



## **Informe Anatomopatológico mortalidades de Peces Asociado a Río cruces Valdivia.**

**Dr. Ariel Valenzuela S**  
**Med. Vet. Francisco Yáñez L.**

Laboratorio de Piscicultura y Patología  
Acuática Depto. de Oceanografía  
Fac. Cs. Naturales y Oceanográficas

**Dr. Marco Salamanca O.**

Laboratorio de Oceanografía Química,  
Depto. de Oceanografía  
Fac. Cs. Naturales y Oceanográficas

**Concepción 07 de abril de 2014**



**Entidad solicitante:** Arauco S.A

**Tipos de muestras y análisis:** Peces muertos recolectados en Río Cruces-Valdivia, análisis Necropsias y envío de tejido muscular a Laboratorio de Oceanografía Química para análisis de residuos.

### **Descripción de las muestras**

Se realizó estudio macroscópico postmortem a peces provenientes del Río Cruces en Valdivia (ver Figura 1 y Tabla 1), en cercanías de la planta de celulosa perteneciente a Arauco S.A. Las muestras fueron entregadas por el Sr. Leonardo Rosenberg, del Laboratorio de Oceanografía Química del Depto. de Oceanografía. Se recepcionó 3 bolsas con peces, dos de las cuales estaban congeladas.

Las bolsas contenían los rótulos de:

**Bolsa 1:** E-2 de 19/01/14 (congelada)

**Organismos:** *Salmo trutta* (trucha café), *Percilia gillisi* (carmelitas) y *Trichomycterus sp.* (bagre).

**Bolsa 2:** E-2 de 20/01/14

**Organismos:** *Percilia gillisi* (carmelitas) y *Trichomycterus sp.* (bagre).

**Bolsa 3:** DF de 19/01/14 (congelada)

**Organismos:** *Percilia gillisi* (carmelitas)

Se procedió a descongelar las bolsas a temperatura ambiente antes de su análisis.

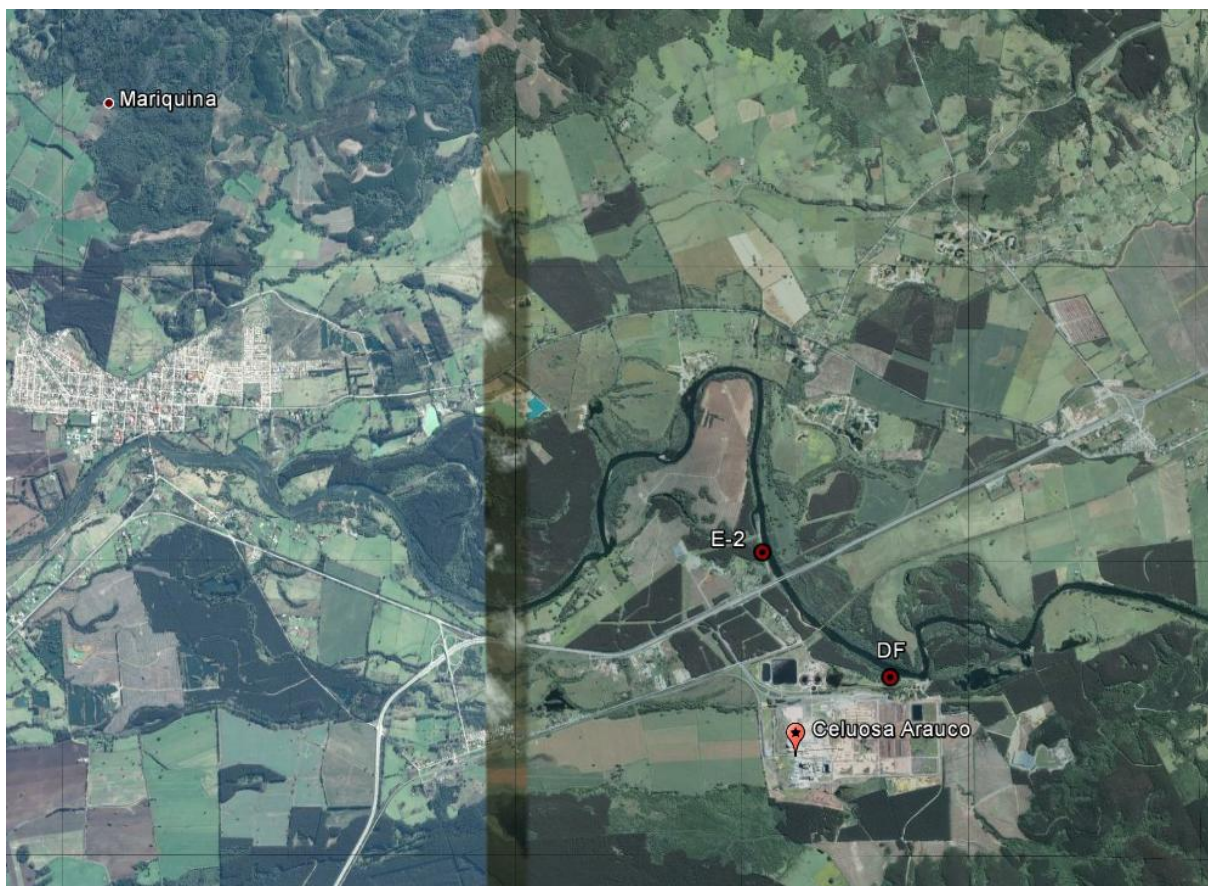


Figura 1. Estaciones de muestreo de peces durante los días 19 y 20 de enero de 2014.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones muestreadas para organismos.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad
	(S)	(W)	(m)
E-2	39° 33.004'S	72° 54.190'O	0
DF	39° 33.563'S	72° 53.446'O	0

## Antecedentes Ambientales.

Las condiciones ambientales de la columna de agua del río Cruces se establecieron mediante mediciones *in situ* de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Conductividad ( $\text{mS/cm}$ ), Oxígeno Disuelto ( $\%$  y  $\text{mg/L}$ ) y pH (unidad de pH), ver Tabla 2. Estos análisis se realizaron mediante una sonda multiparamétrica (YSI Incorporated, Modelo: 556 MPS), en las dos estaciones evaluadas, durante los dos días de muestreo.

Tabla 2. Datos obtenidos con la sonda multiparamétrica YSI.

Fecha	Muestra	Temperatura	Conductividad	OD	OD	pH
		( $^{\circ}\text{C}$ )	( $\text{mS/cm}$ )	( $\%$ )	( $\text{mg L}^{-1}$ )	
19/01/2014	E-2	23,36	0,180	92,07	7,84	7,90
19/01/2014	DF	22,36	0,125	76,32	6,63	7,59
20/01/2014	E-2	20,92	0,184	92,81	8,28	7,87
20/01/2014	DF	20,52	0,186	84,82	7,63	7,71

## Hipótesis Diagnósticas.

1. Muerte por hipoxia aguda.
2. Intoxicación por noxa química.
3. Peces muertos introducidos al sistema.

## Datos Biométricos de las muestras.

Tabla 3.- Datos de longitud y peso e identificación de especies de la muestra rotulada como E2 1.1.7 19/01/2014

Correlativo	Longitud	Peso	Especie
1	22,0	115	Trucha café
2	25	173,2	Trucha café
3	10,5	14,1	Carmelita
4	11	14,1	Carmelita
5	10	8,7	Carmelita
6	10,5	14,4	Carmelita
7	6,5	4,1	Carmelita
8	5	2,2	Carmelita
9	5,2	2,7	Carmelita
10	5,6	2,2	Carmelita
11	7	3,5	Carmelita
12	6,4	1,6	Bagre



13	6,5	1,5	Bagre
14	6,5	1,4	Bagre
15	7,5	1,8	Bagre
16	5,5	1,8	Carmelita
17	4,3	1	Carmelita
18	6,5	3,3	Carmelita
19	4,4	0,9	Carmelita
20	5,3	2	Carmelita
21	6	2,1	Carmelita
22	6,6	3,4	Carmelita
23	4,5	1,4	Carmelita
24	5,2	1,4	Carmelita
25	5,5	1,8	Carmelita
26	5,2	1,4	Carmelita
27	4,9	1,4	Carmelita
28	4,5	1,1	Carmelita
29	5,6	1,7	Carmelita
30	5	1,4	Carmelita
31	6	2,8	Carmelita
32	5,5	2,1	Carmelita
33	5,4	1,5	Carmelita
34	6,5	2,8	Carmelita
35	6	2,4	Carmelita
36	5,7	2	Carmelita
37	6	2,2	Carmelita
38	6,1	2,2	Carmelita
39	5,7	2,4	Carmelita
40	6,5	2,8	Carmelita
41	5,1	1,7	Carmelita
42	5,4	1,8	Carmelita
43	6	1,1	Bagre
44	5,7	0,9	Bagre
45	6,2	1,4	Bagre
46	7,7	1,7	Bagre
47	5,7	1,1	Bagre
48	5,8	0,9	Bagre
49	7,5	2,1	Bagre
50	6,3	1,1	Bagre
51	5,8	0,9	Bagre



### Especies de la muestra:

*Trichomycterus* sp. (bagre)  
*Percilia gillisi* (carmelita)  
*Salmo trutta* (trucha café)

### Examen Macroscópico (Necropsia).

#### Descripción externa

##### Estructura y morfología

- Tamaño y relaciones corporales acorde a estado etario y especies. Peces con estado avanzado de deterioro *postmortem* (autólisis).

##### Aberturas naturales

- **Ojos:** Severa opacidad corneal bilateral y deshidratación de globos oculares en todos los peces, concordante con avanzada alteración *postmortem*.
- **Cavidad bucal:** sin alteraciones evidentes asociables a noxa o traumas en todas las especies.
- **Branquias:** Blanquecinas irregulares. Difícil individualizar estructuras branquiales (laminillas primarias) en “bagres y Carmelitas”. A la palpación se advierten friables. En el caso de truchas se advierten branquias blanquecinas con mantención de integridad laminar, pudiéndose observar mediante lupa, una reducida cantidad de alteraciones morfológicas.

##### Superficie corporal y musculatura

- No se observan alteraciones corporales atribuibles a noxa, traumatismos u otro factor de relevancia. Sólo se observan cambios propios del estado avanzado *postmortem*.
- A la palpación se advierte musculatura friable.

##### Descripción interna

###### Trucha café.

- **Corazón:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable
- **Hígado:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable
- **Bazo:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable
- **Riñón:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable
- **Vejiga gaseosa:** Sin alteraciones macroscópicas relevantes

- **Gónadas:** Morfología acorde a especie y condición etaria.
- **Cavidad peritoneal:** Presencia de abundante líquido con alto contenido aceitoso, propio de moderado a avanzado estado de autólisis.
- **Musculatura:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable
- **Tracto intestinal:** Morfología acorde a especie y condición etaria. Friable

#### Bagre - Carmelitas

Órganos internos con estado de autólisis avanzado, imposibilita identificación clara de órganos internos.

#### **Diagnósticos**

##### Bagres y Carmelita:

- **AVANZADO ESTADO AUTOLITICO GENERALIZADO**

##### Trucha café

- **MODERADO ESTADO AUTOLÍTICO GENERALIZADO**
- **SEVERA PALIDEZ BLANQUIAL BILATERAL**

**Comentario:** Dadas las alteraciones descritas, es posible sostener que:

1. La toma y envío de muestras al laboratorio fue realizada de forma tardía, situación que determinó que los tejidos estudiados expongan un reducido número de características de importancia diagnóstica, pues el proceso autolítico enmascara lesiones por la distorsión morfológica de los tejidos.
2. Cabe señalar que los hallazgos indicados para las branquias de las truchas hacen referencia a un cuadro hipóxico agudo. Dado los cambios *postmortem* advertidos no es posible establecer la naturaleza de la alteración, pudiendo ser hipoxia hipóxica (disminución abrupta e importante de la concentración de oxígeno en el agua), hipoxia anémica (por destrucción de hematíes o proceso hemorrágico) o bien hipoxia de génesis tóxica.

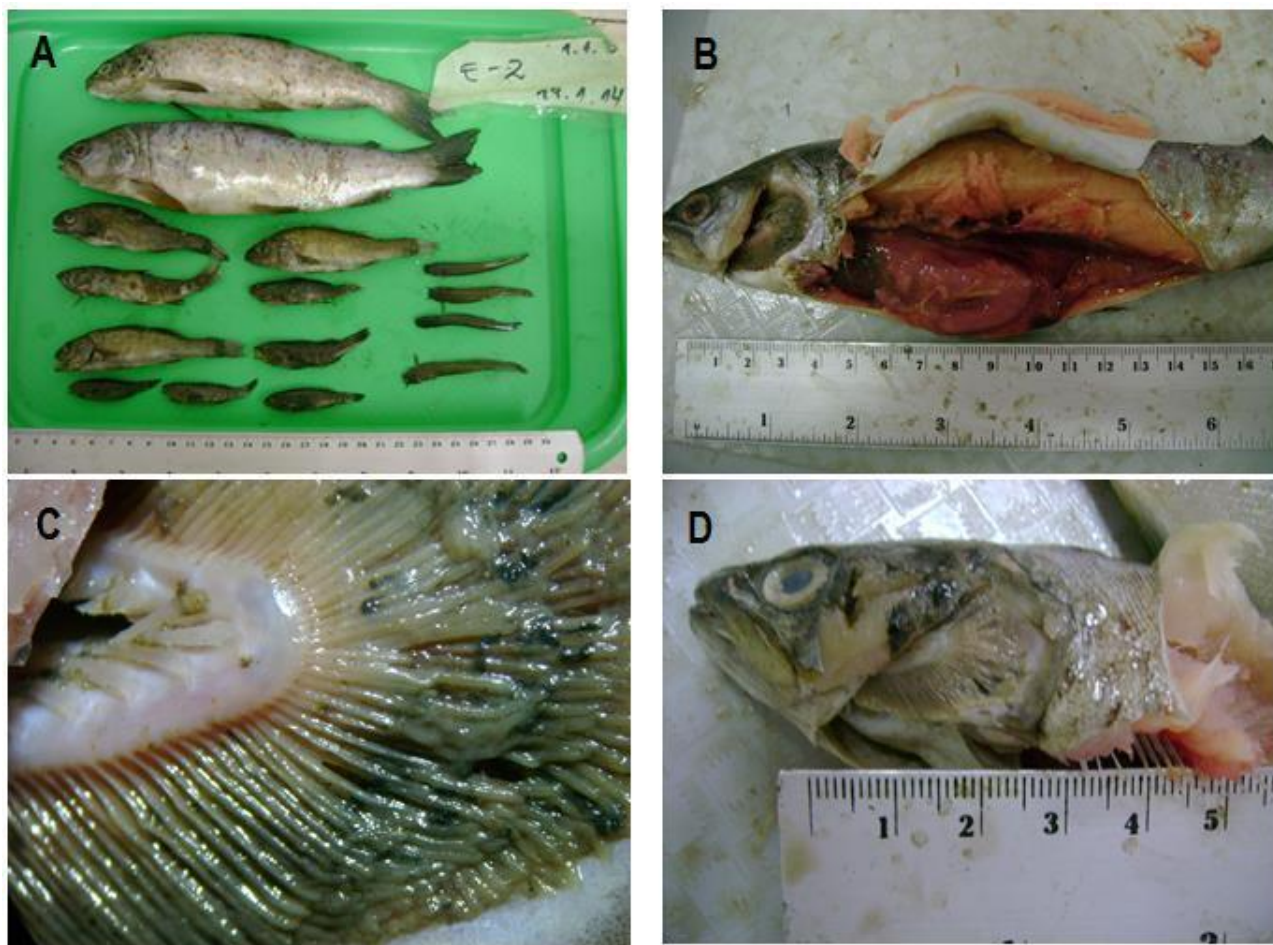


Figura 2.- A).- representación de parte de los individuos de la muestra analizada indicando la presencia de trucha, bagres y carmelitas. B).- detalle del estado autolítico descrito en trucha, vísceras friables. C).- detalle branquia autolítica de trucha. D). detalle de branquia autolítica de carmelita.



### Datos biométricos de las muestras.

Tabla 4.- Datos de longitud y peso e identificación de especie de la muestra rotulada como E2 1.1.7 20/01/2014.

correlativo	Longitud (cm)	Peso (g)	Especie
52	6,2	1,6	Bagre
53	5,7	0,6	Bagre
54	7,1	2,1	Bagre
55	5,7	1,0	Bagre
56	6,2	1,1	Bagre
57	5,1	0,9	Bagre
58	5,1	0,6	Bagre
59	5,0	0,7	Bagre
60	4,1	0,4	Bagre
61	6,1	1,3	Bagre
62	5,7	1,2	Bagre
63	6,8	1,5	Bagre
64	5,2	0,9	Bagre
65	6,2	1,3	Bagre
66	6,0	1,4	Bagre
67	5,5	1,0	Bagre
68	6,0	1,4	Bagre
69	5,3	0,8	Bagre
70	4,3	0,5	Bagre
71	5,3	1,1	Bagre
72	4,7	0,7	Bagre
73	3,7	0,3	Bagre
74	4,2	0,3	Bagre
75	3,5	0,3	Bagre
76	3,5	0,3	Bagre
77	3,5	0,4	Bagre
78	3,8	0,3	Bagre
79	3,2	0,3	Bagre
80	4,6	1,8	Carmelita
81	3,6	0,6	Carmelita
82	4,1	1,0	Carmelita
83	5,0	1,9	Carmelita
84	5,0	2,2	Carmelita

85	3,8	0,6	Carmelita
86	4,0	0,9	Carmelita
87	3,7	0,9	Carmelita
88	4,4	1,3	Carmelita
89	3,1	0,5	Carmelita
90	3,7	0,8	Carmelita
91	4,3	1,3	Carmelita

### Especies de la muestra:

Bagres

*Percilia gillisi* (carmelitas)

### Examen Macroscópico (Necropsia).

#### **Descripción externa**

##### Estructura y morfología

- Tamaño y relaciones corporales acorde a estado etario y especie.

##### Aberturas naturales

- **Ojos:** Severa opacidad corneal bilateral en todos los peces, concordante con alteración *postmortem* de tipo autolítica.
- **Cavidad bucal:** sin alteraciones en ambas especies.
- **Branquias:** Severa autolisis.

##### Superficie corporal y Musculatura

- A la palpación se advierte musculatura friable.
- Sin alteraciones corporales evidentes que sean distintas a los cambios *postmortem*

##### Descripción interna

- Órganos internos con estado de autolisis avanzado, imposibilita identificación clara de órganos internos.

## Diagnóstico

- **AVANZADO ESTADO AUTOLITICO GENERALIZADO**

**Comentario:** Dada las alteraciones descritas, es posible sostener que:

- La toma y envío de muestras al laboratorio fue realizada de forma tardía, situación que determinó que los tejidos estudiados expongan un reducido número de características de importancia diagnóstica, pues el proceso autolítico enmascara lesiones por la distorsión morfológica de los tejidos.

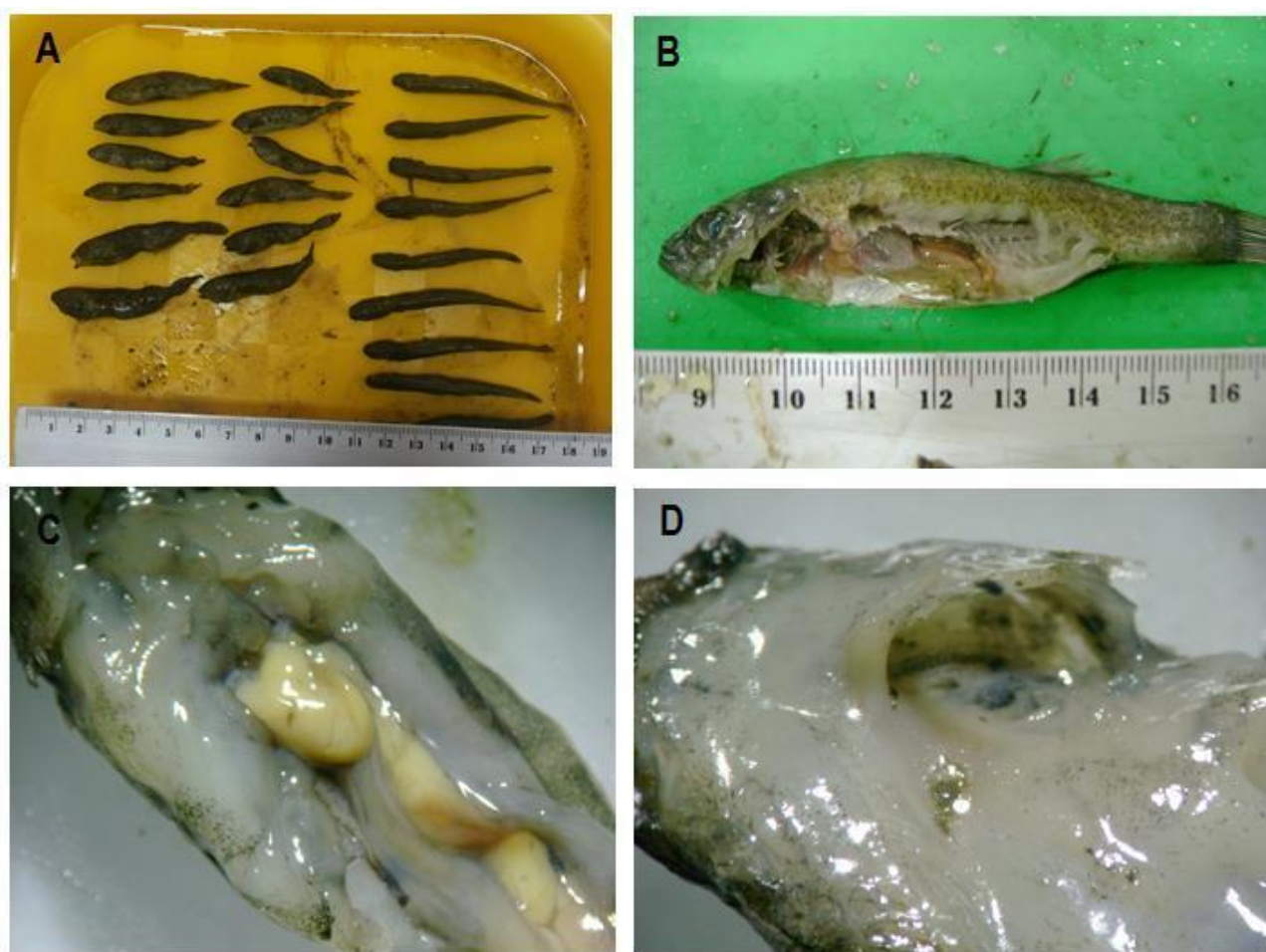


Figura 3.- A).- representación de parte de los individuos de la muestra analizada destacando la presencia de bagres y carmelitas. B).- detalle del estado autolítico descrito en perca, vísceras friables. C).- detalle vísceras autolítica de bagre. D).- detalle de cavidad branquial autolítica de bagre.



### Datos biométricos de las muestras.

Tabla 5.- Datos de longitud y peso e identificación de especie de la muestra rotulada como DF 1.1.7 19/01/2014

Correlativo	Longitud (cm)	Peso (g)	Especie
92	6	3	Carmelita
93	7	3,8	Carmelita
94	5,2	2,3	Carmelita
95	5,8	2,8	Carmelita
96	4,7	1,7	Carmelita
97	5,2	1,7	Carmelita
98	6,5	3	Carmelita
99	5,4	3	Carmelita
100	5,6	2,2	Carmelita
101	6	2,5	Carmelita
102	6,4	2,9	Carmelita
103	5	1,4	Carmelita
104	6	2,2	Carmelita
105	5,5	1,8	Carmelita
106	4,2	1,2	Carmelita
107	5	1,2	Carmelita
108	3,5	0,5	Carmelita
109	5	1,4	Carmelita
110	5	1,3	Carmelita
111	4,6	1,2	Carmelita
112	6,5	3,1	Carmelita
113	5,2	1,4	Carmelita
114	5	1,2	Carmelita
115	4,4	0,8	Carmelita
116	4,4	0,9	Carmelita
117	5,2	1,4	Carmelita
118	5,5	2,1	Carmelita
119	4,8	1,7	Carmelita
120	5,4	2,2	Carmelita
121	5,2	1,6	Carmelita



### **Especies de la muestra:**

*Percilia gillisi* (carmelitas)

### **Examen Macroscópico (Necropsia).**

#### **Descripción externa**

##### **Estructura y morfología**

- Tamaño y relaciones corporales acorde a estado etario.

##### **Aberturas naturales**

- **Ojos:** Severa opacidad corneal bilateral en todos los peces, concordante con alteración *postmortem* de tipo autolítica.
- **Cavidad bucal:** sin alteraciones en ambas especies.
- **Branquias:** Severa autolisis

##### **Superficie corporal y Musculatura**

- A la palpación se advierte musculatura friable.
- Sin alteraciones corporales evidentes que sean distintas a los cambios *postmortem*

##### **Descripción interna**

- Órganos internos con estado de autolisis avanzado, imposibilita identificación clara de órganos internos.

#### **Diagnósticos**

- **AVANZADO ESTADO AUTOLITICO GENERALIZADO**

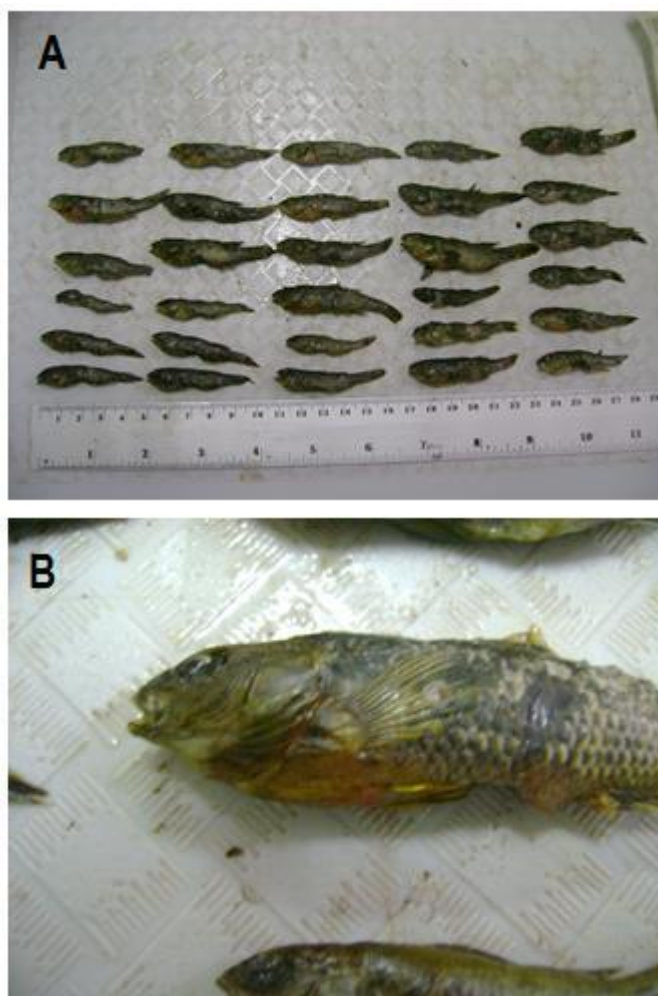


Figura 4.- A).- representación de parte de los individuos de la Muestra destacando la presencia de carmelitas B).- Morfología externa de perca.

### Condiciones ambientales

Para evaluar las condiciones de oxigenación del río en el sector estudiado se dispone de información aportada por la planta de Celulosa de Arauco y la Dirección General de Aguas. En la Fig. 5 se muestra un mapa con las estaciones que fueron utilizadas en la caracterización de las condiciones ambientales. En la Tabla 6 y Figura 6 se presenta la información de la Planta de Celulosa de San José de la Mariquina y la DGA, respectivamente.

Tabla 6.- Contenido de oxígeno disuelto y temperatura en aguas del río Cruces

	18-01-2014			20/01/2014			21-01-2014		
Est.	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura [C]	% OD	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura [C]	% OD	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura [C]	% OD
E0	4,97	23,1	59	6,47	20,6	73	6,77	19,8	75
DF	5,93	23,3	70	5,68	21	64	6,7	19,9	74
E2	5,98	22,3	69	6,04	21,2	69	6,72	20	75

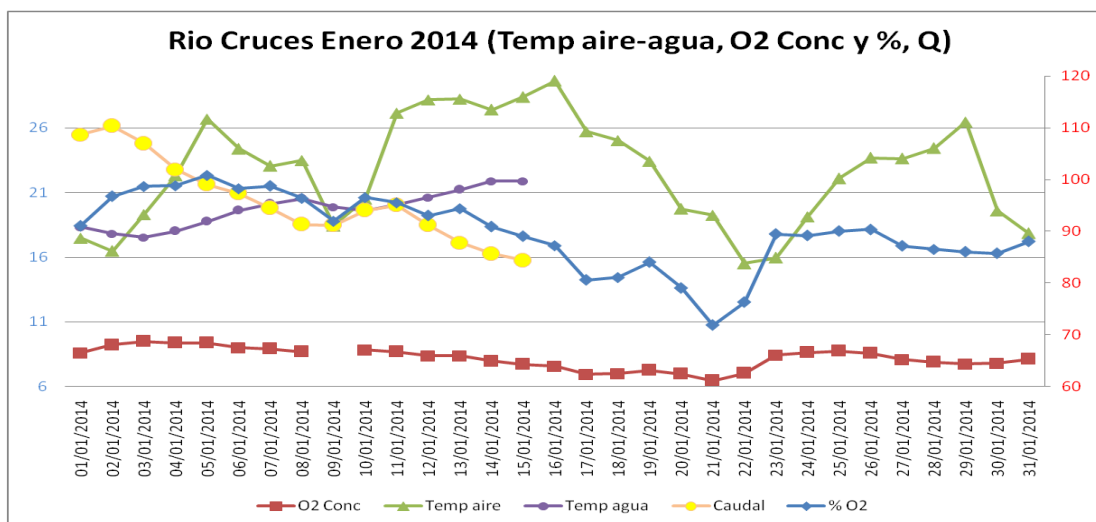
E0 (1,5 km aguas arriba de estación DF), DF (100 m aguas abajo difusor), E2 (400 m aguas bajo Puente Rucaco)

El oxígeno disuelto en el río Cruces, sector cercano a la Planta de Celulosa varía entre 4,97 y 6,77 mg/L, con un % de saturación 59% y 75%, respectivamente, acorde con las variaciones de temperatura.

Figura 5. Estaciones de muestreo de aguas del río Cruces durante los días 18, 20 y 21 de enero de 2014.



Figura 6.- Variación temporal de parámetros ambientales en río Cruces en Enero 2014. Datos obtenidos de las estaciones de la DGA aguas arriba de Planta Valdivia.



### Análisis de noxa química en tejido biológico.

Los peces obtenidos durante los días 19 y 20 de enero de 2014, se encontraban bajo un estado de descomposición avanzado, lo que obligó a unificar el tejido de las estaciones y de los días de muestreo, separando los organismos por especie, lo que permitió obtener la cantidad necesaria para el análisis químico en tejido biológico (musculo).

Los tres organismos evaluados corresponden a *Salmo trutta*, *Percilia gillisi* y *Trichomycterus sp.* ("bagres"). A estos ejemplares se les realizaron análisis de AOX y EOX en el Laboratorio de Oceanografía Química (LOQ) de la Universidad de Concepción por microcoulombimetria, como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados obtenidos del análisis químicos en el tejido biológico.

NºCorr.	Id. Muestra		AOX ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	EOX ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
	Grupo	Especie		
1	PECES	<i>Salmo trutta</i>	10,94	2,10
2	PECES	<i>Percilia gillisi</i>	7,17	1,79
3	PECES	<i>Trichomycterus sp</i>	15,97	1,50
<b>Límite de Detección del Método</b>			<b>1,15</b>	<b>0,07</b>



Las concentraciones obtenidas para AOX y EOX en estos peces de agua dulce son comparadas con las concentraciones de AOX y EOX obtenidas en peces de agua salada, información obtenida del Programa de Monitoreo Marino Nueva Aldea (PROMNA) del CFI Nueva Aldea para la zona de la desembocadura del río Itata, VIII región, entre los años 2006 y 2010 correspondiente al periodo pre operacional (línea base del monitoreo), a falta de información de estos compuestos en peces de agua dulce en Chile

*Paralichthys adspersus* : AOX:  $20.3 \pm 14,9$ ; EOX:  $0,5 \pm 1,2$  (N: 95 individuos).

*Aphos porosus*: AOX:  $39,5 \pm 22,4$ ; EOX:  $1,1 \pm 2,6$  (N: 56 individuos).

*Normanichthys crockeri*: AOX:  $72,9 \pm 94,0$ ; EOX:  $1,0 \pm 3,5$  (N: 13 individuos).

De esta comparación, se aprecia que las concentraciones informadas para peces de agua dulce con aquellas obtenidas del PROMNA, son semejantes en ambos grupos de peces, en cuanto a las magnitudes informadas, lo que sugiere que no hay acumulación de estos compuestos en los peces analizados.



**Comentarios:** Dadas las alteraciones histopatológicas descritas, es posible sostener que:

- En el caso de los hallazgos indicados para las branquias de las truchas, estos hacen referencia a un cuadro hipóxico agudo. Con todo, la toma y envío de muestras al laboratorio fue realizada de forma tardía, situación que determinó que los tejidos estudiados expongan un reducido número de características de importancia diagnóstica, pues el proceso autolítico enmascara lesiones por la distorsión morfológica de los tejidos. No obstante lo anterior, y en consideración a los contenidos de AOX y EOX no diferentes al de otros peces, la limitada evidencia obtenida apunta a un cuadro hipóxico agudo, de origen desconocido, dada las características ambientales del área donde se encontraron los peces.
- Se estima, en base al estado de las muestras, considerando que estas fueron congeladas, que la data de muerte de los peces fue de a lo menos 72 hrs desde su recolección. No obstante, se debe considerar que no existen protocolos confiables para determinar la data de muerte en peces que permitan entregarla con mayor certeza.
- Las características de la columna de agua para los días 19 y 20 de enero (1 ó 2 días después de la mortandad de peces) de acuerdo a los resultados obtenidos con la Sonda Multiparamétrica YSI, evidencian condiciones normales de oxigenación y temperatura para las estaciones donde se midió estos parámetros, con cambios en la solubilidad de oxígeno de acuerdo a las variaciones de la temperatura.
- Los resultados obtenidos de la noxa química, es decir, análisis químicos de AOX y EOX muestran concentraciones comparables con otras especies de peces obtenidas en el ambiente marino, por el Programa de Monitoreo del Medio Marino, del CFI Nueva Aldea, en la zona de la desembocadura del río Itata. Esto sugiere que no hay un proceso de bioacumulación de estos parámetros en los peces evaluados.

Dr. Ariel Valenzuela S.  
Director laboratorio.

Francisco Yáñez L.  
Médico Veterinario

Dr. Marco Salamanca O.  
Director LOQ.