Distribución Gratuita
Consérvela
Año 9 Nº17 2012

revista versión diferente

Salmón-Acuícola

Investigaciones de Importantes Universidades Chilenas

ACTUALIDAD INFORMATIVA

Flavobacteriosis de los salmónidos - Microalgas
Bioseguridad en acuicultura - Smoltificación
Efectos de cobre y aluminio en salmón Atlántico

Año 9 Nº 17
Julio 2012

Distribuición Gratuita a nivel Nacional
Semestral
3.000 unidades

EDITORES
Opción Comunicaciones
Cel: 09 443 3504 - 09 443 3076
opcionaraya@tie.cl
publicidad@opcionaraya.cl

DISEÑO Y DIAGRAMACION
Verónica Etcheverry Riquelme
verdisgraf@gmail.com

FOTOGRAFÍAS PORTADA
Gentileza de:
- INTA, Universidad de Chile
- FICOLAB, Universidad de Concepción
- Veterquímica
- Fac. Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción
-Salmones Trusal S.A.

Revista "Versión Diferente", es un medio de comunicación independiente creado y editado por Opción Comunicaciones®. Queda prohibida la reproducción de todo el contenido sin previa autorización de sus editores, asimismo como la reproducción total o parcial de los anuncios publicitarios firmados por Opción Comunicaciones®.

Los contenidos y opiniones que aparecen en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de las empresas o personas que las emiten, y no necesariamente los editores comparten los conceptos aquí mencionados.

Una Producción de:
opción® comunicaciones
SU MEJOR OPCION EN PUBLICIDAD

Porque somos diferentes, publique con nosotros

Fonos: 09 443 3504 - 09 443 3076
opcionaraya@tie.cl
publicidad@opcionaraya.cl

Avisadores

7 Plagas	120	KEBT Chile SPA	97
Aislapol	58	Lota Protein	126 / T4
Aquaservice S.A.	04/05	Maestranza Chilena	119
Aramark	61	MSD Salud Animal	T2
Austral Plastics Chile	74	Opción Comunicaciones	21
Biofor - Proteolíticos Chile	83	Plásticos Austral	131
Bioquality	76	Ramalab	130
Constructora Lahuen	47	Rilab	37
Danica	49	SAAM	32
Diperk	125	Salfa Sur	17/27/55
Econet - Ceresita	106	SB Ocean Plastic	140
Envases Roble Alto	62	Seguridad y Promociones	111
Fiordo Austral	73	Servimaq	41
Full Plastic	121	Serviplast	139
Gestión - Carlos Stumpfoll	46	SPL	48
Hotel Solace	135	Técnica Pompe	141/T3
Ice Market	60	Transportes Barría	128
IST	64	Veterquímica	11
Kaufmann	54	Villalba Aceros	33
Kaweshkar	107		

Contenidos

Indice de Universidades	02
Editorial	03
Ferias Internacionales	04
Fases Lunares	05
Feriados Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Flavobacteriosis de los salmónidos, RTFS, BCWD, VD	12
Efectos de Cobre y Aluminio en etapas tempranas de desarrollo de Salmón del Atlántico	34
Redes de cultivo y su importancia en la prevención de escape de salmones	108

Indice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Revisión de conceptos epidemiológicos para la implementación de un sistema de Bioseguridad en acuicultura — 18

Laboratorio de Alimentacion, Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria — 22

Dirección de Investigación y Desarrollo — 23

Genómica de *piscirickettsia salmonis* en Chile: subtipos génicos y análisis de sus genomas — 24

La pesca recreativa, palanca de desarrollo para la comuna de Palena — 28

Efectos de desechos solubles de salmonicultura en el bacterioplancton: Una aproximación de microcosmos, Cien Austral — 38

Estudio de interacciones ecológicas a través de experimentos de micro-mesocosmos en el sistema marino pelágico — 42

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
Centro de Biotecnología Acuícola — 50

Biomarcadores para la evaluación de tratamientos destinados a mejorar la inmunidad innata de los salmones — 51

UNIVERIDAD DE CHILE
Desarrollando herramientas biotecnológicas para la acuicultura — 56

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
Escuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales — 66

Primer registro de una microcuenca quasi anóxica en fiordos patagónicos chilenos — 67

Manual de evaluación de los informes Ambientales para la acuicultura — 69

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
Facultad de ciencias del mar y de recursos naturales — 71

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
Facultad de ciencias del Mar — 77

Tres décadas de investigación, asistencia técnica y formación de profesionales — 78

UNIVERSIDAD MAYOR
Buscando nuevas toxinas en las costas chilenas — 80

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas — 84

Estrés asociado a la aplicación de fotoperíodo artificial en truchas — 85

Evaluación de riesgo de productos farmacéuticos de uso veterinario en la salmonicultura — 88

FICOLAB, Grupo de investigación microalgal, departamento de botánica de la Universidad de Concepción — 90

Una herramienta numérica para la gestión de centros de engorda de salmones — 93

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
Postgrados — 98

Lodos de pisciculturas en agua dulce: Un problema con solución valórica — 99

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
2ª versión Magíster en gestión de la Acuicultura — 103

Programa especial de titulación de ingeniería en acuicultura (PET) — 104

Proyecto Nodo de corfo para la pesca artesanal — 105

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
La pesca recreativa en el sur de Chile, Oportunidad de oro o ¿Crónica de una muerte anunciada? — 112

Consideraciones para un programa de repoblamiento de *loxechinus albus* en áreas de manejo — 116

Esmoltificación: antecedentes biológicos para su monitoreo y correcta identificación — 122

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
Investigación y desarrollo del ciclo biológico de la trucha de arroyo *(salvelinus fontinalis)* para preservar el patrimonio genético y sustentar un nuevo modelo de pesquería fluvial y así ampliar temporal y geográficamente la pesca recreativa en Chile — 132

Centro de investigación de recursos marinos subantárticos, Depto. de Ciencias y Rec. Naturales — 136

MSD
Salud Animal

MSD Salud Animal
es el nuevo nombre de
Intervet/Schering-Plough
Salud Animal

Haciendo Avanzar La Acuicultura Alrededor Del Mundo

Experiencia mundial,
conocimiento local y
soluciones sanitarias
para mejorar el
rendimiento y la
sustentabilidad
en el cultivo
de peces.

AquaVac® IPN ORAL

SLICE®

Aquafen® (florfenicol)

Ruta 5 Sur km 1025, Megacentro módulo 18,
Puerto Montt.
Fono: 65 274008 - Fax: 65 480783

Copyright © 2011 Intervet International B.V.,
a subsidiary of Merck & Co., Inc., Whitehouse Station,
NJ, USA. - All rights reserved.

opción®
comunicaciones

Por la gran cantidad de eventos (Feria Internacional AQUASUR, seminarios, congresos de Acuicultura, Veterinaria y de Cs. del Mar, meses de Agosto, Octubre y Noviembre que tiene el segundo semestre de 2012), seguimos en la senda de abordar temas de interés que hagan un aporte a la industria salmón-acuícola de la zona central-sur y austral del país. Dentro de esas materias tenemos: Investigaciones académicas con respecto a enfermedades en salmones, bioseguridad en acuicultura, toxinas, smoltificaciones, microalgas, repoblamientos de especies y pesca reacreativa entre otras. Finalmente, seguimos incorporando la Tecnología e Innovación de las principales empresas proveedoras de la industria salmonera-acuícola del país.

Esperamos al igual que en ediciones anteriores podamos aportar artículos que sean de interés para usted.

Como siempre queremos agradecer la variedad de artículos técnicos de extensión académicos y de empresas proveedoras de la industria salmonera, que hacen un importante aporte para esta edición en particular, consolidando la revista "Versión Diferente" como el medio escrito técnico científico de extensión más leído y esperado en cada edición semestral.

Entre los temas a tratar tenemos:
"Flavobacteriosis de los Salmónidos"; "Bioseguridad en Acuicultura";
"Genómica de Piscirickettsia salmonis en Chile";
"Pesca Recreativa en Chile"; "Microalgas"; "Smoltificación",
"Efectos del Cobre y Aluminio en salmón atlántico".

Igual que en ediciones anteriores, Ud. podrá encontrar materias de consulta diaria como son: fases lunares, tablas de mareas, ferias salmón-acuícolas y novedades en servicios y productos de los principales proveedores de la industria.

Los invitamos a participar en nuestra edición semestral Enero 2013.

Al Servicio de la Industria Salmón-Acuícola

CONTACTO | *(09) 9 443 3504 - (09) 9 443 3076*
opcionaraya@tie.cl - publicidad@opcionaraya.cl

Ferias Internacionales 2º semestre 2012

JULIO

36th ANNUAL LARVAL FISH CONFERENCE
Bergen, Norway
2 al 6 Julio 2012

AGOSTO

Atlantic Fisheries Technology Conference.
Copenhagen, Dermark

AQUANOR 2012
Trondheim, Noruega, 14 al 17 Agosto

European Aquaculture Society
15 y 16 Agosto 2012
www.nor-fishing.no / www.easonline.org

SEPTIEMBRE

VIV CHINA 2012, Beijing, China
23 al 25 Septiembre

OCTUBRE

WORLD SEAFOOD CONGRESS 2012
Omni Shoreham Hotel, Washington DC, USA
1 al 5 Octubre

DANFISH INTERNATIONAL 2012
Aaborg, Dinamarca
7 al 9 Octubre

XIII Congreso Ecuatoriano de Acuicultura & Aqua Expo, Hotel Hilton Colón, Guayaquil
17 al 20 Octubre 2012

FIGAP/VIV América Latina
Guadalajara, México - 18 al 20 Octubre

AQUASUR 2012
Lado Poniente Km 1.018, Ruta Sur
Puerto Montt, Chile - 10 al 13 Octubre

EXPOFORUM, HERMOSILLO 2012
Sonora, México - 24 al 26 Octubre

CHINA FISHERIES & SEAFOOD EXPO 2012 Qingdao, China
31 Octubre al 2 de Noviembre

NOVIEMBRE

Global Outlook For Aquaculture Leadership GOAL 2012 Grand Hyatt Santiago, Chile - 6 al 9 Noviembre

EXPO PESCA & ACUIPERÚ 2012
Lima, Perú - 8 al 10 Noviembre

DICIEMBRE

OCEAN SILVER
The Atlantic Salmon's Ocean Odyssey: Implications for Fishery Managers
London, UK - Diciembre 2012

Fases Lunares 2º semestre 2012

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
●	19 Nueva 00:24 hrs.	17 Nueva 11:54 hrs.	15 Nueva 22:11 hrs.	15 Nueva 08:02 hrs.	13 Nueva 18:08 hrs.	13 Nueva 04:42 hrs.
☾	26 Creciente 04:56 hrs.	24 Creciente 09:54 hrs.	22 Creciente 15:41 hrs.	21 Creciente 23:32 hrs.	20 Creciente 10:31 hrs.	20 Creciente 01:19 hrs.
○	03 Llena 14:52 hrs.	01/31 Llena 23:27/09:58 hrs.	29 Llena 23:19 hrs.	29 Llena 15:49 hrs.	28 Llena 10:46 hrs.	28 Llena 06:21 hrs.
☽	10 Menguante 21:48 hrs.	09 Menguante 14:55 hrs.	08 Menguante 09:15 hrs.	08 Menguante 03:33 hrs.	06 Menguante 20:36 hrs.	06 Menguante 11:31 hrs.

En hora Oficial de Chile Continental, Z + 4

Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Feriados 2012 Internacionales

Fuente: www.dias-festivos.com
www.qppstudio.net

		CHILE	CANADA	EEUU	NORUEGA	JAPON
Domingo 1 Enero	Año Nuevo	●	●	●	●	●
Lunes 2 Enero	Noche Vieja aplazada		●	●		●
Lunes 9 Enero	Día de la mayoría de edad					●
Lunes 16 Enero	Día de Martin Luther King			●		
Sábado 11 Febrero	Día Fundación de la Nación					●
Lunes 20 Febrero	Día del Presidente			●		
Martes 20 Marzo	Equinoccio de Primavera					●
Jueves 5 Abril	Jueves Santo				●	
Viernes 6 Abril	Viernes Santo	●	●		●	
Sábado 7 Abril	Sábado Santo	●				
Domingo 8 Abril	Pascua de Resurrección	●				
Lunes 9 Abril	Lunes de Pascua				●	
Lunes 30 Abril	Celebración Emperador Showa					●
Martes 1 Mayo	Día del Trabajo	●			●	
Jueves 3 Mayo	Día de la Constitución					●
Viernes 4 Mayo	Fiesta de la Naturaleza					●
Sábado 5 Mayo	Día de los niños					●
Jueves 17 Mayo	Día de la Constitución				●	
Jueves 17 Mayo	Ascensión de Jesús				●	
Lunes 21 Mayo	Día de las Glorias Navales	●				
Lunes 21 Mayo	Día de la Reina Victoria		●			
Lunes 28 Mayo	Lunes de Pentecostés				●	
Lunes 28 Mayo	Día Conmemorativo			●		
Lunes 2 Julio	Día de Canadá		●			
Lunes 2 Julio	San Pedro y San Pablo	●				
Miércoles 4 Julio	Día de la Independencia			●		
Lunes 16 Julio	Día Virgen del Carmen	●				
Lunes 16 Julio	Día Acción de Gracias al Mar					●
Miércoles 15 Agosto	Asunción de la Virgen	●				
Lunes 3 Septiembre	Día del Trabajo		●	●		
Lunes 17 Septiembre	Día del respeto a los ancianos					●
Lunes 17 Septiembre	Puente	●				
Martes 18 Septiembre	Fiestas Patrias	●				
Miércoles 19 Septiembre	Día de las Glorias del Ejército	●				
Sábado 22 Septiembre	Equinoccio de Otoño					●
Lunes 8 Octubre	Acción de Gracias		●			
Lunes 8 Octubre	Fiesta de Cristobal Colón			●		
Lunes 15 Octubre	Día de Hispanidad	●				
Jueves 1 Noviembre	Día de todos los Santos	●				
Viernes 2 Noviembre	Iglesias Evangélicas y Protestantes	●				
Sábado 3 Noviembre	Día de la Cultura					●
Lunes 12 Noviembre	Día de los Veteranos			●		
Jueves 22 Noviembre	Día de Acción de Gracias			●		
Viernes 23 Noviembre	Día del reconocimiento del trabajo					●
Sábado 8 Diciembre	Inmaculada Concepción	●				
Lunes 24 Diciembre	Cumpleaños de Emperador					●
Martes 25 Diciembre	Día de Navidad	●	●	●	●	
Miércoles 26 Diciembre	San Esteban		●		●	
Sábado 31 Diciembre	Nochevieja				●	

Mareas Puerto Montt 2º semestre 2012

JULIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0508	1.55	16 L	0538	1.99
	1127	6.17		1152	5.83
	1758	1.25		1821	1.61
02 L	0001	5.70	17 M	0022	5.21
	0608	1.26		0615	1.77
	1224	6.55		1228	6.09
	1853	0.89		1855	1.37
03 M	0056	5.98	18 MI	0057	5.42
	0700	1.02		0651	1.57
	1315	6.82		1303	6.29
	1942	0.67		1928	1.17
04 MI	0144	6.16	19 J	0131	5.60
	0747	0.90		0727	1.40
	1400	6.92		1337	6.42
	2026	0.60		2001	1.03
05 J	0228	6.20	20 V	0204	5.74
	0830	0.91		0803	1.28
	1441	6.83		1412	6.47
	2106	0.69		2035	0.95
06 V	0308	6.11	21 S	0239	5.82
	0911	1.06		0840	1.23
	1520	6.59		1448	6.42
	2145	0.91		2109	0.95
07 S	0347	5.91	22 D	0314	5.85
	0950	1.33		0919	1.25
	1558	6.22		1524	6.29
	2222	1.21		2145	1.01
08 D	0427	5.64	23 L	0350	5.83
	1030	1.66		0958	1.34
	1637	5.78		1603	6.07
	2301	1.55		2222	1.17
09 L	0509	5.35	24 M	0430	5.74
	1114	2.02		1042	1.52
	1720	5.32		1645	5.77
	2344	1.91		2303	1.40
10 M	0559	5.07	25 MI	0516	5.61
	1207	2.36		1131	1.76
	1813	4.88		1735	5.41
				2352	1.70
11 MI	0036	2.23	26 J	0613	5.44
	0702	4.88		1233	2.05
	1317	2.60		1839	5.03
	1924	4.55			
12 J	0143	2.45	27 V	0055	2.02
	0816	4.84		0725	5.31
	1444	2.64		1357	2.24
	2048	4.43		2005	4.79
13 V	0259	2.51	28 S	0218	2.23
	0927	4.98		0853	5.35
	1603	2.46		1535	2.14
	2203	4.53		2142	4.85
14 S	0405	2.41	29 D	0352	2.15
	1025	5.24		1018	5.66
	1700	2.18		1658	1.75
	2300	4.74		2303	5.21
15 D	0456	2.21	30 L	0508	1.80
	1112	5.54		1127	6.12
	1744	1.88		1759	1.27
	2344	4.98			
			31 M	0003	5.66
				0606	1.38
				1221	6.56
				1848	0.87

AGOSTO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0051	6.05	16 J	0033	5.58
	0654	1.03		0631	1.47
	1306	6.86		1239	6.34
	1931	0.61		1902	0.97
02 J	0133	6.30	17 V	0106	5.90
	0736	0.84		0707	1.14
	1346	6.96		1315	6.58
	2009	0.54		1935	0.71
03 V	0211	6.37	18 S	0140	6.16
	0815	0.82		0744	0.88
	1423	6.87		1351	6.70
	2044	0.63		2009	0.56
04 S	0245	6.30	19 D	0214	6.33
	0850	0.96		0822	0.74
	1457	6.61		1427	6.67
	2117	0.86		2044	0.54
05 D	0319	6.10	20 L	0250	6.39
	0924	1.21		0901	0.74
	1529	6.24		1505	6.50
	2148	1.18		2120	0.66
06 L	0351	5.83	21 M	0327	6.33
	0958	1.54		0942	0.89
	1602	5.80		1544	6.18
	2219	1.55		2158	0.93
07 M	0426	5.51	22 MI	0407	6.15
	1035	1.91		1026	1.18
	1637	5.32		1628	5.75
	2253	1.95		2239	1.31
08 MI	0506	5.18	23 J	0453	5.87
	1117	2.30		1117	1.57
	1720	4.85		1719	5.25
	2334	2.35		2328	1.78
09 J	0557	4.89	24 V	0551	5.53
	1215	2.64		1223	1.98
	1822	4.43		1831	4.78
10 V	0031	2.70	25 S	0036	2.23
	0709	4.70		0712	5.26
	1343	2.84		1358	2.22
	1956	4.20		2011	4.56
11 S	0156	2.90	26 D	0216	2.46
	0835	4.72		0852	5.28
	1526	2.73		1542	2.04
	2134	4.28		2154	4.80
12 D	0327	2.83	27 L	0357	2.24
	0949	4.95		1019	5.65
	1635	2.42		1657	1.57
	2239	4.55		2305	5.30
13 L	0430	2.57	28 M	0507	1.75
	1043	5.29		1121	6.14
	1719	2.05		1750	1.08
	2323	4.88		2356	5.81
14 M	0515	2.23	29 MI	0558	1.27
	1126	5.66		1209	6.56
	1756	1.67		1833	0.70
	2359	5.23			
15 MI	0554	1.85	30 J	0037	6.21
	1203	6.02		0641	0.91
	1829	1.30		1250	6.81
				1911	0.49
			31 V	0114	6.44
				0719	0.72
				1326	6.88
				1945	0.45

SEPTIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0148	6.50	16 D	0111	6.51
	0754	0.70		0722	0.48
	1359	6.76		1327	6.81
	2016	0.58		1941	0.28
02 D	0219	6.42	17 L	0148	6.72
	0827	0.84		0801	0.31
	1431	6.50		1406	6.78
	2046	0.83		2019	0.29
03 L	0249	6.22	18 M	0226	6.77
	0858	1.09		0842	0.33
	1500	6.15		1446	6.55
	2113	1.16		2057	0.48
04 M	0318	5.95	19 MI	0305	6.65
	0928	1.41		0925	0.55
	1530	5.73		1528	6.16
	2141	1.55		2137	0.84
05 MI	0347	5.64	20 J	0348	6.37
	1000	1.77		1012	0.94
	1602	5.28		1616	5.66
	2210	1.96		2221	1.32
06 J	0420	5.30	21 V	0437	5.96
	1037	2.16		1107	1.42
	1640	4.82		1713	5.12
	2244	2.38		2316	1.85
07 V	0502	4.96	22 S	0540	5.52
	1124	2.54		1219	1.87
	1731	4.40		1831	4.70
	2330	2.78			
08 S	0602	4.67	23 D	0033	2.30
	1237	2.83		0707	5.21
	1858	4.10		1357	2.06
				2014	4.61
09 D	0047	3.07	24 L	0218	2.41
	0732	4.54		0846	5.26
	1431	2.85		1531	1.84
	2054	4.13		2146	4.94
10 L	0240	3.07	25 M	0351	2.08
	0904	4.70		1007	5.61
	1556	2.56		1638	1.42
	2208	4.44		2248	5.43
11 M	0359	2.75	26 MI	0453	1.59
	1007	5.05		1104	6.03
	1644	2.15		1727	1.00
	2252	4.84		2335	5.89
12 MI	0447	2.31	27 J	0541	1.13
	1053	5.48		1149	6.38
	1721	1.68		1808	0.68
	2328	5.29			
13 J	0527	1.80	28 V	0014	6.25
	1133	5.93		0622	0.81
	1755	1.21		1228	6.58
				1844	0.52
14 V	0002	5.75	29 S	0049	6.44
	0605	1.28		0658	0.65
	1211	6.34		1303	6.61
	1830	0.78		1917	0.52
15 S	0036	6.17	30 D	0121	6.49
	0643	0.82		0731	0.65
	1248	6.65		1335	6.51
	1905	0.46		1947	0.65

MAREAS DALCAHUE Hacer sgtes. correcciones: Sumar 27 minutos a la hora pleamar / Sumar 27 minutos a la hora bajamar

Hacer ajuste de horario en los meses correspondientes - EL TIEMPO EMPLEADO CORRESPONDE AL MERIDIANO 60 W. ZONA + 4 HORAS
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Mareas Puerto Montt 2º semestre 2012

OCTUBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 L	0151	6.41	16 M	0123	6.87
	0803	0.77		0741	0.12
	1406	6.29		1347	6.72
	2016	0.89		1957	0.30
02 M	0220	6.24	17 MI	0204	6.90
	0833	1.00		0826	0.17
	1435	5.99		1431	6.50
	2043	1.20		2039	0.51
03 MI	0248	5.99	18 J	0248	6.74
	0902	1.29		0912	0.42
	1505	5.64		1517	6.13
	2110	1.56		2123	0.87
04 J	0316	5.70	19 V	0335	6.41
	0932	1.63		1002	0.83
	1536	5.25		1608	5.66
	2138	1.95		2212	1.33
05 V	0346	5.37	20 S	0428	5.97
	1006	2.00		1059	1.30
	1611	4.85		1708	5.20
	2211	2.34		2311	1.80
06 S	0422	5.04	21 D	0533	5.53
	1047	2.37		1209	1.71
	1655	4.48		1823	4.86
	2252	2.70			
07 D	0511	4.72	22 L	0028	2.15
	1144	2.68		0654	5.22
	1803	4.19		1335	1.90
	2356	2.99		1953	4.80
08 L	0627	4.51	23 M	0201	2.21
	1314	2.81		0824	5.19
	1945	4.13		1500	1.80
				2115	5.03
09 M	0135	3.05	24 MI	0326	1.95
	0802	4.55		0940	5.42
	1450	2.63		1606	1.51
	2111	4.37		2217	5.40
10 MI	0307	2.77	25 J	0428	1.56
	0918	4.85		1039	5.72
	1552	2.24		1657	1.19
	2204	4.79		2305	5.78
11 J	0406	2.29	26 V	0517	1.19
	1012	5.29		1125	5.98
	1636	1.75		1740	0.95
	2245	5.28		2346	6.07
12 V	0451	1.72	27 S	0559	0.91
	1057	5.78		1205	6.15
	1717	1.24		1817	0.82
	2324	5.80			
13 S	0533	1.15	28 D	0022	6.25
	1140	6.23		0636	0.77
	1756	0.78		1241	6.21
				1850	0.80
14 D	0003	6.28	29 L	0055	6.32
	0615	0.64		0710	0.75
	1222	6.57		1314	6.16
	1836	0.44		1921	0.90
15 L	0042	6.65	30 M	0126	6.28
	0658	0.28		0741	0.84
	1304	6.74		1345	6.03
	1916	0.27		1950	1.08
			31 MI	0155	6.16
				0811	1.02
				1416	5.82
				2018	1.32

NOVIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 J	0224	5.98	16 V	0239	6.72
	0841	1.26		0904	0.47
	1446	5.56		1511	6.13
	2047	1.60		2116	0.92
02 V	0253	5.74	17 S	0328	6.44
	0912	1.55		0955	0.80
	1517	5.26		1602	5.80
	2117	1.91		2207	1.26
03 S	0324	5.46	18 D	0420	6.06
	0944	1.87		1049	1.19
	1551	4.95		1657	5.45
	2150	2.23		2303	1.62
04 D	0359	5.16	19 L	0519	5.64
	1022	2.17		1149	1.56
	1630	4.66		1800	5.14
	2230	2.51			
05 L	0441	4.88	20 M	0009	1.93
	1109	2.43		0627	5.29
	1722	4.43		1258	1.83
	2323	2.73		1914	4.98
06 M	0540	4.68	21 MI	0126	2.09
	1213	2.58		0745	5.08
	1834	4.34		1413	1.92
				2030	5.02
07 MI	0037	2.81	22 J	0247	2.03
	0656	4.62		0902	5.09
	1330	2.55		1524	1.83
	1954	4.45		2137	5.22
08 J	0200	2.65	23 V	0356	1.80
	0815	4.78		1007	5.24
	1444	2.30		1622	1.64
	2101	4.78		2232	5.50
09 V	0312	2.27	24 S	0452	1.52
	0922	5.12		1059	5.44
	1544	1.90		1710	1.45
	2156	5.22		2318	5.76
10 S	0410	1.77	25 D	0537	1.27
	1018	5.55		1143	5.62
	1636	1.46		1751	1.31
	2245	5.72		2357	5.96
11 D	0501	1.24	26 L	0617	1.10
	1109	5.97		1222	5.73
	1724	1.04		1827	1.25
	2332	6.19			
12 L	0551	0.76	27 M	0033	6.09
	1158	6.30		0653	1.03
	1810	0.72		1257	5.77
				1859	1.26
13 M	0018	6.56	28 MI	0106	6.13
	0639	0.42		0726	1.04
	1246	6.49		1330	5.74
	1856	0.54		1930	1.33
14 MI	0104	6.79	29 J	0137	6.11
	0727	0.25		0757	1.14
	1334	6.52		1402	5.65
	1942	0.52		2000	1.46
15 J	0151	6.85	30 V	0208	6.01
	0815	0.27		0828	1.29
	1422	6.39		1433	5.50
	2028	0.66		2031	1.63

DICIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0238	5.85	16 D	0322	6.61
	0859	1.49		0947	0.74
	1504	5.32		1552	6.00
	2103	1.83		2157	1.13
02 D	0310	5.64	17 L	0408	6.27
	0931	1.71		1033	1.06
	1537	5.11		1639	5.71
	2136	2.04		2245	1.45
03 L	0344	5.42	18 M	0456	5.84
	1006	1.92		1121	1.43
	1613	4.93		1729	5.40
	2214	2.24		2338	1.81
04 M	0422	5.20	19 MI	0549	5.39
	1045	2.10		1214	1.79
	1654	4.78		1828	5.12
	2259	2.39			
05 MI	0507	5.01	20 J	0040	2.12
	1133	2.23		0653	4.99
	1745	4.70		1317	2.07
	2353	2.48		1938	4.96
06 J	0604	4.89	21 V	0157	2.30
	1230	2.29		0810	4.75
	1848	4.71		1430	2.22
				2052	4.98
07 V	0100	2.46	22 S	0320	2.25
	0713	4.87		0929	4.73
	1338	2.25		1542	2.18
	1959	4.87		2159	5.16
08 S	0215	2.30	23 D	0428	2.03
	0828	4.98		1035	4.88
	1449	2.08		1641	2.03
	2107	5.16		2253	5.42
09 D	0329	1.99	24 L	0522	1.77
	0939	5.22		1126	5.08
	1556	1.81		1728	1.86
	2211	5.55		2338	5.67
10 L	0436	1.59	25 M	0605	1.54
	1044	5.54		1208	5.27
	1657	1.49		1807	1.72
	2310	5.98			
11 M	0536	1.16	26 MI	0017	5.89
	1143	5.86		0642	1.37
	1753	1.17		1245	5.42
				1842	1.61
12 MI	0005	6.38	27 J	0051	6.05
	0631	0.79		0716	1.27
	1238	6.13		1319	5.51
	1846	0.92		1915	1.56
13 J	0057	6.68	28 V	0124	6.13
	0723	0.54		0748	1.24
	1330	6.29		1351	5.54
	1936	0.78		1946	1.55
14 V	0147	6.83	29 S	0156	6.14
	0813	0.45		0819	1.26
	1418	6.32		1422	5.52
	2024	0.77		2018	1.58
15 S	0235	6.80	30 D	0227	6.08
	0900	0.52		0849	1.33
	1506	6.22		1453	5.46
	2111	0.89		2051	1.66
			31 L	0258	5.95
				0920	1.44
				1524	5.38
				2124	1.77

MAREAS DALCAHUE Hacer sgtes. correcciones: Sumar 27 minutos a la hora pleamar / Sumar 27 minutos a la hora bajamar

Hacer ajuste de horario en los meses correspondientes - EL TIEMPO EMPLEADO CORRESPONDE AL MERIDIANO 60 W. ZONA + 4 HORAS
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Mareas Puerto Chacabuco 2º semestre 2012

JULIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0501	0.59	16	0003	2.06
D	1134	2.84	L	0526	0.95
	1757	0.27		1153	2.57
				1820	0.63
02	0014	2.33	17	0033	2.11
L	0550	0.48	M	0600	0.87
	1222	3.01		1225	2.63
	1843	0.14		1849	0.54
03	0100	2.42	18	0101	2.16
M	0638	0.39	MI	0633	0.78
	1308	3.10		1256	2.69
	1927	0.09		1918	0.46
04	0143	2.46	19	0130	2.20
MI	0724	0.36	J	0708	0.70
	1353	3.11		1329	2.72
	2012	0.12		1950	0.41
05	0228	2.45	20	0202	2.23
J	0809	0.40	V	0744	0.63
	1437	3.04		1404	2.71
	2056	0.21		2024	0.40
06	0314	2.39	21	0237	2.26
V	0853	0.50	S	0822	0.61
	1521	2.89		1442	2.65
	2141	0.37		2101	0.42
07	0402	2.32	22	0318	2.27
S	0939	0.66	D	0904	0.63
	1607	2.68		1523	2.55
	2226	0.57		2140	0.48
08	0454	2.24	23	0404	2.27
D	1030	0.85	L	0950	0.70
	1656	2.44		1608	2.40
	2314	0.78		2223	0.57
09	0548	2.17	24	0456	2.27
L	1131	1.03	M	1045	0.79
	1754	2.21		1702	2.23
				2312	0.70
10	0010	0.97	25	0552	2.27
M	0646	2.14	MI	1154	0.89
	1250	1.16		1808	2.06
	1905	2.02			
11	0119	1.10	26	0013	0.82
MI	0751	2.14	J	0655	2.30
	1422	1.18		1318	0.91
	2025	1.91		1927	1.95
12	0228	1.15	27	0128	0.90
J	0859	2.20	V	0806	2.37
	1541	1.10		1447	0.82
	2144	1.89		2052	1.94
13	0324	1.14	28	0241	0.89
V	0957	2.30	S	0917	2.51
	1636	0.97		1558	0.64
	2246	1.93		2211	2.02
14	0410	1.09	29	0345	0.81
S	1042	2.40	D	1019	2.68
	1717	0.85		1654	0.44
	2329	1.99		2313	2.16
15	0450	1.02	30	0441	0.69
D	1120	2.49	L	1114	2.86
	1750	0.73		1742	0.28
			31	0002	2.30
			M	0534	0.56
				1204	2.99
				1827	0.17

AGOSTO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0046	2.42	16	0037	2.16
MI	0623	0.46	J	0609	0.79
	1251	3.07		1230	2.64
	1910	0.13		1850	0.43
02	0128	2.50	17	0108	2.26
J	0710	0.41	V	0648	0.66
	1335	3.06		1307	2.69
	1953	0.16		1923	0.35
03	0211	2.52	18	0141	2.36
V	0755	0.43	S	0727	0.55
	1418	2.96		1344	2.69
	2035	0.25		1959	0.31
04	0254	2.50	19	0218	2.43
S	0839	0.52	D	0808	0.50
	1501	2.79		1424	2.64
	2115	0.40		2036	0.31
05	0340	2.45	20	0259	2.48
D	0925	0.66	L	0852	0.50
	1543	2.56		1505	2.52
	2156	0.59		2116	0.37
06	0426	2.38	21	0344	2.50
L	1014	0.83	M	0940	0.56
	1629	2.32		1552	2.36
	2236	0.80		2157	0.49
07	0513	2.31	22	0433	2.49
M	1110	1.00	MI	1035	0.66
	1722	2.08		1646	2.17
	2320	0.99		2244	0.64
08	0602	2.25	23	0527	2.47
MI	1220	1.13	J	1140	0.76
	1826	1.89		1753	2.00
				2340	0.81
09	0013	1.15	24	0627	2.46
J	0657	2.20	V	1300	0.81
	1346	1.18		1913	1.90
	1941	1.78			
10	0122	1.25	25	0053	0.94
V	0759	2.19	S	0737	2.47
	1508	1.13		1428	0.76
	2101	1.74		2037	1.89
11	0229	1.27	26	0213	0.96
S	0901	2.23	D	0850	2.55
	1606	1.03		1541	0.62
	2213	1.78		2156	1.98
12	0324	1.23	27	0323	0.89
D	0955	2.29	L	0957	2.68
	1647	0.91		1637	0.47
	2301	1.86		2257	2.14
13	0411	1.16	28	0424	0.77
L	1039	2.37	M	1055	2.81
	1719	0.78		1725	0.34
	2337	1.96		2346	2.30
14	0452	1.06	29	0518	0.64
M	1118	2.46	MI	1147	2.91
	1749	0.66		1808	0.25
15	0008	2.06	30	0030	2.44
MI	0531	0.93	J	0609	0.53
	1154	2.56		1234	2.96
	1819	0.53		1850	0.22
			31	0111	2.55
			V	0656	0.47
				1318	2.92
				1931	0.24

SEPTIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0152	2.60	16	0120	2.50
S	0742	0.48	D	0712	0.46
	1400	2.81		1326	2.64
	2011	0.32		1934	0.25
02	0234	2.61	17	0158	2.62
D	0827	0.54	L	0755	0.38
	1441	2.64		1407	2.58
	2049	0.45		2013	0.25
03	0315	2.58	18	0239	2.69
L	0911	0.65	M	0841	0.37
	1521	2.43		1451	2.47
	2125	0.62		2053	0.32
04	0356	2.51	19	0324	2.71
M	0957	0.79	MI	0930	0.42
	1603	2.21		1538	2.31
	2159	0.80		2135	0.44
05	0435	2.43	20	0412	2.69
MI	1045	0.93	J	1024	0.52
	1647	2.00		1634	2.13
	2233	0.98		2221	0.62
06	0515	2.35	21	0504	2.64
J	1141	1.06	V	1126	0.63
	1740	1.83		1742	1.98
	2309	1.13		2315	0.80
07	0559	2.27	22	0603	2.58
V	1250	1.15	S	1240	0.72
	1843	1.71		1858	1.89
	2355	1.25			
08	0649	2.21	23	0025	0.95
S	1413	1.16	D	0711	2.54
	1957	1.65		1405	0.73
				2017	1.89
09	0108	1.33	24	0146	1.00
D	0750	2.18	L	0825	2.55
	1522	1.09		1519	0.65
	2119	1.68		2134	1.98
10	0225	1.32	25	0302	0.96
L	0855	2.20	M	0934	2.62
	1608	0.97		1616	0.55
	2223	1.77		2238	2.13
11	0327	1.25	26	0407	0.85
M	0952	2.26	MI	1036	2.70
	1644	0.84		1704	0.45
	2305	1.90		2328	2.31
12	0419	1.12	27	0505	0.73
MI	1041	2.36	J	1130	2.76
	1716	0.69		1747	0.38
	2339	2.05			
13	0505	0.96	28	0012	2.48
J	1125	2.47	V	0557	0.61
	1748	0.54		1218	2.77
				1828	0.35
14	0011	2.20	29	0053	2.61
V	0548	0.78	S	0645	0.54
	1206	2.56		1302	2.73
	1822	0.41		1907	0.36
15	0044	2.36	30	0132	2.69
S	0630	0.60	D	0730	0.52
	1246	2.63		1343	2.63
	1857	0.31		1945	0.42

Hacer ajuste de horario en los meses correspondientes - EL TIEMPO EMPLEADO CORRESPONDE AL MERIDIANO 60 W. ZONA + 4 HORAS
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Mareas Puerto Chacabuco 2º semestre 2012

OCTUBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0211	2.71	16	0137	2.79
L	0813	0.54	M	0743	0.27
	1422	2.50		1354	2.51
	2021	0.52		1951	0.25
02	0248	2.68	17	0220	2.87
M	0854	0.62	MI	0830	0.25
	1459	2.33		1439	2.41
	2054	0.65		2033	0.31
03	0323	2.62	18	0305	2.89
MI	0935	0.73	J	0918	0.29
	1535	2.15		1528	2.28
	2124	0.79		2116	0.43
04	0357	2.54	19	0353	2.84
J	1015	0.85	V	1011	0.40
	1612	1.98		1624	2.14
	2152	0.93		2203	0.60
05	0430	2.45	20	0444	2.75
V	1058	0.97	S	1109	0.54
	1652	1.83		1729	2.01
	2220	1.06		2256	0.78
06	0505	2.35	21	0541	2.65
S	1147	1.07	D	1217	0.66
	1742	1.72		1839	1.94
	2253	1.18			
07	0546	2.26	22	0001	0.94
D	1252	1.13	L	0647	2.56
	1846	1.66		1336	0.74
	2344	1.28		1952	1.93
08	0641	2.19	23	0121	1.03
L	1414	1.11	M	0759	2.50
	2005	1.66		1451	0.73
				2107	2.00
09	0113	1.32	24	0241	1.02
M	0750	2.15	MI	0910	2.50
	1518	1.01		1551	0.67
	2126	1.74		2214	2.16
10	0240	1.27	25	0353	0.93
MI	0902	2.18	J	1016	2.52
	1603	0.88		1640	0.60
	2224	1.89		2307	2.34
11	0347	1.14	26	0454	0.81
J	1004	2.26	V	1114	2.55
	1640	0.72		1723	0.55
	2306	2.07		2352	2.52
12	0441	0.94	27	0548	0.68
V	1057	2.37	S	1204	2.56
	1716	0.57		1804	0.51
	2343	2.27			
13	0529	0.73	28	0032	2.65
S	1144	2.46	D	0634	0.59
	1753	0.43		1248	2.53
				1842	0.51
14	0020	2.47	29	0110	2.74
D	0614	0.53	L	0717	0.54
	1228	2.53		1327	2.47
	1831	0.32		1919	0.54
15	0057	2.65	30	0145	2.77
L	0658	0.37	M	0756	0.54
	1310	2.55		1403	2.38
	1910	0.25		1952	0.60
			31	0219	2.75
			MI	0833	0.58
				1436	2.25
				2023	0.69

NOVIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0250	2.69	16	0247	3.01
J	0908	0.65	V	0905	0.19
	1507	2.12		1518	2.31
	2051	0.78		2100	0.42
02	0320	2.61	17	0335	2.94
V	0942	0.75	S	0956	0.31
	1539	2.00		1612	2.20
	2118	0.88		2147	0.57
03	0350	2.53	18	0425	2.82
S	1017	0.84	D	1049	0.47
	1614	1.89		1712	2.09
	2145	0.97		2238	0.75
04	0422	2.43	19	0519	2.68
D	1056	0.94	L	1150	0.63
	1658	1.80		1815	2.02
	2218	1.07		2340	0.92
05	0501	2.32	20	0621	2.52
L	1144	1.02	M	1301	0.77
	1754	1.74		1923	2.00
	2305	1.18			
06	0551	2.22	21	0058	1.05
M	1251	1.06	MI	0732	2.40
	1902	1.73		1416	0.83
				2036	2.06
07	0020	1.25	22	0223	1.07
MI	0659	2.14	J	0847	2.32
	1412	1.02		1520	0.82
	2021	1.80		2146	2.19
08	0157	1.23	23	0341	1.00
J	0816	2.12	V	0959	2.31
	1514	0.91		1612	0.78
	2134	1.94		2243	2.36
09	0317	1.11	24	0446	0.87
V	0928	2.17	S	1101	2.32
	1601	0.77		1657	0.73
	2229	2.14		2328	2.53
10	0420	0.91	25	0537	0.73
S	1030	2.25	D	1151	2.35
	1643	0.62		1738	0.69
	2313	2.36			
11	0512	0.68	26	0008	2.66
D	1124	2.34	L	0621	0.62
	1724	0.48		1233	2.35
	2354	2.59		1816	0.66
12	0600	0.46	27	0044	2.74
L	1212	2.42	M	0659	0.56
	1806	0.37		1309	2.33
				1851	0.66
13	0036	2.79	28	0117	2.77
M	0645	0.28	MI	0735	0.54
	1258	2.45		1341	2.28
	1848	0.30		1923	0.68
14	0118	2.93	29	0148	2.76
MI	0731	0.17	J	0808	0.55
	1343	2.45		1411	2.21
	1932	0.28		1953	0.72
15	0202	3.00	30	0218	2.72
J	0817	0.15	V	0839	0.58
	1429	2.40		1440	2.13
	2016	0.32		2021	0.76

DICIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0246	2.66	16	0317	2.99
S	0910	0.64	D	0937	0.26
	1510	2.05		1556	2.29
	2049	0.82		2132	0.55
02	0316	2.58	17	0405	2.83
D	0941	0.71	L	1027	0.43
	1545	1.98		1651	2.21
	2120	0.88		2222	0.73
03	0349	2.48	18	0456	2.64
L	1017	0.79	M	1120	0.63
	1627	1.92		1750	2.14
	2157	0.96		2322	0.92
04	0429	2.37	19	0555	2.43
M	1059	0.87	MI	1221	0.81
	1719	1.89		1852	2.11
	2245	1.06			
05	0518	2.24	20	0037	1.06
MI	1153	0.94	J	0705	2.25
	1820	1.88		1333	0.93
	2352	1.14		2000	2.14
06	0622	2.13	21	0206	1.11
J	1305	0.96	V	0822	2.13
	1930	1.93		1443	0.98
				2111	2.23
07	0123	1.15	22	0330	1.04
V	0738	2.06	S	0940	2.09
	1420	0.92		1539	0.96
	2044	2.05		2212	2.36
08	0251	1.04	23	0434	0.91
S	0855	2.07	D	1046	2.12
	1520	0.82		1627	0.92
	2149	2.23		2300	2.50
09	0401	0.85	24	0523	0.78
D	1007	2.12	L	1136	2.16
	1610	0.69		1709	0.87
	2242	2.46		2340	2.61
10	0457	0.62	25	0602	0.67
L	1108	2.22	M	1215	2.20
	1657	0.57		1747	0.82
	2330	2.68			
11	0546	0.39	26	0015	2.68
M	1200	2.32	MI	0637	0.60
	1743	0.46		1248	2.22
				1822	0.79
12	0015	2.88	27	0048	2.71
MI	0632	0.22	J	0709	0.55
	1247	2.39		1318	2.21
	1830	0.37		1854	0.76
13	0100	3.02	28	0118	2.72
J	0718	0.11	V	0739	0.52
	1332	2.43		1347	2.19
	1915	0.32		1924	0.75
14	0145	3.08	29	0147	2.71
V	0804	0.08	S	0809	0.52
	1418	2.42		1415	2.17
	2001	0.33		1955	0.74
15	0231	3.07	30	0216	2.67
S	0850	0.14	D	0839	0.54
	1505	2.37		1446	2.14
	2046	0.41		2026	0.75
			31	0248	2.61
			L	0911	0.58
				1521	2.11
				2102	0.78

Hacer ajuste de horario en los meses correspondientes - EL TIEMPO EMPLEADO CORRESPONDE AL MERIDIANO 60 W. ZONA + 4 HORAS
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

VETERQUIMICA
CREANDO SALUD ANIMAL
FLAVOMUNE®
La vacuna de inmersión
que hace la diferencia
Única, Rápida y Eficaz contra
Flavobacterium psychrophilum
Registro Provisional SAG N° 2160-BP
Flavomune es otra vacuna desarrollada por
LABORATORIO VETERQUIMICA S.A.

Flavobacteriosis de los salmónidos, RTFS, BCWD, VD

o Enfermedad del pedúnculo una gran preocupación en cultivos de agua dulce

Pedro Ilardi Lazcano[1], Juan Battaglia Aljaro[1] y Carlos Sandoval Hurtado[2]
[1]Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Veterquímica S.A.
[2]Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Biovac S.A.

Introducción

El agente etiológico de la *Flavobacteriosis* de los salmónidos, también conocida como enfermedad del agua fría (*BCWD* por su sigla en inglés), síndrome del alevín de trucha (*RTFS* su sigla en inglés), *Flavobacteriosis* visceral (*VD*) o también enfermedad del pedúnculo, es la bacteria *Flavobacterium psychrophilum,* anteriormente *Cytophaga psychrophila* o *Flexibacter psychrophilus*, perteneciente a la familia *Flavobacteriaceae* y desde sus primeras descripciones hasta hoy, ésta se ha convertido es un importante patógeno de peces en agua dulce afectando a todas las especies de peces salmonídeos entre los 4 y 16ºC, siendo los más susceptibles, el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*), la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y observándose también, en otros peces no salmónidos como el Ayu (*Plecoglossus altivelis*). Así también, *F. psychrophilum* ha sido aislado de Anguila Europea (*Anguilla anguilla)*, Carpa Común (*Cyprinus carpio*), y Carpa Pálida (*Zacco platypus*). Inicialmente se encontraba sólo en norteamérica, hoy en día la infección esta distribuida al resto del mundo (Europa; Chile, Sudamérica; Tasmania, Australia; Japón y Corea, Asia). *RTFS* ha sido y seguirá siendo una de las principales causas de mortalidad en *hatcheries* y *nurseries*, resultando en extensas pérdidas económicas para las granjas de peces de agua dulce, desde mediados de 1980. Las pérdidas más severas suelen ocurrir en alevines donde puede resultar una mortalidad de hasta un 90%, esto puede deberse a la inmadurez inmune de estos animales y a la vida corta de tal inmunidad (Nematollahi *et al.,* 2003; Avendaño–Herrera *et al.,* 2009 y Orieux *et al.,* 2011).

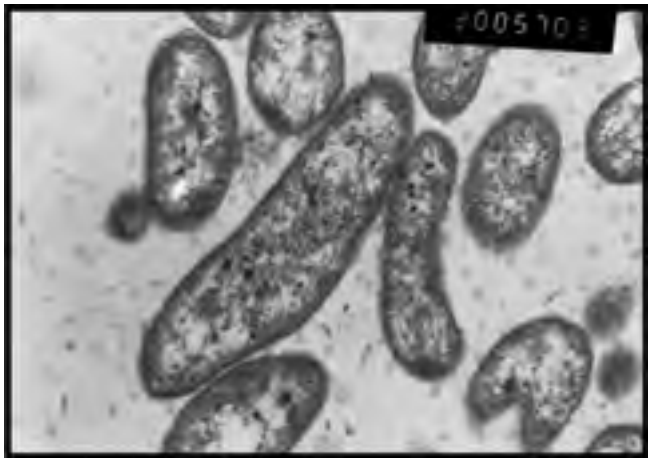


Figura 1. Microscopia electrónica del patógeno de peces *Flavobacterium psychrophilum* 20000X.

En Chile, se tuvo conocimiento de la presencia de este patógeno desde 1993 y luego el primer reporte de aislamiento de *F. psychrophilum* fue publicado por Bustos *et al.* (1995). Hoy en día en Chile, la situación frente a dicho agente es similar a la de los países nombrados anteriormente ya que se ha aislado desde cultivos de salmón del Atlántico, de trucha arcoíris y desde salmón coho, atribuyéndose a este patógeno en particular, desde un 40 hasta un 90% del total de la mortalidad total asociada a la fase de crecimiento en agua dulce de estas especies. Además, esta bacteria, presenta una condición ubiquitaria. En Chile se distribuye en las diferentes áreas de producción, cubriendo desde la Región Metropolitana, hasta Puerto Natales en la XII Región de Magallanes. Esta enfermedad se manifiesta fundamentalmente a temperaturas del agua fría, en otoño, invierno y primavera, desde los 7ºC hasta los 14 o 15ºC.

Lorenzen *et al.,* (1997) describen a *F. psychrophilum* como una bacteria filamentosa Gram negativo de 0,2 a 0,5 μm de ancho por 3 a 10 μm de largo (Figura 1), dependiendo de la edad de las colonias, en una relación inversa de tamaño y tiempo de cultivo, y si la muestra observada se obtuvo de un medio sólido (corto) o líquido (largo). Fenotípicamente es oxidasa y catalasa positivo, produce pigmentos "tipo" flexirrubina, algunas cepas son capaces de hidrolizar la caseína, elastina y gelatina, pero no la celulosa. Además, no presenta fimbria o flagelo). Los aislados de esta especie exhiben una leve motilidad por deslizamiento en montajes húmedos, así como, también en preparaciones de gota (Lorenzen *et al.*, 1997; Valdebenito y Avendaño–Herrera, 2009). Lorenzen *et al*. (1997) y Bernardet *et al.* (2002), por medio del estudio de galerías miniaturizadas api® ZYM determinó la producción de enzimas lipolíticas y proteolíticas. La colonia correspondiente a *F. psychrophilum* se describe de un color amarillo opaco, dependiendo de las condiciones de cultivo circular de borde regular, de un diámetro no mayor a 3mm, convexa, no se adhiere al medio, es lisa y brillante, con un olor "tipo queso" característico (Lorenzen *et al.*, 1997; Crump *et al.*, 2001; Nematollahi *et al.*, 2003; Cipriano y Holt, 2005 y Valdebenito y Avendaño-Herrera, 2009). Las cepas de *F. psychrophilum* crecen a temperaturas que van entre los 4 a 25°C, pero la temperatura óptima es de 15°C (Crump *et al.*, 2001). Las *Flavobacterias* viven normalmente en el agua, materia orgánica, superficie de ovas y peces, por lo cual la desviación de los parámetros ambientales normales y lesiones mecánicas en las superficies externas el pez, pueden favorecer la colonización y acción patogénica de estas bacterias.

Signos clínicos externo e internos

Los signos clínicos clásicos evidenciados son peces letárgicos, nadando en superficie de los estanques, observándose inicialmente, oscurecimiento de la piel en la zona peduncular para posteriormente aparecer, lesiones ulcerativas a nivel de piel que pueden comprometer el tejido muscular, además, se puede evidenciar erosiones de aletas que pueden evolucionar a lesiones ulcerativas. En las últimas etapas de la enfermedad, el tejido y la degeneración muscular progresa, hasta tal punto que el esqueleto de la aleta caudal queda expuesto por completo, pero sin separarse de la columna vertebral (Cipriano y Holt, 2005). Se evidencian además, hemorragias en base de aletas, exoftalmia bilateral, oscurecimiento de la piel, distensión abdominal y en algunas ocasiones nado errático brusco y repentino. La acción de este patógeno a nivel branquial se observa como una secreción focalizada de color amarillo a nivel de las laminillas branquiales (figuras 2 y 3) (Nematollahi *et al.*, 2003). La principal vía de transmisión descrita es horizontal, transmitiéndose de pez a pez, por fómites y a través de la superficie externa de las ovas (Vatsos *et al* 2003).

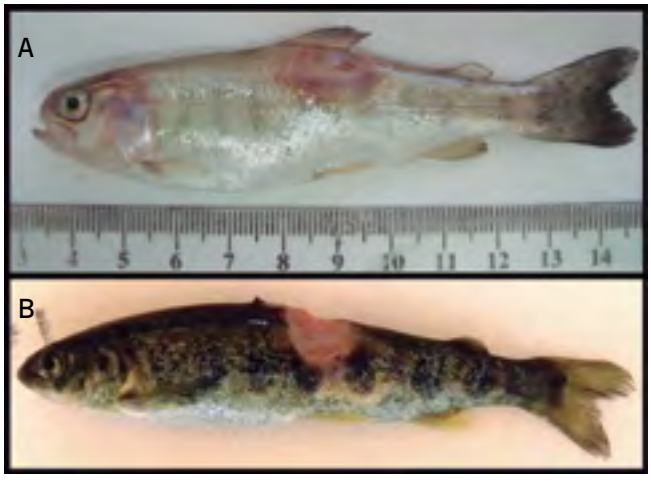


Figura 2. Ejemplares de *O. mykiss* que presentan lesiones de tipo ulcerativo, de borde necrótico, bien delimitada, con pérdida de tejido tegumentario, exudativa y con exposición de la masa muscular, producto de la infección por el patógeno de peces *F. psychrophilum* (**A:** ejemplar de 4gr; **B:** ejemplar de 12 gr.)

Aunque los signos clínicos internos son inespecíficos, se puede evidenciar congestión de la grasa perivisceral, renomegalia y una esplenomegalia intensa (figura 4).

En cuadros crónicos la acción de la bacteria puede provocar a nivel de la columna vertebral alteraciones de la integridad celular, provocando deformaciones espinales como lo visto en brotes asociados a salmón coho y trucha arcoíris que, además de presentar altas mortalidades de tipo septicémico, se observan estas deformaciones de columna vertebral, las que sí bien no impactan tanto por la mortalidad observada, generan gran cantidad de piezas rechazadas a nivel de planta de proceso, especialmente en brotes severos asociados a producciones de truchas tamaño porción o pan–size.

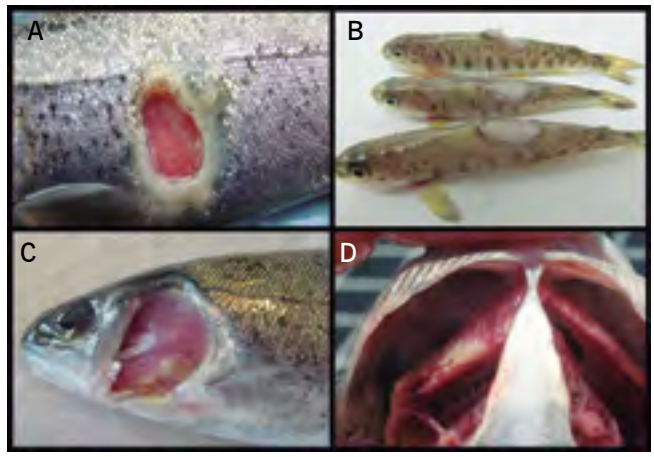


Figura 3. A: *S. salar*, se evidencia lesión ulcerativa a nivel de flanco, con exposición de músculo (gentileza Marcelo Vera M.V). **B:** *S. salar,* se evidencia lesión ulcerativa a nivel dorsal, con exposición de músculo (gentileza Manuel Ulloa). **C:** *S. salar*, detalle de branquias, se evidencia la presencia de necrosis y pigmentación amarilla a nivel de laminillas braquiales, consistentes con *flavobacterium sp* (gentileza Cristian Sauterel M.V). **D:** *O. mykiss*, branquias con presencia de pigmentación amarilla a nivel de laminillas braquiales, consistentes con *flavobacterium sp.* (gentileza Marcelo Vera. M.V).

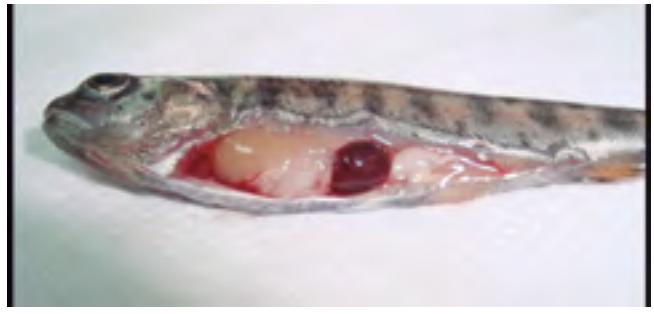


Figura 4. Ejemplares de *O. mykiss*, se observan en detalle las lesiones internas producto de la infección por el patógeno de peces *F. psychrophilum* A: la signología característica se evidencia a través de una esplenomegalia severa, también se puede observar acompañado de congestión de grasa visceral, renomegalia e hígado pálido.

Histopatología

A nivel histopatológico es frecuente evidenciar hipertrofia del bazo y degeneración celular, congestión de los tejidos de órganos macizos como branquias, hígado, bazo y riñón, congestión y dilatación de las sinusoides hepáticos y congestión de intersticio renal (Nematollahi *et al.*, 2003), Se puede observar también la presencia (en grado variable dependiendo del nivel de septicemia) de la bacteria en las muestras histológicas de los tejidos. Producto del cuadro inflamatorio, también, se observa un aumento de densidad y número de células de tipo indiferenciadas y reactividad de la serie blanca (Figuras 5 y 6), llegando incluso a la necrosis de los tejidos afectados.

En alevines de Trucha Arco iris (*O. mykiss*) afectados por *Flavobacterium psychrophilum* se puede observar una hemorragia aguda y una esplenitis necrótica, algunas veces la bacteria puede ser vista en la superficie capsular (H. Ferguson, 2006).

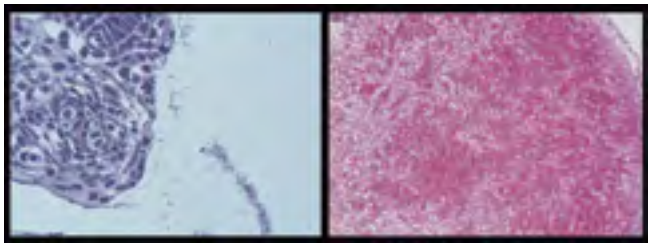


Figura 5. A) ***O. kisutch,*** branquias H&E. Se evidencia la presencia de abundantes bacilos filamentosos unidos a epitelio branquial como también en cavidad branquial, consistentes con *Flavobacterium psychrophilum*, en conjunto a una hiperplasia difusa de células epiteliales de laminilla branquial. **B) *O. mykiss,*** bazo H&E. Se evidencia una hemorragia aguda con necrosis a nivel de bazo, en peces afectados por *Flavobacterium psychrophilum.* (Fotografías Carlos Sandoval M.V. Est. MSc).

Diagnóstico

El diagnóstico se puede realizar por la signología clínica característica de lesiones ulcerativas antes descritas y en conjunto con exámenes realizados a nivel de laboratorio con tinciones de Gram y Naranja de Acridina *(AOS)* como se puede apreciar en la figura 6, donde se observa la abundante presencia de bacterias Gram negativas (A y B), y con *AOS* (C y D) de carácter filamentosos, formando densas agrupaciones, concordantes con el patógeno de peces *Flavobacterium spp.* La inmunofluorescencia (IFAT), también es una técnica ampliamente utilizada para el diagnóstico (Vatsos *et al.*, 2002). En conjunto se realizan cultivos bacterianos específicos en medios sólidos MAOA y TYES para aislar el patógeno, siendo los órganos predilectos para la siembra lesiones, branquias, bazo y riñón (Figura 7).

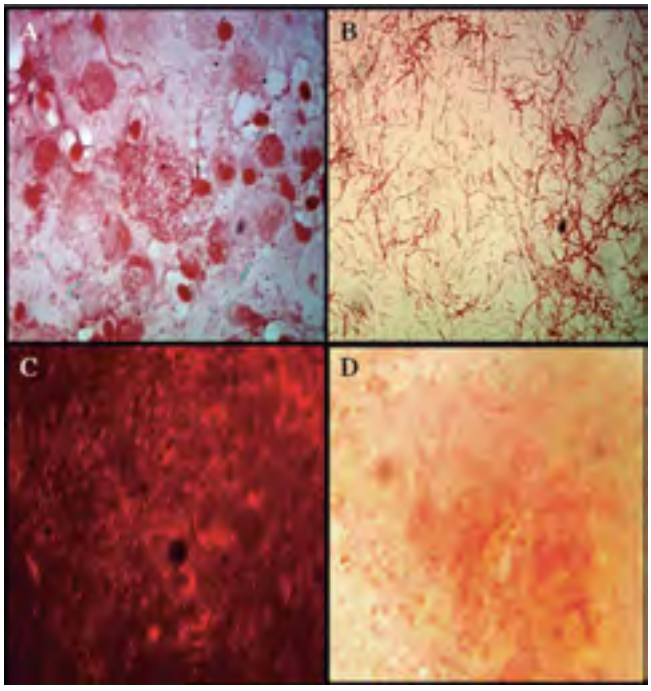


Figura 6. *Frotis* 1000X de: **A:** Tinción de Gram de impronta de lesión; **B:** Tinción de Gram de muestra de colonias pigmentadas aisladas a partir de lesiones; **C:** Tinción de *AOS* de impronta de lesión y **D:** Tinción de *AOS* de impronta de lesión (gentileza Dr. Cristian Sauterel).

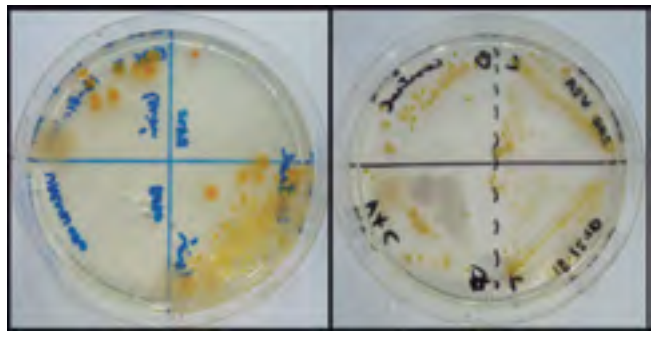


Figura 7. Crecimiento y aislamiento positivo de colonias pigmentadas en medio sólido *TYES* a partir de lesiones y bazo de peces enfermos.

La técnica de PCR (Reacción de la polimerasa en cadena) debido a su sensibilidad es una buena herramienta diagnóstica para identificar al patógeno ya sea partir de ADN a extraído de colonias o bien de muestras de peces enfermos siguiendo el protocolo convencional (Figura 8) o por qPCR (Urdaci *et al.*, 1998 y Orieux *et al* 2011).

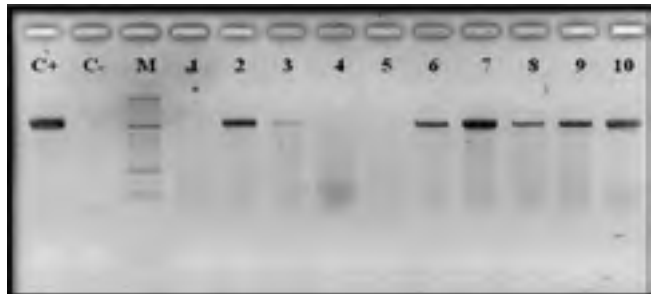


Figura 8. Productos de amplificación del PCR especie–específico para la detección del patógeno de peces *Flavobacterium psychrophilum* de acuerdo al protocolo propuesto por Urdaci *et al.*, (1998) a partir de ADN extraído de tejido de peces. C+ (1088 pb); C–, Control negativo; M, marcador de peso molecular; 1–10 muestras.

Otra herramienta diagnóstica para la identificación, es la utilización de galerías miniaturizadas api® ZYM, técnica con la cual los aislados de *F. psychrophilum* dan resultados homogéneos en cuanto a los perfiles (Figura 9).

Prevención y tratamiento

Se puede prevenir la enfermedad mediante buenas prácticas de cultivo como lo son la mejora de las condiciones del cultivo y la reducción del estrés y el mantenimiento de buenas condiciones higiénicas en las unidades de cultivo, evitando la acumulación de materia orgánica (Madsen y Dalsgaard 2008). Una herramienta más moderna y de alta efectividad que complementa a las buenas prácticas de cultivo y al programa de Bioseguridad instalado en la actualidad en las empresas, y que está disponible hoy en Chile, resulta ser la terapia vaccinal tradicionalmente realizada mediante el uso de autovacunas (autógenas) y ahora es posible, a través de una vacuna comercial recientemente registrada. El uso de desinfectantes o antibacterianos en baños de inmersión con sal, bronopol y cloramina–T es una práctica preventiva muy utilizada, incluso la adición de inmunoestimulantes en las dietas.

Figura 9. Galerías miniaturizadas api® ZYM perfil del patógeno de peces *F. psycrhophilum.*

Para el control de *Flavobacteriosis* externa se usan baños antibióticos y terapias orales, principalmente amoxicilina, oxitetraciclina y florfenicol. Por otra parte, para el tratamiento de *Flavobacteriosis* sistémica se usan antibióticos orales, siendo el florfenicol el fármaco de elección. Sin embargo, cada vez son más frecuentes patrones de resistencia por parte de *F. psychrophilum* a medicamentos autorizados, detectados mediante Antibiogramas y Concentraciones Mínimas Inhibitorias, (CMIs), debido a que se realizan tratamientos constantes y sin rotación de antibióticos como tradicionalmente ha sido el uso de flumequina, oxitetraciclina, ácido oxolínico y sulfas potenciadas con trimetoprim por lo que su uso y efectividad hoy es poco recomendado (Figura 10) (Rangadale *et al.,*1997; Bruun *et al.,* 2000; Aquatic Health, 2004; CLSI, 2006).

Estudios de resistencia de células de biofilm de la bacteria a antibióticos, indican que a altas densidades de bacterias ($>10^7$ UFC mL^{-1}), las células del *biofilm* de *F. psychrophilum* son menos susceptibles a los agentes antimicrobianos. Además, los resultados implican que las células del *biofilm* del patógeno, rápidamente pueden desarrollar resistencia tanto a la oxitetraciclina y flumequina si se exponen a concentraciones sub–inhibitorias de estos antimicrobianos (Sundell, y Wiklund 2011).

Debido al problema del incremento en el desarrollo de resistencia por parte del agente bacteriano, es importante la necesidad de desarrollar tratamientos alternativos. Además, hoy en día, muchas empresas optan por la alternativa de hacer autovacunas, las cuales sí bien no han sido de uso tan masivo, las empresas que han ocupado este tipo de tratamientos han tenidos muy buenos resultados, y se ha podido comprobar que existe una respuesta inmune de parte de los peces, medido mediante ELISA y que además se logran excelentes resultados de protectividad luego de desafíos controlados en condiciones de laboratorio (Figura 12).

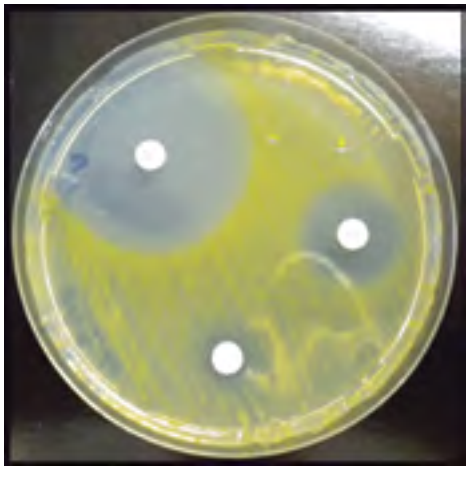


Figura 10. Patrones de susceptibilidad de un aislado de campo del patógeno de peces *F. psycrhophilum* a diferentes agentes antimicrobianos.

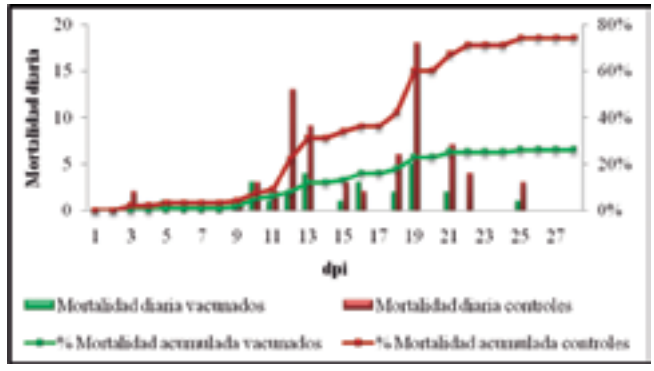


Figura 11. Evaluación de la mortalidad diaria y porcentaje de mortalidad acumulada durante un desafío controlado en condiciones de laboratorio contra el patógeno de peces *Flavobacterium psychrophilum.* dpi (días post infección). % de mortalidad acumulada vacunados 26%; % de mortalidad acumulada grupo control 74%; RPS *end–point* = 65%.

Referencias

Avendaño–Herrera R., Ilardi P. y Fernández J. 2009. Significance of *Flavobacterium* diseases on salmonid farming in Chile. 2nd Conference on Members of the Genus *Flavobacterium.* MCEN, Paris, France September. 21–23, 10 pp.

Bernardet J–F., Nakagawa Y. y Holmes B. 2002. Proposed minimal standards for describing new taxa of the family *Flavobacteriaceae* and emended description of the family. *Int J Syst Evol Microbiol*, 52:1049–1070.

Bruun, MS., Schmidt, AS., Madsen, L., Dalsgaard, I. 2000. Antimicrobial resistance patterns in Danish isolates of *Flavobacterium psychrophilum Aquaculture* 187: 201–212.

Bustos P.A., Calbuyahue J., Montaña J., Opazo B., Entrala P. y Solervicens P. 1995. First isolation of *Flexibacter psychrophilus,* as causative agent of Rainbow Trout Fry Syndrome (*RTFS)*, producing Rainbow Trout mortality in Chile. *Bull. Eur. Ass. Fish Patho,* 15(5): 162–163.

Cipriano, Rocco C.; Richard A. Holt 2005. *Flavobacterium psychrophilum,* cause of Bacterial Cold–Water Disease and Rainbow Trout Fry Syndrome. Fish Disease Leaflet, Vol. 86, pp 44.

Clinical and Laboratory Standars Institute (CLSI) 2006. Methods for broth dilution susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals; approved guideline. CLSI document M49–A (ISBN 1-56238-612-3). Clinical and Laboratory Standars Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA.

Crump E.M., Perry M.B., Clouthier S.C. y Kay W.W. 2001. Antigenic characterization of the fish pathogen *Flavobacterium psychrophilum*. Appl Environ Microbiol, 750–759.

Dalsgaard I., Bruun M.S. y Madsen L. 2007. The impact of *CWD/RTFS* on rainbow trout farming in Denmark. Workshop *Flavobacterium.* National Conservation Training Center, 3pp.

Gijón, Daniel; Zarza, Carlos. 2006. Enfermedades Emergentes en el Cultivo de la Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Servicio de Patología de Peces Skretting, pp12–17.

LaFrentz B.R., LaPatra S.E., Jones G.R. y Cain K.D. 2004. Protective immunity in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* following immunization with distinct molecular mass fractions isolated from *Flavobacterium psychrophilum*. *Dis Aquat Org,* 59: 17–26.

Lorenzen E. y Olesen N.J. 1997. Characterization of isolates of *Flavobacterium psychrophilum* associated with coldwater disease or rainbow trout fry syndrome II: serological studies. *Dis Aquat Org,* 31: 209–220.

Lorenzen E., Dalsgaard I. y Bernardet J–F. 1997. Characterization of isolates of Flavobacterium psychrophilum associated with coldwater disease or rainbow trout fry syndrome I: phenotypic and genomic studies. *Dis Aquat Org,* 31: 197–208.

Madsen, L. & Dalsgaard, I. 2008. Water recirculation and good management: potential methods to avoids diseases outbrakes with *Flavobacterium psychrophilum. J Fish Dis*, 31:799–810.

Nematollahi A., Decostere A., Pasmans F. y Haesebrouck F. 2003. *Flavobacterium psychrophilum* infections in salmonids fish. *J Fish Dis*, 26:563–574.

Orieux,N.; Bourdineaud, J–P.; Douet, D–J.; Daniel, P.; Le Hénaff, M. 2011. Quantification of *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), tissues by qPCR. *J Fish Dis*, 34: 811–821.

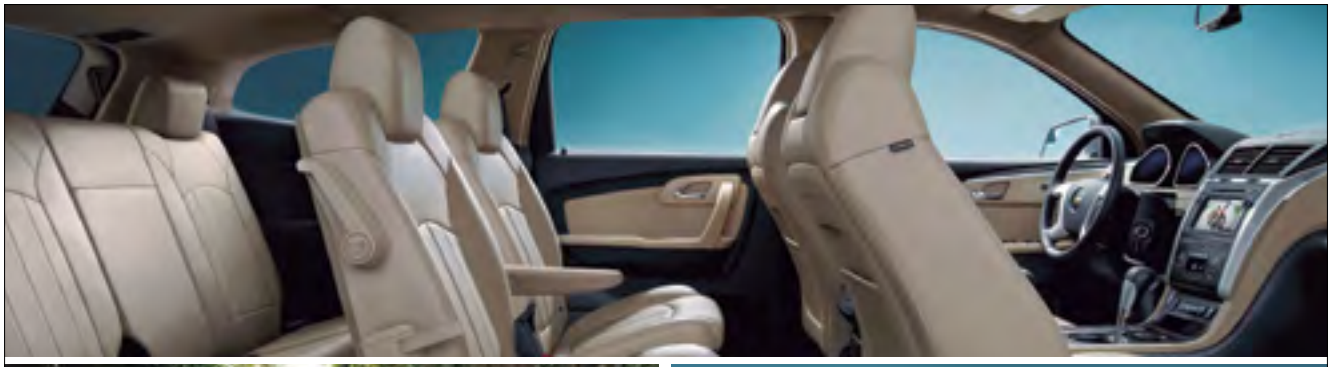
Rangdale, RE., Richard, RH., Alderman, DJ. 1997. Minimum inhibitory concentrations of selected antimicrobial compounds against *Flavobacterium psychrophilum* the causal agent of rainbow trout fry syndrome (RTFS). *Aquaculture* 158: 193–201.

Urdaci M. C., Chakraun C., Fanre D. y Bernardet J–F. 1998. Development of a PCR reaction assay for identification and detection of the fish pathogen *Flavobacterium psychrophilum*. *Research in Microbiology*, 149: 519–530.

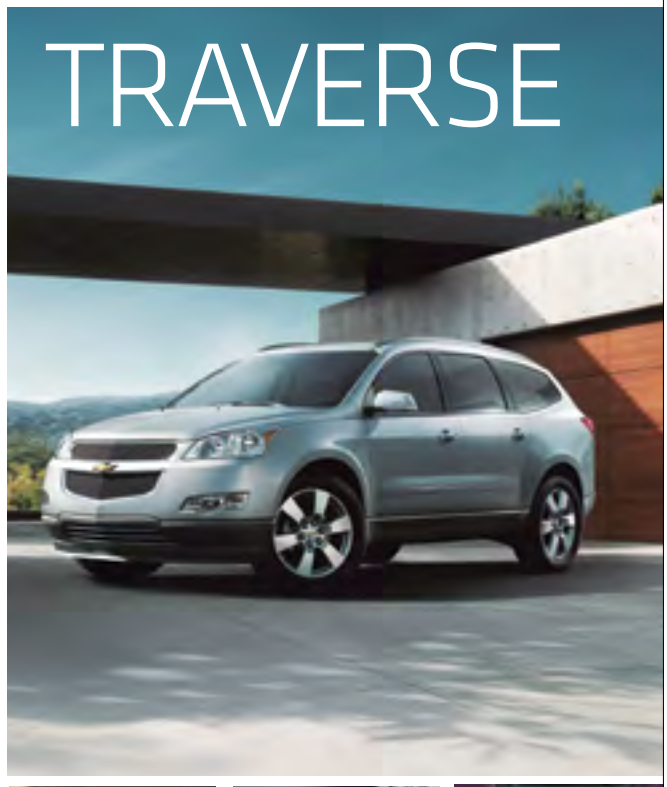
Valdebenito S. y Avendaño–Herrera R. 2009. Phenotypic, serological and genetic characterization of *Flavobacterium psychrophilum* strains isolated salmonids in Chile. *J Fish Dis,* 32: 321–333.

Vatsos, IN., Thompson, KD. & Adams, A. 2002. Development of an immunofluorescent antibody technique (IFAT) and *in–situ* hybridization to detect *Flavobacterium psychrophilum* in water samples. *Aquaculture Research,* 33: 1087–1090.

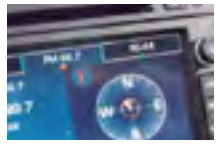
Vatsos, IN., Thompson, KD. & Adams, A. 2003. Starvation of *Flavobacterium psychrophilum* in broth, stream water and distilled water. *Dis Aquat Org,* 56: 115–126.

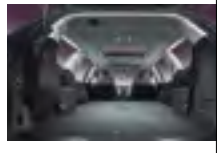


TRAVERSE



POR 3 AÑOS CONSECUTIVOS LA MEJOR COMPRA EN ESTADOS UNIDOS





MOTOR 3.6 LTS. V6 SIDI 281 HP / CLIMATIZADOR 3 ZONAS / LLANTAS DE ALUMINIO 20" / SUNROOF DE PANEL DOBLE / CONTROL DE ESTABILIDAD DVD INCORPORADO / SISTEMA DE SONIDO BOSE 5.1 CON 10 PARLANTES SISTEMA DE ENCENDIDO A DISTANCIA

PRECIO A PARTIR DE: $22.790.000

CHEVROLET POWER EXPERIENCE. VIVELA EN: **PUERTO MONTT: PILPILCO 800 FONO: (65)290 278 - 290 201**

WWW.SALFASUR.CL

Fotografías referenciales. Precio válido desde 03/07/12 hasta 31/07/12, no incluyen flete. Precios no válidos para Zona Franca.

SALFA AUTOMOTRÍZ SALFA SUR LIMITADA

CHEVROLET

www.chevrolet.cl
800 800 115

VD Julio 2012

REVISIÓN DE CONCEPTOS EPIDEMIOLÓGICOS para la implementación de un sistema de BIOSEGURIDAD EN ACUICULTURA

Carla Rosenfeld Miranda
MV, MCs MPV, PhD. Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria, Universidad Austral de Chile / crosenfe@uach.cl

I. Introducción

Para la prevención y control de enfermedades infecciosas en acuicultura se han desarrollado una serie de medidas como: la bioseguridad en centros acuícolas basados en la limpieza y desinfección de la infraestructura y utensilios, así como la desinfección de afluentes, efluentes y ovas. El desarrollo de vacunas permite generar inmunidad de masas para proteger en parte la población de peces y los quimioterápicos, antibióticos o probióticos entre otros.

Desde el punto de vista del riesgo sanitario estos principios de bioseguridad permiten identificar, seleccionar y aplicar las medidas efectivas que logren reducir el nivel de riesgo, designándose a este proceso el nombre de "Gestión de Riesgos". Si bien las medidas de bioseguridad son aplicables a enfermedades transmisibles, es necesario tener conocimiento más detallado de la ecoepidemiología de cada enfermedad que se quiera controlar. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de los principales conceptos epidemiológicos a tener en cuenta en un programa de bioseguridad acuícola.

II. Bases epidemiológicas en enfermedades transmisibles en acuicultura

1. Proceso endémico y epidémico

Cuando un agente patógeno se encuentra en un sistema generando sistemáticamente brotes de enfermedad ya sea de manera estacional, cíclica o esporádica, se puede decir que es una enfermedad endémica. A través de un sistema de vigilancia epidemiológica se pueden establecer los niveles de enfermedad o estatus sanitario. Cuando los eventos de brotes, número de enfermos y/o mortalidad sobrepasan el número de eventos habitualmente esperados, se define una situación de epidemia. Para poder establecer niveles habituales es necesario cuantificar la enfermedad, a través de indicadores como prevalencia e incidencia, definidos por la OIE como:

Prevalencia: el número total de animales acuáticos infectados, expresado como un porcentaje del número total de animales acuáticos presentes en una población determinada y en un momento determinado.

Incidencia: se designa el número de brotes de enfermedad (nuevos enfermos), registrados en una población de animales acuáticos definidas durante un período de tiempo determinado.

Para poder entender cómo se comporta una enfermedad infecciosa en una población se revisarán los conceptos de infección y diseminación dentro de los susceptibles y los diferentes modelos de transmisión descritos en la literatura.

2. Infección y número básico de reproducción de casos

El concepto de infección implica la presencia de un agente patógeno que se multiplica, desarrolla o está latente en un hospedador. Se entiende que este término incluye a la infestación, cuando el agente patógeno es un parásito. Para que una infección pueda persistir en una comunidad, cada individuo infectado debe transmitir, como mínimo a un individuo, la infección. Si la media de transmisiones por caso es inferior a 1, entonces la infección tenderá a desaparecer. Se llama número básico de reproducción de casos (**R0**) a la cifra media de infecciones producidas directamente por un caso infeccioso durante su período de transmisibilidad, cuando penetra en una población totalmente susceptible.

Este concepto fue introducido por Macdonald en 1957. No incluye los casos producidos por los casos secundarios, terciarios y sucesivos, tampoco incluye los casos no infecciosos. Por ejemplo, un **R0** de 7 para una enfermedad en una población determinada, indica que en promedio, un caso ha producido 7 casos secundarios antes de su recuperación.

El número **R0** tiene 3 componentes:
β: la probabilidad de transmisión por contacto o tasa de ataque.
c: el número de contactos potencialmente infecciosos por unidad de tiempo de un pez promedio que presenta la enfermedad.
d: la duración de la transmisibilidad de un pez, expresada en la misma unidad de tiempo.
La cifra media de contactos mantenida por un caso infectivo durante su período de transmisibilidad, es el producto de ***c*** por ***d***. El número **R0** es el producto de la probabilidad de transmisión por contacto por el número medio de contactos en el período de transmisibilidad:

$$R0 = \beta \times c \times d$$

La probabilidad de transmisión por contacto (β) es característica de la enfermedad y del tipo de contacto.

La interpretación de RO tiene interés para el control de enfermedades: Cuando su valor es superior a 1, puede tener lugar una epidemia en cualquier momento (nivel epidémico); si es igual a 1, cada caso de la infección genera otro caso y la infección se automantiene en la población (nivel endémico); si es menor de 1, la transmisión se bloquea y la infección tiende a desaparecer. Para llegar a erradicar una infección debe conseguirse que RO sea inferior a 1, es decir, que cada caso no llegue a producir otro caso (nivel de eliminación).
A modo de resumen:

Si RO > 1, puede producirse una epidemia.
Si RO = 1, la enfermedad puede convertirse en endémica.
Si RO < 1, se produce un progresivo declive de la infección en la población.

Las actividades de control tienen por objetivo situar los valores de RO por debajo de 1.

3. Vías de transmisión de la enfermedad

3.1. Tipo biológica

Para la evaluación del nivel de susceptibilidad a una enfermedad se debe definir la o las especies que son afectadas por ésta, por ejemplo: el virus ISA afecta al *Salmo salar.*

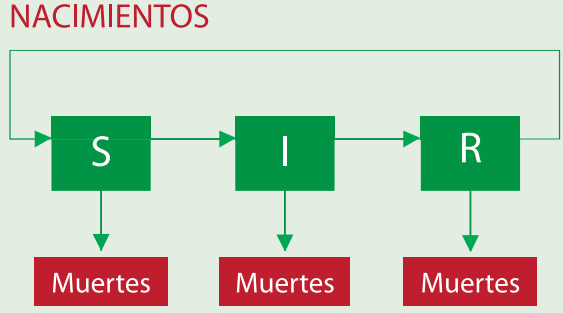


Figura 1. Modelo SIR de una población afectada por una enfermedad infecciosa. (citado por Murray 2009).

En los modelos de trasmisión estándar descritos en epidemiología, se define que; dentro de una población afectada por una enfermedad se tendrán individuos susceptibles (S), infectados (I) y los removidos (R) (Figura 1). El resultado del proceso de transmisión de la enfermedad ocurre de la interacción entre los peces susceptibles y los infectados, lo cual depende del comportamiento del hospedero (especie susceptible) y las características del agente y el medio ambiente. Además, se debe considerar la etapa productiva o del ciclo de vida en la cual se produce la infección, ya sea con o sin presencia de signos clínicos. En otras palabras se puede hablar de una susceptibilidad para la infección y para la manifestación clínica de la enfermedad.

Siguiendo este concepto podemos observar que en las enfermedades de transmisión vertical, las ovas y los fluidos del desove, son los susceptibles de infectarse por el agente patógeno, por ejemplo: enfermedad IPN, en la cual se produce la manifestación clínica en la etapa de alevines y smolts.

En las enfermedades de transmisión horizontal las susceptibilidades se producen en periodos de desarrollo específicos del ciclo de vida de los peces. Si se considera el ciclo productivo de los salmónidos, se ha definido un modelo de transmisión en función al contacto entre peces de centros productivos infectados y no infectados.

Estructura del modelo: las ovas del salmón son asumidas inicialmente sin infección y puede infectarse en la etapa de agua dulce, y después de un año, los smolt son llevados a centros marinos. Estos pueden estar sin infección solo si se reciben smolt de stocks de agua dulce sin infección (a); centros que reciben solo stocks de smolt infectados (b) o una mezcla de stocks mezclados de infectados y no infectados (c). Sitios sin infección pueden adquirir la infección, sin embargo, posteriormente ésta se pierde cuando los stocks son cosechados. El modelo es modificado cuando se importan stocks infectados en agua dulce o en sitios marinos.

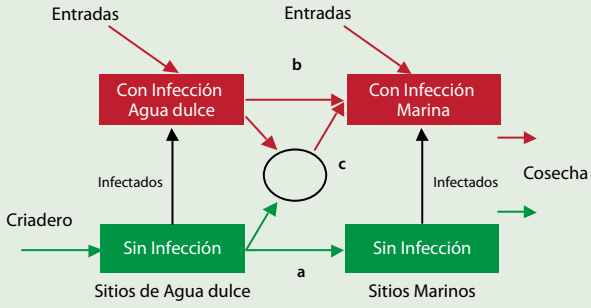


Figura 2. Modelo de transmisión entre sistemas de producción de salmónidos.

La literatura describe 4 modelos de vías de transmisión horizontal de enfermedades dentro de un sistema acuático:
Transmisión directa densidad-dependiente: la tasa de transmisión es el producto de la densidad de la población de susceptibles e infectados ej. *Renibacterium salmoninarum* (BKD).

Transmisión directa dirigida por vector densidad-independiente: se relaciona a enfermedades transmitidas por parásitos. Como ejemplos de esta vía se menciona a Caligus, el que podría ser vector del virus ISA, o las aves de mar, quienes actuarían como vectores de la infección del virus de la Necrosis Pancreática y serían diseminadores de la enfermedad en los ambientes acuáticos.

Acumulación local de patógenos en agua: se ha visto este tipo de transmisión en brotes de la enfermedad Septicemia Hemorrágica Viral en jaulas. Este tipo de transmisión se asocia con sistemas de recirculación de agua.

Transmisión a través de grandes extensiones de aguas: se ha observado que el agua puede transportar los agentes patógenos por largas distancias. También llamado transporte hidrodinámico de agentes patógenos, la cual ocurre por ejemplo en las infecciones causadas por el virus ISA, en donde la enfermedad puede ocurrir a kilómetros de la población de hospedadores infectados.

El cuadro 1 describe el efecto de las acciones de manejo de un centro cuando se presenta un brote según el modelo de transmisión. En donde las acciones cómo vacunación, quimioterapia y sacrificio, seguido de la instauración de normas de bioseguridad, son señaladas como las más importantes para reducir el impacto de la enfermedad.

Junto a estos modelos de transmisión se debe considerar otras especies de peces como los silvestres y los especímenes asilvestrados productos de los escapes, quienes son susceptibles, los cuales pueden mantener el nivel de endemismo de las enfermedades en sistemas hídricos.

Cuadro 1: El efecto de las acciones del manejo frente a un brote bajo cuatro modelos.

Manejo	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
Densidad del centro	I	N/I	N/I	D
Tamaño	N/I	N/I	I	D
Confinamiento	N/I	N/I	I	N/I
Bioseguridad	D-N/I	D-N/I	D-D	D-D
Entrada de peces	I-N/I	I N/I	I-I	N/I-N/I
Sacrificio	D-D	N/I D	N/I D	I-I
Vacunación	D-D	D-D	D-D	D-N/I
Quimioterapia	D-D	D-D	D-D	D-N/I

D=reduce el impacto de enfermar, I= incrementa el impacto de enfermar
N/I=no hay cambio de impacto

La Figura 3 explica el potencial efecto de la interacción de un patógeno entre la población de peces de un centro acuícola y peces silvestres. Las poblaciones de peces silvestres pueden presentar la infección de forma subclínica, transmitiendo el patógeno en forma directa por contacto o bien, difundiéndolo al agua, la cual actúa como medio de difusión a los peces de centros. Si los peces en los centros están en altas densidades, se incrementa la transmisión y se magnifica la presión de infección, debido a las altas probabilidades de contacto, lo cual a su vez aumenta el riesgo de transmisión a las poblaciones silvestres.

3.2. Tipo no biológica

Dentro de las vías de transmisión de agentes patógenos en centros acuícolas, se describen aquellas en que no participan directamente los hospedadores, como son el equipamiento, utensilios, well boats, redes y personal entre otros.

III. Plan de bioseguridad

La OIE establece que todo plan de bioseguridad se debe basar en la identificación de las vías más probables de introducción y propagación de las enfermedades en una zona o un compartimento. En el plan se debe de describir las medidas que se aplican o se aplicarán para reducir los riesgos de introducirlas y propagarlas, tomando en consideración las recomendaciones del Código Acuático. En el plan se deben describir también los controles a los que son sometidos esas medidas para verificar su modalidad y finalidad de aplicación, y asegurar la reevaluación

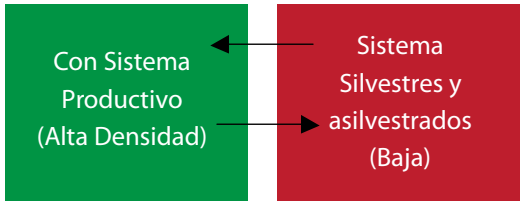


Figura 3. Interacción entre peces de sistema productivo y silvestre y/o asilvestrado.

periódica de los riesgos así como el consiguiente ajuste de las medidas. La desinfección es una de las medidas más efectivas para reducir la carga de patógenos dentro de un centro, así como también, evitar la transmisión a través de utensilios, equipamiento, personal, entre otros, que ingresan al centro.

El proceso de desinfección se describe como la aplicación, después de una limpieza completa, de procedimientos destinados a destruir los agentes infecciosos o parasitarios responsables de enfermedades de los animales acuáticos, incluidas las zoonosis. Esta operación se aplica a los establecimientos de acuicultura (es decir, criaderos, piscifactorías, criaderos de ostras, criaderos de camarones, viveros, etc.), a los vehículos y los objetos/equipos diversos que puedan haber sido directa o indirectamente contaminados. Para realizar la desinfección se puede utilizar entre otros (ozono, luz ultra violeta, etc.), compuestos químicos capaces de destruir los microorganismos patógenos o de detener su crecimiento o capacidad de supervivencia.

En caso de alto riesgo de diseminación de un agente patógeno, se hace necesario realizar el sacrificio sanitario total. Esta medida se aplica bajo control de la Autoridad Competente, cuando se confirma la presencia de una enfermedad. Su aplicación consiste en sacrificar los animales acuáticos afectados y supuestamente afectados de la población, así como otras poblaciones que hayan estado expuestos a la infección por contacto directo o indirecto con el agente patógeno. En el lugar infectado, todos los animales acuáticos, vacunados o no, deben ser sacrificados, y sus cadáveres deben ser destruidos mediante incineración, enterramiento o cualquier otro método que impida la propagación de la infección por los cadáveres o productos de los animales acuáticos sacrificados.

Lo anterior debe ir acompañado de los procedimientos de limpieza y desinfección descritos anteriormente. La duración del vacío sanitario debe determinarse en función de una evaluación del riesgo.

Desde el punto de vista geográfico se puede establecer las *condiciones elementales de bioseguridad*, concepto que comprende una serie de condiciones que se aplican a una enfermedad particular, a una zona o país, y que se exigen para garantizar el nivel adecuado de seguridad sanitaria.

Cuando se han logrado las condiciones elementales de bioseguridad se puede establecer un “Compartimento”, lo que puede implicar a uno o varios establecimientos de acuicultura con un mismo sistema de gestión de la bioseguridad, que contienen una población de animales acuáticos con un estatus zoosanitario particular respecto de una o más enfermedades determinadas, contra las cuales se aplican las medidas de vigilancia y control, y se cumplen las condiciones elementales de bioseguridad requeridas para el comercio internacional.

Bibliografía

Aldrin Magne, Storvik Bard, Frigessi Arnoldo, Viljugrein Hildegunn, Jansen Peder. 2010. A stochastic model for the assessment of the transmission pathways of heart and skeleton muscle inflammation, pancreas disease and infectious salmon anaemia in marine fish farms in Norway. Preventive Veterinary Medicine 93, 51–61

Green Darren Michael, Gregory Alison, Munro Lorna Ann. 2009. Small-and large-scale network structure of live fish movements in Scotland. Preventive Veterinary Medicine 91, 261-269.

Kent Michael L, Feist Stephen W., Harper Claudia, Hoogstraten-Miller Shelley,Law J. Mac, Sánchez-Morgado José M., Tanguay Robert L., Sanders George E,Spitsbergen Jan M., Whipps Christopher M. 2009. Recommendations for control of pathogens and infectious diseases in fish research facilities. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 149, 240–248.

Murray A. 2009. Using simple models to review the application and implications of different approaches used to simulate transmission of pathogens among aquatic animals. Preventive Veterinary Medicine, Volume 88, Issue 3, Pages 167-177.

OIE 2010. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Glosario.http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/aahc/2010/es_glossaire.htm

OIE 2010. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. CAPÍTULO 1.1. Notificación de Enfermedades y Datos Epidemiológicos.http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/aahc/2010/es_chapitre_1.1.1.htm

Ruane Neil M., Murray Alexander G. , Geoghegan Fiona, Raynard Rob S. . 2009. Modelling the initiation and spread of Infectious Pancreatic Necrosis Virus (IPNV) in the Irish salmon farming industry: The role of inputs. Ecological Modelling, Volume 220, Issues 9-10, Pages 1369-1374.

Verner – Jeffreys David W., Joiner Claire L., Bagwell Nicola J., Reese R. Allan, Husby Asbjorn , Dixon Peter. 2009. Development of bactericidal and virucidal testing standards for aquaculture disinfectants. Aquaculture 286, 190–197.

LABORATORIO DE ALIMENTOS

INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA VETERINARIA

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Desde el año 2004 acreditado en el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización INN como Laboratorio de Ensayos, según NCH-ISO 17025.

Desde el año 1999 está autorizado como Laboratorio de Verificación del Programa de Aseguramiento de Calidad (PAC) de Productos Hidrobiológicos de exportación, según convenio con el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca).

Autorizado por Servicio Agrícola y Ganadero para análisis de productos pecuarios de exportación.

Reconocido por Instituto de Salud Pública para la realización de ensayos microbiológicos y químicos en alimentos y aguas de consumo humano.

Dentro de los servicios ofrecidos se encuentran:

- **Control de calidad de productos hidrobiológicos y productos alimenticios**
- **Control de calidad físico-organoléptico para productos hidrobiológicos**
- Control de calidad físico-organoléptico para aguas según Convenio INN-SISS.
- Control de calidad agua potable según métodos exigidos por la Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS.
- Control de calidad de aguas residuales y RILES según parámetros incluidos en las normas NCh 2313.
- Control de calidad microbiológico de superficies y manipuladores
- Control microbiológico a productos pecuarios de exportación

Política de calidad de laboratorio:

- *Prestar servicios de ensayo que cumplan con parámetros de calidad relacionados con la confiabilidad técnica de la información, entrega oportuna, presentación adecuada, satisfacción de los requisitos legales y reglamentarios pactados con el cliente y la infraestructura y equipamiento acordes al alcance de la acreditación.*
- *Asegurar la calidad de los resultados de ensayos con el fin de salvaguardar la inocuidad de los alimentos y por ende la salud del hombre, los animales y el ambiente.*
- *Garantizar a los clientes que los resultados de los análisis de sus muestras constituyen el fiel reflejo de lo que ellas contienen garantizando resultados confiables y reproducibles.*
- *Mantener su sistema de gestión en base a la NCh 17025 y mejorar continuamente, así como también mantener a todo el personal familiarizado con la documentación para asegurar la correcta aplicación de la política y los procedimientos en sus trabajos.*
- *Fomentar la capacitación, entrenamiento y actualización del personal en temas de su competencia específica y de Gestión de Calidad para garantizar la idoneidad en el desarrollo de las actividades de ensayo.*

Fonos: (56-63) 293 838 / 221 115 / 293 318 - Fax (56-63) 293 233
Edificio C. "Federico Saelzer" - 5º piso - Campus Isla Teja - Universidad Austral de Chile - Valdivia
preventilabalimentos@uach.cl - http://mpv.uach.cl/servicios.php

Fondef
FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Universidad Austral de Chile
Conocimiento y naturaleza

La Universidad Austral de Chile se ha adjudicado en el último año importantes e innovadoras iniciativas que permiten seguir fortaleciendo la capacidad de sus investigadores en el sector acuícola y la vinculación con el sector productivo

Desarrollo de prototipos de suplementos orales de origen vegetal capaces de revertir la resistencia farmacológica de Caligus

Proyecto Fondef D10I1128
Director: Juan Guillermo Cárcamo M.,
gcarcamo@uach.cl
Instituto de Bioquímica y Microbiología
Facultad de Ciencias

Paquete tecnológico para el monitoreo automático de Caligus rogercresseyi en salmones de centros de cultivo del sur de Chile

Proyecto Fondef D10I1225
Director: Héctor Noriega F.,
hnoriega@uach.cl
Instituto de Diseño y Métodos Industriales
Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Producción de péptidos de prolactina como adyuvantes de vacunas para salmónidos

Fondef VIU110075
Investigador: Víctor Hugo Olavarría C.,
volavarria@gmail.com;
Patrocinante: Alejandro Yáñez C., ayanez@uach.cl
Instituto de Bioquímica y Microbiología
Facultad de Ciencias

Kit multiplex Real-Time TaqMan PCR para detección específica de Piscirickettsia salmonis

Fondef VIU110010
Investigadora: Paulina Calquín H.,
paulinapoli@gmail.com;
Patrocinante: Alejandro Yáñez C., ayanez@uach.cl
Instituto de Bioquímica y Microbiología
Facultad de Ciencias

Dirección de Investigación y Desarrollo. Universidad Austral de Chile
Dr. Ing. Ernesto Zumelzu D. Director
Ing. For. Alex Moscoso B. Oficina Gestión de Iniciativas de Investigación (Gi2).
Fonos: 56-63-221335/ 293273 www.uach.cl /diduach@uach.cl /oficinagi2@uach.cl

GENOMICA DE *Piscirickettsia salmonis* EN CHILE: SUBTIPOS GENICOS Y ANALISIS DE SUS GENOMAS

[1]Haussmann D., [1]Isla A., [1]Vera T., [1]Yañez A., [1]Slebe JC., [2]Romero A., [3]Cambiazo V., [1]Figueroa J.
[1]Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
[2]Instituto de Patología Animal, Laboratorio de Biotecnología Acuática, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
[3]Lab. Bioinformática y Expresión Génica, INTA-Universidad de Chile.
jefigueroa@uach.cl - www.genomicasrs.cl

Proyecto Innova:
"CARACTERIZACIÓN SEROLÓGICA, GENÓMICA Y PROTEÓMICA DE LOS SUBTIPOS DE *Piscirickettsia salmonis* PRESENTES EN LA SALMONICULTURA NACIONAL: Bases biotecnológicas para asegurar el desarrollo sustentable y competitivo de la industria salmonera" Código 07CN13 IBM-259.

Empresas asociadas al Proyecto:
Coejecutor: Homing.
Empresas Asociadas: Marine Harvest. Aquagestion, Ewos, Mainstream, Intesal, y Subsecretaria de pesca.

RESUMEN

En la salmonicultura nacional del total de pérdidas producidas durante el ciclo de producción, al menos un 40% corresponde a enfermedades infecto-contagiosas. Una vez presentados los brotes de una enfermedad, principalmente causados por bacterias, la única forma de controlar la mortalidad es a través de la utilización de antibióticos. La prevención ha sido hasta ahora la mejor manera de reducir el impacto económico que producen este tipo de enfermedades. Sin embargo, actualmente es difícil comprender si los patógenos de peces aislados en Chile difieren en sus características microbiológicas, bioquímicas, serológicas y moleculares respecto de aislados del extranjero. En este contexto aparece el patógeno *Piscirickettsia salmonis*, bacteria intracelular facultativa que fue observada en Chile por primera vez en 1989 y agente causal de SRS (Síndrome Ricketsial del Salmón).

Se identificaron zonas geográfica y por cada zona se realizaron muestreos para aislar las cepas patógenas de *P. salmonis.* Se realizó confirmación anatomo-patológica seguida de caracterización fenotípica, la que incluyó la caracterización morfológica, bioquímica y serológica de 38 cepas. De cada inoculo puro se realizó caracterización molecular (PCR del gen ribosomal 16S y del espaciador intergénico 16S-23S). Las secuencias se compararon con *software* de análisis para determinar homología de secuencias y análisis génico comparativo.

Finalmente, se logró secuenciar el genoma completo de 9 cepas del patógeno, pertenecientes a los 4 genogrupos en que se distribuyen las cepas nacionales. Los genomas muestran características claras que permiten clasificar a *P. salmonis* como una bacteria intracelular facultativa. Adicionalmente, se logró definir cerca de 3500 regiones codificantes correspondientes a genes de diversas categorías de funciones, incluido un porcentaje importante de genes con función desconocida.

INTRODUCCIÓN

Durante su desarrollo, la industria acuícola, especialmente de salmónidos ha logrado posicionarse como el cuarto sector exportador del país. No obstante, una de las mayores amenazas a la salmonicultura nacional e internacional, son las pérdidas producidas durante el ciclo de producción por enfermedades infecto-contagiosas. Previo y posterior a la aparición de virus ISA la enfermedad más perjudicial que afecta al cultivo del salmón en Chile, por el nivel de pérdidas producidas, es el Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS), causado por la bacteria intracelular *Piscirickettsia salmonis.*

Esta patología afecta a las tres especies de salmones en cultivo masivo, siendo la más susceptible, el salmón del Pacífico, la trucha y el salmón del Atlántico. Por lo tanto, postulamos generar la primera base de datos acerca de las diferentes cepas de *P. salmonis* presentes en Chile, para poder generar las herramientas biotecnológicas efectivas que permitan disminuir considerablemente los efectos de este patógeno.

Desde el punto de vista terapéutico, el SRS que aflige la acuicultura global de salmones especialmente en Chile, responde mal al tratamiento de antibióticos probablemente por ser una bacteria con capacidad de sobrevivir intracelularmente en los hospederos que infecta.

Los objetivos específicos del trabajo son:

(i) Aislar y caracterizar los principales subtipos de *P. salmonis* por área geográfica homo-ambiental y especie salmonidea;

(ii) Realizar análisis genómico y proteómico diferencial de los principales subtipos de *P. salmonis.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Genómico: Hasta el momento y luego de 2 años de trabajo, se han aislado cerca de 38 cepas desde distintos orígenes geográficos, cuerpos de agua y diferentes hospederos. Una actividad central de este trabajo ha sido la genotipificación de las distintas cepas de *P. salmonis* basado en las secuencias del 16S ribosomal (cerca de 1500 pb) y del espaciador intergénico 16S-23S (ITS) cerca de 500 pb.

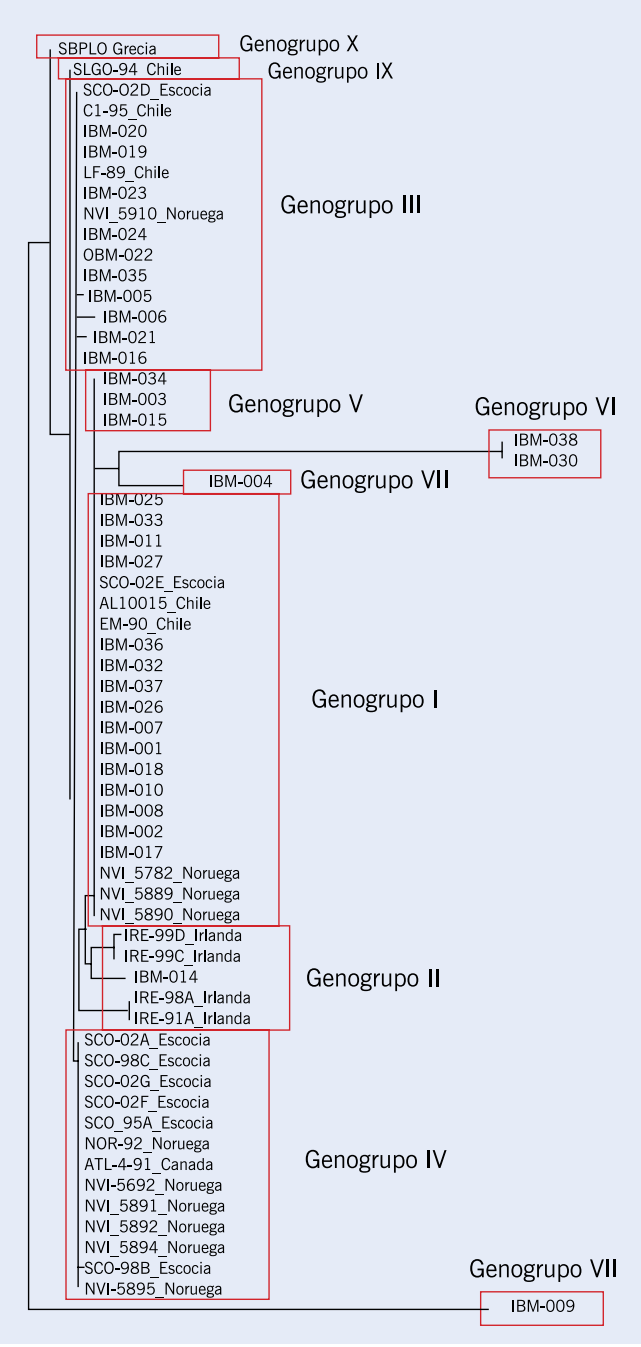


Figura 1: Arbol filogenético de las distintas secuencias del espaciador intergénico (ITS). El árbol fue construido a partir del método de máxima probabilidad (PhyML) utilizando el programa MUSCLE para el alineamiento múltiple de las secuencias, y TreeDyn para la generación y visualización del árbol filogenético.

Hasta ahora se han secuenciado los genes ribosomales 16S e ITS de todas las cepas y se han establecido análisis comparativos de alineamiento múltiple de secuencias, por el programa Clustal W (Thompson *et al.*, 1994). A partir de éstos, se ha generado filogenia en base a máxima probabilidad (Chavenet *et al.*, 2006; Elias *et al.*, 2007; Dereeper *et al.*, 2008). El análisis de secuencias del 16S ribosomal mostró la conformación de 2 genogrupos absolutamente independientes con 5 subgrupos, lo cual es relativamente esperado dado que este gen es muy conservado entre miembros de una misma especie y en el caso particular de bacterias, la conservación evolutiva se ve incrementada. Por esta razón se analizó también el espaciador intergénico 16S-23S (ITS). Se analizaron secuencias de las cepas aisladas en el proyecto, utilizando las mismas herramientas bioinformáticas utilizadas para analizar el 16S ribosomal (Warsen *et al.*, 2004). Para la confección de los arboles filogenéticos se agregaron al listado de secuencias, las depositadas en bancos de datos de DNA internacionales del NCBI (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/).

Los árboles filogenéticos de máxima probabilidad arrojaron como resultado la formación de 10 genogrupos filogenéticamente independientes perfectamente aislados (Figura 1). Las cepas aisladas en se distribuye exclusivamente en 7 de estos grupos.

Existen 15 cepas chilenas que tienen alta homología con las cepas AL10015 y EM-90, mientras que 10 cepas muestran similitud con la cepa LF-89. Una sola cepa chilena muestra identidad génica con cepas Irlandesas. Por su parte el resto de las cepas aisladas se distribuyen en 4 genogrupos independientes y el resto de las cepas europeas y norteamericanas se distribuyen en grupos independientes.

Análisis de los Genomas:

Con el objetivo de describir en mayor detalle el microorganismo *Piscirickettsia salmonis*, se realizó la secuenciación masiva del genoma del patógeno. Para ello se utilizó el secuenciador masivo Genome Sequencer FLX Titanium (Roche), mediante la estrategia de *shotgun* para 9 genomas con librerías tipo MID.

Las lecturas obtenidas durante la secuenciación masiva fueron ensambladas de-novo utilizando el *software Celera Assembler* (Celera Genomics). Posteriormente se analizó la calidad de los ensamblajes y se generó las primeras hipótesis de los genomas. Luego del análisis sobre la calidad de los ensamblajes generados por la aplicación, se realizó la anotación automática de los ensamblajes utilizando el servidor *online* RAST (*Rapid Annotation using Subsystem Techology*). Este análisis permitió identificar *in silico* las secuencias codificantes y asignar una función a cada gen identificado. Los resultados indican que el genoma de *P. salmonis* posee un porcentaje de G/C cercano al 39% y respecto a las secuencias codificantes, un 50% de los genes identificados corresponden a los subsistemas relacionados con la pared celular y cápsula; cofactores, grupos prostéticos, pigmentos, vitaminas; el metabolismo de las proteínas, carbohidratos, RNA y genes misceláneos (Figura 2).

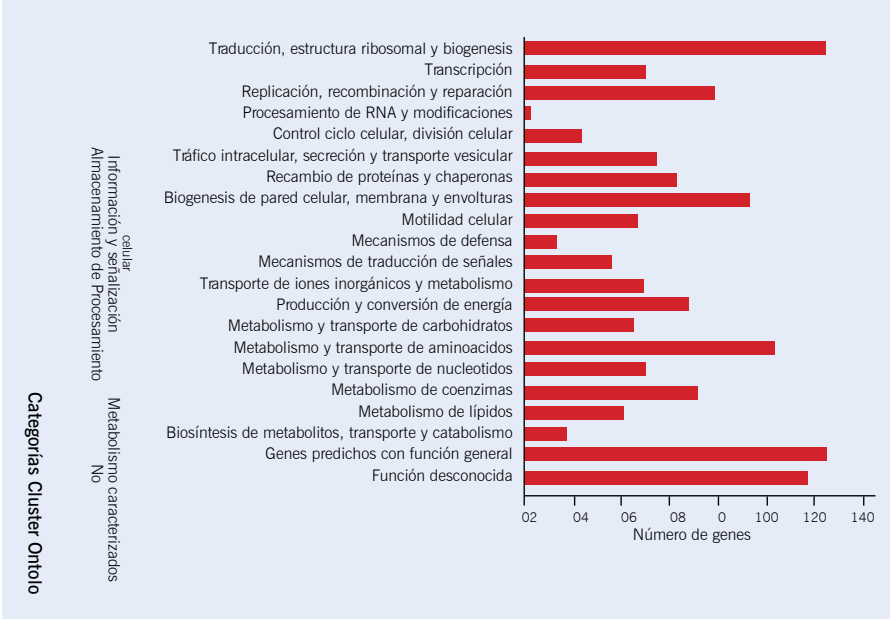


Figura 2: Cuadro comparativo de la distribución de los cerca de 3600 genes predichos para las 9 cepas de P. salmonis. Se aprecia que cerca de 120 regiones codificantes no tienen función conocida y aproximadamente un número similar son de función general. Mientras el resto de los genes se distribuyen en las funciones que se indican.

La anotación automática del ensamblaje de *novo* del genoma de *P. salmonis* permitió identificar *in silico* un promedio de cerca de 3600 secuencias codificantes (CDS).

Los resultados bioinformáticos del análisis del genoma de Piscirickettsia salmonis permitió clasificarla como un microorganismos con asociación facultativa a un huésped (intracelular facultativo) ya que los resultados obtenidos concuerdan con los antecedentes reportados por Marhej *et al.* (2009). Los resultados bioinformáticos derivados del análisis del genoma confirman la descripción fisiológica realizada por Mauel et al., 2008 y Mikalsen *et al.*, 2007, quienes previamente habían clasificado a *P. salmonis* como un patógeno intracelular facultativo, por su capacidad de crecer en medio artificiales suplementados con sangre de peces o mamíferos.

CONCLUSIONES

Del análisis genómico de las secuencias del gen 16S ribosomal se logró determinar que todos los aislados se distribuyen en al menos 2 genogrupos con 5 subgrupos diferentes e independientes.

El análisis de secuencia del espaciador intergénico (ITS) arroja que todos los aislados tanto nacionales como los disponibles en *genebank,* determinan la existencia de al menos 10 grandes grupos, mostrando que los aislados (cepas) chilenas se distribuyen exclusivamente en 7 de estos grupos. Solo 2 aislados mostraron secuencias de tRNA al interior del ITS.

El análisis de los genomas muestra claramente que *P. salmonis* puede ser nítidamente clasificada como una bacteria intracelular facultativa, con cerca de 3.500 genes predichos, de los cuales un porcentaje importante son genes de función desconocida.

REFERENCIAS

Casanova A., Obreque J., Sandino A. and Jashe M. 2001 tRNA genes were found in *Piscirickettsia salmonis* 16S-23S rDNA spacer region (ITS). **FEMS Microbiology Letters** 197: 19-22.

Chevenet F., Brun C., Banuls A., Jacq B., Chisten R. 2006 TreeDyn: towards dynamic graphics and annotations for analyses of trees. **BMC Bioinformatics.** Oct 10;7:439.

Dereeper A., Guignon V., Blanc G., Audic S., Buffet S., Chevenet F., Dufayard J., Guindon S., Lefort V., Lescot M., Claverie J., Gascuel O. 2008 Phylogeny.fr: robust phylogenetic analysis for the non-specialist. **Nucleic Acids** Res. 1;36.

Elias I., Lagergren J. 2007 Fast computation of distance estimators. **BMC Bioinformatics.** 13;8:89.

Henríquez V., Rojas M. and Marshall S. 2003 An Alternative Efficient Procedure for Purification of the Obligate Intracellular Fish Bacterial Pathogen Piscirickettsia salmonis. **Applied and Environmental Microbiology** Vol. 69: 6268–6271.

Marhej V., Royer-Carenzi M., Pontarotti P., Raoult D. (2009). Masive comparative genomic analysis reveals convergent evolution of specialized bacteria. **Biol. Direct.** 4: 13.

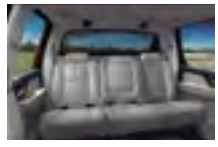
Mikalsen J, Skjaervik O, Wiik-Nielsen J, Wasmuth and Colquhou N, 2007 Agar culture of *Piscirickettsia salmonis*, a serious pathogen of farmed salmonid and marine fish. **FEMS Microbio** Lett 278:43-47.

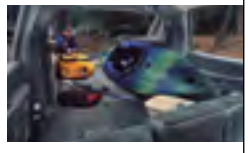
Mauel M., Ware C. and Smith P. 2008 Culture of *Piscirickettsia salmonis* on enriched blood agar. **J Vet Diagn Invest** 20:213–214

Thompson J., Higgins D., Gibson T. 1994 CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. **Nucleic Acids Res.** 22:4673-4680.

Warsen A., Krug M., Lafrentz S., Stanek D., Loge F. and Call D. 2004 Simultaneous Discrimination between 15 Fish Pathogens by Using 16S Ribosomal DNA PCR and DNA Microarrays. **Applied and Environmental Microbiology** 70:4216–4221.

VERSATILIDAD AL EXTREMO
EXCLUSIVO SISTEMA MIDGATE





MOTOR 5.3 L V8 SISTEMA ACTIVE FUEL MANAGEMENT / CAJA AUTOMATICA DE 6 VEL. CON POSIBILIDAD DE MANEJO MANUAL / SUNROOF / CLIMATIZADOR BI-ZONA / CAMARA DE RETROCESO / ASIENTOS ELECTRICOS DELANTEROS TAPIZ DE CUERO / NEBLINEROS / COMPUTADOR A BORDO / AIRBAGS FRONTALES, LATERALES Y DE CORTINA CONTROL DE ESTABILIDAD STABILITRAK / SUSPENSION Z71* / SISTEMA DE ENTRETENCION DVD CON CONTROL REMOTO / ASIENTOS DELANTEROS CALEFACCIONADOS Y REFRIGERADOS*

PRECIO A PARTIR DE: $24.990.120

CHEVROLET POWER EXPERIENCE. VIVELA EN: **PUERTO MONTT: PILPILCO 800 FONO: (65)290 278 - 290 201**
WWW.SALFASUR.CL

SALFA AUTOMOTRIZ SALFA SUR LIMITADA

CHEVROLET

www.chevrolet.cl
800 800 115

Fotografías referenciales. Precio válido desde 03/07/12 hasta 31/07/12, no incluyen flete. Precios no válidos para Zona Franca.

La Pesca Recreativa
PALANCA DE DESARROLLO PARA LA COMUNA DE PALENA

Sandra Bravo, Universidad Austral de Chile, sbravo@comunidad.cl

La pesca recreativa es una actividad relativamente nueva en Chile, con respecto a otros países, y se le identifica como una de las actividades económicas con mayor proyección para la zona austral, considerando los atributos ofrecidos por el sur de Chile. De acuerdo a la Ley, se entiende por Pesca Recreativa la actividad pesquera realizada por personas naturales que tiene por objeto la captura de especies hidrobiológicas con aparejos de pesca de uso personal, sin fines de lucro para el pescador y con propósito de deporte, turismo o entretención (www.subpesca.cl). Esta actividad es administrada por la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Nacional de Pesca, quienes reglamentan y fiscalizan el uso de artes y aparejos, estableciendo las temporadas de pesca por zona y las cuotas de captura para las diferentes especies salmonídeas.

La pesca recreativa es considerada una actividad emergente en el mercado nacional. En particular, la modalidad "pesca con mosca" es uno de los deportes con mayor potencial, el que se caracteriza por el alto nivel de tecnificación y por el creciente interés por parte de los pescadores en practicar la captura con devolución, lo que refleja un mayor compromiso con el medio ambiente y respeto por las especies (Foto 1). La calidad de las especies salmonídeas, objeto de la pesca recreativa y la belleza escénica del país hacen de Chile un destino atractivo.

La pesca recreativa en Chile esta sustentada por especies exóticas introducidas, como lo son los salmónidos. Los salmónidos fueron introducidos en ríos y lagos de América del Sur desde 1900, con propósitos de pesca recreativa. Los primeras introducciones de las especies salmonídeas al sur de Chile están documentadas en el libro La Salmonicultura en Chile (Méndez y Munita; 1998); El Largo Viaje de Los Salmones: Una Crónica Olvidada (Basulto, 2003) y la Acuicultura en Chile (Technopress; 2003), entre otros reportes.

Actualmente las diferentes poblaciones de salmones y truchas que se encuentran en lagos y ríos del centro-sur de Chile son producto de las siembras que se realizaron en el primer período de introducción, fines del siglo XIX hasta el tercer cuarto del siglo XX (Sernapesca, 2009). Entre las principales especies objeto de la pesca recreativa en el sur del país se encuentran la trucha café (*Salmo trutta*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), trucha de arroyo *(Salvelinus fontinalis)* y el salmón rey o chinook *(Oncorhynchus tshawytscha).*

De acuerdo a los antecedentes históricos disponibles, entre 1875 y 1885 se realizaron sin éxito en Chile, los primeros intentos de introducción de especies salmonídeas con fines de pesca recreativa, por parte de privados. En 1905, provenientes desde Hamburgo, ingresan a Chile 120.000 ovas de salmón del Atlántico; 120.000 ovas de trucha café y 80.000 ovas de trucha arcoiris. Esta partida de ovas fue desembarcada en Buenos Aires Argentina, y trasladada a lomo de mula a la Piscicultura de Río Blanco en Los Andes, donde se construyó la primera piscicultura para salmónidos en Chile, lo que da inicio a la introducción de especies salmonídeas, con fines de pesca recreativa. En el período 1905-1910 se continuó con las importaciones de ovas y se realizaron las primeras siembras de alevines en ríos de la zona central y centro sur, lo que generó la construcción de nuevas pisciculturas, administradas por la División de Pesca y Caza, dependiente del Servicio Agrícola Ganadero (SAG). En 1914 se construye la piscicultura de Lautaro; en 1942 la piscicultura de Curicó; en 1952 la piscicultura de Polcura y en 1971 la Piscicultura de Pullinque. Todas ellas, con la excepción de la piscicultura de Curico que se dedicaba a la reproducción, cultivo y siembra de pejerrey chileno, estaban destinadas a la producción de ovas y alevines de truchas para la siembra de ríos y lagos en el sur de Chile. La última campaña de repoblación

financiada por el Estado, fue realizado en el período 1981-1982, a través de un proyecto financiado por la Subsecretaría de Pesca, ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y liderado por el Dr. Gabriel Dazarola. En esa oportunidad se sembraron 7.000.000 de ovas embrionadas de trucha café entre los ríos Illapel y Renaico; y 1.250.000 alevines de trucha arcoiris entre el Río Renaico y el Lago Rupanco.

Las especies de truchas se adaptaron rápidamente a las condiciones ambientales del sur de Chile, ocurriendo lo contrario con el salmón del Atlántico, el cual desapareció de los ríos en 1937. Entre 1924 y 1930, se importaron ovas de salmón chinook desde los Estados Unidos, las que no tuvieron el éxito esperado. Entre 1968 y 1972, en un programa cooperativo con el Cuerpo de Paz de los Estados Unidos, se realiza la siembra con ovas de salmón coho, y salmón chinook en ríos comprendidos entre Valdivia y Puerto Montt, esfuerzos que tampoco tuvieron éxito. En 1969 se da inicio a una nueva iniciativa de introducción de ovas de salmón del Pacífico *(Oncorhynchus masou; O. gorbuscha y O.keta)*, esta vez en las regiones XI y XII, en un convenio con la Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno Japonés (JICA), con fines de ranching, iniciativa que dura hasta 1987, sin registrarse retorno de las especies liberadas. Entre 1978 y 1982, a través de una iniciativa privada liderada por Domsea Pesquera Chile Ltda., se liberaron con fines de ranching, en Curaco de Vélez, 600.000 alevines de salmón coho y 400.000 alevines de salmón chinook.

De acuerdo a lo reportado por Gallardo (2006) en su tesis de grado, desarrollada en el marco del proyecto FONTEC CORFO Código 203-3638 "Desarrollo de productos turísticos basados en retorno de salmón Chinook en la cuenca del Río Cisnes, XI Región Aysén", entre 1980 y 1989 se habrían liberado juveniles de salmón chinook en la XII Región, en los Ríos Santa María y Río Prat en Punta Arenas, sin especificar el número de ejemplares liberados. Por otro lado, Soto y col. (2007) reportaron que a partir de 1990, aparentemente debido a escapes de salmón chinook de cultivo, se han estado produciendo retornos reproductivos de esta especie en cuencas chilenas y argentinas al sur de los 39º LS. Lo cierto es que a pesar de todos los esfuerzos realizados en los primeros años, para la introducción y asentamientos de especies salmonídeas anadrómonas (salmones) en el sur de Chile, sin resultados positivos, el salmón chinook es la única especie de salmón que logró asentarse exitosamente en los ríos del sur de Chile, y hoy se ha constituido en una de las especies salmonídeas de gran atracción para los pescadores deportivos, por el gran tamaño de los ejemplares retornantes (Foto 1).

Foto 1: salmón chinook *(Oncorhynchus tshawytscha)*.

Foto 2: Captura de peces con pesca eléctrica

La pesca recreativa ha mostrado ser una importante fuente de ingresos para los países en que se practica este actividad. En los Estados Unidos los ingresos anuales por este concepto alcanzan los MMUS$ 21.000; en Nueva Zelandia MMUS$ 800; y en Argentina MMUS$ 150. En Chile, se estima que esta actividad habría generado entre US$ 7 a MMUS$ 10 anuales durante la última década. Aun cuando Chile cuenta con un gran potencial de desarrollo para la pesca recreativa en el hemisferio sur, debido a la gran diversidad de sus ecosistemas y a una gran cantidad de lugares aún inexplorados de extraordinaria belleza escénica, la pesca recreativa no ha logrado consolidarse como un producto turístico clave, principalmente debido a la falta de planes de manejo sobre las poblaciones silvestres de salmónidos, que no han sido capaces de auto sostenerse y están expuestas a la presión de extracción. Sin un plan de manejo y de repoblamiento de los ríos con especies salmonídeas de importancia para la pesca recreativa, no es posible consolidar esta actividad en el tiempo.

Por otro lado, se conoce muy poco del comportamiento económico de esta actividad y de su impacto social. Salvo los registros de venta de licencias de pesca disponibles en la base de datos del Servicio Nacional de Pesca, no existen antecedentes socioeconómicos de la pesca recreativa para el país. Estudios puntuales a nivel regional desarrollados en los últimos 5 años, dejan entrever una subestimación del aporte económico de la pesca recreativa, lo que deja en evidencia la existencia de enormes vacíos en procesos de recopilación, ordenamiento y sistematización de datos en torno a esta creciente actividad económica. De acuerdo a antecedentes aportados por Fundación Chile en el 2004, se indicaba que la captura del 1% de los pescadores a nivel mundial, reportarían ingresos cercanos a los US$ 250 millones de dólares anuales en los próximos 10 años. Por otro lado, el Sernatur en el 2006, proyectaba un crecimiento de la pesca recreativa en Chile del orden del 10% anual para la próxima década (SERNATUR, 2006), y el Ministerio de Hacienda en el 2007, estimaba ingresos cercanos a los $ 900 millones anuales, sólo por concepto de venta de licencias de pesca en Chile.

Entre los ríos de interés turístico para la pesca recreativa en el sur de Chile se encuentra el Río Palena, lo que ha originado que la pesca recreativa sea identificada como una de las actividades económicas de mayor relevancia para la Comuna de Palena. La hoya del Río Palena es una de las grandes cuencas de la Patagonia Boreal de recursos hídricos compartidos con la República Argentina. Su superficie total asciende a 12.887

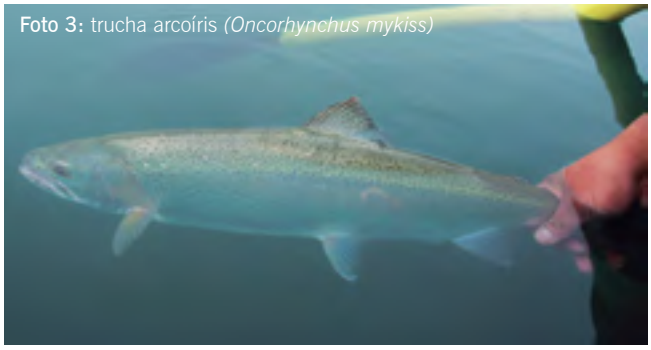


Foto 3: trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)*

Km^2, de los cuales 5.606 Km^2 corresponden al sector Argentino (43,5%) y 7.281 km^2 corresponden a Chile (56,5%). El Río Palena nace en la zona Andina y Sub-Andina oriental de la Cordillera de los Andes, entre los paralelos 43º14' y 44º3' Latitud Sur y los meridianos 71º07' y 72º58' Longitud Oeste. En su desembocadura, el Río Palena se transforma en dos brazos que dejan entre ellos la isla Los Leones donde se estableció la primera colonia de la costa del Golfo Corcovado. El del sur fue llamado Vuta-Palena (Palena Grande) y el del norte Pichi-Palena o Piti- Palena (Palena Chico) (Fig. 1).

Con la finalidad de estructurar y recomendar medidas y acciones tendientes a mejorar la sustentabilidad y calidad de la Pesca Recreativa en el Río Palena, y considerando la importancia, en términos económicos, de esta actividad para la Comuna de Palena, se desarrolló la propuesta del proyecto, "Determinación y evaluación de los principales factores que inciden en los stocks de salmónidos, objeto de la Pesca Recreativa en el Río Palena (X Región), en un marco de sustentabilidad económica y ambiental". Este proyecto que tiene una duración de 24 meses, es financiado a través de fondos regionales FIC y se enmarca en la Política de Desarrollo de la Región de Los Lagos. El proyecto cuenta con el apoyo de la Municipalidad de Palena, la Asociación de Turismo Rural de Alto Palena, y la Cámara de Comercio de Alto Palena y está siendo ejecutado por investigadores de la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, con la colaboración de los dos expertos extranjeros, el Dr. Trygve Poppe del Instituto Veterinario Noruego y Dr. Kent Whelan de la Escuela de Biología y Ciencias Ambientales de la University College Dublin.

Si bien es cierto, en los últimos años se han desarrollado una serie de proyectos en torno a la pesca recreativa, financiados por diferentes fondos nacionales, este proyecto se centra específicamente en los beneficios que genera la pesca recreativa para la Comuna de Palena. Junto a la información biológica que se obtenga de los salmónidos, objeto de la pesca recreativa en el Río Palena, se analizará el impacto económico que tiene esta actividad sobre la Comuna de Palena, incluyendo proyecciones de mercado, sustentabilidad del negocio y estrategias de desarrollo de la actividad. Los objetivos específicos del proyecto apuntan a:

- Determinar las fechas de desove de las diferentes especies salmonídeas que habitan el Río Palena, a fin de corroborar las temporadas de veda.
- Realizar una evaluación de la calidad del sustento alimenticio para las variedades de trucha residentes, con el propósito de conocer los requerimientos de las diferentes especies salmonídeas y su efecto sobre las especies nativas.
- Determinar el o los factores que han influido en la disminución de la calidad de la pesca en el Río Palena, en cuanto a talla y cantidad, considerando que las últimas campañas de repoblamiento con ovas y alevines de truchas en río y lagos del sur de Chile se realizaron en 1982.
- Medir el actual impacto económico de la pesca recreativa en la Comuna de Alto Palena.

El proyecto se inició en Enero del 2012, y a la fecha se han realizado dos, de las seis campañas de muestreos comprometidas en el proyecto (Foto 2). Las especies salmonídeas colectadas correspondieron a ejemplares de trucha arcoiris; trucha café; salmón chinook y trucha de arroyo, los que además fueron sometidos a análisis del virus ISA. El análisis viral fue realizado por el laboratorio de diagnóstico ETECMA, resultando negativos los peces analizados,lo que corroboraría que el virus ISA afecta solo al salmón del Atlántico y que no está presente en otras especies salmonídeas. La especies con mayor abundancia en los dos muestreos realizados fueron trucha arcoiris y trucha café, ambas especies residentes en el Río Palena y altamente valoradas por los pescadores que practican la pesca con mosca (Fotos 3; Foto 4).

A través de los resultados que arroje el estudio, se espera contribuir al desarrollo de planes de ordenamiento de la pesca recreativa para el Río Palena, con el objetivo de conservar las especies de interés para los pescadores deportivos, proteger los nichos de reproducción y mantener la calidad del agua del Río Palena. En el marco del proyecto se contemplan cursos de capacitación para los pescadores, guías de pesca, estudiantes e interesados, de tal forma que una vez finalizado el proyecto, sea la propia comunidad a través de la Municipalidad y clubes de pesca, los que continúen con el monitoreo de las poblaciones de truchas y salmones, tal cual ocurre en otros países. La Comuna de Palena cuenta con el "Club de Pesca con Mosca Alto Palena", el cual se constituyó el 2 de Abril de 2012 (www.clubaltopalena.com). Entre las actividades comprometidas en el proyecto, se implementó el sitio www.turismoaltopalena.cl, en el Departamento de Turismo de la Municipalidad de Palena, el que se encuentra operando desde Marzo del 2012. En este sitio se promueve el turismo en la Comuna de Palena, la pesca recreativa y también se difunden los resultados generados a través de este proyecto.

Figura 1: Mapa con la ubicación del Río Palena (fuente Google earth)

Foto 4: trucha café *(Salmo trutta)*

REFERENCIAS

Basulto S. 2003. El largo viaje de los salmones: una crónica olvidada, Propagación y cultivo de especies acuáticas en Chile. Maval Limitada Editores, Santiago, Chile. 102 pp.

Centro Trapananda. 2004. Manejo y administración para la sustentabilidad y el mejoramiento cuantitativo y cualitativo de la pesca deportiva en ríos de gran atractivo turístico en la XI Región de Aysén. Proyecto FDI-CORFO. Universidad Austral de Chile. 79 pp.

Gallardo J. 2006. Caracterización de la colonización de *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum; 1792) en el Río Cobarde, XI Región de Aysén. Tesis Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 35 pp.

Méndez R.; Munita C. 1989. La Salmonicultura en Chile. Fundación Chile. Santiago, Chile. 228 pp.

Niklitschek E., Aedo E. 2002. Estudio del ciclo reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la XI Región. Universidad Austral de Chile, Coyhaique, Chile. Reporte Final Proyecto FIP 2000-25. 68 pp.

Servicio Nacional de Turismo. 2001. Antecedentes básicos sobre Pesca deportiva en Chile. Departamento de Planificación. 16 pp.

Servicio Nacional de Turismo. 2006. Antecedentes básicos Pesca Recreativa en Chile. Gobierno de Chile. 31 pp

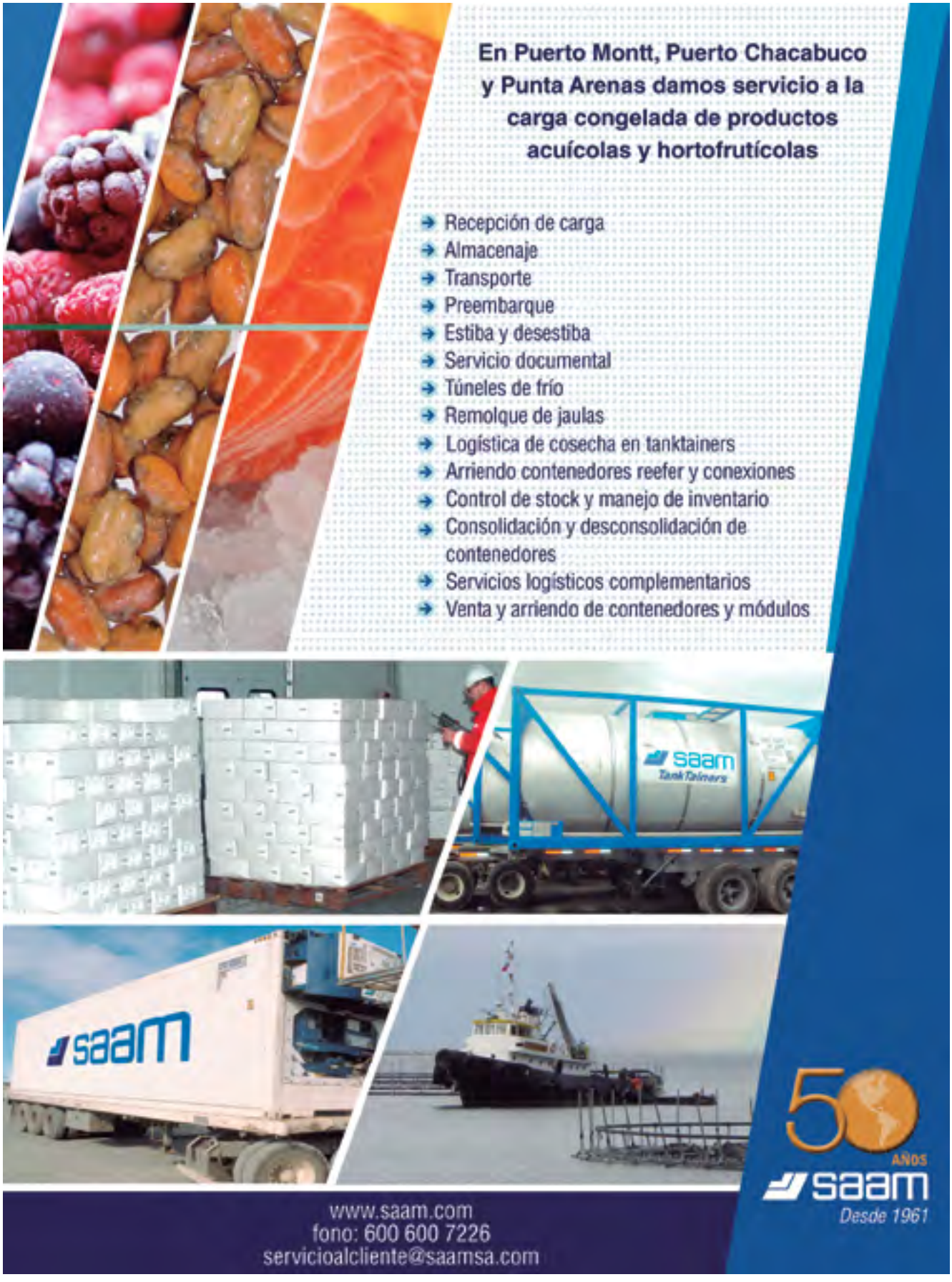
Shimazu K., Puchi M. 1984. Project of Introduction into Aysen Chile of Pacific salmon" International Cooperation Agency. Fisheries Co. Ltd. Tokyo. Japan. 28 pp.

Soto D., Arismendi I., Di Prizio C., Jara F. 2007. Establishment of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in Pacific basins of southern South America and its potential ecosystem implications. Revista Chilena de Historia Natural. 80:91-98.

http://www.sf.adfg.state.ak.us/Statewide/economics/
Economic Significance of Sport Fishing in Alaska. Sport fishing contributes money and jobs to the Alaskan economy.

http://www.sernatur.cl/institucional/PDF/estadisticas/tur-interes-especial/pesca-recreativa.pdf. Pesca Deportiva Chile

http://www.pescarecreativa.cl/?p=1&language=es
http://www.sernapesca.cl / http://www.subpesca.cl
http://www.sernatur.cl


En Puerto Montt, Puerto Chacabuco
y Punta Arenas damos servicio a la
carga congelada de productos
acuícolas y hortofrutícolas
Recepción de carga
Almacenaje
Transporte
Preembarque
Estiba y desestiba
Servicio documental
Túneles de frío
Remolque de jaulas
Logística de cosecha en tanktainers
Arriendo contenedores reefer y conexiones
Control de stock y manejo de inventario
Consolidación y desconsolidación de
contenedores
Servicios logísticos complementarios
Venta y arriendo de contenedores y módulos
saam
Tank Tainers
saam
www.saam.com
fono: 600 600 7226
servicioalcliente@saamsa.com
50
AÑOS
saam
Desde 1961

PANEL POL MURO-CIELO

SERVIFRUIT, Rancagua : 1) Exterior Planta

2) Sala de Procesos 4.000m² (Año 2011)

CORPESCA, Iquique: Sala de Procesos 7.000m (Año 2011-2012)

PARA CÁMARAS FRIGORÍFICAS

Confianza EN Aislación

Villalba Aceros, para la construcción de las salas de procesos de **SERVIFRUIT** y **CORPESCA** aportó soluciones de arquitectura e ingeniería para áreas limpias y procesos con un alto nivel de exigencia sanitaria que incluyeron:

- Suministro de paneles aislados POL MURO-CIELO de 100 mm espesor (chapas de acero y núcleo EPS) para cámaras frigoríficas y salas de proceso climatizadas.
- Suministros de puertas y ventanas frigoríficas.
- Suministro de paneles sin aislación PT-40 para revestimientos exteriores de plantas procesadoras.

DESDE 1949
VILLALBA®
ACEROS

ISO 9001:2008
Certificate Number: 43635

Consulte en nuestra Área Técnica por otros paneles Villalba disponibles con aislación, densidad del poliestireno, espesor de las caras de acero y variedad de colores.

www.villalba.cl ventas@villalba.cl

Confianza en aceros

Venta al Detalle: Arturo Prat 1506, Teléfono: (56 2) 412 27 00 - Fax: (56 2) 412 27 40, Santiago - Chile
Venta Industrial: Aeropuerto 9510, Teléfono: (56 2) 412 26 00 - Fax: (56 2) 412 26 45, Cerrillos, Santiago - Chile

Ondesign

VD Julio 2012

EFECTOS DE COBRE Y ALUMINIO en etapas tempranas de desarrollo de Salmón del Atlántico *(Salmo salar L.)*

Carlos A. Pessot
NIVA Chile S.A. Norwegian Institute for Water Research Chile, Del Salvador 264, Of. 306, Puerto Varas, Chile

Introducción

Programas de monitoreo han demostrado variación estacional y de corto plazo en las aguas de ingreso de pisciculturas en Chile (Åtland y Bjerknes, 2009, Kristensen et al 2009). En muchos casos niveles potencialmente tóxicos de aluminio y cobre explican el incremento observado de la mortalidad en etapas tempranas de desarrollo de Salmón del Atlántico (Spear y Pierce 1979; Pagenkopf 1983; EPA 2007).

Estos antecedentes hacen necesario establecer con mayor precisión el efecto de estos metales durante etapas tempranas de desarrollo teniendo en cuenta los órdenes de magnitud de las concentraciones de aluminio y cobre que se presentan naturalmente en las aguas en Chile, y en cuerpos de agua representativos de los utilizadas por la industria acuícola para la fase de producción en agua dulce. Fuera de Chile, se han realizado distintas experiencias en cuanto al efecto de los metales en etapas de desarrollo temprano de Salmón del atlántico. Entre otras algunas orientadas a establecer el efecto diferencial de concentraciones tóxicas dependiendo de si éstos se presentan antes o después del momento de la eclosión.

Para el caso del aluminio, algunos estudios indican que altas concentraciones de este metal, previo a la eclosión, puede producir una eclosión temprana con efectos adversos, dada la inmadurez de los órganos y funciones fisiológicas y bioquímicas requeridas posteriormente a dicho evento. Dichos estudios muestran que esta respuesta se hace evidente cuando la concentración de aluminio está en el orden de 400 ug/L (Pettersen *et al.* en prep). En relación al cobre, existen menos antecedentes respecto al efecto que este puede producir cuando se presenta en niveles que pueden resultar tóxicos. Tampoco se conoce muy bien si existe un efecto diferencial dependiendo si este se presenta antes o después de la eclosión. En esta materia, también existen estudios realizados en metales como el cadmio sobre Trucha marrón *(Salmo trutta)* los que relacionan el contenido de este metal en material biológico (ova ojo y alevín) y su dependencia de la concentración de calcio (Haugen *et al.*, 2007); y también estudios del efecto de cinc sobre Trucha marrón en el proceso de eclosión a distintas concentraciones de calcio (Kalkvist, 2003; revisión Pessot y Kristensen, 2011).

En este contexto NIVA Chile ha desarrollado estudios que han podido generar información tendiente a establecer el efecto de estos dos metales entre la fase de ova ojo y posterior a eclosión utilizando fuentes de agua que son representativas de la realidad productiva en Chile y teniendo en consideración los ordenes de magnitud en que se presentan incrementos de la concentración de aluminio y cobre en cuerpos de agua de la novena y/o décima regiones.

Estos estudios, han consistido en la aplicación de pulsos simultáneos artificiales de corta duración (48 horas) con cobre (aproximadamente 15 ug/L) y aluminio (aproximadamente 120 ug/L) sobre grupos de ovas fertilizadas (ova ojo), que en forma paralela han sido contrastados con grupos control sin tratamiento con pulsos de metales. Durante estas experiencias se han registrado como variables indicadoras, la concentración de aluminio y cobre en el agua, la concentración de cobre en tejido biológico y la mortalidad de los grupos desafiados y grupo control.

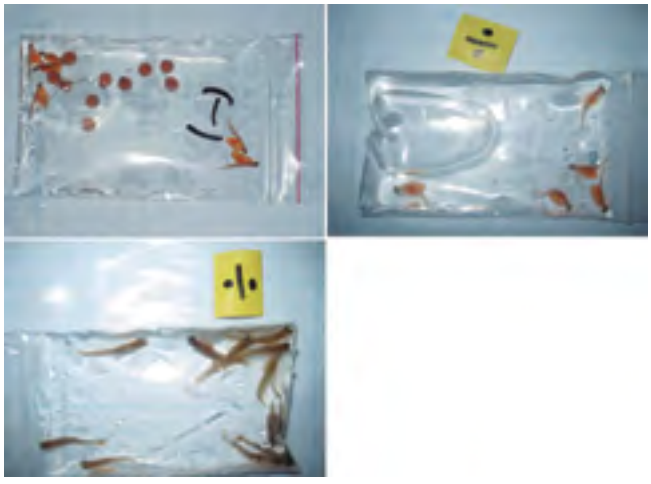
Materiales y Método

Un estudio fue llevado a cabo en una piscicultura ubicada en la novena región cuyas aguas se caracterizan por un bajo grado de dureza lo que es representativo de aguas de dicha región como también de una proporción de instalaciones presentes en la décima región. Se consideraron dos módulos correspondientes a tratamiento y control en el que el flujo de ingreso fue de 12 L/min, cada módulo consistente en 3 bandejas en las que se recibieron ova con aproximadamente 350 Unidades Térmicas Acumuladas (UTA). El grupo desafiado fue expuesto a concentraciones simultáneas de aluminio y cobre para lo que se utilizó ($Al_2(SO_4)_3$ x $18H_2O$) y ($CuSO_4$ x $5H_2O$) en soluciones stock y aplicado mediante una bomba peristáltica a un flujo de 1 ml/min. El aluminio y cobre fueron agregados en dos episodios a las 400 a 425 UTA (primer pulso) y 550 a 565 UTA (segundo pulso). En el módulo control se tomaron muestras de agua cada 3 días para pH, turbidez, carbono orgánico total, calcio, magnesio, aluminio y cobre. Se tomaron muestras biológicas para análisis de aluminio y cobre. Todas las bandejas fueron monitoreadas y registrados los índices de mortalidad bajo un esquema de control diario.

Resultados

El resultado del monitoreo de la calidad basal del agua mostró condiciones estables de pH (7,64+/-0,09), turbidez como NTU (0,46+/-0,22), COT (0,21+/-0,06 mgC -L) y dureza (basada en concentración de calcio y magnesio 16,9+/-0,59 expresado como mg/L $CaCO_3$). La concentración de calcio no mostró diferencias durante el período que duró el estudio y el nivel de carbono orgánico total se mantuvo estable durante toda la experiencia. Las concentraciones de aluminio obtenidas en el grupo de los peces desafiados durante los pulsos artificiales fueron de 128 y 140 ug/L para el primer y segundo pulsos respectivamente, y de 12 y 16 ug/L para el caso del cobre en el primer y segundo pulso respectivamente.

Acumulación de Aluminio y Cobre: Luego de la aplicación del primer pulso de metales en el grupo desafiado se observó un aumento de la acumulación de metal para el caso del cobre hasta 522 UTA, mientras que pasado dicho período se presentó una disminución de los metales a niveles basales (ver figura 1). La imagen 1 muestra la condición de las ovas y alevines durante la eclosión, y etapas posteriores en el grupo control.



La tendencia observada en la figura 1 se interpreta como aumento de metales en el tejido relacionado con una acumulación en el corion y posteriormente disminución durante eclosión, posiblemente por la pérdida de la estructura del corion. Luego, posterior a la eclosión aun cuando existe una aplicación artificial del aluminio y cobre no se presenta acumulación de estos metales en los especímenes analizados. Este mismo comportamiento es el descrito para el caso del cadmio (Battie *et al.*, 1978; Haugen *et al.*, 2007), en el que posterior al evento de la eclosión se pierde la relación entre niveles de cadmio en el agua y acumulación en tejido de especímenes enteros.

Mortalidades acumuladas: Según se describe en material y método, las mortalidades se monitorearon bajo una frecuencia diaria. De esta forma fue posible realizar un seguimiento de la mortalidad de cada tratamiento (grupo desafiado y grupo control). La figura 2 muestra la tendencia de la mortalidad al comparar el grupo control con el grupo desafiado. Se observa que las mortalidades comienzan a hacerse más evidentes, en ambos grupos, inmediatamente posterior a la eclosión, y en el grupo desafiado la mortalidad comienza a aumentar por sobre el grupo control, posteriormente al segundo pulso de aluminio y cobre.

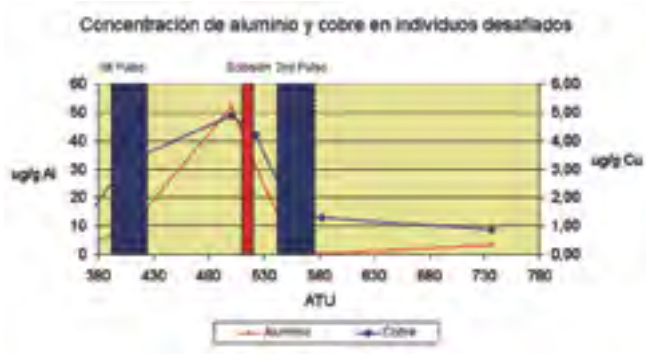


Figura 1. Se muestra la acumulación de aluminio (línea roja) y cobre (línea azul) en tejido total como respuesta a dos pulsos de aluminio y cobre (400 a 425 y 550 a 565 UTA) (barras color azul) en el agua y el evento de eclosión (barra color naranjo).

Discusión

Esta experiencia muestra que en conjunto los pulsos de aluminio y cobre producen un aumento de la mortalidad bajo las condiciones de prueba, lo que se hace evidente solo después de la eclosión. Es posible plantear entonces que el efecto el efecto adverso que pueda ejercer el aluminio antes o después de la eclosión es dependiente de su concentración. Como indica Pettersen et al (en preparación) concentraciones de aluminio por sobre 400 ug/L (no se incluye el efecto atenuador de la concentración de calcio) parecen afectar el tiempo de eclosión como también la mortalidad inmediata posterior a este evento.

Lo anterior como consecuencia de una inmadurez del desarrollo de órganos y por ende de funciones fisiológicas y bioquímicas vitales. No obstante lo anterior, los resultados de la experiencia descrita en este estudio muestran que al reducirse la concentración de aluminio, su efecto a este nivel no se hace evidente y solo se podría manifestar una vez que el alevín está expuesto al medio y el efecto de este metal es directo sobre los órganos blanco (principalmente branquias, Heier *et al.*, 2009). El nivel de concentración de aluminio utilizado en esta experiencia si parece ejercer un efecto negativo posterior a la eclosión el que se manifiesta como un aumento de la mortalidad. En relación al cobre, al igual que el aluminio no muestra un efecto adverso evidente previo a la eclosión. Al parecer este efecto adverso como puede ser para el aluminio se manifiesta en forma directa sobre sitios blanco una vez que el alevín está expuesto al medio.

Dado que esta experiencia no incluyó ensayos para establecer el efecto por separado de cada uno de los metales probados, no es totalmente posible atribuir el aumento de mortalidad a aluminio o cobre, o determinar si hay un efecto combinado de ambos.

No obstante se hace evidente que posterior a la eclosión existe un aumento de la vulnerabilidad en los individuos. También es relevante mencionar que dado la información histórica, es probable que las concentraciones de metales como aluminio y cobre, durante períodos cortos característicos en que su concentración se incrementa, sus niveles o, sean mayores a los que se han estimado a la fecha, o existan otros factores que se correlacionan y potencian la toxicidad de estos metales.

En este contexto también, es relevante mencionar que el efecto de estos metales se puede presentar de tal forma, a la vista de los resultados, que su efecto no sea totalmente evidente, y generen mermas en la población, a la larga importantes, que no puedan ser fácilmente atribuibles al efecto de estos factores.

Por otro lado, es importante mencionar que la acumulación de aluminio y cobre en el corion, a las concentraciones ensayadas, no se correlacionan con su efecto tóxico inmediato o posterior y solo el efecto directo de cada uno posterior a la eclosión es el responsable de la mortalidad.

En este caso su acumulación no guarda relación con el efecto tóxico. Al respecto se puede indicar que el efecto de la acumulación de un metal en un tejido u órgano específico dependerá de la función de dicho órgano y la función fisiológica o bioquímica que específicamente sea afectada.

Consecuentemente, se debe evaluar el efecto de cada metal (desde el punto de vista de lo agudo o crónico de su efecto) tomando en cuenta, el estado de desarrollo del pez y el sitio blanco, independiente de su acumulación, la que en algunos casos podrá ejercer efectos agudos y en otros efectos crónicos.

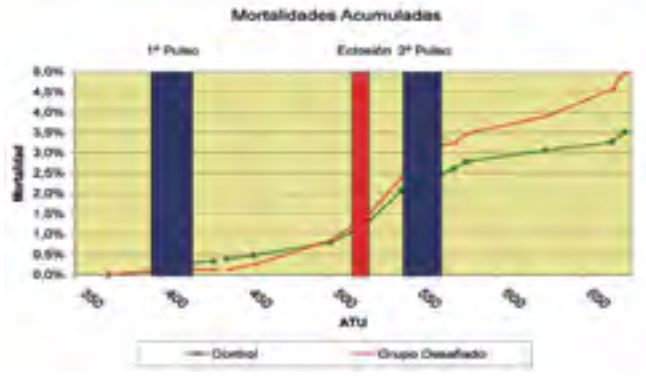


Figura 2. Presenta el porcentaje de mortalidad en el grupo control (línea verde) y grupo desafiado (línea roja), en respuesta a dos pulsos de metales (400 a 425 y 550 a 565 UTA) (barras azul) evento de eclosión (barra naranja).

Bibliogarphy

Aatland, Aa. and Bjerknes, V., 2009. Calidad de Agua para el Cultivo de Smolts en Chile. Aase Aatland & Vilhelm Bjerknes.

Beattie, JH and Pascoe, D 1978, Cadmium uptake by rainbow trout, Salmo gairdneri eggs and alevins. J Fish Biol 13:631-638.

EPA. 2007. Aquatic Life Ambient Freshwater Quality Criteria – Copper. 2007 Revision. EPA-822-R-07-001.

Haugen, T., Kristensen, T., Kroglund, K., Håvardstun, J. and Kleiven, E. 2007. Study of the effect of cadmium on the early life stages of brown trout *(Salmo trutta)* at different levels of water hardness NIVA Report, Serial No. 5468-2007, 47 pp. ISBN 978-82-577-5203-3.

Heier, L., Lien, I., Stromseng, A., Ljones, M., Rosseland, B.O., Tollsten, K. and Salbu, B., 2009. Speciation of lead, copper, zinc and antimony in water draining a shooting range- Time dependant metal accumulation and biomarker responses in brown trout *(Salmo trutta L.)*. Sci. Tot. Envir. 407: 4047-4055.

Kallkvist, T., Rosseland, B.O., Hytterod, S. and Kristiansen, T. E. 2007. Effect of Zinc on early life stages of brown trout *(Salmo trutta)* at different levels of water hardness NIVA Report, Serial No. 4678-2003, 34 pp. ISBN 82-577-577-4344-5

Kristensen, T., Åtland, Å, Rosten, T., Urke, H. and Rosseland, B.O. 2009. Important influent water quality parameters at freshwater production sites in 2 salmon producing countries. Aquacultural Engineering 41:53-59.

Pagenkopf, G.K. 1983. Gill surface interaction model for trace-metal toxicity to fishes: Role of complexation, pH and water hardness. Env. Sci. Technolo. 17: 342-347.

Pessot, C. and Kristiansen, T., 2011. Presencia de metales y efectos subletales en peces. Versión Diferente, 14: 131-134.

Pettersen *et al.,* in prep/unpublished data

Spear, PA and Pierce, RC. 1979, Copper in the aquatic environment: Chemistry distribution and toxicology. National Research Council of Canada, Report Nº 16454.

Contacto: 7 846 3131 - carlos.pessot@nivachile.cl - www.nivachile.cl

Rilab®

Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Tenemos el control en los puntos críticos de todo el proceso de Aguas de Re-circulación, patología y control de higiene en planta, microbiología.

Colorímetro
SMART3
waterproof
• 85 pruebas programadas
+ 25 pruebas para programar
IP 67

Individual Test Kits

DO6
Medidor de Oxigeno Disuelto

pH5
Medidor de pH y Temperatura

Medidor de pH en alimentos
pHSpear

Kit de Análisis
IPN
Infectious Pancreatic Necrosis
VHS
Haemorrhagic Septicaemia
IHN
Infectious Haematopoietic Necrosis

Kit de Análisis Antibióticos y Micotoxinas
Control microbiológico resultado de 3 a 7 horas.
Listeria, E.Coli, Coliformes.

SystemSURE Plus
Luminómetro de tres pasos.
• 250 puntos programables por plan.
• 20 planes de prueba programables.
• Id. alfanumérica de las ubicaciones
• Almacena 2.000 resultados.
• ID de usuario programable.
• Auto-calibración en el encendido.
• Detecta hasta 1 femtomol

SureTrend 100% amigable
• SureTrend descarga los resultados a un PC.
• Genera gráficos de análisis en colores (semáforo), visualiza tendencias y genera reportes.
• La información se puede exportar a Excel.
• Identifique las áreas problemáticas, tome medidas correctivas en tiempo real.
• Realice los seguimientos de los HACCP y SSOP.
Controle las variables que harán que su plan sea eficiente.

Control de Higiene ATP, Proteínas y Microbiológico
Tórulas Universales para equipos Hygiena y de otras marcas.

Cintas para Control de Satinizantes
SINGLE FACTOR TEST STRIPS

LaMotte

Información técnica resumida. Si necesita más información, por favor no dude en comunicarse con nosotros.

Representante exclusivo: Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda. Fono/Fax: (56-2) 688 2010

Efectos de desechos solubles de salmonicultura en el bacterioplancton: Una aproximación de microcosmos

Klaudia L. Hernández[1,2], Lasse M. Olsen[3], Cristina I. Dorador[4], Humberto González[2], Murat Van Ardelan[3], Yngvar Olsen[3], Nils Tockle[3] & José L. Iriarte[2]
[1]Centro de Investigación y Desarrollo CIEN Austral,[2]Universidad Austral de Chile, [3]NorwegianUniversity of Science and Tecnology,
[4]Universidad de Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar, departamento de Acuicultura.

El desarrollo de la salmonicultura representa una fuente de ingresos en Chile que compromete a su vez el medio ambiente, a través del uso de ecosistemas acuáticos costeros en los diferentes procesos para la manutención, y finalmente, la cosecha de una gran biomasa de peces (ver revisiones en efectos ambientales en Buschman & Forth *et al.*, 2007; González *et al.*, 2010). La alimentación y el uso las concesiones de los cultivos chilenos han sido ubicadas masivamente en lagos y fiordos de la Patagonia, donde estos últimos, abarcan más del 1400 km. de costa, entre las latitudes 41° y 55° S (Pantoja *et al.*,2011). Estos sistemas vulnerables y relativa productividad biológica están caracterizados por ser ambientes semi-cerrados, con grandes descargas de aguas continentales, lo que trae consigo implicaciones ecológicas y oceanográficas importantes y únicas para cada fiordo (Iriarte *et al.*, 2010).

Históricamente, Noruega y Chile son los dos productores mundiales más destacados de salmón (FAO, 2006). Sin embargo, como resultado de las crisis por enfermedades, como la anemia infecciosa del salmón (ISA), o la presencia de parásitos como *Caligus rogercresseyi* existe una creciente atención sobre el impacto ambiental de esta práctica, demandando claramente estrategias para el manejo de los desechos solubles y sólidos en la salmonicultura en un futuro inmediato.

Los desechos solubles provenientes de una jaula de cultivo que produzca 1.000 toneladas de salmón por año, pueden generar una descarga de nutrientes inorgánicos de origen nitrogenado similar a la de una comunidad de 10.000 personas (Olsen & Olsen 2008).Los nutrientes disueltos provenientes de las jaulas de cultivo vienen de las excretas de peces en forma de amonio (NH4) y ortofosfato (H2 PO4), y en forma de nutrientes orgánicos particulados como las fecas. Una proporción significativa de N queda en la columna de agua en forma de NH4 mientas que el fósforo se estima es mayormente acumulado en sedimentos. Los nutrientes disueltos (inorgánicos y orgánicos) rápidamente son asimilados por la trama trófica microbiana que transfiere esta energía a niveles tróficos superiores. De hecho en Chile se ha registrado una relación directa entre el aumento de pulsos de dinoflagelados y la presencia de centros de cultivo de peces (Buschmann *et al.*, 2006). Así mismo se ha resaltado el uso de los antibióticos, su permanencia en la columna de agua y sedimento y en especies nativas de peces en las cercanías de los centros de cultivo (Fortt & Buschmann, 2007). Sin embargo, poca atención se ha focalizado en determinar la respuesta del bacterioplancton a la adición constante de deshechos solubles, y si existe relación con otras variables ambientales (pH, salinidad, oxígeno disuelto), y finalmente si el potencial efecto es permanente a lo largo del tiempo.

En el marco de investigación básica y aplicada el CIEN Austral y el Instituto de Acuicultura de la Universidad Austral de Chile han estado desarrollando investigaciones para generar estrategias de sustentabilidad en la Región de los Lagos en relación con la actividad de la Acuicultura. Por medio de una aproximación experimental de mesocosmos comparativa entre los ecosistemas de fiordos de Noruega y Chile, y la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología NTNU, se ha abordado esta problemática con el proyecto conjunto "CAN WASTE EMISSION FROM FISH FARMS CHANGE THE STRUCTURE OFMARINE FOOD WEBS:WAFOW". Nuestro objetivo fue investigar el efecto a corto plazo por la adición de nutrientes provenientes de acuicultura en la trama trófica microbiana en un fiordo estratificado al sur de Chile, específicamente en el Fiordo de Comau (Hornopirén). En este artículo nos enfocaremos específicamente en resultados preliminares sobre los efectos en la abundancia y riqueza del bacterioplancton. Nuestros resultados contribuirán a esclarecer la dinámica ambiental que controla la producción primaria y secundaria en los fiordos chilenos, así como, su capacidad de respuesta bacteriana y del fitoplancton ante el estrés ambiental con proyecciones a estrategias de manejo de estos frágiles ecosistemas.

El Fiordo de Comau como área de estudio

Los experimentos fueron conducidos con el Fiordo de Comau (Hornopirén) Patagonia, Chile. El área recibe gran precipitación anual (2.000 - 5.000 mm año^{-1}) y una amplia descarga de agua dulce desde ríos provenientes del Fiordo de Reloncaví y el canal Comau (Dávila *et al.*, 2002; González *et al.*, 2010). Los vientos son fuertes todo el año predominando viento norte en invierno y viento sur en primavera, lo que genera una mezcla en la columna de agua hacia afuera del fiordo (Strub *et al.*, 1998). Estimaciones de Clorofila-a y de producción primaria entre los 41 y 48°S varían entre 1 a 12 mg Chla m^{-3} y 1 a 26 mgC m^{-3} h^{-1} y respectivamente (Pizarro *et al.*, 2000, Iriarte *et al.*, 2007). La extensión del Fiordo de Comau es de alrededor de 40 km. de Sur a norte entre los 42°S y 42°S. Este fiordo se caracteriza por una zona somera de 50 a 250 m y pronunciadas pendientes que van hacia una profundidad máxima de 590 m. (Aracena *et al.*,

2011). Existe una gran variabilidad estacional en la descarga de los ríos que afecta directamente la estructura y funcionamiento de la comunidad pelágica en el fiordo. Baja radiación solar y temperatura son típicas de los meses invierno (mayo a septiembre). El aporte de la descarga de silicato de los ríos se sobrepone con agua marina con alto contenido en nitrato y ortofosfato. Finalmente la amplitud de marea es de más de 7 m. (González *et al.*, 2010).

Muestreo y experimentos realizados

La toma de agua para los experimentos se realizó cerca a la desembocadura del río Huinay. El muestro fue enfocado en la capa salobre permanente (estrato superior) y en agua del tipo marino (estrato inferior bajo picnoclina) tomada por medio de una bomba peristáltica. Agua prefiltrada por 200 micras, se distribuyó en 30 bidones plásticos de 35 L, con un gradiente de concentración en amonio desde condiciones naturales al máximo "estado" por descarga de acuicultura para la zona (Tabla 1, Fig.1). Se adicionó nutrientes y se muestreó cada dos días para determinaciones de clorofila-a, abundancia bacteriana, diversidad bacteriana y nutrientes.

Tabla 1. Gradiente de concentración de nutrientes inorgánicos empleada y mantenida para agua salobre (superficial) y marina (profunda) en los microcosmos a lo largo de las 3 semanas de experimentación.

Tratamiento	Concentración NH4 (μmol $l^{-1}d^{-1}$)	Concentración NH4Cl (μg $l^{-1}d^{-1}$)	Concentración NaH2PO4*H2O (μg $l^{-1}d^{-1}$)
No nutrientes	0	0	0
Natural	0.30	16.05	2.59
T1	0.50	26.75	2.46
T2	0.70	37.44	3.45
T3	1.00	53.49	4.93
T4	1.40	74.89	6.90
T5	2.00	106.98	9.86
T6	3.00	160.47	14.78

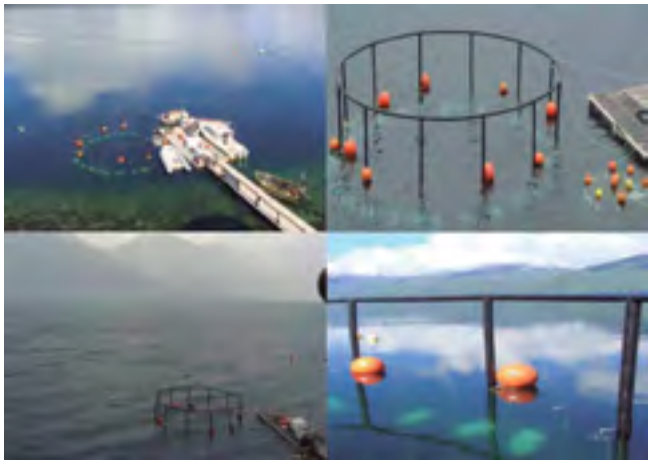


Figura 1. Detalles del montaje experimental en un gradiente de concentración de amonio, 30 bidones de 35 litros incubados a 1 m. de la superficie durante 20 días, en variadas condiciones climáticas en la estación científica Huinay durante enero-febrero de 2010.

La concentración de clorofila-a fue estimada según Porras(2002). El agua tomada fue congelada para los análisis químicos de fósforo total, NO_3- NO_2-y NH_4+ según APHA (1998). La diversidad bacteriana fue obtenida luego de extraer ADN ambiental de agua filtrada proveniente de cada tratamiento (400 ml). Los filtros de membrana provenientes de cada muestra se conservaron a -20 C hasta la subsecuente extracción de DNA en la Universidad de Antofagasta usando protocolos ya estandarizados (i.e. Dorador *et al.*, 2008). La electroforesis de gradiente denaturante (DGGE) fue aplicada para analizar las diferencias en composición entre sitios y muestras de acuerdo a Muyzer *et al.*,(1993). La abundancia bacteriana fue hecha en submuestras de 3 ml teñidas con DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole) a 10 μl ml^{-1} de concentración final. Conteos de todas las muestras fueron hechos usando de10 a 20 campos (mínimo de 500 células) en un microscopio de epifluorescencia Zeiss-Axioskop (1000×).

La clorofila-a aumentó en los tratamientos más altos de concentración de amonio en agua marina (2 y 3 umol L-1 d-1; Fig. 2A) y salobre (TB3, Fig. 2B). En los dos tipos de agua el doble de la concentración inicial se logró tras ocho y seis días de experimentación, por sobre los otros tratamientos respectivamente. Esta condición en el caso de agua de mar continúa hasta el final del experimento (día 16) donde las diferencias entre se hacen significativas entre el T6 y el resto del gradiente de amonio empleado. En el caso de agua salobre la respuesta de la clorofila-a el gradiente de amonio es menos marcado alcanzando un máximo alrededor del día 14. La relación entre la capacidad de carga de amonio adicionado y la concentración de clorofila-a es representada por la ecuación de la Fig. 2C. Bajo el gradiente empleado no se observo el máximo de nutrientes necesario para que el sistema de microcosmos colapsara.

El máximo de abundancia bacteriana en agua marina fue alcanzado por la mayoría de los tratamientos con adición de nutrientes a los 8 días de experimento y los 10 días para el tratamiento sin adición de amonio y nutrientes (Fig. 3A), tendiendo a decrecer hacia finales del experimento. Ello contrastando con el aumento en la abundancia bacteriana al final del experimento en agua salobre (Fig. 3B y 3D). En el caso de los nanoflagelados tanto para agua de mar (Fig. 3A y 3C) como para agua salobre el mínimo de abundancia se presenta a los 6 días de experimentación con un tendencia a su máximo al final del período de incubación. Una leve correlación fue observada entre la abundancia bacteriana y de flagelados para agua salobre respondiendo ala ecuación $y= 5523,8 \times {}^{0,0992}R^2 = 0,547$.

Tratamiento	OTU's
DW-TZ	31
SW-TZ	41
NN-TF	24
C-TF	32
T1-TF	30
T2-24	27
T2-28	32
T2-TF	34
T3-TF	32
T4-24	32
T4-28	31
T4-TF	41
T5-TF	37
T6-TF	38

Tabla 2. Unidades taxonómicas operacionales provenientes de bandas cortadas de un DGGE para Eubactaria (P2-P3).

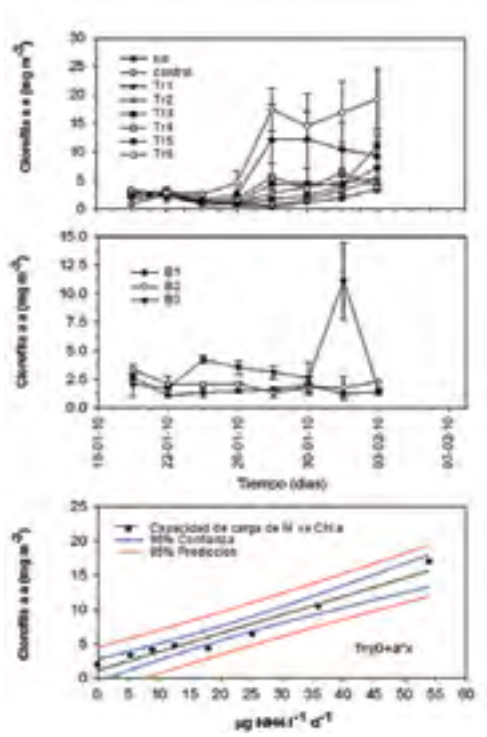


Figura 2. Concentración de clorofila-aen el gradiente experimental de amonio para agua **a)** salobre y **b)** marina **c)** relación de la capacidad de carga de Nh4 adicionada y la concentración de clorofila-a para el día 14 del experimento febrero 3 de 2010.

Se observaron cambios temporales en la diversidad de Eubacteria obtenidos de las bandas de DGGE provenientes de los tratamientos de concentración baja e intermedia de amonio (T2 y T4, respectivamente). La mayor riqueza en número de bandas (unidades taxonómicas operacionales OTU's fue observada en agua superficial al inicio del experimento y se incrementó en tratamientos de concentraciones altas en el agua de mar al final de la incubación (Tabla 2). A través de un análisis NMDS (Fig. 4) se observó que la composición inicial (TZ) difiere a lo largo del experimento en comparación con los tratamientos de concentraciones intermedias y altas (T2 y T4).Finalmente, los tratamientos T2, T3, T4 y T5 presentaron cambios similares en diversidad al final del experimento, lo que no se observa en la máxima concentración (T6) o en el control (NN sin nutrientes).

Nuestros resultados sugieren fuertemente que en condiciones de un alto flujo de amonio (2 y 3 mmol L^{-1} d^{-1}) existe una respuesta rápida en la biomasa autotrófica (30 mg Clh-a m^{-3}), una respuesta positiva de la abundancia de bacterioplancton y nanoflagelados que se alterna a lo largo del experimento. Adicionalmente se evidenciaron cambios en la riqueza de eubacteria con un aumento de OTU's, en la columna de agua, en tratamientos de altas concentraciones, las cuales nunca alcanzaron a representar variación en la capacidad de carga del sistema. Nuestro trabajo demuestra un efecto diferencial marcado en la diversidad bacteriana y abundancia del microplancton según gradientes de amonio presentes en el agua de mar en comparación al agua salobre. Esto implica que hay una fuerte respuesta del componente microbiano a la adición de amonio proveniente de la salmonicultura. Se requiere que este escenario se escale a experimentos con mayor volúmenes e incorporen otros factores ambientales como el efecto sinóptico y conjunto de la radiación solar, vientos y al mezcla vertical, incluyendo efectos directos en el metabolismo microbiano por parte de otras sustancias usadas en la actualidad como antibióticos y desechos de actividad humana.

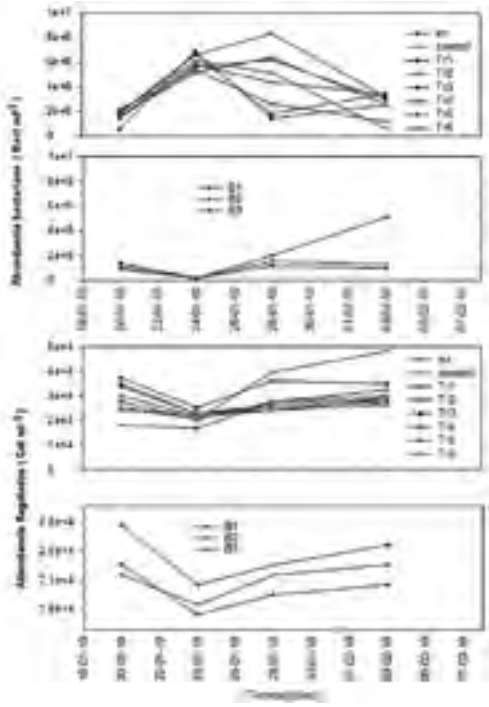


Figura 3. Respuesta temporal de la abundancia bacteriana y de flagelados totales para al gradiente amonio en Huinay para los tratamientos de agua marina (Fig. 3a, y 3c) y para tratamientos de agua salobre superficial. (Fig. 3b y 3d).

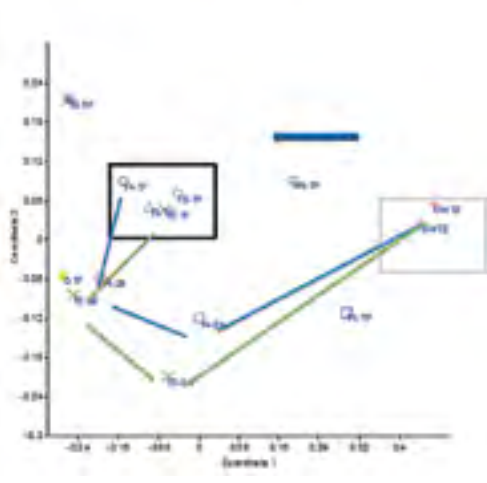


Fig.4. Diagrama NMDS para las bandas de DGGE Eubactaeria, y la variación en diversidad a lo largo del experimento. Se observa en recuadro gris, las diferencias en diversidad de bandas entre las condiciones iniciales de agua marina (DW-TZ) y salobre (SW-TZ) siendo más similar al final del experimento a las concentraciones con no nutrientes, concentración mas baja (NN-TF y T1-TF respectivamente). Un segundo grupo de diversidad en un recuadro negro lo conforman los tratamientos 2, 3, 4 y 5 (T2-TF, T3-TF, T4-TF y T5-TF respectivamente). Finalmente, las mayores diferencias en diversidad fueron observadas en la concentración más alta (T6-TF).

La fragilidad de los fiordos apunta a ser responsables, con la implementación de tecnología extranjera, evaluando el verdadero impacto de un escalamiento industrial en estos ecosistemas costeros, como ya ha ocurrido en las costas chilenas.

Tras una épica lucha de kilómetros y kilómetros, su espacio interior derrotó al ogro de los "¿cuánto falta?".

Para nuevas aventuras en familia

TOYOTA
Moving Forward

MAF
Financiamiento Automotríz

Mayor información y red de concesionarios en www.toyota.cl

Síguenos en:

NEW 4RUNNER
for family adventures

SERVIMAQ

Puerto Montt
Regimiento 710
Fono (65) 437 510
Osorno
Juan Mackenna 1659
Fono (64) 234 673

Servicio Técnico y Repuestos
Fono (65) 481 659

www.servimaq.cl

ESTUDIO DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS
a través de Experimentos de Micro-Mesocosmos en el sistema marino pelágico

J.L. Iriarte[1,2,3] y L.A. Cuevas[4]
[1]Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, Puerto Montt.
[2]Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia-CIEP, Universidad Austral de Chile.
Programa Basal COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Concepción
[4]Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Unidad de Sistemas Acuáticos, Universidad de Concepción.

Un importante requisito en la investigación marina es el desarrollo de la experimentación, la que puede variar desde los experimentos tradicionales de laboratorio, pasando por experimentación en ecosistemas o en terreno (e.g. cruceros oceanográficos), hasta modelos de simulación computarizados. Los Experimentos de manipulación han jugado un rol clave en el entendimiento de la dinámica y funcionamiento de la trama microbiana pelágica (bacterias, flagelados, ciliados, fitoplancton y otros organismos) en el sistema marino costero de la Patagonia. En estos experimentos se monitorea la dinámica de variables de respuestas a escala poblacional (abundancia, composición de especies) y comunitarias (biomasa, productividad) a través de un período de tiempo de días a semanas. Los resultados de los experimentos han confirmado algunas de las predicciones teóricas así como también han resultado en información "no esperada" a modelos teóricos. A pesar de sus restricciones, estos sistemas experimentales corresponden a excelentes modelos a escala que permiten responder preguntas fundamentales o dar probables escenarios futuros de la dinámica e interacción biológica que ocurre a escala natural (e.g. unidad de fiordo). Un clásico ejemplo de ello son los experimentos de competencia de Gause (principio de exclusión competitiva), los cuales fueron bien descritos en el modelo de competencia de Lotka-Volterra o los experimentos depredador-presa bajo distintos niveles de productividad (Fox 2007) para explicar los efectos top-down y bottom-up.

Aunque los estudios de micro-mesocosmos poseen sus limitaciones, existen algunas fortalezas que son importantes de nombrar: 1) son sistemas de fácil implementación y de costo bajo (i.e. en comparación con un crucero oceanográfico) lo que permite una mayor replicabilidad, y por lo tanto determina una mayor potencia estadística a sus resultados; 2) mayor control y manipulación de variables secundarias en comparación con la capacidad de controlar variables en la unidad natural de estudio; 3) posibilidad de responder preguntas relacionadas con algún proceso o combinación de procesos del sistema natural; y 4) los organismos despliegan varias tasas generacionales en un experimento lo que permite ver sus respuestas a escalas corta (días) y mediana (semanas).

Ventajas

Los experimentos de micro-mesocosmos ayudan a confirmar la teoría: cuando los resultados de los experimentos verifican las predicciones téoricas (experimentos "elegantes" y de acuerdo a los "esperado"), ellos indican con una alta probabilidad que las predicciones son robustas. Sin embargo, los resultados "no esperados" en relación a las predicciones teóricas, también corresponden a conocimiento nuevo que permitirá respaldar futuras hipótesis de trabajo. Por ejemplo, en un experimento realizado con comunidades fitoplanctónicas naturales durante condiciones de invierno bajo diferentes tratamientos de nutrientes, las condiciones de biomasa máxima fueron cuatro veces mayor a la biomasa obtenida bajo condiciones de verano. De estos resultados se ha hipotetizado el rol de factores como la depredación y radiación UV en la baja biomasa de fitoplancton bajo condiciones oceanográfica estivales en el sistema marino del Mar Interior de Chiloé. Otro ejemplo, corresponde a los resultados no esperados de disminución rápida de la biomasa de fitoplancton bajo enriquecimiento del micronutriente hierro. Estos resultados han sugerido el rol de factores como la competencia por hierro del fitoplancton y de las bacterias y la fotooxidación de materia orgánica debido a la radiación UV.

Los experimentos de micro-mesocosmos si pueden ser homologados a las condiciones de escala natural. En general, los experimentos utilizan especies y comunidades observadas en la naturaleza. Por ejemplo, para ver la respuesta de la comunidad fitoplanctónica a nutrientes inorgánicos (e.g. amonio, nitrógeno) se obtiene inoculos naturales desde una determinada profundidad. Un punto importante de los experimentos de micro-mesoscosmos, no es necesariamente

Ejemplo de microcosmos de adición de macro (nitrato, amonio y silicato) y micronutrientes (hierro disuelto) para determinar la respuesta de bacterias, fitoplancton, microzooplancton en el Fiordo Comau, X Región, Chile.

replicar las condiciones naturales, sino poder obtener información que de otra forma no es posible probar bajo las condiciones de la naturaleza. Por ejemplo, experimentos que puedan dar información sobre condiciones "no reales" de futuros escenarios (e.g. incremento o reduccion de alguna variable de estado) y en las cuáles el sistema puede o no puede seguir el patrón teórico.

En relación al tamaño de los organismos microbianos, los experimentos corresponden a gran escala espacial y temporal. Los tamaños poblacionales corresponden a magnitudes de 10.000 a 1.000.000 de células por ml (e.g. bacteria, fitoplancton con altos tiempos generacionales), y corresponden a abundancias que se observan en la naturaleza. Por otro lado, la razón volumen de micro-mesocosmos (mm^3): volumen organismos (mm^3) es de al menos 10.000, indicando la gran heterogeneidad espacial (e.g. en una botella) respecto de sus condiciones ambientales relevantes para los microorganismos, especialmente aquellas relacionadas a las probabilidades de encuentro depredador-presa y a la relación superficie volúmen de organismos con nutrientes inorgánicos o compuestos disueltos de carbono orgánico.

Finalmente, la investigación a escala de comunidad y sistema a través de procesos es ciertamente compleja dada la naturaleza del sistema acuático (hipervolúmen) con múltiples interacciones entre variables y procesos (e.g. química, física, biología) y con otros sistemas (terrígeno, clima). Sin embargo, los estudios basados en experimentos de micro-mesocosmos son una excelente oportunidad de obtener conocimiento parcelado (e.g. cajas "negras") de las interacciones y dinámicas de micro-organismos y poner a prueba hipótesis específicas. Esta aproximación, además de la utilización de aproximación de terreno (e.g. cruceros oceanográficos), deben ser necesarias para el entendimiento de las interacciones en la trama trófica pelágica.

Desventajas

Un tema de amplia discusión en ecología experimental es la extrapolación de resultados desde sistemas experimentales aislados hacia el "mundo real". De esta forma, la elección de el tamaño de una unidad experimental y el tiempo de duración de un experimento podrán depender del tipo de comunidad a estudiar, su complejidad (trama trófica), los tiempos generacionales de sus componentes y de los procesos ecológicos y biogeoquímicos que estos puedan realizar. Tanto en sistemas de agua dulce como marinos se ha logrado imitar en forma eficiente las condiciones ecológicas y los procesos biológicos que ocurren en el ecosistema adyacente (Sanders, 1985), obteniendo un alto grado de realismo ecológico, sin embargo con alta variabilidad.

Es importante considerar el tamaño de las unidades experimentales? Los efectos de diferentes dimensiones en las unidades experimentales han sido ampliamente investigadas, obteniendo resultados contrastantes al observar las comunidades microbianas. Al comparar mesocosmos de 1 a 30 m^3, el crecimiento del fitoplancton observado sobre la capa de mezcla de los mesocosmos de mayor volumen fue similar al observado en las unidades experimentales de menor volumen (Kuiper *et al.,* 1983). Por el contrario, es común observar un mayor incremento en la abundancia de bacterias en unidades experimentales de menor tamaño, posiblemente por el contacto con los sedimentos o por las paredes de la unidad experimental.

Las paredes de la unidad de incubación pueden incrementar la variabilidad de los resultados. El crecimiento de microorganismos en las paredes en un micro- o mesocosmo suele ser un proceso común. El problema incrementa con el aumento de la tasa superficie/volumen y la duración del experimento y puede ser observado en forma mas frecuente en regiones costeras. De esta forma, es necesario investigar la razón superficie/volumen en una unidad experimental durante el diseño experimental.

Mantener las condiciones de turbulencia, implica mantener las condiciones naturales. Los experimentos de micro- y mesocosmos al contener un cuerpo de agua pueden también alterar el régimen de mezcla observado en forma natural. Estos cambio pueden principalmente afectar: 1) interacciones

Figura 1. Clases de tamaño en sistemas experimentales cerrados y duración de los experimentos en relación a los procesos biológicos. Extraído de SCOR Working Group 85, 2do Reporte (1991).

	micro-		meso-		macro-
Categoría	I	II	III	IV	V
Replicabilidad				Longevidad	
Control				Complejidad trófica	
Homogeneidad				Realismo	
Costos				Capacidad dispersiva	
				Capacidad biológica	

Tabla 1. Categorías de tamaños en sistemas experimentales cerrados y representación de sus principales características. Extraído de SCOR Working Group 85, 2do Reporte (1991).

predador-presa, 2)agregación/disgregación de partículas, 3) agregación a pequeña escala, y 4) inhibición especie-específica en las tasas de crecimiento. De esta forma se ha observado que la turbulencia (o su alteración) en sistemas cerrados puede tener igual importancia que variables como la temperatura, luz, salinidad y nutrientes (Sanford, 1997). Numerosas formas para generar mezcla turbulenta en sistemas cerrados han sido utilizadas en los experimentos de mesocosmos (ver revisión en Riebesell et al. 2010). De esta forma, es importante considerar la turbulencia durante el periodo de experimentación y entender sus potenciales consecuencias en la interpretación de los resultados.

Replicación. ¿Cuánto y a que costo? A pesar del bajo costo de micro- y mesocosmos en comparación a otras aproximaciones en terreno (e.g. cruceros oceanográficos), el esfuerzo logístico y también económico puede ser elevado si no se mantienen bajos números de réplicas y tratamientos.

En este caso, es necesario mantener la definición de mesocosmos como un sistema experimental el cual comprende una serie de interacciones y niveles tróficos que no se rigen en forma estricta con la definición estadística de control. Al considerar los criterios de diseño, es necesario examinar la replicación para favorecer la heterogeneidad espacial y temporal. Al considerar la mayoría de los experimentos de manipulación (i.e. mesocosmos) en diferentes estudios, se puede observar que en promedio son utilizadas alrededor de 10 o menos unidades experimentales, y podrían existir dos alternativas en el diseño experimental: 1) dos a cuatro tratamientos con 3 réplicas cada uno, realizando un análisis de datos basados en ANOVA; 2) un gradiente de perturbaciones (e.g. nutrientes, pCO_2, etc) relevantes a los objetivos del estudio, para analizar por medio de regresiones la evaluación de los datos generados.

Escala espacial (dimensiones) y temporal (duración)

En forma práctica, el SCOR Working Group 85, 2do Reporte (1991), subdivide los sistemas pelágicos experimentales en tres amplias clases de tamaño: microsmos (<1m^3); mesocosmos (entre 1 a 1000 m^3) y macrocosmos (>1000 m^3). En forma paralela, las unidades experimentales (micro- y mesocosmos) pueden ser ordenadas de la siguiente forma:

Categorías I-II: microcosmos y/o mesocosmos pequeños, <1-10 m^3. Usado para experimentación de pocos días y de varias unidades experimentales. Las hipótesis de estudio pueden ser probadas utilizando estadística paramétrica. Algunos ejemplos son el estudio de procesos heterótroficos y el uso de isótopos.

Categorías II-III: mesocosmos entre 10-100 m^3, utilizando diferentes mesocosmos (<10 unidades) pueden contrastarse diferentes hipótesis además de estudios de mayor duración (días-semanas). Ejemplos son las estimaciones de producción primaria, cinética de incorporación de nutrientes, sucesión y dinámica de poblaciones.

Categorías III-IV: mesocosmos entre 100-1000 m^3. Un número limitado (>5) de unidades puede ser utilizado en una escala temporal moderada (semanas-meses). Se han utilizado para seguir interacciones de varios niveles tróficos y estudios de "gradientes", pero es difícil la contrastar hipótesis en forma cuantitativa.

Ejemplo de mesocosmos de adición de macronutrientes (nitrato, fosfato y silicato) y fuentes de carbono lábil, para observar la competencia entre bacterias y fitoplancton en un sistema de alta latitud, Svalbard, Noruega (Projecto PAME-Nor).

Categoría IV-V: generalmente una unidad de <1000 m^3. Amplia escala temporal (semanas-años) que posibilita el estudio estacional. Ideal para estudios de crecimiento y mortalidad de organismos poco abundantes. La información generada se presta para análisis de serie de tiempo.

Las diferentes categorías están ligadas al estudio de diferentes procesos biológicos y estudios ecológicos (Figura 1). Adicionalmente, estas categorías también poseen diferentes características de acuerdo a sus dimensiones (Tabla 1). De esta forma experimentos de microcosmos tendrán una mayor oportunidad de aumentar se replicabilidad a menor costo, pero serán experimentos enfocados principalmente a interacciones biológicas de baja complejidad trófica y menos duración. Por el contrario, experimentos utilizando unidades experimentales de mayor dimensión serán capaces de incorporar tramas tróficas complejas, durante un período experimental prolongado, pero que podrá entregar una baja replicabilidad (en algunos casos solo una unidad experimental) a un costo elevado (Tabla 1). Idealmente, el tiempo de experimentación debería exceder el tiempo de generación del penúltimo nivel trófico presente (SCOR Working Group 85, 2nd Report, 1991).

Resultados en la Patagonia chilena y otros sistemas marinos en altas latitudes

Diferentes experiencias, tantos en los fiordos de la Patagonia como en otros sistemas de altas y medias latitudes han sido realizadas en forma exitosa utilizando micro y mesocosmos (Thingstad & Cuevas 2010). En general, los sistemas utilizados en estos experimentos pueden mantenerse hasta por meses, y su duración está limitada por el crecimiento de microalgas y otros organismos en las paredes o la integridad de la estructura utilizada, situaciones que son aplicables en la Patagonia chilena. De la misma forma, la necesidad por protección limita su despliegue en áreas protegidas, como por ejemplo fiordos y bahías. Sin embargo, estas áreas poseen algunas desventajas como la estratificación en la columna de agua (por la entrada de agua dulce desde ríos o desde el deshielos de glaciales), trafico de embarcaciones y diferentes fuentes de contaminantes.

Nombres de estudios realizados con la aproximación de micro-mesocosmos en el sistema marino de la Patagonia.

The role of silicon on phytoplankton blooms in the Chilean fjord system: the impact of past and future scenarios of variable freshwater streamflow on marine productivity. FONDECYT 1080187

WAFOW: Can waste emission from fish farms change the structure of marine food webs? A comparative study of coastal ecosystems in Norway and Chile. Norwegian Research Council

Ecological role of the Fe-dissolved organic matter interactions: is Fe modulating phytoplankton species composition in Patagonian fjords? FONDECYT 1110614.

En forma complementaria y si el objetivo es evaluar procesos en la totalidad de un ecosistema, los estudios de análisis comparativos y meta-análisis pueden predecir el comportamiento de las comunidades planctónicas y evaluar sus cambios en el tiempo. Los meta-análisis pueden ser alimentados con la información generada en diferentes experimentos de micro- y mesocosmo. A la fecha existe un proyecto FONDECYT en ejecución que evalúa la concentración de nutrientes y el estado trófico como potenciales factores de impacto antropogénico cubriendo la totalidad de los fiordos de la Patagonia (42-55º Latitud Sur): *Bottom up vs top down control in food webs of Chilean fjords ecosystems: Basis for understanding the impact of anthropogenic stressors. FONDECYT 3120089.*

La utilización de experimentos de micro- y mesocosmos como ecosistemas "cercanos a la realidad" poseen una alta variabilidad en su reproducibilidad si algunos factores metodológicos y biológicos no son incorporados en el diseño experimental. La respuesta de un ecosistema no solo dependerá de la perturbación experimental si no también de variables experimentales no controladas como las explicadas anteriormente. Las respuestas de diferentes experimentos de manipulación puede ser observada y cuantificada por medio de la utilización de diferentes experimentos de micro- y mecoscosmos (Ver revisión en Thingstad & Cuevas, 2010), siendo estas herramientas cuantitativas para la estimación de las interacciones biológicas en el estudio de las tramas microbianas pelagicas.

Referencias

Fox J. 2007. The dynamics of top-down and bottom-up effects in food webs of varying prey diversity, composition and diversity. Oikos, 116: 189-200.

Kuiper J, Brockmann UH, van het Groenewoud H, Hoornsman G, Hammer KD. 1983. Infl uences of bag dimensions on the development of enclosed plankton communities during POSER. Marine Ecology Progress Series 14: 9-17

Riebesell, K Lee and JC Nejstgaard. 2010. Experimental design of perturbation experiments. In Riebesell K, Favry VJ, Hansson L, Gattuso J-P (Eds) Guide to best practice for ocean acidification research and data reporting, 260 p. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Sanders FS. 1985. Use of large enclosures for perturbation experiments in lentic ecosystems: A review. Environmental Monitoring and Assessment 5:55-99.

Sanford LP. 1997. Turbulent mixing in experimental ecosystem studies. Marine Ecology Progress Series 161: 265-293.

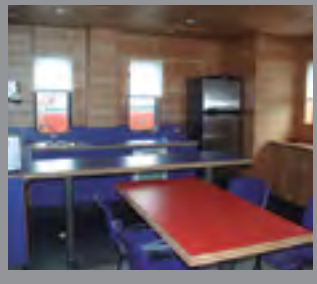
Thingstad TF, Cuevas LA. 2010. Nutrient pathways through the microbial food web: principles and predictability discussed, based on five different experiments. Aquatic Microbial Ecology, 61: 249-260.

convergencia

Gestión

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Gestión integral en diseño, ingeniería de ejecución y técnica. Comprometida en brindar soluciones y productos que satisfagan oportuna, eficaz y eficientemenete las más rigurosas exigencias de calidad. Iniciativas y necesidades que el emprendimiento, el desarrollo y crecimiento en la actualidad demandan.



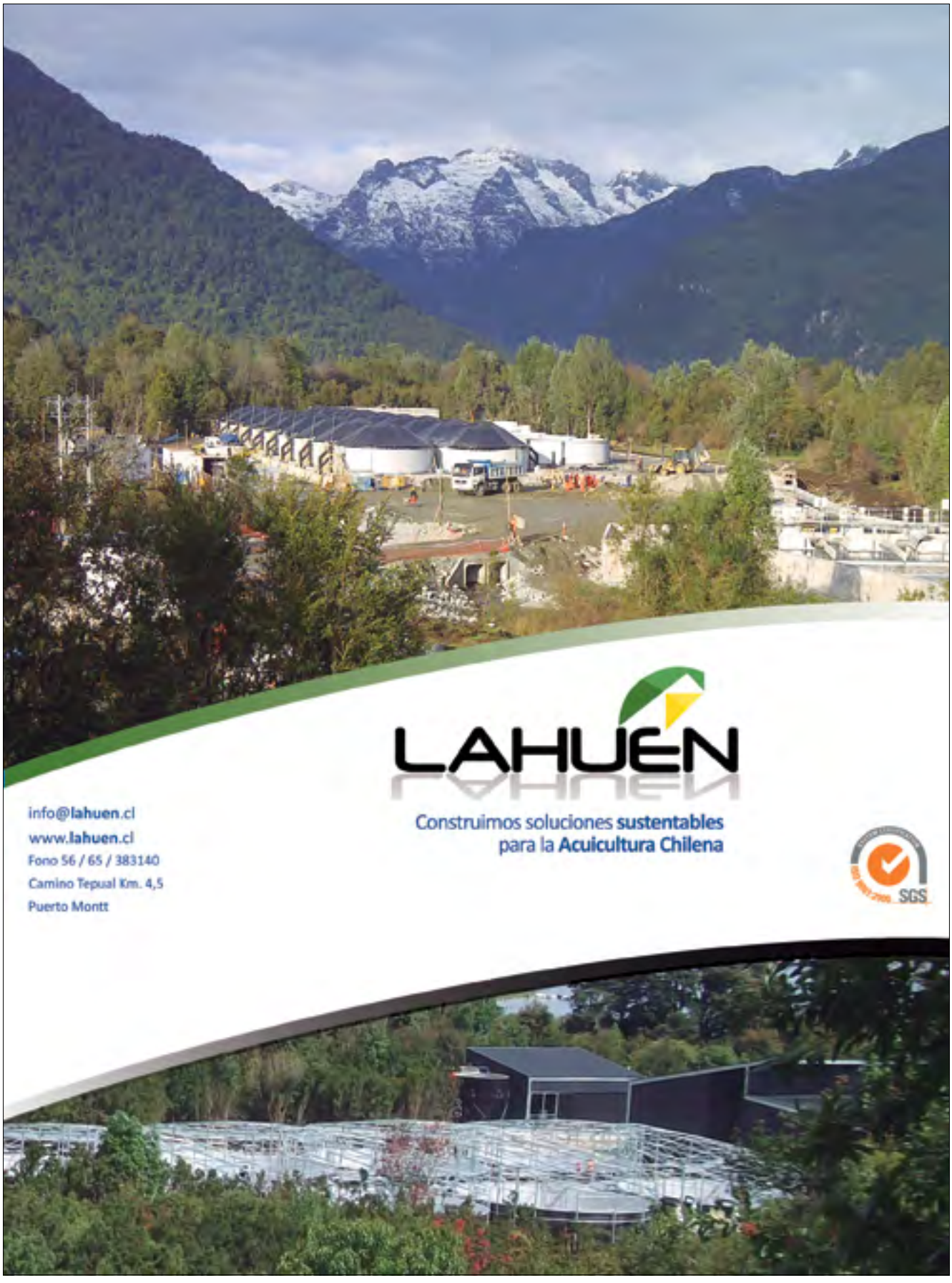
opción ©09 443 3504

CARLOS STUMPFOLL A.
Móvil: 7858 9205
csain@gmail.com

INGENIERÍA
Civil - Naval - Estructuras metálicas - Mecánica
Piping - Eléctrica - Hidráulica - Óleo hidráulica
Sistemas: CO2 - UV - Plantas de Tratamiento Aguas Residuales

ARQUITECTURA
Diseño - Decoración - Fabricación Muebles - Paisajismo
Urbanización - Remodelaciones - Regularizaciones
Parcelaciones - Saneamiento ambiental

CONSTRUCCION
Naval - Carpintería Naval - Obras Civiles - Cobertizos
Estructuras metálicas - Instalaciones eléctricas
Instalaciones sanitarias - Muebles en acero inoxidable


LAHUEN
info@lahuen.cl
www.lahuen.cl
Fono 56 / 65 / 383140
Camino Tepual Km. 4,5
Puerto Montt
Construimos soluciones sustentables
para la Acuicultura Chilena
SGS

BRINE SOLUTIONS MANTIENE UN
MEJOR ESTADO SANITARIO DE SUS PECES
Con Brine Solutions
• Aumenta la productividad horas hombre.
• Mantiene una salmuera de concentración efectiva y homogénea.
• Disminuye el stress de los peces.
• Ahorra en tiempo en la aplicación del tratamiento.
• Tratamiento con un producto certificado y trazable.
• Equipo técnico especializado.
SPL
una empresa K+S
TECNOLOGÍA EN DISOLUCIÓN
BRINE SOLUTIONS
SPL
una empresa K+S
600 369 9000
brine@spl.cl

Danica creando soluciones que agregan valor a su negocio.
Con un know-how de más de 40 años en el segmento, Danica tiene la más alta tecnología para desarrollo de proyectos, fabricación y montaje de sistemas termoaislantes, con soluciones adecuadas y que encajan perfectamente con las necesidades de sus clientes. Cámaras frigoríficas con calidad, durabilidad, tecnología y funcionalidad es lo que nuestra marca les ofrece.
• Cámaras frigoríficas en paneles modulares con revestimiento en acero y núcleo aislante en EPS (poliestireno expandido) LDR (lana de roca), PUR (poliuretano) y PIR (poliisocianurato);
• Puertas aislantes de alta calidad, durabilidad y funcionalidad;
• Conjuntos dock: puertas seccionales, plataformas niveladoras y sello de andén;
• Cubiertas y revestimientos para galpones industriales, comerciales y rurales.
56 2 784 6400 | ventas@danica.cl | www.danica.cl
Dānica®
La solución en sistemas termoaislantes.

centro de
Biotecnología
acuícola
De la Universidad de Santiago de Chile
tiene el agrado de invitarlo al
Primer Simposio
Internacional de Acuicultura
28 DE NOVIEMBRE 2012
Expositores invitados
Simon Mackenzie, Universidad Autónoma de Barcelona.
Christopher John Secombes, Scottish Fish Immunology Research Centre,
University of Aberdeen, United Kingdom.
Mayor información
claudia.seco@usach.cl, claudia.seco@cba-usach.com.
Fonos: (+56 2) 7181060 - (+56 2) 7181127
Información General
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins Nº 3363, Estación Central, Santiago, Chile.
Fonos: (+56 2) 7181127 - (+56 2) 7181051
Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile.
Visítanos en WWW.CBA-USACH.COM
CORFO
UdeSantiago

BIOMARCADORES PARA LA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS destinados a mejorar la inmunidad innata de los salmones

Mónica Imarai / Matilde Jashés / Ana María Sandino
Centro de Biotecnología Acuícola - Universidad de Santiago de Chile

Financiado por Innova Chile de CORFO 07-CN13PBT90
Fundación para la Innovación Agraria FIA PYT-2011-0047

Se conoce en la actualidad un gran número de microorganismos patógenos que infectan a los salmones en cultivo, lo que sumado al estrés propio de los sistemas de cultivo intensivo, generan grandes pérdidas económicas. Virus, bacterias, hongos y parásitos se combaten con tratamientos profilácticos (preventivos), tales como la vacunación, aplicación de inmunoestimulantes, administración de dietas funcionales y otros tratamientos que buscan mejorar la inmunidad o con tratamientos curativos como los antibióticos, útiles en el caso de bacterias y hongos o antivirales, de los cuales existen tratamientos para el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) y el virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAV). Por lo general, los tratamientos que buscan mejorar la inmunidad de los peces pueden o requieren ser modificados para aumentar los niveles de protección, sin embargo, ésto se ve obstaculizado porque no se conocen los mecanismos por los cuales actúan y no hay herramientas para medir sus efectos a nivel fisiológico, celular y molecular. En este sentido, se requiere disponer de biomarcadores (metabolitos, genes, mRNAs, proteínas, actividad, comportamiento, etc.) para medir y evaluar objetivamente las respuestas farmacológicas frente a una intervención terapéutica.

En los últimos tiempos, la gran revolución científica ha sido descifrar los genomas de los organismos, lo que trajo como resultado gran cantidad de información de la estructura de los genes de cada organismo. En la actualidad, se busca conocer dónde y cómo se expresan estos genes, las vías metabólicas que ellos conforman y la función que cumple cada uno de ellos. Como es sabido los genes presentes en los individuos no se pueden agregar o eliminar; sin embargo, su expresión puede ser condicionada y aunque el acondicionamiento no implica un cambio en la secuencia del DNA, puede durar para toda la vida permitiendo aumentar el potencial genético de los individuos, lo que se denomina epigenética. De hecho la expresión de los genes se puede condicionar con dietas, tratamientos y/o compuestos que estimulan o inhiben ciertos genes que cumplen una determinada función, de modo que se obtienen beneficios en la salud, crecimiento, reproducción o en general en la expresión de características determinadas de los individuos. Por ejemplo, se han condicionado genes en aves y cerdos, con el fin de mejorar la calidad de la carne, su tasa de crecimiento, su estado sanitario, etc., mientras que lo mismo se busca en los peces en cultivo como los salmones. En humanos se administran dietas específicas e individuales, de acuerdo a las características genéticas de cada individuo para superar deficiencias.

Biomarcadores

Los genes involucrados en la respuesta inmunológica del salmón se han identificado en base a la secuenciación de transcritos (mRNAs o fragmentos de RNA), a los transcriptomas y recientemente a la secuenciación del genoma. La expresión de algunos de estos genes puede ser usada como biomarcadores para monitorear la activación de las vías innatas de inmunidad, la diferenciación de células inmunocompetentes, la activación linfocitaria, inmunoregulación, establecimiento de tolerancia inmunológica, desarrollo de memoria, etc., permitiendo así evaluar tratamientos en los peces.

Uno de los primeros focos de nuestros estudios ha sido buscar marcadores para evaluar la activación de los mecanismos de inmunidad innata en los peces, que evolutivamente constituye el sistema más antiguo defensa. Algunas de las funciones de este sistema en vertebrados son el reclutamiento de células inmunocompetentes hacia los sitios de infección y de inflamación mediante la producción de citoquinas, la producción de proteínas

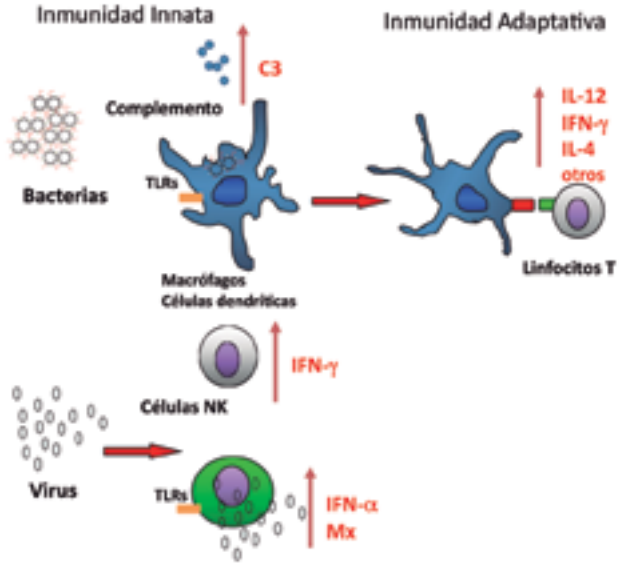


Figura 1. Inmunidad Innata. Potenciales genes biomarcadores de inmunidad innata.

antivirales y la activación del sistema del complemento, todos mecanismos destinados a eliminar los microorganismos o moléculas extrañas al individuo. Además, este sistema activa a su vez los mecanismos de inmunidad adaptativa (Figura 1). Para evaluar potenciales biomarcadores, escogimos cuatro genes claves de la inmunidad anti-bacteriana y antiviral y cuantificamos los niveles de mRNA en el bazo de los peces estimulados con patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs) como Lipopolisacárido (LPS) de la pared bacteriana y ácido poliriboinosínico poliribocitidílico (poli I:C), que es, estructuralmente similar al RNA de doble hebra de los virus.

La cuantificación de los niveles de mRNA de cada gen se realizó mediante PCR de tiempo real cuantitativo, usando una curva estándar y determinando así el número de copias de mRNA de cada gen. Los genes escogidos como potenciales biomarcadores, que deben ser confiables, medibles, específicos y predictivos, fueron el componente C3 del complemento, el interferón alfa (IFNα), la proteína Mx y el interferón gamma (IFNγ). En este caso particular, el aumento de la expresión (aumento de los mRNAs) de los genes escogidos revela la activación de diferentes mecanismos del sistema inmune innato.

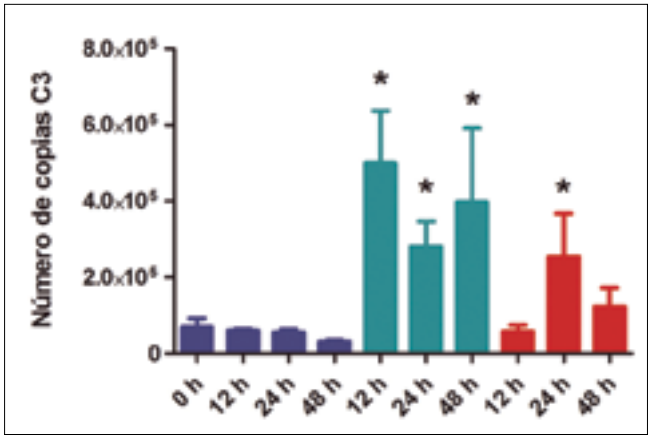


Figura 2. Cuantificación de los mRNA de C3 en el bazo de los peces estimulados. Barras azules: tratamiento con el vehículo buffer fosfato salino (PBS); barras verdes: tratamiento con lipolisacárido LPS; barras rojas: tratamiento con poli I:C. El número de copias del mRNA se cuantificó mediante PCR de tiempo real utilizando una curva estándar. * indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$, Mann-Whitney t test, $n=5$) entre el tratamiento y el vehículo de inyección (PBS).

El complemento es uno de los mecanismos de protección más conservados en el reino animal. Este consiste de una cascada proteolítica que se activa por interacción del patógeno con proteínas solubles. Tres son las funciones más importantes del complemento: a) recubrimiento de los microorganismos patógenos para promover su fagocitosis (opsonización), b) inicio de la respuesta inflamatoria estimulando la contracción de la musculatura lisa, vasodilatación y atracción leucocitaria y c) lisis de patógenos por ruptura de la membrana. Existen tres vías de activación del complemento, siendo el componente C3 el punto común de las tres vías. Ya que se ha descrito que la expresión de C3 también aumenta como respuesta a la interacción del patógeno (2), nosotros evaluamos si en los peces los niveles de

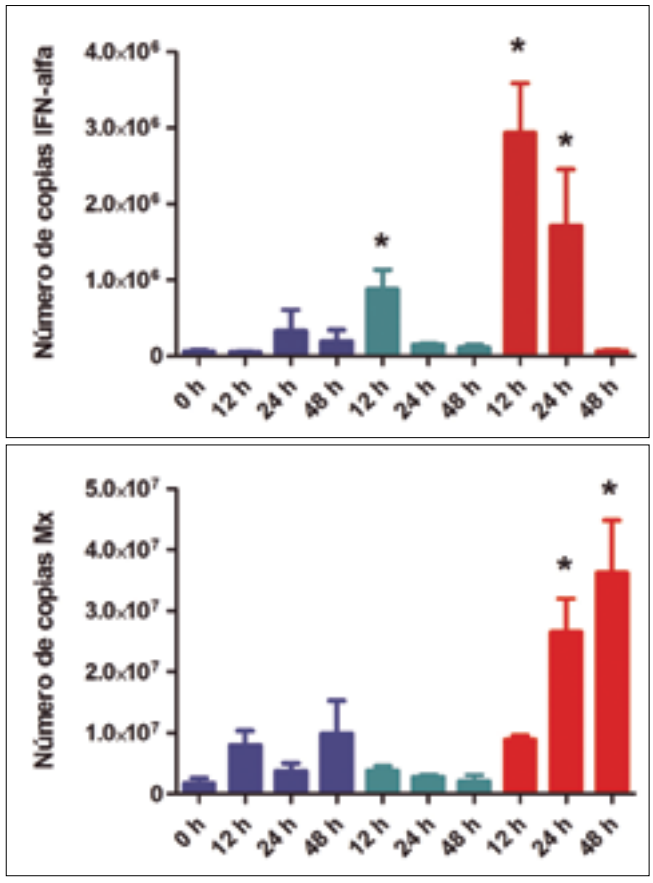


Figura 3. Cuantificación absoluta de los mRNA de IFN-alfa en el bazo de los peces estimulados. Barras azules: tratamiento con el vehículo PBS; barras verdes: tratamiento con LPS; barras rojas: tratamiento con poli I:C.

mRNA de C3 cambian con la estimulación con LPS y poli I:C buscando determinar si puede la expresión de este gen constituir un biomarcador. Los resultados muestran que el tratamiento produce un incremento en el número de copias del mRNA de C3, especialmente con LPS, el estímulo bacteriano. Esto sugiere que la expresión de este gen en los peces puede ser un buen indicador de la capacidad de un individuo para responder a una infección por microorganismos, principalmente bacterias.

De la misma manera, otros potenciales marcadores de activación de inmunidad innata son los genes que codifican a las citoquinas antivirales denominadas **interferones (IFN)** y los genes que estás citoquinas inducen (1). En mamíferos se conocen tres tipos de interferones, el de tipo I, que en el ser humano comprende 13 subgrupos de IFNα además de IFNβ, IFNκ, IFNε, IFNo, IFNτ y IFNδ; el de tipo II que consiste en un solo tipo de gen denominado IFNγ y el de tipo III que incluye tres productos génicos denominados IFNλ. En los peces, sólo se han identificado los interferones de tipo I y tipo II. El de tipo I contiene dos subgrupos y lo mismo que el de tipo II, que incluye IFNγ y otro gen relacionado (3).

Los interferones se producen en respuesta al reconocimiento de PAMPs por los receptores celulares de reconocimiento de

patógenos (PRR) y ejercen su acción en las células blanco que poseen los receptores para interferón. La unión al receptor induce más de 300 genes pero solo unos pocos están directamente involucrados en inducir el estado anti-viral, entre estos, la proteína ISG15, las proteínas Mx, RNasa L y PKR. En varias especies de peces, se han identificado los genes que codifican para la **GTPasa Mx** (3). Esta proteína se acumula en el citoplasma como oligómeros, liberándose monómeros que se unen a la nucleocapside y otros componentes virales, atrapándolos e induciendo su degradación.

En la evaluación de la expresión de estos genes en los salmones, el tratamiento con poli I:C indujo un incremento significativo en los niveles de mRNA de IFNα, efecto que se observa desde las 12 horas post tratamiento (Figura 3A). Se observó también, un aumento del mRNA de Mx alcanzando máximos a las 24 y 48 horas post-tratamiento, consecuente con el hecho de ser este un gen inducido por interferón (Figura 3B). Mx se induce específicamente con el RNA de doble hebra (que semeja el RNA viral) y no con LPS (de origen bacteriano)lo que es también coherente con la función específicamente antiviral de esta proteína. Los resultados por lo tanto muestran que la expresión de IFNα y Mx constituye un biomarcador de la inducción de mecanismos anti-virales en los salmones.

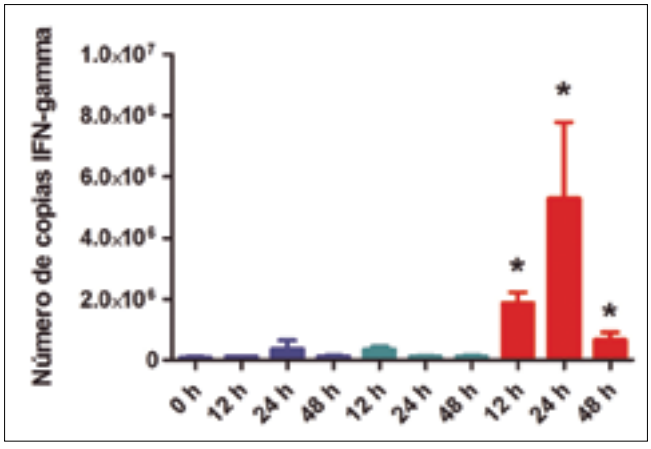


Figura 4. Cuantificación absoluta de los mRNA de IFN-gamma en el bazo de los peces estimulados. Barras azules: tratamiento con el vehículo PBS; barras verdes: tratamiento con LPS; barras rojas: tratamiento con poli I:C.

Por último, también se realizó la evaluación de **IFNγ** ya que esta citoquina no sólo es producida por las células propias de la inmunidad adquirida (linfocitos T), sino que también por las células natural killer (NK) o asesinas naturales que forman parte de las células del sistema innato. Los resultados son consistentes con la función antiviral de las células NK, ya que se indujo un aumento de los transcritos de IFNγ con la estimulación por poli I:C pero no con LPS (Figura 4).

Conclusión

Los resultados mostraron que los niveles de mRNA de los genes escogidos (C3, IFNα, Mx e IFNγ) constituyen buenos biomarcadores de la activación de la respuesta inmune innata y son indicadores de la capacidad de un individuo de responder tempranamente a una infección por microorganismos, principalmente virus y bacterias.

Estos biomarcadores son una nueva herramienta para monitorear el efecto de terapias dirigidas a estimular la inmunidad innata en los salmones, como es el caso de los tratamientos con inmunoestimulantes, dietas funcionales y también vacunas, que aunque buscan inducir la inmunidad adaptativa, también requieren activar los mecanismos de inmunidad innata para ser efectivas.

En la actualidad, nuestro grupo está evaluando la expresión de genes que son potenciales biomarcadores de la respuesta inmune adaptativa y sus diferentes rutas de regulación.

Referencias

1. **Sadler, A. J., and B. R. Williams. 2008.** Interferon-inducible antiviral effectors. Nat Rev Immunol 8:559-568.
2. **Wang, G., S. Zhang, and Z. Wang. 2009.** Responses of alternative complement expression to challenge with different combinations of Vibrio anguillarum, Escherichia coli and Staphylococcus aureus: evidence for specific immune priming in amphioxus Branchiostoma belcheri. Fish Shellfish Immunol 26:33-39.
3. **Zou, J., and C. J. Secombes. 2011.** Teleost fish interferons and their role in immunity. Dev Comp Immunol 35:1376-1387.

NUEVA DIVISION KAUFMANN

Sistemas de potencia para todas las áreas de la industria

Power Systems KAUFMANN

MOTORES MARINOS

- Marca Mercedes-Benz.
- Potencias de 100 a 500 hp.
- Motores de trabajo pesado.
- Bajo consumo de combustible.

MOTORES INDUSTRIALES

- Marca Mercedes-Benz.
- Potencias de 50 a 400 hp.
- Bajo costo operacional.

GRUPOS GENERADORES

- Grupos de 45 a 560 Kva de stock (Consultar por otras potencias)
- Con y sin cabina insonorizada.
- Sistemas de sincronismo y paralelismo opcional.
- Proyectos a medida del cliente.

Osorno (64) 454 450 **Llanquihue** (65) 494 236 **Puerto Montt** (65) 251 660

Castro (65) 531 600 **Coyhaique** (67) 234 404 **Punta Arenas** (61) 210 965

Ventas Power System 9-5196809

Mercedes-Benz

CHEVROLET

SILVERADO

Potencia que desafía a cualquier aventura.

PRECIO DE LISTA A PARTIR DE:

$11.515.100* + IVA / $13.703.000* IVA INCL.

CABINA SIMPLE
CABINA EXTENDIDA
DOBLE CABINA

MOTOR VORTEC 5.3 LTS. V8 315 HP / SUNROOF ELECTRICO[1] / CLIMATIZADOR BI-ZONA[1] / CAMARA DE RETROCESO[1] / ASIENTOS ELECTRICOS[1] / TAPIZ DE CUERO[1] / NEBLINEROS / COMPUTADOR A BORDO / AIRBAGS FRONTALES, LATERALES Y DE CORTINA / CONTROL DE ESTABILIDAD STABILITRAK / CAJA AUTOMATICA DE 6 VELOCIDADES CON POSIBILIDAD DE MANEJO MANUAL / SUSPENSION Z71[1]

CHEVROLET POWER EXPERIENCE. VIVELA EN: **PUERTO MONTT: PILPILCO 800 FONO: (65)290 278 - 290 201**
WWW.SALFASUR.CL

www.powerexperience.cl
800 800 115

Fotografías referenciales. Precio válido desde 06/07/12 hasta 31/07/12, no incluyen flete. Precios no válidos para Zona Franca. (1)Según versión. *Precio corresponde a modelo Silverado LT II RC 5.3 AT. Consulta condiciones en tu concesionario Chevrolet.

SALFA
AUTOMOTRIZ SALFA SUR LIMITADA

GARANTIA DE 120.000 Kms. ó 5 AÑOS

Desarrollando herramientas BIOTECNOLÓGICAS PARA LA ACUICULTURA

Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) Universidad de Chile

Jefe Laboratorio	Jaime Romero jromero@inta.cl				
Académicos	Romilio Espejo Paola Navarrete	Profesionales	Victoria Urzua Alvaro Briceño Carolina Ramirez Tamara Bastidas	Colaboradores	Wiliam Currie
Investigadores	Rafael Opazo Katherine García Eduardo Aguilera			Estudiantes Post grado	Gastón Higuera Pamela Fuentes María Jimenez

El grupo académico que constituye el Laboratorio de Biotecnología del INTA, busca contribuir con conocimiento básico en el marco de actividades importantes para Chile y con un fuerte componente de aplicación. Este es el caso de la salmonicultura, enfrenta importantes desafíos para su ampliación. Entre los más importantes están el control de enfermedades y diversificación de los insumos de alimentos de modo de lograr la independencia de los insumos marinos. A continuación se resumen algunas de las más recientes contribuciones del grupo y algunas de las iniciativas actuales en ejecución.

Contribuciones recientes

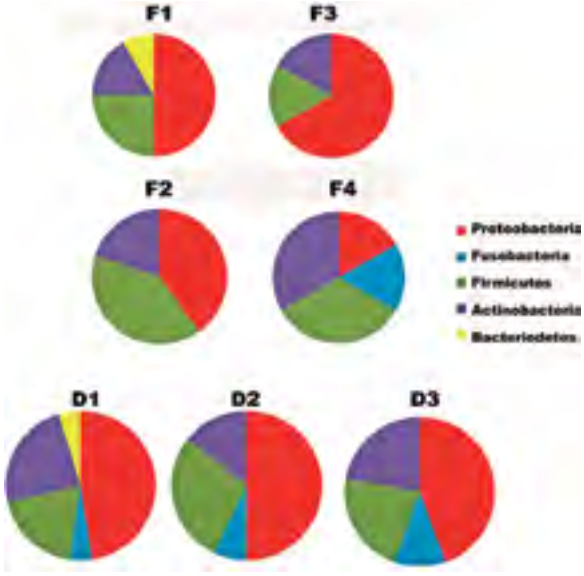
I.- Contribución del hospedero en la estructura de la microbiota gastrointestinal de salmónidos

Este estudio buscó conocer la contribución relativa de la genética del hospedero en la estructura de la microbiota del tracto gastrointestinal de la trucha arcoíris, en especial en cuanto a la incorporación de dieta con importantes proporciones de ingredientes vegetales (proteína, aceite). En el diseño de la experiencia se contó con peces de un programa de mejoramiento genético. Los individuos comprendidos en el estudio fueron aquellos provenientes del mismo par de reproductores ("full siblings") incluyéndose en profundidad 4 familias genéticas. Estos peces fueron alimentados con dietas conteniendo proteínas vegetales o aceites vegetales (50% de inclusión de cada ingrediente vegetal) durante dos meses y fueron comparados con una dieta control contiendo sólo proteína y aceite de pescado.Por otra parte, se determinó que algunos grupos de bacterias están significativamente asociados con familias específicas de peces; esto implica que los principales componentes bacterianos de la microbiota en una familia, no se encuentran en otra. De esta forma, los efectos de cambios de dieta quedan limitados al abanico de grupos bacterianos que la familia es capaz de seleccionar. Estas observaciones indican que la composición de la microbiota puede ser influenciada por el hospedero, por lo que el efecto de la dieta sobre la microbiota depende de la familia genética de las truchas.

Esta investigación abre una interesante área para el mejoramiento en el conocimiento de la relación de los peces con su microbiota y la dieta, tanto para el mejor ajuste de los componentes de la dieta, como el uso de probióticos específicos, que podrían impactar tanto en la función nutricional como inmune. Mayor información en el Artículo de libre acceso: PLoS ONE 7(2) 2012: e31335. doi:10.1371/journal.pone.0031335

II.- Bioprocesamiento de harinas vegetales para la reducción de factores antinutricionales

El proceso de fermentación desarrollado con microorganismos seleccionados, permite proponer una alternativa de reducción de FANs que no son degradados por tratamientos térmicos. Al ser un proceso simple, se proyecta que podría como una opción sustentable que permita aumentar la utilización de harina de soya en dietas para acuicultura, pues lo transforma en un insumo más asimilable para los peces. Este insumo fermentado podría aplicarse además en otros industrias de alimentos como la producción porcina y avícola. En la industria del salmón este insumo puede contribuir al objetivo estratégico de reducir la dependencia de los productos de origen marino. Esto porque la disponibilidad de harina de pescado está, restringida por las extracciones de peces silvestres que están al borde la explotación. El uso de este nuevo insumo permitiría hacer más sustentable la producción de salmón, reduciendo la proporción: Kg de peces silvestres/Kg de salmón. Debiera además, contribuir a bajar los costos de producción y hacer más competitiva esta industria. Como una externalidad positiva estaría mejorar la imagen país, con ello la mejor recepción de nuestros productos en el extranjero y aumentar las exportaciones en alimentos, que es una industria que genera numerosos empleos, en las diferentes fases de producción.



Esquema que representa Phylum bacterianos encontrados en microbiota de las familias de trucha. Las tortas marcadas con la letra F, corresponden a la configuración de la microbiota en cada familia. Las tortas marcadas con D, corresponden a la configuración de la microbiota en cada dieta.

III.- Uso-abuso de antibióticos en acuicultura y alternativas de tratamiento.

Este corresponde a un esfuerzo recopilatorio de información actual que ilustra acerca del uso de antibióticos en la acuicultura y sus efectos adversos como la promoción de resistencias, la persistencia en el ambiente y los efectos en el hospedero como los cambios en la microbiota y la inducción de stress; todos ellos pueden repercutir en la salud de los peces. Entre las alternativas, este capítulo de libro expone información actual acerca de probióticos, fagoterapia y uso de aceites esenciales. Mayor información en el Capítulo de libre acceso: http://www.intechopen.com/books/health-and-environment-in-aquaculture.

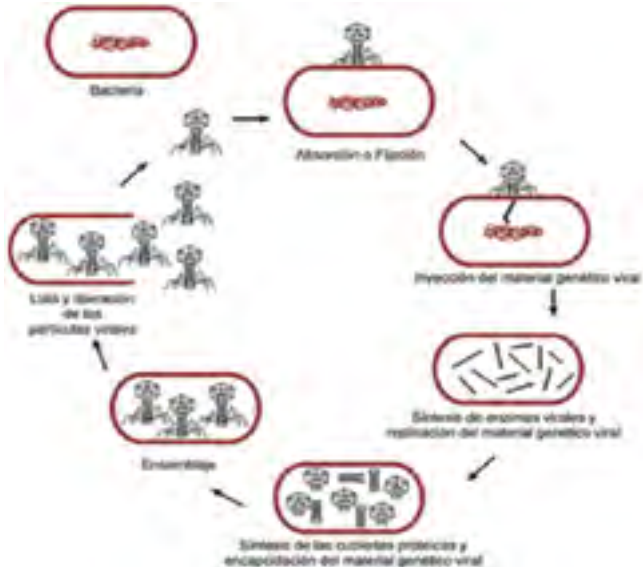
Principales iniciativas actuales

I.- Antivirales RNAi contra virus ISA.

El virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAv) es un *Orthomyxovirus* que presenta un genoma segmentado de RNA de hebra simple con polaridad negativa. Infecta principalmente al salmón del Atlántico desencadenando una enfermedad que se caracteriza por una alta mortalidad. A la fecha, el éxito de las estrategias de prevención y tratamiento de este virus es incierto. Una promisoria respuesta a esta problemática es el uso de los RNA interferentes (RNAi), los que han mostrado ser una poderosa alternativa para el tratamiento de diversas enfermedades virales. Durante el ciclo viral, el genoma de hebra negativa de ISAv debe ser trascrito hacia mRNAs codificantes, los cuales, una vez exportados al citoplasma serán el blanco de los RNAi, impidiendo de esta forma la replicación viral.

II.- Desarrollo de controladores de enfermedades

Los bacteriófagos (fagos) son virus que infectan exclusivamente bacterias y por lo tanto, son inofensivos para las células del hospedero eucarionte (peces, humanos). Se estima que los bacteriófagos son la entidad biológica más abundante del planeta, con una proporción aproximada de 10 bacteriófagos por cada bacteria (ver estado del arte). Dentro de esta gran diversidad, existen bacteriófagos líticos que luego de infectar la bacteria target la destruyen a través de lisis, lo que permite que se libere la nueva progenie, la cual está constituida por cientos de partículas virales que infectarán más bacterias target repitiendo el ciclo lítico (figura 1). Esto se traduce en una reducción en el número o desaparición de las bacterias target, lo que permite el uso de estos virus en aplicaciones biotecnológicas para tratamientos profilácticos y terapéuticos de peces.



Ciclo lítico de un bacteriófago virulento.

Por esto, **los bacteriófagos o fagos surgen como una atractiva estrategia** de control de patógenos dada su gran capacidad bactericida. El trabajo realizado por nuestro grupo de investigación, se propuso desarrollar nuevos antibacterianos para uso en acuicultura utilizando bacteriófagos. Donde se logró demostrar la factibilidad de encontrar bacteriófagos contra cepas patógenas en Chile, sumado a su potencial uso como tratamiento para el control de la infección de patógenos en salmónidos, tales como: vibrios y flavobacterias. Todos los trabajos, han demostrado la relativa factibilidad de encontrar bacteriófagos contra esta especie bacteriana y han documentado la factibilidad de aplicar fagoterapia para patógenos de éste tipo. No obstante, para poder implementar esta estrategia de manera efectiva, es necesario abarcar la mayor cantidad de especies bacterianas patógenas que comprenden el género Flavobacterium en Chile, ya que la flavobacteriosis podría ser provocadas por diversas bacterias patógenas. Es por ello que se debe generar combinaciones de fagos que tengan una capacidad bactericida con un amplio rango de bacterias patógenas hospederas. Se espera encontrar que al menos el 70% de las cepas patógenas sean sensibles a uno o más fagos nativos.

Estas contribuciones e iniciativas han sido posibles gracias al apoyo de los proyectos FONDECYT (1110253, 3100075), INNOVA CORFO (11IDL2-10356) y FONDEF (D10I1056).

Soluciones Integrales para la Industria Acuícola

CAJAS TERMICAS

PANELES FRIGORIFICOS

aisla pol
BASF Group

PUERTO MONTT
Panamericana Norte 4001
Fono: (65) 321 600
Fax: (65) 259 405

CONCEPCION
Megacentro San Pedro
Bodega 15-B
Fono: (41) 246 5058
Fax: (41) 246 5122

SANTIAGO
Carrascal 3791
Fono: (56 2) 640 7070
Fax: (56 2) 775 0936

www.basfaqua.com

www.aislapol.cl

opción 09 443 3500

aislapol®

BASF Group

Para ambientes térmicamente controlados, Aislapol®

Sinónimo de experiencia, soluciones de alto desempeño, calidad y respaldo

Aislapol S.A. es el primer fabricante de paneles termo-aislante en Chile; con aplicaciones en salas de procesos, cámaras frigoríficas, túneles de frío y otros recintos destinados a la producción, el panel Aislapol® es referente de calidad y alto desempeño, tanto en la industria nacional, así como, internacional. Los paneles Rudnev® Aislapol describen el siguiente detalle de características técnicas:

Núcleo Aislante

El panel Aislapol es elaborado con acuerdo a la NCh 1070 ("Poliestireno expandido – Requisitos") y NCh 853 ("Acondicionamiento ambiental térmico – Envolvente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas"); además los productos que se entregan para las aplicaciones en el campo de la construcción, están clasificados como auto extinguible (ASTM D 4986-95) y difícilmente inflamable (DIN 4102).

Chapa metálica

Acero con recubrimiento metálico mediante inmersión en caliente, según norma ASTM 653 o con tratamiento de zinc / aluminio según norma ASTM 792, de 05mm de espesor nominal, de 1219mm. de ancho, prepintado con pintura de poliéster color blanco y secada al horno. La pintura es resistente a humedad, sol y agentes químicos diversos. La chapa metálica es tratada mecnicamente, configurando con ella una superficie de tipo nervada.

Pegamento Chapa - Núcleo de Aislapol®

Adhesivo tipo poliuretano con agentes retardantes de llama incorporado, aplicado en proceso continuo con máquina, fraguado y endurecido con calor.

Núcleo de poliestireno expandido Aislapol

Poliestireno expandido tipo F de densidad 20Kg/m3. (De acuerdo a norma NCh. 1070 / Aislación Térmica - Poliestireno Expandido - Requisitos).

Sistema y elementos de unión

Consiste en un sistema de junta integrada (macho hembra), otorgando así una unión más rígida, mejor terminación y un montaje de mayor rapidez.

El sistema de anclaje a piso y en las uniones de esquina se realiza con perfilaría metálica.

Sustentabilidad

Material fabricado en Chile, libre de CFC`s

Aislapol cuenta con ficha de Contribución a créditos LEED®

Avance útil del Panel Rudnev®	mm	1170
Clasificación al fuego	DIN 4102	**B1
Temperatura de trabajo	ºC	-120+80
*Resistencia a la comprensión plancha 20 Kg/m3	Kg/cm2	0,4
*Resistencia a la comprensión plancha 30 Kg/m3	Kg/cm2	0,8
*Resistencia a la tracción plancha 20 Kg/m3	Kg/cm2	2,8
Conductividad térmica a 10 ºC según ASTM C 518	(W/m-K)	0,035

*2% deformación a largo plazo (20 años aprox.)- ** Difícilmente inflamable

Propiedades según espesor

Espesor del panel RSP mm	Temperatura de la cámara ºC	*Luces máximas entre soportes mm	Peso panel Kg/m2	Transmitancia térmica K W/m2 ºC
50	+12	4.000	10,0	0.700
75	+5	5.000	10,5	0.467
100	0	6.000	11,0	0.350
125	-8	6.650	11,5	0.280
150	-10	7.000	12,0	0.233
200	-25	8.000	13,0	0.175
250	-40	9.250	14,0	0.140
300	-40	10.500	15,0	0.117

*Luces máximas para paneles de cielo, en función de su espesor, con carga de 50 Kg/m2, y deformación L/200.

Largo máximo según proyecto y bajo recomendación técnica.

CFC NO DAÑA LA CAPA DE OZONO

Conducta Responsable

EPS RECICLABLE

ISO 9001:2008 SGS

CONCEPCION
Megacentro San Pedro Bodega 15-B
Tel.: (41) 246 5058
Fax: (41) 246 5122

SANTIAGO
Carrascal 3791 Quinta Normal
Tel.: (56 2) 640 7070 / Fax: (56 2) 775 0936
Casilla 3238

PUERTO MONTT
Panamericana Norte 4001
Fono: (65) 321 600
Fax: (65) 259 405

ICE MARKET®

Con certificación HACCP que garantiza la inocuidad del producto

Producción de Hielo en Escamas de 280 toneladas por día

Silo refrigerado a -10°C. con capacidad de 90 toneladas

Producción de Hielo Líquido de 250 metros cúbicos por día, a distintas temperaturas y concentraciones de salinidad y hielo

Estanques de almacenamiento para 110 metros cúbicos

Atención las 24 Horas del día, con amplios patios de carga

Pedidos o consultas comunicarse a :

065-280882 - 065-288082 - 065-280884
Mail: icemarket@icemarket.cl

www.icemarket.cl

ARAMARK

Somos líderes de ALIMENTACIÓN
para la industria salmonera.

OFICINA PUERTO MONTT PACHECO ALTAMIRANO # 2779 ANGELMO 065-364200
OFICINA CONCEPCIÓN CAMINO A PENCO KM 4,5 FONO 041- 2292600

Nueva Planta en Osorno

ENVASES
ROBLE ALTO

Ahora más cerca de usted

soluciones
en embalajes de cartón corrugado para la industria del Salmón

www.roblealto.cl

Santiago:
Camino Lo Echevers 221
Quilicura.
Fono: 02-444 2400.

Osorno:
Ruta U-51 Km 13,5
Camino Puerto Octay
(Cruce Pichil).
Fono: 64-555 205.

Fiordo Austral instauró exitoso modelo de distribución de ácido fórmico en agua mar

Desde agosto las mismas naves de Fiordo Austral a cargo de retirar el silo ofrecen el servicio de abastecer de ácido fórmico a los centros de cultivo, gracias a una alianza con Innovaquímica Sur

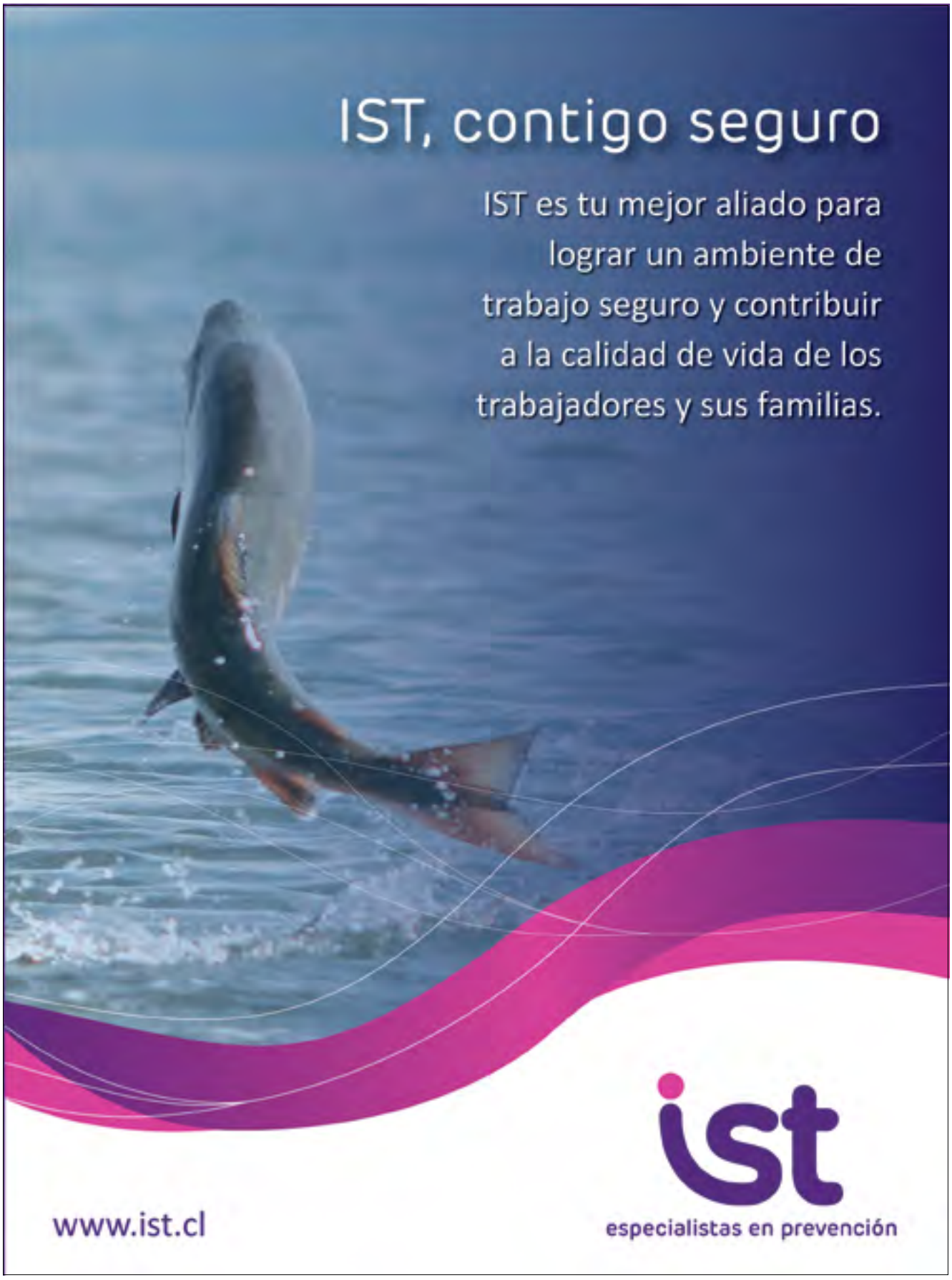
En su constante preocupación por la sustentabilidad de la industria, Fiordo Austral sumó a su oferta de servicios una alternativa integral respecto al ensilaje. Además de retirar el silo de los centros de cultivo, también ofrece la opción de abastecerlas de ácido fórmico.

Esta iniciativa, que ha resultado sumamente exitosa, se hizo posible a partir de la alianza formada con Innovaquímica Sur, proveedor de ácido fórmico (In-Formix). Dentro de sus beneficios se encuentra que es poco volátil, es irritante pero no corrosivo y es tamponado, lo que logra que en presencia de humedad se libere el ácido fórmico y se consiga la máxima inhibición de hongos y bacterias.

El encargado de Innovaquímica Sur, Tomás Angosto, destacó que "este producto, esencial para producir silo, hidroliza la proteína, la descompone y facilita que el ensilado quede más líquido. Dos de sus principales beneficios son la dosificación – de un 3%, cada 30 litros se mantiene el PH bajo 4 en una tonelada de mortalidad – y la estabilidad: estudios en nuestro laboratorio demostraron que el silo tratado con In-Formix mantiene el silo fresco durante seis meses".

De acuerdo al gerente de operaciones de Fiordo Austral, Francisco Correa, esta alianza ha instaurado un modelo más eficiente y formal en el abastecimiento de ácido fórmico. "Fiordo Austral cuenta con dos estanques de acero inoxidable de mil litros en las mismas barcazas en que retira el silo", señaló. "Innovaquímica Sur, se hace cargo de mantenerlos con ácido fórmico, entregándolo en los puertos y en una siguiente etapa, lo hará a través de centros de abastecimiento ubicados en puntos estratégicos de la región. Es una logística que nos ha resultado muy bien en la implementación de este servicio".

Con esta iniciativa, Fiordo Austral instauró el comienzo de un modelo que beneficia a la industria acuícola y significa una mejor sustentabilidad y cuidado del medioambiente. "Es un claro ejemplo de lo comprometidos que estamos como empresa en lograr que la industria desarrolle al máximo la bioseguridad".


IST, contigo seguro
IST es tu mejor aliado para lograr un ambiente de trabajo seguro y contribuir a la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.
www.ist.cl
ist
especialistas en prevención

Supervisores, eslabón fundamental en el control de accidentes

Autor: Christian Villamán Zúñiga / Jefe Operaciones Preventivas IST Zonal Sur Austral.

No cabe duda que un eslabón fundamental para el éxito de la gestión de una empresa es el rol que desempeña la línea de mando y/o supervisión. Esta máxima no es ajena al trabajo que desempeñan jefes de centros y/o supervisores durante el proceso productivo en la industria salmonera. Así lo ha podido comprobar el Instituto de Seguridad del Trabajo, IST, en la asesoría que por más de 50 años ha prestado a la industria salmonera, como así también a empresas relacionadas del rubro acuícola, mediante sus experimentados equipos multidisciplinarios de trabajo.

La línea de mando es la encargada de optimizar el concepto de "Resultados Globales". Un enemigo crucial que afecta directamente la gestión del supervisor, sus resultados y su imagen, son los accidentes. Este flagelo daña a las personas, interrumpe procesos, genera demandas judiciales, ausentismo laboral, pérdidas de clientes y contratos. Se ha trabajado y avanzado, pero aún sigue presente en la industria acuícola, con estadísticas que muestran que aún falta.

Si bien en materia de prevención de accidentes no existe una formula única que nos garantice el éxito, sí existen correctos e incorrectos caminos que seguir, de los cuales la supervisión debe estar atenta. No podemos hablar de buenos supervisores de plantas de proceso y/o jefes de centro cuando los resultados productivos, de calidad y medio ambientales se obtienen a costa de accidentes. ¿Qué hacer entonces? Optar por el camino correcto y hacer lo mínimo que un buen supervisor debe cumplir, vale decir:

Primero: el rol de administrador de recursos, que implica la protección de los recursos y el óptimo uso de éstos, entendiendo que son siempre limitados.

Segundo: el rol de nexo dentro de la organización, actuando como eslabón o vínculo oficial entre los trabajadores y la administración superior, haciendo fluir las relaciones entre ambos estamentos.

Por último, el de más alta relevancia, el rol de líder de su equipo, teniendo presente como máxima que "el desempeño superior de las personas en el trabajo es siempre voluntario" y no está contenido en el sueldo ni en el contrato. Por ello, IST ha desarrollado una línea de productos que contribuyen al desarrollo de la Cultura Preventiva dentro de la organización.

Ejemplo de esto es el concepto de Autocuidado, el que bien implementado busca generar cambios e intervenir en la emoción de las personas, que es lo que nos motiva para movilizarnos. IST contribuye mediante una asesoría directa y personalizada a apoyar el ámbito de la administración mediante talleres teóricos y prácticos, disponibles para la línea de mando de las empresas adheridas a IST.

Algunos de los productos que IST ha desarrollado y con los cuales interviene en las organizaciones.

www.ist.cl

ist
especialistas en prevención

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

"Desde 1955 presente en el desarrollo del sector pesquero, oceanográfico y acuicultor nacional"

PREGRADO:

Ingeniería en Acuicultura • Ingeniería Pesquera • Oceanografía

POSTGRADO:

Doctorado en Acuicultura • Magíster en Gestión de Recursos Acuáticos • Magíster en Oceanografía

Avenida Altamirano 1480, Valparaíso - Fono: (32) 227 4242 - direcm@ucv.cl - www.ecm.ucv.cl

"RECURSOS PESQUEROS DEL MAR DE CHILE" *Patricio M. Arana, Editor - Valparaíso, 2012 - 307 pp.*

Este libro está dirigido a todos aquellos que desean conocer las características oceanográficas de nuestro mar y, en especial, los recursos hidrobiológicos y las actividades de pesca y acuicultura. Mediante su lectura se pretende que los organismos marinos y dulceacuícolas sean vistos con otros ojos y que se aprenda a valorar la riqueza acuática con que cuenta nuestro país, junto a la necesidad de aprovecharlos en forma racional. Con este objetivo, se ha tratado de entregar en forma simple la mayor cantidad de información sobre el ambiente marino, las principales especies, las embarcaciones, los artes y sistemas de pesca empleados para su explotación.

El texto puede ser adquirido en Ediciones Universitarias de Valparaíso, 12 de Febrero 187, Valparaíso, www.euv.cl

PRIMER REGISTRO DE UNA MICROCUENCA QUASI ANÓXICA en fiordos Patagónicos Chilenos

Nelson Silva, Gresel Arancibia y Paola Reinoso
Escuela de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Estudio realizado con financiamiento parcial del proyecto CONA-C15F 09-12

La zona patagónica chilena, está constituida por fiordos y canales con un área de 250.000 km^2, 3.300 islas y 84.000 km de costa, si se suman todos los contornos de ellas y de las penínsulas que la constituyen. En esta zona, agua oceánica ingresa a la zona interior de los fiordos/canales, abarcando preferentemente las capas subsuperficial y profunda, mientras que por la superior sale una capa delgada de agua estuarina, la cual es producto de la mezcla entre agua dulce aportada por la lluvia, ríos y derretimiento de los glaciares continentales, y el agua salada del océano adyacente (Sievers y Silva, 2006).

Durante el ingreso/salida de los diferentes cuerpos de agua, en ellos suele ocurrir una producción/degradación de materia orgánica particulada autóctona, además de la degradación de materia orgánica alóctona que ingresa por ríos y escurrimiento costero. Ello provoca que el contenido de oxígeno disuelto de las aguas subsuperficiales y profundas se vaya consumiendo por respiración aeróbica de la materia orgánica, en la medida que van ingresando hacia el interior de los fiordos continentales, llegando a concentraciones bajas (1,5 – 4,5 mL L^{-1}; 20 - 60% saturación) en sus cabezas (Silva, 2006). Sin embargo, a la fecha nunca se habían registrado condiciones de quasi anoxia (< 0,5 mL L^{-1}) y menos aún de anóxia, como ha sido observado en algunos fiordos canadienses y noruegos (i.e. Anderson & Devol, 1987).

Sin embargo, durante el crucero oceanográfico CIMAR 15 Fiordos (C15F), realizado en la zona central Patagónica Chilena en noviembre 2009, se registró por primera vez una condición de quasi anóxia en el golfo Almirante Montt, lo cual es analizado en este artículo.

Figura 1. Posición de las estaciones oceanográficas en la sección canal Smyth a canal Señoret muestreadas durante el crucero CIMAR 15 Fiordos, octubre-noviembre 2009.

Entre las características más conspicuas de la batimetría de la sección canal Smyth a canal Señoret (Fig. 1), se encuentra la constricción–umbral del canal Kirke (~ 40 m de profundidad), que divide a la sección en dos microcuencas. La microcuenca oriental compuesta por el canal Valdés, golfo Almirante Montt y canal Señoret, tiene profundidades entre 25 y 250 m (Est. 51 a 55; Fig 2a). En el golfo Almirante Montt, se encuentra una depresión interior, donde su profundidad llega a 200 m rodeada por profundidades menores de 80 m, lo que la hace comportarse como una microcuenca embebida dentro de otra microcuenca mayor (Fig. 2a y 3) y por lo tanto como una trampa de material orgánico particulado que sedimenta desde la capa superficial.

En la sección Smyth-Señoret el oxígeno disuelto (Fig. 2a), presentó una capa superficial bien oxigenada (6 - 7 mL L^{-1}; 95 – 105 % saturación), para luego seguir una disminución paulatina con la profundidad, hasta concentraciones de < 5,0 mL L^{-1} en la microcuenca occidental (~ 70% saturación) y < 3,0 mL L^{-1} en la microcuenca oriental (~ 40% saturación) lo que hace que la zona de la cabeza sea menos oxigenada que la boca, patrón común a todos los fiordos continentales chilenos. La sección Smyth-Señoret, mostró una distribución vertical del oxígeno disuelto similar a la registrada en CIMAR 2 Fiordos realizado en 1996 (Siva & Calvete, 2002).

Esta distribución vertical del oxígeno disuelto (Fig. 2a), al igual que las de temperatura, salinidad y nutrientes (no mostradas), indica claramente la acción de represa que ejerce la presencia de la constricción-umbral del Kirke, donde las aguas marinas más profundas que 40 m no logran pasar al oriente de ella, para mejorar la ventilación de la microcuenca oriental.

En la estación P, ubicada sobre la depresión máxima del golfo Almirante Montt (Fig. 3), el mínimo oxígeno disuelto a 150 m fue de 0,13 mL L^{-1} (Fig. 2a), lo que corresponde a una saturación de alrededor de 2 %. En los 13 cruceros oceanográficos realizados en la zona patagónica chilena, con más de 1.300 estaciones oceanográficas muestreadas, nunca se había registrado una concentración tan baja de oxígeno disuelto. El menor registro reportado a la fecha se había obtenido en el canal Puyuguapi (1,5 mL L^{-1}), lo que la hace que este nuevo hallazgo sea la concentración de oxígeno disuelto más baja registrada en los fiordos y canales patagónicos chilenos.

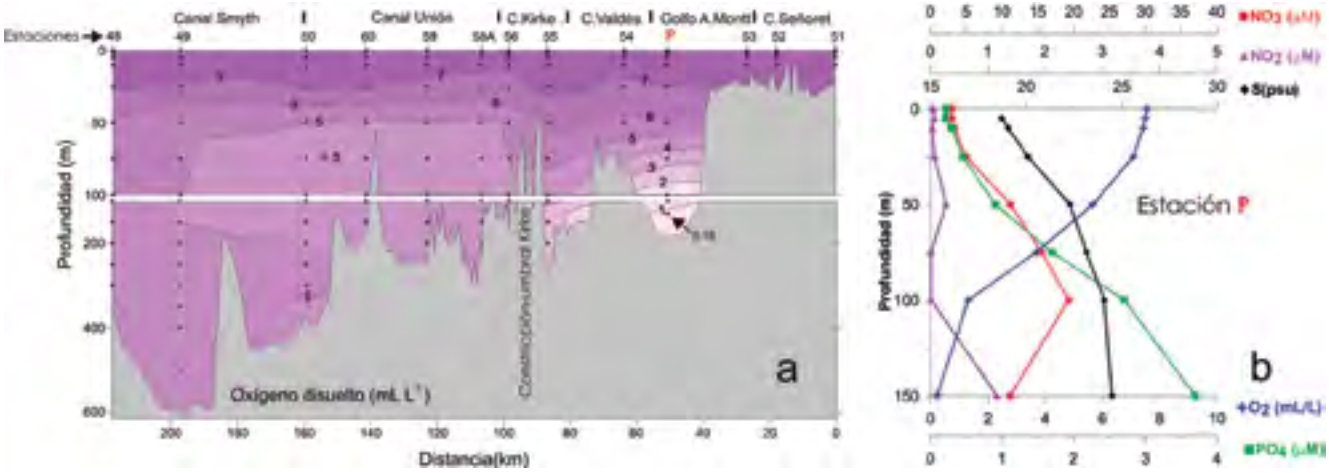


Figura 2. a) Posición de las estaciones oceanográficas y distribución vertical de oxígeno disuelto en la sección canal Smyth a canal Señoret. **b)** Distribución vertical de salinidad, oxígeno disuelto, nitrato, nitrito y fosfato, en la estación P (CIMAR 15 Fiordos).

La estación P, corresponde a la estación Yo-Yo del crucero C15F, por lo que ella fue muestreada para oxígeno disuelto y nutrientes en seis oportunidades durante un período de 24 horas, con un valor mínimo promedio de 0,21 ± 0,06 mL L^{-1}, lo que otorga un buen grado de confiabilidad a la información registrada.

La presencia de esta intensa disminución del oxígeno disuelto, estuvo asociada a una disminución del nitrato y un aumento en el nitrito en la zona profunda de la columna de agua, sin cambios aparentes en la distribución vertical normal del fosfato y silicato (Fig 2b). Ello corresponde a una alteración del patrón normal de la distribución vertical del nitrato y nitrito durante la degradación aeróbica de la materia orgánica, donde el nitrato aumenta simultáneamente con el fosfato, en la medida que disminuye el oxígeno disuelto, manteniéndose el nitrito en concentraciones muy bajas. Sin embargo, cuando el oxígeno llega a concentraciones de quasi anóxia (i.e. <0,2 mL L^{-1}), la degradación ocurre mediante un proceso de desnitrificación, donde el nitrato es utilizado como oxidante para degradar la materia orgánica, por lo tanto el nitrato disminuye y el nitrito aumenta, ya que es un producto intermedio de la degradación, situación que fue la observada en la estación P.

Si bien este hallazgo corresponde a una situación puntual, es posible que exista otro similar en algún lugar de la zona patagónica chilena, donde se también se presenten condiciones de estancamiento y baja ventilación. Por otra parte, la gran cobertura del muestreo realizado a la fecha por el programa CIMAR con más de 1.300 estaciones oceanográficas, permite pensar que es difícil que se presenten fiordos anóxicos, como ocurre en el hemisferio norte.

Finalmente este hallazgo, entrega una señal de lo que podría ocurrir ante un ingreso masivo de materia orgánica de origen antropogénico a una microcuenca semi aislada, las que suelen tener baja circulación, actuando como trampas de sedimentos y por lo tanto favoreciendo la posibilidad de alcanzar condiciones de cuasi anoxia y en situaciones muy extremas, llegar a la anóxia.

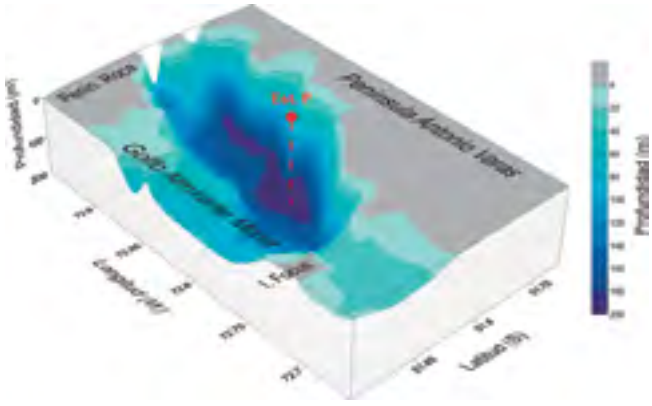


Figura 3. Representación 3D de la depresión geomorfológica, en el interior del golfo Almirante Montt donde se ubicó estación P (CIMAR 15 Fiordos).

Referencias

Anderson, J.J. & A.H. Devol 1987. Extent and intensity of the anoxic zone in basin and fjords. Deep Sea Research. 4(5/6): 927-944

Sievers, H. & N. Silva. 2006. Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (Eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. pp. 53-58. Libro on line en http://www.cona.cl/.

Silva, N. 2006. Oxígeno disuelto, pH y nutrientes en canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (Eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso pp. 37-43. Libro on line en http://www.cona.cl/.

Silva, N. & C. Calvete. 2002. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes (Crucero Cimar Fiordo 2). Ciencia y Tecnología del Mar. 25 (1): 23 - 88.

MANUAL DE EVALUACIÓN DE LOS INFORMES AMBIENTALES PARA LA ACUICULTURA

Nelson Silva & Eduardo Quiroga Escuela de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

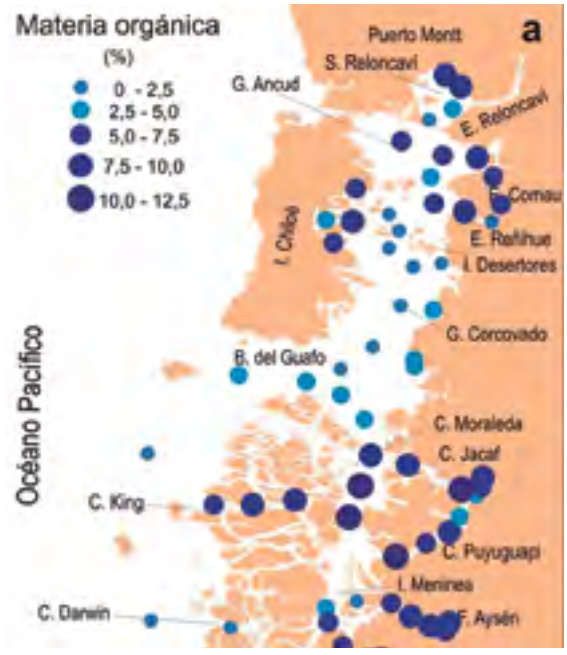
La acuicultura en Chile está regulada por el título VI de la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892. De esta normativa legal se estructura el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA, D.S. N° 3612), que dispone los requerimientos para el desarrollo ambientalmente sustentable de la actividad. Este reglamento se centra en los denominados Informes Ambientales (INFAs), los cuales permiten obtener información ambiental general útil para tomar acciones de prevención y mitigación los posibles impactos ecológicos asociados al enriquecimiento orgánico y al ingreso de otros contaminantes que se generan por la actividad de acuicultura (i.e., alimentación, producción de fecas, metales de pinturas anti-incrustantes). En este contexto, y dado el explosivo incremento de la acuicultura en los últimos 20 años y en particular la salmonicultura, se ha comenzado a generar una gran cantidad de información de variables ambientales provenientes de los INFA.

Esta información está siendo generada por personal diverso, que en algunas ocasiones es idóneo y en otras tiene poca o nula formación en los fundamentos teóricos y prácticos de las mediciones requeridas por el RAMA. De allí que, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), identificó la necesidad imperiosa de contar con un manual de carácter científico y técnico en donde fuera posible encontrar la información necesaria para entender los procesos de degradación de la materia orgánica y su efecto sobre el medio ambiente asociado a los centros de cultivos marinos. Este manual debería considerar también información sobre métodos de recolección de muestras, tanto de agua como sedimentos en fiordos y canales australes, tratamiento de las muestras, análisis físicos (salinidad, granulometría) y químicos (oxígeno disuelto, pH y potencial Redox), clasificación de organismos bentónicos y métodos de análisis de la macrofauna bentónica.

Para lo anterior SERNAPESCA licitó la confección de dicho manual a través del portal Mercado Público bajo el nombre: "Servicio de elaboración de manual de evaluación de los informes ambientales de la acuicultura para el Servicio Nacional de Pesca" (Licitación Nº 701-47-L110), la cual fue ganada por la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Dicho manual se puede bajar completo en formato PDF, desde la página web de SERNAPESCA.

La información presentada en dicho manual, es de suma relevancia para establecer y/o reforzar el conocimiento teórico básico de los fundamentos en que se basan las exigencias de mediciones que incluye la legislación vigente, como también los fundamentos de los procedimientos de muestreo y análisis que se requieren tanto de las instituciones públicas como de las privadas relacionadas al sector acuícola. Pretende además, proveer técnicas probadas tendientes a estandarizar las metodologías de muestreo y análisis que se aplican en la actualidad, de acuerdo a la legislación actual. De hecho, el uso de la mayor parte de estas variables para medir la calidad de agua y de los sedimentos, han sido utilizados profusamente para evaluar los impactos ambientales en otros países (GESAMP, 1991).

El manual de evaluación de los informes ambientales de la acuicultura, generado por la Escuela de Ciencias del Mar de la PUCV, constituye un gran esfuerzo donde se reúne y sintetiza una gran cantidad de información oceanográfica y biológica, teórica y práctica, asociada al RAMA, por lo cual se espera que resulte ser un documento de consulta obligado para los profesionales relacionados con este importante sector productivo del país.

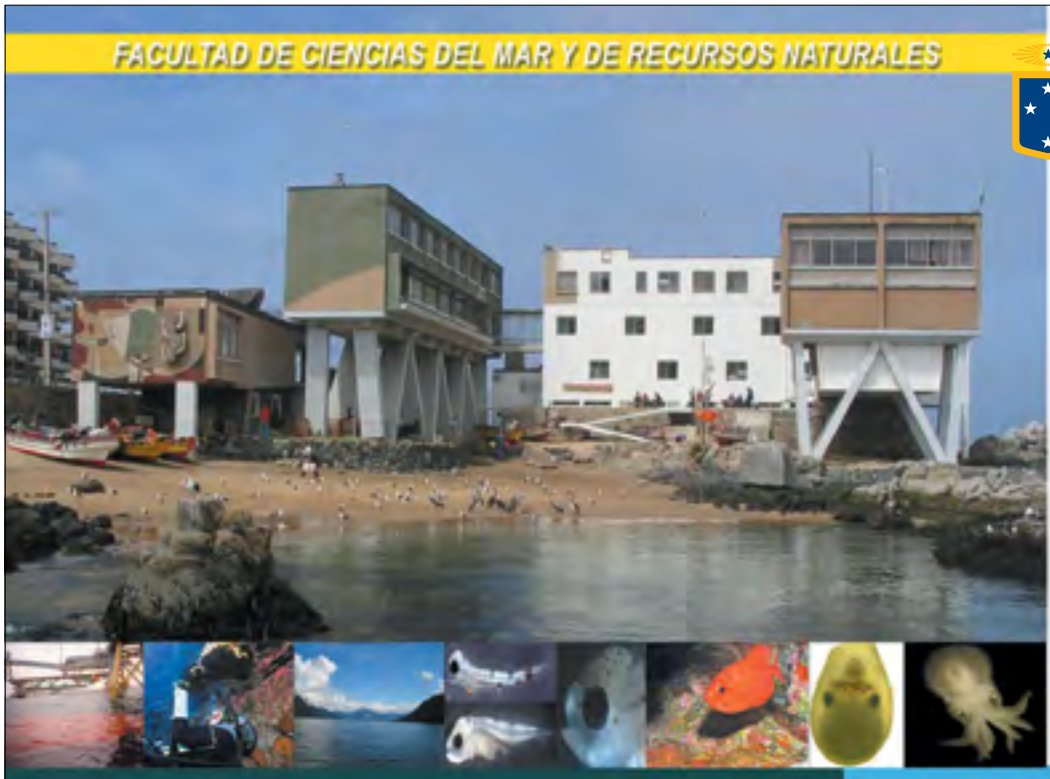


Materia orgánica en la zona Puerto Montt-Golfo Elefantes (Silva, 2006)

Referencia

Kepkay, P.E., W.G. Harrinson & J.B.C. Bugden. 2005. Ecosystem indicators of water quality Part II, Oxygen production and oxygen demand. In Barry Hargrave (ed). Environmental effects of marine finfish aquaculture. The hand book of environmental chemistry. Vol. 5 Part M. Springer. pp; 83-97.

Silva N. 2006. Physical and chemical characteristics of the surface sediments in the austral Chilean channels and fjords. In Silva N. & S. Palma (eds.). Progress in the oceanographic knowledge of Chilean interior waters, from Puerto Montt to Cape Horn. Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. pp 69-75. Libro on line en http://www.cona.cl/



Universidad de Valparaíso
CHILE

La Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso, ha sido pionera en Chile y Sudamérica en el desarrollo de las ciencias del mar en diversas áreas, logrando una larga tradición de excelencia en Investigación, Asistencia Técnica y Formación de Profesionales. A continuación se mencionan algunas de las Líneas de Investigación donde la Facultad ha estado involucrada, así como estudios de Asesoría Técnica que se pueden realizar.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2009 EN ADELANTE

NOMBRE DEL PROYECTO	MANDANTE
Biophysical interactions in larval fish: effects of the water column stratification on their feeding success and growth in southern Chile. Nº 11090020.	FONDECYT
Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2012.	IFOP
Direct and indirect interactions between fishes and large brown macroalgae: evaluating mutualism in temperate ecosystems.	FONDECYT
Variaciones espacio-temporales en el crecimiento reciente y éxito alimentario de larvas de peces en el mar interior de Chiloé, Región de Los Lagos.	SHOA
Mecanismos de circulación y transporte en la zona de umbral Apiao-Desertores.	SHOA
Especies de diciémidos (Mesozoa: Dicyemida) presentes en dos especies de pulpos de importancia comercial de Chile.	DIPUV
Early life history traits of young-of-the-year intertidal fishes of central Chile, as revealed by otolith microstructure analysis. Nº 1100424.	FONDECYT
Interacciones físico-biológicas en la amplitud y sobreposición trófica del ictioplancton de la zona de Magallanes, Chile austral.	CONA
Identificación y caracterización de Biotopos Marinos intermareales y de aguas someras entre Punta Arenas y Cabo de Hornos.	CONA
Mecanismos de intercambio y circulación en Canal Jerónimo.	CONA
Coupling of physical and biological processes that sustain deep populations of *Loxechinus albus* over bathymetric features in northwest Patagonian Inland Sea.	FONDECYT
Utilización de aditivos alimentarios funcionales de origen bacteriano (AAFOBS) como alternativa al uso masivo de antibióticos en acuicultura. D07I1061.	FONDEF
Engorda comercial del pulpo del sur (*Enteroctopus megalocyathus*) en sistema de cultivo de fondo.	FONDEF

INDUSTRIA DEL SALMÓN

- *Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) e Informe Ambiental (INFA).*
- *Levantamientos topográficos y batimétricos.*
- *Materia orgánica del sedimento.*
- *Granulometría del sedimento.*
- *pH y Potencial Redox en el sedimento.*
- *Correntometría euleriana y ADCP remolcado.*
- *Perfil de oxígeno disuelto en la columna de agua.*
- *Análisis de la Macrofauna Bentónica.*
- *Estudio de localización óptima de balsas jaula.*
- *Determinación de condiciones naturales (corrientes, oleaje y vientos en sectores de emplazamiento de balsas jaula).*
- *Diseño de Balsas Jaula (estructuras flotantes, líneas de fondeo, anclajes).*
- *Diseño de infraestructura portuaria de apoyo a la acuicultura.*

ÁREAS DE MANEJO

- *Estudios de Situación Base (ESBA).*
- *Estudios de Seguimiento.*
- *Desarrollo de Cultivos Experimentales.*
- *Monitoreos de Marea Roja (floraciones algales nocivas).*
- *Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB).*
- *Estudios Oceanográficos.*
- *Estudios de Biodiversidad Bentónica.*

SERVICIOS AMBIENTALES

- *Estudios de Impacto Ambiental.*
- *Declaraciones de Impacto Ambiental.*
- *Seguimientos Ambientales.*
- *Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC).*
- *Estudios de dispersión de contaminantes y sustancias en el medio acuático.*
- *Estudio de hidrodinámica de costas abiertas, estuarios y fiordos.*
- *Estudio de oleaje, corrientes, mareas, tsunamis, vientos y sedimentos.*

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Fono: (032) 250 78 24 - Av. Borgoño 16344 - Reñaca - Viña del Mar
www.cienciasdelmar.cl - montemar@uv.cl

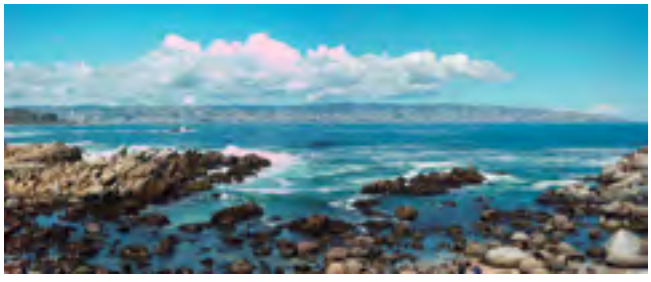
Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales

Universidad de Valparaíso
CHILE

CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA ACREDITADA 2011-2015

Aspectos generales

La Carrera de Biología Marina pertenece a la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso, institución ubicada en el sector costero de Reñaca, en el Área Marina Protegida conocida como Montemar. Es de régimen diurno y otorga el Grado de Licenciado en Biología Marina y el Título Profesional de Biólogo Marino.



Formación profesional

El Biólogo Marino de la Universidad de Valparaíso es un profesional con formación general y conceptual en ciencias básicas, biología y evolución de organismos marinos, oceanografía, ciencia pesquera, acuicultura, manejo del ambiente y sus recursos; principios biotecnológicos, políticas y principios económicos relacionados con el ambiente acuático y sus recursos; gestión y manejo empresarial de actividades productivas acuícolas. Además, se encuentra capacitado para proseguir estudios de postgrado en centros de educación superior nacionales y extranjeros.

Académicos

La Carrera cuenta con un renovado cuerpo de profesores con altas competencias en las disciplinas básicas y en aquellas relacionadas con las ciencias del mar, quienes transfieren a sus alumnos experiencias de aprendizaje derivadas del trabajo de investigación, cuyos resultados se publican en revistas científicas de corriente principal.

Campo laboral

Nuestros titulados pueden desarrollar actividades de docencia e investigación científica en instituciones públicas y privadas, industrias del sector productivo acuícola y pesquero, ONG y organismos internacionales. Son capaces de emprender actividades empresariales de consultoría.

Nuestros estudiantes

Una de las principales ventajas de esta Facultad constituye su ubicación geográfica, lo que confiere a nuestros alumnos la oportunidad de estudiar especies marinas en su hábitat natural.

Nuestra carrera se relaciona con el resto de las Carreras de Biología Marina de Chile, lo que permite realizar actividades académicas conjuntas. Los estudiantes, agrupados bajo la OBC Acción-Cousteau, participan a nivel nacional en diversas actividades de extensión y capacitación, difundiendo las diferentes disciplinas relacionadas con las ciencias del mar.

LA FACULTAD PROYECTA SU DOCENCIA AL POSTGRADO

Magíster en Oceanografía

Este Programa forma especialistas de alto nivel, facultados para desarrollar investigación y docencia de postgrado en las diferentes áreas de la oceanografía; cumple con tareas profesionales de elaboración, evaluación y dirección de proyectos orientados al ambiente marino o a la explotación de sus recursos. Se dicta en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Doctorado en Ciencias

El Doctorado en Ciencias mención Recursos Naturales Acuáticos forma capital humano avanzado con una sólida formación científica, basada en el pensamiento crítico y el conocimiento de nuevas tecnologías, para generar investigación y desarrollo tecnológico relevante y aplicado en las áreas de los recursos naturales bióticos, abióticos y energéticos, como también del ambiente acuático en el que se generan dichos recursos.

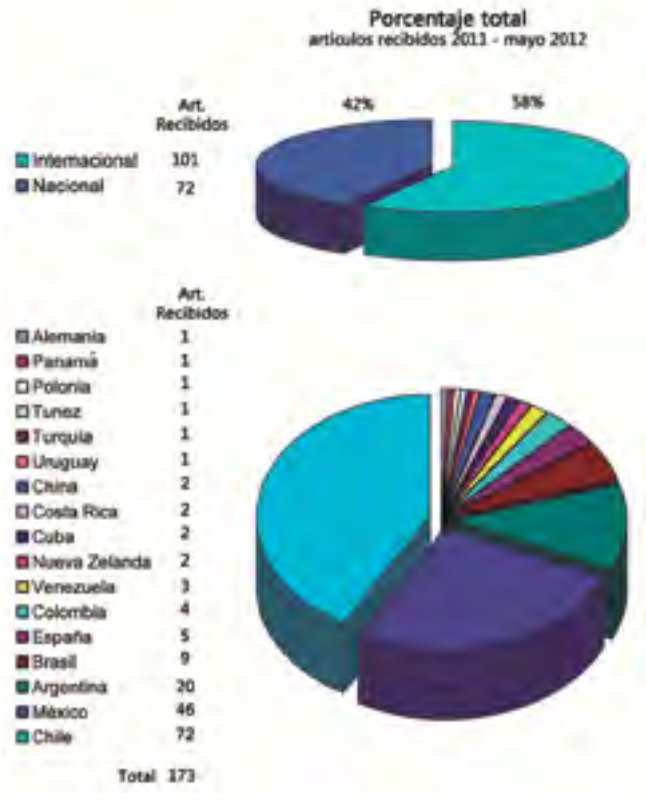
DIFUSIÓN CIENTÍFICA

Revista de Biología Marina y Oceanografía

La Revista de Biología Marina y Oceanografía (RBM&O) es editada desde 1948 por nuestra Facultad, siendo una de las publicaciones más antiguas de Chile. Se encuentra indexada en la biblioteca electrónica nacional SciELO y fue la primera en el área de las ciencias del mar en acceder a la categoría ISI, por lo que cuenta con prestigio consolidado por más de 60 años.

Su actual director Dr. Ricardo Bravo Méndez, Decano de la Facultad, realiza su labor con un cuerpo editorial conformado por académicos y funcionarios de esta unidad académica y con apoyo de un comité editorial de 20 investigadores nacionales e internacionales.

La misión de la RBM&O es la divulgación de los resultados de investigaciones científicas y tecnológicas mundiales, en el área de las ciencias del mar, publicando trabajos originales de diversas temáticas vinculadas a la biología marina (ecología, geología, acuicultura y pesquerías) y oceanografía (física, química y biológica).



La RBM&O publica 3 números anuales. Se encuentra disponible en formato impreso de buena calidad, accesible a través de suscripción o canje y en versión digital o electrónica de acceso abierto (Open Access), para la descarga directa y gratuita de los contenidos. Se distribuye en numerosas bibliotecas e instituciones académicas nacionales e internacionales, y está incorporada en diversas fuentes de divulgación bibliográfica.

Proyectos de Investigación

Los académicos de la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales se encuentran desarrollando variados proyectos de investigación, los que se relacionan con las más variadas temáticas de las ciencias del mar. Algunos de ellos son los siguientes, participando nuestra unidad como investigadora principal o coinvestigadora.

NOMBRE DEL PROYECTO	MANDANTE
Biophysical interactions in larval fish: effects of the water column stratification on their feeding success and growth in southern Chile. Nº 11090020.	FONDECYT
Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2012.	IFOP
Direct and indirect interactions between fishes and large brown macroalgae: evaluating mutualism in temperate ecosystems.	FONDECYT
Variaciones espacio-temporales en el crecimiento reciente y éxito alimentario de larvas de peces en el mar interior de Chiloé, Región de Los Lagos.	SHOA
Mecanismos de circulación y transporte en la zona de umbral Apiao-Desertores.	SHOA
Especies de diciémidos (Mesozoa: Dicyemida) presentes en dos especies de pulpos de importancia comercial de Chile.	DIPUV
Early life history traits of young-of-the-year intertidal fishes of central Chile, as revealed by otolith microstructure analysis. Nº 1100424.	FONDECYT
Interacciones físico-biológicas en la amplitud y sobreposición trófica del ictioplancton de la zona de Magallanes, Chile austral.	CONA
Identificación y caracterización de Biotopos Marinos intermareales y de aguas someras entre Punta Arenas y Cabo de Hornos.	CONA
Mecanismos de intercambio y circulación en Canal Jerónimo.	CONA
Coupling of physical and biological processes that sustain deep populations of Loxechinus albus over bathymetric features in northwest Patagonian Inland Sea.	FONDECYT
Utilización de aditivos alimentarios funcionales de origen bacteriano (AAFOBS) como alternativa al uso masivo de antibióticos en acuicultura. D07I1061.	FONDEF
Engorda comercial del pulpo del sur *(Enteroctopus megalocyathus)* en sistema de cultivo de fondo.	FONDEF

INFORMACIÓN DE CONTACTO:

Av. Borgoño 16344, Reñaca, Viña del Mar; www.cienciasdelmar.cl - montemar@uv.cl; (032) 250 78 24

LIDERANDO EL ENSILAJE DE SALMON

FIORDO AUSTRAL

SUSTENTABILIDAD PARA
LA INDUSTRIA SALMONERA

WWW.FIORDOAUSTRAL.CL · TEL. 065 - 267 000

AUSTRAL PLASTICS CHILE S.A.

FISH

¡ ADIÓS A LOS BINS !

AUSTRAL PLASTICS CHILE S.A. lanza al mercado un impresionante e innovador desarrollo en materia de estanques plásticos termo aislados.

Dentro de su nueva línea de productos para logística, Austral Plastics Chile, da a conocer sus estanques de 18 y 28 m^3, especialmente diseñados para el transporte de cosecha viva o muerta o cualquier producto que requiera mantener la cadena de frío. Se trata de un estanque cilíndrico de una sola pieza dimensionado a partir de las medidas de un container de 20 y 40 pies.

Una de sus principales características es su termicidad junto a su impresionante robustez, cualidades que permiten el adecuado transporte y seguridad en cosechas, así como traslado de alevines que requieren altos parámetros de seguridad y rapidez, con una mejora significativa en un 75% en la calidad del pescado entregado en planta, versus otras alternativas.

Además de ser un producto 100% transportable, el cual permite ser incorporado tanto en barcazas o sobre camión con un peso promedio de 2.500 kilos entre estructura y estanque. Dentro de las cualidades inherentes a su forma, destaca el fácil manejo que presenta en faenas, todo gracias a su imponente estructura de acero totalmente galvanizada en caliente.

Con una escala lateral de rápido acceso, permite un libre manejo de la carga a nivel superior, por medio de su escotilla de gran envergadura, que además de facilitar una carga dinámica, permite el acceso para un eficiente sanitizado interior. Por otro lado, su pasillo longitudinal superior, nos ofrece un respiradero de 4" funcional en acero inoxidable y barandas desplegables que incrementan la seguridad en las maniobras de altura y permiten un correcto y optimo desempeño de la faena de llenado. El manejo de la descarga en planta se hace a través de una gran válvula de 14", que con un fácil manejo, permite graduar la salida del contenido.

En síntesis, por sus características técnicas y sanitarias, el "FISH TANK", sumado a sus increíbles ventajas económicas y de diseño sobre otras alternativas es un producto que no puede faltar en los nuevos sistemas de cosecha y transporte de pescados.

APLICACIONES

- **Transporte de cosecha.**
- **Traslado de peces en barcos a plantas de procesos.**
- **Transporte de alevines y smolt.**
- **Transporte de mortalidad.**
- **Transporte de aceites, agua y pulpas de frutas.**
- **Transporte de leche y sueros.**

MEMBER

TANK

TECNOLOGY, INNOVATION & DESIGN

LOGISTICS LINE

Longitudinal Sur Km. 1029 Alto Bonito Parcela 22
Puerto Montt - Chile
Fono: (56-65) 560 700 / 560 701
email: info@australplasticschile.cl

www.australplastics.com

BIOQUALITY LABORATORIO

Especialistas en Análisis Químicos y de Calidad en Alimentos Humanos y Animales

BIOQUALITY S.A. es una solución integral a sus necesidades de análisis de calidad y composición de alimentos y un gran apoyo en su toma de decisiones.

BIOQUALITY S.A., es un laboratorio independiente, con 10 años de experiencia y una amplia Acreditación bajo la norma 17.025, donde puede encontrar respuestas certeras en el análisis de alimentos.

Nuestros clientes son productoras de alimentos humanos (lácteos, fideos, jugos, deshidratados, congelados, etc.), proveedoras de empresas productoras de alimentos (premix vitamínicos, azúcares y endulzantes naturales y sintéticos, premix minerales, aceites, etc.), productoras de alimentos para animales (salmones, aves, cerdos, etc.), consumidoras de alimento animal (análisis de calidad e inocuidad), productoras/exportadoras de salmones, etc.

- *Etiquetado Nutricional*
- *Determinación de Acidos Grasos TRANS*
- *Perfil de Acidos Grasos*
- *Análisis de Fitoesteroles*
- *Perfil de Aminoácidos*
- *Perfil de Azúcares*
- *Determinación de vitaminas en premezclas y aplicadas en alimentos.*
- *Antibióticos de uso animal, aplicados y a nivel de residuo,en materias primas, alimentos y carne de peces, cerdos, aves, etc.*
- *Determinación de metales y minerales en premix y alimentos*
- *Análisis de Calidad de Alimentos*
- *Análisis de Riles*

Ruta 5 Sur, Km. 1.008
Puerto Varas - Fono (56-65) 234100

www.bioquality.cl

Facultad de Ciencias del Mar Universidad del Norte

QUIENES SOMOS

La Facultad de Ciencias del Mar posee una planta de 44 académicos, distribuidos en los Departamentos de Acuicultura, Biología Marina y en la Escuela de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente. Además, la Facultad de Ciencias del Mar aloja a los investigadores asociados del Centro de estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA-Centro Regional CONICYT) y del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas de la Universidad Católica del Norte (CIDTA-UCN). Tanto los académicos de planta, como los investigadores asociados, participan en la formación de recursos humanos avanzados a través de los programas de Postgrado en Acuicultura, Postgrado de Biología y Ecología Aplicada (BEA), Magíster en Acuicultura, Magíster en Ciencias del Mar con mención en Recursos Costeros y Postgrado en Gestión Ambiental.

MISIÓN Y VISIÓN

MISIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

La Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, localizada en la costa de Bahía La Herradura en el norte de Chile (30ºS), tiene como misión: crear, cultivar y difundir la generación de nuevos conocimientos de las formas, funciones y procesos del ambiente marino y sus productos, y lograr un aprovechamiento que armonice el desarrollo de las actividades humanas relativas a la conservación y la preservación del medio ambiente, y el uso sustentable del ambiente y sus recursos. Asimismo, busca contribuir a la formación de profesionales del área acuícola, del manejo ambiental asociado a actividades productivas, de la seguridad, la salud ocupacional y del medio ambiente. Todo ello, con el objetivo de lograr una comprensión integral de los fenómenos biológicos y abióticos que allí ocurren, logrando así asegurar una coexistencia armónica entre el hombre y su entorno.

VISIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

La Visión de la Facultad de Ciencias del Mar, es ser reconocida como una Unidad que imparte docencia de excelencia de pre y postgrado, que realiza investigación científica y tecnológica de punta, asistencia técnica de calidad, y comprometida con el desarrollo humano, la conservación del ambiente y sus recursos, a través de mecanismos claros de vinculación con el medio.

Facultad de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte

Tres décadas de investigación, asistencia técnica y formación de profesionales

La unidad académica, señala su decano, tiene un fuerte compromiso con la región, Chile y las ciencias en general. Para ello, cuenta con infraestructura, investigadores y docentes de excelencia.

"La Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte ha sido pionera y una impulsora importante de estas disciplinas en nuestro país. Esto, tanto en investigación y asistencia técnica, como en la formación de profesionales en el área. Son 29 años de desarrollo y aporte permanente para generar conocimiento, abordar y resolver problemáticas de la industria, y en la formación del capital humano que requiere el país, tanto a nivel de pregrado, como de postgrado", afirma Ernesto Cortés, decano de dicha unidad académica.

Señala el académico que este prestigio de décadas se refleja, por ejemplo, en el hecho de que sus integrantes participan en diversos comités científicos y también convocados por la autoridad para apoyar el desarrollo de políticas en el área. "Es más, las capacidades instaladas en recurso humano, infraestructura y equipo, permiten aportar en el desarrollo de las ciencias del mar más allá de nuestras fronteras; por ejemplo con asistencias técnicas a países latinoamericanos, y convenios con universidades".

Un rol clave, dice, en este aporte a Chile y la ciencia en general, tiene la labor de investigación que desarrollan.

"Nuestras principales líneas de estudios son: la Ecología y Evolución; Oceanografía; Zoología y Conservación Marina, Ficología, Educación y Evaluación Ambiental; Pesquerías; Prevención de Riesgos laborales y Ambientales; Patología de Cultivos Marinos, Nutrición y Acuicultura Marina. Muchas de estas investigaciones han obtenido recursos de importantes fondos de investigación, como son Fondecyt, Fondef, Innova, y FIC II y IV regiones".

Toda esta labor docente y de investigación, señala, está apoyada en una gran infraestructura. "Contamos con laboratorios de Nutrición, Recirculación, Cultivos Marinos, Histopatología Microalgas, Oceanografía, Bioquímica y Fisiología, Genética aplicada, Biología, Ecología y Diversidad de Invertebrados Marinos, Biodiversidad y Ecología Costera, Botánica marina, Criopreservación, Diversidad molecular y Microscopía Electrónica, además de tener laboratorios para los diferentes asignaturas de las carreras de pregrado".

Agrega el académico que este esfuerzo en investigación se sustenta en la articulación entre las ciencias básicas y la investigación aplicada. "En particular, en las ciencias del mar cobra relevancia el hecho de que el océano es una fuente de recursos que aún tiene el desafío de ser explotado de manera sustentable, con normativas, tecnología y activación del área coherentes con ello. En este sentido, el desarrollo de la acuicultura es crucial para permitir la producción de alimentos y no sobreexplotar las poblaciones naturales, más aun con la demanda futura en crecimiento de la población mundial".

Visión global

Indica Ernesto Cortés, que otro pilar fundamental en la actividad de la facultad es el compromiso con la comunidad, el cual se expresa en distintos niveles.

"Nuestra participación en diferentes comités científicos y convocados por la autoridad permiten apoyar y aportar desde nuestras competencias en las orientaciones políticas pertinentes. En este sentido, al interior de la facultad se desarrollan líneas de trabajo en el área de ciencias básicas, por ejemplo ecología, genética, oceanografía, entre otros; como también en el área aplicada —como la tecnología de cultivos—, considerando al mismo tiempo los aspectos ambientales y laborales asociados a las actividades productivas".

En otro ámbito cuenta que, por ejemplo, disponen con acuario, "que es un espacio abierto permanentemente a toda la comunidad —el año 2011 tuvimos mas de 20.000 visitantes—, y que permite que ésta tenga acceso a conocer de cerca respecto de la flora y fauna marina de la región. Y no solamente como una actividad turística, pues permanentemente es visitado por estudiantes de la zona. Recientemente acaba de ser inscrito en la DIBAM (Dirección de Archivos y Museos) como sala de exhibición", donde se presentan, en forma didáctica, cerca de 1000 especímenes preservados.

Por otro lado, cuenta, "existen proyectos que tienen una componente fuerte de vinculación con la comunidad y social. Entre ellos se encuentra la Coordinación Explora IV Región dirigido a estudiantes de la Enseñanza Preescolar, Básica y Media que busca acercarlos al mundo de las ciencias. Se destaca también, el proyecto "Detectives de la Basura", el que trabaja con estudiantes de Enseñanza Media desarrollando competencias y compromiso con el medio ambiente. Y especialmente se deben

mencionar aquellas iniciativas dirigidas a apoyar específicamente a pescadores artesanales para fortalecer sus capacidades organizacionales, competencias técnicas y emprendimiento (Nodo acuícola, HUAM, AQUANORTE). Adicionalmente, el permanente contacto con el sector privado permite identificar las diferentes problemáticas que dicho sector presenta, de tal manera de abordarlas realizando asistencia técnica y/o investigación, según se requiera. Así, coherentes con la vocación social declarada por la institución, tenemos la preocupación y disposición para hacerla una realidad".

Una amplia oferta de posgrado ofrece la Facultad de Ciencias del Mar:

- **Magíster en Ciencias del Mar Mención Recursos Costeros; Magíster en Acuicultura.**
- **Magíster en Gestión Ambiental**

Programas asociados con otras universidades:

- **Doctorado en Biología y Ecología Aplicada (Universidad Católica del Norte - Universidad de La Serena)**
- **Doctorado en Acuicultura (Universidad de Chile- Universidad Católica del Norte - Universidad Católica de Valparaíso).**

Buscando nuevas toxinas en las costas chilenas

Dra. Nicole Trefault
Centro de Genómica y Bioinformática, Universidad Mayor

Las toxinas marinas producidas por organismos fitoplanctónicos, o fitotoxinas, corresponden a moléculas con potentes actividades tóxicas, sintetizadas por una amplia gama de microorganismos fitoplanctónicos en ambientes marinos. Dentro de éstas destacan las toxinas lipofílicas, un diverso grupo de compuestos que incluye, entre otros, al ácido okadáico (OA), las dinofisistoxinas (DTX), pectenotoxinas (PTX), yessotoxinas (YTX), gymnodiminas (GYM), azaspirácidos (AZA) y espirólidos (SPX); así como también, al ácido domoico (DA). Muchas de estas moléculas se asocian a fenómenos de floraciones algales nocivas, ya que pueden producir un amplio espectro de perturbaciones y daños en los ecosistemas, así como efectos perjudiciales sobre la salud humana (Hallegraeff, 1995).

Este amplio espectro de toxinas producido por el fitoplancton marino difiere ampliamente en la etiología, el modo de acción y el síndrome de intoxicación asociado en seres humanos. Por ejemplo, el OA y los análogos de DTX, son producidas por varios dinoflagelados de los géneros *Dinophysis* y *Prorocentrum*, y se consideran toxinas productoras del síndrome por envenenamiento diarreico por mariscos o DSP (por sus siglas en inglés, Diarrheic Shellfish Poisoning) (Vale y Botana, 2008). Las toxinas cíclicas PTX son producidas por *Dinophysis spp.* y se les considera como hepatotoxinas, ya que inducen daño en células hepáticas de mamíferos (Espiña y Rubiolo, 2008). En el caso de las YTX, los organismos productores identificados hasta ahora son los dinoflagelados *Protoceratium reticulatum* (Satake *et al*, 1997; Boni et al, 2001), *Lingulodinium polyedrum* (Paz *et al*, 2004) y *Gonyaulax spinifera* (Rhodes *et al,* 2006). A pesar de que no se han reportado intoxicaciones en humanos, se les considera como potencialmente tóxicas, sobre la base de datos de inyección intraperitoneal y la administración oral en ratones (Paz *et al*, 2008). Además, dado que se han demostrado potentes efectos neurotóxicos de YTX, la presencia de esta toxina se debe tomar en cuenta por el posible riesgo para la salud humana asociado a la exposición crónica a bajas cantidades (Pérez-Gómez *et al*, 2006). Los AZA son toxinas del tipo poliéteres y hasta la fecha el único organismo productor conocido es el pequeño dinoflagelado marino *Azadinium spinosum* (Tillmann *et al*, 2009). Los casos de intoxicación por estas fitotoxinas han sido reportados como eventos de envenenamiento por azáspirácido (Azaspiracid Poisoning, AZP). La toxina cíclica imina GYM es producida por el dinoflagelado *Karenia selliformis* (Seki *et al*, 1995) y por otras especies relacionadas (Biré *et al,* 2002). En el caso de los SPX, están asociados con el dinoflagelado *Alexandrium ostenfeldii* (Cembella *et al*, 2000) y han sido detectados en mariscos principalmente en el hemisferio norte. Los SPX se conocen como toxinas que actúan rápidamente debido a la característica e inusualmente rápida respuesta frente a inyección intraperitoneal en ratones. En contraste con la mayoría de las toxinas lipofílicas poliéter, las que son producidas por dinoflagelados marinos, el DA es una potente neurotoxina producida por varias especies de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*. Esta toxina es excitotóxica en el sistema nervioso central de vertebrados (Lefebvre y Robertson, 2009), siendo responsable del síndrome de intoxicación amnésica por mariscos o ASP (por sus siglas en inglés, Amnesic Shellfish Poisoning).

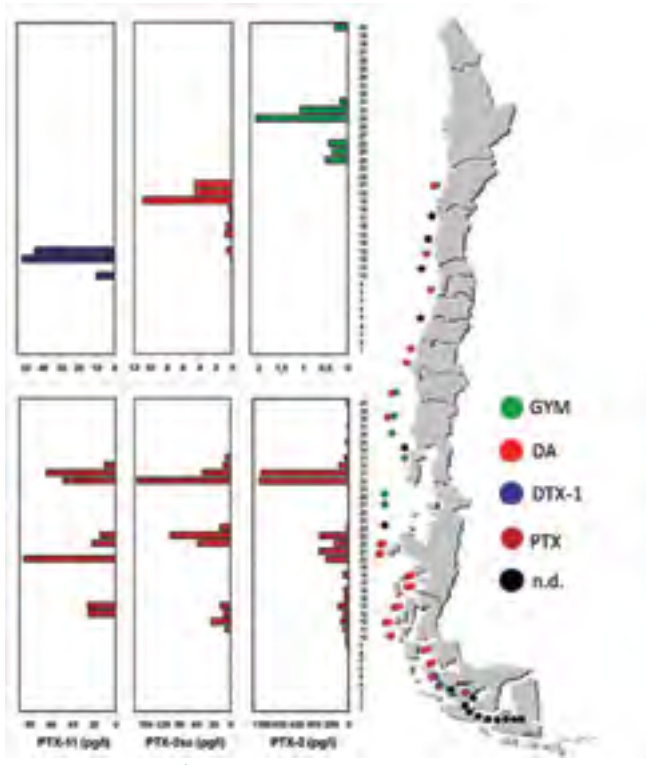


Figura 1: Distribución cualitativa y cuantitativa de fitotoxinas en la costa chilena. La cuantificación de toxinas fue realizada mediante LC/MS-MS a partir de muestras de plancton (>25 μm) colectados a 5 m de profundidad. Se muestran las concentraciones de ácido domoico (DA), dinofisistoxina-1 (DTX-1), gymnodimina (GYM), pectenotoxina-2 (PTX-2), pectenotoxina-2 seco acid (PTX-2sa) y pectenotoxina-11 (PTX-11). Adaptado de Trefault *et al,* 2011.

En los últimos años se ha observado un incremento en la aparición de florecimientos algales nocivos, particularmente de aquellos asociados a organismos productores de toxinas, así como también, la aparición de fitotoxinas nunca antes descritas (van Dolah, 2000). Esto puede deberse a un aumento en el rango de distribución de los microorganismos productores o a mejores metodologías de monitoreo. Es así como en los últimos años se han encontrado fitotoxinas en diferentes y nuevos puntos geográficos de todo el mundo, tales como diversas regiones de Europa, Marruecos, Canadá, Nueva Zelanda, Japón y también de Chile (Lefebvre y Robertson, 2009; Twiner *et al,* 2008; Paz et al, 2008; Blanco *et al*, 2007; Álvarez *et al,* 2010; Trefault *et al,* 2011).

Dentro de las técnicas usadas para la detección de fitotoxinas, tal vez la más sensible y reproducible en la actualidad corresponde a la cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) (Quilliam, 2003). Este método permite la estimación o cuantificación incluso de pequeñas cantidades de toxinas en cualquier matriz y se está convirtiendo en el método de referencia en la detección de toxinas marinas en todo el mundo, reemplazando a los ensayos con animales de experimentación. Mientras que para determinar la diversidad y estructura de la población de ensamblajes de microorganismos productores de toxinas marinas, el enfoque tradicional ha sido el uso de microscopía. Esta aproximación ha sido muy útil para especies generalmente mayores a 20 μm de tamaño y que poseen rasgos morfológicos de identificación inequívocos. Sin embargo, aunque valiosos, estos enfoques no son capaces de caracterizar la diversidad de un número significativo de especies que son morfológicamente menos distintivas, ni tampoco permiten determinar su diversidad genética o si organismos genéticamente relacionados (y muchas veces morfológicamente indistinguibles) están presentes en grandes escalas espaciales y temporales (Gast *et al,* 2006). Estas limitaciones se han minimizado mediante la aplicación de técnicas moleculares basadas en análisis de secuencias de genes ribosomales, lo que ha permitido describir de forma más detallada la diversidad de microorganismos en muchos ecosistemas (Vaulot *et al,* 2008), incluyendo aquellos microorganismos fitoplanctónicos productores de toxinas.

La presencia de fitotoxinas en sistemas marinos puede tener un alto impacto en la salud humana y provocar también que las actividades económicas relacionadas con el medio marino se vean afectadas por la presencia de dichos compuestos. Debido a la grave amenaza que significa la presencia de fitotoxinas en áreas costeras recreacionales o destinadas a la explotación de recursos marinos o cercanas a éstas, es que estamos realizando análisis exhaustivos de la presencia de toxinas (principalmente lipofílicas) a través de LC-MS/MS, así como, la identificación de los posibles organismos productores en diversas áreas costeras chilenas, a través de metodologías moleculares.

Un análisis inicial de la distribución y abundancia de fitotoxinas a lo largo de un transecto latitudinal de la costa chilena de 27º, mostró la presencia de concentraciones variables de DA, los análogos PTX-2, PTX-2SA y PTX-11, DTX-1, y GYM, lo que corresponde a la primera detección de esta última toxina en Chile y en el Pacífico suroriental (Trefault et al, 2011). Este análisis mostró una distribución separada y sector-específica de GYM, DA y DTX-1, mientras que las toxinas PTX-2, PTX-2SA y PTX-11 se encontraron en casi todo el transecto (Figura 1). En conjunto, estos resultados demuestran que existe un gradiente latitudinal en la composición de fitotoxinas en algunas zonas de aguas costeras chilenas, señalando una distribución geográfica específica de los posibles organismos toxigénicos productores de dichas toxinas.

Al aumentar la resolución de muestreo en un área específica de la zona de fiordos australes, particularmente entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos, el análisis de la presencia y cuantificación de fitotoxinas obtenido mediante LC-MS/MS, mostró la presencia de concentraciones variables de DA, DTX-2, PTX-2, PTX-11 y SPX-1 (Trefault *et al,* en preparación). Estos resultados indican la presencia de algunos de los sgtes. componentes del fitoplancton, dada su asociación con las fitotoxinas encontradas: las diatomeas penadas del género *Pseudo-nitzschia,* debido a la detección de DA; los dinoflagleados *Dinophysis sp.* y/o *Prorocentrum sp.,* debido a la detección de DTX-2; los dinoflagelados *Lingulodinium polyedrum* y/o *Protoceratium reticulatum* y/o *Gonyaulax spinifera,* debido a la detección de análogos de PTX y el dinoflagelado *Alexandrium ostenfeldii,* debido a la detección de SPX-1. En aguas de la zona de los canales comprendida en el área de estudio, la mayoría de estos componentes fitoplanctónicos han sido encontrados, sin embargo, en muchos casos no se han realizado estudios tendientes a unir la caracterización genética de estos organismos con su perfil toxinológico.

En este sentido, las herramientas moleculares de secuenciación paralela masiva permiten obtener una gran cantidad de información genética, en tiempos muy breves y a costos cada vez más abordables. Mediante estas herramientas es posible acceder a la diversidad y estructura de poblaciones de microorganismos en cualquier sistema, analizando de forma simultánea grandes volúmenes de muestras, así como también a una caracterización detallada del potencial genético y metabólico tanto de organismos en cultivo como de comunidades naturales o ensamblajes de microorganismos. Este amplio potencial puede ser aprovechado para organismos toxigénicos y/o asociados a eventos de floraciones algales nocivas. El Centro de Genómica y Bioinformática de la Universidad Mayor (www.umayor.cl/genomica/) está equipado con sistemas de secuenciación paralela masiva de última tecnología: Genome Sequencer FLX 454-Roche, y una plataforma bioinformática con una poderosa capacidad computacional, diseñada para realizar una amplia gama de estudios y análisis genómicos y post genómicos. Esta plataforma está siendo utilizada para caracterizar las poblaciones de fitoplancton de la zona de fiordos australes entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos. Con esta tecnología de punta podremos identificar aquellos taxones del fitoplancton responsables de la producción de las toxinas descritas en la zona, además de entender cuáles son las características genéticas que definen estas poblaciones y cuáles son las adaptaciones funcionales de grupos fitoplanctónicos específicos.

En conjunto, la información que está siendo generada en este trabajo es de suma importancia para la elaboración de programas de vigilancia, seguimiento y monitoreo de especies tóxicas, debido al potencial impacto que tienen las fitotoxinas sobre la salud humana, la acuicultura y el bienestar de los ecosistemas marinos en general. Los datos permitirán ayudar a entender fenómenos asociados a dispersión e introducción de especies fitoplanctónicas (potencialmente) tóxicas, contribuyendo al conocimiento de la ecología de especies marinas capaces de sintetizar metabolitos secundarios, particularmente toxinas.

Agradecimientos

Carolina Sánchez y Mario Moreno Pino, U. Mayor; Nathalie Delherbe, P. Universidad Católica de Chile; Annegret Mueller y Wolfgang Drebing, AWI, Bremerhaven, Alemania; Comandante y dotación del AGOR "Abate Molina"; Roberto Raimapo y César Alarcón, IFOP, Punta Arenas; Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y Comité Oceanográfico Nacional (CONA).

Referencias

Álvarez, G., Uribe, E., Avalos, P., Mariño, C., Blanco, J., 2010. First identification of azaspiracid and spirolides in Mesodesma donacium and Mulinia edulis from Northern Chile. Toxicon. 55(2-3):638-41.

Biré, R., Krys, S., Frémy, J.-M., Dragacci, S., Stirling, D. J., Kharrat, R., 2002. First evidence on occurrence of gymnodimine in clams from Tunisia. J. Nat. Toxins 11, 269-275.

Blanco, J., Álvarez, G., Uribe, E., 2007. Identification of pectenotoxins in plankton, filter feeders, and isolated cells of a Dinophysis acuminata with an atypical toxin profile, from Chile. Toxicon 49, 710–716.

Boni, L., Ceredi, A., Guerrini, F., Milandri, A., Pistocchi, R., Poletti, R., Pompei, M., 2001. Toxic Protoceratim reticulatum (Peridiniales, Dinophyta) in the North-Western Adriatic Sea (Italy), in: Hallegraeff, G.M., Blackburn, S.I., Bolch, C.J., Lewis, R.J. (Eds.), Harmful Algae, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris, pp. 37–40.

Cembella, A.D., Lewis, N.I., Quilliam, M.A., 2000. The marine dinoflagellate Alexandrium ostenfeldii (Dinophyceae) as the causative organism of spirolide shellfish toxins. Phycologia 39, 67–74.

Espiña, B. and Rubiolo, J.A., 2008 Marine toxins and the cytoskeleton: pectenotoxins, unusual macrolides that disrupt actin. FEBS Journal 275, 6082–6088.

Gast, R. J., Moran, D. M., Beaudoin, D. J., Blythe, J. N., Dennett, M. R., & Caron, D., 2006. Abundance of a Novel Dinoflagellate Phylotype in the Ross Sea, Antarctica1. Journal of Phycology, 42(1), 233-242.

Hallegraeff, G.M., 1995. Harmful algal blooms: a global overview. In: Manual on Harmful Marine Microalgae (eds Hallegraeff GM, Anderson DM, Cembella AD), pp. 1–22. IOC Manuals and Guides No. 33. UNESCO, Paris.

Lefebvre, K. and Robertson, A., 2009. Domoic acid and human exposure risks: A review. Toxicon. 56(2):218-30.

Paz, B., Daranas, A.H., Norte, M., Riobó, P., Franco, J.M., Fernández JJ., 2008. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview Mar Drugs. 6(2):73-102.

Pérez-Gómez, A., Ferrero-Gutiérrez, A., Novelli, A., Franco, J.M., Paz, B., Fernández-Sánchez, M.T., 2006. Potent neurotoxic action of the shellfish biotoxin yessotoxin on cultured cerebellar neurons. Toxicol. Sci. 90, 168-77.

Quilliam, M., 2003. Chemical methods for lipophilic shellfish poisons, in: Hallegraeff, G., Anderson, D. M., Cembella, A. D. (Eds.), Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO, Paris, pp 211-246.

Rhodes, L., McNabb, P., de Salas, M., Briggs, L., Beuzenberg, V., Gladstone, M., 2006. Yessotoxin production by Gonyaulax spinifera. Harmful Algae 5, 148-155.

Satake, M., MacKenzie, L., Yasumoto, T., 1997. Identification of Protoceratium reticulatum as the biogenetic origin of yessotoxin. Nat. Toxins 5, 164-167.

Tillmann, U., Elbrächter, M., Krock, B., John, U., Cembella, A., 2009. Eur. J. Phycol. 44, 63-79.

Trefault, N., Krock, B., Delherbe, N., Cembella, A., & Vásquez, M., 2011. Latitudinal transects in the southeastern Pacific Ocean reveal a diverse but patchy distribution of phycotoxins. Toxicon, 58, 389-397.

Twiner M, Rehmann N, Hess P and Gregory J. Doucette., 2008. Azaspiracid Shellfish Poisoning: A Review on the Chemistry, Ecology, and Toxicology with an Emphasis on Human Health Impacts. Mar. Drugs 2008, 6, 39-72.

Vale, C. and Botana, L.M., 2008 Marine toxins and the cytoskeleton: okadaic acid and dinophysistoxins. FEBS J. 275(24):6060-6.

van Dolah F.M., 2000. Marine Algal Toxins: Origins, Health Effects, and Their Increased Occurrence. Environmental Health Perspectives 108, Supplement 1.

Vaulot, D., Eikrem, W., Viprey, M., Moureau, H., 2008. The diversity of small eukaryotic phytoplankton in marine ecosystems. FEMS Microbiol Rev, 32, 795-820.

Biofor®
Aditivos para ensilaje industria acuícola
INCUBADORA DE NEGOCIOS UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
INER
Proteolíticos Chile
CORFO
Sector La Goleta, camino a Pargua, Km. 22, Puerto Montt, Chile
Tel (65) 576393 info@proteoliticoschile.cl
www.proteoliticoschile.cl

Universidad de Concepción
CHILE

Facultad de Ciencias
Naturales y Oceanográficas

Universidad de Concepción
CHILE

Estrés asociado a la aplicación de fotoperíodo artificial en truchas

Ariel Valenzuela, Macarena González, Elena Troncoso, Meyling Rivas, Katherine Alveal, Nancy Contreras, Andrea Aguayo, Francisco Yáñez.
Laboratorio de Piscicultura y Patología Acuática, Depto. Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas
Universidad de Concepción - avalenz@udec.cl

Proyecto FONDECYT 11090246

El uso de métodos ambientalmente compatibles es una de las alternativas que los centros de cultivo utilizan para optimizar sus procesos, uno de estos es la aplicación de fotoperiodo artificial con fines reproductivos (atraso o adelanto de desoves) y como acelerador de crecimiento, siendo esta última alternativa la más utilizada. Aun cuando el fotoperíodo es identificado como una herramienta biocompatible, existen antecedentes que lo identifican como un agente estresor crónico mientras que otros estudios indican lo contrario. Determinar si el fotoperíodo artificial es un factor estresor es importante considerando que el estrés tiene importantes consecuencias productivas como predisponer a los peces a enfermedades, entre otras.

Estudios realizados por Leonardi y Klempau (2003) mostraron que la aplicación de fotoperíodo artificial induce estrés en trucha arcoíris, manteniendo elevadas las concentraciones de cortisol hasta por dos meses después de retirar el factor estresor (fotoperíodo de luz continua). Si bien este estudio mostró que la exposición de peces a fotoperíodo artificial puede inducir estrés crónico, Biswas *et al* (2004) describió que la aplicación de fotoperíodo artificial en tilapia (*Oreochromis niloticus*) no muestra evidencias de estrés crónico, pero sí detecta un aumento del cortisol que vuelve a sus niveles basales dentro de las 48 horas siguientes de la aplicación de fotoperíodo artificial (estrés agudo). En los estudios realizados por Biswas *et al* (2005) tampoco se encontró indicios de estrés crónico ni se observaron respuestas significativas de estrés agudo en *Pagrus major* expuestos a diferentes regímenes de fotoperíodo artificial.

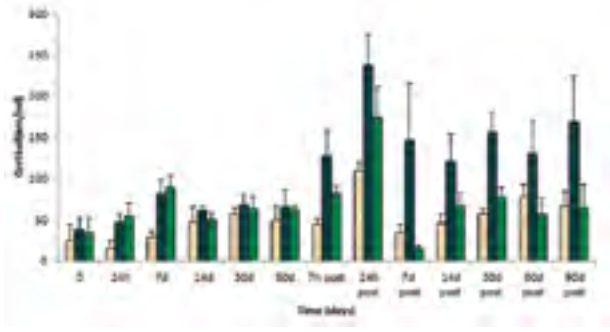


Figura 1. Cambios en las concentraciones de cortisol en truchas expuestas a fotoperíodo natural como grupo control (color amarillo), fotoperíodo LD 14:10 (barra azul) y fotoperíodo LD 24:0 (barra color verde). Evaluación durante la aplicación de fotoperíodo artificial inicio (0) hasta 60 días y evaluación posterior a fotoperíodo artificial (7 hrs. post a 90 días post).

En el trabajo realizado por el proyecto Fondecyt 11090246 uno de sus objetivos fue investigar el posible efecto estresor de la manipulación del fotoperíodo en ejemplares juveniles de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando indicadores de estrés primarios (cortisol) y secundarios (glucosa, enzimas lactato deshidrogenasa (LDH), triglicéridos, colesterol, proteínas totales), con la finalidad de optimizar el uso de esta técnica y evitar así efectos negativos en los peces.

Los resultados obtenidos han mostrado que la aplicación de fotoperíodo artificial sólo produce un incremento transitorio de los niveles de cortisol plasmático tanto al aplicar como al retirar la luz artificial, volviendo en 14 días a valores cercanos a los del grupo control, indicando que el efecto de la aplicación y el retiro de la luz artificial es de tipo agudo y no crónico (Figura 1a). Los indicadores secundarios de estrés, también revelan que este efecto es de tipo agudo, la concentración de glucosa mostró un aumento transitorio por 24 hrs. (Figura 2a), esto debido a que en situaciones de estrés aumenta la glucosa sanguínea como mecanismo para compensar la alta demanda energética que se produce para adaptar al organismo en su nuevo estado metabólico. Similar comportamiento se obtuvo con la actividad enzimática de la LDH, este parámetro aumenta en las truchas expuestas a fotoperíodo artificial, como consecuencia de la glucólisis anaeróbica del músculo blanco; en este proceso, la LDH convierte piruvato a lactato para sintetizar glucosa y obtener energía (Almazan-Rueda *et al* 2005, Kori-Siakpere *et al*, 2011) (Figura 1c). Por su parte la concentración de proteínas plasmáticas mostró disminución respecto al grupo control a

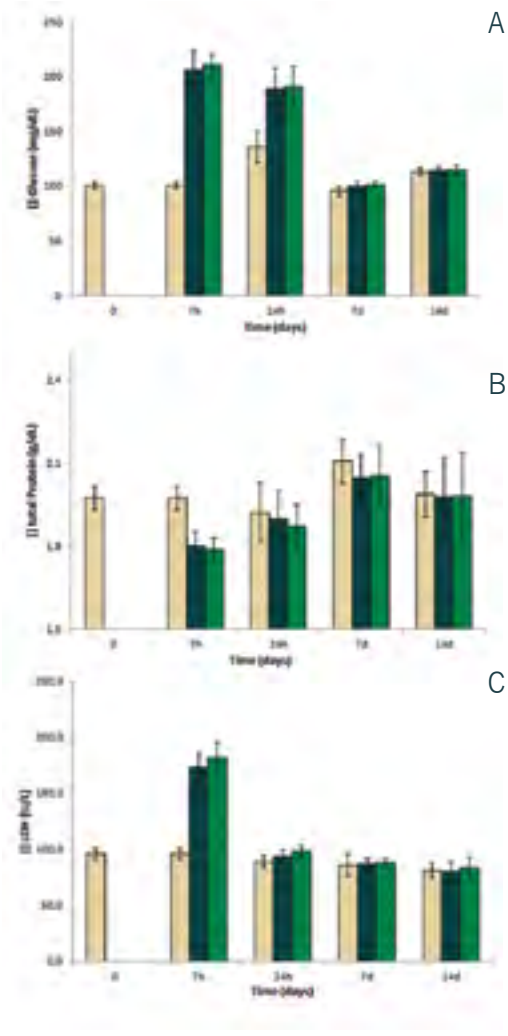


Figura 2. Evaluación de estrés agudo por medio de indicadores secundarios de estrés hasta los 14 días de aplicación de fotoperíodo artificial. Leyendas en figura 1.

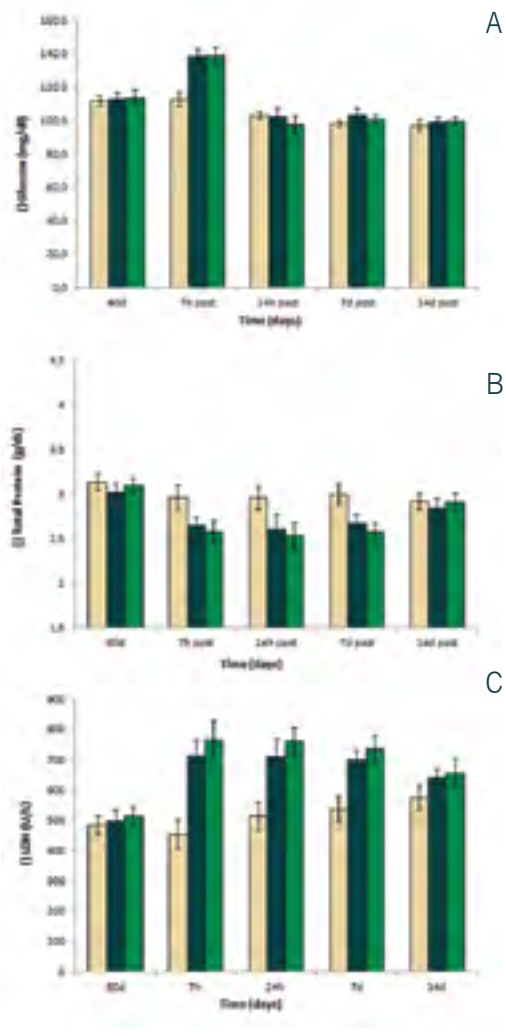


Figura 3. Evaluación de estrés agudo por medio de indicadores secundarios de estrés hasta los 14 días despues de la aplicación de fotoperíodo artificial. Leyendas en figura 1.

las 7 hrs, lo que se puede asociar a estrés agudo (Jeney *et al,* 1997); la concentraciones de proteínas podrían disminuir ya que se produce inhibición en la síntesis de ellas acompañadas de la activación de su catabolismo para sintetizar glucosa y así compensar la mayor demanda energética asociada al estrés (Trenzado 2004, Rankin & Jensen, 1993).

Al retirar el fotoperíodo artificial y dejar a los peces bajo condiciones naturales de luz, las concentraciones plasmáticas de glucosa y LDH aumentaron en los grupos experimentales respecto al control a las 7 hrs. y se mantiene en el caso de la LDH hasta los 7 días (Figura 2a, c) en ambos casos este efecto estresor desapareció antes de las 24 hrs lo que indicaría que al eliminar las luces, el efecto en las concentraciones de glucosa sería distinto al efecto observado al aplicar las luces. El retiro de luces, también produjo disminución de las proteínas plasmáticas (Figura 2b) y también muestran un efecto más sostenido en el tiempo.

Los resultados obtenidos muestran que tanto al aplicar como retirar fotoperiodo artificial se manifestaron respuestas que indican estrés agudo, en ambos casos la acción estresante producida por los cambios de fotoperiodo desaparece antes de los 14 días, con excepción de los grupos sometido a 14:10, en los que luego de sacar las luces las concentraciones de cortisol siguieron altas hasta los 14 días lo que no necesariamente se puede atribuir a estres sino a algún tipo de interacción con la estimulación reproductiva de estos grupos, los que precisamente mostraron mayor maduración sexual y gonadal (Lichtenberg 2011).

La ausencia de un aumento más sostenidos en el tiempo por parte de la glucosa se puede atribuir a su elevada utilización como combustible energético, lo que podría explicar la ausencia de cambios observadas en la glucosa ya a las 24 hrs. y 7 días posterior a la eliminación de fotoperiodo lo que parece completar y confirmarse con el aumento en las concentraciones de LDH y disminución en las concentraciones de proteínas totales que se registró en los grupos experimentales, lo que indicaría una alta demanda energética que podría enmascarar el efecto hiperglicemiante asociado al estrés. De esta forma se podría decir que al eliminar las luces los efectos producidos por estrés agudo se manifestaron por más tiempo que al aplicarlas, sin embargo es importante tener en cuenta que el tipo de respuesta producido por estrés depende de mucho factores como el grado de maduración e influencia hormonal entre otros; basándonos en esta información y los resultados de Lichtemberg (2011), al retirar fotoperíodo artificial y a pesar de que observó en los peces

bajo LD 24:0 un menor desarrollo gonadal en comparación con los grupos 14:10, en ambos grupos produce mayor requerimiento energético destinado a satisfacer necesidades reproductivas, por lo tanto los peces no disponían de todas sus reservas energéticas, lo que pudo influir en mostrar respuestas de estrés agudo mas acentuadas al eliminar las luces que al aplicarlas.

La evaluación mensual no muestra indicios de estrés crónico en las concentraciones plasmáticas de glucosa, LDH y proteínas totales (Figura 2 y 3), por su parte las concentraciones de cortisol mostraron en el grupo LD 24:0 concentraciones similares a las del grupo control durante todo el periodo de experimentación, indicando inexistencia de estrés crónico, a diferencia del grupo 14:10 donde se observó, desde los 90 días, un aumento respecto al grupo control que se mantuvo hasta los 150 días de post fotoperíodo, lo que si bien lleva a pensar en un efecto crónico, también se puede relacionar con alguna interacción con la estimulación del eje reproductivo (Figura 4), lo que coincide con lo observado en los peces más estimulados sexualmente en este experimento (LD 14:10). Pankhurst & Van Der Kraak (2000) han mostrado que elevadas concentraciones de cortisol no producen inhibición en la síntesis de hormonas sexuales como GTH y 17 B estradiol, las cuales además presentan efectos inmunosupresor lo cual podría ayudar a explicar el que justamente los peces sometidos a LD14:10, mayor madurez sexual y desarrollo gonadal fueron los mas afectados por patógenos oportunistas meses después de la aplicación de fotoperiodo artificial (Valenzuela *et al* 2012).

De esta forma aunque aún no este claramente definido el efecto del cortisol en la maduración gonadal, los resultados obtenidos en este estudio permiten plantearse nuevas hipótesis que especifiquen la acción del cortisol en la maduración gonadal de los peces.

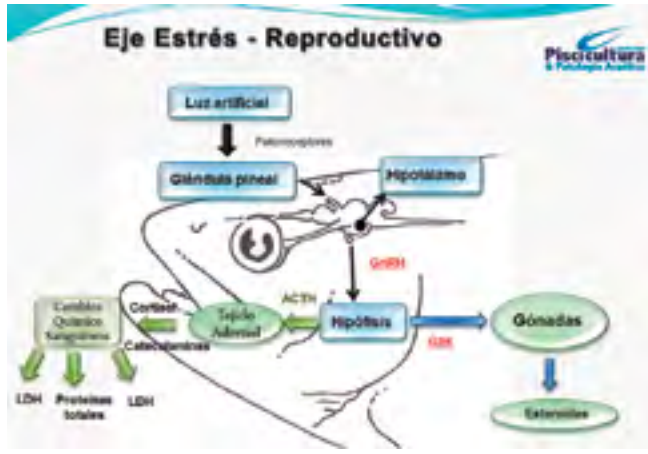


Figura 4. Esquema resumido en el que se muestra la vía de estimulo luminoso y su relación con la acivacion del eje del estrés y reproductivo.

Bibliografía

Almazán-Rueda, P., A.T., Van Helmond, J.A., Verte & J. W., Schrama. 2005. "Photoperiod affects groth, behaviour and stress variables in *Ciarías garíepinus*". Journal of Fish Biology, 67: 1029-1039.

Biswas, A., K., Maita, G., Yoshizaki & T.,Takeuchi. 2004. "Physiological responses in Nile tilapia exposed to different photoperiod regimes". Journal Fish Biology, 65: 811– 821.

Biswas, A., K., Seoka, Y., Inoue & K., Takii. 2005. "Photoperiod influences the growth, food intake, feed eficiency and digestibility of red sea bream (*Pagurus* mayor)". Aquaculture, 250: 666-673.

Jeney, G., M., Galeotti, Volpatti, Z., Jeney, D.P., Anderson. 1997. "Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan". Aquaculture,154: 1– 15.

Kori-Siakpere, O., M. G., Ogbe, & R. B., Ikomi. 2011. "Variations in Lactate Dehydrogenase and Creatine Kinase Activities in the Plasma of the African Catfish: *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) exposed to Sublethal Concentrations of Potassium Permanganate". Annals of Biological Research, 2 (2): 19-25

Leonardi, M. & A., Klempau. 2003. Artificial photoperiod influence on the immune system of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Hemisphere. Aquaculture, 221: 581– 59.

Lichtenberg, M. 2011. Evaluación Gonadal de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) Sometidas a Fotoperíodo LD 24:00 y LD 14:10; Bajo Condiciones de Estrés. Seminario de Título Para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. 59 pp.

Pankhurst, N. W., & G. , Van der Kraak. 2000. "Evidence that acute stress inhibits ovarian steroidogenesis in rainbow trout in vivo, through the action of cortisol". General and Comparative Endocrinology, 117: 225-237.

Rankin, C. & F., Jensen. 1993. Fish Ecophysiology. Chapman & Hall Ed., 276-280

Rotllant, J., R. J., Arends, J. M., Mancera, G., Flik, S. E., Bonga, & L. ,Tort. 2000. "Inhibition of HPI axis response to stress in gilthead sea bream (Sparus aurata) with physiological plasma levels of cortisol". Fish Physiology and Biochemistry, 23: 13-22.

Trenzado, C. 2004. Selección parental y dieta como estrategias de atenuación del estrés crónico en la trucha *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972). Tesis doctoral. Universidad de Granada, 371 pp.

Valenzuela, A., V Campos., F Yánez., K Alveal., P Gutiérrez., M Rivas., N Contreras., A Klempau., I Fernández., C Oyarzun. 2012. Application of artificial photoperiod in fish: a factor that increases susceptibility to infectious diseases?. Fish Physiology and Biochemestry DOI 10.1007/s10695-011-9580-2

VD Julio 2012

Universidad de Concepción
CHILE

Evaluación de riesgo de productos farmacéuticos DE USO VETERINARIO EN LA SALMONICULTURA

Felipe Tucca[1], Roberto Quiroz[2], Karla Pozo[3], Roberto Urrutia[1] y Ricardo Barra[1]
[1]Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
[2]Departamento de Química y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso.
[3]Centro de Investigación para Compuestos Tóxicos en el Ambiente, Masaryk University. República Checa.

La utilización de compuestos químicos como antiparasitarios y antibióticos han sido ampliamente requerida por la industria del salmón, con el propósito de tratar, prevenir y mitigar enfermedades que afectan negativamente su productividad

Figura 1. Etapas del proceso de evaluación de riesgo según Van Leeuwen y Hermens (1995) (Van der Oost *et al.*, 2003).

El evaluar el riesgo ambiental (ERA, Figura 1) en la industria implica poder plantearse ciertos procesos que midan aquellas magnitudes y probabilidades que afecten adversamente el ecosistema por el uso de este tipo de sustancias. Para ello, es necesario plantearse etapas que contribuyan al objetivo de evaluación, los cuales son definidos de la siguiente manera:

Identificación del peligro

Es la identificación de los efectos adversos, el cual puede ser causado por ciertas sustancias químicas.

Evaluación de exposición

Es la estimación de las concentraciones en los compartimentos medio ambientales de los compuestos químicos utilizados con fines antiparasitarios. La exposición a estas sustancias químicas puede ser evaluada, a través de mediciones de campo, o por medio de modelos matemáticos, siendo estimada la concentración que se esperaría en el ambiente (Predicted environmental concentration, PEC sigla en inglés).

Evaluación de efecto

Es la estimación de la relación entre dosis o niveles de exposición a los compuestos antiparasitarios y la incidencia o severidad de un efecto hacia un organismo no blanco (o no objetivo de acción del compuesto). Muchos de los expertos lo llevan a cabo con el fin de determinar el nivel o concentración sin efecto, el cual puede ser convertido en el nivel o concentración donde se espera que no ocurra un efecto adverso en el ambiente (Predicted non effect concentration or level, PNEC o PNEL, respectivamente) para otras especies.

Caracterización del riesgo

Es una integración de los primeros tres pasos del proceso de evaluación de riesgo en orden a estimar la incidencia y/o severidad de efectos deletéreos sobre organismos no blanco probables a ocurrir debido a la exposición a las sustancias antiparasitarias. La determinación de un cuociente de riesgo (Risk quotient, RQ sigla en inglés) a través de la razón PEC/PNEC combinado con un factor de seguridad permite cuantificar los riesgos en situaciones específicas. Esta caracterización puede realizarse además, a través de procedimientos probabilísticos, si es que hay suficiente información disponible respecto a la toxicidad de los productos sobre diferentes organismos no blanco.

Históricamente, la precaria evaluación del impacto de los compuestos utilizados en la industria del salmón, además de las presiones comerciales, han llevado a que Chile deba definir estrategias similares a las consideradas por países desarrollados (Japón, USA, Unión Europea), siendo necesarias para generar protocolos de evaluación de riesgos adaptados a las condiciones locales, pero aún falta trabajar mucho sobre este tema. El organismo público responsable de autorizar el uso de sustancias químicas es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) que a través de la Resolución N°665 toma protocolos del *International Cooperation on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Veterinary Medicinal Products* (VICH, siglas en inglés) con el fin de evaluar el impacto y registrar productos medicinales de uso veterinario. Es por ello que nuestro grupo de investigación se ha focalizado en el desarrollo de procedimientos que permitan cumplir los requerimientos del VICH con el objetivo entregarle a las autoridades e industrias las herramienta para evaluar y minimizar los potenciales riesgos ambientales en el uso de los compuestos químicos en la acuicultura.

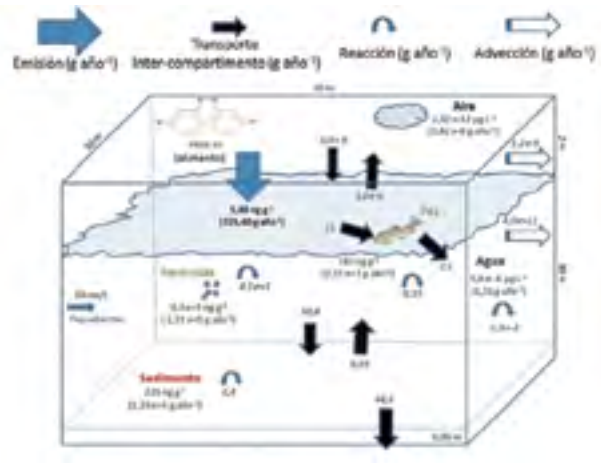


Figura 2. Modelo de fugacidad aplicado para un cultivo de salmón en el sur de Chile.

Dentro de los compuestos utilizados en la fase de engorda del cultivo de salmónidos, los antiparasitarios tienen un especial interés, debido a que sus mecanismos de acción son diversos y por ende podrían afectar a organismos no blancos cercanos a los centros de cultivo. Por otro lado cabe mencionar el uso de antibióticos que presenta efecto en las comunidades bacterianas patógenas y no patógenas del ambiente acuático.

Método de evaluación de exposición

Uso de Modelo

La medición de la cantidad del compuesto químico que afecta a un organismo, lo que llamamos exposición, es complicada debido a sus costos, logísticas y múltiples escenarios, siendo puntos importantes a considerar dentro de la evaluación. Una estrategia para estimar la exposición es el uso de modelos matemáticos que relacionen las propiedades físico-químicas y las condiciones ambientales características de un centro en etapa de engorda. Entre estos modelos encontramos el modelo de fugacidad que permite entregar un resultado de fácil entendimiento y uso práctico. Los modelos de fugacidad han sido propuestos para evaluar el riesgo ambiental de sustancias químicas dentro de procedimientos internacionales oficiales, lo que le da una connotación de un modelo fiable y eficiente. Esta clase de aproximación permite estimar y conocer el destino de compuestos antiparasitarios en el ambiente, siendo una ayuda teórica que determine los riesgos potenciales de estos compuestos desde una perspectiva de evaluación, simulando el peor caso posible y siendo una alternativa de gestión que determine el impacto de nuevos productos químicos. La Figura 2 muestra la aplicación de esta herramienta para el caso de un compuesto presente como contaminante en los alimentos de los salmones, el PBDE 47 caracterizado por ser persistente, bioacumulable y tóxico.

Uso de Muestreadores Pasivos

Otra alternativa es la medición de compuestos orgánicos biodisponibles en el ambiente acuáticos. El uso de muestreadores pasivos son básicamente aparatos diseñados para la retención selectiva de ciertos compuestos químicos presentes en el agua. En la figura 3 detallamos el despliegue de un muestreador pasivo tipo como por ejemplo los muestreadores integrativos de compuestos polares (POCIS, siglas en inglés) utilizado para el monitoreo de antibióticos. El uso de muestreadores pasivos es una alternativa para la medición clásica que permite lograr mayores sensibilidades (menores limites de detección), facilidad logística y bajo costo para realizar monitoreos extensivos integrando la geografía y temporalidad.

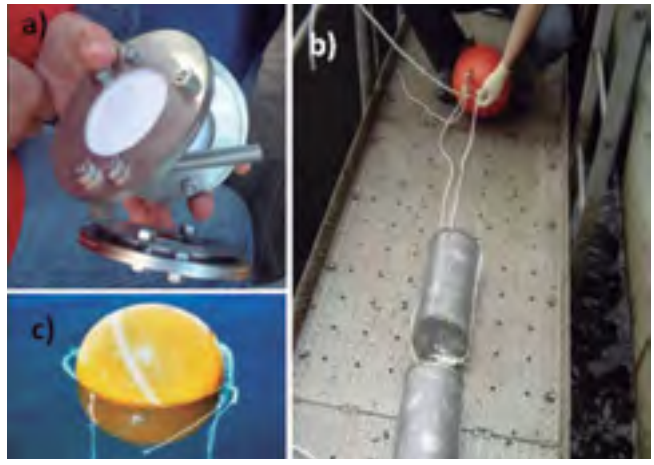


Figura 3. Esquema de despliegue de muestreadores pasivos tipo POCIS: a) Membrana en el soporte, b) montaje en las jaulas de protección y c) despliegue en cuerpo acuático.

Evaluación de efectos

Ensayos de toxicidad

Los bioensayos son una herramienta para evaluar experimentalmente la toxicidad de compuestos químicos. En general este tipo de mediciones se realizan con especies modelos que la mayoría de los casos no coinciden con las especies nativas que encontramos en las zonas donde se ubican los centros de cultivos. Utilizando a los antiparasitarios como compuestos modelos, hemos desarrollados bioensayos de toxicidad para una especie de la columna de agua *Tisbe longicornis* (copépodo) y otra bentónica *Monocorophium insidiosum* (Anfípodo), ambas caracterizadas por presentar una amplia distribución geográfica y ser especies no blancos de estos compuestos.

Utilizando estas estrategias, hemos desarrollamos las capacidades para describir la dinámica, el destino y potenciales efectos de los compuestos químicos utilizados por la industria salmonera. Con esta información contribuimos a la evaluación y reducción de los potenciales efectos con un enfoque ecotoxicológico, lo cual, permitirá resguardar la seguridad de especies no objetivo, ayudando a lograr a desarrollar una actividad acuícola sostenible y amigable con su medio.

Agradecimientos

Al Proyecto Fondecyt N° 1110719, Proyecto de inserción 78090009 y a la Beca Apoyo de Tesis Doctoral N° 24110019, otorgadas por la Comisión Nacional de Investigación y Tecnología (CONICYT).

Universidad de Concepción
CHILE

FICOLAB

Grupo de investigación microalgal

Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción

Dra. Patricia Gómez Vergara / FICOLAB-Grupo de Investigación Microalgal
Departamento de Botánica, Fac. de Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción
pgomez@udec.cl - www.ficolab.cl

Las microalgas son organismos fotoautótrofos de gran importancia ecológica ya que corresponden al primer eslabón de la cadena trófica en los ambientes acuáticos donde éstos habitan.

Algunas microalgas tienen gran potencial biotecnológico, pudiendo ser cultivadas con fines alimenticios, tanto para humanos como para animales, o bien, para la obtención de productos químicos específicos de elevado costo. Para ello, las microalgas son cultivadas en condiciones controladas o semi-controladas, de manera de obtener de ellas una biomasa tal que permita su aprovechamiento comercial.

Entre las principales ventajas del cultivo masivo de microalgas con fines biotecnológicos, figuran el hecho de que, al ser unicelulares, se dividen más rápido que cualquier otro organismo vegetal y que sus cultivos pueden establecerse en zonas desérticas, utilizando incluso agua salobre (o de mar), por lo que no compiten por los recursos requeridos por la agricultura. Además, su mejoramiento genético es relativamente fácil de lograr, todo lo cual es de suma importancia desde un punto de vista comercial. Algunas microalgas son ampliamente utilizadas en acuicultura, esto debido a su pequeño tamaño y composición bioquímica (e.g. contenido de vitaminas, pigmentos, proteínas y ácidos grasos poliinsaturados).

Además, algunos géneros son cultivados desde hace mucho tiempo como fuentes de pigmentos carotenoides (e.g. *Dunaliella* y *Haematococcus*) o bien como suplemento alimenticio para humanos (e.g. *Chlorella* y *Spirulina*). Recientemente, las microalgas están siendo consideradas, también como promisorias fuentes de aceite para la producción de biodiesel, debido a sus altas productividades y a que su cultivo puede aprovechar recursos no aptos para la agricultura tradicional.

¿Por qué investigar a las microalgas?

La interesante fisiología de muchas especies de microalgas, hace de ellas excelentes modelos biológicos para el estudio de rutas bioquímicas específicas. De hecho muchas microalgas han sido utilizadas para dilucidar mecanismos fisiológicos y moleculares en vegetales.

Desde el punto de vista aplicado, las microalgas representan una desconocida e inexplotada fuente de recursos naturales renovables. La variada geografía de nuestro país, ofrece una gran diversidad de ambientes en los que es posible encontrar microalgas con potencial biotecnológico; además, Chile posee grandes extensiones de terreno desértico, el cual podría ser ampliamente aprovechado para el cultivo masivo de microalgas con fines comerciales.

Los inicios de FICOLAB

A partir de 1987, y bajo el marco de un proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, se iniciaron las actividades de investigación en el Laboratorio de Cultivo de Microalgas, del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción. Bajo ese contexto, se adquirieron cepas de diferentes

especies del género *Dunaliella* de colecciones extranjeras, al mismo tiempo que se colectaron y aislaron varias cepas de este género (principalmente de la especie *Dunaliella salina*) de la zona Norte de Chile. Estas cepas dieron origen a la Colección de Cultivos de Microalgas, la cual se inició con la motivación de buscar nuevas cepas de ambientes hipersalinos para la producción de metabolitos secundarios de interés comercial. Por otra parte, desde el año 1992, y dentro del contexto del Proyecto FONDEF 2-72, se comenzaron a utilizar algunas microalgas de la Colección en bioensayos de toxicidad, con el objetivo de evaluar en ellas el efecto tóxico de una gran variedad de efluentes industriales y de sustancias utilizadas en la agricultura, silvicultura y acuicultura, en nuestro país.

La actividad actual de FICOLAB

La Colección de Cultivos de Microalgas de la UdeC (CCM-UdeC) es hoy la más grande de Chile. Se ubica físicamente en el Laboratorio de Cultivo de Microalgas perteneciente al Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción (FICOLAB). Desde sus inicios, la Colección se ha visto sustancialmente incrementada tanto en diversidad de especies como en número de cepas y, en la actualidad cuenta con aproximadamente 250 cepas de microalgas, las que abarcan tanto diversos grupos taxonómicos como diferentes cepas de una misma especie. Originalmente, la Colección estuvo representada casi exclusivamente por algas de agua dulce, principalmente Chlorophyta y Cyanobacterias; posteriormente, y en el marco de los Proyectos FONDEF AQ041-1022, DO7I-1017 y DO7I-1063 y de la asociación con el Centro COPAS Sur Austral (PFB 31/2007), se han incorporado cepas de microalgas marinas, incrementando la diversidad de grupos algales representados en el ceparío (ej. Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, Raphydophyceae).

Entre las Chlorophyta cabe destacar las cepas de los géneros *Dunaliella* (41 cepas pertenecientes a 8 especies) y *Haematococcus* (34 cepas de *H. pluvialis*), en ambos casos originarias tanto de distintas regiones de Chile como del extranjero. Una cantidad importante de cepas han sido incorporadas a la Colección gracias al trabajo de alumnos durante la realización de cursos o el desarrollo de tesis de pre y postgrado, mientras que otras han sido donadas por investigadores nacionales y extranjeros. Actualmente, la Colección CCM-UdeC, constituye un invaluable reservorio de biodiversidad microalgal para estudios de ciencia básica y aplicada.

El Grupo de Investigación Microalgal del Departamento de Botánica de la UdeC (hoy FICOLAB) ha ido creciendo en recursos humanos, infraestructura y equipamiento. Sus integrantes han realizado numerosas investigaciones de interés académico y comercial tanto en Chile, como en asociación con grupos de investigación extranjeros, abordando sobre todo aspectos fisiológicos, moleculares y taxonómicos de las microalgas.

Líneas de Investigación y proyectos en ejecución

Las líneas de investigación de FICOLAB incluyen:

- Biotecnología microalgal para la producción de metabolitos de alto valor agregado, alimento y biocombustibles.
- Taxonomía y sistemática de microalgas.
- Mejoramiento genético de cepas.
- Fisiología y fotobiología de cultivos.
- Microalgas nocivas.

Para el desarrollo de estas líneas, FICOLAB cuenta con un completo equipamiento derivado de una eficiente gestión de recursos, que ha permitido ejecutar exitosamente varios proyectos I&D y acceder a nuevo financiamiento (ver tabla).

Además, el financiamiento continuo logrado, ha permitido consolidar un equipo de trabajo altamente calificado en las diferentes disciplinas que abarcan las líneas de investigación en desarrollo.

Proyectos en ejecución (2011-2015)	
Subproyecto "Caracterización fisiológica de cepas de microalgas marinas y de agua dulce para la producción de biodiesel, alimento y compuestos de alto valor agregado, a escala de laboratorio", Código 09CTEI6861-04. Proyecto de Co-ejecución del Consorcio Algaefuels S.A	Proyecto de Co-ejecución del Consorcio Algaefuels S.A 09CTEI-6861, uno de los 3 consorcios de biocombustibles algales aprobados en el país, cuyo financiamiento proviene de CORFO, el Ministerio de Energía y empresas privadas.
Proyectos finalizados recientemente (2008-2012)	
FONDEF D07I-1017 "Biotecnología aplicada a la producción de alimentos y dietas balanceadas para optimizar el cultivo del Ostión del Norte"	En el cual se aislaron y caracterizaron cepas de microalgas nativas para la fabricación de alimento en pasta, destinado a la alimentación de moluscos bivalvos.
Proyecto FONDEF D07I-1063 "Manejo biotecnológico de microalgas oleaginosas nativas para la obtención de biodiesel"	En el cual se mejoró genéticamente a una cepa chilena, para optimizar su acumulación de lípidos y utilizar su biomasa en la fabricación de biodiesel.
Proyecto PFB31/2007 Programa de Financiamiento Basal de CONICYT al Centro COPAS de la UdeC	En el cual se aislaron cepas marinas (tóxicas y no-tóxicas) de las regiones X, XI y XII, se generó un cepario y se editó un catálogo fotográfico de fitoplancton marino del Sur de Chile (http://www.sur-austral.cl/).

Asociaciones importantes

FICOLAB mantiene una constante interacción con empresas del área de la biotecnología microalgal, entre ellas destaca la asociación con la empresa de producción de astaxantina Pigmentos Naturales S. A. y con el Consorcio AlgaeFuels S.A. Además, FICOLAB colabora académicamente con prestigiosas instituciones y grupos de investigación extranjeros como: Centro Oceanográfico de Vigo, España; Grupo de Investigación en Biotecnología y Fotobiología de la Universidad de Málaga, España; Brown University, USA; University of Rostock, Alemania; Massey University, Nueva Zelanda; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México; Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Venezuela.

Servicios

Dentro de los servicios ofrecidos por FICOLAB se encuentran:

- Venta de cepas de microalgas (aquellas que no están siendo usadas en actividades de investigación).
- Identificación morfológica y molecular de microalgas.
- Capacitaciones en aislamiento y cultivo de microalgas.
- Capacitaciones en taxonomía y análisis de fitoplancton.
- Capacitaciones en técnicas moleculares y de mejoramiento genético.
- Bioensayos de toxicidad (en asociación con el laboratorio de Bioensayos del Dpto. de Zoología y con el Centro EULA).

Además, FICOLAB organiza periódicamente cursos de verano (código SENCE y/o créditos Dirección de Postgrado-UdeC) en las siguientes temáticas: "Morfología y aproximaciones moleculares para el estudio de fitoplancton, con énfasis en microalgas nocivas", "Identificación de microalgas nocivas", "Ecofisiología y Fotobiología de Algas", "Caracterización molecular y mejoramiento genético de microalgas de importancia biotecnológica".

UNA HERRAMIENTA NUMÉRICA
para la gestión de centros de engorda de salmones

Roberto Riquelme[1], V. Alfredo Troncoso[2], Marco Salamanca[2], Patricio Campos[3].
[1] Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción.
[2] Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.
[3] Instituto de Ciencias y Tecnología de Puerto Montt, UNAP.
e-mail autor: rriquelm@ing-mat.udec.cl

Universidad de Concepción
CHILE

Financiamiento: Proyecto Fondef D04i-1333

Introducción

La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD) a niveles críticos al interior de las balsas jaulas trae consigo no sólo un aumento de la mortalidad, sino que también influye en el crecimiento y la salud de los peces. La calidad del agua en las jaulas de cultivo debe cumplir con las necesidades de oxígeno de los peces, en otras palabras, la concentración de oxígeno debe mantenerse sobre un nivel umbral. Para lograr ésto, el manejo de las densidades (kg $\times$ m^{-3}) por tamaño de peces es fundamental, ya que las tasas de consumo de oxígeno (respiración) dependen, alométricamente, del peso de los peces y de la temperatura del agua (Figura 1).

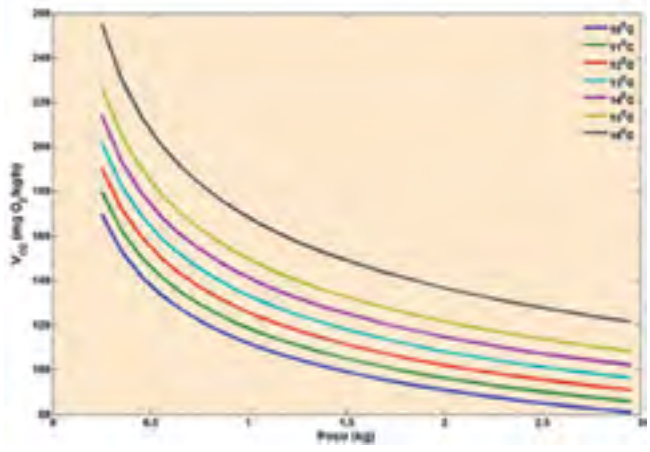


Figura 1. Tasas de respiración individual de *Salmo salar* en función del peso corporal y la temperatura del agua.

Sin duda que el manejo de las densidad de los salmones en engorda, es una variable crítica, porque el OD es un recurso limitante. En la naturaleza, las biomasas de los heterótrofos en los océanos es no mayor a mg $\times$ m^{-3} (Lalli y Parsons, 1995). Sin embargo, en los sistemas de cultivo, fácilmente puede sobrepasar los 10 Kg $\times$ m^{-3}. Tomando en cuenta que el mayor aporte de OD proviene de la fotosíntesis, al hacer un balance de masa entre el oxígeno producido *in situ* (producción primaria) y la respiración de la comunidad, incluidos los peces en cautiverio, este es negativo (Salamanca *et al.*, 2008). No obstante lo anterior, en la practica los peces viven y crecen al interior de las balsas-jaula, situación que se debe principalmente al recambio de agua, que trae más OD.

Mediciones de OD al interior de las balsas-jaula (10 m.) profundidad, realizadas en centros de engorda ubicados en Chiloé, muestran dramáticos decaimientos de la concentración y saturación del OD (Figura 2), que afectan el OD disponible, particularmente alrededor de períodos de mareas de cuadratura, donde la saturación puede caer a valores del 10%.

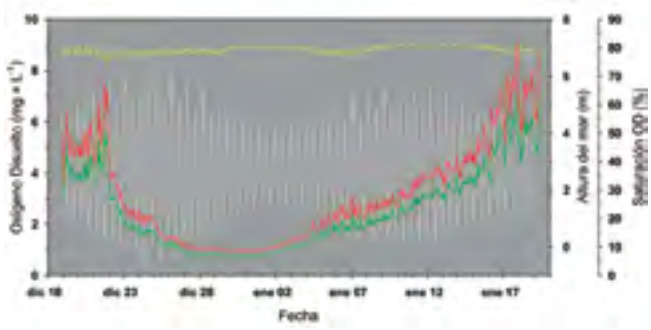


Figura 2. Serie de tiempo horaria (31 días) de OD al interior de una balsa-jaula de engorda de *Salmo salar.* Líneas verde: OD, amarilla: solubilidad OD, roja: saturación OD, y gris: altura del mar. (Salamanca *et al.*, 2008)

Describir el comportamiento del OD en una balsa jaula, permite definir acciones que ayuden a mejorar el manejo productivo y disminuir las consecuencias ambientales en un centro de cultivo como un todo: manejo de la densidad de la biomasa en cultivo en las diferentes etapas del ciclo biológico y productivo del salmón; optimización del uso del espacio del centro de cultivo, y minimización del impacto ambiental al mantener la concentración de OD en niveles tales que permiten el normal funcionamiento del ecosistema en el que está inserto el centro de cultivo.

Con la información anterior, se puede diseñar un programa de manejo de la biomasa máxima por jaula para mantener el optimo crecimiento de los peces, manejando el número de balsas por centro que permitan hacer los traspasos necesarios de peces para mantener la condición óptima operativa del centro. Mediante un modelo matemático (Gill, 1982, Mellor *et al.*, 1998, Nycander *et al.*, 2008) se puede realizar el cálculo de la biomasa optima por jaula. Con la aplicación del modelo de capacidad carga local o de una jaula, se pueden originar recomendaciones u opciones de manejo.

Desarrollo

El Proyecto Fondef D04i-1333 "Desarrollo de un Modelo para Predecir la Capacidad Ambiental de un Centro Acuícola y su Efecto en la Producción", abordó la temática relacionada con la

disponibilidad de oxígeno en un sistema sometido al uso intensivo de un volumen de agua discreto. Por lo tanto, evaluar, caracterizar y modelar estos sistemas requiere entender el funcionamiento del ecosistema donde se desarrolla esta actividad, conocer la fisiología del organismo frente a la variabilidad natural y artificial de la disponibilidad de oxígeno, producto del proceso de crecimiento en un ambiente espacial y volumétricamente limitado, para después modelarla con el fin de simular la respuesta de este ecosistema al impacto del recurso en cultivo. Esto permite ordenar la actividad acuícola, optimizando el ciclo productivo y así definir planes de gestión que permitan mejorar el estado sanitario y la productividad, manteniendo una calidad ambiental que permita que el ecosistema natural adyacente opere normalmente. El proyecto generó información científica básica cuantitativa, en términos de tasas de producción y consumo de oxígeno en un centro dedicado al cultivo de salmones. Esto permitió estimar la disponibilidad real de oxígeno para sustentar una actividad de cultivo que depende de la producción natural de este gas. Se generó un modelo matemático basado en el transporte advectivo de oxígeno y un balance entre los procesos que aportan y consumen oxígeno en un volumen de agua donde se realizan actividades de engorda de salmones. La complejidad de la modelación está en determinar de manera eficiente los diferentes parámetros involucrados, en particular determinar el valor de la función balance de oxígeno a través del tiempo, ya que en ella están involucradas los diferentes subsistemas que intervienen en el consumo y producción de oxígeno, incluyendo el consumo propio de la población que está en la jaula, a saber, donde:

$$\frac{\partial O}{\partial t} = -\frac{\partial (UO)}{\partial x} - \frac{\partial (VO)}{\partial y} - \frac{\partial (WO)}{\partial z} + K_1 \frac{\partial^2 O}{\partial x^2} + K_2 \frac{\partial^2 O}{\partial y^2} + K_3 \frac{\partial^2 O}{\partial z^2} + \alpha$$

O: es la cantidad de oxígeno residual (mg × L^{-1}) presente en la balsa jaula en el instante t, en el punto *(x,y,z)* dentro de la balsa jaula;
K: es la matriz diagonal de difusividad;
α: es el término que representa el balance entre consumos y aportes de oxígeno en el instante t en la posición *(x,y,z)*;
(u,v,z): el vector velocidad del agua.

Este modelo fue validado contra las observaciones de terreno que se realizaron a lo largo de la etapa de mediciones de esta variable que abarcó la caracterización de la variabilidad estacional de este gas. El grado de exactitud varió entre un 83 y un 78%, con lo cual se simularon algunos escenarios, como por ejemplo con la biomasa de salmones actuales en cultivo, con un 20% más y un 20% menos. Los resultados muestran que el oxígeno disminuye de 10 mg × L^{-1} afuera de una balsa jaula a 3,7 mg × L^{-1} (63%) en el interior. Si se aumenta la biomasa en cultivo un 20% el contenido de oxígeno disminuye a 2,5 mg × L^{-1} (75%), valor que es crítico para el crecimiento de los peces, y si la biomasa disminuye un 20% el oxígeno disminuye a 5,5 mg × L^{-1} (45%), manteniendo oxigenada la columna de agua teniendo un impacto positivo en el cuerpo de agua. Con la información anterior se puede diseñar un modelo matemático de manejo de la biomasa máxima por jaula para mantener optimo el crecimiento del pez, manejando el número de balsas por centro que permitan hacer los traspasos necesarios de peces para mantener la condición óptima operativa del centro.
Actualmente disponemos de un modelo que permite predecir el comportamiento del OD dentro de las balsas jaula considerando las siguientes variables de entrada:

- Geometría del centro, es decir, tipo de jaulas (redondas o circulares), dimensión, posición con respecto del eje principal de la corriente, distribución espacial (cuantas jaulas están en la balsa jaula, espacios entre ellas y su distribución en ella).
- Base de datos histórica de velocidad del agua.
- Base de datos histórica del OD en el agua (medido fuera de la jaula o antes de poner el centro).
- Biomasa por jaula.
- Tamaño de los peces por jaula.
- Temperatura del agua.

El modelo entrega diferentes salidas. Para poder tomar decisiones utilizando las salidas del modelo es conveniente modelar varios escenarios a partir de los datos históricos. A continuación se muestran salidas de una modelación de una balsa jaula, compuesta de 20 jaulas cuadradas de 30 × 30 × 30 m (27000 m^3), distribuidas en dos filas de 10 jaulas cada una sin separación entre ellas; las salidas corresponden al peor escenario que se podría tener utilizando los datos históricos, esto es, cuando el OD que trae el agua corresponde a los mínimos históricos y la corriente es paralela al eje principal de la balsa jaula (a lo largo de la jaula). Para ejemplificar las salidas del modelo hemos considerados cuatro velocidades de agua, hacemos notar que nuestro modelo puede trabajar con la serie de velocidades medidas. Las velocidades aquí consideradas son ideales para tener una mayor comprensión de las potencialidades del modelo propuesto.

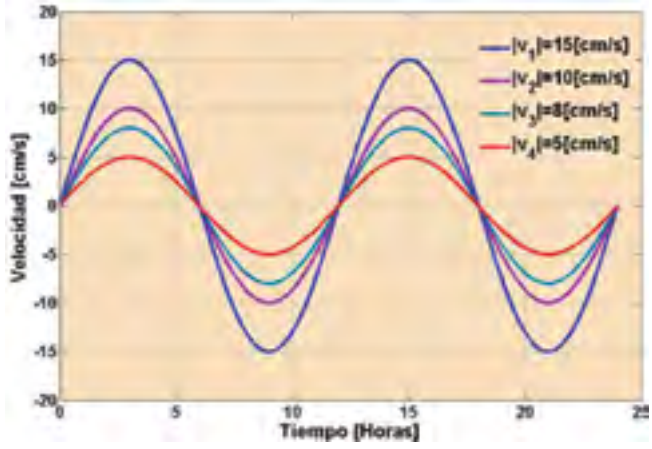


Figura 3. Velocidades consideradas para el presente trabajo durante un ciclo de 24 horas.

La Figura 3 muestra las velocidades que las llamaremos v_1, v_2, v_3 y v_4, y denotaremos por $|v_1| = 15$ cm × s^{-1} la magnitud máxima de la velocidad v_1, análogamente para las otras tres velocidades. El gráfico de la Figura 4 muestra el OD residente mínimo en la balsa jaula, para aguas que transportan 8 mg × L^{-1} de OD, densidad de peces de 14 kg × m^{-3}, temperatura 12°C, peces de 2,5 Kg.

Notemos que la velocidad del agua influye fuertemente en la ventilación de la jaula, en este caso, el peor escenario mostrado corresponde a las curvas rojas (v_4), cuya velocidad máxima absoluta es de 5 cm × s^{-1}, a esta velocidad el OD se obtiene

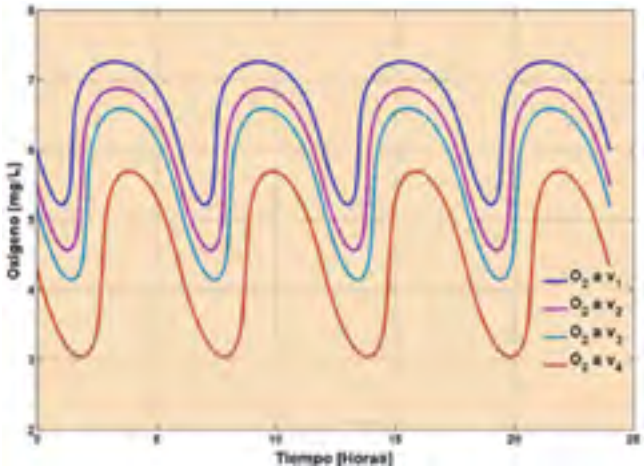


Figura 4. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 8 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, densidades de 14 kg × m^{-3} , y velocidades, V_1, V_2, V_3, y V_4 descritas en figura 3.

en una vecindad de la estoa y el mejor escenario mostrado corresponde a la curva azul (v_1), cuya velocidad máxima absoluta es de 15 cm × s^{-1}. Observando el comportamiento del OD queda muy claro que no se puede trabajar con velocidades promedios, ya que esta metodología no podría captar las bajas dadas por la hidrodinámica del océano.

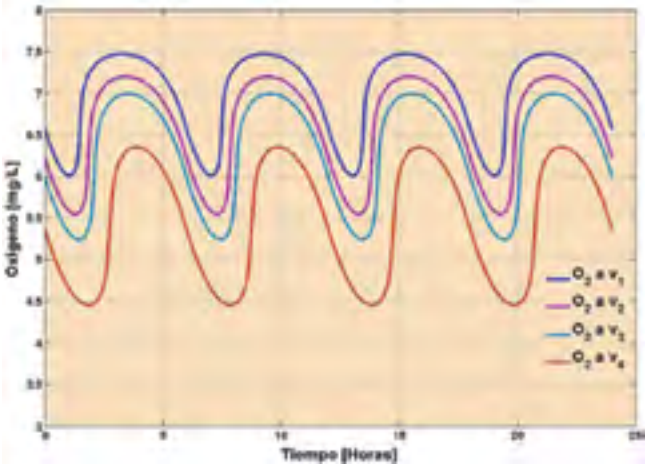


Figura 5. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 8 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, densidades de 10 kg × m^{-3} , y velocidades, V_1, V_2, V_3, y V_4 descritas en figura 3.

La Figura 5 muestra el comportamiento del mismo escenario anterior solamente modificando la densidad a 10 kg × m^{-3}.
La Figura 6 muestra el comportamiento del mismo escenario anterior solamente modificando la densidad a 20 kg × m^{-3}.
Esta figura deja claro que la biomasa optima de una balsa jaula depende de las condiciones hidrodinámicas del área, es decir, jaulas con ventilación menor (menor velocidad del agua) soportarían una menor biomasa. De las Figuras 4, 5 y 6 queda en manifiesto el efecto de la biomasa y la velocidad del agua en el comportamiento del OD dentro de la balsa jaula.

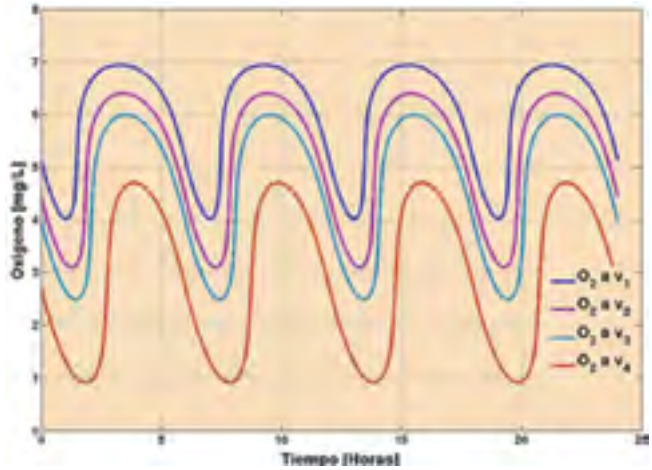


Figura 6. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 8 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, densidades de 20 kg × m^{-3}, y velocidades, V_1, V_2, V_3, y V_4 descritas en figura 3.

Otra variable que afecta el comportamiento del OD es la cantidad de gas que trae el agua, en la Figura 7 se simulan parcelas de aguas que traen 4 mg × L^{-1} de OD, la densidad de peces es de 14 kg × m^{-3}, la temperatura del agua es de 12ºC, el peso de los peces de 2,5 kg .

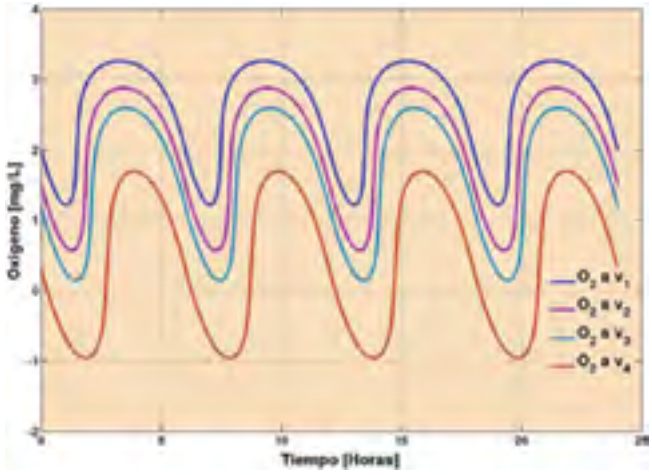


Figura 7. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 4 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, densidades de 14 kg × m^{-3}, y velocidades, V1, V2, V3, y V4 descritas en figura 3.

Aquí todos los escenarios no son favorables. La interpretación de las salidas es muy importante ya que en el océano el OD en el agua no puede ser negativo, esto quiere decir, que se producirá mortalidad para mantener el equilibrio, en particular la simulación para la velocidad en rojo (v_4) es cuando se producirá la mayor mortalidad. Un modelo como este permite hacer simulaciones de escenarios manteniendo las velocidades fijas, temperaturas, geometría y cantidad de OD que trae el agua para encontrar cual sería la mejor elección de biomasa (Figura 8). La ubicación de la balsa jaula también influye en el oxígeno dentro de la jaula, manteniendo las mismas condiciones de la Figura 8, pero ubicando la balsa jaula de manera que la corriente es perpendicular

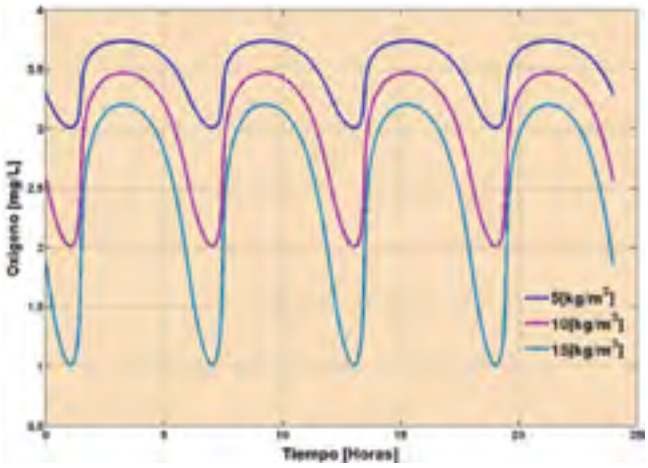


Figura 8. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 4 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, velocidad v_1 descrita en figura 3 y tres biomasas (5, 10 y 15 Kg × m^{-3}).

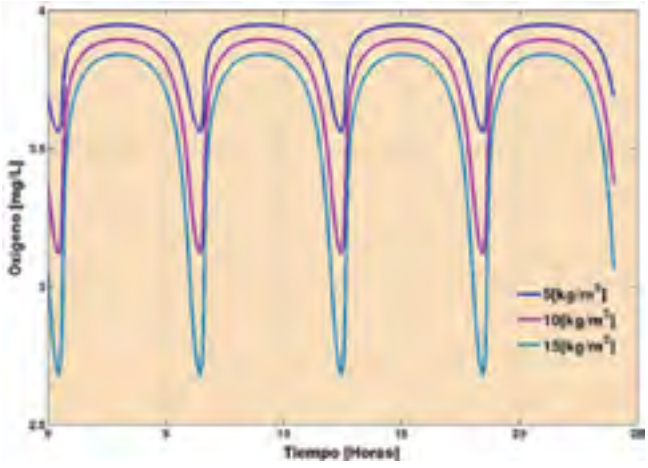


Figura 9. Salida gráfica de simulaciones, para 24 horas de oxígeno disuelto mínimo residente, con OD inicial de 4 mg × L^{-1}, temperatura de 12°C, peces de 2.5 Kg, velocidad V_1 descrita en figura 3 y tres biomasas (5, 10 y 15 Kg × m^{-3}).

al eje principal de la balsa jaula se obtiene la Figura 9. En esta salida el oxígeno residente mejora mucho con respecto al anterior. Todas las salidas gráficas más otras simulaciones pueden resumirse en tablas que permiten una mejor comprensión de los resultados.

Las salidas de veintisiete simulaciones son mostradas en la Tabla 1. En ella se aprecian los efectos de la temperatura, la biomasa y el OD que trae el agua a una velocidad de magnitud máxima de 15 cm × s^{-1}. El peor escenario corresponde a concentraciones de OD 6 mg × L^{-1}, densidades de 20 kg × m^{-3} y temperaturas de 14°C, donde el OD mínimo residual alcanza valores críticos inferiores a 1 mg × L^{-1}.

Las salidas de veintisiete simulaciones son mostradas en la Tabla 2. En ella se aprecian los efectos de la temperatura, la biomasa y el oxígeno disuelto que trae el agua a una velocidad de magnitud inferior a Tabla 1, con máxima de 10 cm × s^{-1}. El peor escenario corresponde a concentraciones de OD 6 y 7 mg × L^{-1}, densidades de 20 kg × m^{-3} y temperaturas de 10, 12 y 14°C, donde el OD mínimo residual alcanza valores críticos inferiores a 1 mg × L^{-1}.

[v] =1.5 (cm × s^{-1}) Peso=1,5 (kg)		Temperatura		
		10°C	12°C	14°C
Biomasa (kg × m^{-3})	OD entrada (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})
10	6.0	4,0	3,7	3,4
15	6.0	3,0	2,5	2,0
20	6.0	2,0	1,4	0,8
10	7.0	5,0	4,7	4,4
15	7.0	4,0	3,5	3,0
20	7.0	3,0	2,4	1,8
10	8.0	6,0	5,7	5,4
15	8.0	5,0	4,5	4,0
20	8.0	4,0	3,4	2,8

Tabla 1. Resultados del modelo. Oxígeno residual al interior de balsa jaula para peces de 1.5 Kg y corriente de 15 cm × s^{-1}, a lo largo del eje principal, para tres concentraciones de oxígeno, tres temperaturas, y tres densidades.

[v] =1.0 (cm × s^{-1}) Peso=1,5 (kg)		Temperatura		
		10°C	12°C	14°C
Biomasa (kg × m^{-3})	OD entrada (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})	OD mínimo jaula (mg × L^{-1})
10	6.0	3,5	3,2	2,8
15	6.0	2,2	1,7	1,2
20	6.0	0,9	0,3	-0,4
10	7.0	4,5	4,2	3,8
15	7.0	3,2	2,7	2,2
20	7.0	1,9	1,3	0,6
10	8.0	5,5	5,2	4,8
15	8.0	4,2	3,7	3,2
20	8.0	2,9	2,3	1,6

Tabla 2. Resultados del modelo. Oxígeno residual al interior de balsa-jaula para peces de 1.5 Kg y corriente de 10 cm × s^{-1}, a lo largo del eje principal, para tres concentraciones de oxígeno, tres temperaturas, y tres densidades.

Conclusiones

Para poder simular el OD residente en una balsa jaula, a través del tiempo, hay que considerar todos los factores involucrados en el sistema, es decir, la geometría (redondas, cuadradas) y distribución de la jaulas (trenes, número de módulos, ubicación), serie de tiempo del oxígeno disuelto y la temperatura del agua, velocidad y dirección de la corriente, biomasa, peso y densidad de los peces. Adicionalmente se debe trabajar con valores evolutivos en el tiempo y no con valores promedios. Actualmente disponemos de un modelo que considera todas las variables descritas, aún más, nuestro modelo es tridimensional, varia la geometría a voluntad considerando inclusive separación entre jaulas y puede considerar densidades distintas y pesos distintos entre las jaulas de una misma balsa jaula. Para abordar el tema del oxígeno en una balsa jaula se debe tratar como un todo, no se puede modelar una jaula sin considerar el efectos de las restantes jaulas dentro de una balsa jaula. La modelación en general resulta una herramienta de bajo costo, rápida y muy útil para la toma de decisiones.

Bibliografía

Gill, A. E. (1982). Atmosphere-Ocean Dynamics. Academic Press.

Lalli, C.M. & T. Parsons (1995). Biological Oceanography: an introduction. 2nd ed. Elsevier.

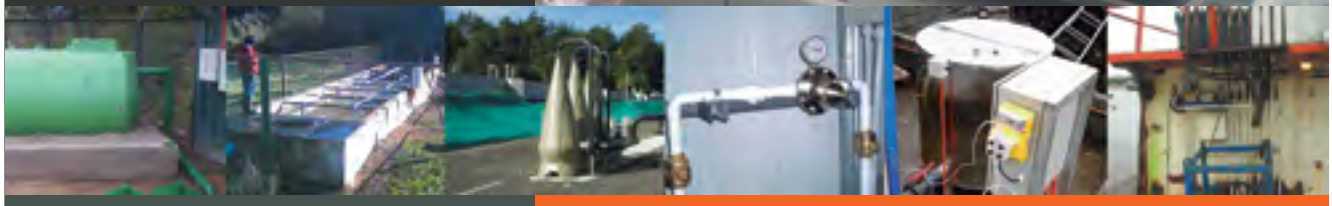
Mellor, G.L., L.-Y. Oey & T. Ezer (1998). Sigma coordinate pressure gradient errors and the seamount problem. *J. Atmos. Oceanic Technol., 15*: 1122-1131.

Nycander, J., A. Hogg & L. Frankcombe (2008). Open boundary conditions for nonlinear channel flow. *Ocean Modelling, 24*: 108-121.

Salamanca, M., V.A. Troncoso, R. Riquelme y P. Campos. (2008). Desarrollo de un modelo para predecir la capacidad ambiental de un centro acuícola y su efecto en la producción. Proyecto Fondef D04i-1333. Informe Final.

KEBT Chile SPA

Empresa chilena especializada en el manejo, conducción y tratamiento de fluidos y gases utilizados en procesos industriales



Amplia gama de productos utilizados en Obras y Construcciones, ligadas a la hidrometalurgia, y procesos de cultivos acuícolas.

Avanzada tecnología y materiales de primer nivel para el montaje de sus proyectos. Asesorando en cada etapa de sus proyectos o requerimientos.

Equipo de profesionales de alto nivel para atender sus requerimientos y suministrar las líneas de productos más eficientes y económicas que su empresa requiere para el manejo, control y tratamiento de Gases y Líquidos.

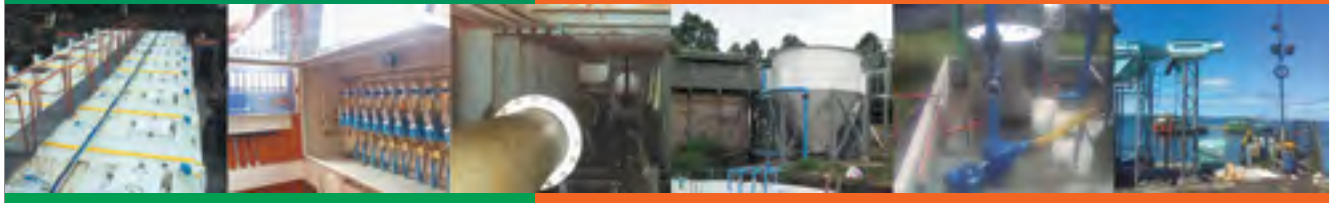
PRODUCTOS

- DIFUSORES CERÁMICOS Y MEMBRANA.
- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.
- PLANTAS DE RILES.
- CONOS DE OXIGENACIÓN.
- REDES DE OXIGENACIÓN PARA PISCICULTURAS.
- REDES DE OXIGENACIÓN PARA BARCOS DE TRANSPORTE DE SMOLTS.
- DIFUSORES MANGUERA MICROPOROSA.
- CONSTRUCCIÓN Y MANTENCIÓN DE PRODUCTOS EN FRP (FIBRA DE VIDRIO).
- EQUIPOS DE ENSILAJE DE PECES.

SERVICIOS

- CABLEADO DE EDIFICACIONES.
- MANTENCIÓN ELÉCTRICA Y METÁLICA.
- CONFECCIÓN DE CARPETAS AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
- MONTAJE DE EQUIPOS Y MANTENCIÓN.

opción 09 443 3504



CONTACTO: infoaerbs@gmail.com / Móvil: 9802 4148 / PUERTO MONTT

UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado
Dirección Académica de Postgrado
EXCELENCIA
& CALIDAD
ACREDITADA EN 5 ÁREAS ESTRATÉGICAS
5 AÑOS ACREDITADA
2008 - 2013
GESTIÓN INSTITUCIONAL - DOCENCIA DE PREGRADO - INVESTIGACIÓN
DOCENCIA DE POSTGRADO - VINCULACIÓN CON EL MEDIO
7 PROGRAMAS DE DOCTORADO
29 PROGRAMAS DE MAGÍSTER
26 PROGRAMAS DE ESPECIALIDADES
postgrado.ufro.cl
postgrado@ufro.cl
Dirección Académica de Postgrado / Universidad de La Frontera / Av. Francisco Salazar 01145, Temuco - Chile / Fono (56) (45) 325069 - Fax 734023

Lodos de pisciculturas en agua dulce: UN PROBLEMA CON SOLUCIÓN VALÓRICA

Centro de Investigacion en BioRecursos

Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Recursos Orgánicos

Rodrigo A Mella-Herrera[1]*, María Cristina Diez Jerez[1,2]

[1]Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos (CIDGRO), Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

[2]Núcleo Científico y Tecnológico en Biorecursos (BIOREN), Universidad de la Frontera, Temuco Chile.

*romella@ufro.cl

De un tiempo a esta parte, la industria del salmón en Chile ha ido recuperando su jerarquía en el mercado internacional debido no solo a su mejor relación con los socios de negocios, sino que a la implementación de prácticas que mejoran las condiciones sanitarias que tenían en el pasado. Estas prácticas impulsadas por cambios en los marcos regulatorios han hecho que esta industria crezca y se modernice. Sin embargo, todavía existen problemas asociados a esta actividad industrial que no se han resuelto y que necesitan ser abordados con una perspectiva de sustentabilidad, en donde las iniciativas de investigación y desarrollo se vislumbran como una herramienta necesaria para resolver las dificultades de una manera armónica con el medio ambiente, además de ser una opción para abaratar costos de producción.

Actualmente, Chile es el segundo productor mundial de salmón, abarcando el 30% de la producción mundial. Esta alta producción ha generado un incremento considerable en el número de pisciculturas en cuerpos de agua dulce para la producción de ovas (huevos de los peces), alevines y smolt. Junto a lo anterior, en los últimos años se han comenzado a implementar nuevas pisciculturas en agua dulce para mantener a los reproductores evitando la propagación del virus ISAv (Anemia Infecciosa del Salmón) el cual no se desarrollaría en este medio. Es así, como a la fecha existen en Chile 228 pisciculturas establecidas, de las cuales 174 se encuentran entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos, según datos entregados por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA, 2011), además, existe un número no cuantificado de pisciculturas rurales informales en la las mismas regiones. De esto se puede desprender, que la cantidad de recursos (residuos) generados que no han sido aprovechados en esta actividad son elevados y seguirán en aumento.

Los lodos de piscicultura se producen en gran parte por el tratamiento de los riles provenientes de los procesos industriales del salmón. Como lodo de piscicultura se define a todo residuo semisólido obtenido de la operación de los sistemas de tratamiento de residuos líquidos de las pisciculturas (NCh No 2796 Of. 2009). Generalmente, las pisciculturas de agua dulce cuentan con un tratamiento básico de residuos que consiste en sistemas de decantación para retener el material sólido, principalmente excretas y exceso de alimento no consumido, sin embargo, muchos de los nutrientes disueltos en el agua generan un alto potencial de contaminación para el medio acuático. Esto se debe a que el remanente de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que permanecen disueltos en el agua, genera la eutrofización de los cuerpos hídricos. En la actualidad, esta contaminación ha comenzado a afectar directamente a la comunidad ya que las aguas utilizadas por debajo de estos centros de producción llegan a los lagos y ríos aledaños a ciudades, interfiriendo negativamente el turismo en localidades, tales como Villarrica en la región de la Araucanía.

Como se mencionó anteriormente, estos residuos semisólidos tienen directa relación con: el alimento no consumido, excretas de peces, orinas, restos de antibióticos suministrados, desinfectantes y químicos utilizados en los lavados de los estanques, ya sea en la producción o en la limpieza de los estanques de crianza.

En general los lodos de las pisciculturas son sólo estabilizados y dispuestos para mitigar el impacto ambiental, sin embargo, este tipo de residuos tiene un potencial energético que podría ser utilizado por piscicultores para hacer más ambientalmente amigable su empresa y disminuir los costos de producción. Considerando que en Chile la cosecha total de salmónidos y otros peces alcanza las 850 mil ton/ año, esto debería generar alrededor de 293 mil ton/año de lodo, los que al ser tratados adecuadamente reciclados y revalorizarlos traerían consigo un alto beneficio económico, social y ambiental. En este sentido, existe una tendencia internacional de referirse a los residuos como recurso y no como desechos.

El suministro de alimento es el principal causante de deterioro de la calidad del agua debido a que no es del todo aprovechado. En muchos sistemas de producción piscícola en estanques, solamente el 30% de los nutrientes suministrado son convertidos en producto, el resto es acumulado en los sedimentos o liberado en el efluente (Pardo *et al.*, 2006). Esto provoca en los efluentes de las pisciculturas un aumento de nutrientes los que pueden dar paso a la eutrofización de ríos y lagos. En una primera fase de la eutrofización se genera un aumento explosivo de algas en la superficie sistema acuático, esto impide que la luz incida en las zonas mas profundas del sistema, lo que a su vez causa una dis

minución de la fotosíntesis y por consiguiente una disminución del oxígeno disuelto en el agua. Esta baja de oxígeno disuelto además, se ve afectada por un aumento en la respiración aeróbica en fondo del sistema acuático debido a la descomposición de materia orgánica generada por bacterias y hongos. De esta forma, ríos y lagos pueden llegar a formar un ambiente microoxico o anóxico, lo que conlleva a una profunda alteración de la flora y fauna nativa. Lo anterior, genera la necesidad de desarrollar tratamientos alternativos y eficaces a los residuos generados por las pisciculturas, que sean llamativos y fácilmente apropiables por pequeños y medianos empresarios. Es decir, que no signifiquen un gasto excesivo, sino que por ejemplo, sean una alternativa para generar subproductos en la empresa y que por sobretodo sea un método efectivo para la mitigación de el impacto ambiental que generan estas empresas.

A nivel nacional los lodos primarios de pisciculturas son escasamente estabilizados o tratados antes de ser eliminados, por lo que la mayor parte de estos son usados como rellenos sanitarios con el consiguiente riesgo de contaminación ambiental y daño para la población humana. Otra de las prácticas usada comúnmente por los piscicultores para estabilizar lodos primarios, es el empleo de canchas de secado, las cuales, no han dado un resultado exitoso, ya que generan problemas ambiéntales como mal olor, esto debido a la baja eficiencia que el sistema presenta, lo que a su vez se ve agravado en zonas con baja temperatura ambiental. Por otra parte, a la fecha no existe un estudio exhaustivo en donde se caractericen estos residuos generados después de su secado, los que podrían contener restos de antibióticos, microorganismos resistentes a estos antibióticos y residuos químicos entre otros.

Entre los últimos años se han realizado varias tesis de pregrado relacionadas con el tratamiento los lodos de pisciculturas. En todos los casos, los volúmenes con los que se trabajaron fueron a escala de laboratorio donde se destaca una caracterización mas profunda en términos fisicoquímicos, biológicos y orgánicos de lodos de diferentes pisciculturas. En una de ellas se logró estabilizar los lodos mediante el uso de lombrices y compostaje llamado “vermicompostaje”, alternativa que demostró ser muy eficaz (Rossi, 2003). En otro trabajo se aprovechó la materia orgánica del efluentes de pisciculturas en el engorde de camarón de río del sur, que trajo como mayor resultado la disminución de carga orgánica particulada en los efluentes de pisciculturas (Palma, 2004). Marquez (2005), estudió la digestión anaerobia como método de aprovechamiento y estabilización de los lodos de pisciculturas y concluyó que una vez estabilizados, los lodos son aptos para ser utilizados en suelos forestales, agrícolas y en la recuperación de suelos degradados lo que se traduce en un alto valor como fertilizante orgánico.

Por otro lado, Morgan (2007) demostró que los lodos de piscicultura una vez estabilizados mediante compostaje, cumplen con la NCh 2880 Of 2004 sobre presencia de coliformes fecales, Salmonella sp, olores, humedad, metales pesados (Cd, Cu, Pb, Zn), conductividad eléctrica, relación C/N, pH y contenido de materia orgánica lo que sugiere que es un buen método de estabilización aunque es necesario hacer un estudio mas acabado en términos de cantidad de antibióticos, detergentes, productos farmacéuticos, productos orgánicos persistentes, entre otros, que pueden eventualmente llegar a cultivos agrícolas y/o flujos de aguas territoriales.

Tecnologías disponibles para estabilización del lodo:
Digestión anaerobia, digestión aerobia, compostaje (incluyendo vermicompostaje), secado térmico, estabilización con cal, e incineración.

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Compostaje	Elevada remoción de Sólidos volátiles (>70%) y DQO (>80%) Destrucción de patógenos Bajo capital de inversión	Baja eficiencia Vulnerable a cambios climáticos Malos olores Lixiviados con carga química
Estabilización con Cal	Eliminación de patógenos Eliminación de olores Tiempos cortos	Aumento de la masa Alto pH Inaplicable en suelos Agrícolas Post tratamiento
Tratamiento Térmico	Contenido de sólido entre 30 y 50% Sin utilización de productos químicos Destrucción de patógenos Alto poder calorífico No depende de su composición	Elevado costo Genera subproductos no deseados Malos olores Alto consumo energético
Canchas de Secado	Bajo costo Escaso mantenimiento	Baja eficiencia Malos olores Inadecuado en climas fríos Grandes superficies
Digestión Aerobia	Reducción de sólidos volátiles Bajo DBO en liquido Sin olores Aplicable a suelos Agrícolas Fácil de manejar Bajo capital inicial Destrucción de patógenos	Alto consumo energético Dependiente de su composición Dependiente de la temperatura
Digestión Anaerobia	Reducción de sólidos volátiles Bajo DQO Destrucción de patógenos Producción de biogas Aplicable a suelos Agrícolas Disminución de Nitrógeno	Elevado costo Producción de CO2 Largos tiempos de retención Ato costo de mantenimiento y funcionamiento
Vermicompostaje	Bajo costo Reutilización de nutrientes Aplicable en suelos agrícolas	Tiempos largos de operación No apto para grandes volúmenes
Incineración	Destrucción de patógenos Utilización de cenizas en la industria del cemento	Altos costos de construcción, mantenimiento y operación Generación de gases con efecto invernadero

Tabla 1. Tipos de estabilización de lodos de pisciculturas

Una de las características que presentan los lodos es su alto contenido en materia orgánica y compuestos nitrogenados, debido a los desechos metabólicos generados por los peces, lo que les permite alcanzar un alto valor como fertilizante, una vez manejados y tratados (Gebauer, 2004). Estos desechos corresponden fundamentalmente a alimento no consumido, fecas, orina, amonio, fósforo, nitrógeno, antibióticos, vacunas y desinfectantes; los cuales representan un potencial riesgo de contaminación para el medio ambiente. Una aproximación de la composición en peso seco de los lodos de pisciculturas es, Proteína 21%, Lípidos 9%, Nitrógeno 35%, Fósforo 5% y Cenizas un 30%. De esto se desprende que existen un alto porcentaje de nutrientes que podrían ser aprovechados implementando diferentes tecnologías.

Una de estas tecnologías la del compostaje es llamativa, ya que existiría una valorización de estos residuos al ser utilizados como mejoradores de suelo para uso agrícola. En este sentido aun no existen estudios exhaustivos que permitan aseverar fehacientemente la ausencia de contaminantes como antibióticos, desinfectantes, residuos químicos y microorganismos patógenos para la flora y fauna nativa. Otra de las tecnologías que se abre como una alternativa valorativa para reutilizar los nutrientes y que han sido implementadas con éxito en el hemisferio norte, es la digestión de lodos primarios de pisciculturas mediante digestores anaeróbicos. Este tratamiento de lodos primarios genera biogas el cual puede ser utilizado en diferentes partes del proceso productivo, por ejemplo, en la calefacción de los estanques de crecimiento de ovas. También el biogas puede ser utilizado en la generación de electricidad necesaria para el funcionamiento de bombas en la recirculación de estanque por ejemplo o para abastecer de energía los filtros rotatorios necesarios para el la eliminación de el material en suspensión.

Otra alternativa para el tratamiento de lodos primarios, es la digestión aeróbica termofílica autotermal o ATAD la que se a implementado con éxito en Noruega, Dinamarca y Canadá. Esta consiste en la utilización de bacterias aeróbicas que generan normalmente calor mediante un proceso fermentativo, reduciendo así macromoléculas complejas que se encuentran en los lodos las que posteriormente pueden ser utilizadas en un proceso anaeróbico. Esta digestión aeróbica además permite utilizar el lodo estabilizado como fuente de nutrientes para la agricultura.

Por otra parte, una de las alternativas más atractivas para tratar lodos primarios de pisciculturas, así como también los riles, y de esta manera utilizar los nutrientes que estos poseen, es la Acuaponia, que consiste en la combinación de cultivos de peces, plantas, anélidos y/o microalgas. Los nutrientes excretados por los peces y el alimento no consumido entrega la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas y/o anélidos, y por otra parte, el amonio es utilizado por microorganismos fotosintéticos para la producción de biomasa la cual puede tener un uso energético y/o alimentario.

Todas estas tecnologías presentan ventajas y desventajas, y es necesario estudiar cada una de las etapas de los procesos productivos para conocer como pueden ser mejoradas y optimizadas desde un punto de vista medio ambiental y social. Dentro de estos estudios, uno de los elementos más importantes que es necesario realizar es un análisis fisicoquímico y microbiológico detallado de cada residuo, ya sea semisólido, líquido o gaseoso,

ya que de esta forma se puede conocer detalladamente la materia prima con la que se trabaja. En este sentido la implementación de diferentes técnicas de biología molecular han sido y serán una herramienta reconocida en el momento de diagnosticar enfermedades, identificar agentes patógenos, así como también en la individualización de bacterias resistentes a antibióticos y elementos genéticos transmisibles que causan esta resistencia. De esta manera se puede hacer un diagnostico temprano de las enfermedades y de esta manera un tratamiento que vaya al origen del problema.

Existe mucho por hacer y los desafíos son grandes pero con la implementación de proyectos de investigación y desarrollo las brechas serán aun menores, siempre procurando mantener un equilibrio natural y el buen manejo de nuestros recursos hídricos.

Recuerde

"Un residuo es un recurso NO un desecho"

Referencias

Gebauer, R. (2004). "Mesophilic anaerobic treatment of sludge from saline fish faro effluents with biogas production". Boiseurce Technology 93:155-167.

Palma, R. (2004). "Aprovechamiento de Materia Orgánica de Efluentes de Instalaciones de Producción de Salmones en Pisciculturas, en el Engorde de Camarón de Río del Sur". Tesis Universidad Católica de Temuco.

Rossi, S. (2003). "Uso de lombrices para tratamiento de lodo primario de efluentes de pisciculturas, IX Región de La Araucanía". Tesis Universidad de La Frontera.

Marquez, C. (2005). "Estudio del Tratamiento de Lodos provenientes de Pisciculturas mediante Sistema de Digestión Anaerobio". Tesis Universidad Católica de Temuco.

Morgan, I. (2007). Tesis Universidad de La Frontera "Estabilización mediante compostaje de lodos de la piscicultura Coipúe". Tesis Universidad de La Frontera.

VISIÓN DE FUTURO
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE TEMUCO
MGA
MGA
MGA
MGACUICULTURA
LA NUEVA GENERACIÓN
MAGISTER EN GESTIÓN DE LA ACUICULTURA
WWW.MGACUICULTURA.CL
AV. RUDECINDO ORTEGA 02950 (CAMPUS NORTE) / FONO 205511 - FAX 205503
MGACUICULTURA@UCT.CL / CASILLA 15-D / TEMUCO / CHILE

UNIVERSIDAD
CATOLICA DE
TEMUCO
INGENIERIA EN
ACUICULTURA
Acreditada
REFRESCA
TU FUTURO
...ESTUDIA ACUICULTURA
Contáctanos
Escuela de Acuicultura UC Temuco, Campus Norte
Av. Rudecindo Ortega 02950 - Teléfono 045-205511
acuicultura@uct.cl
Temuco, La Araucanía, Chile
acuicultura.uct.cl

UNIVERSIDAD CATOLICA DE TEMUCO

SEGUNDA VERSIÓN

MAGISTER EN GESTIÓN DE LA ACUICULTURA

El satisfactorio nivel académico y el importante número de interesados alcanzados en nuestra primera versión, nos impulsa a presentar nuestra Segunda Versión para el mes de Enero 2013.

El Programa de Magíster en Gestión de la Acuicultura es de carácter profesional y está diseñado en la modalidad Blended-Learning para aprovechar las ventajas de la educación presencial y a distancia, considerando el perfil de ingreso de los alumnos, los cuales se desempeñan en la industria acuícola.

Lo expuesto converge adecuadamente para continuar con el plan de desarrollo académico estratégico de la Escuela de Acuicultura, implementando el programa de postgrado aquí presentado, el que, a la vez, forma parte de la estrategia de educación continua de la UC Temuco.

Objetivo General del Programa

Dictar un programa de Magister en Gestión de la Acuicultura, de orientación profesional, que incremente la capacidad de los profesionales para enfrentar la gestión de empresas con las innovaciones técnicas, económicas y ambientales que eleven la competitividad de la industria en que se inserten.

Requisitos de postulación

1. Profesionales que estén en posesión de grado de licenciado o título profesional universitario equivalente, extendidos por universidades chilenas o extranjeras, pertenecientes preferentemente al área de las ciencias acuáticas (Acuicultura, Pesquerías, Biología Marina) Ecología y Medio Ambiente o vinculados a la industria acuícola.
2. Capacidad para comprender literatura en idioma inglés.
3. Entrevista con el comité académico del programa.
4. Tener conectividad a Internet.

Perfil del Postulante

Profesionales del área acuícola o afines interesados en profundizar sus conocimientos mediante estudios de posgrado en la gestión de la Acuicultura.

Programa Especial de Titulación de Ingeniería en Acuicultura (PET)

Grado: Licenciado en Acuicultura
Título: Ingeniero en Acuicultura

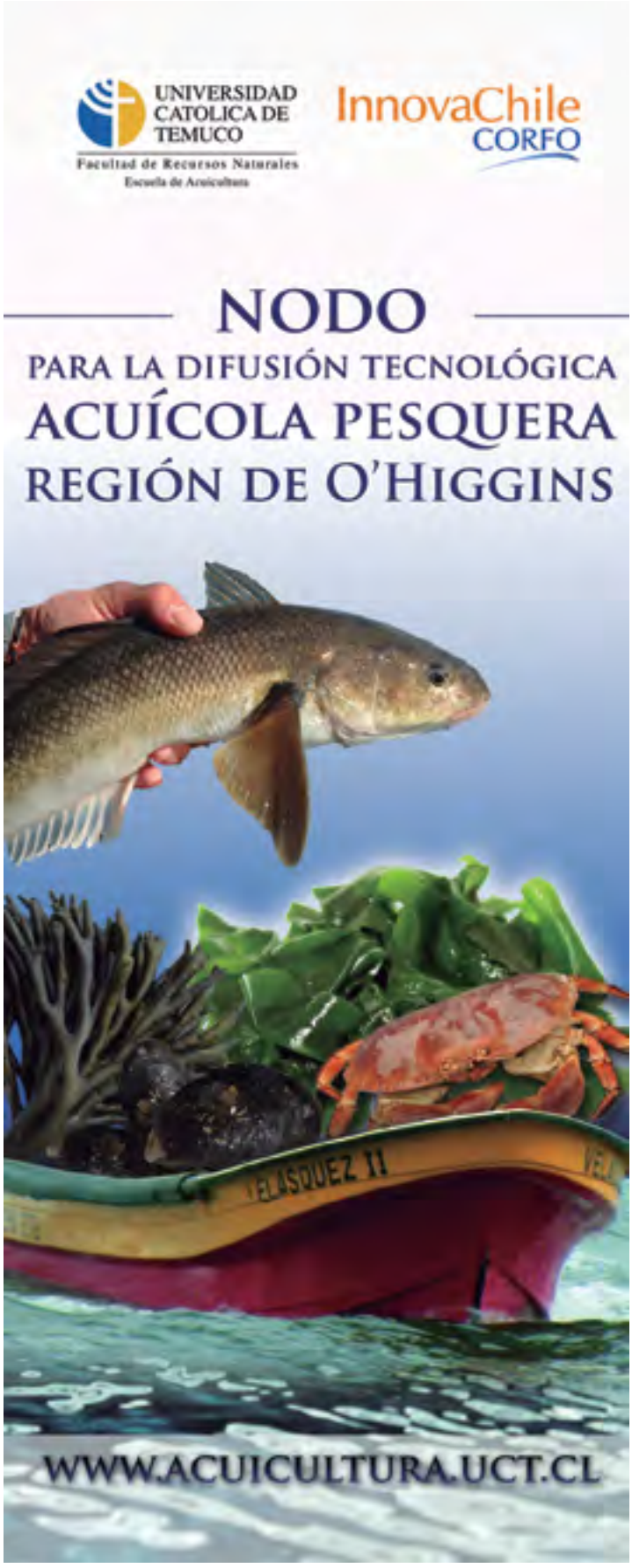
En virtud del vertiginoso desarrollo de la actividad en la región y en el país, la UC Temuco y la Escuela de Acuicultura han decidido liderar en la región, y ser referentes nacionales en la formación de Ingenieros en Acuicultura, mediante la propuesta de un modelo educativo que da cabida a muchos profesionales que actualmente laboran en la industria acuícola y por problemas de trabajo y/o lejanía no pueden continuar estudios, que la propia Universidad ha establecido como modelo propio de desarrollo para todas sus carreras.

Este desafío, recoge los argumentos que originaron la fundación de la carrera en 1994, que responde a la necesidad institucional de fortalecer su misión, mediante su participación en un sector de constante crecimiento en la IX Región en los últimos años, donde el desarrollo de la Acuicultura rural ha tenido el mayor crecimiento comparado con las otras regiones del país (Dantagnan et al, 2000), y donde la Acuicultura más industrializada, principalmente la salmonicultura, ha encontrado su espa-cio natural de expansión. Considerando además que, en la Región no existen otras instituciones de Educación Superior que dicten esta carrera y tampoco instituciones que promuevan el conocimiento y la investigación en Acuicultura.

Perfil de egreso

El egresado de Ingeniería en Acuicultura de la UC Temuco es un profesional que diagnostica, diseña, administra y evalúa procesos productivos de los recursos hidrobiológicos, conociendo, valorando y respondiendo a las exigencias del desarrollo de la acuicultura, desde una visión cristiana y ética del ser humano. En consecuencia este profesional aporta al desarrollo económico-social del país y de la IX región, así como al posicionamiento de la Universidad dentro del sector agroalimentario de la macro región sur de Chile, en la sociedad y en el medio ambiente.

El plan de estudios tiene una duración de 4 semestres en modalidad semi-presencial de 16 semanas con un total de 201 créditos distribuidos en 18 cursos incluidos los cursos electivos interdisciplinarios; el Proyecto de Titula-ción y los Créditos de Actividades de Libre Disposición (ALD).



Proyecto NODO de CORFO para la Pesca Artesanal

INTRODUCCIÓN

El proyecto NODO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO-SUSTENTABLE DEL SECTOR ACUÍCOLA Y PESQUERO ARTESANAL DE LA REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS es una iniciativa financiada por CORFO y busca articular a los diferentes sindicatos de pescadores artesanales de la Región O'Higgins con la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco, con el propósito de mejorar las condiciones técnicas, de gestión y comercialización, asociada a la explotación de recursos pesqueros.

OBJETIVOS

1. Conformar una red de trabajo de profesionales y técnicos entre La Universidad Católica de Temuco, Asociaciones de Pescadores, SERNAPESCA y Municipalidades que en forma coordinada desarrollen actividades de mejoramiento de la competitividad del sector pesquero artesanal de la región de O'Higgins.

2. Identificar y caracterizar brechas tecnológicas de sector acuícola y pesquero artesanal de la región de O'Higgins para diseñar acciones tendientes a fortalecer y mejorar su competitividad.

3. Implementar acciones de mejoras en las competencias técnicas, de gestión, productivas y tecnológicas de las agrupaciones, instituciones y personas vinculadas al sector acuícola-pesquero de las zonas costeras de la Región de O'Higgins.

4. Fortalecer el desarrollo de los empresarios y emprendimientos relacionados con la acuicultura y la pesca artesanal de la costa de la región de O'Higgins por medio de actividades difusión de los resultados, disminución de brechas y emprendimientos apoyados desde el Nodo Costero.

RESULTADOS ESPERADOS

Procesos productivos y de comercialización de los pescadores y acuicultores optimizados.

Brechas tecnológicas detectadas y caracterizadas.

Aumento venta de productos en un 10%, sobre las estadísticas históricas de desembarque del sector.

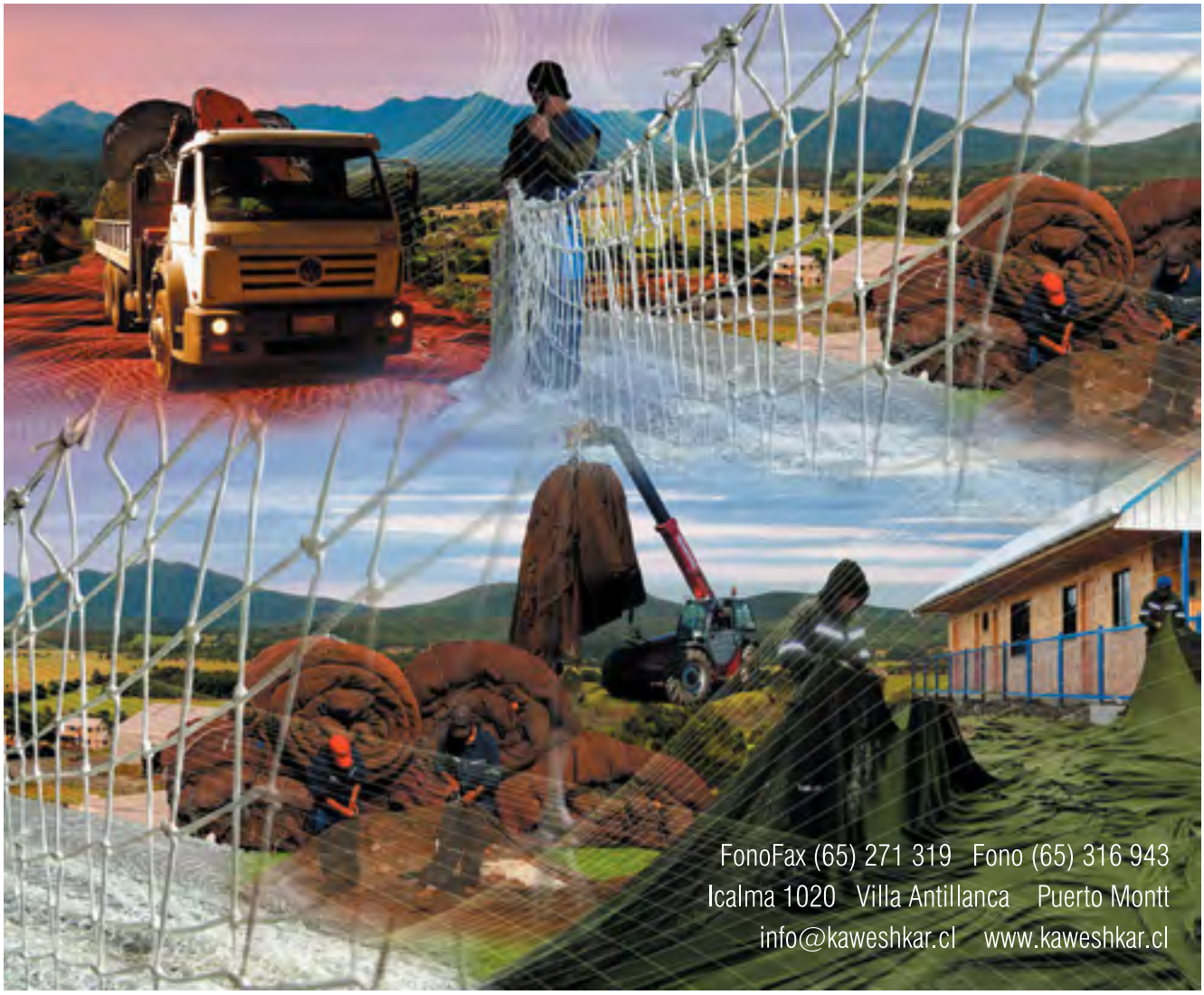
Reducción del costo de operación en un 10%.

Empresarios con adopción tecnológica en un 70%.

Proyectos formulados y presentados para apalancar recursos hacia solución de problemáticas detectadas y priorizadas por un monto de 80 millones.

Econet
Antifouling que protege
y aumenta el rendimiento de sus redes
Solución en antifouling base agua.
• Fácil aplicación
• No daña a los peces
• Libre de Solventes
• Formulación de larga duración
• Alta Protección Antifouling
• Tiempo indefinido de almacenaje
• Secado forzado
Ceresita
Industrial
INDUSTRIAS CERESITA S.A.:
Lo Echevers 801, Quilicura, Santiago. - Tel (56-2) 726 28 12, Fax (56-2) 726 28 13.
AGENCIA PUERTO MONTT:
Calle Ruta 5 Nº 1471, Camino a Pargua Km. 1022. - Tel (56-65) 252 11 19. Fax (56-65) 252 11 19.

Confección, Reparación y Mantención de Redes
Servicios de Acuicultura a Empresas Salmoneras



Redes de cultivo y su importancia
EN LA PREVENCIÓN DE ESCAPE DE SALMONES

Pamela Silva Silva Ingeniero Ambiental. Taller de Redes Kaweshkar. psilva@kaweshkar.cl

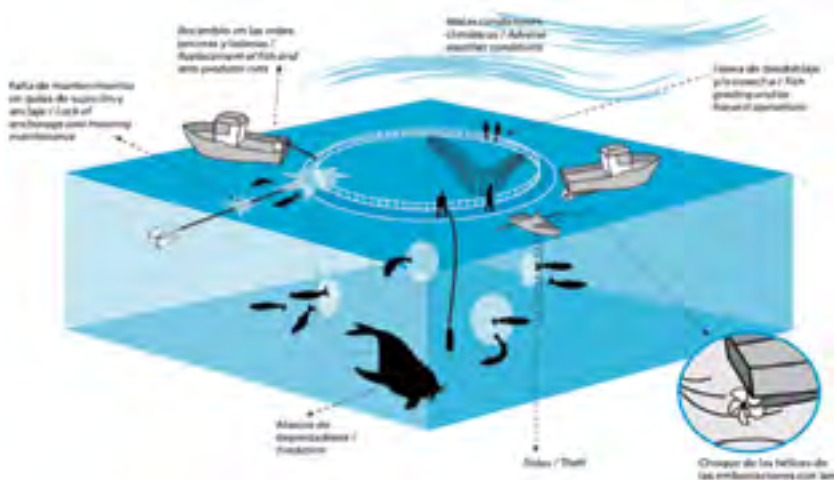
Figura N°1: Escape de peces por redes rotas.
Fuente: Elaboración propia.

Antecedentes

El contexto productivo de la salmonicultura nacional demuestra que durante el primer trimestre de 2012 el número de centros marinos en actividad ha presentado un aumento del 27,81% respecto al año 2011, lo que corresponde a 96 centros más instalados en aguas distribuidas entre las Regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y la Antártica Chilena (Sernapesca 2012, Informe Sanitario).

El aumento de un centro de cultivo de tamaño promedio podría significar la necesidad de unos 43.000 m^2 de redes peceras más otros 38.000 m^2 loberos, es decir que solo durante estos primeros tres meses del año se han debido confeccionar unos 8 millones de m^2 de redes de contención y protección de salmones.

Figura N°2: Ilustración de algunas de las probables causas de escapes de peces en Chile, puede observarse la incidencia de redes peceras y loberas en el evento.



Fuente: Sepúlveda, Maritza; Farías, Francisca y Soto, Eduardo. 2009. Escape de salmones en Chile. Eventos, impactos, mitigación y prevención. Valdivia. Chile: WWF.

Como es sabido, la construcción de estas estructuras es provista por Talleres de Redes, empresas especializadas en la confección y algunas también en mantención de redes salmoneras. La importancia de este eslabón productivo radica entre otras cosas, en asegurar la capacidad de contención de las peceras y la inviolabilidad de las loberas, redes defectuosas o construidas con materiales y técnicas inapropiadas podrían generar problemas graves en el proceso, siendo la fuga de peces una de las mayores amenazas asociadas a este tipo de errores.

Fuga de peces y redes de cultivo

Se ha reportado que tanto para Chile, como para otros países productores importantes, como son Canadá, Noruega y Escocia, las principales causas de los escapes parecen estar asociadas a la acción humana, ya sea por errores de manipulación, fallas técnicas o robo (figura N°2). Factores externos como las condiciones meteorológicas o la acción de depredadores parecen ser menos frecuentes, aunque la fuga de peces en estos casos podría ser de mayor volumen (Martí & Romero, 2003; Valland, 2005; NASCO 2005).

De forma particular, la incidencia de las redes de cultivo en eventos de escapes puede depender de factores relacionados tanto con la correcta fabricación de las redes y de igual manera con una adecuada y oportuna mantención de las mismas, en donde las consecuencias pueden variar dependiendo de la gravedad, desde unos cuantos ejemplares fugados hasta grandes cantidades de biomasa.

La Tabla N°1 describe algunas de los más frecuentes errores o fallas en el proceso de confección y mantención de redes en tierra que podrían ocasionar escapes de peces en centros.

Tabla N°1:

Confección	Mantención
Errores de diseño podrían originar una red mal instalada con problemas de torsión.	Roturas de redes por incorrecta reparación, remiendas no apropiadas y necesidad de parches no detectados.
Usos de planos para redes estándar, sin considerar requerimientos de centros con características y necesidades diferentes, esto puede ocasionar graves falencias en el trabajo de ésta.	Verificación de medidas erróneas, encogimientos no detectados y posteriores errores de instalación.
Fallas en las costuras durante la confección podrían separar paredes de la red con los cabos unidos a ella.	Perdida de resistencia no detectada o mal detectada en algunas zonas de la red, falla en procedimientos de tensiometría.
Construcción con materiales inadecuados, mal cálculo de denier o hilos muy delgados para redes muy expuestas.	Inadecuada sustitución de cabos, gasas o costuras sin repasar adecuadamente.
Loberos con inadecuada estructura de cabo tendrán probablemente problemas de calidad en el reticulado.	Mantención y confección con materiales más económico de baja calidad, imposibles de garantizar adecuada resistencia a la abrasión y a la ruptura, esto hará que finalmente la red dure menos tiempo bajo el agua.

Prevención

Para evitar las consecuencias ocasionadas por el escape de peces atribuibles a fallas técnicas y uso erróneo de instalaciones en centros de cultivos, existen actualmente estándares internacionales que regulan estos temas.

Standards Norway (NS), organismo responsable de la creación y publicación de diferentes normas en Noruega, ha creado en 2003 la NS 9415, Requisitos para el diseño, dimensionamiento, producción, instalación y operación de jaulas para cultivo de peces. De manera similar, la Organización Internacional de Normalización ISO, ha creado en 2007 la norma ISO/TC 234 de Pesca y Acuicultura, de la cual se desprende y se encuentra en construcción la WD 16488 Granjas Marinas de Peces: Requisitos para la infraestructura, dimensionamiento, diseño, instalación, operación y administración de sistemas de jaulas abiertas.

La NS 9415 fue el estandar base para la posterior norma internacional (ISO) que se encuentra en creación, aunque se cree que serán bastante similares. Ambos instrumentos se basan en la prevención y en lo que a la norma noruega respecta, se describen en ella todos los requisitos para el diseño físico de instalaciones marinas para el cultivo de peces y cómo hay que documentarlo. También incluye los cálculos y las regulaciones de planificación de tales instalaciones.

El estándar señala cuáles parámetros deben usarse para precisar la condición natural de una localidad dada, como asimismo el método de clasificación de localidades. Los requerimientos para el diseño físico incluyen requisitos para todos los principales componente físicos de la instalación, consistentes en: jaulas-redes, fondeos, flotadores, barcazas y cualquier equipo auxiliar, como también, requerimientos sobre la funcionalidad luego que los principales componentes están ensamblados en un centro completo. Se entrega una descripción de cómo la instalación y sus principales componentes han de ubicarse en relación a las condiciones naturales de una localidad determinada. El estándar también describe los requisitos para que la instalación sea operada de forma que se alcance un grado de protección aceptable frente al escape.

Entre los contenidos de la norma noruega se incorpora un punto exclusivo para los requerimientos de redes, que incluye lo que detalla la tabla N°2.

Tabla N°2: Requisitos aplicables a redes.

8. REQUISITOS PARA REDES	**8.1** Inspección de materiales	
	8.2 Requisitos de diseño para redes	**8.2.1** Generalidades
		8.2.2 Instalación de redes
	8.3 Materiales	**8.3.1** Hilos
		8.3.2 Hilos para redes con nudo
		8.3.3 Paños - Tela
		8.3.4 Cabos
		8.3.5 Otros Materiales
	8.4 Dimensiones de la redes	
	8.5 Documentación	
	8.6 Identificación	
	8.7 Reparación de redes	
	8.8 Requisitos de documentación	**8.8.1** Información general de las redes
		8.8.2 Documentación de materiales y procesos
		8.8.3 Planificación
		8.8.4 Diseño
		8.8.5 Cálculos
		8.8.6 Parámetros de materiales
		8.8.7 Certificados
		8.8.8 Trazabilidad
	8.9 Requisitos para manual de usuario	
	8.10 Requisitos de la operación, inspección, mantención y reemplazo.	

Fuente: N.S 9415:2009 Standard. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation.

En Chile, una revisión de los puntos incluidos en el apartado 8 (tabla N°2) podría permitir asegurar que actualmente la gran mayoría de los talleres de redes autorizados trabaja bajo estos estándares, al menos y con seguridad en lo que concierne desde los puntos 8.1 al 8.7. Probablemente las brechas que pudiesen existir, guardan relación sólo con algunos de los requisitos estipulados en el apartado 8.8 sobre la documentación, ya que los avances en temas de trazabilidad y manejo de información son cada día más completos e integrales.

Sin lugar a dudas, la experiencia que existe hoy en día por las empresas de redes ha logrado corregir muchos de los errores antes mencionados, pero por otro lado se ha podido adquirir conocimientos y técnicas utilizadas en otros sectores productores de salmón. En 2008, algunos miembros de la Asociación de Talleres de Redes ATARED pudieron visitar en Noruega las instalaciones

de Standard Norway y conocer, entre otras cosas relacionadas a la prevención de escapes, los alcances de esta norma aplicables a las empresas de redes salmoneras.

La publicación del estándar internacional ISO que se encuentra en creación, permitirá acceder a la certificación de estos requisitos y con ello avanzar en términos de prevención. Sin embargo, es importante destacar que el trabajo de los talleres de redes deberá ir necesariamente engranado con proveedores que certifiquen materiales de acuerdo al estándar y centros que cultivo que realicen mantenciones adecuadas y periódicas a sus redes.

Kaweshkar

Kaweshkar en sus dos sucursales entrega servicios de confección, reparación y mantención acordes a las necesidades del mercado y los requerimientos necesarios de la industria en todas las áreas.

Medio Ambiente	Certificación de Producción Limpia APL. ISO 14.000 como proyecto 2013.
Calidad	ISO 9001:2008 en proceso final de implementación.
Bioseguridad	Programa implementado de bioseguridad y control de patógenos.
Prevención de Riesgos y Seguridad Ocupacional.	Implementando Programa Empresa Competitiva PEC por la Mutual de Seguridad. OSHAS 18:000 como proyecto integrado con calidad y medio ambiente para 2013.

Toda nuestra línea de procesos productivos, instalaciones, equipamiento y capital humano brinda los requerimientos necesarios para un servicio acorde a los estándares en materia de calidad y seguridad de redes.

Procedimientos para el aseguramiento de calidad durante todo el proceso.

Diversidad y gran número de maquinarias para mejor procesamiento de redes.

Personal con experiencia en la confección y repación de redes.

Referencias Bibliográficas

British Columbia Fisheries Act: Aquaculture Regulations. 2002. http://www.bclaws.ca/Recon/document/freeside/--%20F%20/Fisheries%20Act%20%20RSBC%201996%20%20c.%20149/05_Regulations/10_78_2002.xml

Chile. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca. Informe Sanitario de Salmonicultura en Centros Marinos Primer Trimestre Enero-Marzo 2012

International Organization for Standardization, ISO; TC 234 Fisheries and aquaculture 2012 http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=541071.

Fisheries and Oceans Canada: Stock Containment in Net-Pen Systems, 2011 http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/aquaculture/resources-stock-eng.htm

Martí, G. & G. Romero. 2003. Diagnóstico sobre el escape de salmones y truchas en fase de engorda en la acuicultura chilena de las regiones X y XI. 25 pp

N.S 9415:2009 Standard. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation.

Standard Norge, Norwegian legislation as ISO 2011 standard?http://www.norskindustri.no/getfile.php/Dokumenter/PDF/Hilde%20Aarefjord(1).pdf

Sepúlveda, Maritza; Farías, Francisca y Soto, Eduardo. 2009. Escape de salmones en Chile. Eventos, impactos, mitigación y prevención. Valdivia.Chile: WWF.

Standard Norge, Aquaculture 2012. http://www.standard.no/no/Fagomrader/Fiskeri-landbruk-og-mat/Fiskeri-og-havbruk/presentasjon/

Standard Norge, Standard Norway 2012. http://www.standard.no/en/About-us/Standards-Norway/

Valland, A. 2005. The causes and scale of escapes from salmon farming. In: Interactions between aquaculture and wild stocks of Atlantic salmon and other diadromous fish species: science and management, challenges and solutions. ICES/ NASCO Bergen 18-21, 15 pp

Jensen1, T. Dempster, E. B. Thorstad, I. Uglem, A. Fredheim 2010. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention. Aquaculture envirio-ment interactions. Vol 1 71-83

SEGURIDAD TERRESTRE
SEGURIDAD MARÍTIMA
SERVICIO DE TRANSPORTE
CAPACITACIÓN
EQUIPOS DE VIGILACIA
SERVICIOS DE GPS, RADAR Y OTROS.

- *Confíenos la seguridad de sus instalaciones, tanto marítimas como terrestres.*
- *Somos profesionales de la seguridad*
- *Capacitación en todos los rubros.*
- *Sala clases propias.*
- *Avanzada Tecnología*
- *Radar alto alcanze*

Todos los cursos con código Sence

capaseg
Centro de Capacitación Integral

TRANSEG
transporte marítimo y terrestre

OSORNO
Mackenna 1434
Fono / Fax (64) 240 300
osorno@seguridadypromociones.cl

PUERTO MONTT
Coyhaique 740
Fono / Fax (65) 437 457
puertomontt@seguridadypromociones.cl

ANCUD
Pudeto 438
Fono / Fax (65) 627 779
ancud@seguridadypromociones.cl

www.seguridadypromociones.cl

opción 09 443 3504

LA PESCA RECREATIVA EN EL SUR DE CHILE

Oportunidad de oro o ¿Crónica de una muerte anunciada?

Javier Marin Flores, Alberto Medina Aguilera y René Carrasco Aguilef

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

La industria de la pesca recreativa tiene, en el mundo dimensiones gigantescas y se rige como la expresión de turismo de intereses especiales de mayor crecimiento. El año 2010 reportó ingresos de 21.00 millones de dólares a EEUU y más de 4.000 Millones a Canadá. En Chile, ya son casi una centena los lodges y establecimientos de alojamiento turísticos especialmente orientados a pescadores y la industria, según cifras no actualizadas de Fundación Chile y Chilelodges, apenas supera los 15MM de dólares. Nuestros competidores hemisféricos (Nueva Zelandia y Argentina) superan estas cifras en más de 20 veces, lo que da cuenta de un enorme espacio de crecimiento que debe ser aprovechado.

Chile, con un enorme potencial para la pesca recreativa de truchas, se debate en medio de una inminente amenaza para los emprendi-mientos turísticos relacionados con esta actividad, determinada por la caída de las poblaciones de peces de interés recreativo por diversas razones, entre otras la sobrepesca y la pesca clandestina con artes prohibidas (redes y arpones), la contaminación, la competencia del salmón proveniente de escapes de pisciculturas, la pérdida de ambientes por intervenciones antrópicas, la aparición de nuevos depredadores como el visón y por la reciente aparición de *Dydimosphenia geminata*, entre otras razones.

En este cuadro de pérdida de poblaciones, hasta hace poco resultaba muy difícil intervenir en acciones localizadas eficaces que atendieran las particularidades del territorio ya que los reglamentos y normas emanaban desde el nivel central y con efecto en todo el territorio nacional.

Finalmente, luego de un trámite extenso, se promulgó la Ley de Pesca Recreativa Nº 20.256 que viene a corregir la situación pretérita al establecer que en las aguas continentales, las medidas serán adoptadas por resolución fundada del Director Zonal de Pesca, respecto de las regiones comprendidas en su jurisdicción. Es decir, el nuevo texto incorpora una vigorosa herramienta de gestión al "regionalizar las medidas de protección y fomento de la actividad de la pesca recreativa y así posibilitar el dictado de normas de protección cuerpo-específicas.

Las Medidas especiales de conservación para la pesca recreativa son: límite diario de captura por pescador, fijados por área y por especie; talla o peso permitido en la captura de una especie en un área determinada; prohibición de captura en áreas vulnerables; prohibición de pesca embarcada en áreas determinadas; establecimiento de horarios para el ejercicio de la pesca recreativa; establecimiento de método de pesca con devolución para un área y especie determinada; regulación de las características de los aparejos de pesca de uso personal incluyendo los elementos complementarios y carnadas.

De modo explicito la ley destaca la posibilidad de recurrir, bajo condiciones controladas, a la repoblación o suplemento de especies de interés recreativo en casos de severa despoblación, lo que podría incluir los casos de interrupciones totales o parciales del cauce de los cuerpos de agua, por ejemplo, con fines de producción hidroeléctrica.

Al efecto se señala que Repoblación y siembra será regulada por un reglamento (D. S. 210 del 7 Agosto, 2009) donde se establecen las condiciones en que se podrá realizar la siembra o repoblación de especies hidrobiológicas para fines de pesca recreativa de modo de asegurar el patrimonio ambiental y sanitario, en especial la biodiversidad.

Con el dictado de la ley de pesca recreativa y sus reglamentos se abre una posibilidad concreta de avanzar en la recuperación productiva (pesquero recreativa) de los cuerpos de agua de la macro zona sur, otrora emblemática para la pesca de truchas y salmones, circunstancia que motivó en la Universidad de Los Lagos a establecer un programa especifico de Pesca Recreativa que, hace 6 años se he dedicado a investigar los distintos componentes que pueden intervenir en un plan de manejo integral de cuerpos de agua con fines de pesca recreativa.

En un plan de manejo concurren componentes bióticos, abióticos y antrópicos. Por otra parte a las distintas etapas de un plan de manejo, su formulación, control y seguimiento, concurren diversas instituciones, referentes y agentes vinculados que son, en un marco de acuerdo, los que direccionan e intencionan el plan.

El manejo pesquero recreativo desde el avance del conocimiento científico

La literatura y el conocimiento del manejo de poblaciones de truchas con fines turísticos y recreativos no es abundante y los temas centrales para establecer planes de manejo del tipo del exigido por la Ley 20.256 se encuentra disperso en estudios ambientales, limnológicos, piscícolas, bioquímicos y de turismo.

Con todo, la Universidad de Los Lagos, con la ejecución de los proyectos Fondef "Formación y conservación de stock de reproductores salvajes para sustentar la producción natural de salmonídeos en la región sur - austral (X, XI y XII Regiones)" y el proyecto "Investigación y desarrollo de los stocks de salmonídeos provenientes de reproductores salvajes para sustentar sus producción natural en las regiones X, XI y XII" ha podido compendiar un volumen contundente de información específica y que sirve ajustadamente a la formulación de planes de manejo para pesquerías fluviales recreativas.

En este esfuerzo ha sido fundamental el apoyo decidido de la Dirección Zonal de Pesca, de la Dirección Regional de Sernapesca, de la Subsecretaría de Turismo de la Región de Los Lagos, de las Municipalidades de Puerto Octay y Puyehue y de numerosas instituciones privadas, particularmente del Club de Pesca, tiro y caza de Osorno, del Centro para el Progreso de Osorno, del Club de Pesca y Caza de Rahue y de corporaciones turísticas y guías profesionales de pesca de la Región.

Los estudios de la ULA han permitido identificar un conjunto de actividades y eventos que han causado la progresiva despoblación de truchas en los ríos estudiados, principalmente de la Región de Los Lagos y de Aysén. En algunos casos estas circunstancias concurren por separado y en otros como resultado acumulativo.

Figura 1. Remoción de áridos con destrucción de ambientes (Río Rahue, Región de Los Lagos).

Los principales son:

- Pérdida de ambientes por canalizaciones y ajustes de curso del cuerpo de agua.
- Pérdida de ambientes por remoción de áridos con fines de obras viales (Fig. 1).
- Pérdida vegetacional del borde río con fines de biomasa y formación de praderas.
- Deforestación a gran escala con resultado de alteración del balance hídrico.
- Erosión y escurrimiento de materia orgánica al río.
- Matanzas masivas de truchas y salmones en períodos de desove.
- Mortalidad de peces por vertidos urbanos e Industriales.
- Pesca con artes prohibidas (pesca con redes - pesca con arpón).
- Aparición de un nuevo competidor: salmón escapado.
- Predadores exóticos de presencia creciente: visón.
- Pérdida de caudal para obras de riego.
- Pérdida de caudal y grave alteración de las variables físicas del río en centrales de pasada.

Brechas de calidad de la pesca en la región de los lagos

Una encuesta aplicada a más de 120 pescadores en los ríos Bonito, Gol-Gol y lagos Rupanco y Puyehue, en la Región de Los Lagos, indicó que en su mayoría no se satisfacen las expectativas recreativas. A modo de ejemplo, se advierte que la mayoría de los encuestados prefiere las truchas arcoíris y fario; no obstante los principales lagos están dominados por la presencia de salmones salar y coho. Por otra parte La gran mayoría de los encuestados informa que la pesca está en declinación respecto de la talla promedio de los ejemplares capturados (Fig. 2).

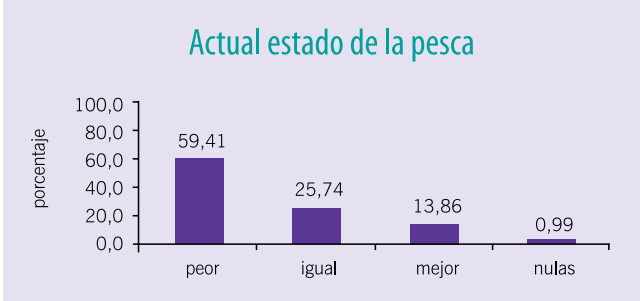


Figura 2. Percepción de Calidad de la Pesca.

Los estudios de campo (ULagos, 2008-2011) indican que la mayoría de las especies capturadas (en la modalidad fly fishing) alcanzan tallas medias entre 20 y 30 cm y 100 a 300 g, peces que obviamente no constituyen atractivos recreativos.

La recuperación de los cuerpos de agua así afectados ofrece pocas alternativas: supresión de la pesca por períodos prolongados (que no asegura el termino de la causa de la despoblación) o acelerar la recuperación por medio de la aplicación de prácticas de acuicultura, integradas como componentes de un Plan de Manejo.

Plan de manejo

Como ha sido mencionado, a las distintas etapas del plan, su formulación, control y seguimiento, concurren diversas instituciones, referentes y agentes vinculados que son los en un marco de acuerdo direccionan e intencionan el instrumento de gestión y por otra parte, tal Plan debe como mínimo considerar aspectos bióticos, abióticos y antrópicos.

El presente artículo da cuenta de consideraciones centrales en el establecimiento de un plan de manejo con fines de pesca recreativa que consideran la productividad de la cadena trófica del río entendida como la oferta dietaria que permite soportar cargas de poblaciones de peces, la caracterización genética de las poblaciones y las bases ambientales mínimas para establecer programas de repoblación de especies de atractivo recreativo.

Las Bases que se proponen surgen de estudios efectuados para el período 2006-2011 por el Programa de Pesca Recreativa de la Universidad de Los Lagos y los programas Fondef y Explora de Conicyt.

Principales resultados obtenidos por el programa de pesca recreativa de la Universidad de Los Lagos conducentes a la formulación de planes de manejo con fines de pesca recreativa.

Resultados de estudios de Genética de poblaciones salvajes de trucha arcoiris y trucha fario

1. Los marcadores moleculares del tipo microsatélites permiten determinar que las poblaciones salvajes de truchas conforman stocks discretos. Esto significa que las poblaciónes de peces de un río son diferentes, genéticamente, de la población de peces de otro río, incluso entre cuerpos de agua de una misma cuenca. De acuerdo a este resultado solo debieran usarse reproductores del propio cuerpo de agua para la producción de alevines y juveniles con fines de repoblación.
2. En general las poblaciones presentan tendencia a la endogamia. De acuerdo a este resultado pudiese, bajo condiciones controladas, justificarse la traslocación de peces desde otra población.
3. Más del 90% de la diversidad genética se da al interior de una misma población de peces.

Figura 3. Pesca de Investigación, Río Mocho, Región de Los Lagos.

Resultados de estudios del Ciclo reproductivo de Truchas en vida libre

1. Existe un amplio período reproductivo en truchas silvestres que se extiende desde mayo a octubre de cada año. En la Región, el período de mayor actividad reproductiva en truchas silvestres esta acotado a los meses de junio, julio y septiembre de cada temporada.
2. La talla promedio de primera madurez sexual en truchas arcoiris es de 25cm y en trucha café de 35cm. Con todo, existe un alto porcentaje de ejemplares maduros a tallas mínimas, con tallas cercanas a los 15cm.
3. La productividad de las truchas en condiciones silvestres, dependiendo de la talla, es entre 500 y 1000 ovas por kilo vivo.

Resultados de estudios de Contenidos estomacales en Trucha Arcoiris y Fario

1. En general se observa la presencia de macroinvertebrados en los contenidos estomacales.
2. El grupo de los insectos, en etapas acuáticas, es el que predomina en los contenidos estomacales. De los insectos el mayor porcentaje esta dado por plecópteros, efemerópteros y tricópteros.
3. Se observa un desplazamiento en el comportamiento alimenticio de los peces, dependiendo de la variabilidad estacional de la abundancia de macroinvertebrados dentro del cuerpo de agua.

Resultados de Historia de vida de Truchas Salvajes

1. La estructura de talla/edad de las poblaciones estudiadas indica que la mayor parte de la población fluctúa entre los 2 y 3 años de edad con una talla promedio de 20cm.
2. La lectura de check de migración indica la presencia de ejemplares anádromos dentro de la población.
3. Las proyecciones de crecimiento en longitud máxima muestran que la población ha estado reduciendo significativamente su talla promedio en una línea de tiempo.

Resultados de Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

1. Existe una clara sobreexplotación en ríos de fácil acceso a pescadores, lugares donde el rendimiento por pescador / hora es menos a 1,5 ejemplares de tallas menores a 25 cm. En contraste, en lugares de difícil acceso a pescadores el rendimiento pescador / hora puede alcanzar hasta los 7 ejemplares con tallas promedios de 25 cm.
2. También se observa que en ríos sobrepoblados, es decir más de 8 peces pescador/hora, la calidad de las capturas es regular a mala, con tallas promedio que no superan los 20 cm.

Resultados de Formación de stocks salvajes

1. Dado los altos niveles de variabilidad genética de los peces silvestres y comprobando los máximos de crecimiento en longitud estimados por medio de la ecuación de Von Bertalanfy, al trasladar los peces silvestres a condiciones de cultivo, estos aumentan su talla y peso considerablemente, alcanzando promedios de 5 a 6 kilos por ejemplar.

2. Los ejemplares asilvestrados, aclimatados a condiciones de cultivo, conforman perfectos stocks de reproductores cuyas progenies pueden ser utilizadas en programas de repoblación y suplementación de poblaciones salvajes (fig. 16).

Resultados de Caracterización física de los cuerpos de agua (CPS)

1. En general los cuerpos de agua presentan mayores diferencias dentro de ellos, es decir, a lo largo de su recorrido, que entre cuerpos de agua diferentes.

2. Al igual que lo anterior, los peces se distribuyen de manera diferenciada dentro del río, utilizando zonas adecuadas a su talla y posibilidades de alimentación.

3. La caracterización de sitio juega un rol fundamental en la identificación de las actividades productivas del sector que determinan, entre otros, los requerimientos de agua y uso, así como los procesos de contaminación e intervención de la cuenca.

Resultados de Caracterización físico-química de los cuerpos de agua

1. En general los cuerpos de agua cordilleranos de la Región mantienen condiciones prístinas, con aguas de alta calidad aptas para procesos de conservación de la biodiversidad.

2. A medida que se avanza por la cuenca hacia las zonas bajas, la irrupción de actividades productivas y establecimiento de poblados humanos, transforma esta agua en zonas de meso a eutrofizadas, con altos niveles de materia orgánica y fuertes fluctuaciones de los parámetros físico-químicos durante el año.

Resultados de Estudios de diversidad, abundancia y distribución de macrofauna bentónica

1. De un universo de 708 ejemplares clasificados, el 86,81% correspondió a la clase Insecta, 4,26% a Gastrópoda, 3,05% a Crustácea, 2,74% Arácnida y 1,11% a Hirudinea. En tanto que Oligoqueta con un 2,03% estuvo presente sólo para el Gol- Gol, Mientras que Bivalvia y Nematoda estuvieron ausentes durante la temporada de muestreo.

2. La clase dominante corresponde a los insectos dentro de los cuales destacan plecópteros, efemerópteros y tricópteros.

3. La abundancia y distribución de macroinvertebrados pudiera estar correlacionada con la abundancia y distribución de peces de interés recreativo, ya que éstos conforman la principal fuente de alimento de los peces de tallas menores en el río.

Conclusiones

La pesca recreativa es una actividad turística recreativa de significativa importancia para el sur de Chile, que ha justificado importantes inversiones privadas y pone en acción a una extensa cadena de servicios que incluyen transporte, alojamiento (lodges, hoteles, cabañas, alojamiento rural), gastronomía, guías, baqueanos y boteros, tiendas especializadas, actividades para el tiempo libre, moneda y comunicaciones, venta de artesanías y recuerdos, entre otros puntos de captura de valor (Fig.3).

Esta actividad se sustenta en la existencia de truchas y salmones en vida libre, en cantidad y tallas, patrimonio asivestrado que se está perdiendo a alarmante velocidad.

La recuperación de la calidad de la pesca es posible y, la velocidad a la que esto suceda, depende en gran medida de la implementación de prácticas que permitan la recuperación de los ambientes, la fiscalización de la pesca, el control del depredadores y la suplementación de las poblaciones basadas en prácticas de acuicultura, todas estas, integradas, idealmente en planes de manejo acordados e implementados con todos los actores involucrados en la actividad.

En este cuadro, la Universidad de Los Lagos está trabajando con actores públicos y privados en diversos proyectos y que, caso a caso, se centran en diferentes campos de acción, entre otros los siguientes:

- Estudios de calidad de agua a partir de inventario de macroinvertebrados.
- Caracterización genética de poblaciones de truchas asilvestradas.
- Determinación de impacto de intervenciones antrópicas sobre poblaciones de truchas salvajes.
- Formulación de planes de manejo de tramos o cuerpos de agua conforme a la ley 20.256.
- Formación de stock de reproductores salvajes de trucha arcoiris y trucha fario.
- Incubación de alevines y juveniles descendientes de reproductores salvajes para repoblación.
- Planes de repoblación de truchas descendientes de reproductores salvajes.

Bibliografía

Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. y Parra, O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile Rev. Chil. Hist. Nat. 76(2): 275-285

Reglamento ambiental para la acuicultura. DIRECTEMAR, 2009. Ley 20.256, Servicio Nacional de Pesca, 2009.

Impactos ambientales del escape de salmónidos. Rodrigo Pizarro, Fund. TERRAM

Ian A. Fleming, 2001, Implication of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids.

Soto, D, Jara, F. 1997 Evaluación de salmónidos de vida libre existentes en aguas interiores de las Regiones X y XI. Universidad Austral de Chile.

Consideraciones para un programa de repoblamiento de *Loxechinus albus* en áreas de manejo

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Rene Espinoza Alvarado y Sergio Arriagada Moreira
Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios. Universidad de Los Lagos. Región de los Lagos, Osorno, Chile / respinoza@ulagos.cl

La pesca y la acuicultura desempeñan un rol importante en el suministro de alimentos e ingresos económicos en muchos países en desarrollo. El objetivo de muchas iniciativas desarrolladas recientemente en el país, es identificar y apoyar la brecha que existen entre las dos actividades, de tal modo de poder contribuir a la sustentabilidad de la pesca artesanal, en un escenario tan adverso como lo es el virtual agotamiento, producto de la explotación excesiva, de los recursos más importantes para los pecadores, al interior de sus áreas de manejo, como es el caso de: erizos, locos, lapas, almejas, navajas entre otros.

Un buen ejemplo de la sinergia de ambas actividades lo representa Japón, donde el repoblamiento es una gran industria diseñada para incrementar las capturas y conservar los stocks, en donde 5 especies de erizo son producidas en hatcheries, incrementando el número de semillas producidas drásticamente desde el año 1995. En el año 2000 más de 84 millones de semillas fueron producidas en 57 hatcheries en todo Japón (Sakay & Tarima, 2003).

En Chile han sido variados los esfuerzos de repoblamiento en erizo rojos en las últimas dos décadas (Jerez y Figueroa, 2008), sin embargo el enfoque ha estado centrado en las tecnologías y optimización de procesos para la producción de juveniles. Si bien es necesario como primera etapa desarrollar tecnologías que permitan producir juveniles aptos para el repoblamiento, en los últimos años los esfuerzos a nivel mundial han estado centrados en desarrollar metodologías estandarizadas que garanticen el éxito del repoblamiento y su cuantificación directa a través del marcaje de los juveniles liberados (Bell *et al.* 2005, 2006, 2008; Purcell and Blockmans 2009). Existen tres acepciones para el concepto de repoblamiento identificada en la literatura (Bell *et al.* 2008), que es bueno comprender para establecer programas claros para la recuperación de los stocks naturales.

"Restocking"

Liberación de juveniles proveniente de cultivo a poblaciones naturales con el fin de restaurar una biomasa reproductora reducida, a niveles que permita una mantención del stock. También puede involucrar el restablecimiento del stock de una especie comercial que esta localmente extinta o amenazada producto de la sobreexplotación.

"Stock enhancement"

Liberación de juveniles proveniente de cultivo a poblaciones naturales con el objetivo de aumentar el suministro natural de juveniles para optimizar la cosecha aumentando un reclutamiento natural que ha sido limitado, aunque exista una biomasa reproductiva adecuada

"Sea ranching"

Liberación de juveniles proveniente de cultivo hacia sistemas marinos o estuarinos no cerrados, para cosechar individuos de mayor tamaño. No se espera que los animales liberados aporten a la biomasa reproductiva, aunque esto puede ocurrir si el tamaño de cosecha excede el tamaño de primera madurez o no se cosechan todos los animales liberados.

La evaluación del repoblamiento experimental o piloto de Loxechinus albus en la última década se ha realizado en forma indirecta por medio de los seguimientos de las progresiones modales (Godoy y San Martín, 1988; Godoy y Troncoso, 1990; Figueroa *et al.*, 1999, González *et al.*, 2001). La implementación de marcas (marcaje y recaptura) para evaluar el repoblamiento aún no se han utilizado en esta especie, sin embargo, se han realizados pruebas experimentales con diferentes tipos de marcas (Duran *et al.* 1999; and Barahona *et al.* 2003). Dentro de las marcas utilizadas en erizos se encuentran etiquetas externas (Duran *et al.* 1999), microchips (PIT) (Woods & James 2005;) y fluorocromos (Dumont *et al.* 2004; Ellers and Johnson 2009).

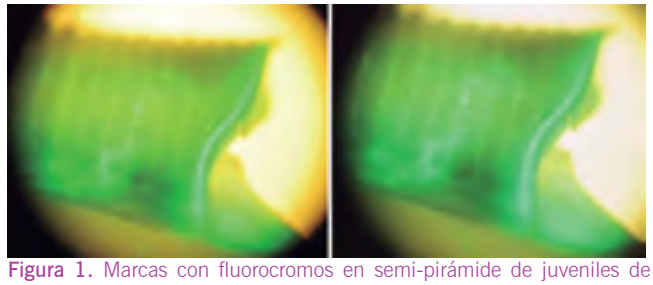


Figura 1. Marcas con fluorocromos en semi-pirámide de juveniles de Loxechinus albus a los 15 días después de la tinción.

La implementación de una técnica de marcaje que se pueda emplear con fines de repoblamiento debe considerar (Ellers and Johnson 2009):

- Marcar muchos individuos en forma simultánea.
- La marca se aplicable a los tamaños a repoblar.
- La marca debe permanecer por varios años.
- La marca debe tener una alta tasa de retención.
- La metodología debe tener una alta tasa de marcaje.
- No tener efectos letales ni subletales.
- La marca preferentemente debe permite mediciones de crecimiento.
- Debe poseer singularidad.
- Idealmente permitir la lectura externa.

Los tipos de marcas implementadas en erizos han tenidos resultados diversos, las etiquetas externas debe ser descartada por su baja retención y alta mortalidad (Duran *et al.* 1999), los microchip tienen ventajas en su lectura externa, singularidad (millones de código individuales) e inocuidad, sin embargo, su implante debe realizarse en forma individual y no pueden utilizar en ejemplares menores a 25 mm. (Woods & James 2005). El marcado mediante fluorocromos puede realizarse mediante inyección o inmersión y cumple con la primeras 7 características de una buena marca con fines de repoblamiento (Dumont *et al.* 2004) destacando en estudio recientes (Ellers and Johnson 2009) en los cuales se han realizado marcajes secuenciales con 4 fluorocromos diferentes, lo que permitirían elaborar códigos para varios grupos de individuos, facilitando la diferenciación de

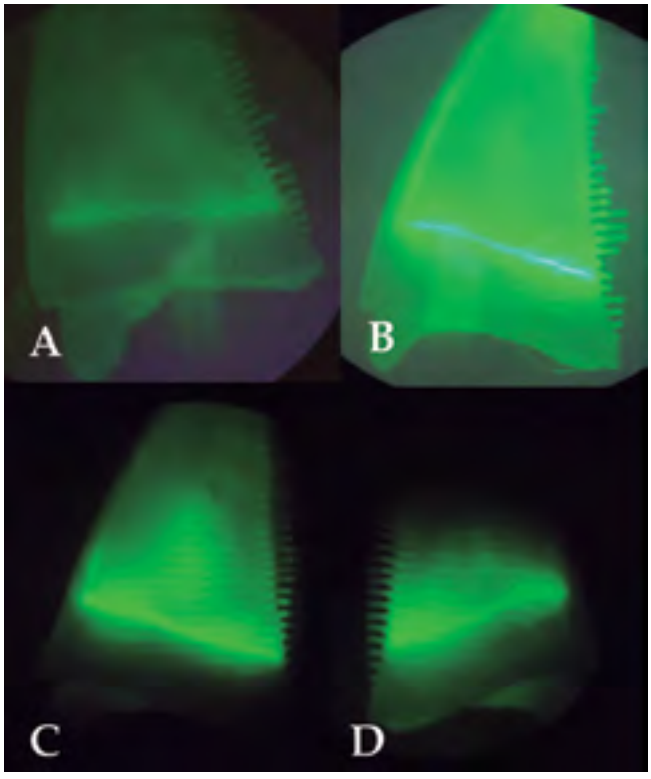


Figura 2. Semi-pirámide de juvenil de *Loxechinus albus* marcado con diferentes concentraciones de flurocromos a los 80 días de la tinción.

varios eventos de repoblamiento considerados en un programa, permitiendo evaluar la talla óptima de traspaso de la semilla al mar, así como también otras variables de interés, como por ejemplo, determinar la estación del año más favorable para realizar el traslado de los individuos al mar o permitir una selección de reproductores. Por último, es importante de destacar que los principales fluorocromos utilizados han sido aprobados por "Food Drug Administration (US-FDA)" para el marcado de partes óseas de animales, destinado para consumo humano.

Los antecedentes de marcaje y recaptura de *L. albus* son escasos, se han evaluados marcas con elásticos y monofilamentos con etiquetas pero los resultados presentan altas tasa de mortalidad, poca retención de las marcas, siendo estas experiencias realizadas en individuos adultos (Duran *et al.* 1999). De igual forma se han realizados pruebas experimentales con fluorocromos, marcando 2008 erizos en un rango de 12 a 98 mm de diámetro, mediante inyección de tetraciclina y posteriormente liberados al mar, recuperando al cabo de un tiempo 35 animales con marcas (Barahona *et al.* 2003). Sin embargo, el marcaje mediante inyección con fines de repoblamiento se hace inviable logísticamente para los volúmenes de individuos a repoblar. Por lo cual es necesario evaluar técnicas de marcaje mediante inmersión para varios fluorocromos en diversas tallas, con el objetivos de determinar el tamaño óptimo para repoblamiento, además resulta interesante evaluar la reutilización de las soluciones de tal modo poder disminuir los costos involucrados en el repoblamiento masivo, junto con ajustar las concentraciones de fluorocromos que permitan una marca legible descartando efectos subletales.

Otro aspecto de importancia es establecer una metodología clara de repoblamiento que facilite la incorporación de los juveniles a la población. Variables consideradas para el repoblamiento en otros equinoideos (Purcell 2004) pueden ser adaptadas y consideradas para un programa de repoblamiento de erizo en Chile;

a) Método de transporte: el transporte desde el hatchery al medio natural involucra un estrés donde las semillas pueden morir o ser más susceptibles a depredadores, alternativas para reducir el estrés pueden ser bajar la temperatura disminuyendo la actividad metabólica de los juveniles, sin embargo se debe evitar un eventual shock térmico que pudiera producir mortalidades.

b) Hábitat adecuado: el mejor hábitat para la liberación no es necesariamente donde se encuentran los adultos, deben identificarse sectores de reclutamiento naturales donde se encuentre juveniles de igual talla, refugios y alimento disponible.

c) Estación del año: la mejor época de liberación puede coincidir con los pulsos de mayor reclutamiento natural.

d) Aclimatación: se puede realizar un período de aclimatación mediante pequeñas unidades, las cuales permitirían evaluar el estado de los juveniles (movilidad y adherencia) para posteriormente ubicarlos en los lugares seleccionados.

Una correcta elección de los lugares a repoblar como también una validación anticipada de las técnicas de marcaje permitiría

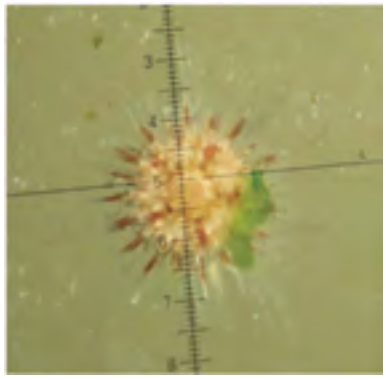


Figura 3. Juvenil de *Loxechinus albus.*

diferenciar y reconocer la proporción de individuos repoblados respecto a los prevenientes del medio natural evaluando la efectividad del programa de repoblamiento.

Enmarcado en el proyecto HUAM AQ08I1024 "Optimización de los aspectos críticos de la tecnología del cultivo del erizo (*Loxechinus albus*) con fines de repoblamiento y explotación sustentable del recurso, en áreas de manejo" se ha avanzado en dos áreas a) la optimización del cultivo de estados tempranos de desarrollo de *Loxechinus albus*, evaluando el efecto de la temperatura, densidad de cultivo y alimento suministrado, sobre los parámetros de crecimiento y sobrevivencia, con el objetivo de obtener juveniles; b) Desarrollo y validación de una metodología de marcaje masivo con fines de repoblamiento y la evaluación de la presencia, intensidad y permanencia de la marca en sistemas naturales.

En conclusión, resulta fundamental que las nuevas políticas gubernamentales para el repoblamiento de invertebrados endémicos, incorporen metodologías que contemplen los antecedentes señalados, además del seguimiento y evaluación, lo cual permitirá dirigir de mejor forma los esfuerzos realizados en apoyo a la sustentabilidad de la pesca artesanal.

Bibliografía

Bell, J. D., P. C. Rothlisberg, J. L. Munro, N. R. Loneragan, W. J. Nash, R. D. Ward, and N. L. Andrew. 2005. Restocking and stock enhancement of marine invertebrate fisheries. Adv. Mar. Biol., 49: 1–370.

Bell, J. D., D. M. Bartley, K. Lorenzen, and N. R. Loneragan. 2006. Restock-ing and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. Fish. Res., 80: 1-8.

Bell, Johann D., Leber, Kenneth M., Blankenship, H. Lee, Loneragan, Neil R. and Masuda. 2008. A New Era for Restocking, Stock Enhancement and Sea Ranching of Coastal Fisheries Resources. Reviews in Fisheries Science, 16: 1, 1 - 9.

Jerez, G. y Figueroa, M. 2008. Desafíos y perspectivas de la repoblación de molusco bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 223–235.

Purcell, SW, and Blockmans, BF. 2009. Effective fluorochrome marking of juvenile sea cucumbers for sea ranching and restocking. Aquaculture 296(3-4):263-270.

Barahona N, Orensanz JM, Parma A, Jerez G, Romero C, Miranda H, Zuleta A, Cataste V, Galvez P (2003) Bases biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Final. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP No. 2000–18, 197.

Duran L, Falcón C, Gálvez M, Godoy C, Melo C, Oliva D (1999) Elaboración de claves talla-edad para el recurso erizo. Proyecto FIP No. 1997–30, 197 pp.

Dumont C, Himmelman JH, & Russell MP. 2004. Size-specific movement of green sea urchins *Strongylocentrotus droebachiensis* on urchin barrens in eastern Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser. 276: 93–101.

Ellers, O. and Johnson, A. S. (2009), Polyfluorochrome marking slows growth only during the marking month in the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis.* Invertebrate Biology, 128: 126–144.

Godoy, C. & G. San Martín. 1988. Repoblación de *Loxechinus albus* (Molina) en la Décima Región (Chiloé). Informe Técnico. IFOP. Agosto, 1988. Pesquerías Bentónicas. 9 p.

Godoy, C. y Troncoso, R. 1990. Recuperación de bancos de erizos sobreexplotados: Un experimento de repoblación en Chiloé. Resúmenes. X Jornadas de Ciencias del Mar. 28 – 30 mayo, 1990. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. P. 56.

González, L.; G. Jerez & A. Venegas. 2001. Plan Piloto de repoblamiento del Erizo (*Loxechinus albus*) en el Área de Manejo de Caleta Maitencillo, V Región". Informe Técnico. Proyecto FONDEF D97I2012- IFOP. 42 p.

Sakai, Y. Tajima, K. 2003. Sea Urchin Fisheries:Mass production of seed of the Japanese edible sea urchin stongylocentrotus intermedius and strongylocentrotus nodus, Sea Urchins Fisheries and Ecology, DEStech Publications, Inc.

Woods CMC and James PJ. 2005. Evaluation of passive integrated transponder tags for individually identifying the sea urchin Evechinus chloroticus (Valenciennes). Aquacult Res 36:730–732.

Purcell S.W. 2004. Criteria for release strategies and evaluating the restocking of sea cucumbers. In: Lovatelli A, Conand C, Purcell S, Uthicke S, Hamel J-F, Mercier A (eds) Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper 463, FAO, Rome, pp 181–191.

MAESTRANZA - FABRICACION Y REPARACION

ESTRUCTURAS METALICAS Y CONSTRUCCION

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

MAESTRANZA CHILENA LTDA.

opción 09 443 3504

Certificada en la Fabricación de Estanques de Combustibles

Fono (65) 430 837 / Fax (65) 489 275 / Celulares 9519 6612 - 9299 9122

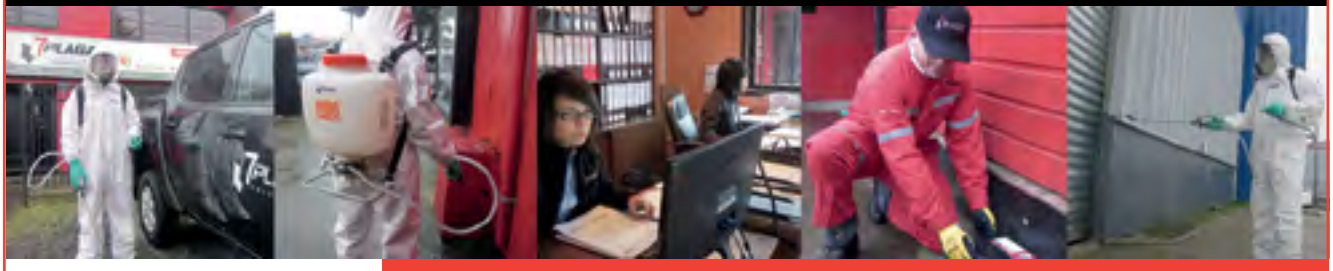
Parcela A-8 / Parque Industrial Apiasmontt / Puerto Montt

maestranza.chilena@surnet.cl / maestranza.chilena@willnet.cl / www.maestranzachilena.cl

7PLAGAS
Pest Control

SERVICIOS

DESRATIZACION • DESINSECTACION • SANITIZACION
CONTROL DE AVES • CONTROL DE MURCIELAGOS



Empresa certificada ISO 9001:2008
Empresa acreditada SAG
Contamos con Seguro de Responsabilidad Civil

Fono Fax (65) 253203 /480625 Cel. 6830 1662 / 6830 1647
Av. Presidente Ibáñez 352 - Puerto Montt
Info@7plagas.cl - www.7plagas.cl

Temuco Valdivia Osorno Puerto Montt
Chiloé Coyhaique Puerto Aysén

POLYMERS DESIGNS & ENGINEERING

Estanques

Químicos

Baños Químicos

Estanque de Acopio de Líquidos

Kayaks Sit On Top

Módulo Habitable

Ruta 5 Sur Km 1008
Parcela 17 -Parque Agroindustrial
Fuerto Varas
Fono/Fax :(56-65) 234 331
e-mail: fcampos@fullplastic.cl

www.fullplastic.cl

FULLPLASTIC
POLYMERS DESIGNS & ENGINEERING

VD Julio 2012

ESMOLTIFICACIÓN: Antecedentes biológicos para su monitoreo y correcta identificación

Sergio Arriagada, Mónica Ojeda, Oscar González & Mauricio Pineda
Unidad de Producción Acuícola. Universidad de Los Lagos. Chile
Email: m.ojeda@ulagos.cl

Sin duda una de las etapas críticas en el ciclo productivo del salmón es la esmoltificación, identificar en forma precisa y oportuna cuando un pez de agua dulce (parr) se ha transformado en un smolt adaptado fisiológicamente para crecer en un ambiente marino, es una de las claves para el buen rendimiento de los peces al ser trasladados a mar. Es reconocido que buenos resultados productivos obtenidos en mar, en gran parte estará determinado por la calidad de los smolt que hayan ingresado (Høgåsen 1998). Smolt de buena calidad presentaran adecuadas tasas de alimentación y crecimiento después del traslado, por el contrario, si ha existido una inadecuada esmoltificación o el traslado no se produce dentro de la ventana de esmoltificación -periodo de tiempo en el que el stock de peces está fisiológicamente adaptados para ser trasladado al mar (McCormick *et al.*, 1998)- existirán altas mortalidades post-traslado, bajas tasas de alimentación y de crecimiento. Estos peces son conocidos como desadaptados o rezagados, fenómeno estudiado en la literatura como "Stunting" en que los peces se estancan en su peso inicial y son muy susceptible a enfermedades (Allen, 1998; Sheridan *et al.*, 1998; Fitzgerald *et al.*, 2003; Björnsson and Bradley 2007).

Antecedentes de la esmoltificación

El término smolt fue primeramente aplicado a juveniles de salmón del atlántico (*Salmon salar*) para denotar la condición morfológica, conductual y fisiológica en la que en estado silvestre migran rio abajo hacia el mar (McCormick and Saunders, 1987). Posteriormente este término fue ampliado a los stocks migrantes de salmón del pacifico (ej. *Oncorhynchus kisutch, Oncorhynchus tshawytscha*) que presentan un ciclo comparable.

El proceso de transformación de parr-smolt o esmoltificación involucra una serie de cambios inter-relacionados, de tipo morfológicos, fisiológicos y conductuales, que son expresados bajo una sincronización interna (nerviosa y endocrina) y externa, evidenciándose que los factores determinantes son el fotoperiodo y la temperatura (Saunders and Harmon, 1990; McCormick *et al.*, 1987, Handeland *et al.* 2004).

Cambios morfológicos

El pez adquiere una tonalidad plateada debido a la deposición de purinas, guanina e hipoxantina en la epidermis, cubriendo las marcas oscuras en el costado típicas del estado parr, aunque esta coloración esté presente en el pez, esto no garantiza que la esmoltificación haya ocurrido, sin embargo, la ausencia de estos cambios es un fuerte indicador que el pez no ha esmoltificado (Fitzgerald *et al.*, 2003). La forma del cuerpo comienza alargarse produciendo un pez más delgado con un incremento en longitud y una consecuente reducción en el factor de condición K (peso/longitud). Este cambio está causado principalmente por la pérdida y reestructuración del tejido graso y en algunos salmónidos por el crecimiento desproporcionado del pedúnculo caudal (Handeland and Stefansson, 2001).

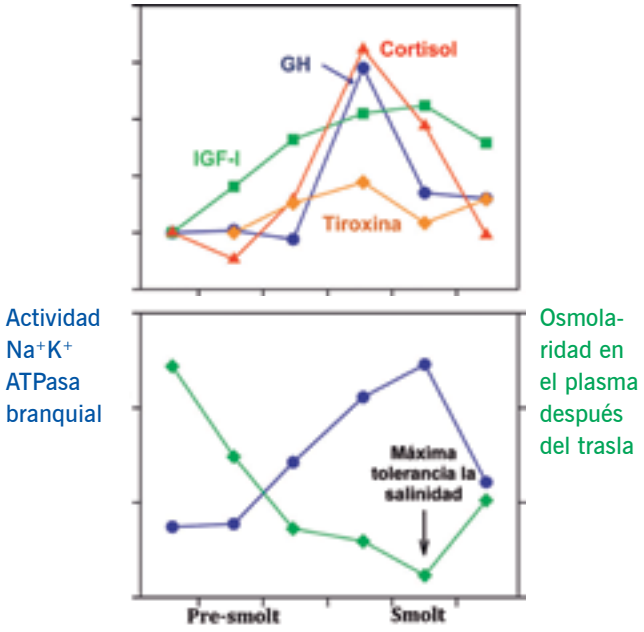


Figura 1. Cambio en los niveles hormonales en el plasma, actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial y tolerancia a la salinidad durante la transformación parr-smolt en salmón del atlántico. Modificado de McCormick S.D. (2011) *The Hormonal Control of Osmoregulation in Teleost Fish.*

Cambios conductuales

Los cambios conductuales durante la esmoltificación son menos notorios en condiciones de cultivo que en estado silvestre. Los peces exhiben un marcado territorialismo y alta agresividad, presentan una reotaxis negativa nadando contra la corriente (McCormick and Saunders 1987). Diferente intensidad de estos patrones puede observarse en condiciones de cultivo dependiendo el volumen y el flujo de agua de los estanques.

Cambios Fisiológicos

En agua dulce el estado parr o pre-smolt posee una mayor concentración de iones en el medio interno, por lo cual continuamente está perdiendo iones y absorbiendo agua pasivamente desde el ambiente, para contrarrestarlo ingiere poca agua, incorporando iones por transporte activo y excretando grandes volúmenes de orina diluida (Høgåsen 1998). En contraste, en el mar el pez experimenta una pérdida constante de agua hacia el medio y una entrada pasiva de iones, debiendo reemplazar la pérdida osmótica de líquido ingiriendo agua de mar y excretar por transporte activo el exceso de iones. Los principales órganos involucrados en la osmoregulación en agua de mar son las branquias, el intestino y el riñón, en donde las branquias cumplen el rol principal (Høgåsen 1998).

La tolerancia a la salinidad representa el cambio más importante del pez durante la esmoltificación, debiendo desarrollar una rápida adaptabilidad al entrar al mar. Siendo el cambio fisiológico más relevante el incremento de la actividad de la enzima Na^+K^+ ATPasa branquial la que presenta un rol principal en la regulación iónica (Zaugg 1982, McCormick, 1993). Se encuentra principalmente en las células de cloruros ubicadas en el epitelio del filamento branquial, células que incrementan considerablemente su número cuando los peces han llegado al estado de smolt. La actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial esta positivamente correlacionada con la extrusión de iones y el aumento de la tolerancia al agua de mar (Handeland and Stefansson, 2001). Por esta razón la medición del incremento de la actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial es el indicador universalmente usado para verificar el estado de esmoltificación de los salmones y constituye un vital instrumento en la toma de decisiones para el traslado de los peces al mar. El efecto fisiológico de la actividad de esta enzima puede ser evaluado midiendo los niveles plasmático de cloruro en pruebas de desafío en agua de mar (Figura 1) (Handeland and Stefansson, 2001). Estos cambios osmoregulatorios están modulados principalmente por la hormona del crecimiento (GH), la insulina factor de crecimiento tipo I (IGF-I) y el cortisol. Las hormonas tiroideas probablemente jueguen un rol indirecto en la osmoregulación, estando más relacionadas a aspectos morfológicos y conductuales (McCormick *et al* 2007).

Control y monitoreo de la esmoltificación

En sistemas de cultivo intensivo la manipulación de la temperatura y fotoperíodo puede generar desde uno a cuatro periodos de esmoltificación al año, de la misma forma, se puede acortar

Actividad Na^+K^+ ATPasa branquial

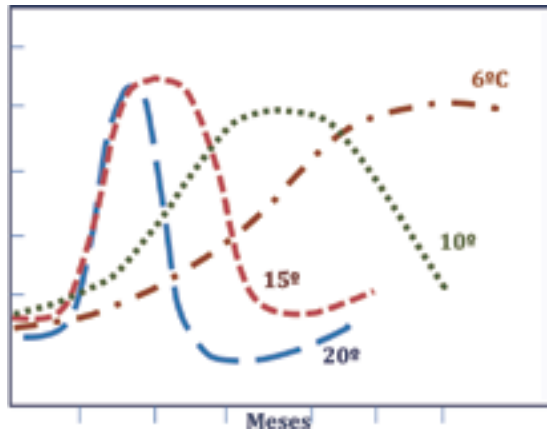


Figura 2. Resumen del efecto de la temperatura del agua en los patrones de la actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial y la ventana de esmoltificación en salmón coho. *Modificado de Wedemeyer et al 1980.*

o alargar la ventana de esmoltificación (Fitzgerald *et al.* 2003). Altas temperatura puede acelerar la tasa de crecimiento y producir smolt de mayor tamaño. También se ha demostrado que las altas temperaturas adelantan el tiempo de esmoltificación pero pueden acortar la ventana de esmoltificación, lo que implica un periodo reducido para una transferencia exitosa al mar, mientras que a bajas temperatura se puede retrasar la esmoltificación pero aumentar el periodo de transferencia. Esto se ha demostrado por las diferentes curvas de actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial asociadas a grupos de peces cultivados a diferentes temperaturas (Figura 2). Cuando se ha usado una temperatura elevada en forma constante, el pez puede ser excepcionalmente grande y adquirir la tonalidad plateada del smolt en forma prematura, pero todavía mantener una pobre tolerancia a un medio salino (Fitzgerald *et al.* 2003).

Dependiendo la temperatura del agua en donde esté ubicado el centro de cultivo o la temperatura que adquiera los estanques en sistemas de recirculación, el grupo de peces puede presentar ventanas más cortas o más largas de esmoltificación, información clave para la programación del traslado, por lo que es conveniente conocer las curvas de actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial representativas para cada grupo de peces en cada condiciones de cultivo, previendo que el número de muestra es representativa al número total de peces y al tiempo que dure la ventana de esmoltificación (Figura 3).

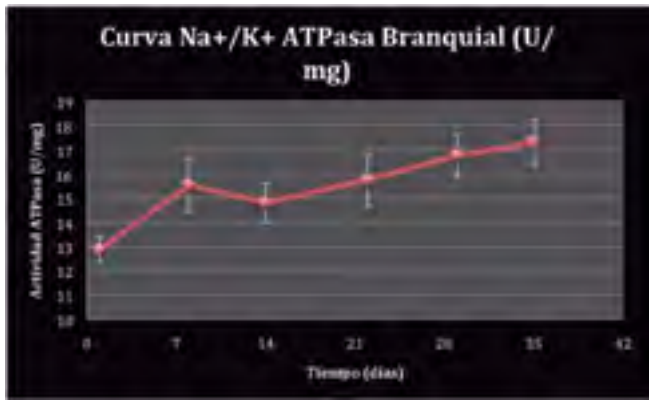


Figura 3. Cambio en los niveles de la actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial en un grupo (estanque) de salmón del atlántico. (UPA 2012)

La Universidad de Los Lagos por medio de la Unidad de Producción Acuícola tiene más de 20 años de experiencia en el análisis de la actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial, esta técnica fue desarrollada por María Victoria Vial y colaboradores, modificada de Zaugg (1982) siendo pionera en desarrollar la técnica en el país.

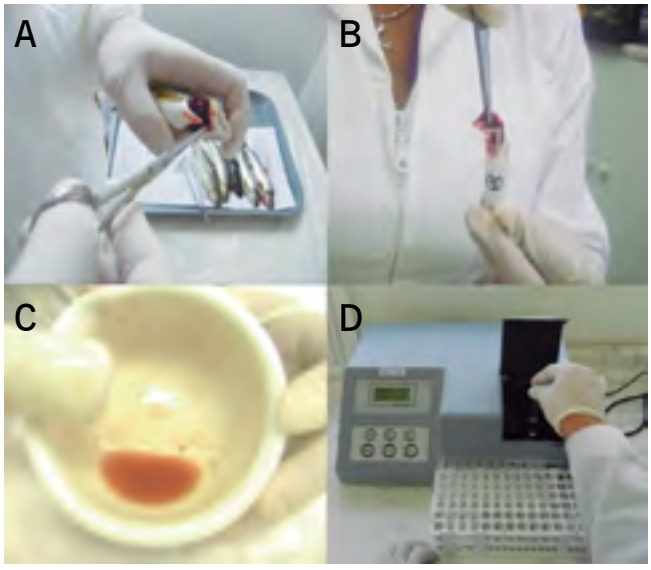


Figura 4. Toma de muestra y análisis de la actividad de la Na^+K^+ ATPasa branquial. A) Extracción de la muestra, corte primer arco branquial; B) Muestra almacenada y enumerada en tubo criopreservación; C) Muestra homogenizada en mortero de loza a 4°C; D) Lectura fosfatos y proteínas en espectrofotómetro.

Referencias Bibliográficas

Allen, G.H., 1998. Stunting of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* parr reared in wastewater-seawater ponds. Journal of the World Aquaculture Society 29, 51-66.

Björnsson B. and T. Bradley. 2007. Epilogue: past successes, present misconceptions and future milestones in salmon smoltification research. Aquaculture 273, 384–391

Fitzgerald R., Stefanson S., Garforth D., and S. Irwin. 2003. Production II: From egg to market size: onrearing in freshwater and marine environments. In: Stead S. and Laird L. (Eds). Handbook of salmon farming. Praxis Publishing, UK, pp 65-103.

Handeland, S.O., Stefansson, S.O., 2001. Photoperiod control and influence of body size on off-season parr–smolt transformation and post-smolt growth. Aquaculture 192, 291–307.

Handeland, S.O., Wilkinson, E., Sveinsbo, B., McCormick, S.D., Stefansson, S.O. 2004. Temperature influence on the development and loss of seawater tolerance in two fast-growing strains of Atlantic salmon. Aquaculture 233, 513-529.

Høgåsen, H.R. 1998. Physiological Changes Associated with the Diadromous Migration of salmonids. Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci. 127. 128 p.

McCormick, S.D., Saunders, R.L., 1987. Preparatory physiological adaptations for marine life of salmonids: osmoregulation, growth, and metabolism. American Fisheries Society Symposium 1, 211–229

McCormick, S.D. 1993. Methods for non-lethal gill biopsy and measurement of Na^+,K^+-ATPase activity. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 656–658.

McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P., and Saunders, R.L., 1998. Movement, migration and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55, 77–92.

McCormick, S.D., Shrimpton, J.M., Moriyama, S. and B. Björnsson, 2007. Differential hormonal responses of Atlantic salmon parr and smolt to increased daylength: a possible developmental basis for smolting. *Aquaculture* 273: 235-245

Saunders, R.L., Harmon, P.R., 1990. Influence of Photoperiod on Growth of Juvenile Atlantic Salmon and Development of Salinity Tolerance during Winter & Spring. Transactions of the American Fisheries Society 119, 689-697.

Sheridan, M.A., Eilertson, C.D., and Kerstetter, T.H., 1998. Changes in plasma somatostatin associated with seawater adaptation and stunting of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch.* Aquaculture 168, 195-203.

Zaugg, W.S., 1982. A simplified preparation for adenosine triphosphatase determination in gill tissue. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 215-217

DiPERK
SOLUCIONES EN ENERGIA

SOLUCIONES EN ENERGÍA

Especialistas en generación de Energía

Experiencia a toda Prueba

Con más de 40 años de experiencia dedicados a entregar soluciones de energía a nuestros clientes. Diperk es líder indiscutido en los distintos segmentos que participa.

"Nuestros Clientes son la mejor carta de presentación. Lideres en Salmonicultura"

Marcas Representadas.

Perkins · FGWILSON · Perkins SABRE MARINE POWER · Donaldson · ANCHOR

PUERTO MONTT

Diego de Almagro Norte 1524
Loteo Industrial Cardonal
Puerto Montt - Chile
www.diperk.cl

Equipos: rpradine@diperk.cl
Servicio: lhenriquez@diperk.cl
dgonzalez@diperk.cl
Repuestos : vivargas@diperk.cl
Fono: (56-65) 341174

Somos representante exlusivos de uno de los mayores fabricante de grupos electrógenos en Europa FGWilson en Chile, además contamos con la exclusive representación de los motores Perkins lo que nos permite entregar garantías en forma directa de las líneas de motores. Hemos desarrollado los proyectos más grandes en Chile de generación , como plantas, respaldo de clínicas, y proyectos de telefonía celular. Desarrollamos proyectos de sincronismo y paralelismo para generadores, lo que lleva a un gran ahorro de combustible en cualquier tipo de instalación, además, de contar con un departamento de soluciones acorde a las necesidades de los clientes.

Contamos con personal altamente capacitado, desarrollando capacitaciones y actualizaciones permanentes. Además de amplia gama de repuestos y soluciones para todos los productos representados.

Lota Protein 17 años en Chile:

EMPRESA DE CLASE MUNDIAL QUE TRABAJA POR MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR PESQUERO

En mayo de 1995, Lota Protein invierte en la Región del Biobío, específicamente en una de las comunas más pobres del país (Lota), con el objetivo de participar en el sector pesquero. Ya en aquella época comenzaron los primeros problemas de sustentabilidad y poca competitividad en dicho mercado.

A pesar de este panorama, la empresa que a la fecha tiene sólo el 0,7% de las cuotas de pesca del país, a lo largo de estos 17 años, se ha convertido en líder por su gestión de los recursos pesqueros, sus estándares de calidad internacional, y por la plataforma laboral con la que cuenta.

Este compromiso, ha inspirado a Lota Protein para llevar adelante una férrea lucha por la sustentabilidad del sector pesquero y que se termine con los privilegios de unos pocos. Así se permitirá el ingreso de nuevos actores al sistema, pagando un precio justo por la captura de los recursos de todos los chilenos, respetando a la pesca artesanal y las pymes del sector.

Esto se traduce, como han indicado en más de una ocasión sus representantes, en traspasar la experiencia recogida en Noruega, con plena compatibilidad entre industria y pesca artesanal, sustentabilidad, término de las formas de pesca que arrasan con las pesquerías, innovación, desarrollo de productos con valor agregado y libre acceso a los recursos pesqueros.

Un momento histórico

Está claro que el sector, producto de la precaria legislación que existe y de la influencia del pequeño grupo que controla la industria pesquera, es reticente a los cambios. Cabe recordar, que éstos han exigido públicamente mantener sus autodenominados "derechos históricos", amenazando incluso con llevar el tema a tribunales.

En la vereda del frente, se encuentra Lota Protein, tal como lo indica su Gerenta de Asuntos Corporativos, Riola Solano. "Nuestra empresa ha propiciado realizar cambios profundos en el sector pesquero. Hoy después de 20 años, con la discusión del proyecto podemos dar un giro en la historia de la pesca en Chile, permitiendo el acceso de nuevos actores a través de la licitación de las cuotas. De esta forma no sólo tendremos un mercado más competitivo, sino que además los recursos podrán ser usados también por las Pymes que hoy se extinguen, y se podrá generar una plataforma social que beneficie a pescadores artesanales y trabajadores del sector".

Pero esta lucha no ha sido fácil. Tal como lo indica Riola Solano.

¿Cuál es la posición de Lota Protein en la discusión que se lleva adelante en el Congreso, respecto a la Ley de Pesca?

El Proyecto de Ley de Pesca entrega a perpetuidad y gratis el control de los recursos pesqueros industriales a siete familias. Esta situación es escandalosa. Lota Protein propone que los recursos pesqueros industriales se mantengan en poder del Estado de Chile y que se asignen de la forma que los expertos nacionales e internacionales recomiendan, esto es, a través de licitaciones periódicas, transparentes y competitivas, que exijan que toda la pesca que se capture en virtud de la licitación sea procesada en suelo chileno y que quienes se adjudiquen las cuotas deban cumplir con los más altos estándares ambientales y laborales bajo pena de perder sus cuotas.

Otras falencias de este proyecto injusto e ilegítimo son que no protege la sustentabilidad, ni la pesca artesanal, ni los empleos del sector, ni tampoco los intereses de todos los chilenos a quienes se nos está arrebatando un bien tan valioso como las riquezas pesqueras.

¿Pero se le ha acusado de querer entregar los recursos a empresas extranjeras, en desmedro de las chilenas?

Esa afirmación es falsa, nosotros abogamos porque todas las descargas se procesen en suelo chileno. La licitación es el camino que la unanimidad de los especialistas ha señalado como el correcto para asignar el uso de recursos naturales. Nos interesa que la ley contenga políticas públicas beneficiosas para todo el país y no sólo para algunos. Por eso, la discusión del proyecto de ley debe ser lo más transparente e informada posible, porque están en juego, además de las cuotas de pesca industrial y artesanal, la nueva institucionalidad del sector, lo que podría significar un enorme aporte a la sociedad chilena o ser un desastre que genere mayor concentración, injusta distribución de la riqueza y la desaparición del recurso pesquero.

A voz de las autoridades de gobierno, parecería que la pesca es un sector en modernización y en crecimiento, ¿qué falencias se ven hoy en el sistema pesquero?

La historia dice lo contrario. El sector pesquero tiene una estructura arcaica, es un latifundio del mar en manos de siete familias de industriales y un sector artesanal empobrecido y perjudicado con malas políticas públicas, que se centran en el asistencialismo y no en darle a ese sector mayores oportunidades de desarrollo productivo. La actual regulación no ha evitado los abusos que hoy existen.

Los representantes de ASIPES y SONAPESCA dan opiniones contrarias, hablan de "derechos históricos".

No existen los autodenominados "derechos históricos" en la pesca industrial. Este es un tema jurídicamente indesmentible y por eso una eventual demanda - cuando las cuotas se liciten - no tiene destino.

Lo que hoy existe es un grupo de privilegiados que tienen autorizaciones de pesca. Nadie más ha podido acceder a ellas en los últimos 20 años porque cada año se ha dictado un decreto que cierra el acceso. Esa suspensión no obedece a que quienes hoy tienen las cuotas sean dueños de los recursos, sino que a razones de sustentabilidad, como señalan año a año los decretos de cierre.

¿Cómo ve la posición y demandas de lo otros actores?

El país requiere de fuertes y pujantes pescadores artesanales, creemos en una estructura que permita el fortalecimiento y crecimiento tanto de la pesca artesanal, como de las pymes del sector. Respecto de los trabajadores, las licitaciones permitirán que desaparezcan empleos de mala calidad, y se creen empleos de buena calidad, como los que tenemos en Lota Protein.

Para esta experta en tema pesqueros, esta es una oportunidad histórica y espera que los parlamentarios puedan avanzar en los aspectos planteados, tal como lo hicieron 15 Senadores en una moción presentada al Congreso (Boletín 7926-03). Por esto, reitera que "abrir el mercado de la pesca industrial permitirá terminar con la concentración que hoy existe, en donde tres empresas controlan casi el 90% de la pesca industrial y con ello el poder de compra de la pesca artesanal".

Sobre cuáles son sus aspiraciones en el país, señala Riola Solano, "Lota Protein quiere profundizar su inversión en Chile, competir y obtener mayor participación de la pesca. Nuestro plan es extendernos a productos de consumo humano y seguir apoyando el fortalecimiento del sector pesquero, modernizándolo y haciéndolo sustentable y más equitativo en beneficio de los chilenos".

El Valor de las Licitaciones

Según explica la abogada y gerente de Asuntos Corporativos de Lota Protein, Riola Solano, el sistema de licitaciones es la herramienta utilizada a nivel mundial para asegurar transparencia y "emparejar la cancha" a todos los actores que participan del sector pesquero. "Hoy el mundo viene de vuelta, en EEUU, Nueva Zelanda, Inglaterra y ahora en Rusia se licitan cuotas de pesca. En otros países como Noruega se licita la primera venta de pesca fresca. En todos estos lugares, la pesca es un área pujante de la economía".

Con esta tendencia, "las licitaciones de las cuotas industriales son indispensables para darle legitimidad al sector frente al país", señala. Para ello debe pagarse un precio de mercado por recursos que pertenecen a todos los chilenos. Además, "el ingreso de competencia - como ha ocurrido en otros sectores de nuestra economía - necesariamente convertirá esta actividad en una creativa, innovadora y, por tanto, generadora de mayor riqueza y fuentes de empleo".

A estas ventajas se suma que las licitaciones permiten regular el uso de las cuotas exigiendo, por ejemplo, que toda la pesca sea procesada en suelo chileno y que sus titulares observen una intachable conducta laboral y ambiental. "Si todo sigue igual y las cuotas se entregan a sus actuales titulares, nada impedirá que las vendan al mejor postor, quien las podrá procesar donde quiera y cumplir o no con nuestras regulaciones. En ese caso el negocio lo harían las mismas empresas de siempre y no el Estado de Chile."

Por último, apunta a resguardar la sustentabilidad de los recursos, "el proyecto de Ley de Pesca no contempla crear un órgano técnico independiente, con patrimonio propio, a cargo de la investigación pesquera. El proyecto - más allá de los anuncios - entrega las decisiones de administración pesquera al Subsecretario de Pesca, que es un ente político y no técnico".

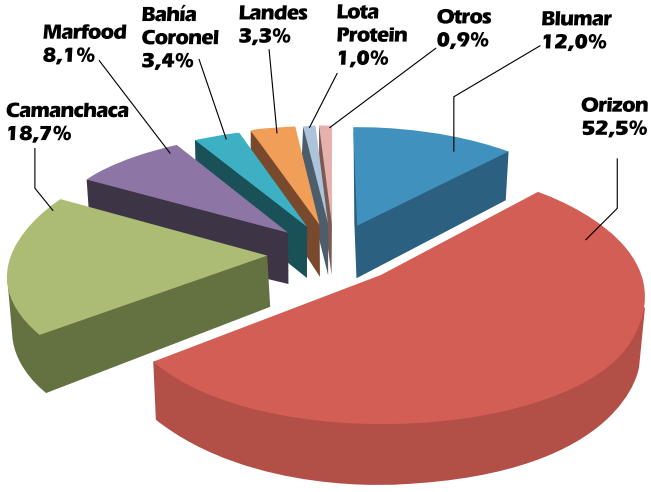
Lo que se debe saber...

· Hasta el año 90, en general, cualquiera pescaba en Chile. En 1991 la nueva ley de pesca permite excepcionalmente el cierre temporal por un año renovable de los registros pesqueros, y establece la posibilidad de fijar una cuota global de captura.

· El año 2001 se establece un régimen, que vence este año, que divide la cuota global anual entre industriales y pesca artesanal, y fija límites máximos de captura por armador. La cuota industrial se concentra hoy en muy pocas empresas.

PARTICIPACION POE EMPRESA EN CUOTA INDUSTRIAL PRINCIPALES ESPECIES A NIVEL NACIONAL

(Jurel, Anchoveta, sardina Común, Sardina Española, Merluza de Cola)



Ramplas de Acero Inoxidable se proyectan en Transportes Barría; Parte II

Sobre el estrés de los peces y CO_2 durante los traslados

Tal como lo indicamos en el artículo anterior de la revista N° 16, sobre la elección de ramplas de acero para el transporte de peces vivos, en esta oportunidad ahondaremos en el tema "CO_2 y Estrés durante un traslado".

No muchas empresas Salmoneras han medido las pérdidas que causan malos traslados de sus peces, reflejados en adaptaciones tardías a los centros de engorda, días perdidos a no alimentarse inmediatamente, patologías susceptibles a través de un pez que sostuvo un estrés crónico o prolongado durante su traslado, o simplemente el deterioro fisiológico por estar expuesto a niveles de hacinamiento altos.

Durante esta crónica intentaremos demostrar que la mejor alternativa que hoy existe para Transporte de peces Vivos es RAMPLA de Acero inoxidable.

Como ya se sabe son varias las razones o diferencias radicales entre estanques convencionales de 3 M^3 (y menos) de Fibra, respecto de Ramplas de acero con estanques de 7 M^3, entre ellos precisamente el mayor volumen (espacio) de cada estanque nos da una mayor columna de agua que permite que la burbuja saliente del difusor demore mucho más tiempo en subir a la superficie, traduciéndose en un mayor aprovechamiento del oxigeno por parte de los peces, al existir considerablemente una mayor cantidad de litros de agua por estanque, tenemos un espacio físico muy grande, muy parecido a la piscina de la piscicultura, por lo que el pez no desconoce del completo esto y se desenvuelve muy calmo por toda el área del estanque al no verse hacinado a un espacio pequeño, traduciéndose en un muy bajo estrés (casi nulo) y de paso evitar todos los riesgos que un estrés implica, tal como; Un estrés a de corto plazo producirá un aumento en la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la respiración. El pez no puede mantener estos estados alterados durante un corto período de tiempo y se convertirá en stress crónico. El estrés se acompaña de la liberación de la hormona cortisol, que es responsable de muchos de los efectos negativos para la salud asociados con el estrés. Además de tener un efecto negativo sobre el crecimiento, la reproducción y la digestión, el estrés crónico también disminuirá la capacidad del sistema inmune para responder de forma eficaz y completa Esta respuesta inmune baja es la que permite a los parásitos, bacterias y hongos que infectan a un pez estresado y causar la enfermedad y la muerte.

Como determinar si un pez esta bajo estrés en forma visual?, muy fácil, experimentamos con cargas comparativas, misma densidad, misma agua y t°, la misma cantidad de horas de viaje, al comparar ambos estanques, nos dimos cuenta que el estanque de fibra de 3 M^3, presentaba una mayor agrupación de peces, todos alterados, nadando cruzadamente, sin un una dirección definida, peces evidentemente desorientados, irritativos, etc. Al contrario en el estanque de acero con un volumen de 7 M^3 sosteniendo la misma densidad por M^3, se pudo apreciar claramente un orden de peces nadando en una sola dirección, uniformemente, sin alteración ninguna en su estado, muy joviales y activos.

Por otro lado, tenemos niveles de CO_2 preocupantes durante los traslados y sus consecuencias ya conocidas, como; El efecto de un aumento de CO_2 en el agua provoca a su vez que la velocidad a la que el CO_2 del propio metabolismo de los peces pueda ser liberado de la sangre a través de las branquias sea lento, por lo tanto el CO_2 en la sangre también aumenta - esto se conoce como hipercapnia - resultando en una disminución de el pH de la sangre, una acidosis. Al mismo tiempo la capacidad de transporte de oxígeno de la hemoglobina en la sangre se reduce.

Así que, ¿cuál es el efecto de esta hipercapnia? En el corto plazo la fisiología de los peces puede contrarrestar el efecto de equilibrar la acidosis con un intercambio de iones tales como el aumento de la absorción de bicarbonato y la pérdida de iones de hidrógeno y el fosfato y el poco daño que se hace. A largo plazo, este acto de equilibrio puede tener un efecto más profundo en la salud de los peces. Como la Nefrocalcinosis en los salmónidos ha sido reconocida como una entidad patológica relacionada con un alto CO_2 disuelto, llevando eventualmente a la formación de grandes depósitos mineralizados dentro del tejido excretor de los riñones y patología renal asociada. La condición puede resultar en mal estado y el rendimiento y la pérdida de peces.

En base a estos estudios, se deduce mejorar considerablemente los niveles de CO_2 durante traslados, para ello existen extractores de CO_2 de diversas índoles, pero tenemos otro factor limitante para incorporar dichos artefactos dentro de nuestros estanques, su difícil desinfección, higienización, puede ocasionar un problema mayor al CO_2, como por ejemplo la diseminación de patógenos entre diferentes familias de peces.

RESUMIENDO

Por ello, Transportes Barría, una vez que experimento con las mas diversas formas de eliminar CO_2, hemos decidido que a través de densidades adecuadas, estanques verdaderamente medibles físicamente con su volumen exacto, con domos que hagan efecto chimenea y permitan la salida del estanque de los gases disueltos en el agua, que por propio movimiento del agua durante el viaje son liberados.

Lo primordial en esto es no contaminar el interior del estanque con demasiados elementos que sean difícil de higienizar, que entorpezcan el desenvolvimiento normal de los peces dentro del estanque, permitirán que peces puedan sentirse cómodos dentro del estanque, por lo tanto tengan una actividad muy baja, con lo cual consumen menos O2, liberan menos CO_2 y a su vez un muy buen ayudo aporta que los peces no liberen dentro del estanque residuos orgánicos que contaminan el agua (heces, orina, vómitos).

Nuestra actitud frente a los nuevos tiempos de la Salmonicultura 2.0 apuntan hacia la mejora permanente de la calidad de traslados, mejorando los estanques, ofreciendo una capacidad real de volumen de traslado, incorporando camiones de última generación para acortar tiempos de traslados, incorporando tecnología al servicio de logística, profesionalizando a nuestra gente, preocupándonos diariamente de que los peces transportados estén acordes a la densidades protocolizadas, que no se evidencien problemas sanitarios, tratando de disminuir al máximo la intervención de muchos artefactos dentro del estanque para evitar alteraciones de estrés en nuestros pasajeros y a su vez retroalimentando a nuestros clientes de nuestra experiencia diaria en los traslados para lograr feedback positivos, ya que entendemos que nos necesitamos mutuamente.

La calidad es la ruta al éxito

opción 09 443 3504

Ofrecemos a nuestros clientes calidad y seguridad en base a las exigencias del mercado, con una gran cobertura nacional ofreciendo un servicio integral.

Como servicio integrado contamos con conductores especializados y sistema de rastreo satelital con el fin de garantizar seguridad y tranquilidad a nuestros clientes al momento de confiarnos su carga.

SERVICIOS

CAMIONES DE ÚLTIMA GENERACIÓN

- Transporte por carretera
- Transportes de Smolts

- Equipos de monitoreo de peces (Sinecam)
- Estanques de acero inoxidable (224 M3)
- Estanques de fibra y fibroplástico (351 M3)

BARRIA Transportes

Fono: (065) 335585 - Cel.: 9920 5898 / 9920 5999 - Chin Chin Alto, parcela 17 - Puerto Montt
Carmen.barria@transportesbarria.cl - fernando.barria@transportesbarria.cl - www.transportesbarria.cl

RamLab
ASESORIAS AMBIENTALES
opción 09 443 3504
Comprometidos con su
Desarrollo Sustentable
Asesorías y Proyectos.
Capacitación a Empresas.
Declaración de Impacto ambiental.
Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).
Elaboración de INFAs y CPS.
Cálculo de Zona Protección Litoral (ZPL).
Batimetrías, Correntometrías, Oxígeno disuelto.
Caracterización de Aguas y Sedimentos.
Estudios de Cuerpos de Agua.
Planos de Concesión.
Monitoreos Ambientales
Fono/Fax: (65) 636 132
Los Carrera 435 · Castro
ramalab_castro@ramalab.cl
www.ramalab.cl

PLASTICOS AUSTRAL

- Nets Bag Redes
- Polietileno Construcción
- Silo Invernadero
- Cinta Peligro
- Malla Maxitela 1x45
- Mallas Raschel
- Bolsas Para Bins
- Fundas
- Wicketter
- Cinta de Peligro
- Canalización Verde-Azul-Rojo
- Bolsas de Basura (distintos tamaños, excelente calidad).

FonoFax (65) 286 416 / 286 420
Cel. 09 8473857 / 09 8478384
Egaña 970 - Puerto Montt
pcotapos@plasticosaustral.cl
www.plasticosaustral.cl

Investigación y desarrollo del ciclo biológico de la trucha de arroyo *(Salvelinus fontinalis)* Para preservar el patrimonio genético y sustentar un nuevo modelo de pesquería fluvial y así ampliar temporal y geográficamente la pesca recreativa en Chile

Pablo Gallardo Ojeda
Ingeniero en Acuicultura, Magister en Acuicultura, Académico Responsable Centro de Cultivos Marinos Bahía Laredo - pablo.gallardo@umag.cl

Figura 1: Trucha de arroyo *(Salvelinus fontinalis).*

Salvelinus fontinalis, trucha de arroyo o Brook Trout (Fig.1), no es una trucha, sino que, un Char (nombre inglés dado a los salvelinus), especie que forma parte del grupo salmonidae y del subgrupo salmoninae, que también incluye a la trucha de lago o lacustre (*Salvelinus namaycush*), el Salvelino del ártico (*Salvelinus alpinus*), y las dollyvarden (*Salvelinus malma*) oriundas también de esta parte del hemisferio norte y de los confines más boreales de Canadá. Esta especie habita sólo en algunos lugares del mundo, incluyendo ciertos puntos aislados en Chile y Argentina. Dada su alta sensibilidad a las condiciones de su ambiente, en calidad y oxigenación de agua. Su presencia es señal inequívoca de un entorno de gran pureza. No crece mucho en tamaño, por lo que especímenes de más de uno o dos kilos son escasos.

Su origen se ubica en la costa este de Norteamérica, siendo hoy en día famosas algunas provincias canadienses de la costa Atlántica, como Labrador o Newfoundland, por los enormes especímenes que pueden encontrarse. La trucha de arroyo se diferencia de las otras especies de salmónidos, principalmente por su coloración característica, el cual es castaño oliváceo con tonalidades iridiscentes. Por otro lado, su dorso es marmóreo con vermiculaciones que continúan sobre las aletas dorsales y parte de la aleta caudal. Los flancos presentan pequeñas manchas rojas con halo claro azulado y manchas amarillas verdosas. La región ventral es anaranjada o rojiza, especialmente en los machos durante el período reproductivo. Las aletas pectorales, ventrales y anal son de color rosa carmín con el borde anterior cremoso y bordeado por una mancha negra irregular. Con respecto a su talla, la trucha de arroyo puede alcanzar hasta 530 mm de longitud total (DNR Michigan, 2001; LaConte, 1997; Miquelarena A *et al.*, 1997).

En Argentina, esta especie habita en la mayoría de lagos, lagunas y algunos ríos fríos y transparentes de la Patagonia y algunos ríos del norte del país. Las primeras truchas de arroyo fueron sembradas en los lagos Nahuel Huapi, Gutiérrez y Espejo (a la altura de la región de Los Lagos, en Chile). En 1904, esta trucha fue introducida en aguas del Río Negro y Manso, actualmente no existen registros de más introducciones a estos cuerpos de agua, por lo que la población que habita allí, son descendientes de los primeros ejemplares sembrados (Macchi P.; Vigliano P., 2008).

En Chile, existen reportes en la Región del Maule (Patricio Eberhard; Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región) determinó hace más de 10 años la introducción y presencia de *fontinalis* en cuerpos de agua de altura; Región de La Araucanía, en las cercanías de Pucón (Laguna Reigolil y Laguna Huiquifilo), también en los tributarios de la laguna Conguillió y Laguna Verde; Región de los Ríos, los reportes provienen de la cuenca alta del Lago Ranco en el sector de los ríos Nilahue y Riñinahue; Región de Los Lagos, donde, los reportes son abundantes, específicamente en el río Tigre, el que se encuentra en la Provincia de Palena, este río ofrece exclusivamente la oportunidad de capturar truchas de arroyo (patagoniaverde.com).

La Región de Magallanes, es posiblemente la región donde más se ha estudiado la trucha de arroyo (estudio de gestión de pesquería fluvial recreativa), aquí esta especie tiene poblaciones bien establecidas en Laguna Parrillar (Provincia de Magallanes) y Río Azopardo (Provincia de Tierra del Fuego). Uno de los tributarios del Azopardo, que se encuentra a pocos metros de la boca, es el río Alonso, que es un río de mediano caudal que

Figura 2: Trampas de Captura.

Figura 3: Sistema de Incubación para ovas de trucha de arroyo.

cae en el Lago Fagnano. El río Alonso y sus frías aguas tienen una pesca muy abundante en *salvelinus fontinalis* (pescador.cl, 2008). Características que hacen de esta región un gran potencial para la pesca deportiva de especies salmónidas, truchas y salmones, sin embargo, para poder gestionar esta pesquería de manera de re-glamentar y asegurar la sustentabilidad de la pesca, es que en el año 2004, la Subsecretaría de Pesca, por medio del Fondo de Investigación Pesquera sometió a concurso un proyecto relacionado con la Elaboración de un Plan de Manejo de la Trucha de Arroyo en la región de Magallanes, dicho proyecto fue adjudicado por la Universidad de Magallanes. Durante dos años, se investigó tanto el cuerpo de agua en cuestión, como al Salvelino. Los resultados fueron bastantes concluyentes al señalar que la Laguna Parrillar presentaba un serio deterioro producto de la sobrepesca y de la pesca furtiva, sumado a otros factores.

Posteriormente, la Universidad de Magallanes, en conjunto con la Universidad de Los Lagos, realizaron un proyecto Fondef D06i1093, referido, entre otras cosas, a la conformación de stocks silvestres de trucha de arroyo proveniente de la Laguna Parrillar, aspecto que fue logrado con éxito. Estas dos iniciativas, más aspectos inherentes a la propia especie en cuestión, tales como; el uso de la trucha de arroyo como bioindicador de oligotrofia y gran calidad sanitaria del ecosistema donde ésta es dominante, y sumado a la gran importancia que se le atribuye a esta especie en Estados Unidos (donde es originaria) como un animal de alto valor para la pesca recreativa, es que se decidió formular el presente proyecto, adjudicado en el marco del XVIII Concurso de Proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D) Fondef 2010-2011, por un período de ejecución de 36 meses.

Para lograr el desarrollo de esta iniciativa, la Universidad de Magallanes trabajará en conjunto con la Universidad de Los Lagos, ambas casa de estudios con gran experiencia en el desarrollo de proyectos relacionados con la pesca recreativa y el manejo de salmónidos y truchas silvestres. Además, el proyecto cuenta con el apoyo de la Subsecretaría de Pesca (Entidad Mandante), el Club de Pesca y Caza Osorno (Apoyo en gestión del proyecto Universidad de Los Lagos) e Ilustre Municipalidad de Palena (Apoyo en gestión del proyecto Universidad de Los Lagos), además de dos instituciones argentinas, de dilatada experiencia en el manejo de recursos naturales dulceacuícolas y suplementación de salmónidos mediante trampas para reproductores, como son: la Universidad Nacional del Comahue y la Fundación Salmónidos de Angostura.

El objetivo de este proyecto es contribuir con bases y criterios científicos, técnicos, ambientales, productivos y educacionales para permitir el uso sustentable de esta especie, el proyecto se hace cargo de evaluar las técnicas de repoblamiento asistido como herramienta de recuperación de poblaciones y el desarrollo asociativo de un plan piloto, replicable y transferible para el manejo de este *salvelinus* con fines recreativos y ambientales, esto se despliega en dos ejes fundamentales:

Asegurar la sustentabilidad del ejercicio de la actividad de pesca recreativa de *salvelinus* en Chile, y fomentar las actividades turísticas y económicas asociadas.

Por lo tanto, se espera lograr establecer en Chile, la pesquería fluvial de la trucha de arroyo, generando así, nuevos lugares para la pesca, más fríos y oligotróficos, tales como, lagos y ríos cordilleranos y de ambientes sub antárticos, para ello se toma como modelo la Laguna Parrillar y se prueban allí, sistemas de suplementación inéditos para Chile, como es la incorporación de fertilización asistida, mediante el uso de trampas para reproductores (Fig.2), tecnología empleada con gran éxito en Argentina. Dicha trampa desvía el cauce del río, al momento de ascenso de las truchas durante su época de desove, esta desviación, conduce a los peces hasta unos estanques rectangulares tipo raceways, donde son clasificados por su estado de gravidez y luego de ello son trasladados a estanques, para ser desovados y posteriormente fertilizados los gametos.

A fin de crear el primer grupo reproductor, los peces capturados se trasladarán a dependencias del Centro de Cultivos Marinos Bahía Laredo perteneciente a la Universidad de Magallanes, para ello se contemplará el diseño e implementación de una sala de incubación (Fig.3) y alevinaje temprano para ser acondicionados a condiciones de cautiverio, convirtiéndose en un reservorio genético de la especie en Magallanes, con esto se espera mejorar la tasa de crecimiento de los ejemplares y así mejorar la calidad de sus gametos, ovas y alevines.

En forma paralela, el proyecto trabajará en una segunda innovación inédita en Chile, la cual es utilizar nidos artificiales para la incubación *in situ* (egg stocking), consistente en unidades de incubación plásticas, también conocidas como Jordan Scotty, una vez el período de incubación, los alevines nadarán fuera de las incubadoras, por lo tanto, cuando cada unidad se abre, se podrán contar los huevos que no se han desarrollado.

Figura 4: Pesquería fluvial en cuerpo de agua dulce.

En conjunto con lo anterior, en el Centro de Cultivos Marinos Bahía Laredo, se instalarán dos dispositivos de generación de energías renovables como la eólica y solar, de tal manera de establecer un modelo de suplementación versátil para ambientes fríos y aislados y que pueda sin mucha complejidad ser replicable en otros ambientes de similares características, tales como el río Tigre en Alto Palena (Región de Los Lagos), el lago Verde en Las Juntas, (Región de Aysén) y el río Azopardo en Tierra del Fuego (Región de Magallanes). Además, la Universidad de Magallanes desarrollará la metodología de radiofrecuencia para el marcaje de peces, lo que permitirá al proyecto levantar información biológica de la suplementación en los cuerpos de agua.

Por último, los resultados finales que persigue este proyecto son establecer una nueva pesquería fluvial para el país (Fig.4), asociado a ambientes fríos y asilados y aumentar el turismo de intereses especiales, sobre todo en regiones que tienen el mayor potencial natural, pero que al mismo tiempo se encuentran más rezagadas en su desarrollo económico.

Referencias Bibliográficas:

Department of Natural Resources Michigan.2001. Brook trout *Salvelinus fontinalis* state of Michigan.

LaConte.1997. Ohio` s Native Brook Trout. Wild Ohio. Fall.

Macchi P.; P. Vigliano. 2008. Historical policy goals for fish management in northern continental Patagonia Argentina: A structuring force of actual fish assemblages?. American Fisheries Society Symposium 49:331-348.

Miquelarena, A., H. López. 1997. Los Peces del Neuquén, Total Austral S.A., Buenos Aires, Argentina, 33-34.

Proyecto FIP 2004-54. Informe Final "Bases técnicas y ambientales para la Elaboración de un Plan de Manejo y Reglamentación de la Pesca Recreativa en Laguna Parrillar", Universidad de Magallanes.

Proyecto Fondef D06i1093. 2006. "Investigación y Desarrollo de los stocks de salmónidos provenientes de reproductores salvajes para sustentar su producción natural en las regiones X, XI, XII", Universidad de Los Lagos – Universidad de Magallanes.

Sernatur. 2006. Antecedentes básicos Pesca Recreativa Chile-2006. Turismo Chile. Presentación Pesca Recreativa.
www.patagoniaverde.com
www.pescador.cl

www.solacehotel.cl

solace
HOTEL

hacemos de tu evento . . . toda una Experiencia.

- 86 Habitaciones Junior Suite
- Salones de Eventos para 300 personas
- Internet Wi- Fi por Fibra Óptica
- Business Center
- Estacionamiento Privado

Fono: +56 (65) 224100 | Puerto Varas, Lagos & Volcanes, Chile

Centro de Investigación de Recursos Marinos Subantárticos

Depto. de Ciencias y Rec. Naturales, Campus Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile

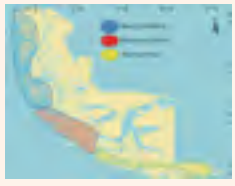
mauricio.palacios@umag.cl
www.umag.cl

"Evaluación de Microsporidiosis en centolla *(Lithodes santolla)* en la región de Magallanes"

Financiamiento: FIC-Regional 2011
Código BIP 30111074-0
Director: Ing. Mauricio Palacios
Director alterno: Lic. Sylvia Oyarzún G.
Investigadores principales: Mg Juan Carlos Uribe y Lic. Pamela González

El Objetivo central de este estudio es "Evaluar la presencia de microsporidiosis en centolla y sus efectos en las áreas de pesca de la Región de Magallanes" diferenciada en 3 macro-zonas de pesca. Siendo los objetivos específicos:

- Evaluar la prevalencia de la parasitosis en las localidades muestreadas.
- Determinar la tasa de infestación parasitaria por estructura de talla en las principales áreas de pesca de la región de Magallanes.



La importancia de este tipo de patógenos radica en un efecto sobre la musculatura abdominal de los crustáceos, que es la parte comestible inhabilitándola para la comercialización de los individuos infectados. Lo importante es contar con los antecedentes de terreno que permitan estar informados sobre la presencia de este organismo.

"Factibilidad del repoblamiento como alternativa de recuperación del recurso erizo *Loxechinus albus* en la región de Magallanes. I: Producción de juveniles a escala intermedia"

Financiamiento: FIC-Regional 2010, Código BIP 30106975-0
Institución colaboradora: Universidad de Los Lagos, Departamento de Acuicultura.
Director: Ing. Mauricio Palacios
Director alterno: Lic. Sylvia Oyarzún G.
Investigadores principales: Mg Juan Carlos Uribe, Lic. Javier Pérez e Ing. René Espinoza (Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile)

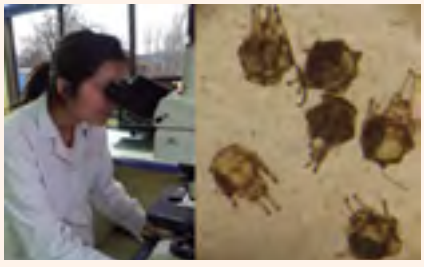
El erizo comestible *L. albus* se encuentra en intensa explotación en Magallanes desde hace casi dos decenios. Muchos bancos han colapsado y la pesquería de este recurso se realiza en zonas cada vez más remotas. Se han tomado varias medidas administrativas para intentar mantener esta actividad. Una alternativa para la recuperación de los bancos es el denominado repoblamiento, actividad que ha resultado exitosa en otras regiones del país. En términos generales el repoblamiento se desarrolla en dos etapas:
1) la crianza artificial de los primeros juveniles y posteriormente
2) la siembra en lugares selectos y el manejo de los bancos.

El presente proyecto propone generar conocimiento para la producción masiva de los primeros estadios de juveniles de erizo desarrollando y/o adaptando la tecnología existente. A su vez pretende analizar la factibilidad económica de dicha actividad considerando el escenario local. Una vez superada esta etapa se propondrá un estudio dirigido a estudiar el proceso de siembra y manejo. Larvas de Erizo rojo cultivados en condiciones controladas de laboratorio en la región de Magallanes. 1: larva premetamórfica y 2: primer juvenil de Erizo producido en hatchery en la región de Magallanes.

De igual forma este proyecto en la actualidad a entregado apoyo para el desarrollo de jóvenes profesionales en el área de las ciencias del mar con el financiamiento total o parcial de tesis de pregrado en Biología Marina, que se complementan directamente con los objetivos del estudio, entre lo que destacan:

Evaluación de la dieta y calidad de sustrato de asentamiento de fases larvales del erizo comestible *Loxechinus albus,* región de Magallanes, Chile

Financiamiento: FIC-Regional 2010
Código BIP 30106975-0



Constanza Fica Tapia (Biol.Marina)
Tutores: Ing. Mauricio Palacios, Lic. Sylvia Oyarzún.

En Chile existen varias especies de erizo, de las cuales solo *Loxechinus albus* se explota comercialmente, siendo la región de Magallanes el principal puerto de desembarque a nivel nacional (1017 ton. 2010). Estas actividades conllevan niveles de inversión importantes y la utilización intensiva de mano de obra directa e indirecta, lo cual contribuye al desarrollo regional y nacional. En la actualidad los bancos naturales han sufrido una fuerte actividad extractiva, distanciándose las zonas de pesca cada vez más, por ésto, varias son las alternativas de apoyo al recurso, uno de las cuales considera el repoblamiento una posibilidad de recuperación del erizo, resultando importante el estudio de producción de juveniles mediante el cultivo de larvas bajo condiciones de laboratorio. Este estudio (tesis de pregrado) tiene como objetivo *evaluar la dieta de los estadios larvales de Loxechinus albus* de Magallanes utilizando microalgas en monodietas y dietas mixtas (*Isochrysis galbana, Chaetoceros calcitrans*) hasta larva premetamórfica, además de evaluar la calidad del sustrato de asentamiento de larvas postmetamorficas utilizando dos tipos de diatomeas bentónicas (*Nitzschia sp.* y *Navicula sp.*). Ambas experiencia a 8 ± 2ºC y 10 ± 2ºC de temperatura.

Captación y asimilación de nutrientes en *Mazzaella laminarioides* (Bory de Saint-Vincent) Fredericq 1993, y su posible utilización como bioremediante para la acuicultura

Apoyo: FIC-Regional 2010
Código BIP 30106975-0

Natalia Osorio (Biol.Marina)
Tutores: Dr. Nelso Navarro, Ing. Mauricio Palacios

En Chile la acuicultura se destaca principalmente por el cultivo de peces, siendo precursores de procesos de eutrofización costera. En los últimos años se ha acuñado el concepto de Acuicultura Integrada Multitrófica (IMTA), el cual promueve el cultivo multitrófico. En este contexto, el cultivo de algas, asociado al de peces, permite disminuir la eutrofización a través de la captación y asimilación del exceso de nutrientes. En Chile las macroalgas tienen gran importancia ecológica, económica y social. Las algas rojas son un recurso de alto interés comercial, en Chile y el extranjero, principalmente como fuente de ficocolóides como los carragenanos.

Estos compuestos se extraen principalmente de macroalgas conocidas como "lugas" que corresponden a los géneros *Gigartina, Iridaea, Mastocarpus, Sarcothalia y Mazzaella.* El objetivo de este trabajo es evaluar la captación y asimilación de nutrientes por parte de *Mazzaella laminarioides* utilizando agua de mar colectada en un centro de cultivo de salmónidos en condiciones de laboratorio a fin de evaluar la potencialidad de esta especie como biofiltro.

Centro de Investigación de Recursos Marinos Subantárticos (CERESUB): Investigaciones para la formación de profesionales en las ciencias del mar en Magallanes

Durante los 13 años de trabajo intenso son numerosos las publicaciones científica que abarcan temáticas como; ecología, taxonomía y fisiología de macroalgas de ambientes subantárticas y antárticos, trabajos ecológicos y de reproducción de invertebrados marinos como Centolla, de igual forma hemos aportado al conocimiento de recursos pesquero como variados informes técnicos en recursos de interés para la región como macroalgas pardas, centolla y moluscos (huepo).

Otro aspecto a destacar de esta unidad es el desarrollo y apoyo a la docencia universitaria en carreras a fines a las ciencias del mar (Biología Marina y Ingeniería en Acuicultura), de igual forma tesis de postgrado apuntadas a ecología de organismo de ambientes subantárticas.

Biología reproductiva del cangrejo *Halicarcinus planatus* (Fabricius, 1775) (Decapoda: Brachyura: Hymenosomatidae) en el Estrecho de Magallanes

Pamela González E. (Biol.Marina)
Tutor: Lic. Sylvia Oyarzun

Halicarcinus planatus es un crustáceo decápodo que se distribuye en aguas subantárticas únicamente. En este estudio se evaluó el periodo de desarrollo embrionario hasta su eclosión larval, con el fin de determinar la fecundidad, talla de primera madurez sexual, rendimiento reproductivo, tamaño y volumen de los huevos.

El periodo reproductivo en las hembras se observó entre los meses de abril y septiembre, y al igual que en las costas del Atlántico en donde se evidenciaron dos camadas, con un promedio superior en el rendimiento reproductivo de la primera camada de 0,40 y una fecundidad promedio de 1923 huevos, mientras que en la segunda el rendimiento fue de 0,25 con promedio de 1645 huevos, considerando dos años de estudio. La frecuencia de talla de hembras ovígeras osciló entre los 11,10 y 13,09 cm, con una talla de primera madurez sexual de 10,8 mm.

No existen antecedentes previos para la región de Magallanes, pero si a latitudes cercanas donde se reporta una talla de madurez sexual levemente inferior y un número de huevos superior a lo registrado en otras zonas geográficas.

Efectos de la radiación ultravioleta solar en algas de importancia económica de la región Subantárticos de Chile durante la primavera

Tesis de doctorado presentada al Instituto de Biociências de la Universidad de São Paulo, Brasil.

Dr. Nelso Navarro Martínez

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar los efectos de la radiación UV solar (UV-A y UV-B) en dos especies de macroalgas, *Mazzaella laminarioides* y *Porphyra columbina.* La interacción entre UV y adición de compuestos nitrogenados fue también investigada.

De este estudio se concluye que los niveles de UV-B solar que atingen la región de Magallanes, Chile, no causaron efectos negativos en el crecimiento y producción de polisacáridos de *M. laminarioides.* Por otro lado, se observó que la interacción entre UV y disponibilidad de compuestos nitrogenados estimula la síntesis de compuestos fotoprotectores en ambas especies.

Este último resultado podría tener implicancias ecológicas y biotecnológicas, a través del uso de algas nativas como biofiltros y la producción de compuestos de alto valor comercial, evitando la introducción de especies exóticas para tales fines.

Se debe resaltar, entretanto, la necesidad de este tipo de estudio, de esa manera, aquellas algas que presenten contenido variable de compuestos fotoprotectores de acuerdo con la disponibilidad de compuestos nitrogenados, podrían ser testeadas como biofiltros, visando la obtención de materia prima para extracción de compuestos con propiedades bioactivas.

Otras iniciativas de tesis de pregrado:

1.- Juan Carlos Soto (Ingeniería en Acuicultura). Determinación de preferencia alimentaria del caracol negro *Tegula atra* (Lesson, 1830) (Mollusca: Gastropoda) provenientes de la región de Los Lagos y de Magallanes. Tutores: Lic. Sylvia Oyarzún G., Ing. Mauricio Palacios S. juancarlos.soto@umag.cl

2.-Nicolas Cofre (Biología Marina). Variación estacional de Haplosporidiosis en *Nacella deaurata.* Tutor: Lic. Sylvia Oyarzun. ncofre@umag.cl, Financiamiento: FIC-Regional 2011, Código BIP 30111074-0

3.- Sebastián Menéndez (Biología Marina) Ciclo reproductivo de *Nacella deaurata* en una area del estrecho de Magallanes. Tutor: Lic. Sylvia Oyarzun. smenende@umag.cl

4.- Constanza Fica Tapia (Biología Marina). Evaluación de la dieta y calidad de sustrato de asentamiento de fases larvales del erizo comestible *Loxechinus albus,* región de Magallanes, Chile. Tutores: Ing. Mauricio Palacios, Lic. Sylvia Oyarzun. cofica@umag.cl. Financiamiento: FIC-Regional 2010, Código BIP 30106975-0

5.- Natalia Osorio (Biología Marina) Captación y asimilación de nutrientes en *Mazzaella laminarioides* (Bory de Saint-Vincent) Fredericq 1993, y su posible utilización como bioremediante para la acuicultura. Tutores: Dr. Nelso Navarro, Ing. Mauricio Palacios. nosorio@umag.cl. Apoyo:FIC-Regional 2011, Código BIP 30111074-0

6.-Rigoberto Hernandez (Biologia Marina). Aspectos poblacionales y morfológicos de *Lithodes santolla* y sus variaciones latitudinales (Decapoda: Lithodidae) en la región de Magallanes.Tutor: Lic. Sylvia Oyarzún. Financiamiento:FIC-Regional 2011, Código BIP 30111074-0

Biología Marina en Magallanes

INFORMACION:
Departamento de Ciencias y Recursos Naturales
Facultad de Ciencias
MSc. Bibiana Jara, Jefe de carrera
bibiana.jara@umag.cl, +56-61-209378
Secretaria: Claudia Calbuco
claudia.calbucoy@umag.cl+56-61-207938

El Biólogo Marino es un profesional capaz de comprender, aplicar y relacionar los principios fundamentales de las ciencias del mar considerando los componentes bióticos y abióticos existentes en cada sistema costero y oceánico, con y sin intervención antropogénica.

Este profesional está capacitado para planificar, evaluar, desarrollar y ejecutar actividades de terreno y laboratorio en las ciencias de mar con el fin de obtener la información requerida para el desarrollo de una investigación científica o aplicada. Posee las herramientas necesarias para interpretar, analizar y discutir los resultados obtenidos de sus investigaciones.

El biólogo marino tiene una preparación con sólida base en la biología de organismos marinos y sus relaciones con factores ambientales y está capacitado para implementar y ejecutar técnicas sostenibles de cultivos en equilibrio con el ambiente. Además, su preparación le permite realizar continuidad de estudios de postgrado tanto en universidades chilenas como en el extranjero.

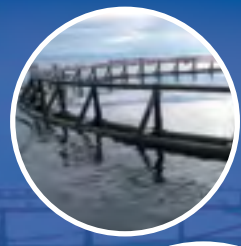
Campo Ocupacional y/o Potencial del Egresado

- *Desempeño en instituciones públicas como IFOP, SERNAPESCA, DIRECTEMAR, etc. y en el área privada como consultoras ambientales, empresas de acuicultoras y pesca, etc.*
- *Capacidad de liderazgo y trabajo en equipo, con las herramientas necesarias para la generación y evaluación de proyectos en el área productiva como ambiental.*
- *Preparado para continuar estudios de postgrado, realizar investigación de alto nivel y desempeñarse en cualquier casa de estudios superiores como docente e investigador.*
- *Ejercicio libre de su profesión.*

COMERCIALIZACION Y SERVICIOS DE INSUMOS PLASTICOS

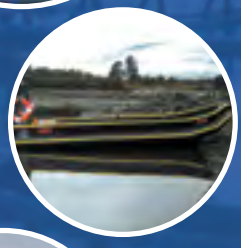
AREAS: ACUICOLA - AGRICOLA - LECHERA - FORESTAL - MINERIA

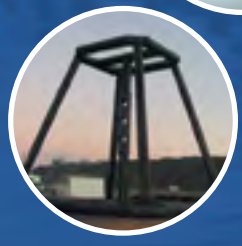
SERVIPLAST



ARRIENDO Y SERVICIOS

MAQUINAS TERMOFUSION
EXTRUSION
ELECTROFUSION
MAQUINAS DE CUÑA
FABRICACION DE FITTING
CODOS TEES
VENTAS TUBOS HDPE
STUB - END - FLANCHES
PERNOS GALVANIZADOS
REVESTIMIENTOS EN GEOMEMBRANAS
POZOS PURINEROS - LOZAS
EVALUACION PROYECTOS HDPE





AREA ACUICOLA

EMBARCACIONES DE POLIETILENO
FABRICACION DE BALSAS DE CULTIVO
PASILLOS FLOTANTES
MANTENCION DE JAULAS MARINAS
PORTA PAJARERAS EN HDPE
INSTALACION DE TUBERIA A PONTONES
YUGOS - ABRAZADERAS - CABOS
MANTENCION DE BOTES PLASTICOS
FERRETERIA ACUICOLA

opción 09 443 3504

DISTRIBUIDOR DE TUBERIAS DE POLIETILENO Y PVC DURATEC-VINILIT

CASA MATRIZ: Génesis 26 - Parque Industrial Recondo - Fono/Fax: (65) 431 529 / (65) 278 164
BODEGA: Ruta 5 Sur - Km. 1031 - Interior Lote 1A - Puerto Montt - Xª Región - Chile
serviplast@surnet.cl - www.serviplast.cl

SB
OCEAN PLASTIC LTDA.

Métodos logísticos en proyectos de construcción, acuícola e industrial

SERVICIOS

- Instalación Líneas de Alimentación
- Sistemas Piping HDPE
- Soportes para Pajarera Piramidales y Circulares
- Botes de HDPE
- Emisarios y Acueductos
- Mantención y Reparaciones en HDPE
- Electrificación de Módulos en Centros de Cultivo
- Sistema de Aireación

SB Ocean Plastic Ltda.
Camino la Vara Km 12,6.
Bodega N°8
Puerto Montt

avivaldi@sbservicios.com
praimann@sbservicios.com
www.sbservicios.com

T.A.D.®

SANITARY DIVISION

BY

TECH OPERA®

UPB Y UPB (SP) ES EL RESULTADO DE AÑOS DE INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIA DE TECNICAPOMPE EN EL DESARROLLO DE SU PROYECTO TAD, REALIZADO EN EL ÁMBITO DEL TRASIEGO DE LOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS DELICADOS.

ESTRUCTURA COMPACTA QUE TRATA DE COMBINAR LA EFICACIA Y DELICADEZA EN UN SISTEMA DE FLUJO VANGUARDISTA Y ESTUDIADO CON GRAN PRECISIÓN PARA LAS EXIGENCIAS MÁS DIFERENTES DE TRASIEGO DE LOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS DELICADOS, PREVIO Y/O DENTRO DE LOS SISTEMAS DE PROCESO.

UTILIZANDO EL AGUA U OTRO PRODUCTO LÍQUIDO COMPATIBLE COMO VEHÍCULO, ES POSIBLE DE TRANSPORTAR CLASIFICANDO A LA VEZ LOS PRODUCTOS MÁS DIFERENTES EN LA INDUSTRIA AGRO-ALIMENTARIA, CONSERVERA Y DE LA ACUICULTURA. ESTE ÚLTIMO, ES UN SECTOR DONDE EL RESULTADO ES PROBABLEMENTE MÁS IMPACTANTE DEBIDO A LA PECULIARIDAD, DISPARIDAD Y MULTITUD DE SITUACIONES, ARGUMENTOS Y BIOMASAS TRATADAS.

UPB

TECNOLOGÍA SANITARIA PARA LA ACUICULTURA Y MITILICULTURA

UNIDADES DE BOMBEO DE CONSTRUCCIÓN ALIMENTARIA SANIFICABLES CON LAVADOS QUÍMICOS HASTA 128° C.

COMERCIALIZADORA Latin Alliance LIMITADA

info@latin-alliance.com
www.techin-opera.it

Para Chile: Diego De Almagro Norte 1518 - Puerto Montt
Tel. +56 65 262621 Fax +56 65 262622

Entirely made in Italy

TECHIN HEREDA DE TECNICAPOMPE UNA EXPERIENCIA DE MÁS DE 40 AÑOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE BOMBAS Y MÁQUINAS ESPECÍFICAMENTE PROYECTADAS PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS DELICADOS, EN LAS CUALES EL VALOR ESTÁ EN LA INTEGRIDAD FÍSICA Y ORGANOLEPTICA, LLEGANDO HASTA EL BOMBEO DE PRODUCTOS VIVOS COMO: PECES, MOLUSCOS, CRUSTÁCEOS.
TECHIN NO SE LIMITA A LA SUMINISTRACIÓN DE BOMBAS Y MÁQUINAS, GRACIAS A LA EXPERIENCIA DE SU EQUIPO DE PROFESIONALES ALTAMENTE CUALIFICADO, INSTAURA CON EL CLIENTE UNA SÓLIDA PARTNERSHIP OFRECIENDO TAMBIÉN SOLUCIONES COMPLETAS INTEGRADAS Y ESPECÍFICAS EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS "DELICADOS".
EL CONTACTO CON EL CLIENTE Y LA COMPRESIÓN DE SUS EXIGENCIAS SON FACILITADAS POR LA PRESENCIA DE FILIALES EN ESPAÑA Y CHILE, QUE COLABORAN CON NUESTRA CASA MATRIZ EN ITALIA.

SISTEMAS DE BOMBEO PARA RECIRCULACIÓN DE AGUAS PARA PISCICULTURAS, EMISARIOS SUBMARINOS, RILES.

TECHIN EN CHILE PROPORCIONA SOLUCIONES INTEGRALES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL ACUÍCOLA (PECES, ALGAS, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS). ESTAS SOLUCIONES SE BASAN EN LA INTEGRACIÓN DE INNOVADORAS TECNOLOGÍAS EN EQUIPOS Y SISTEMAS DE BOMBEO, ENTRE LAS QUE SE PUEDEN DESTACAR:

- TRASIEGOS DE CHORITOS
- TRASIEGOS DE ALGAS
- TRASIEGO DE PECES VIVOS
- TRASIEGO DE CRUSTÁCEOS
- RECIRCULACIÓN ENSILAJE BIOLÓGICO DE PECES
- SERVICIOS DE MANTENCIÓN MECÁNICA Y ELÉCTRICA
- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y DESARROLLO

TECNICAPOMPE
SANITARY PUMP DIVISION
BY
TECH OPERA

NUESTRO OBJETIVO ES SUMINISTRAR EQUIPOS SANITARIOS DE LA MÁS ALTA CALIDADA, BRINDAR ASESORIAS PRE Y POST VENTA, LOGRANDO COMO RESULTADO LA MÁXIMA SATISFACCIÓN DE NUESTROS CLIENTES.

COMERCIALIZADORA Latin Alliance LIMITADA

Para Chile: Diego De Almagro Norte 1518 - Puerto Montt
Tel. +56 65 262621 Fax +56 65 262622
info@latin-alliance.com

www.techin-opera.it

Entirely made in Italy

OPTIMOMIX® BY TECH-OPERA®

ENSILAJE BIOLOGICO DE PECES

Una màquina absolutamente fiable completamente en acero inoxidable

Mecánica de altisima calidad y seguridad en un compacto de fácil uso

Protege el entorno operativo de factores contaminantes

Multiuso: aplicable en procesos del sector agroalimentario donde el producto se deba:

Cortar

Recircular

Desmenuzar

Triturar

Reducir

Disolver

Remover

Mezclar

Aisla el producto tratado de posibles contagios

Definitivamente en sintonia con la normativa sobre la Bio Seguridad

OPTIMOMIX es también una bomba autoaspirante:
Aspiración -4 mca
Expulsión +8mca

Para Informacion:en Chile

COMERCIALIZADORA Latin Alliance LIMITADA

TEL. +56 65 262621 FAX +56 65 262622
E-MAIL: info@latin-alliance.com
www.techin-opera.it

LOTA PROTEIN
17 años entregando un producto de Clase Mundial
con una óptima utilización de los recursos
-FCR
Alta digestibilidad
Menor FCR
comprobado
Homogeneidad
Utilización óptima
de la proteína natural
Norse-LT 94
Harina de Pescado de Alta Calidad
Secado a Baja Temperatura
www.lotaprotein.cl