



PROYECTO IRRIZEB

**CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE MEJILLÓN CEBRA
(*Dreissena polymorpha*) ACOPLADA A LA LIMNOLOGÍA DE LOS
EMBALSES DE LA SOTONERA Y EL TORROLLÓN (HUESCA).
PROPUESTAS DE GESTIÓN Y SUS RESULTADOS.**

Periodo 2017-18

Huesca, 28 de noviembre de 2018

**Antoni Palau Ibars
Universidad de Lleida**



Organización del estudio

Fases de la propuesta de gestión hidráulica de los embalses de La Sotoner y El Torrollón para minimizar las poblaciones de mejillón cebra residentes.

ACCIONES/ACTIVIDADES	2016			2017												2018											
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
Diseño del estudio y muestreo de mejillón cebra (larvas y adultos) y calidad físico-química del agua en los embalses.			●			●	●	●	●	●	●	●	●		●					●			●				
Análisis resultados: acoplamiento ciclo biológico de la especie y características limnológicas de los embalses.		●				●	●	●	●	●	●	●	●		●					●			●				
Planteamiento y puesta en marcha de propuestas de gestión hidráulica de los embalses y validación interanual.								●		●	⏏								●			●					



Universidad de Lleida

Diseño del estudio:

- Físico-química del agua
- Mejillón cebra (adultos y larvas)

Embalses de La Sotoner y El Torrollón

Obtención de datos:

- **ECCUS, S.L.:**
 - Físico-química del agua
 - Mejillón cebra: larvas + testigos adultos
- **GEAS (Huesca):**
 - Mejillón cebra: adultos vaso embalse

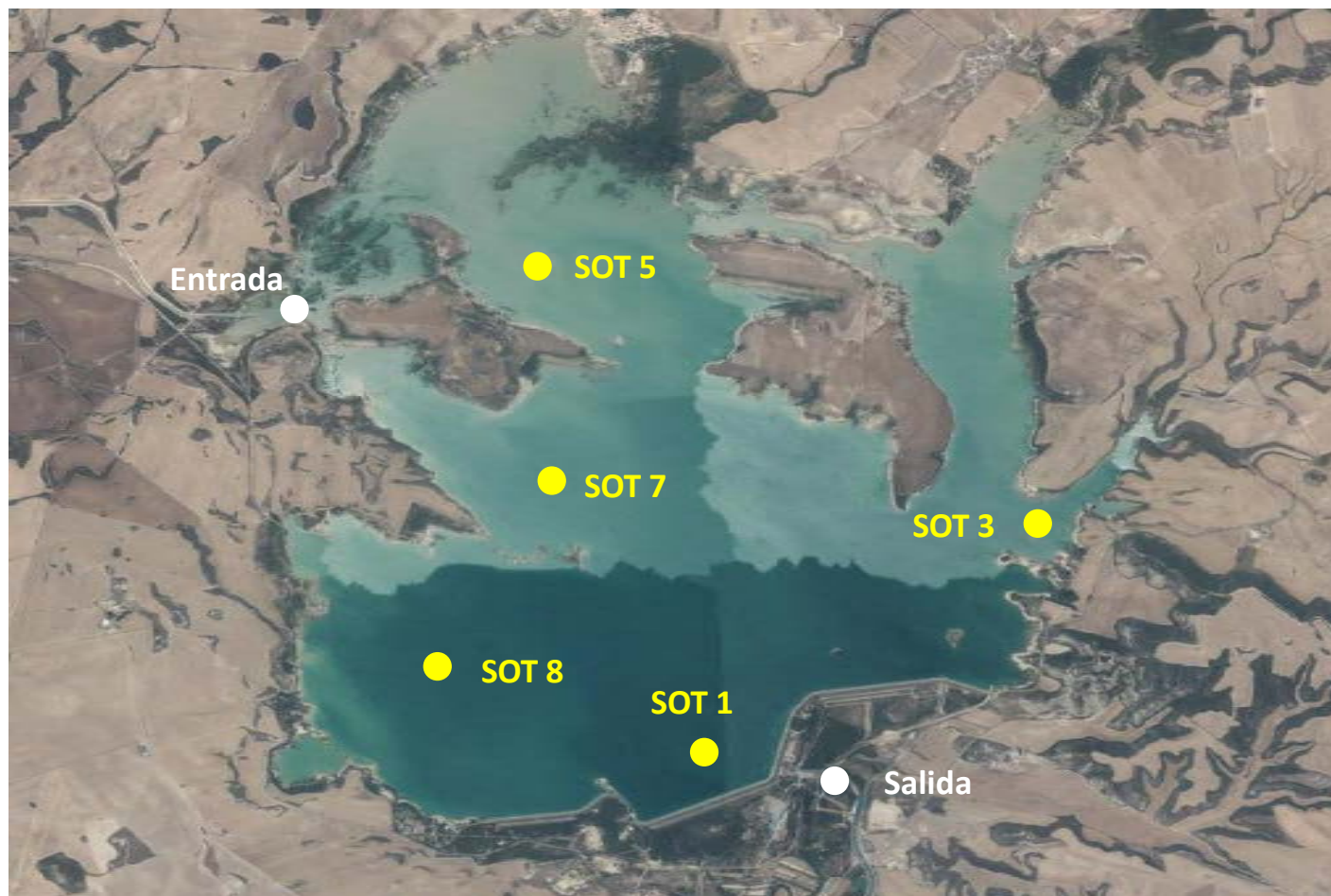
Interpretación resultados/Medidas de gestión

Universidad de Lleida



Puntos y campañas de muestreo (La Sotonera)

Puntos



Campañas 2017

28-mar

12-abr

08-may

30-may

20-jun

06-jul

14-ago

13-sep

19-oct

13-dic

Campañas 2018

17-may

27-ago

Tras unas campañas iniciales en las que se definieron 8 puntos de muestreo, se planificaron los trabajos en base a 5 puntos definitivos, más la entrada y la salida del embalse.



Puntos y campañas de muestreo (El Torrollón)

Puntos



Campañas 2017

21-mar
10-abr
02-may
01-jun
22-jun
04-jul
22-ago
12-sep
17-oct
12-dic

Campañas 2018

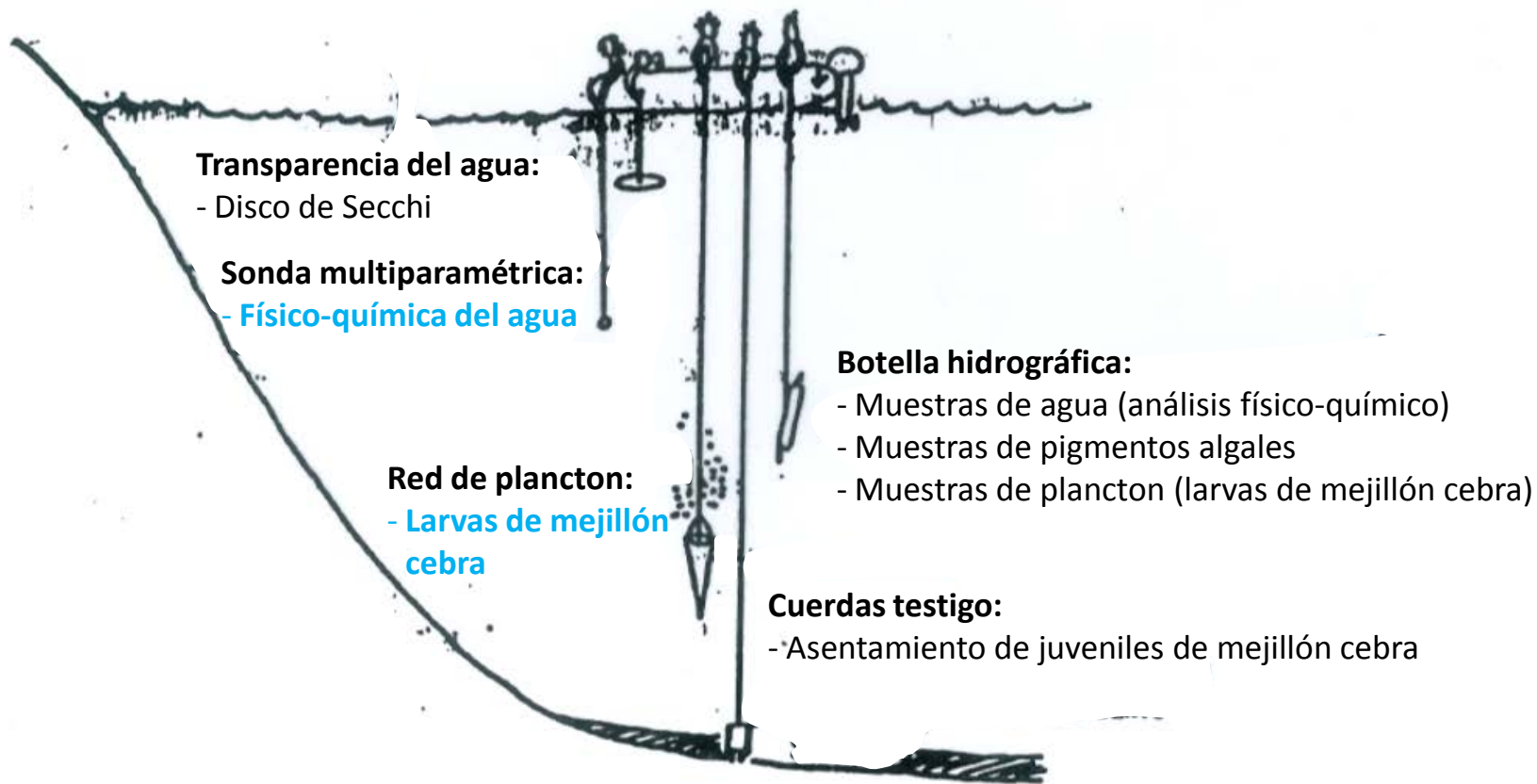
07-may
21-ago

Tras unas campañas iniciales en las que se definieron 3 puntos de muestreo, se planificaron los trabajos en base a 1 punto definitivo, más la entrada y la salida del embalse.



Metodología de muestreo

El estudio de la población de larvas de mejillón cebra se ha abordado con dos estrategias



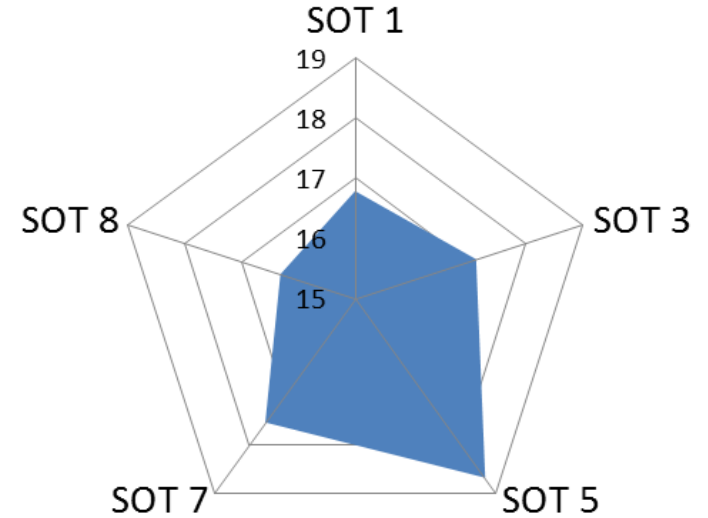
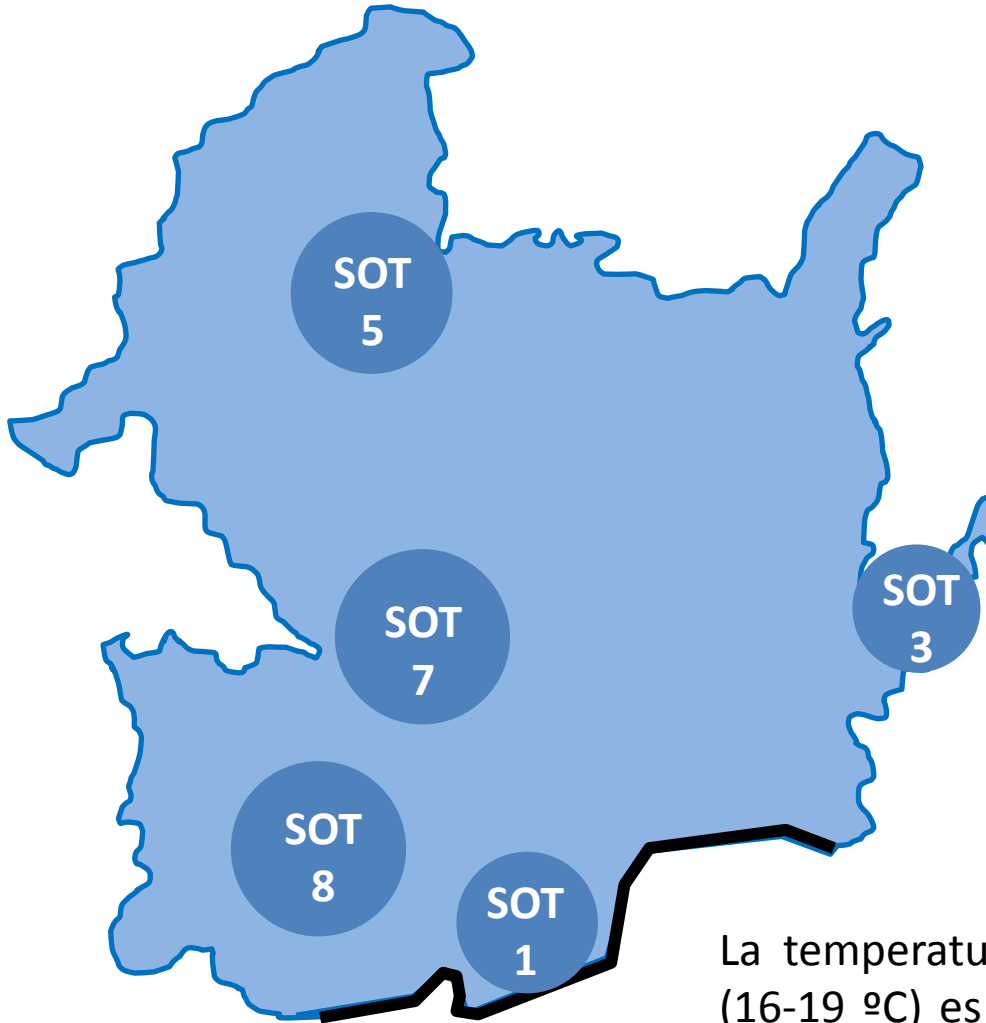
Las muestras de red integran toda la columna de agua mientras que las muestras a profundidades permiten ver donde se encuentran las puntas de densidad.

Para esta presentación **se han utilizado exclusivamente los datos referidos a la muestras de red.**



Resultados (Sotonera): temperatura del agua

La temperatura del agua juega un papel clave en el ciclo biológico del mejillón cebra.



En SOT 5 y SOT 7 se da la temperatura media más alta y la mayor amplitud térmica.

En cambio, las temperaturas más bajas se dan en los sectores SOT 1 y SOT 8.

La temperatura media del agua en los cinco sectores (16-19 °C) es muy adecuada para el ciclo biológico del mejillón cebra. Entre finales de abril y principios de mayo ($\pm 15^{\circ}\text{C}$) debe empezar la producción de larvas.



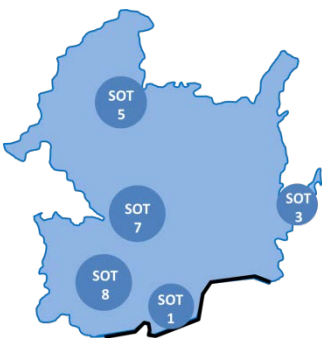
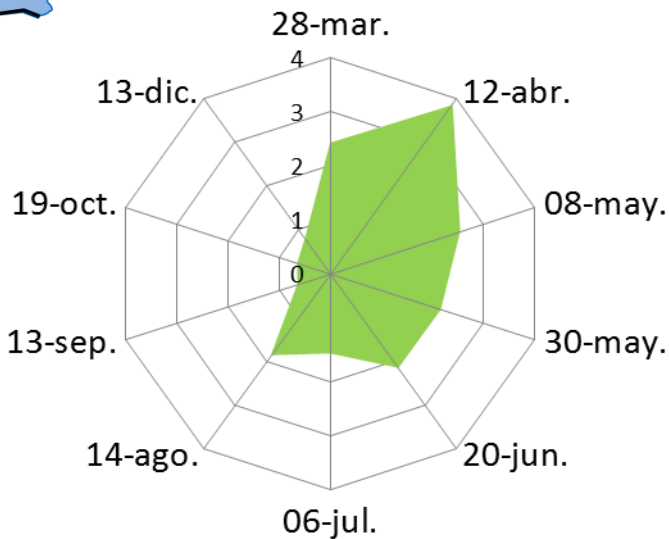
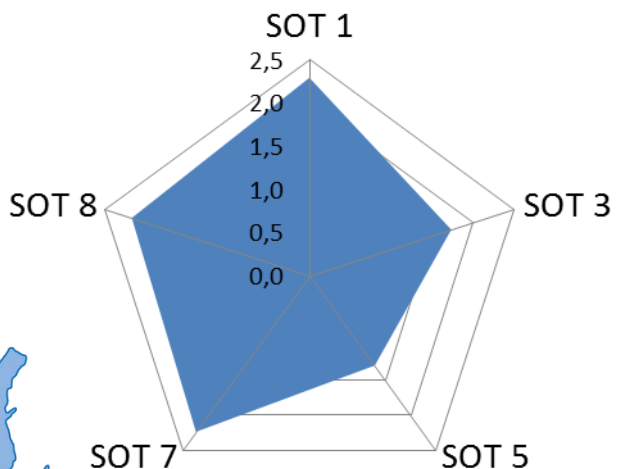
Resultados (Sotonera): transparencia del agua

La transparencia del agua guarda relación con los sólidos en suspensión y la densidad de plancton.

Los puntos con mayor profundidad media: SOT 1 (20,8 m), SOT 8 (18,1m) y SOT 7 (15,0 m) son los que presentan mayor transparencia del agua, mientras que los más someros: SOT 3 (13,5 m) y SOT 5 (7,2 m) son los de aguas más turbias.

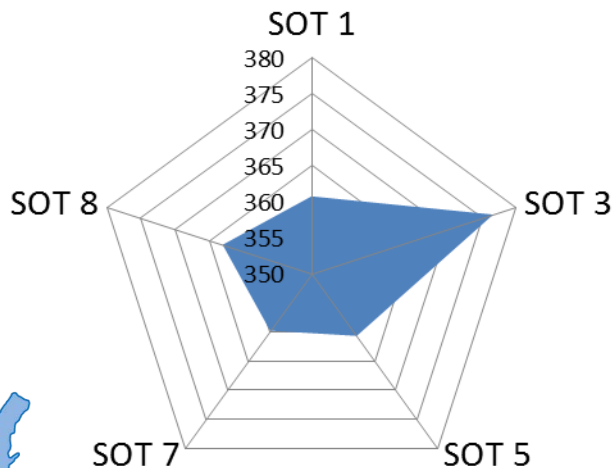
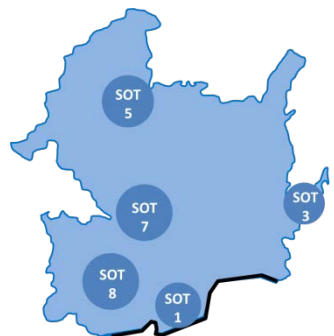
Además de la profundidad, el tipo de sustrato dominante en cada sector (resuspensión de sedimentos), influye en la transparencia.

Por campañas, abril fue la de aguas más transparentes. Las septiembre, octubre y diciembre (< 1 m) tuvieron la mayor turbidez (menor volumen de embalse y profundidad, más resuspensión de sedimentos y, quizás, mayor concentración algal).

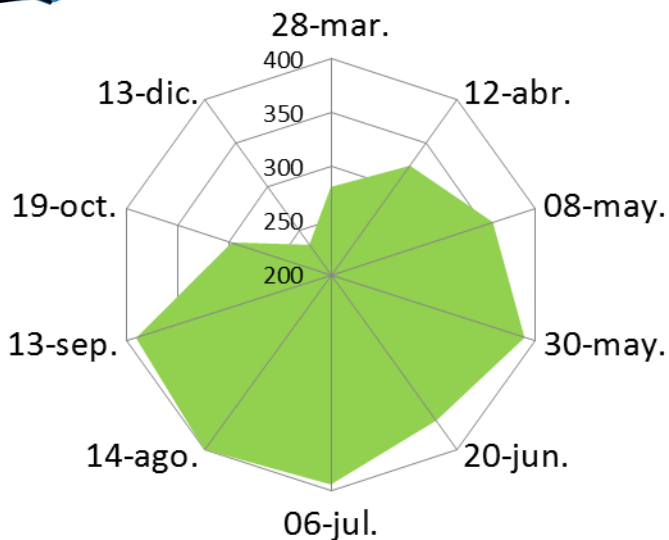




Resultados (Sotonera): contenido mineral



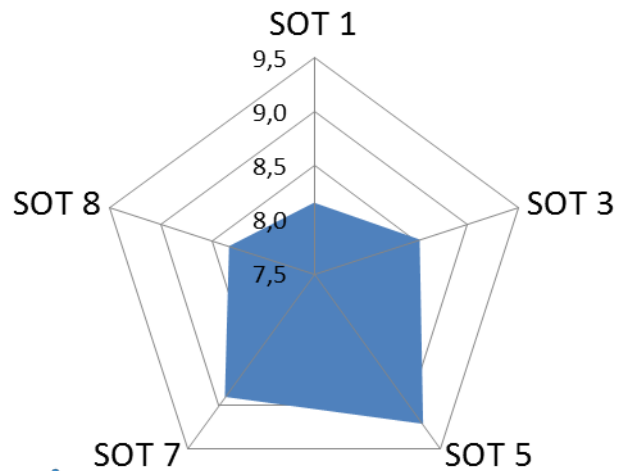
El sector SOT 3 presenta el valor medio más alto de conductividad eléctrica, lo que indica una mayor mineralización del agua quizás explicable por las aportaciones de escorrentía y el lavado de suelos circundantes, así como por una posible menor renovación del agua embalsada.



Por campañas, en los meses de verano es cuando el agua embalsada presenta un mayor contenido mineral, lo que quizás se deba a su mayor tiempo de residencia (balance hídrico, evaporación,...), así como a los procesos de mineralización de la materia orgánica producida en el embalse.

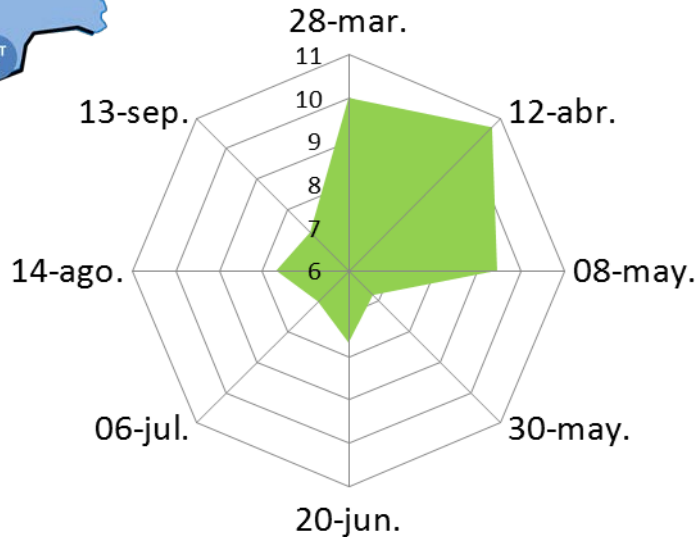


Resultados (Sotonera): oxígeno disuelto



Los puntos con mayor profundidad media: SOT 1 (20,8 m) y SOT 8 (18,1m) presentan la concentración media de oxígeno disuelto más baja, por el consumo en profundidad durante los meses de verano causado por la descomposición de la materia orgánica producida por el embalse.

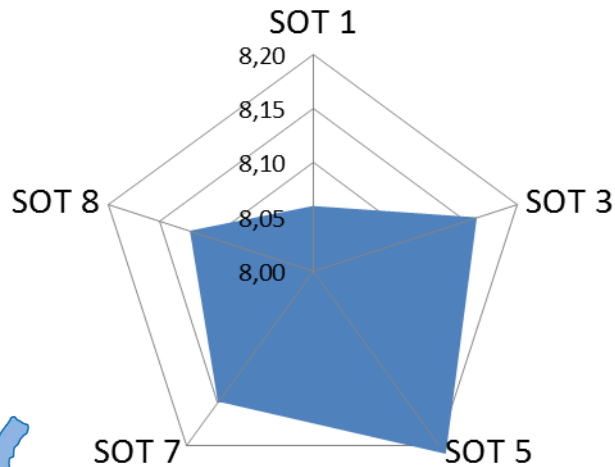
SOT 3 (13,5 m) presenta valores medios que no son bajos, lo que daría pie a pensar que existe una actividad algal notable. En SOT 5 se ha dado la concentración media más alta.



Las campañas de verano, por el consumo de oxígeno en el fondo, presentaron los valores más bajos. En las de aguas más frías (marzo, abril y diciembre) se dieron los valores más altos. Esto indica: (i) que La Sotonera es un embalse mesotrófico; y (ii) que la temperatura del agua gobierna la dinámica temporal del oxígeno disuelto, al menos con igual relevancia que las actividades de producción/descomposición de materia orgánica (autotrofia/heterotrofia).



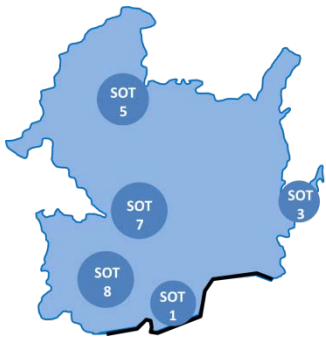
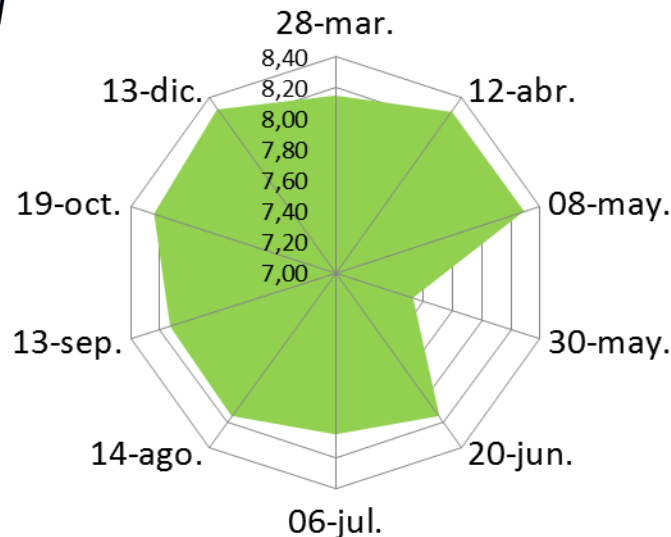
Resultados: pH del agua



El pH del agua se ha mantenido siempre, como era de esperar en el rango alcalino. El valor medio más alto se ha dado en SOT 5 (donde también se daba la concentración media más alta de oxígeno disuelto), lo que sugiere que en este punto es donde hay más actividad algal. El segundo valor medio más alto es en SOT 3, lo que concuerda con su mayor mineralización y la actividad algal.

Los puntos con mayor profundidad media: SOT 1 (20,8 m), SOT 8 (18,1m) y SOT 7 (15,0 m) son los que presentan el pH medio más bajo, por los valores de las aguas profundas (descomposición de materia orgánica).

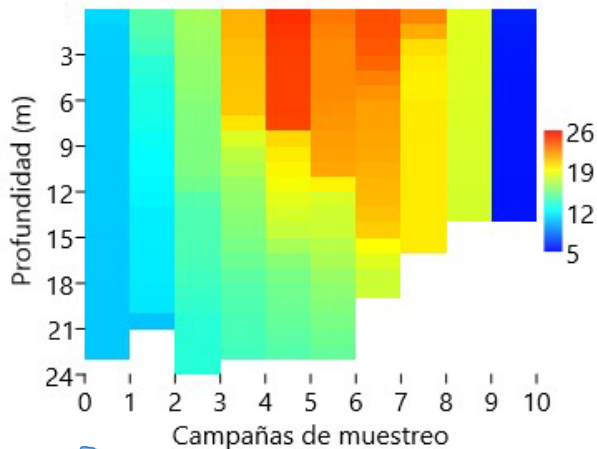
Por campañas, la de finales de mayo presentó un valor anómalamente bajo, poco explicable. Es posible que pueda deberse a algún error de calibración o de medición.



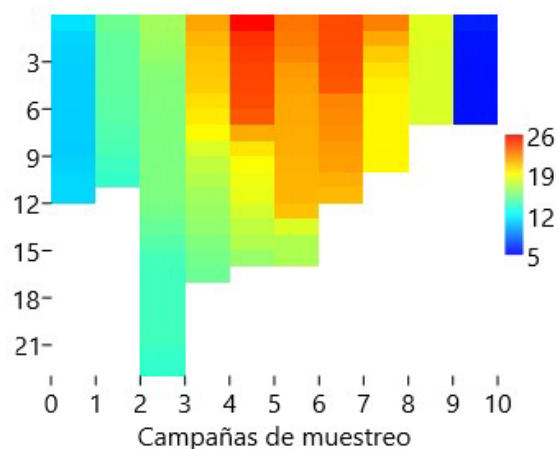


Resultados (Sotonera): ciclo térmico

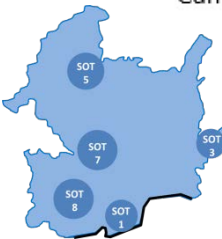
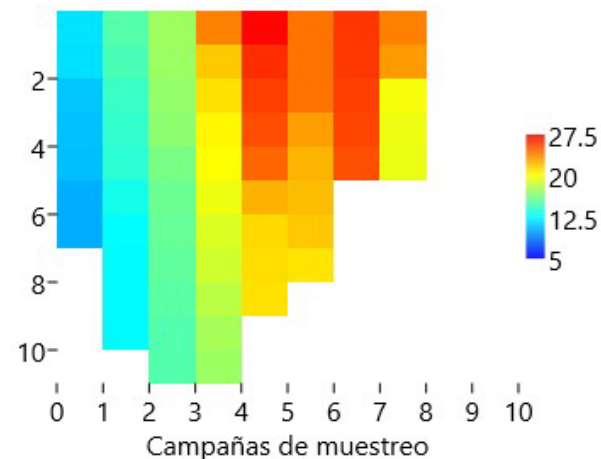
SOT 1 (Z = 19,0 m; 16,8 °C)



SOT 3 (Z = 12,1 m; 17,1 °C)

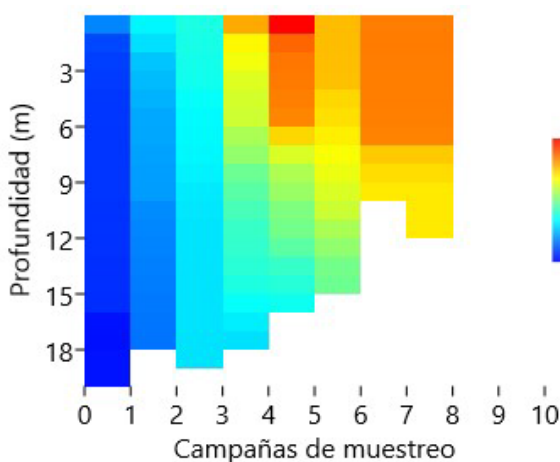


SOT 5 (Z = 5,4 m; 18,7 °C)

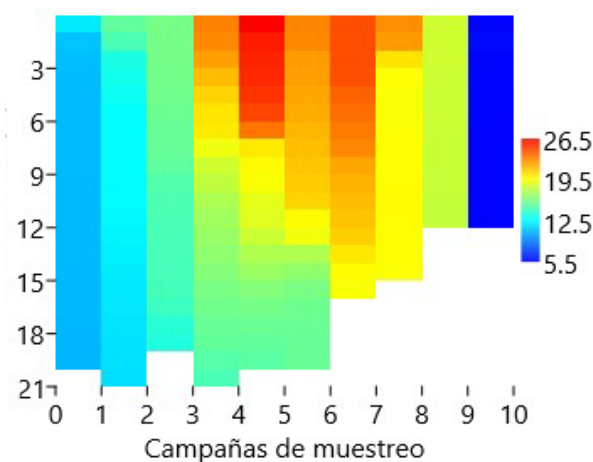


0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
28-mar	12-abr	08-may	30-may	20-jun	06-jul	24-ago	13-sep	19-oct	13-dic

SOT 7 (Z = 12,0 m; 17,5 °C)



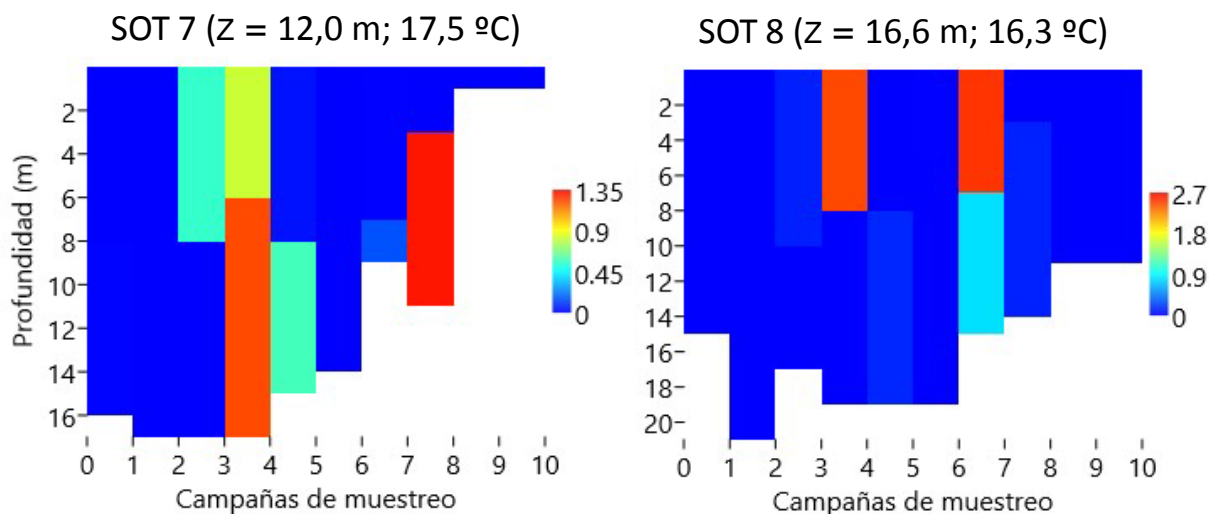
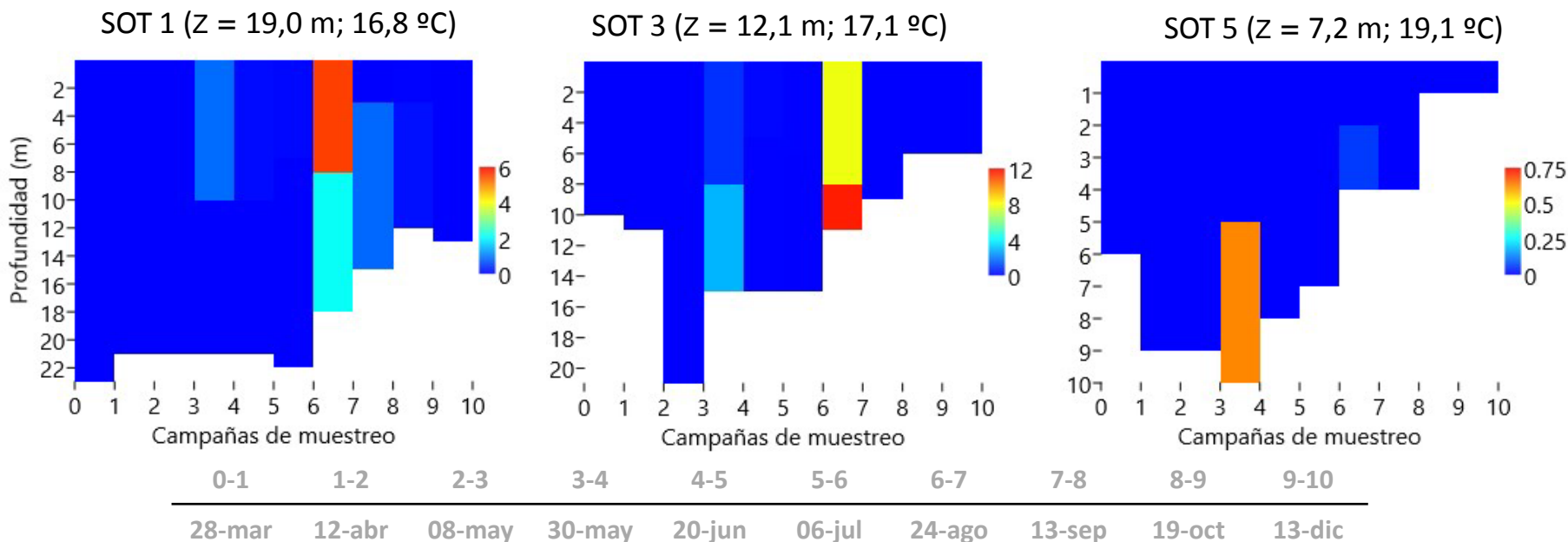
SOT 8 (Z = 16,6 m; 16,3 °C)



Hasta mayo la columna de agua del embalse está más o menos mezclada. En junio alcanzó la máxima estratificación térmica. En julio se enfrió ligeramente el agua, dando como resultado una menor estratificación. En agosto se volvió a estratificar.



Resultados (Sotonera): densidad de larvas



La mayor densidad de larvas (ind/litro) ocurrió en SOT 3 y la más baja en SOT 5.

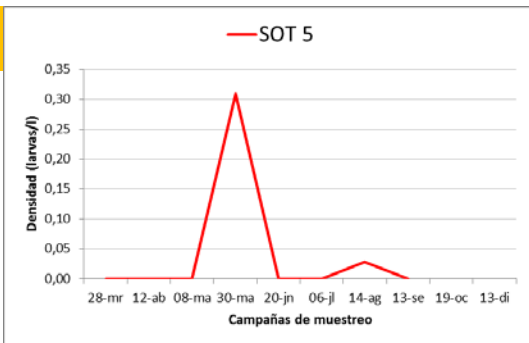
En SOT 3 hay un rango térmico óptimo para el mejillón cebra, mayor mineralización y notable actividad algal

Por campañas, se dio la mayor densidad en mayo (finales) y agosto, de forma clara.



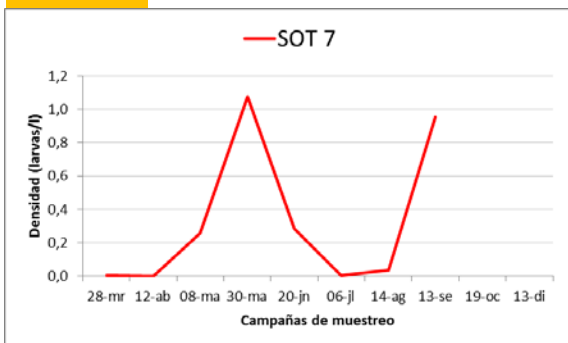
Resultados: densidad de larvas (PV)

1,6%

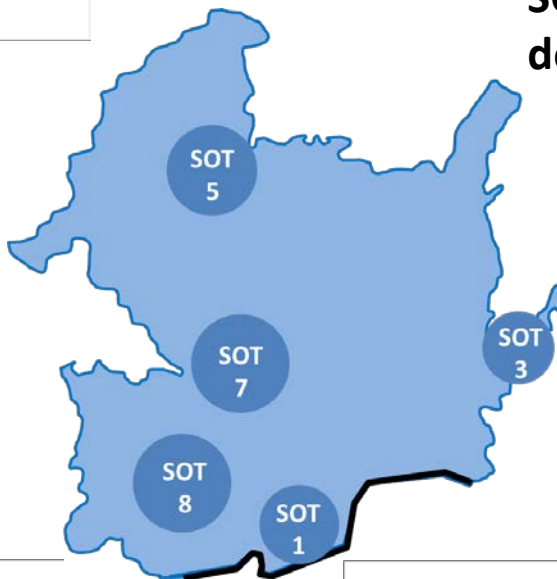


Los sectores SOT 1, SOT 3 y SOT 8 siguen un patrón temporal parecido. En SOT 7 se da un máximo en septiembre en lugar de agosto y en SOT 5 el máximo de mayo es mayor que el de agosto.

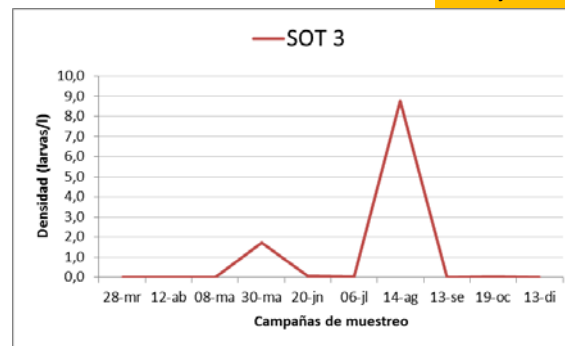
12,3%



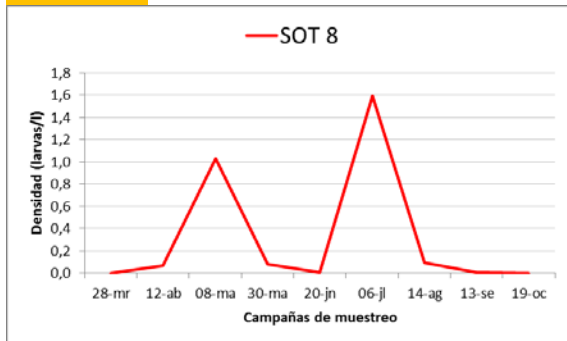
SOT 3 + SOT 1 aglutinan casi el 73% de la densidad larvaria.



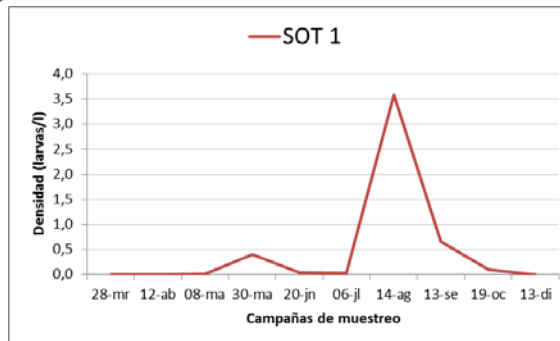
49,9%



13,5%



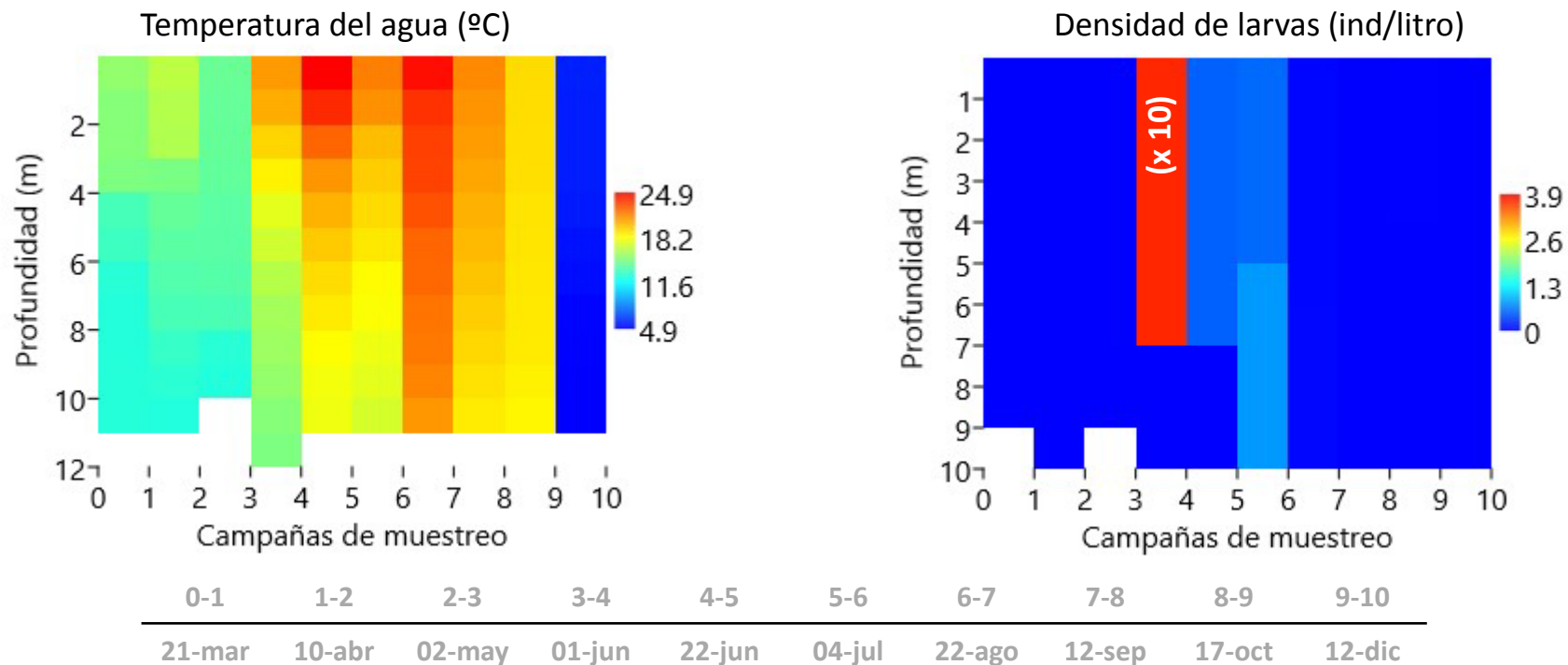
22,7%





Resultados (Torrollón): ciclo anual

TOR 1 (Z = 10,0 m; 16,5 °C)



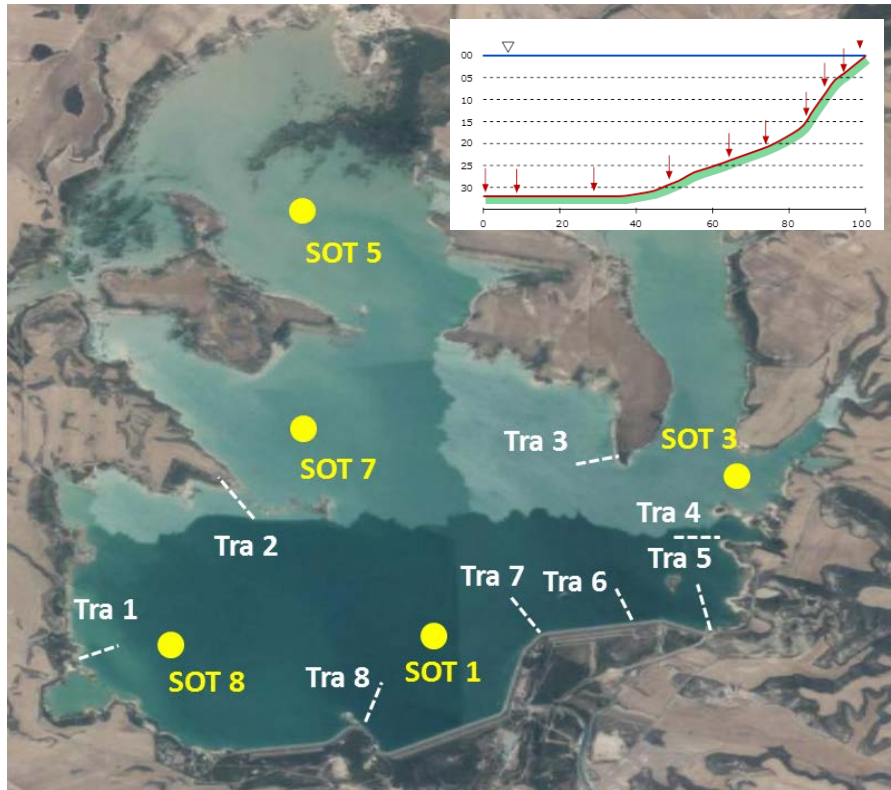
El ciclo térmico anual es homologable al del embalse de La Sotonera. Hasta mayo la columna de agua del embalse está más o menos mezclada. En junio alcanzó la máxima estratificación térmica. En julio se enfrió ligeramente el agua, dando como resultado una menor estratificación. En agosto se volvió a estratificar.

Por campañas, la densidad mayor se dio en mayo (finales), cuando se alcanzó una concentración muy alta de 37,1 larvas/litro. Se encontraron concentraciones apreciables (> 0,5 larvas/litro) en verano hasta la campaña de agosto. El resto del año no se encontraron larvas.



Distribución de adultos en los vasos de embalse

Para la determinación de la distribución espacial y la densidad de las poblaciones adultas en los vasos de embalse de La Sotonera y el Torrollón, se llevó a cabo un muestreo subacuático con la colaboración del GEAS de la Guardia Civil de Huesca a principios de septiembre de 2017.



En la Sotonera se realizaron 8 transectos (Tra) desde la orilla hacia el centro del embalse, en diferentes puntos del perímetro.

La distribución de densidad de los adultos no coincide del todo con la de las larvas.

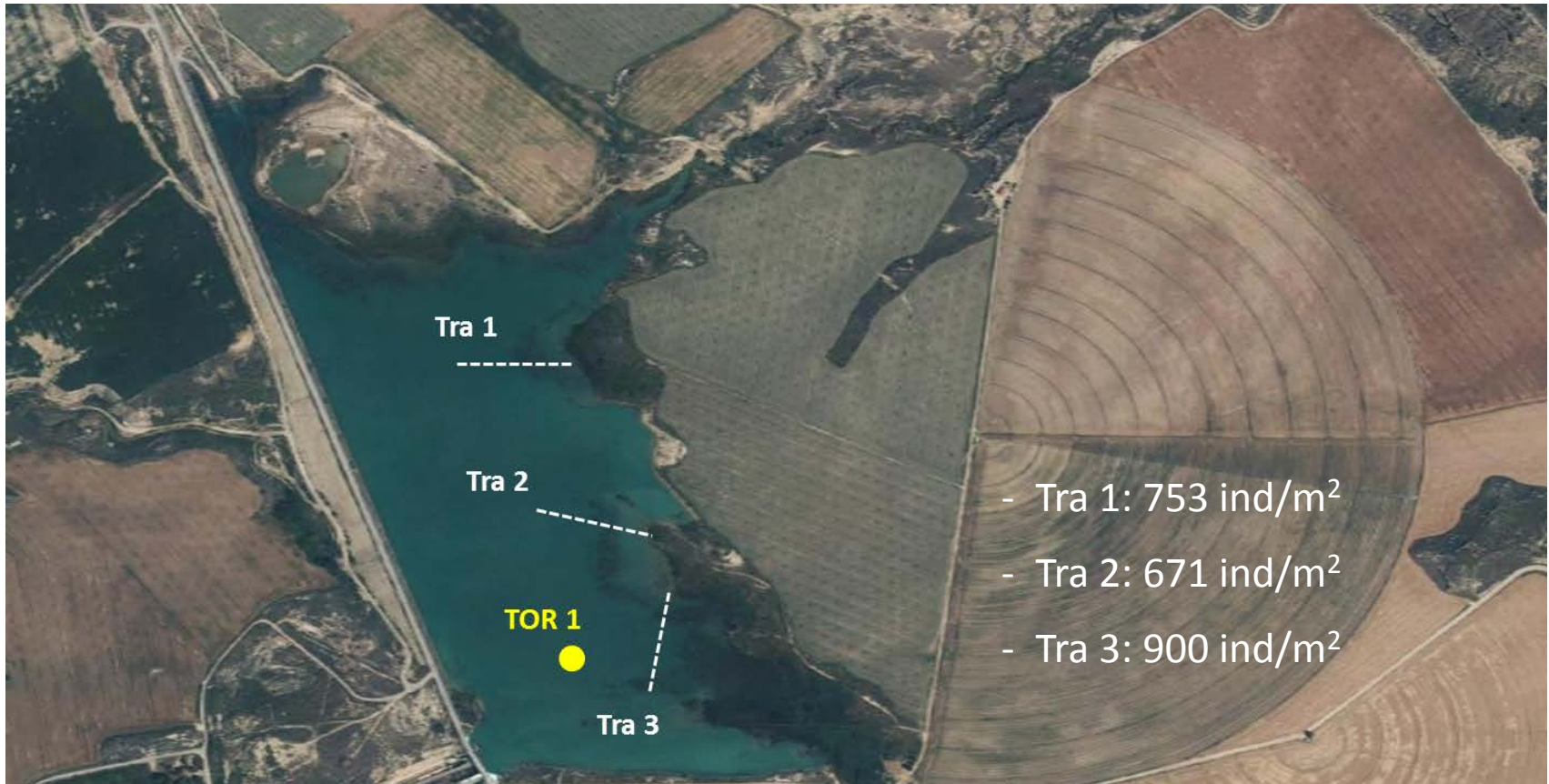
En el Tra 8 se encontró la máxima densidad de adultos (hasta 6.700 ind/m² entre 0-1 m, cerca del sector SOT 1 (22,7 % del total de larvas). En la zona de SOT 3 (49,9% del total de larvas), se situó el Tra 3 y se encontraron pocos adultos ya que a 2-3 m el sustrato era fango.

Es posible que la alta densidad de larvas en SOT 3 se produzca por acumulación (vientos dominantes,...) y baja renovación del agua, ya que el sustrato es fangoso y no permite zonas amplias colonizables por parte de los adultos.



Distribución de adultos en el vaso de embalse

En el embalse de el Torrollón se realizaron 3 transectos (Tra), también desde la orilla hacia el centro, en diferentes puntos del perímetro.



A igualdad de intervalo de profundidad muestreada (0-3 m), las densidades encontradas fueron muy similares en los 3 y transectos, lo que indica que la distribución de los adultos en el vaso de embalse, es bastante homogénea, allí donde el sustrato es duro.



Propuesta de gestión: eliminación de adultos

El objetivo era saber cuánta población de adultos se podía dejar fuera del agua en función de una determinada disminución del nivel de embalse. Para ello, se asignó a cada transecto un porcentaje de representatividad del perímetro del embalse y se estratificaron verticalmente las densidades metro a metro, mediante interpolación lineal.

En el embalse de la Sotonera se obtuvo que, rebajando la cota de embalse hasta la 409 y dejando expuesta a la desecación durante al menos 15 días toda la superficie perimetral emergida, se podría afectar a **un 35% de la población adulta de mejillón cebra** presente en el embalse. Si el descenso era hasta la cota 408 **el porcentaje afectado pasaría ser del 51%**.

Profundidad (m)	Densidad (indiv/m ²)	% densidad por estrato
0-1	85,2	18,68
1-2	75,8	16,62
2-3	69,7	15,28
3-4	54,9	12,04
4-5	46,0	10,09
5-6	36,9	8,09
6-7	28,2	6,19
7-8	19,8	4,34
8-9	15,8	3,47
9-10	11,9	2,60
10-11	7,9	1,73
11-12	4,0	0,87
12-13	0,0	0,00

Por debajo de la cota 401 la población adulta era muy residual. No pareció eficiente proponer un descenso de nivel que no afectara, al menos al 50% de la población actual residente.

En el embalse del Torrollón, descendiendo el nivel de agua hasta la cota 370 **se afectaría al 70%**. A la cota 369 **la afectación sería del 90%** y a la 367, **a prácticamente el 100%** de la población de adultos de mejillón cebra.



Propuesta de gestión: eliminación de adultos

Los resultados de esta medida de gestión de los niveles de embalse, se han podido comprobar en el seguimiento de los dos embalses durante el 2018 en base a datos de los 2 meses con mayor densidad de larvas (mayo y agosto) según el ciclo anual completo disponible del año 2017 para el embalse de la Sotonera.

La gestión de niveles llevada a cabo en el embalse de la Sotonera (SAIH-Ebro) ha sido la siguiente:

- Se bajó el nivel **por debajo de la cota 409 durante 97 días** (del 03/10/2017 al 08/01/2018)
- Dentro del periodo indicado anterior, se ha estado **por debajo de la cota 408** (afectación previsible a más del 51% de la población adulta) **durante 74 días** (entre el 13/10/2017 y el 26/12/2017).

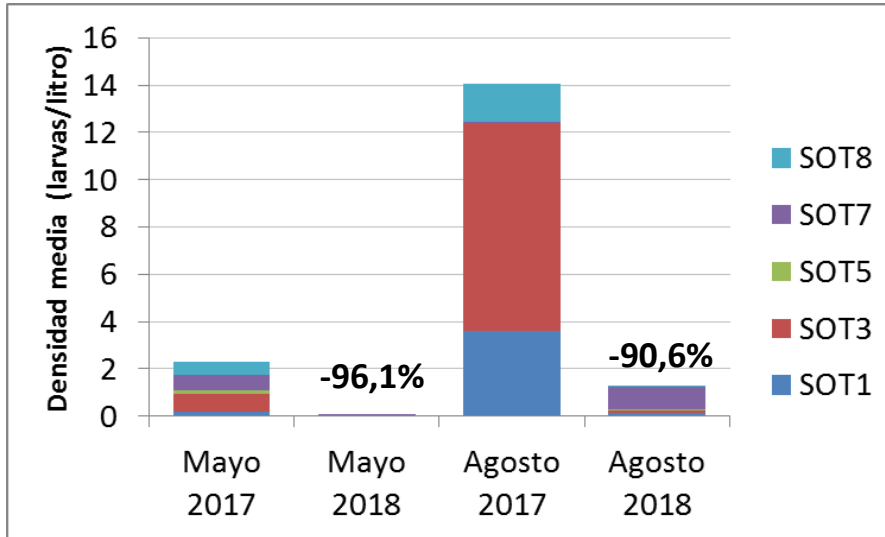
La gestión de niveles en el caso del embalse del Torrollón (según la misma fuente, SAIH-Ebro) ha sido la siguiente:

- Se ha estado **por debajo de la cota 373 durante 152 días** (entre el 18/12/2017 y el 19/05/2017).
- Se ha estado **por debajo de la cota 370** (afectación previsible al 70% de la población adulta) **durante 34 días** (del 09/04/2018 al 12/05/2018).

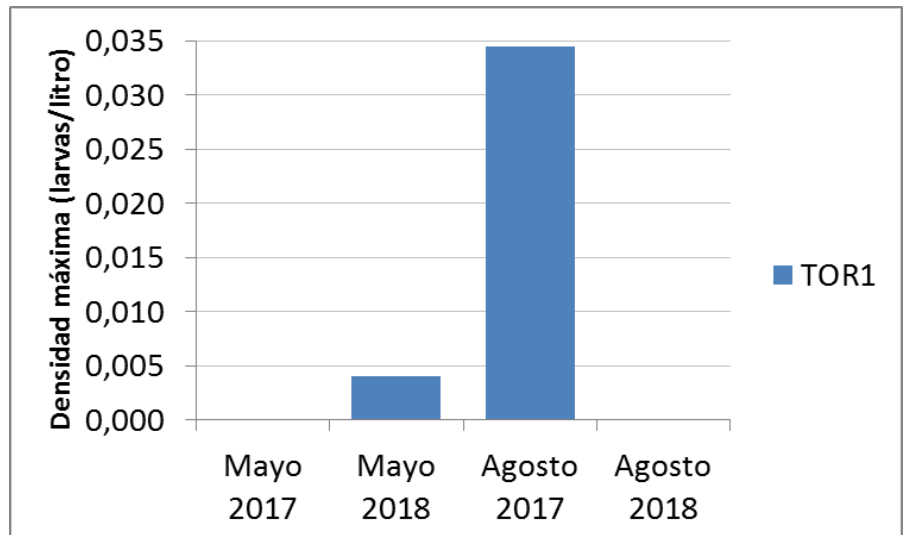
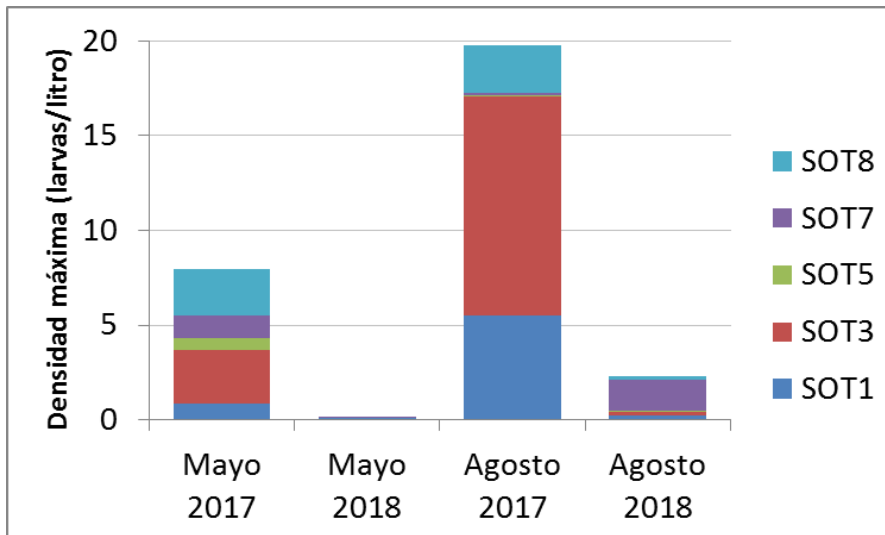
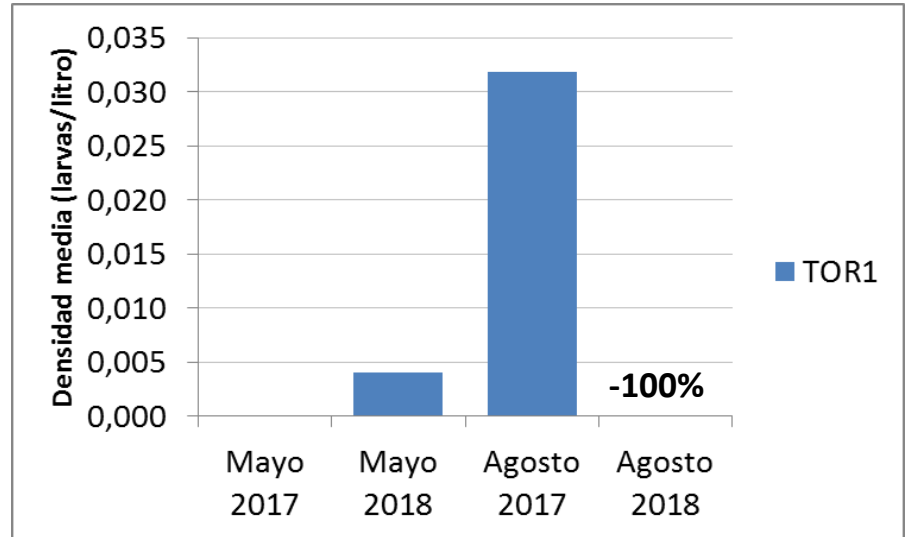


Resultados de la propuesta de gestión

EMBALSE DE LA SOTONERA



EMBALSE DEL TORROLLÓN





CONCLUSIONES (Sobre la gestión de niveles de embalse)

1. Los resultados no pueden considerarse concluyentes porque se basan solo en dos campañas de muestreo, pero debe tenerse en cuenta que son las dos épocas del año (mayo y agosto) con mayor presencia de larvas en el embalse de la Sotonera (en Torrollón el máximo se registro en junio).
2. Otros factores distintos a la gestión de los niveles de embalse podría haber intervenido en los resultados, fundamentalmente la temperatura y el tiempo de residencia del agua:

	Mayo 2017	Mayo 2018	Agosto 2017	Agosto 2018
Sotonera (SOT1+SOT3)	16,1°C	14,6°C	---	---
Sotonera (todo el embalse)	---	---	22,5°C	22,0°C
Torrollón	13,7°C	---	22,5°C	20,8°C

Teniendo en cuenta que la temperatura media atmosférica (estival) fue más alta en 2018 que en 2017, estas diferencias de temperatura del agua deben guardar relación con la tasa de renovación de los embalses que, probablemente, fueron mayores en 2018 (mayores aportaciones en la cuenca), con lo que una parte de la población larvaria pudo ser evacuada de los embalses.

En todo caso, las reducciones de densidad larvaria observadas son muy altas (> 90%) y permiten concluir que una combinación de descensos de nivel y aumentos de las tasas de renovación del agua embalsada, es muy eficaz en el control (que no erradicación) del mejillón cebrado en los embalses.



Gracias por su atención