

Efectos biológicos de los contaminantes de interés emergente en el medio marino

Juan Bellas

Instituto Español de Oceanografía – CSIC
Centro Oceanográfico de Vigo

“Contaminantes emergentes” vs “Contaminantes de interés emergente”

“Contaminantes de interés emergente”

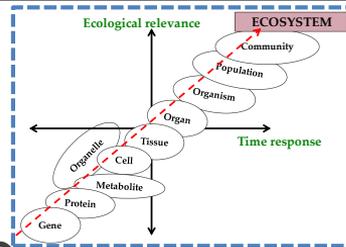
- No están regulados.
- No necesariamente nuevos productos químicos, pero su presencia e importancia se han convertido recientemente en motivo de evaluación.
- Se han “descubierto” recientemente en el ambiente (mejoras detección analítica).
- Pueden causar efectos nocivos a concentraciones ambientalmente relevantes.
- Todavía no se comprende del todo el riesgo que suponen para los seres humanos o la salud ambiental.



USEPA (2008) 'White paper'

Ecotoxicología: Marco conceptual

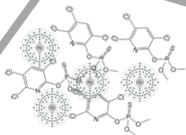
Nivel de organización biológica



Vía de exposición

Vía indirecta

Vía directa



Ingestión
(alimento)

Difusión
(superficies contacto)

BIODISPONIBLE

Difusión pasiva

ASIMILABLE

Absorción

Sistema digestivo

Sistema circulatorio

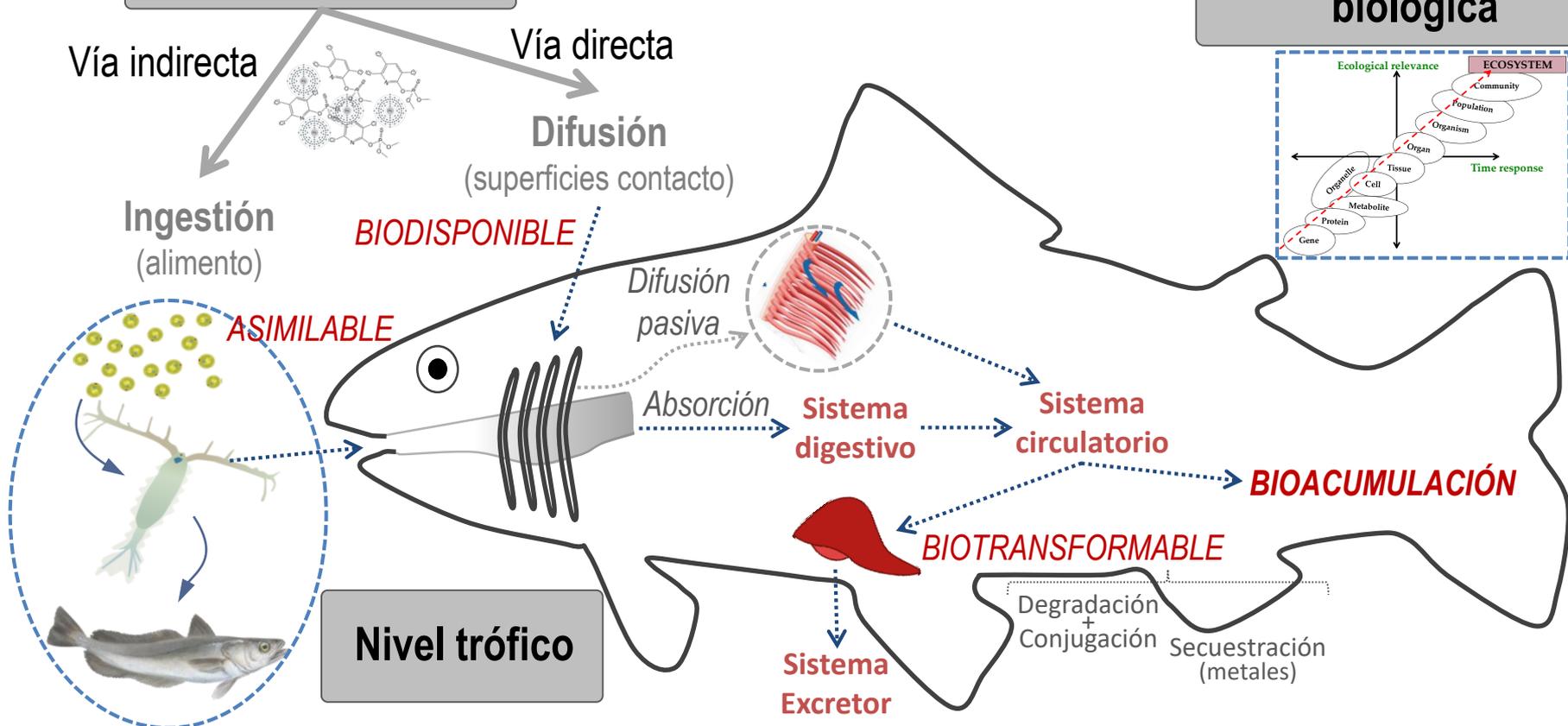
BIOACUMULACIÓN

BIOTRANSFORMABLE

Nivel trófico

Sistema Excretor

Degradación +
Conjugación
Secuestro (metales)



Evaluación de ecotoxicológica sustancias antifouling

Objetivos

ENFOQUE BASADO EN EL RIESGO

- Evaluación de la **toxicidad individual** y de **mezclas** de compuestos antifouling.
- Conceptos **Concentración-Adición (CA)** y **Acción Independiente (IA)** para describir la toxicidad de las mezclas.
- Evaluación del **riesgo potencial** para el ambiente marino.

Biofouling, 2005; 21 (5/6): 289–296



Toxicity assessment of the antifouling compound zinc pyrithione using early developmental stages of the ascidian *Ciona intestinalis*

JUAN BELLAS



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Science of the Total Environment 367 (2006) 573–585

Science of the Total Environment

An International Journal on Ecotoxicology and Environmental Chemistry

www.elsevier.com/locate/scitotenv

Comparative toxicity of alternative antifouling biocides on embryos and larvae of marine invertebrates

Juan Bellas*

Aquatic Toxicology 88 (2008) 308–315

Contents lists available at ScienceDirect

Aquatic Toxicology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquatox



Prediction and assessment of mixture toxicity of compounds in antifouling paints using the sea-urchin embryo-larval bioassay

Juan Bellas*

Departamento de Ecología e Bioloxía Animal, Universidade de Vigo, Estrada Colexio Universitario s/n, 36310 Vigo, Galicia, Spain

Bellas, J. (2005). Biofouling 21: 289-296.

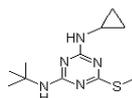
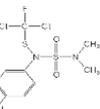
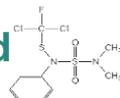
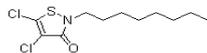
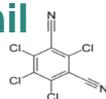
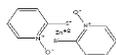
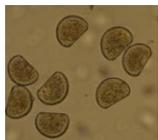
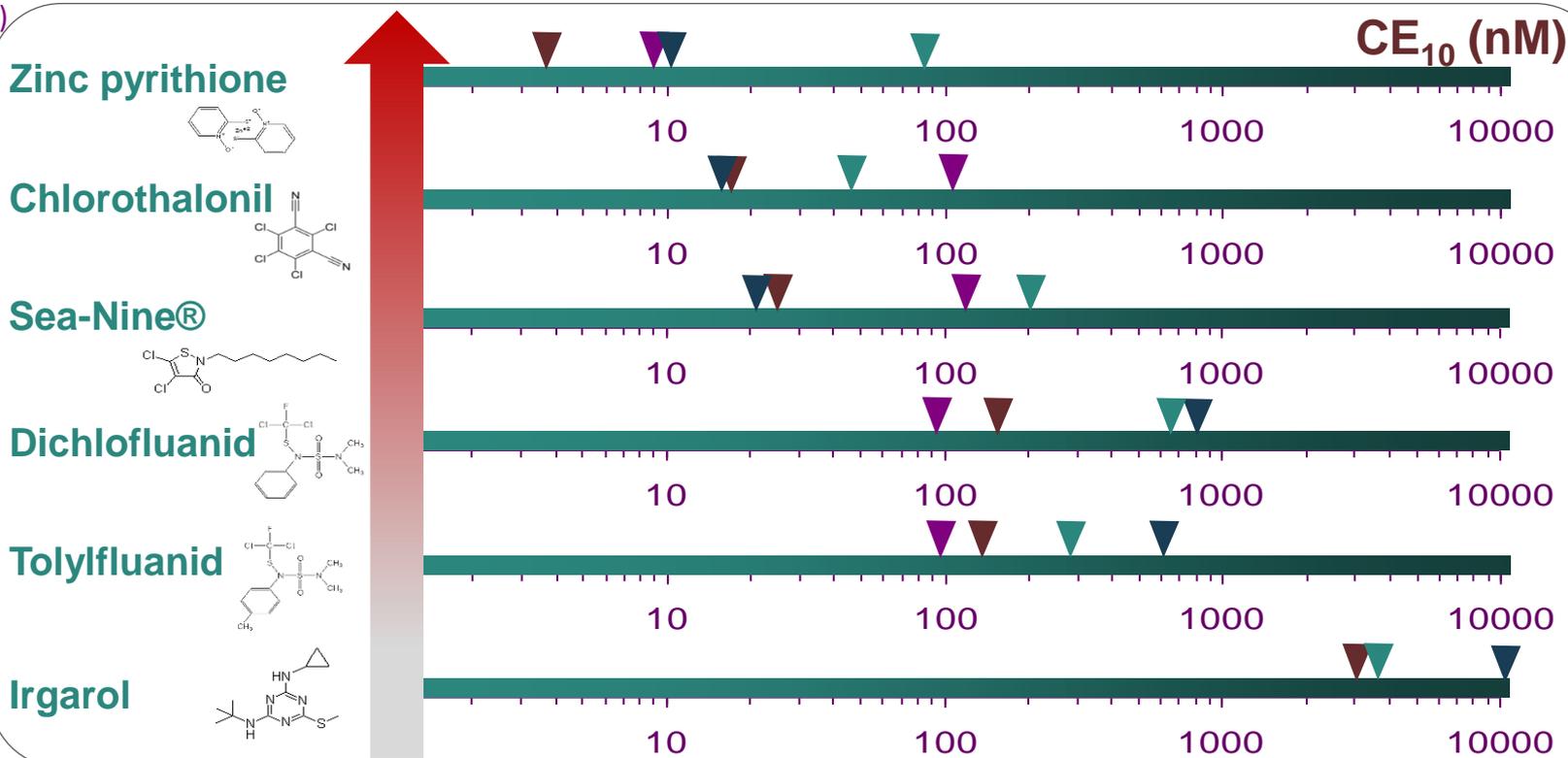
Bellas, J. (2006). Sci. Tot. Environ. 367: 573-585.

Bellas, J. (2008). Aquatic Toxicol. 88: 308-315.

Evaluación de ecotoxicológica sustancias antifouling

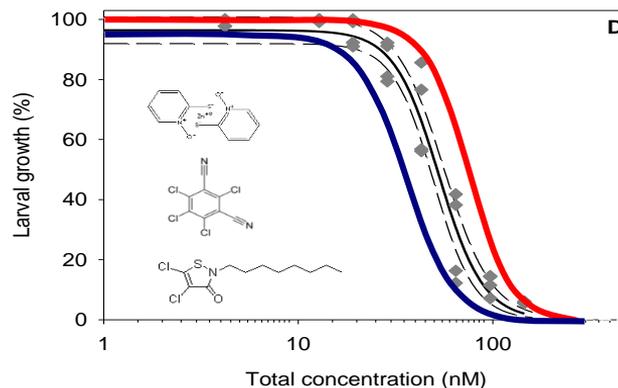
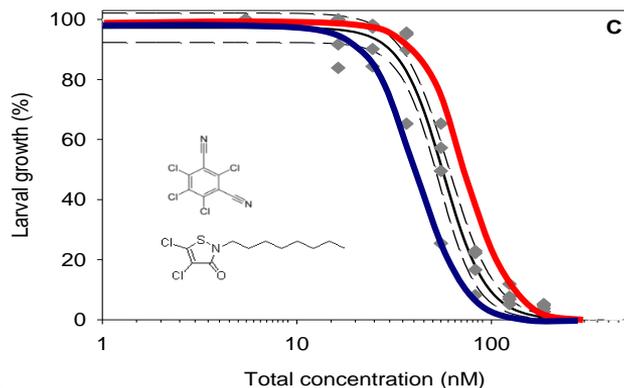
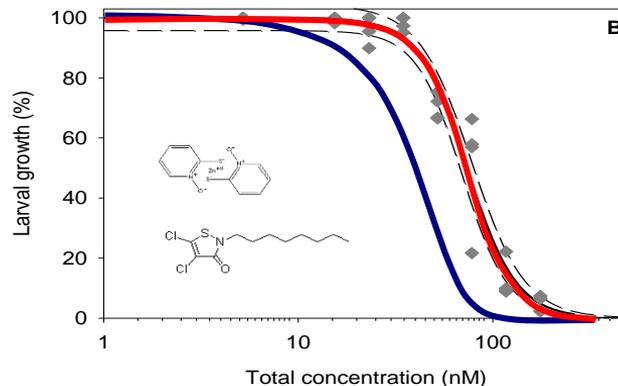
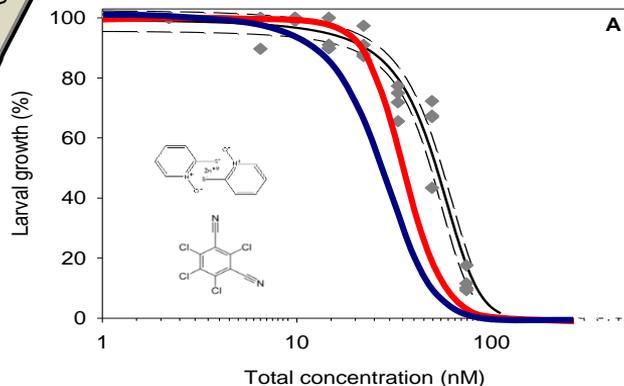
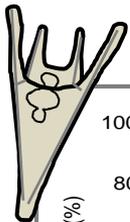
Toxicidad individual

- *Mytilus*
- *Paracentrotus*
- *Ciona* (embriogénesis)
- *Ciona* (fijación)

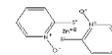


Evaluación de ecotoxicológica sustancias antifouling

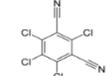
Toxicidad mezclas



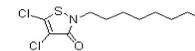
Zinc pyriothione



Chlorothalonil



Sea-Nine®



Concentración-adición (CA):

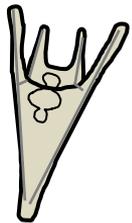
$$CE_{x\text{mix}} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{CE_{x_i}} \right)^{-1}$$

Acción-independiente (AI):

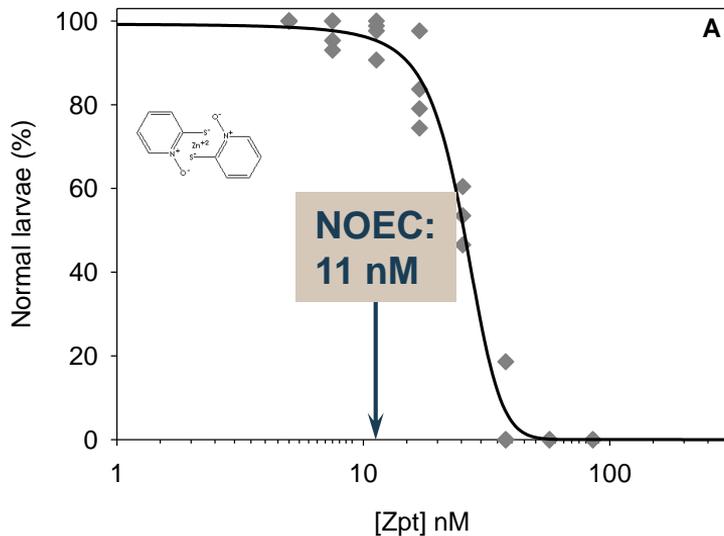
$$E(c_{\text{mix}}) = E(c_1 + \dots + c_n) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - E(c_i)]$$

Evaluación de ecotoxicológica sustancias antifouling

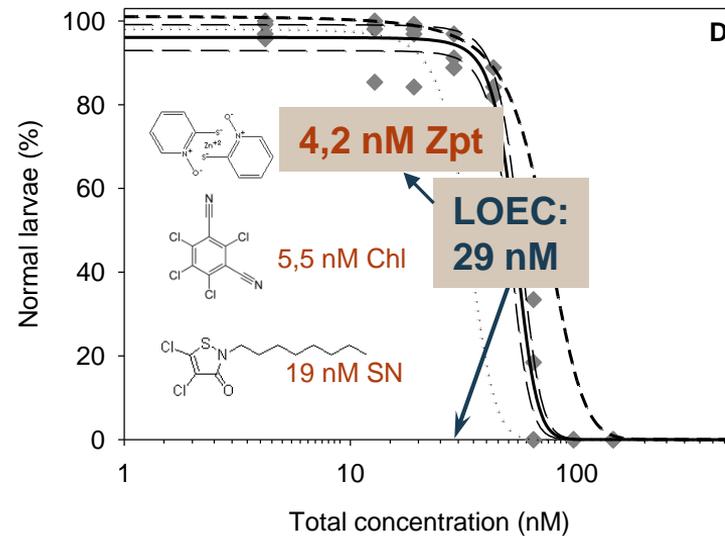
Toxicidad mezclas



Toxicidad individual



Mezcla



Evaluación de ecotoxicológica sustancias antifouling

Conclusiones

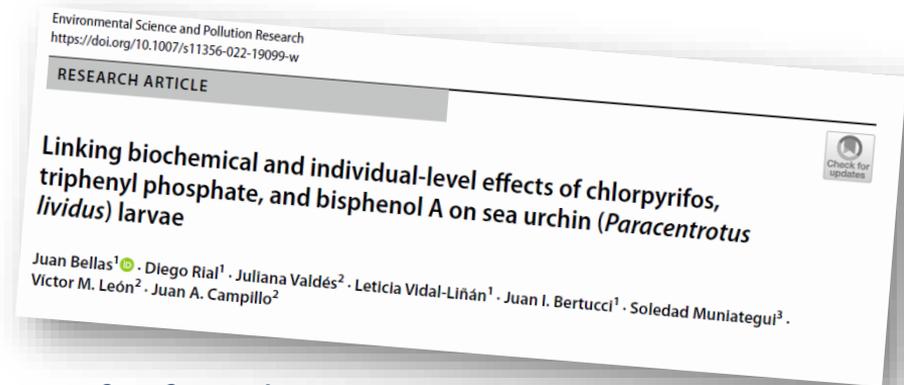
- CA y IA: mezcla **Zpt y clorotalonil: antagonismo**; mezcla **Zpt y Sea-Nine: modo de acción diferente**.
- **CA predice consistentemente mayor toxicidad que IA**; sin embargo, CA solo sobreestima la toxicidad de las mezclas por un factor de 1.6. Representa un **enfoque razonable** (*worst-case scenario*) para la evaluación de mezclas de compuestos antifouling.
- El **riesgo de las mezclas de compuestos antifouling es mayor** que el riesgo de cada sustancia individual.
- Se han de considerar las mezclas de contaminantes en el desarrollo de **criterios de calidad del agua**.

Evaluación de efectos a nivel molecular e individual

ENFOQUE MECANÍSTICO

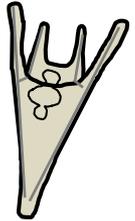
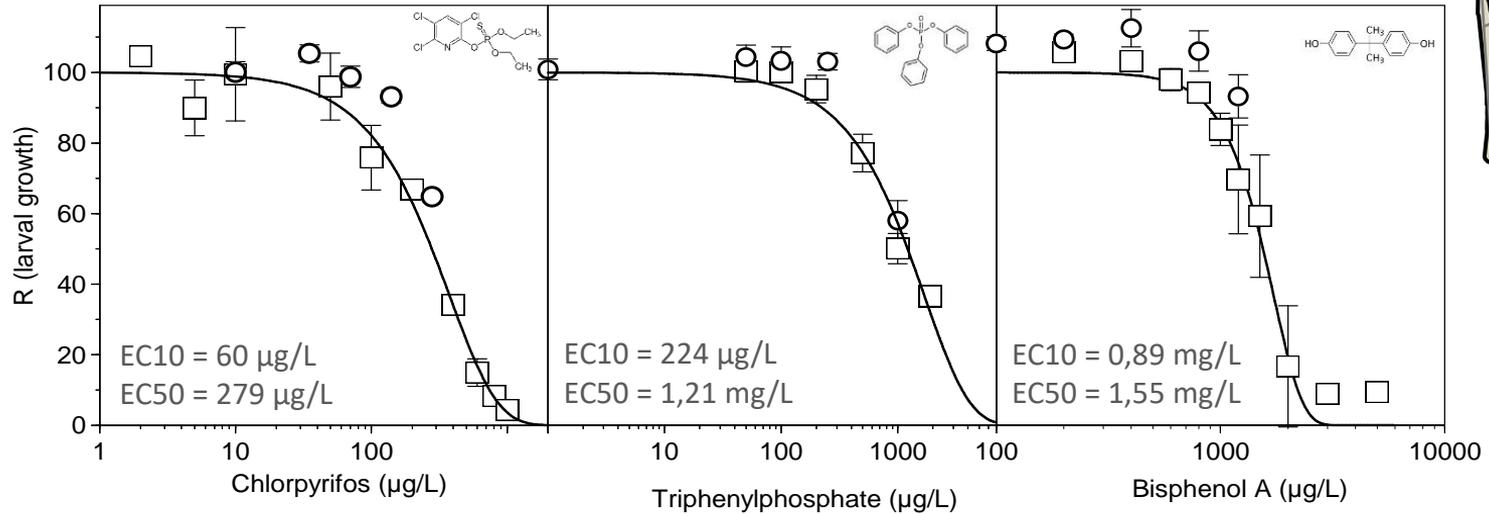
Objetivos

- Clorpirifós (CPF):** pesticida organofosforado.
Trifenil fosfato (TPHP): organofosforado, retardante de llama y plastificante.
Bisfenol A (BPA): disruptor endocrino, plastificante.
- Embriones y larvas del erizo de mar *Paracentrotus lividus*. Respuesta a nivel individual (crecimiento) y bioquímico (GR, CAT, GST, AChE).
- Comprender el modo de acción y establecer el significado ecológico de las respuestas bioquímicas.



Evaluación de efectos a nivel molecular e individual

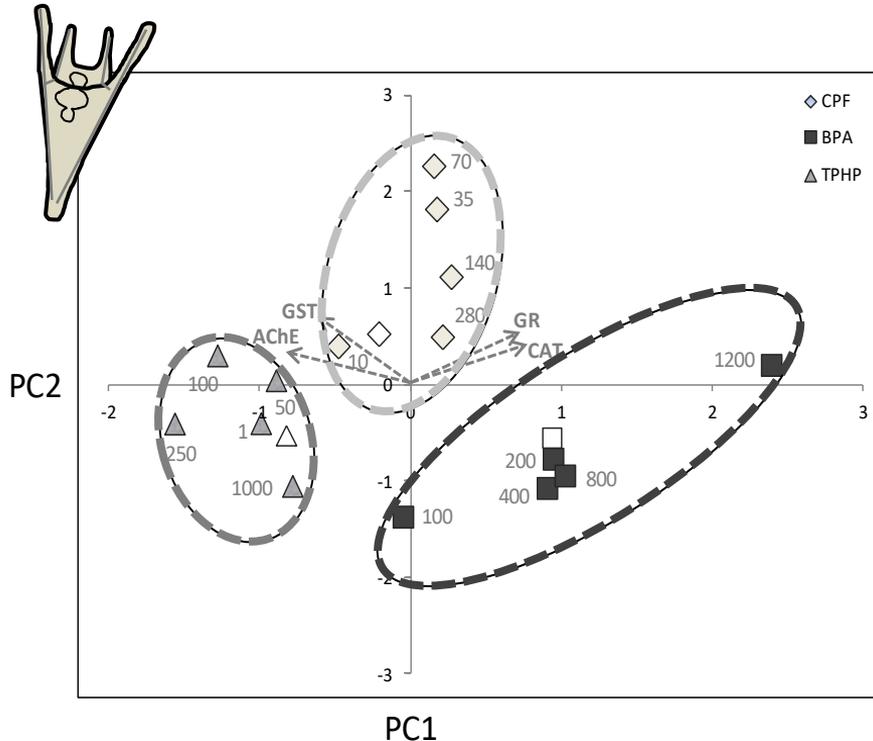
Efectos en el crecimiento larvario



Toxicidad: CPF > TPHP > BPA

Evaluación de efectos a nivel molecular e individual

Efectos a nivel bioquímico



○ CPF:

- Parte + del PC2 (↑ PC2 con CPF hasta 70 µg/L, y ↓ a 140 y 280 µg/l).
- Según variación GST y GR - papel **GST** en el **metabolismo** del CPF.

○ TPHP:

- Parte - de PC1 y PC2 (↑PC2 al ↑TPHP hasta 100 µg/L y ↓ a 250 y 1000 µg/L).
- Vinculado a ↓ de GST.

○ BPA:

- Parte + del PC1 y - del PC2.
- Vinculado a PC1 y PC2; se define por ↑ de GR y CAT y ↓ de AChE - **efecto neurotóxico** del BPA.

Evaluación de efectos a nivel molecular e individual

Conclusiones

- CPF, BPA y TPHP: disminución **crecimiento larvario**. Atribuible a daño oxidativo, modulación de la AChE, y/o reducción de la eficacia desintoxicante → Posibles implicaciones a nivel poblacional.
- CPF, BPA y TPHP: diferentes **patrones de respuesta** → diferente capacidad de producir ROS y activar mecanismos de defensa.
- Cambios en parámetros bioquímicos en las primeras fases de desarrollo puede ser relevante para la evaluación de la **mecanismos toxicidad** de los contaminantes; significado ecológico (relación crecimiento).
 - **Actividad GR**: biomarcador fiable de exposición a xenobióticos: primera señal de daño causado por contaminantes.
 - Papel de la **GST en el metabolismo del CPF**, pero no en el metabolismo de TPHP o BPA.
 - **BPA**: patrón de **inhibición de AChE** (neurotoxicidad). Interesante trabajos futuros con exposiciones crónicas.

Retos CECs

- Mejorar el *monitoring* y consolidar un sistema de **priorización** de contaminantes teniendo en cuenta lagunas de conocimiento.
- Adoptar un esquema de *monitoring* integral con **herramientas basadas en efectos biológicos**.
- Desarrollo de **normas de calidad ambiental** coherentes (EQS) para sustancias químicas y respuestas biológicas.
- **Consideración de las mezclas** en el desarrollo de criterios y normas de calidad ambiental.





INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

¡Gracias!