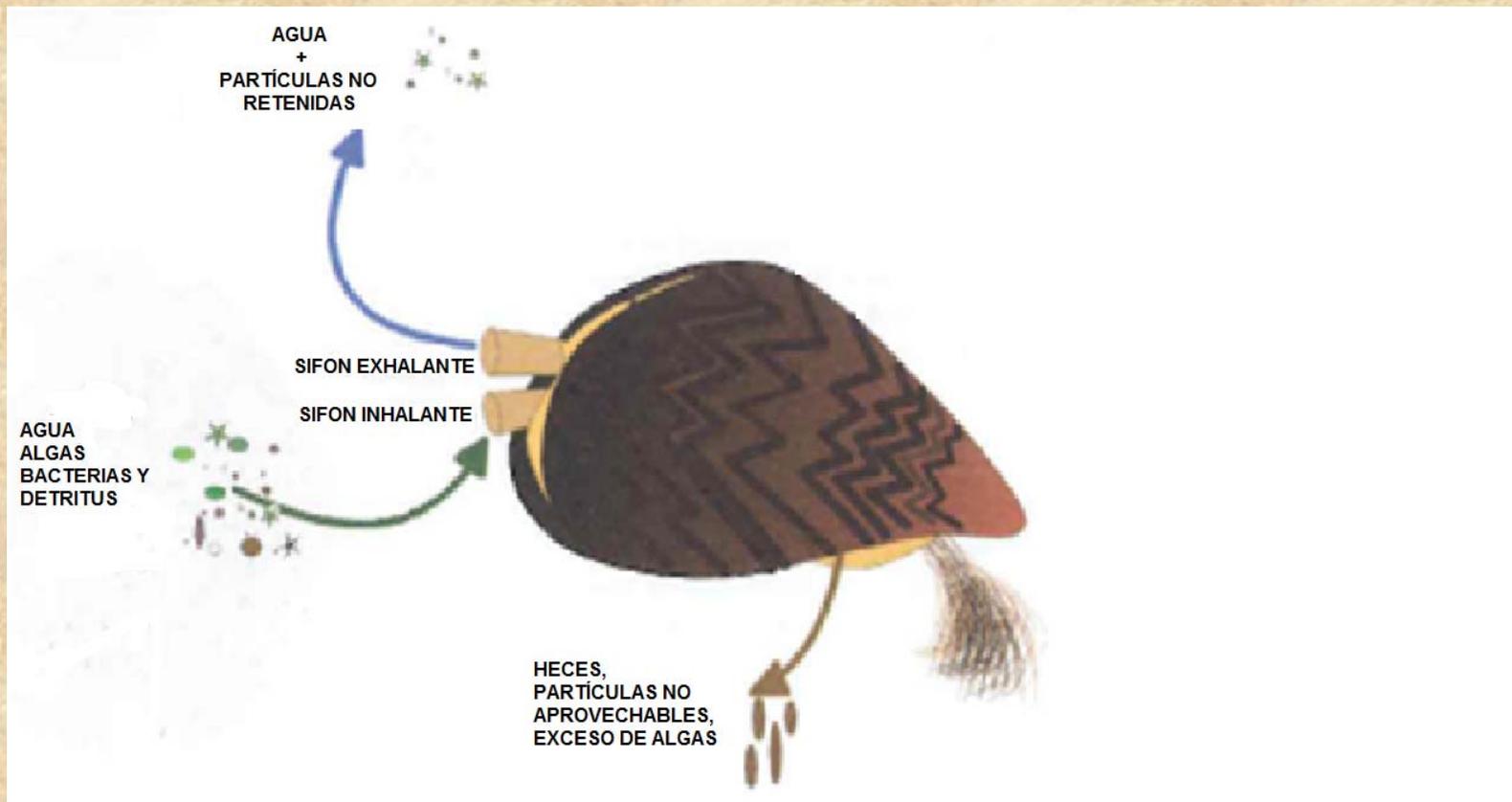




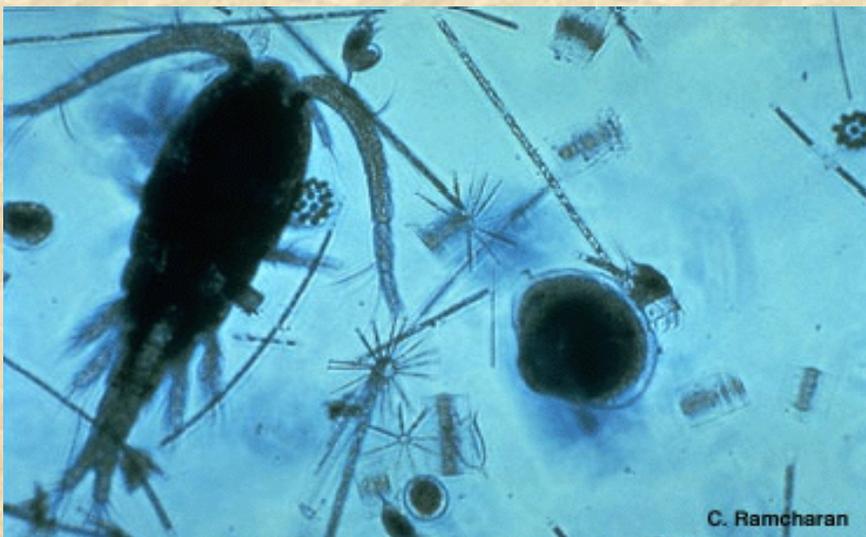
# CONOCIENDO AL “ENEMIGO”...

Un adulto puede filtrar entre 1 y 2,5 l de agua al día

El mejillón cebra se alimenta por filtración, de partículas planctónicas (15-40  $\mu\text{m}$ ) como: algas unicelulares, zooplancton, bacterias y detritus orgánicos diversos.



# CONOCIENDO AL “ENEMIGO”... Las larvas



Comparación de tamaños y morfologías entre larvas de mejillón cebra y otros organismos planctónicos



Larvas de mejillón cebra al microscopio.

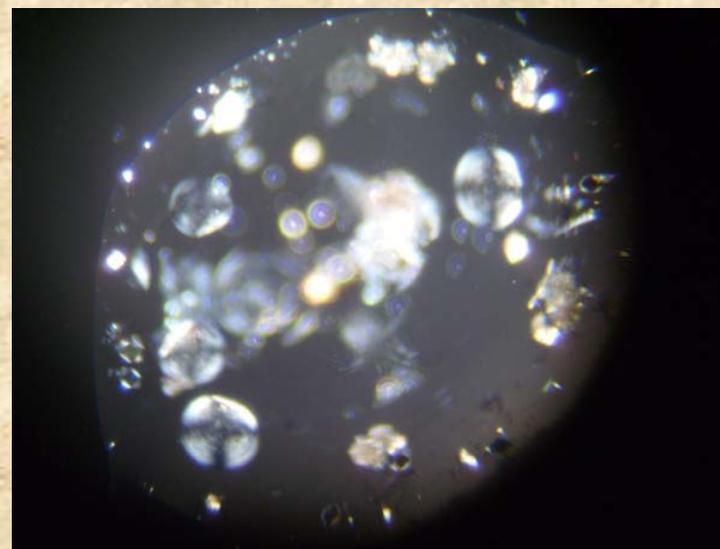


Imagen de larvas de mejillón cebra vistas con microscopio de luz polarizada.

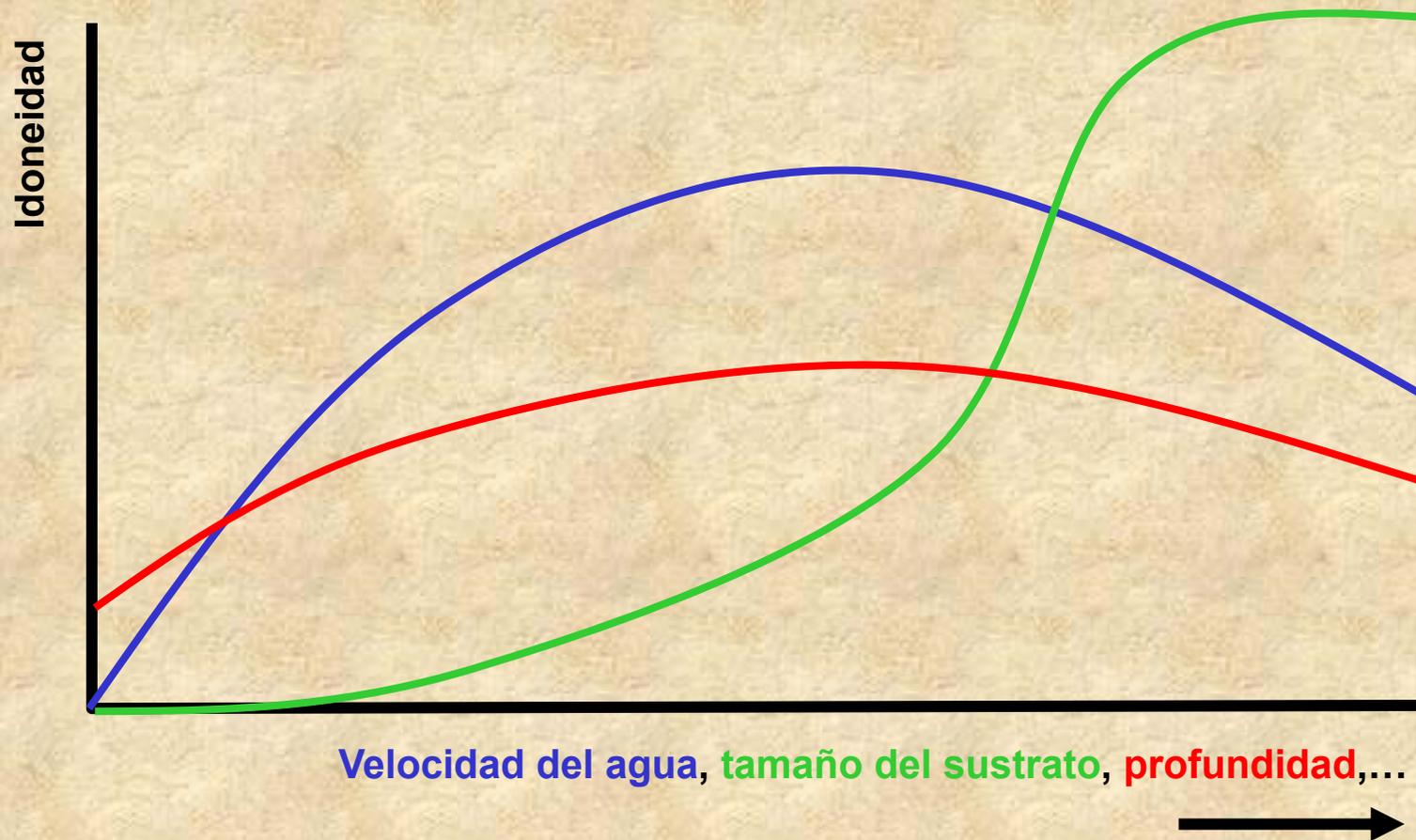
# CONOCIENDO AL “ENEMIGO”...

En el agua soporta un amplio espectro de situaciones.

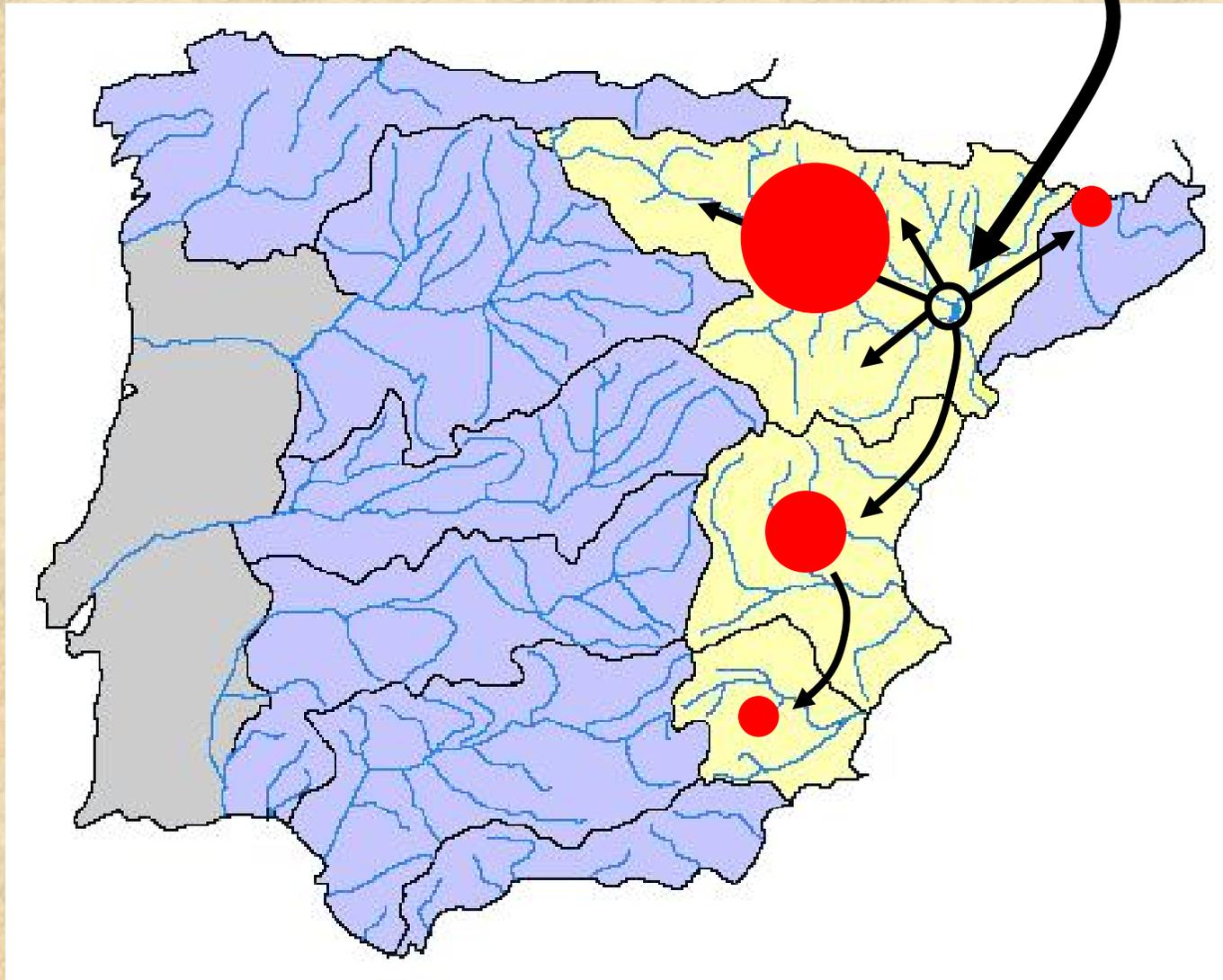
CONDICIONES DE COLONIZACIÓN Y CRECIMIENTO POTENCIALES						
VARIABLE	NULAS	MUY BAJAS	BAJAS	MEDIAS	ALTAS	ÓPTIMAS
Calcio (mg/l)	5-6	< 9	9 - 20	20 - 25	25 - 125	> 125
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	0-22	<25	25 - 45	45 - 90	90 - 125	> 125
pH	0-0,6	< 6,5 > 9,0	6,5 - 7,2 9,0	7,2 - 7,5 8,7 - 9,0	7,5 - 8,7	8,0 < pH < 8,5
Temperatura (°C)	<2 >40	<8 >30	9 - 15 28 - 30	16 - 18 25 - 28	18 - 25	18 - 20
Oxígeno dis. (mg/l)	Anoxia	< 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	± 100% saturación
Conductividad (µS/cm)	0-21	<22	22-36	37-82	83-110	> 110
Velocidad agua (m/s)		< 0,07 > 1,5	0,07 - 0,09 1,25 - 1,5	0,07 - 0,09 1,0 - 1,25	0,1 - 1,0	

# CONOCIENDO AL “ENEMIGO” ... Requerimientos de hábitat físico mínimos

## Curvas de preferencia



# SITUACIÓN ACTUAL...viajando en coche

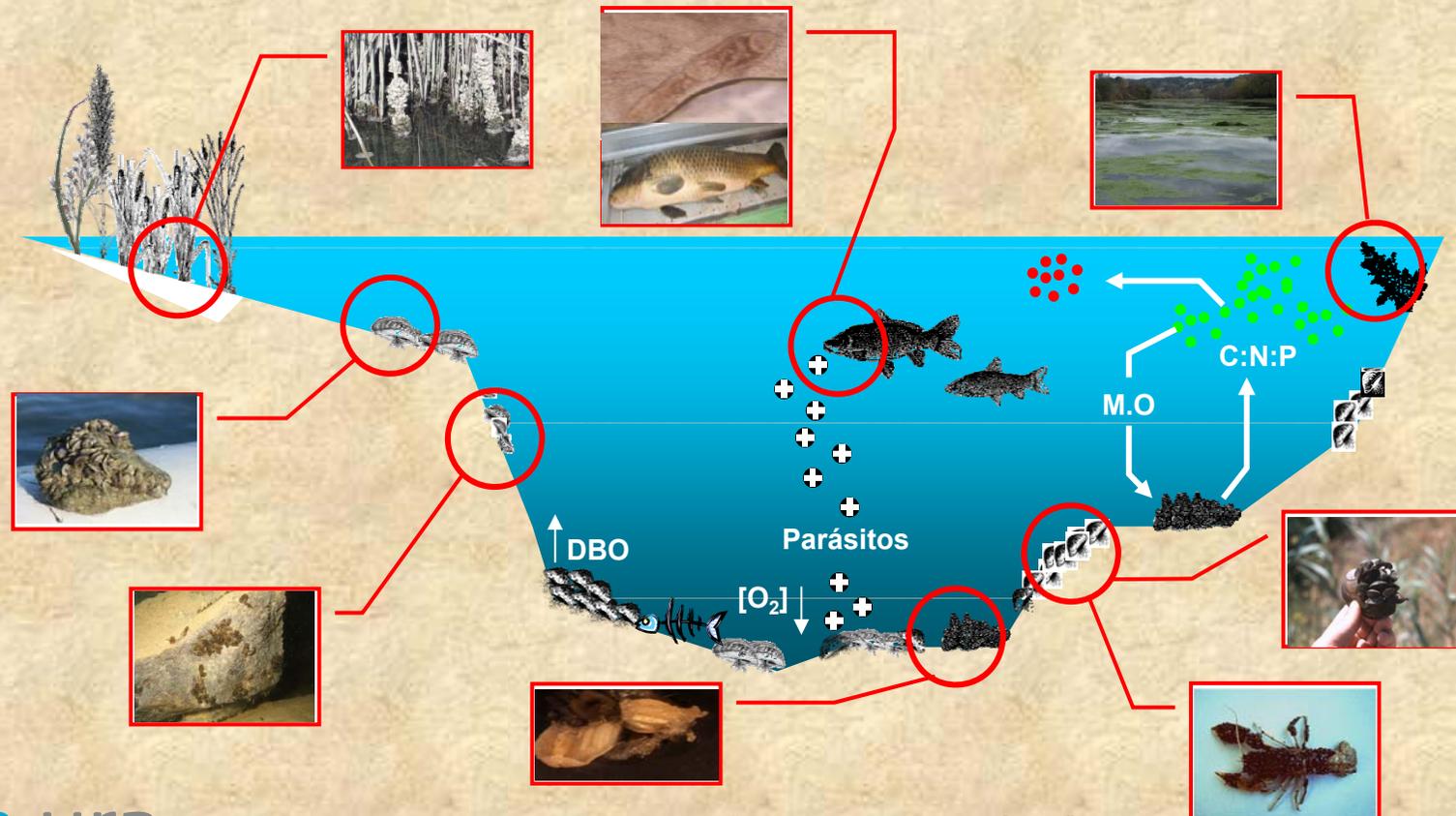


# MEDIOS DE DISPERSIÓN Y PROPAGACIÓN

- A) Embarcaciones con ejemplares adultos adheridos al casco o larvas en depósitos con aguas “infectadas”.**
- B) Embarcaciones (grandes) con ejemplares (larvas o adultos) en las aguas de lastre de sus bodegas.**
- C) Materiales flotantes (troncos, plásticos, etc.) con ejemplares adultos adheridos.**
- D) Presencia de larvas y/o adultos en las aguas de transporte de especies exóticas de peces (causa más probable en el tramo inferior del Ebro).**
- E) Presencia de larvas y/o adultos en equipos de pesca, submarinismo, etc. procedentes de aguas “infectadas”.**
- F) Utilización de adultos como cebo vivo para la pesca.**
- G) Introducción voluntaria.**

# AGENTE DE CAMBIO ECOLÓGICO RADICAL... aunque de efectos poco conocidos

Filtra MOPF. Altera el ciclo de nutrientes (N), lo que cambia al fitoplancton. Favorece (?) los macrófitos. Su respiración y la descomposición de sus heces, aumenta la DBO y baja el  $O_2$  en el fondo. Recubre los sustratos duros desplazando a otras especies bentónicas y litorales a las que, además, les quita alimento. También ha introducido parásitos de peces.



# ADEMÁS DE LOS EFECTOS ECOLÓGICOS...

A) Obturación parcial o total de rejas, conducciones de agua, equipos de bombeo, etc. por ejemplares vivos o conchas vacías desprendidas:

**Pérdida de eficiencia** en captaciones, conducciones y bombeos de agua (riego, agua potable, etc.).

**Sobrecalentamiento** de circuitos de refrigeración,

**Disminución del rendimiento** de aprovechamientos hidroeléctricos y centrales nucleares.

**Interrupción del servicio** en abastecimientos de agua y riegos.

**Alteración de superficies** (corrosión,...)

B) **Mayor gasto** de mantenimiento de captaciones y conducciones (tratamientos de limpieza, etc.)



## ADEMÁS DE LOS EFECTOS ECOLÓGICOS...

- C) **Pérdidas económicas** en usos recreativos de embalses y ríos (pérdidas en el sector servicios local):

Necesidad de inversión en lavaderos. Gastos de limpieza de embarcaciones.

Limitaciones a la navegación y la pesca. Reducción del turismo de pesca.

Limitaciones al baño. Riesgo de cortes y heridas. Acceso al agua, aspecto de dejadez de las orillas.

- D) **Limitación del aprovechamiento** de áridos por presencia de gran número de conchas vacías o de ejemplares vivos.

- E) **Distorsión o anulación** de equipos de monitorización y medida automáticos.



# MÉTODOS DE CONTROL Y ERRADICACIÓN

- **MÉTODOS ESTRUCTURALES Y MECÁNICOS.** Diseño pensado para reducir la posibilidad de adherencia (materiales y recubrimientos antiadherentes) y facilitar procesos mecánicos de limpieza.
- **MÉTODOS FÍSICOS.** Técnicas basadas en procesos físicos (“shock” térmico, filtración, desecación, campos eléctricos, pulsos acústicos, radiación ultravioleta, campos electromagnéticos de baja frecuencia...)
- **MÉTODOS QUÍMICOS.** Utilización de productos químicos biocidas (oxidantes, no oxidantes).
- **MÉTODOS BIOLÓGICOS.** Manejo de poblaciones (predadores, parásitos, o competidores del mejillón cebra. Biocidas bacterianos. Manipulación genética.
- **MÉTODOS DE GESTIÓN DEL HÁBITAT FÍSICO.** Gestión de niveles de embalses y crecidas controladas, en determinados momentos del ciclo biológico de la especie con el fin de inferir el mayor perjuicio posible a su potencial reproductivo y colonizador.

# MÉTODOS ESTRUCTURALES... Materiales y recubrimientos



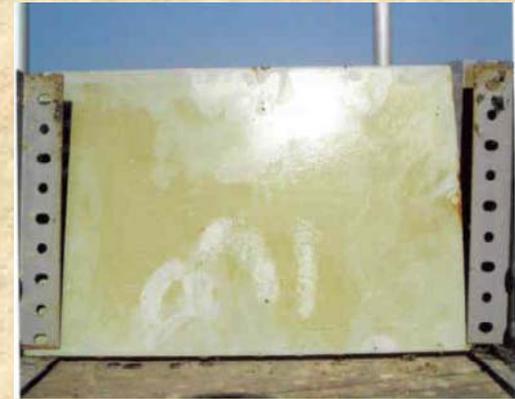
Precampaña de pruebas (oct-nov-dic 2003):

Campaña de ensayos (jun-nov 2004):

Periodo de máxima densidad de larvas en la columna de agua (junio) y disponibilidad de un periodo de tiempo de exposición largo (verano y mediados de otoño) a la colonización de larvas y fijación y crecimiento de juveniles y adultos de mejillón cebra.

# MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS UTILIZADOS

- Metales
- Maderas
- Plásticos
- Pinturas
- Resinas
- Vidrios

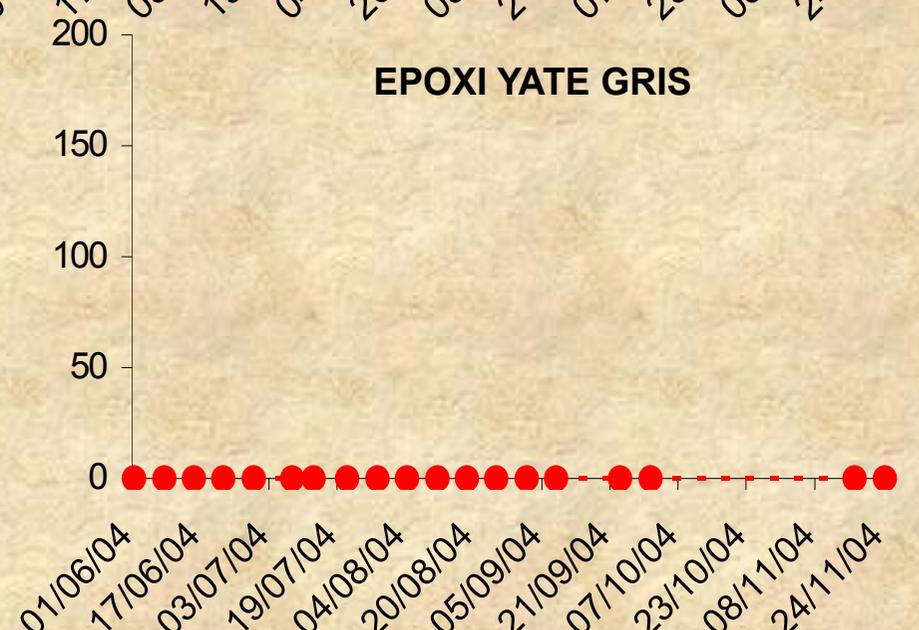
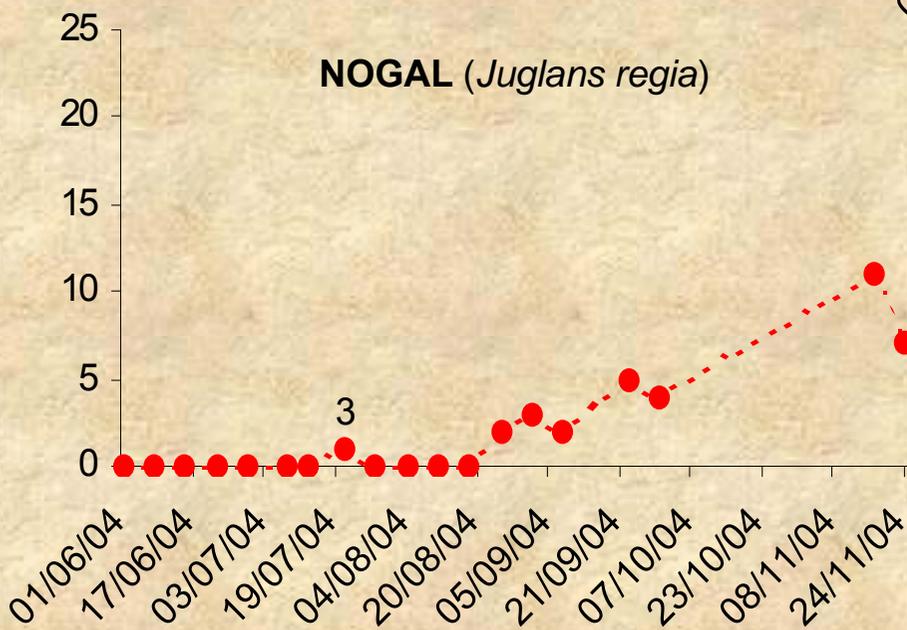
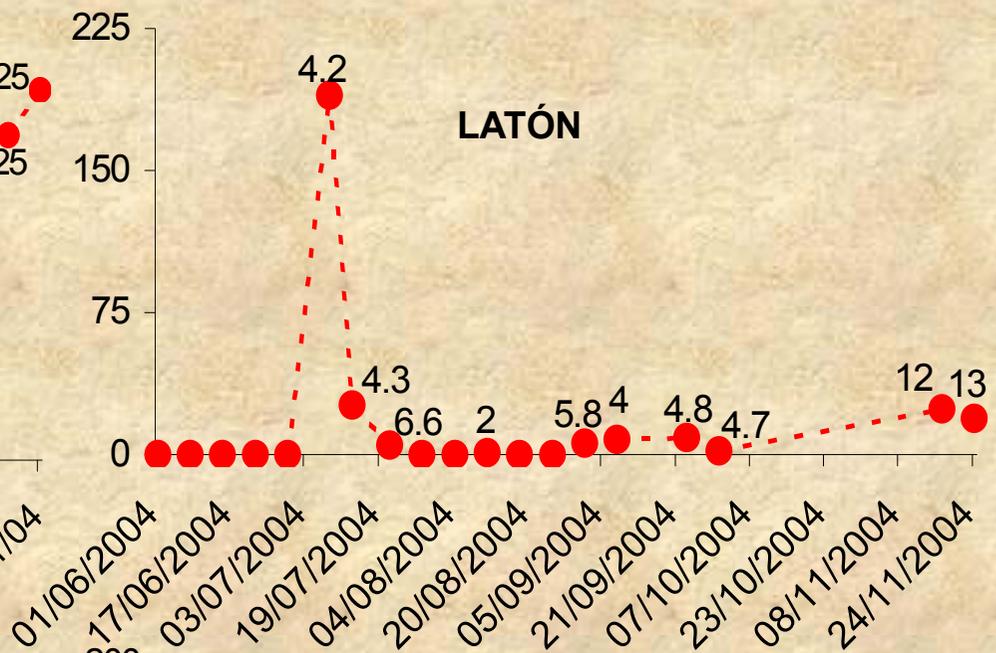
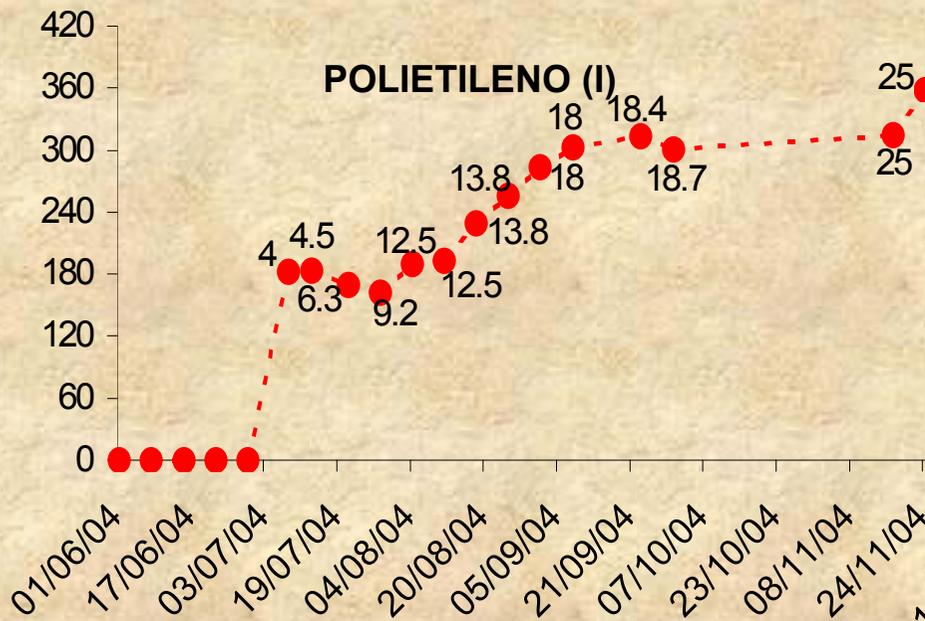


## Mediciones realizadas:

- Ausencia / presencia + recuento de ejemplares de mejillón cebra adheridos a cada material.
- Medición del individuo de mayor tamaño.
- Fotografía del estado de cada material.

# MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS... Resultados





# MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS... Conclusiones

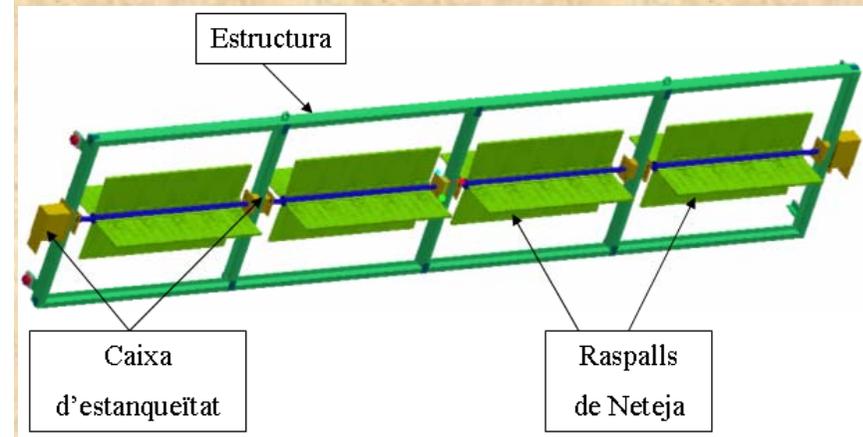
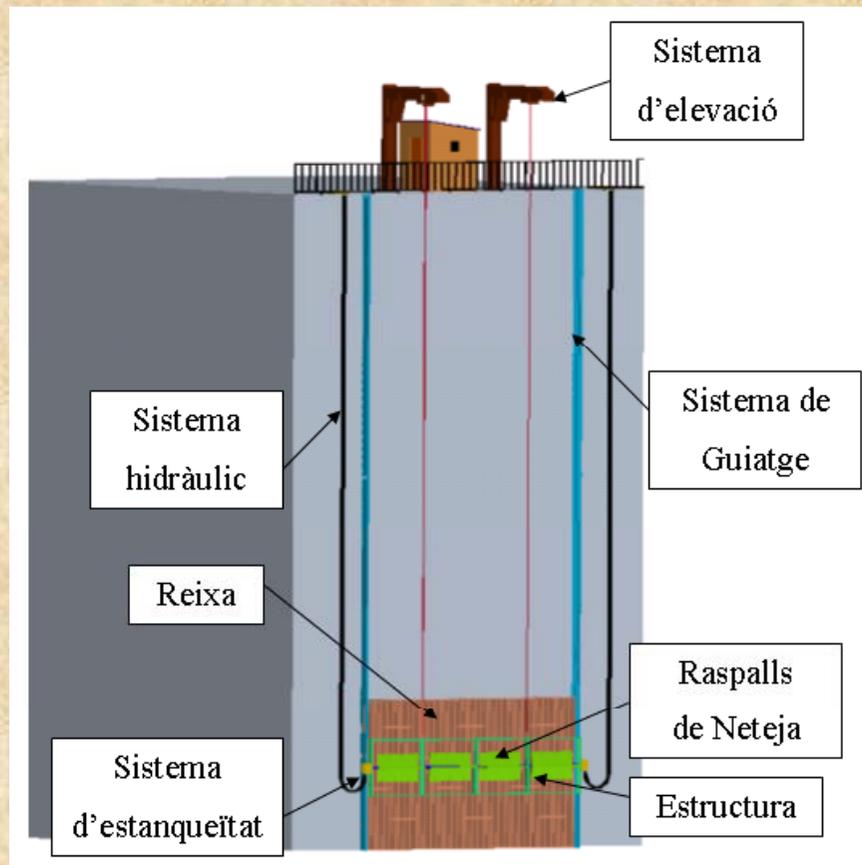
- Son pocos los materiales o recubrimientos que escapan al asentamiento de poblaciones de mejillón cebra, pero hay algunos que lo consiguen.
- En algunos materiales, la adherencia es muy dependiente de las condiciones de exposición (orientación,...) y en otros no.
- En general, la resistencia a la colonización se resume del siguiente modo:

**Recubrimientos  $\geq$  Maderas > Metales > Plásticos**

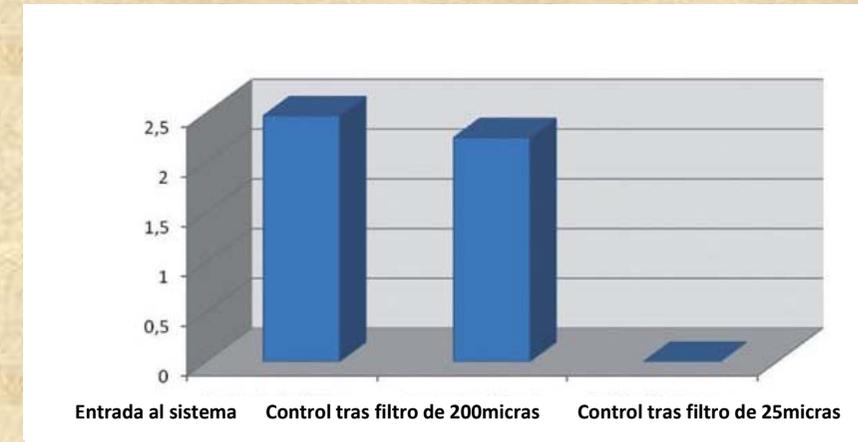
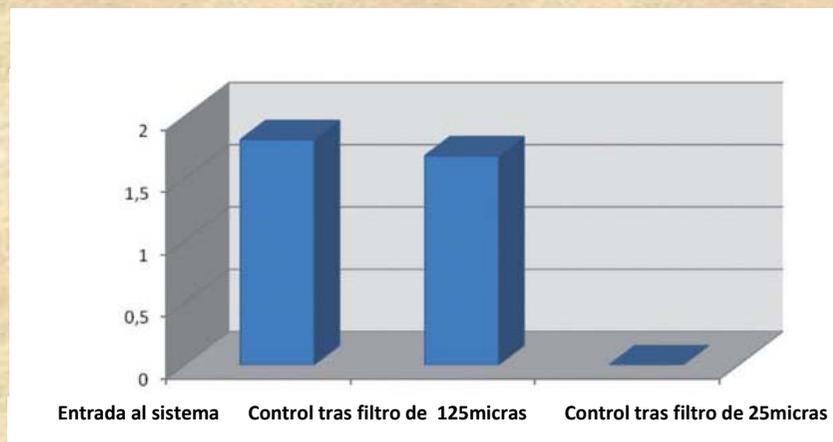
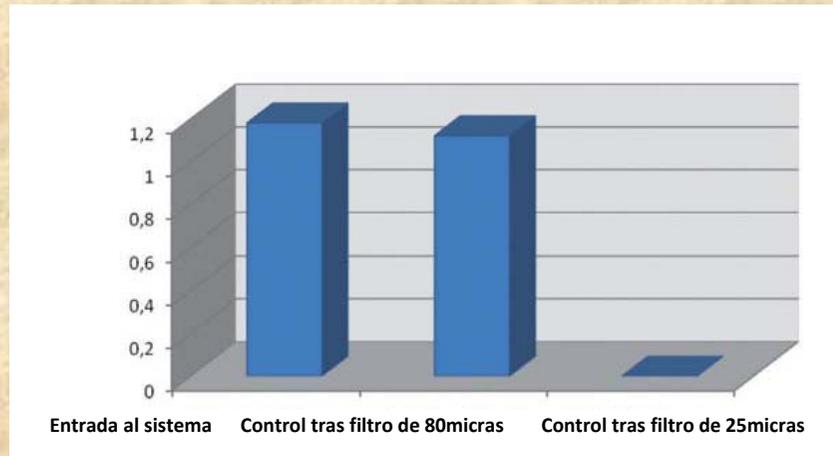
- Un patrón bastante común es la formación de agregados de mejillón cebra que periódicamente se van desprendiendo.
- La resistencia inicial a la colonización es notable. En los materiales y recubrimientos ensayados, la presencia de mejillón cebra no se constata hasta las 5-6 primeras semanas.
- Una forma simple y relativamente económica de control en captaciones de agua puede ser duplicar el sistema de captación (pequeños riegos, abastecimientos, etc.) y alternando su uso para periodos no superiores a las 3-4 semanas consecutivas.

# MÉTODOS MECÁNICOS

Diseño de una máquina para limpiar las rejas de captación de agua de la Central Hidroeléctrica de Riba-Roja de Ebro



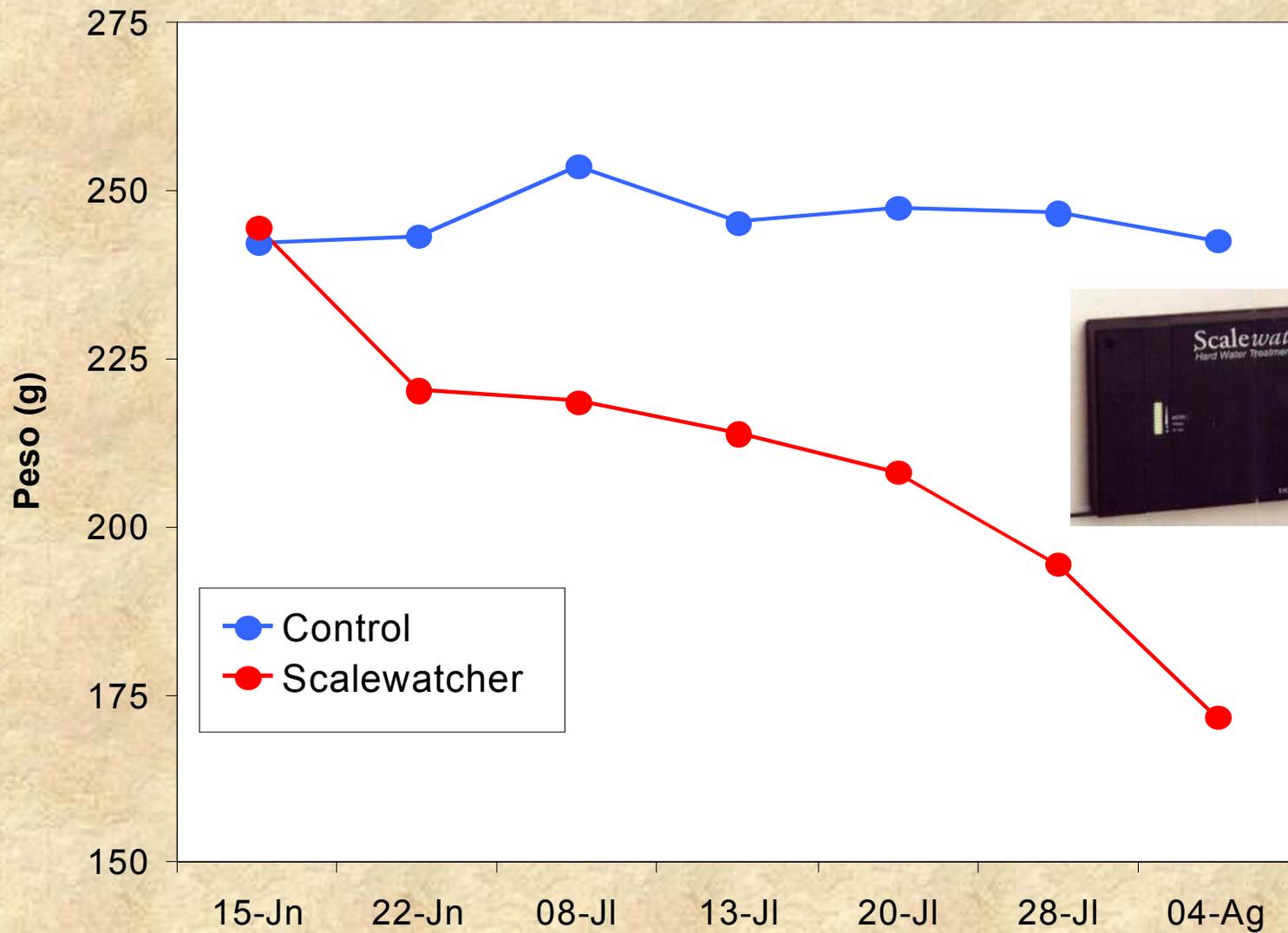
# MÉTODOS FÍSICOS... La microfiltración



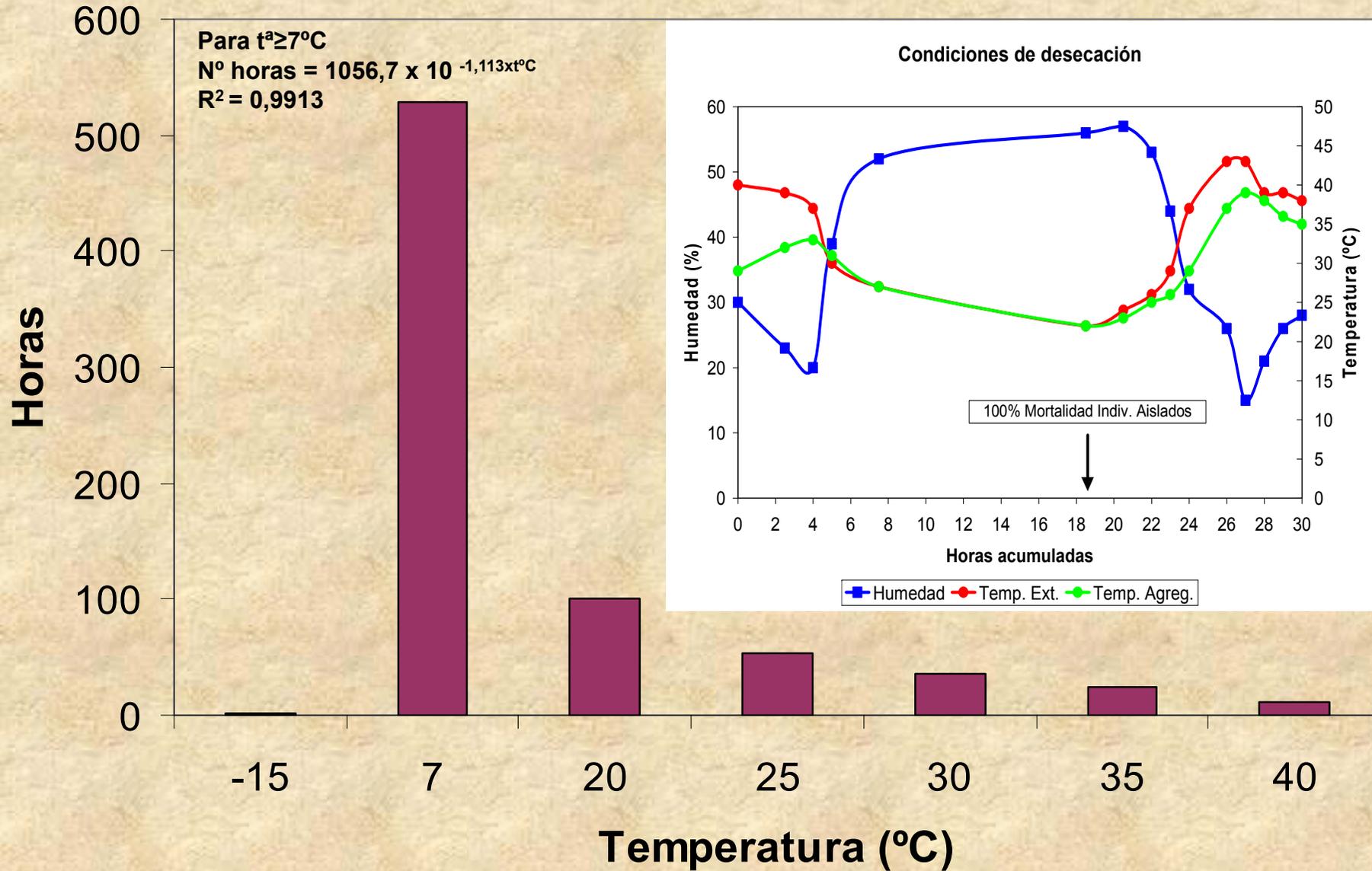
**Cuando el filtro está equipado con un cartucho filtrante de 25 micras es capaz de retener las larvas de mejillón cebra. Al equipar el filtro con grados de filtración menos exigentes las larvas pueden superar la malla filtrante.**

**En todas las pruebas realizadas también se detectó la necesidad de colocar una doble etapa de filtración, optimizando de este modo el régimen de trabajo de los filtros.**

# MÉTODOS FÍSICOS... Campos electromagnéticos



# MÉTODOS FÍSICOS... Deseccación



# MÉTODOS QUÍMICOS... Productos no oxidantes

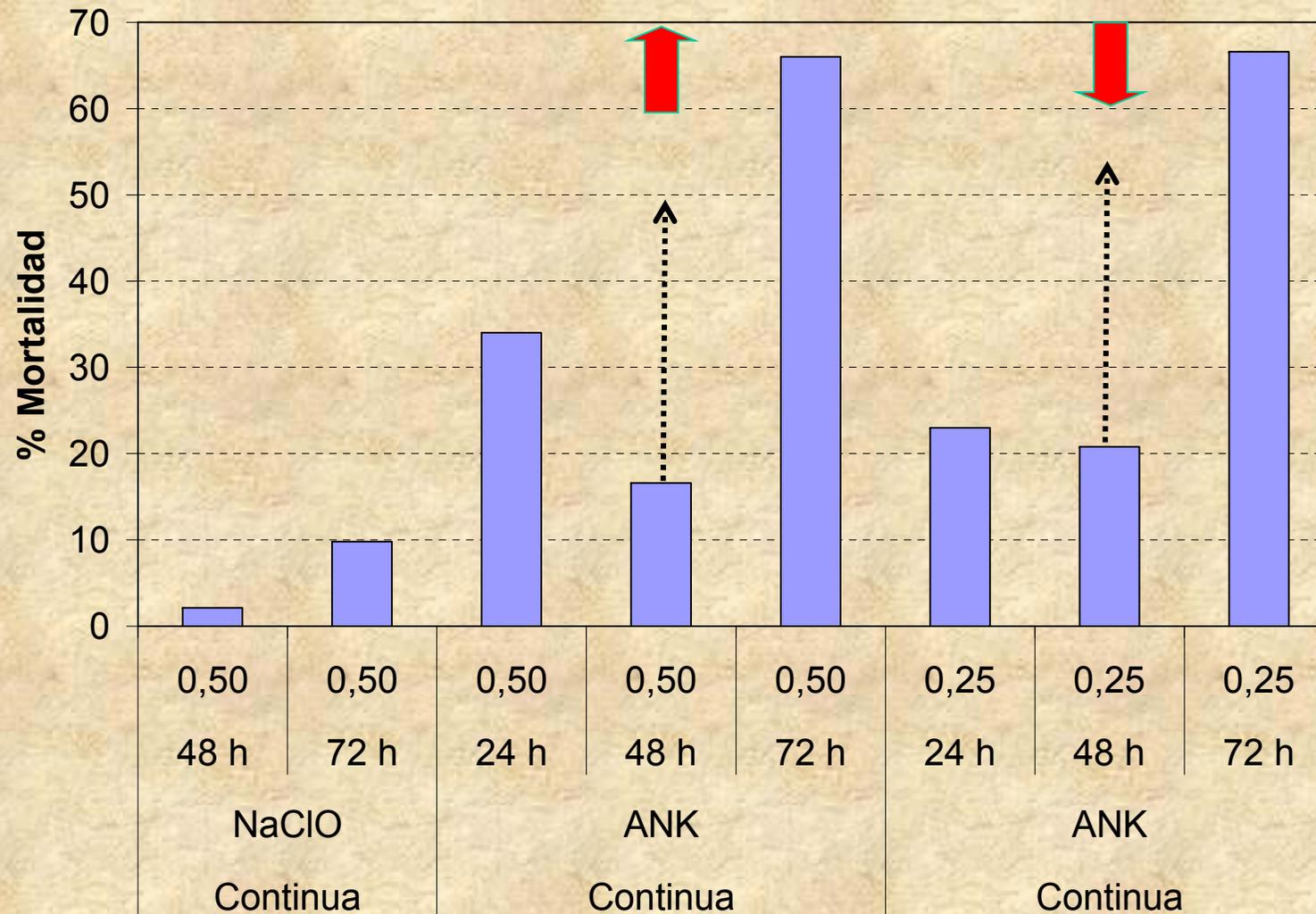
Spectrus CT 1300® (Dosis)	Tiempo expos.	Mortalidad
	(h)	(%)
2,6 ppm	12 en continuo	17,2
5,0 ppm	12 en continuo	74,0
9,6 ppm	12 en continuo	91,9
14,5 ppm	12 en continuo	94,9



Jornada Divulgativa: "El mejillón cebra en la CAPV"

Relación del mejillón cebra con la industria e infraestructuras hidroeléctricas

# MÉTODOS QUÍMICOS... Productos oxidantes (Anolito neutro)



# MÉTODOS QUÍMICOS... Productos oxidantes (NaClO)

## ESTRATEGIAS REACTIVAS (tras la detección de presencia de adultos):

- Tratamiento de choque (0,5-2,0 mgCRL/) + tratamiento de mantenimiento

## ESTRATEGIAS PROACTIVAS (antes o tras la detección de presencia de larvas):

- Tratamiento preventivo (0,3-0,5 mg CRL/I) + tratamiento de mantenimiento

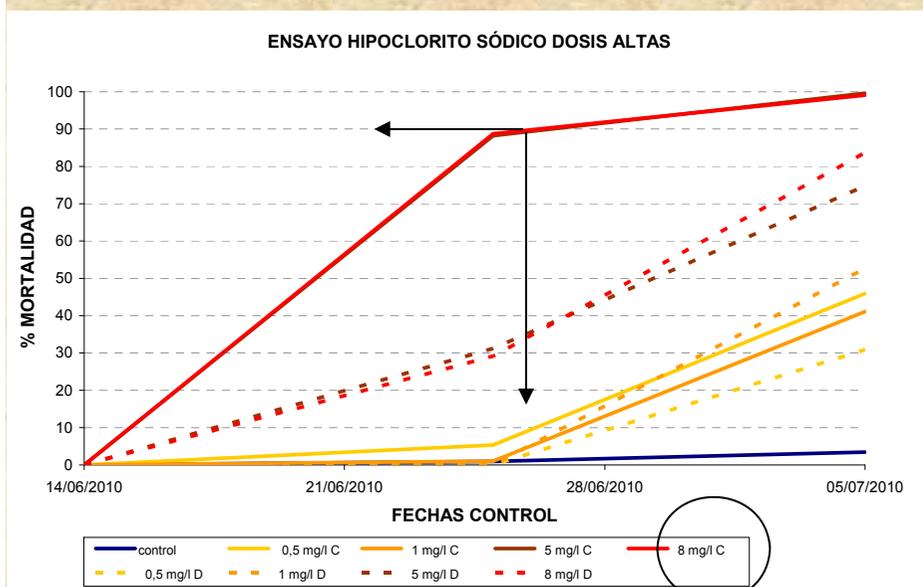
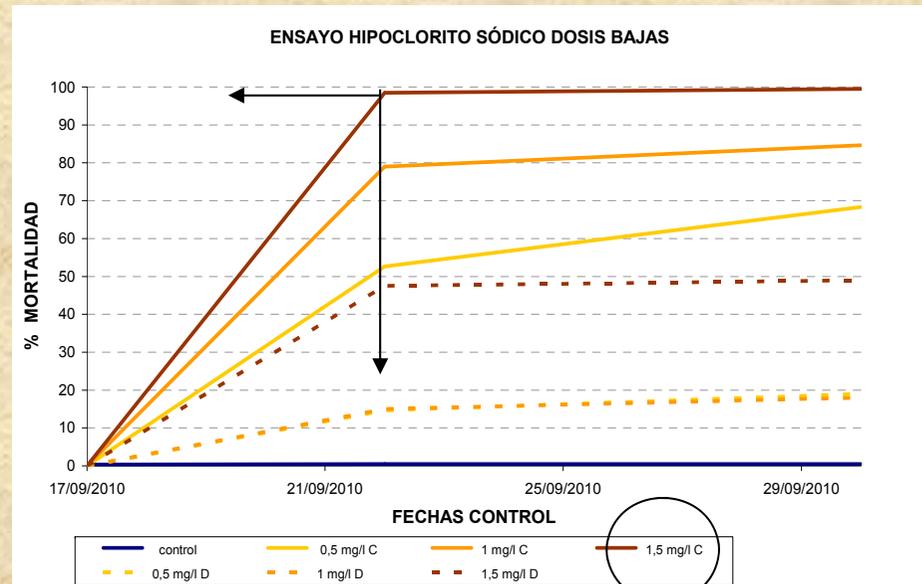
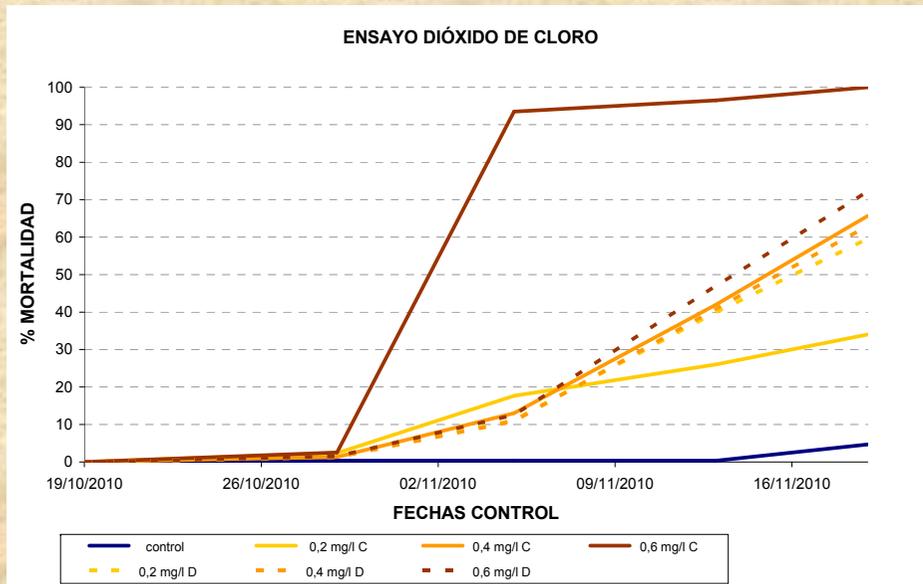
## TRATAMIENTOS DE MANTENIMIENTO:

Intermitentes: Cada 6, 12, 24 horas. Previene la fijación de larvas pediveligeras.

Semicontinuo: El mejillón ceбра cierra valvas 15-30' si percibe un producto tóxico. Aplicar 15' "con" y 15-45' "sin" o no le deja abrir las valvas o le obliga a ingerir producto si decide abrirlas. Causa la muerte y ahorra producto.

Continuo: Asegura la ausencia total de mejillón ceбра. De interés en instalaciones estratégicas (redes anti-incendios, usos sanitarios,...). La concentración puede ser algo inferior a la de los tratamientos anteriores.

# MÉTODOS QUÍMICOS... Productos oxidantes (ClO<sub>2</sub>)



**Los efectos del Cloro dependen de la temperatura del agua, del pH, del estado metabólico y de la salud de los ejemplares de mejillón cebra.**

# MÉTODOS QUÍMICOS... Productos oxidantes (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)



PILETA CON FLUJO DE AGUA CERRADO. TIEMPO DE EXPOSICIÓN 24 HORAS.

FECHA	21/04/2009		22/04/2009			24/04/2009				
PILETA	DOSIS (%)	INV	F	A	C	F	A	C	M	% MORTANDAD
10	0,01*	52	0	1	51	22	3	26	30	57,69
9	C	52	52	0	0	52	0	0	0	0,00
8	0,1*	52	0	49	3	0	0	3	52	100,00
7	0,01*	53	5	14	34	15	3	21	38	71,70
6	C	52	50	0	2	0	0	0	0	0,00
5	0,01*	54	0	15	39	34	2	3	20	37,04
4	0,1*	60	0	49	11	0	0	11	60	100,00
3	C	49	42	2	5	47	0	0	2	4,08
2	0,1*	55	0	40	15	1	8	6	54	98,18
1	0,01*	55	0	25	30	23	0	7	32	58,18



INV. Número de individuos colocados en cada pileta  
 F Individuos fijados (vivos)  
 A Individuos abiertos (muertos)  
 C Individuos cerrados (no fijados)  
 M Individuos muertos totales

\*Dosis aplicadas durante 24 horas



**PILETA CON FLUJO DE AGUA CERRADO. TIEMPO DE EXPOSICIÓN 60 y 90 MINUTOS.**

FECHA	29/04/2009		30/04/2009			04/05/2009				
PILETA	DOSIS (%)	INV	F	A	C	F	A	C	M	% MORTANDAD
10	0,1*	42	0	1	41	2	38	1	40	95,24
9	C	52	52	0	0	52	0	0	0	0,00
8	0,1**	30	0	0	30	1	25	4	29	96,67
*Dosis aplicada durante 60 min. ** Dosis aplicada durante 90 min.										

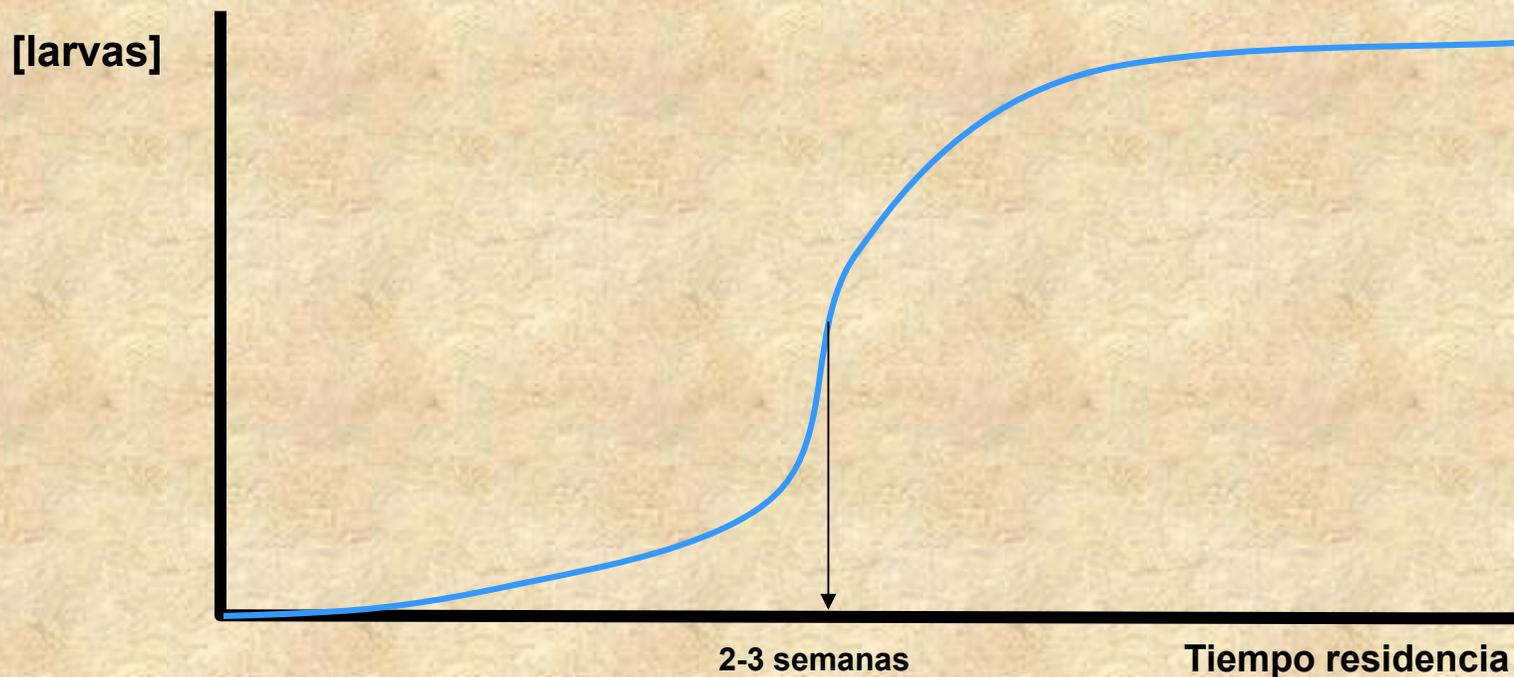
INV. Número de individuos colocados en cada pileta  
 F Individuos fijados (vivos)  
 A Individuos abiertos (muertos)  
 C Individuos cerrados (no fijados)  
 M Individuos muertos totales

**CANAL CON FLUJO DE AGUA EN CONTÍNUO. TIEMPO DE EXPOSICIÓN 7 DÍAS.**

FECHA	29/04/2009		08/05/2009			11/05/2009				
Canal	DOSIS (%)	INV	F	A	C	F	A	C	M	% MORTANDAD
Canal	0,001*	102	102	0	0	3	95	4	99	97,06
*Dosis aplicada durante 7 días.										

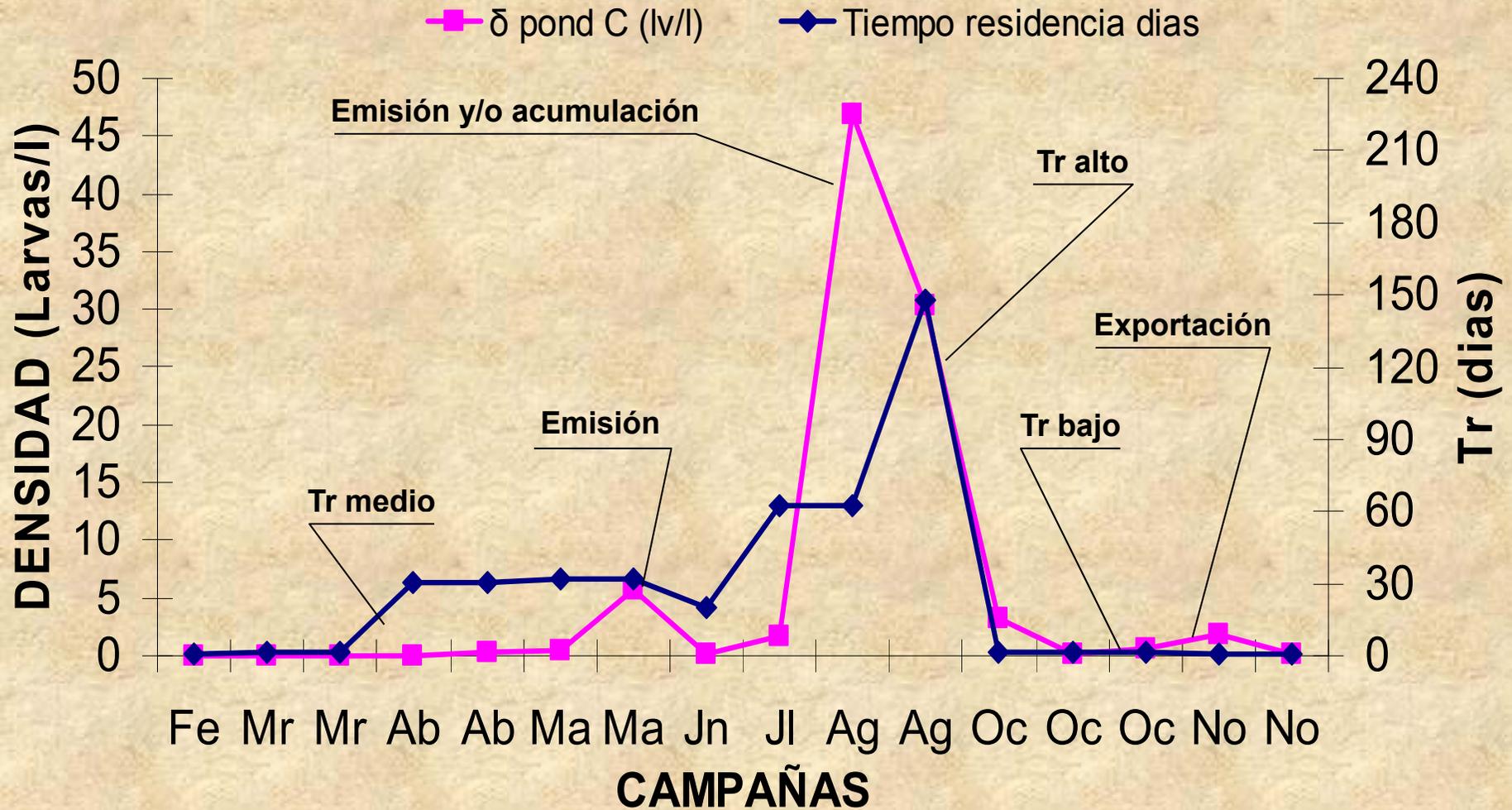
# MÉTODOS DE GESTIÓN DEL HÁBITAT FÍSICO

**Hipótesis de trabajo (2007-2009):** La falta o disminución continuada (año tras año) de reclutamiento larvario (población larvaria potencialmente asentable en el embalse) debido al aumento selectivo (espacial y temporal) de la tasa de renovación del agua del embalse de Riba-roja determinará un decenso de los efectivos poblacionales de la especie.

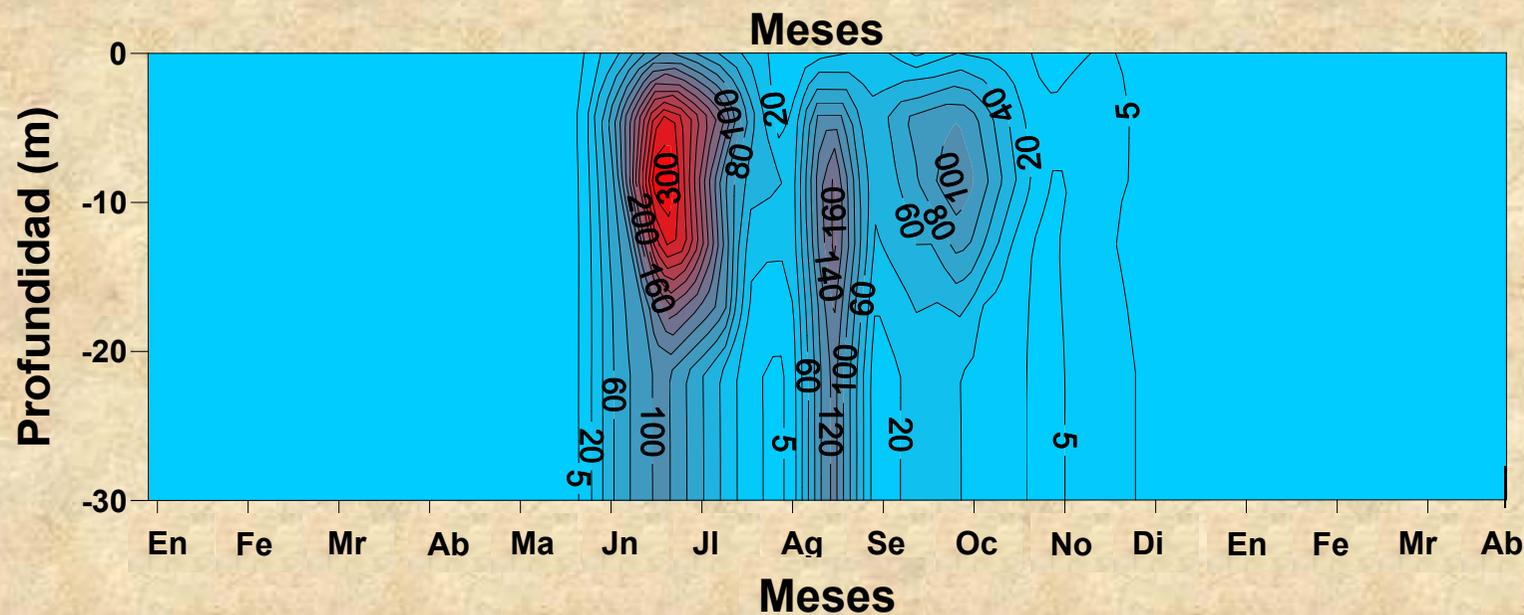
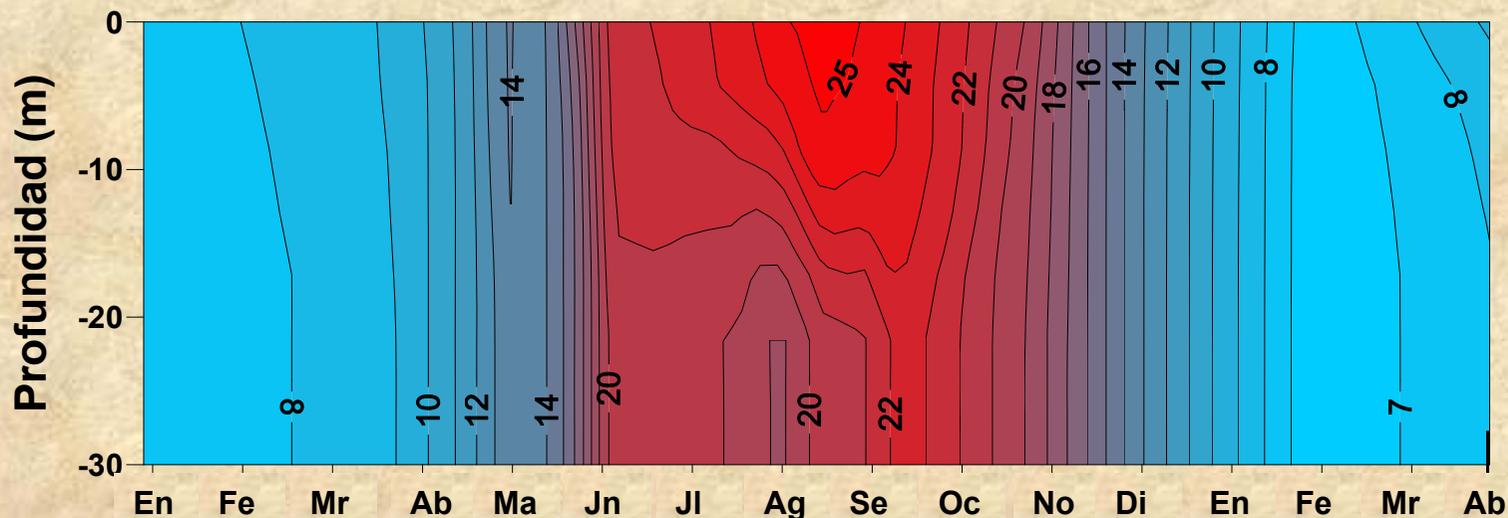


# EFECTO DEL TIEMPO DE RESIDENCIA DEL AGUA

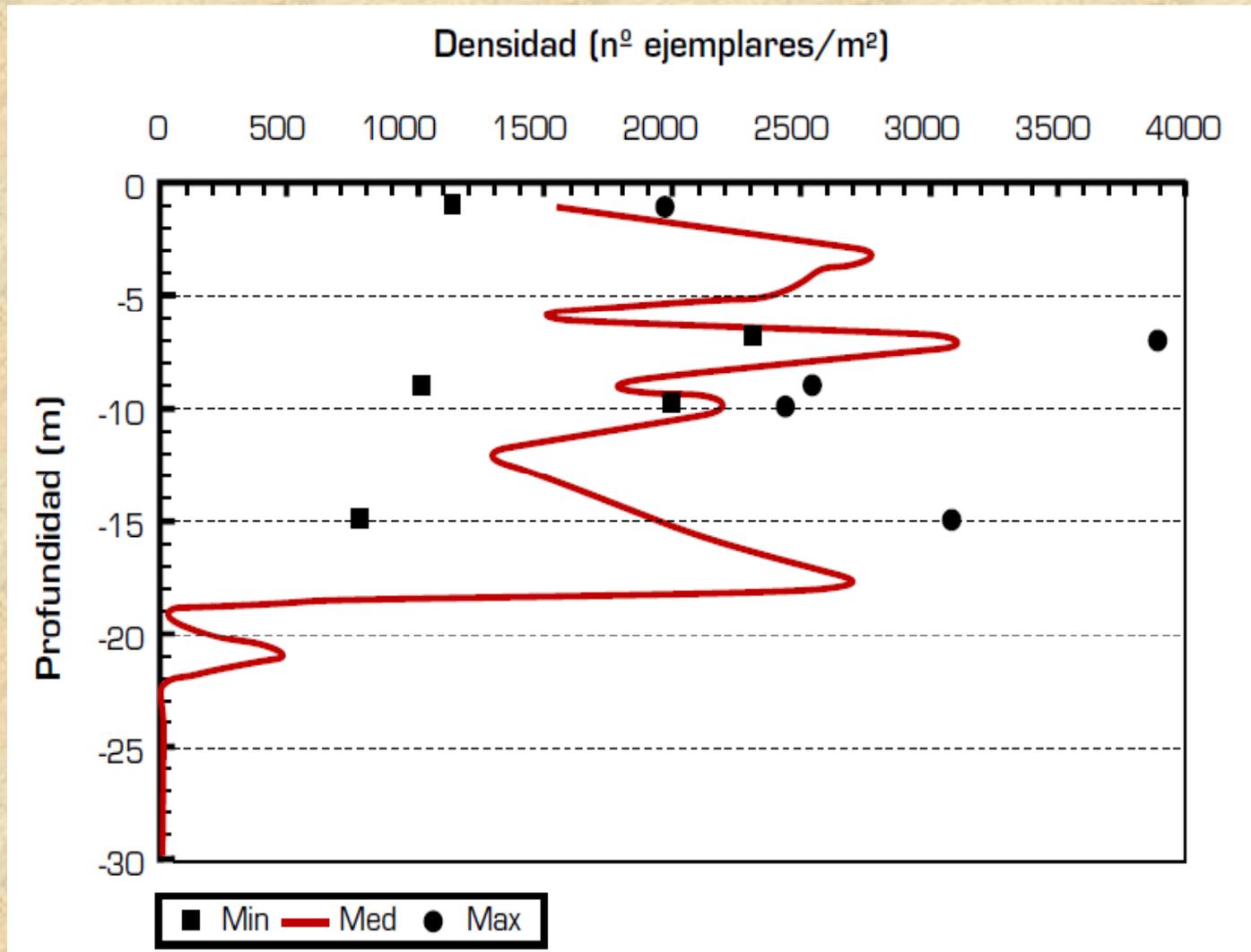
## DENSIDAD LARVAS/TIEMPO RESIDENCIA (0 a 10 m)



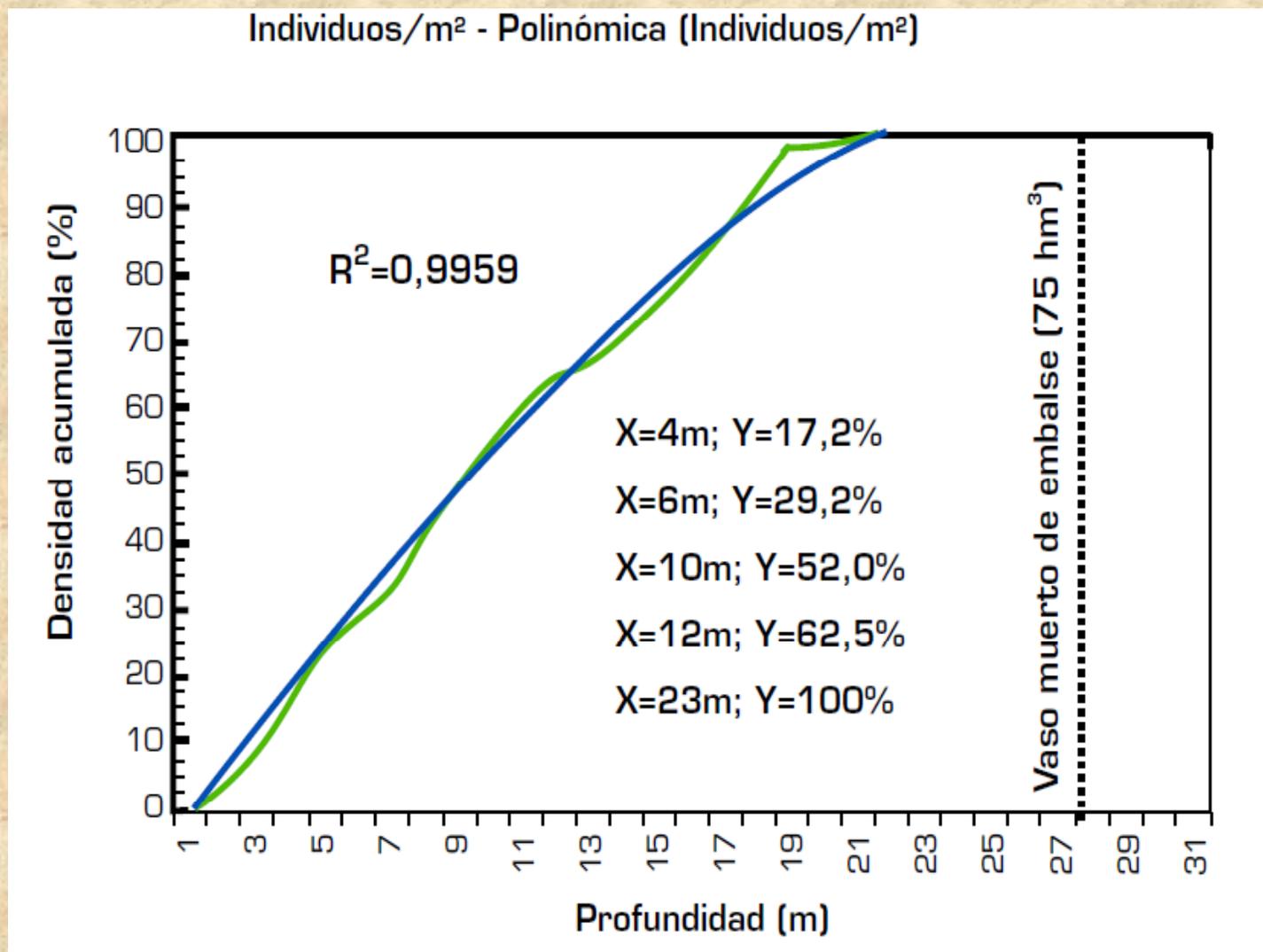
# ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO... Selección del momento



# DISTRIBUCIÓN ESPACIAL (VERTICAL)



# GESTIÓN DEL NIVEL DE EMBALSE



# COSTES ECONÓMICOS DEL MEJILLÓN CEBRA...

## Según los agentes sociales (Bajo Ebro, 2001-2005)

Agentes Sociales Afectados	2001	2002	2003	2004	2005	TOTAL
Empresas energéticas	6.000	489.240	519.001	544.780	413.782	<b>1.972.803</b>
Administración Estatal y Autonómica	17.880	48.983	108.401	261.727	141.894	<b>578.885</b>
Administración Local	5.000	6.998	7.058	7.150	28.290	<b>54.496</b>
Empresas lúdico-deportivas y ocio	---	---	44.841	14.650	14.650	<b>74.141</b>
Sistemas de regadío	---	---	---	---	---	---
Empresas no energéticas	---	---	---	---	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>28.880</b>	<b>545.221</b>	<b>679.301</b>	<b>828.307</b>	<b>598.616</b>	<b>2.680.325</b>

Fuente: Pérez y Pérez y Chica Moreu (2005)

# **COSTES ECONÓMICOS DEL MEJILLÓN CEBRA PARA LAS EMPRESAS ENERGÉTICAS (2005-2009)**

**Total CCHH (fluyentes y de regulación) en la cuenca del Ebro: 365**

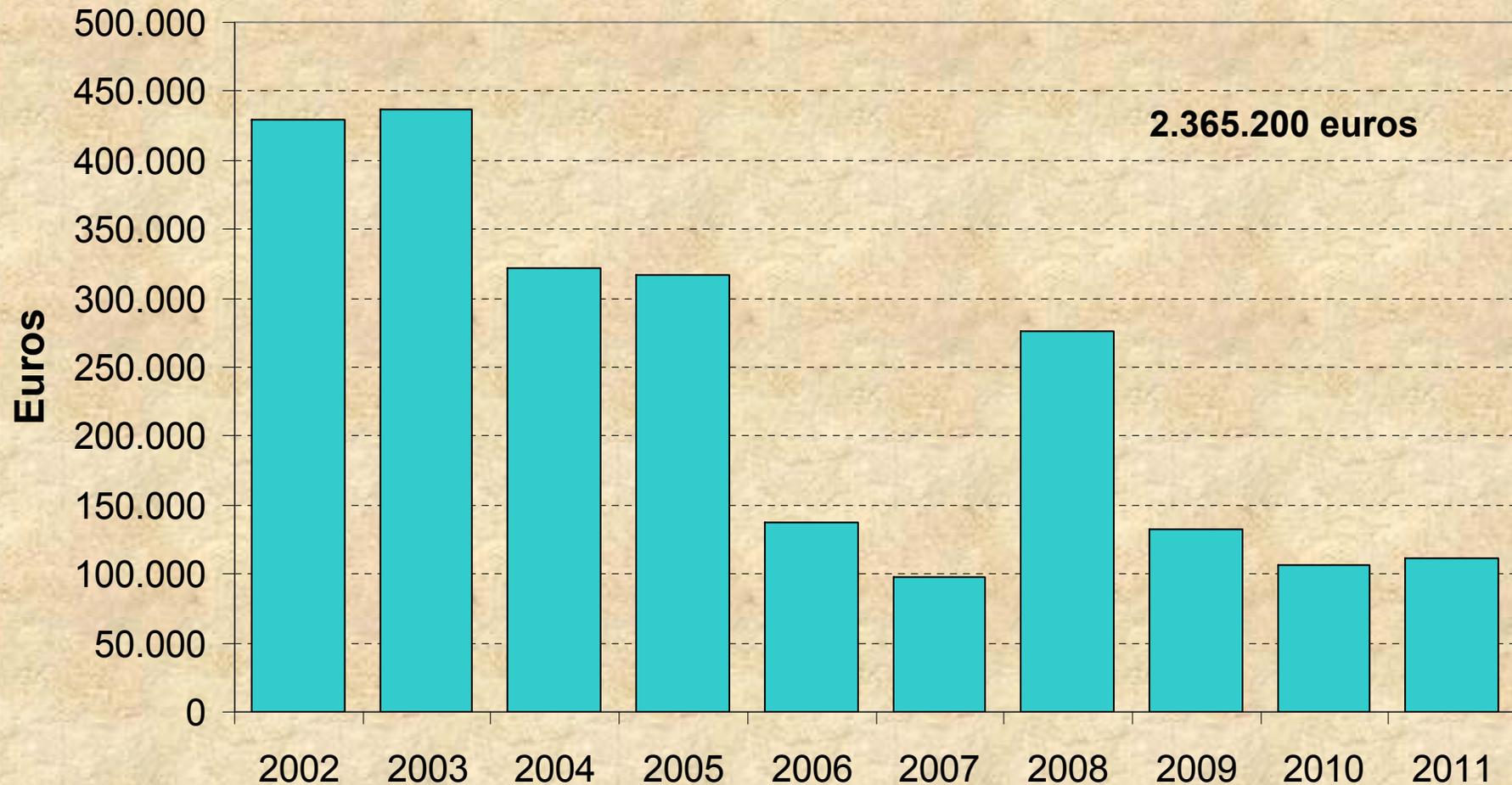
**Total CCTT (clásicas y de ciclo combinado) en la cuenca: 8**

**Total de centrales (hidroeléctricas y térmicas) afectadas: 22**

<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>TOTAL</b>
Bajo Ebro	230.204	181.250	168.404	218.379	210.500	<b>1.008.737</b>
Ebro Medio	0	0	0	8.000	120.500	<b>128.500</b>
Alto Ebro	376.682	232.084	483.535	432.751	413.500	<b>1.938.552</b>
<b>TOTAL</b>	<b>606.886</b>	<b>413.334</b>	<b>651.939</b>	<b>659.130</b>	<b>744.500</b>	<b>3.075.789</b>

Fuente: Pérez y Pérez y Chica Moreu (2010)

# COSTES ECONÓMICOS DEL MEJILLÓN CEBRA PARA ENDESA (BAJO EBRO)





[WWW.mejilloncebra.endesa.es](http://WWW.mejilloncebra.endesa.es)



Jornada Divulgativa: "El mejillón cebra en la CAPV"

Relación del mejillón cebra con la industria e infraestructuras hidroeléctricas

