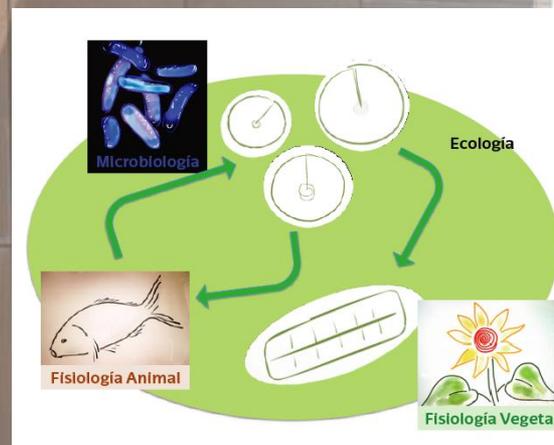


Evaluación del Impacto ambiental (EIA) de la localización de una estación depuradora de aguas residuales



Irrintzi Ibarrola

Estudio y evaluación del impacto ambiental de la ampliación y modernización de la EDAR existente o el establecimiento de una nueva EDAR

- Subproyecto EDAR-Ecología
- Subproyecto EDAR-Microbiología
- Subproyecto EDAR-Animal
- Subproyecto EDAR-Vegetal

OBJETIVO

Analizar la posible existencia de efectos diferenciales de las fracciones líquida y sólida de los efluentes EDAR sobre el balance energético de los organismos bentónicos.

Las premisas de este planteamiento experimental son las siguientes:

Los datos mostrados a continuación son un resumen de los resultados obtenidos en un conjunto de bioensayos realizados al objeto de evaluar el impacto de los vertidos de la EDAR sobre los organismos bentónicos del ecosistema fluvial.

Algunas sustancias tóxicas tales como hidrocarburos policíclicos aromáticos, metales pesados, bifeniles policlorados y esteroides se unen preferentemente a la fracción particulada o sólida de los efluentes EDAR. La sedimentación de estas partículas puede afectar de manera muy especial a los organismos que habitan los fondos fangosos del ecosistema fluvial y que se alimentan de las partículas en suspensión en la columna de agua.

Para los ensayos se seleccionó el bivalvo de agua dulce *Potomida littoralis*. Este molusco presenta una amplia distribución en la península ibérica y está presente en los fondos fangosos del Río Butrón. Se realizaron también ensayos de los efectos de los efluentes EDAR sobre el balance energético de alevines de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)



METODOLOGÍA

Ensayo con *Potomida littoralis*

Se recogieron 100 litros de efluente de una EDAR y en el laboratorio se llevó a cabo la separación de las fracciones sólida y líquida mediante centrifugación.

Los moluscos recogidos se dividieron en tres lotes (A, B y C).

La diferencia entre los lotes A, B y C consistió en los componentes que se utilizaron para confeccionar las dietas así como el agua en el que fueron mantenidos durante el periodo experimental:

Lote **A**: se utilizó como **control** y se utilizaron agua y partículas (de algas y sedimento) limpias.

Lote **B**: se utilizó, para analizar la toxicidad de la fracción **líquida** de los efluentes EDAR.

Lote **C**: se utilizó, para analizar la toxicidad de la fracción **sólida** de los efluentes EDAR.

Los individuos correspondientes a cada uno de los lotes se dividieron en cinco grupos y cada uno de ellos fue alimentado con una de las raciones (POM) que se indican a continuación: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 y 3,0 mg org l⁻¹.

Tras 10 días de alimentación, se determinó el balance energético de cada individuo.



METODOLOGÍA

Raciones de alimentación de cada lote (POM):
0,5; 1,0; 1,5; 2,0 y 3,0 mg org l⁻¹.

Duración del experimento: 10 días.

Determinaciones experimentales

Los parámetros medidos fueron:

Tasa de ingestión de materia orgánica (OIR: mg h⁻¹)

Eficiencia de absorción (AE)

Consumo de oxígeno VO₂ (ml O₂ h⁻¹)

Determinación de proteínas METALOTIONINAS.

Una vez finalizadas las determinaciones fisiológicas, los individuos alimentados con la ración alta (3.0 mg org l⁻¹) de todos los lotes (A, B y C) fueron diseccionados para la determinación de la concentración de metalotioninas en sus tejidos.



¿COMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

Bioensayos realizados con individuos de la especie *Potomida littoralis*.

Tamaño medio de los individuos: 1 g de Peso seco
 POM: concentración de materia orgánica particulada

LOTE A: Experimento **Control**
 (agua esterilizada)
 Dieta: células de *Chlamydomonas* y sedimento limpio calcinado

LOTE B: Experimento la **fracción líquida** de efluentes EDAR.
 Dieta células de *Chlamydomonas* y sedimento limpio calcinado

LOTE C: Experimento con la **fracción sólida** de efluentes EDAR.
 Dieta: células de *Chlamydomonas* y partículas de la fracción sólida de los efluentes EDAR

POM (mg/l)	OIR (mg/h)	AE	VO2 (ml/h)
0,5	0,74	0,66	0,339
0,5	0,85	0,67	0,360
0,5	0,79	0,64	0,351
0,5	0,5	0,65	0,295
0,5	0,94	0,61	0,367
1,0	2,54	0,64	0,917
1,0	2,19	0,69	0,700
1,0	1,76	0,63	0,544
1,0	2,34	0,63	0,684
1,0	2,12	0,62	0,573
1,5	3,43	0,64	1,278
1,5	2,5	0,59	0,877
1,5	3,25	0,6	0,773
1,5	3,43	0,69	1,446
1,5	3,11	0,61	0,962
2,0	3,55	0,59	0,946
2,0	3,67	0,55	0,877
2,0	4,1	0,54	0,989
2,0	3,44	0,53	0,795
2,0	2,91	0,53	0,739
3,0	4,1	0,56	1,028
3,0	3,62	0,5	0,799
3,0	3,73	0,56	0,939
3,0	3,55	0,57	0,909
3,0	3,32	0,54	0,862

POM (mg/l)	OIR (mg/h)	AE	VO2 (ml/h)
0,5	0,65	0,62	0,276
0,5	0,92	0,63	0,468
0,5	0,67	0,61	0,316
0,5	0,98	0,64	0,221
0,5	0,75	0,59	0,312
1	2	0,59	0,543
1	2,23	0,62	0,686
1	1,5	0,64	0,522
1	1,75	0,63	0,456
1	2,3	0,58	0,642
1,5	3,21	0,64	1,129
1,5	3,1	0,59	1,053
1,5	2,99	0,6	0,745
1,5	3,57	0,54	0,879
1,5	2,99	0,61	1,089
2	3,01	0,59	0,946
2	3,78	0,55	0,921
2	4,21	0,54	1,187
2	2,45	0,51	0,636
2	2,36	0,52	0,680
3	4,1	0,6	1,131
3	3,78	0,51	0,767
3	3,5	0,54	1,127
3	3,67	0,55	0,955
3	3,45	0,52	0,776

POM (mg/l)	OIR (mg/h)	AE	VO2 (ml/h)
0,5	0,75	0,6	0,363
0,5	0,71	0,54	0,356
0,5	0,59	0,52	0,331
0,5	0,82	0,49	0,401
0,5	0,75	0,5	0,373
1	0,98	0,4	0,394
1	1,21	0,45	0,416
1	1,1	0,44	0,441
1	1,09	0,46	0,406
1	1,23	0,45	0,338
1,5	1,41	0,41	0,466
1,5	1,45	0,35	0,446
1,5	1,32	0,37	0,336
1,5	1,26	0,54	0,409
1,5	1,09	0,45	0,365
2	1,24	0,45	0,405
2	1,54	0,37	0,392
2	1,42	0,39	0,288
2	1,49	0,42	0,336
2	1,23	0,45	0,513
3	1,53	0,33	0,333
3	1,56	0,35	0,309
3	1,4	0,4	0,257
3	1,32	0,32	0,460
3	1,61	0,29	0,331



¿COMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

CONCENTRACIÓN DE METALOTIIONINAS (nmol g ⁻¹) en <i>Potomida littoralis</i>	
Lote A (Control)	105 ± 21
Lote B (fracción líquida)	120 ± 34
Lote C (fracción sólida)	408 ± 59



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Potomida_littoralis_02_by-dpc.jpg#filelinks [Consulta 1/5/2015]



¿COMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

1. Calcule los valores de SFG correspondientes a las distintas raciones en los tres lotes de *Potomida littoralis*.
2. Identifique y discuta de que manera afectan las fracciones líquida y sólida de los efluentes EDAR a los distintos parámetros del componente energético de los bivalvos.
3. Haciendo uso de fuentes bibliográficas interprete el significado de los datos correspondientes a la concentración de metalotioninas



METODOLOGÍA

Ensayo con *Oncorhynchus mykiss*

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en una serie de experimentos y bioensayos de laboratorio. En estos experimentos se ha analizado el efecto de los efluentes de una estación de depuración de aguas residuales (EDAR) sobre el balance energético de alevines de trucha (*Oncorhynchus mykiss*).



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rainbow_trout_fishes_underwater_oncorhynchus_mykiss.jpg. Consulta [1/5/2015]



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

Parámetros determinados:

- Peso vivo (fresco), peso seco, peso de cenizas, y el peso de proteínas, carbohidratos y lípidos.

A partir de los datos puede calcularse el porcentaje de hidratación, así como el contenido energético de los tejidos.

- Determinación de consumo de oxígeno y tasa de absorción en individuos de distinto tamaño.

Se trata de calcular los exponentes de masa de las relaciones alométricas de la tasa metabólica y tasa de alimentación de la trucha.



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

Análisis de hidratación y composición bioquímica de alevines de trucha *Oncorhynchus mykiss* (EXP A)

W L (mg)	W Dry (mg)	W cen (mg)	Prot (%)	Carb (%)	Lip (%)
3540	700	72	0,75	0,176	0,074
2988	591	67	0,743	0,145	0,112
3673	732	75	0,771	0,132	0,097
4567	913	104	0,734	0,152	0,114
3549	715	72	0,758	0,167	0,075
3457	680	70	0,765	0,172	0,063
4219	850	89	0,746	0,156	0,098
4290	865	105	0,762	0,154	0,084
3670	720	69	0,782	0,112	0,106
4230	845	89	0,745	0,139	0,116

Contenido energético de proteínas: 21 J/mg
 Contenido energético de carbohidratos: 17 J/mg
 Contenido energético de lípidos: 39 J/mg

WL (mg): peso vivo (mg)

W Dry (mg): peso seco tras 48 h en estufa de desecación a 100°C

W Cen (mg): peso remanente tras calcinación a 450°C, 8 horas en horno mufla.

% Prot, % Carb y % Lip determinados mediante métodos colorimétricos convencionales.



Relación alométrica de la tasa metabólica y de absorción en alevines de trucha *Oncorhynchus mykiss* (EXP B).

¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

W L (g)	VO ₂ (ml O ₂ /h)	A (mg/d)
0,5	0,204	9,0
0,4	0,13	5,5
0,5	0,19	7,0
0,9	0,157	5,6
0,9	0,279	11,0
1	0,256	8,9
1,6	0,48	15,3
1,5	0,45	20,8
1,7	0,651	19,0
2,1	0,581	31,2
2,2	0,432	18,2
3	0,91	24,1
3,5	0,775	35,7
4,1	0,765	25,5
4,1	0,734	41,0
5,1	1,229	35,2
5	1,134	43,4
11	3,207	90,7
12	1,987	70,2
10	1,999	40,5
16	2,987	125,6
20	2,567	115,9
22	5,234	74,8
30	5,876	145,8
35	4,56	183,9
42	8,02	175,1
43	6,265	134,2
45	5,271	200,1
85	7,89	216,0
95	16,456	299,0
92	10,89	302,0
125	17,678	370,1
200	26,981	340,0
201	20,987	654,0
243	27,871	623,0



METODOLOGÍA

Experimentos de **determinación de los componentes fisiológicos del balance energético** en alevines de trucha expuestos durante 3 días (efecto agudo) y 20 días (efecto crónico) a efluentes de EDAR sometidos a distinto grado de dilución.

Durante el experimento los animales eran alimentados con pienso comercial servido en raciones diarias equivalente al 7% del peso seco del individuo.

El contenido energético del pienso era de 20 J/mg.

Se muestra:

- la cantidad de alimento suministrado diariamente (ALM: mg d^{-1})
- la cantidad de alimento no ingerido (NI: mg d^{-1})
- producción diaria de heces (F: mg d^{-1})
- el consumo de oxígeno (VO_2 : $\text{ml O}_2 \text{ h}^{-1}$)
- el peso vivo (WL: mg) de los alevines.



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

EFFECTO AGUDO:

3 días de exposición DE LOS EFLUENTES DE EDAR SOBRE EL BALANCE ENERGÉTICO DE JUVENILES DE TRUCHA

Individuo	Efluente (%)	WL (mg)	ALM (mg/d)	NI (mg/d)	F (mg/d)	VO ₂ (ml O ₂ /h)
1	0	2145	30	0	6,2	0,536
2	0	3569	50	0	11	0,892
3	0	3129	42	0	9	0,782
4	10	2764	39	0	8	0,691
5	10	4237	60	0	12,5	1,059
6	10	4083	57	0	11,7	1,021
7	20	3699	52	0	11	0,925
8	20	3422	48	0	9	0,856
9	20	2786	39	0	8,2	0,697
10	30	3459	48	0	9,6	0,865
11	30	3923	55	0	12	0,981
12	30	2345	34	0	7,5	0,586
13	40	4001	56	0	12	1,000
14	40	3956	53	0	14	0,989
15	40	3452	50	2	14	0,863
16	50	4921	70	0	18	1,458
17	50	2145	30	2	8	0,417
18	50	4812	65	0	16	1,354
19	60	3982	55	3	15	0,996
20	60	2865	40	0	12	0,716
21	60	2956	41	2	13	0,739
22	70	3002	43	2	14	0,751
23	70	3721	52	4	15	0,930
24	70	2988	40	4	13	0,747
25	80	4533	60	5	19	1,133
26	80	4365	63	5	20	1,091
27	80	3247	47	4	14	0,812
28	90	3091	43	5	15	0,773
29	90	3876	54	6	18	0,969
30	90	4187	58	3	22	1,047
31	100	2996	42	7	15	0,749
32	100	4500	63	8	24	1,125
33	100	3291	46	4	19	0,823



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

EFEECTO CRÓNICO:

20 días de exposición DE LOS EFLUENTES DE EDAR SOBRE EL BALANCE ENERGÉTICO DE JUVENILES DE TRUCHA

Individuo	Efluente (%)	WL (mg)	ALM (mg/d)	NI (mg/d)	F (mg/d)	VO ₂ (ml O ₂ /h)
1	0	3157	44	0	9	0,789
2	0	5197	73	0	17	1,299
3	0	4446	62	0	13	1,112
4	10	4098	57	0	12	1,127
5	10	6175	86	0	17	1,698
6	10	6001	84	0	17	1,650
7	20	5224	73	5	14	1,567
8	20	4900	69	3	12	1,593
9	20	3742	52	0	11	1,083
10	30	4450	62	2	12	1,522
11	30	4867	68	3	14	1,537
12	30	3048	43	1	9	0,962
13	40	4680	66	4	13	1,601
14	40	4465	63	5	15	1,645
15	40	3849	54	0	16	1,418
16	50	4729	66	3	16	1,727
17	50	2115	30	5	7	0,891
18	50	4622	65	4	15	1,947
19	60	3490	49	5	13	1,372
20	60	2504	35	3	10	1,126
21	60	2596	36	2	11	1,094
22	70	2172	30	3	9	1,034
23	70	2711	38	4	11	1,371
24	70	2313	32	2	11	1,101
25	80	3123	44	7	13	1,580
26	80	2748	38	5	11	1,309
27	80	1987	28	4	8	1,005
28	90	1904	27	6	8	1,020
29	90	2075	29	5	9	1,248
30	90	2155	30	5	10	1,228
31	100	1627	23	3	9	0,978
32	100	2092	29	6	10	1,324
33	100	1410	20	4	7	0,758



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

Calcular:

- a) Las tasas de ingestión y absorción estandarizadas a un tamaño común (tamaño medio de la muestra).
- b) La eficiencia de absorción del alimento. La tasa metabólica asumiendo un coef. oxalórico de $20 \text{ J ml}^{-1} \text{ O}_2$ estandarizada a tamaño.
- c) El excedente energético para el crecimiento (SFG) estandarizado a tamaño común.

Identificar los posibles efectos de los efluentes EDAR sobre los distintos parámetros estandarizados del balance energético tanto en la exposición aguda como crónica.

Cuantificar el efecto de los efluentes sobre la capacidad de crecimiento y reproducción.

Calcular la tasa de crecimiento real (en J d^{-1}) de los individuos experimentales utilizando para ello el contenido energético medio determinado en el experimento preliminar.

Discutir la validez del *scope for growth (SFG)* como indicador de crecimiento.



METODOLOGÍA

Resultados de variación de las concentraciones plásmaticas de a) **Cortisol**, b) **Lactato** y c) **Glucosa** durante el periodo de exposición a cuatro niveles de dilución de efluentes EDAR: 0% (control), 20%, 60% y 100%.

Hacer una interpretación de los resultados acudiendo a fuentes bibliográficas.



¿CÓMO PRESENTAR LOS RESULTADOS PARA SU ANÁLISIS?

RESPUESTA NEUROENDOCRINA A LA CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES EDAR en alevines de trucha *Oncorhynchus mykiss*.

Condición		CORTISOL (ng/ml)	GLUCOSA (mM)	LACTATO (mM)
Control (0%)	media	9,3	3,0	0,4
	desviación estándar	1,2	0,2	0,01
Efluente 20%	media	9,5	2,9	0,4
	desviación estándar	1,1	0,2	0,01
Efluente 60%	media	29,2	3,7	0,9
	desviación estándar	6,2	0,5	0,05
Efluente 100%	media	42,9	4	1,4
	desviación estándar	6,9	0,2	0,03

El análisis se ha realizado en n = 5 individuos mantenidos durante 20 días en las condiciones mencionadas y alimentados con una ración idéntica a la utilizada en el bioensayo. Al final del periodo se extrae plasma sanguíneo para determinar los niveles de cortisol (métodos de radioinmunoensayo) así como de glucosa y lactato con kits comerciales.



Cuestiones

1. ¿Considera que el vertido de las aguas residuales de la depuradora afecta a las poblaciones de peces autóctonas?. Justifique la respuesta ¿De qué manera? ¿Es un efecto directo y/o indirecto, a través del cambio de otro parámetro?.
2. ¿Considera suficientes los parámetros analizados en el subproyecto EDAR-AMBIENTAL para evaluar el impacto ambiental sobre los organismos acuáticos?. Razone la respuesta. En caso de respuesta negativa sugiera otro(s) parámetros (s) que sería interesante, especificando el porqué.
3. ¿Considera que la ubicación de la EDAR afecta a la posible utilización de esas aguas para el desarrollo económico de la zona?, por ejemplo: implantación de una piscifactoría, mantenimiento de una zona de ocio (zona de baños, etc)