

Distribución Gratuita
Consérvela

Año 11 N°21 2014

versión diferente

revista

Salmón-Acuícola



Investigaciones de importantes Universidades Chilenas

ACTUALIDAD INFORMATIVA

BKD • SRS • Perlicultura

Alteraciones en etapa de Alevin de Saco

Buceo Científico • Tecnología Oxy Ozono

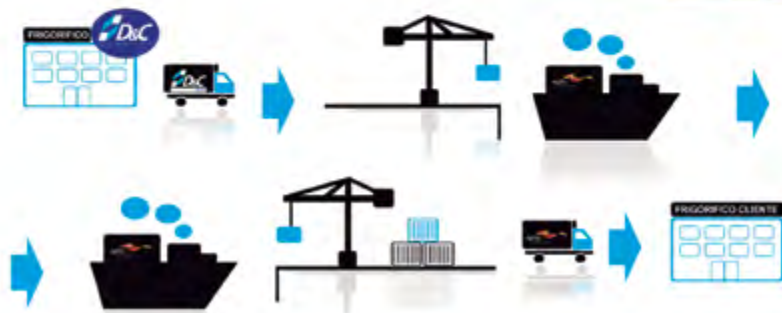
Microalgas • Macroalgas en Acuicultura



LOGÍSTICA INTEGRAL ZONA SUR

55.000 m² de depósitos y oficinas en Puerto Montt y Talcahuano nos permiten agilizar las operaciones y ofrecer:

- 3.000 Ton. de capacidad de carga congelada en Pto. Montt.
- 2.000 m² de bodegas en Talcahuano.
- Transporte desde y hacia nuestros depósitos y/o puertos.
- Arriendo y energizado para contenedores refrigerados en Talcahuano y Puerto Montt.
- Arriendo y almacenaje de contenedores dry en nuestros terminales.
- Administración y control de inventario de carga, tanto refrigerada como seca.
- Operamos bajo la normativa de ISO 9001. 2008, estando certificados por organismos nacionales e internacionales.



**Servicio logístico integral para
cargas frescas y congeladas**

CONTACTENOS
ventas@spacewise.cl
800 380 000 • dycsa.cl

TALCAHUANO
Av. Evangelista Torricelli 1764,
Parque Empresarial del Bio-Bio, Talcahuano.
Fono: (41) 2469220

PUERTO MONTT
Camino a Pargua, KM. 1030,
Puerto Montt.
Fono: (65) 2220408



Año 11 - Nº 21
2º Semestre 2014

Distribución 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 DIAGRAMACIÓN

Verónica Etcheverry Riquelme
verdisgraf@gmail.com

FOTOGRAFÍAS PORTADA

Gentileza de:

- Instituto Ciencias Marinas y Limnológicas, UACH
- Facultad de Ciencias, UCSC
- GIBMAR, UDEC
- Universidad de Antofagasta.
- Aeon Biogroup
- Alinat
- 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	137	Kaufmann	84
Aeon Biogroup	96	Kaweshkar	115
Aislapol	43	KEBT Chile Spa	95
Alinat	T3/90	Opción Comunicaciones	63
Aquaservice S.A.	4/5	Plásticos Austral	103
ASN	123	Roble Alto	73
Aufiser	11	Rubén Avendaño	127
Cesmec	99	SAAM	78
Covepa	133	Salfa Sur	21/47/89
D&C	T2/56	Sitrans	85
Emaresa	36	Soda Montt	77
Gasco	48	SP Seguridad y Promociones	107
Hotel Manquehue	20	Spa Fish	55
Hotel Solace	37	Space Wise	59
K+S	15	Vehicle	19

Contenidos

Indice de Universidades	02
Editorial	03
Ferías Internacionales	04
Fases Lunares	05
Ferriados Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Alteraciones en Etapa de Alevín de Saco	16
Nueva herramienta para evaluar los sistemas de distribución de los tratamientos contra caligidosis	40
Desarrollo de Herramientas Genómicas	44
Pretratamiento y estabilización para la calidad de agua en Sistemas de Recirculación con tecnología Oxy Ozon	50
Microalgas, Innovación en Alimentación Acuicola y Bioenergía	64
A la engorda del dorado en la región de Arica y Parinacota	80
DOMCA-ALINAT: Soluciones Biotecnológicas para la industria alimentaria	90
Producción de Smolt	100
Acuanomía: Nuevo paradigma para responder a los desafíos de los Hidrocultivos en el siglo XXI	104
¿Cómo sacarse un 7 en el control oficial de enfermedades que afectan a la acuicultura?	108
Modelación Hidrodinámica y Biofísica aplicada en Pesquerías y Acuicultura	116

Indice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE Descripción y mecanismos de infección de la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD).	12	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO Ingeniería Genética de Microalgas enfocada al mejoramiento de la alimentación animal y acuícola.	92
Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS) o ¿Septicemia Piscirickettsial del Salmón (SPS)?.	22	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN Diplomado en Sistemas de Información Geográfica.	112
Dirección de Investigación y Desarrollo.	27	Desarrollo de Nuevas Herramientas para el repoblamiento de Macroalgas Rojas en la Región del Bio Bio.	113
Estudio del efecto de densidad de cultivo sobre la respuesta a estrés y su relación con la susceptibilidad a enfermedades infectocontagiosas en salmón del Atlántico.	28	Facultad de Ciencias	114
Buceo Científico: Herramienta fundamental para la Investigación en Ciencias del Mar.	32	UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN Papeles Bioactivos de Pulpa de Algas y Fibras Secundarias: una potencial solución para la industria frutícola nacional.	120
UNIVERSIDAD MAYOR Ingeniería Genética Bacteriana aplicada al desarrollo de vacunas.	38	INCAR: Generando conocimiento para una Acuicultura Sustentable en Chile.	124
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA Impulso de la Perlicultura: Buscando el valor agregado para la industria abalonera nacional.	60	UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA Postgrados	128
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE Doctorados	68	Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos (CIDGRO): para un desarrollo sustentable del país.	129
V Congreso Nacional de Acuicultura. Congreso internacional de Acuíponía. 1° Simposio Mundial de Acuicultura en Zonas Áridas.	69	UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS El rol del crustáceo Artemia para el desarrollo de la Larvicultura de peces marinos: Un diálogo necesario para la diversificación acuícola.	134
Asociación genética entre crecimiento y eficiencia fisiológica en el abalón rojo (<i>Haliotis rufescens</i>): potencial para el mejoramiento genético.	70	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO Desarrollo de un modelo de negocios, para la explotación y comercialización de algas marinas, caso aplicado en la comuna de Pichilemu. parte 2 y final.	138
Infecciones bacterianas asociadas al cultivo larval del ostión del norte <i>Argopecten purpuratus</i> en Chile.	74		
UNIVERSIDAD DE CHILE Transformando conocimiento en soluciones biotecnológicas para la acuicultura.	86		

Como en la edición anterior 1er semestre 2014, seguimos manteniendo el cambio de fecha de publicación para la segunda edición 2014. Para facilitar a nuestros panelistas estables, proveedores e investigadores, el despacho de sus respectivos artículos. Desde ya agradecemos su comprensión y los invitamos a recoger como habitual las nuevas fechas de publicación, de esta manera buscamos mejorar nuestras publicaciones futuras.

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.

Para la edición del segundo semestre 2014, nos hemos preocupado de buscar temas de interés que aporten a la industria soluciones ante las problemáticas de enfermedades vigentes y emergentes. También buscamos temas actuales en normativas, genética, nutrición, patologías entre otras para la acuicultura en general. Siendo posible ello, participando en seminarios, congresos y fe-

rias salmón-acuícolas, donde hemos podido contactarnos con investigadores, laboratorios, consorcios de investigación que han aportado sus conferencias e investigaciones, para esta edición en especial que estará presente a través de nuestros clientes en Feria Internacional AQUASUR OCTUBRE 2014.

Para esta edición tenemos los siguientes temas a tratar: BKD (Enfermedad Bacteriana del Riñón), Alteraciones en etapas de alevín de saco, SRS, Enfermedades infecto contagiosas en Salmón del Atlántico, Buceo científico, Tecnología en calidad de agua en sistemas de recirculación, Herramientas para el tratamiento del Caligus, Herramientas Genómicas en la acuicultura, Ingeniería genética de Microalgas, Microalgas en acuicultura, Perlicultura, Engorda del dorado o Palometa, Infecciones bacterianas del Ostrión del norte, entre otros temas relevantes.

Al 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 próxima edición:
1er Semestre 2015.**

opción
comunicaciones



Al servicio de la Industria Salmón Acuicola

(09) 9 443 3504 - (09) 9 443 3076
opcionaraya@tie.cl - publicidad@opcionaraya.cl
www.opcioncomunicaciones.cl

Ferias Internacionales 2º semestre 2014

AGOSTO

ICBF 2014 International
Congress on the Biology of
Fish Heriot Watt University
Edinburgh - Reino Unido

3 a 7 Agosto

AQUANOR
Trondheim - Noruega

19 a 22 Agosto

Atlantic Fisheries
Technology Conference
Copenhagen - Denmark
22 al 31 Agosto

SEPTIEMBRE

IV Conferencia Rumbo al
2020 Tendencias y Oportunidades para la Acuicultura
chilena

Hotel Termas de Puyehue
Xª Región - Chile

10 al 12 de Septiembre

Icelandic Fisheries Exhibition
and Awards
Kópavogur - Islandia
25 a 27 Septiembre

OCTUBRE

Aquaculture Europe 2014
San Sebastian - España
14 a 17 Octubre

AQUASUR
Puerto Montt - Chile
22 al 25 de Octubre

DICIEMBRE

5º Congreso Nacional
de Acuicultura.
Congreso Internacional
de Acuíponía.
1º Simposio Mundial
de Acuicultura
en Zonas Áridas.
UCN Coquimbo - Chile
10 al 12 Diciembre



AquaService S.A.
Servicios Integrales para la Industria



INGENIERIA
Proyectos
Automatización
Estructuras
Electricidad
Diseño Industrial

FABRICACIÓN
Bombas para Peces
Embarcaciones
Estanques
Fibra de Vidrio
Acero Inoxidable

SERVICIOS
HDPE-Termofusión
Arriendo de Equipos
Mecánica
Oleo-hidráulica
Mantenimiento Industrial

DIVISION PLASTICOS
Tuberías, Piezas Especiales
PVC / HDPE
Fitting / Acoples
Mangueras

Visitenos en
AquaSur 2014
Stand C-182



materia prima para el uso responsable de todos

www.aquaservice.cl
Info@aquaservice.cl
www.fishpump.cl

				
Plataformas Multipropósito	Columna de saturación e Inyección de Oxígeno	Bombas para Peces y Alevines	Alimentadores	Plásticos y Fitting

Oficina Central: Ruta 5 Sur Pargua Km. 1029 • Fono 65-2-220033 • Puerto Montt • Chile

Fases Lunares 2º semestre 2014

JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
											
26 Nueva 18:42 hrs.	05 Crec. 07:59 hrs.	12 Llena 07:25 hrs.	18 Meng. 22:08 hrs.	25 Nueva 10:13 hrs.	03 Crec. 20:50 hrs.	10 Llena 14:09 hrs.	17 Meng. 08:26 hrs.	24 Nueva 02:14 hrs.	02 Crec. 07:11 hrs.	08 Llena 21:38 hrs.	15 Meng. 22:05 hrs.

OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
											
23 Nueva 17:57 hrs.	01/30 Crec. 15:33/22:48 hrs.	08 Llena 06:51 hrs.	15 Meng. 15:12 hrs.	22 Nueva 08:32 hrs.	29 Crec. 06:06 hrs.	06 Llena 18:23 hrs.	14 Meng. 11:16 hrs.	21 Nueva 21:36 hrs.	28 Crec. 14:31 hrs.	06 Llena 08:27 hrs.	14 Meng. 08:51 hrs.

En hora Oficial de Chile. Se omiten los datos de Oceanográfico de la Armada de Chile

AquaService S.A.
Servicios Integrales para la Acuicultura
www.aquaservice.cl

Visítenos en
AquaSur 2014
Stand C-182

Casa Matriz Head Office
Santa Inés 406 Puerto Montt
Sucursal Branch
Ruta 5 Sur Km. 1029
Puerto Montt
Sucursal Branch
Puerto Aysén Km. 7 Chacabuco
Phone 56-65-2220033
Fax 56-65-2437566
www.aquaservice.cl
ventas@aquaservice.cl

arriendos



a. Generadores
Desde 3 kva hasta 750 kva
b. Packs hidráulicos
c. Mesas conteo
d. Embarcaciones
e. Motores fuera de borda
f. Contador de peces
g. Luces fotoperiodo
h. Cámaras submarinas
i. Selecciónadoras
Desde 1 gr hasta 10 kilos
j. Compresores de tornillo
k. Columnas de oxigenación
l. Alimentadores de tornillo
m. Bombas para Peces
Desde 1 gm hasta 3 kilos

Consulte por otro tipo de equipamiento

Feriados 2014 Internacionales

Fuente: www.guiamundialdeviajes.com
www.qppstudio.net
www.web-calendar.org



		CHILE	CANADÁ	EEUU	NORUEGA	JAPÓN
Miércoles 1 Enero	Año Nuevo	●	●	●	●	●
Lunes 13 Enero	Día de la mayoría de edad					●
Lunes 20 Enero	Día de Martin Luther King			●		
Martes 11 Febrero	Día de la Fundación de la Nación					●
Lunes 17 Febrero	Día del Presidente			●		
Viernes 21 Marzo	Equinoccio de Primavera					●
Jueves 17 Marzo	Jueves Santo				●	
Viernes 18 Abril	Viernes Santo	●	●		●	
Sábado 19 Abril	Sábado Santo	●				
Domingo 20 Abril	Pascua de Resurrección	●				
Lunes 21 Abril	Lunes de Pascua		●		●	
Martes 29 Abril	Celebración del emperador showa					●
Jueves 1 Mayo	Día del Trabajo	●			●	
Sábado 3 Mayo	Día de la Constitución					●
Domingo 4 Mayo	Midori-nohi fiesta de la Naturaleza					●
Lunes 5 Mayo	Día de los Niños (kodomo no hi)					●
Lunes 9 Mayo	Lunes de Pentecostés				●	
Sábado 17 Mayo	Día de la Constitución				●	
Lunes 19 Mayo	Día de la Reina Victoria		●			
Miércoles 21 Mayo	Día de las Glorias Navales	●				
Lunes 26 Mayo	Día Conmemorativo			●		
Jueves 29 Mayo	Ascensión de Jesús				●	
Domingo 29 Junio	San Pedro y San Pablo	●				
Martes 1 Julio	Día de Canada		●			
Viernes 4 Julio	Día de la Independencia			●		
Miércoles 16 Julio	Día Virgen del Carmen	●	●			
Lunes 21 Julio	Día Acción de Gracias al Mar	●				
Lunes 1 Septiembre	Día del Trabajo		●	●		
Lunes 15 Septiembre	Día del respeto a los Ancianos					●
Jueves 18 Septiembre	Independencia Nacional	●				
Viernes 19 Septiembre	Día de las Glorias del Ejército	●				
Martes 23 Septiembre	Equinoccio de otoño					●
Domingo 12 Octubre	Día de Hispanidad	●				
Lunes 13 Octubre	Fiesta de Cristobal Colón	●		●		
Lunes 13 Octubre	Acción de Gracias		●			
Viernes 31 Octubre	Iglesias Evangélicas y Protestantes	●				
Sábado 1 Noviembre	Día de todos los Santos	●				
Viernes 24 Octubre	Día de la Cultura Nacional					●
Martes 11 Noviembre	Día de los Veteranos			●		
Jueves 27 Noviembre	Acción de Gracias			●		
Domingo 23 Noviembre	Día del reconocimiento del trabajo					●
Lunes 8 Diciembre	Inmaculada Concepción	●				
Martes 23 Noviembre	Cumpleaños del Emperador					●
Jueves 25 Diciembre	Día de Navidad	●	●	●	●	
Viernes 26 Diciembre	San Esteban		●		●	
Miercoles 31 Diciembre	Nochevieja				●	

Mareas Puerto Montt 2º semestre 2014

OCTUBRE						NOVIEMBRE						DICIEMBRE					
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0535	5.16	16	0117	2.78	01	0200	2.19	16	0306	2.56	01	0258	1.82	16	0257	2.67
MI	1214	2.22	J	0739	4.64	S	0822	5.24	D	0912	4.71	L	0914	5.35	M	0901	4.55
	1828	4.58		1424	2.47		1457	1.80		1536	2.28		1536	1.60		1515	2.47
				2046	4.48		2111	5.13		2150	4.83		2150	5.51		2137	4.83
02	0031	2.51	17	0255	2.67	02	0324	1.84	17	0402	2.25	02	0410	1.53	17	0357	2.41
J	0701	5.02	V	0904	4.78	D	0940	5.56	L	1006	4.95	M	1022	5.57	MI	0959	4.75
	1348	2.26		1540	2.21		1606	1.41		1622	2.01		1639	1.36		1608	2.24
	2007	4.61		2154	4.78		2216	5.59		2232	5.14		2250	5.85		2224	5.14
03	0212	2.47	18	0401	2.34	03	0430	1.36	18	0445	1.91	03	0510	1.20	18	0445	2.07
V	0838	5.18	S	1005	5.08	L	1042	5.97	M	1048	5.22	MI	1119	5.83	J	1047	5.02
	1522	1.96		1630	1.88		1702	1.01		1659	1.72		1732	1.12		1653	1.95
	2135	4.99		2240	5.12		2310	6.05		2308	5.45		2341	6.16		2306	5.51
04	0343	2.06	19	0447	1.95	04	0524	0.89	19	0522	1.57	04	0602	0.93	19	0529	1.70
S	0959	5.63	D	1050	5.39	M	1134	6.33	MI	1125	5.49	J	1209	6.04	V	1132	5.32
	1631	1.43		1709	1.56		1750	0.67		1734	1.46		1819	0.96		1736	1.65
	2240	5.55		2317	5.44		2357	6.42		2342	5.76					2348	5.89
05	0448	1.46	20	0524	1.59	05	0612	0.55	20	0557	1.25	05	0028	6.38	20	0612	1.33
D	1100	6.18	L	1127	5.67	MI	1220	6.55	J	1201	5.72	V	0648	0.77	S	1216	5.61
	1724	0.88		1742	1.28		1834	0.49		1808	1.22		1254	6.15		1819	1.36
	2331	6.11		2348	5.73								1902	0.91			
06	0541	0.87	21	0557	1.27	06	0040	6.64	21	0016	6.04	06	0110	6.47	21	0031	6.24
L	1151	6.65	M	1200	5.90	J	0656	0.38	V	0633	0.99	S	0730	0.76	D	0656	1.00
	1811	0.43		1812	1.06		1303	6.62		1237	5.90		1335	6.14		1300	5.85
							1915	0.48		1843	1.05		1941	0.99		1903	1.12
07	0017	6.57	22	0018	5.97	07	0121	6.68	22	0051	6.26	07	0148	6.42	22	0115	6.51
M	0628	0.42	MI	0628	1.01	V	0738	0.41	S	0711	0.80	D	0808	0.88	L	0740	0.76
	1236	6.95		1232	6.06		1344	6.51		1315	6.00		1412	6.03		1344	6.02
	1854	0.17		1841	0.91		1954	0.63		1920	0.96		2017	1.16		1948	0.97
08	0059	6.84	23	0048	6.16	08	0159	6.57	23	0128	6.40	08	0224	6.27	23	0159	6.66
MI	0711	0.18	J	0700	0.83	S	0817	0.61	D	0750	0.72	L	0844	1.09	M	0825	0.63
	1319	7.02		1304	6.14		1422	6.27		1355	6.02		1448	5.83		1430	6.09
	1934	0.13		1911	0.83		2031	0.91		1959	0.96		2051	1.41		2033	0.91
09	0139	6.91	24	0118	6.28	09	0236	6.31	24	0208	6.42	09	0258	6.04	24	0245	6.68
J	0753	0.17	V	0733	0.74	D	0854	0.93	L	0831	0.75	M	0918	1.36	MI	0910	0.62
	1359	6.87		1336	6.12		1500	5.94		1436	5.93		1522	5.58		1516	6.06
	2012	0.30		1943	0.85		2107	1.28		2040	1.06		2125	1.69		2120	0.96
10	0217	6.78	25	0150	6.31	10	0312	5.98	25	0250	6.33	10	0331	5.75	25	0331	6.55
V	0833	0.38	S	0807	0.76	L	0931	1.31	M	0915	0.88	MI	0952	1.65	J	0957	0.74
	1438	6.55		1411	6.02		1537	5.57		1521	5.77		1557	5.30		1603	5.94
	2049	0.64		2016	0.96		2143	1.68		2125	1.24		2200	1.98		2209	1.11
11	0255	6.48	26	0223	6.25	11	0350	5.60	26	0336	6.14	11	0407	5.44	26	0420	6.29
S	0912	0.75	D	0844	0.88	M	1010	1.71	MI	1003	1.09	J	1028	1.94	V	1045	0.97
	1517	6.09		1447	5.83		1618	5.18		1610	5.55		1636	5.01		1653	5.74
	2126	1.10		2051	1.16		2223	2.08		2215	1.47		2239	2.28		2300	1.35
12	0332	6.07	27	0259	6.10	12	0432	5.22	27	0427	5.88	12	0447	5.11	27	0512	5.93
D	0951	1.21	L	0923	1.10	MI	1055	2.08	J	1056	1.35	V	1109	2.22	S	1137	1.27
	1557	5.59		1527	5.57		1707	4.82		1705	5.33		1722	4.75		1749	5.52
	2204	1.61		2131	1.43		2312	2.44		2311	1.71		2325	2.54		2359	1.64
13	0413	5.61	28	0340	5.87	13	0525	4.87	28	0526	5.59	13	0535	4.81	28	0611	5.53
L	1035	1.71	M	1007	1.38	J	1153	2.39	V	1157	1.59	S	1159	2.45	D	1236	1.58
	1643	5.08		1613	5.27		1813	4.54		1810	5.15		1820	4.55		1854	5.32
	2248	2.11		2216	1.74												
14	0502	5.16	29	0429	5.58	14	0019	2.69	29	0018	1.90	14	0026	2.74	29	0108	1.90
M	1129	2.16	MI	1100	1.68	V	0636	4.62	S	0636	5.36	D	0637	4.57	L	0722	5.19
	1743	4.65		1710	4.99		1310	2.55		1307	1.75		1302	2.60		1346	1.83
	2347	2.55		2314	2.05		1936	4.45		1924	5.10		1931	4.49		2008	5.25
15	0609	4.79	30	0532	5.30	15	0146	2.75	30	0137	1.96	15	0141	2.79	30	0230	2.01
MI	1247	2.46	J	1208	1.93	S	0800	4.57	D	0755	5.26	L	0751	4.47	M	0844	5.02
	1911	4.41		1823	4.80		1433	2.49		1424	1.76		1412	2.60		1504	1.92
							2053	4.58		2040	5.23		2041	4.59		2125	5.36
			31	0029	2.24										31	0354	1.89
			V	0653	5.14										MI	1005	5.09
				1333	2.00											1618	1.82
				1951	4.83											2235	5.62

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 2014

JULIO						AGOSTO						SEPTIEMBRE					
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 M	0401 0934 1554 2220	2.07 0.96 2.39 0.86	16 MI	0419 1000 1626 2242	2.37 0.58 2.64 0.45	01 V	0442 1029 1637 2248	2.14 1.03 2.08 0.93	16 S	0547 1153 1814 2.13	2.45 0.84 2.13	01 L	0544 1209 1815 2357	2.31 0.96 1.83 1.00	16 M	0036 0718 1413 2022	1.08 2.42 0.94 1.88
02 MI	0439 1009 1628 2254	2.00 1.08 2.23 0.97	17 J	0515 1058 1724 2337	2.32 0.74 2.43 0.64	02 S	0528 1126 1732 2336	2.13 1.10 1.94 1.01	17 D	0006 0648 1315 1931	0.87 2.41 0.92 2.00	02 M	0645 1333 1934 1.79	2.30 0.94 1.79	17 MI	0152 0826 1526 2138	1.16 2.39 0.90 1.91
03 J	0522 1052 1710 2337	1.95 1.18 2.08 1.06	18 V	0615 1208 1833 2.24	2.30 0.89 2.24	03 D	0622 1243 1843 1.84	2.14 1.12 1.84	18 L	0118 0755 1441 2051	1.01 2.41 0.91 1.96	03 MI	0116 0756 1455 2059	1.06 2.33 0.82 1.83	18 J	0301 0931 1620 2240	1.16 2.41 0.83 2.00
04 V	0613 1157 1808 1.95	1.94 1.26 1.95	19 S	0043 0719 1333 1950	0.81 2.30 0.95 2.12	04 L	0044 0726 1412 2004	1.07 2.17 1.05 1.80	19 M	0230 0904 1551 2205	1.06 2.46 0.82 2.01	04 J	0236 0908 1558 2213	1.01 2.43 0.64 1.96	19 V	0401 1027 1702 2326	1.11 2.44 0.76 2.11
05 S	0038 0715 1329 1924	1.12 1.97 1.26 1.87	20 D	0156 0829 1459 2110	0.90 2.36 0.90 2.08	05 M	0202 0837 1527 2127	1.06 2.26 0.89 1.85	20 MI	0333 1005 1644 2303	1.03 2.54 0.71 2.10	05 V	0342 1012 1648 2310	0.89 2.57 0.45 2.14	20 S	0452 1114 1738 0.69	1.04 2.47 0.69
06 D	0154 0824 1456 2044	1.11 2.05 1.14 1.86	21 L	0303 0936 1609 2223	0.92 2.48 0.77 2.13	06 MI	0309 0942 1623 2235	0.98 2.40 0.68 1.98	21 J	0427 1057 1727 2347	0.96 2.62 0.63 2.19	06 S	0441 1108 1733 2356	0.72 2.73 0.28 2.33	21 D	0002 0537 1154 1811	2.20 0.96 2.49 0.63
07 L	0257 0928 1559 2158	1.04 2.19 0.95 1.92	22 M	0400 1034 1703 2320	0.87 2.62 0.63 2.21	07 J	0407 1038 1709 2328	0.85 2.58 0.46 2.13	22 V	0515 1141 1805 0.56	0.89 2.67 0.56	07 D	0534 1158 1816 0.14	0.55 2.86 0.14	22 L	0034 0615 1229 1841	2.29 0.87 2.50 0.59
08 M	0348 1020 1647 2256	0.92 2.37 0.73 2.04	23 MI	0451 1122 1747 0.52	0.81 2.74 0.52	08 V	0459 1128 1753 0.27	0.69 2.75 0.27	23 S	0024 0558 1220 1840	2.27 0.83 2.68 0.53	08 L	0039 0623 1246 1859	2.50 0.40 2.93 0.07	23 M	0103 0650 1300 1909	2.36 0.80 2.48 0.56
09 MI	0435 1107 1730 2344	0.79 2.56 0.51 2.16	24 J	0005 0537 1206 1828	2.29 0.74 2.81 0.46	09 S	0013 0549 1216 1836	2.29 0.53 2.90 0.13	24 D	0058 0637 1254 1912	2.31 0.79 2.66 0.52	09 M	0122 0711 1332 1942	2.63 0.31 2.93 0.07	24 MI	0131 0723 1331 1937	2.42 0.73 2.45 0.54
10 J	0520 1150 1812 0.31	0.64 2.74 0.31	25 V	0044 0619 1245 1905	2.34 0.70 2.84 0.43	10 D	0055 0637 1302 1919	2.42 0.40 2.98 0.05	25 L	0129 0712 1326 1942	2.34 0.77 2.61 0.53	10 MI	0206 0759 1417 2025	2.71 0.29 2.84 0.14	25 J	0159 0756 1402 2006	2.47 0.67 2.40 0.54
11 V	0028 0606 1234 1854	2.28 0.51 2.89 0.17	26 S	0120 0658 1320 1940	2.35 0.69 2.81 0.45	11 L	0138 0723 1347 2002	2.52 0.32 3.00 0.05	26 M	0159 0745 1356 2010	2.35 0.76 2.54 0.56	11 J	0252 0847 1503 2108	2.74 0.35 2.68 0.28	26 V	0230 0830 1435 2037	2.51 0.63 2.33 0.55
12 S	0110 0651 1318 1937	2.37 0.40 2.98 0.09	27 D	0153 0734 1353 2013	2.33 0.71 2.73 0.50	12 M	0223 0810 1432 2046	2.57 0.32 2.92 0.12	27 MI	0228 0817 1425 2037	2.35 0.76 2.45 0.60	12 V	0339 0938 1553 2152	2.72 0.47 2.47 0.47	27 S	0304 0908 1512 2110	2.54 0.63 2.22 0.60
13 D	0153 0737 1403 2021	2.42 0.34 3.00 0.08	28 L	0225 0807 1423 2043	2.29 0.76 2.62 0.58	13 MI	0310 0858 1519 2131	2.57 0.39 2.77 0.25	28 J	0258 0850 1457 2106	2.35 0.77 2.34 0.65	13 S	0428 1033 1649 2238	2.65 0.62 2.25 0.70	28 D	0342 0952 1555 2147	2.54 0.66 2.10 0.68
14 L	0238 0822 1448 2106	2.44 0.35 2.95 0.15	29 M	0257 0839 1453 2112	2.24 0.82 2.50 0.67	14 J	0400 0949 1609 2216	2.55 0.52 2.56 0.45	29 V	0331 0927 1532 2138	2.35 0.80 2.22 0.71	14 D	0519 1136 1754 2331	2.57 0.78 2.06 0.91	29 L	0425 1042 1648 2231	2.51 0.73 1.97 0.80
15 M	0327 0909 1535 2153	2.41 0.43 2.82 0.28	30 MI	0328 0911 1522 2140	2.19 0.89 2.37 0.75	15 V	0452 1046 1706 2306	2.50 0.69 2.34 0.66	30 S	0409 1010 1613 2213	2.34 0.85 2.08 0.79	15 L	0615 1250 1906 1.93	2.48 0.90 1.93	30 M	0515 1143 1754 2327	2.46 0.79 1.86 0.93
			31 J	0403 0946 1556 2211	2.16 0.96 2.22 0.84				31 D	0453 1102 1707 2257	2.33 0.91 1.94 0.90						

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 2014

OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0614 1259 1911	2.41 0.82 1.82	16 J	0106 0741 1449 2059	1.24 2.30 1.00 1.84	01 L	0246 0905 1530 2159	0.92 2.35 0.63 2.33
02 J	0043 0725 1423 2033	1.02 2.39 0.77 1.86	17 V	0223 0849 1548 2209	1.28 2.25 0.96 1.92	02 M	0359 1015 1622 2254	0.78 2.39 0.56 2.54
03 V	0207 0840 1531 2149	1.02 2.44 0.63 1.99	18 S	0332 0952 1631 2258	1.24 2.24 0.89 2.03	03 MI	0459 1116 1710 2342	0.60 2.45 0.48 2.74
04 S	0321 0948 1625 2249	0.91 2.54 0.47 2.18	19 D	0429 1044 1707 2334	1.16 2.26 0.82 2.16	04 J	0552 1208 1756	0.43 2.51 0.43
05 D	0424 1048 1711 2337	0.75 2.66 0.32 2.39	20 L	0515 1126 1738	1.04 2.30 0.74	05 V	0027 0639 1255 1840	2.90 0.31 2.54 0.40
06 L	0520 1142 1755	0.57 2.77 0.21	21 M	0005 0554 1203 1807	2.28 0.92 2.33 0.67	06 S	0109 0724 1338 1923	2.99 0.26 2.52 0.42
07 M	0022 0612 1231 1838	2.59 0.41 2.82 0.14	22 MI	0033 0628 1236 1835	2.39 0.79 2.36 0.60	07 D	0151 0808 1420 2004	3.00 0.29 2.45 0.49
08 MI	0105 0700 1318 1921	2.75 0.31 2.80 0.14	23 J	0101 0701 1308 1905	2.49 0.66 2.37 0.54	08 L	0232 0850 1501 2043	2.95 0.38 2.34 0.60
09 J	0148 0748 1403 2004	2.85 0.27 2.72 0.21	24 V	0131 0735 1341 1937	2.59 0.55 2.36 0.50	09 M	0310 0932 1544 2120	2.83 0.51 2.21 0.75
10 V	0232 0836 1450 2046	2.88 0.31 2.57 0.34	25 S	0203 0811 1416 2011	2.66 0.48 2.31 0.49	10 MI	0348 1013 1627 2157	2.67 0.68 2.07 0.92
11 S	0317 0925 1538 2128	2.85 0.42 2.39 0.52	26 D	0238 0851 1455 2047	2.71 0.45 2.23 0.52	11 J	0425 1054 1714 2235	2.48 0.86 1.96 1.09
12 D	0403 1017 1631 2211	2.77 0.57 2.20 0.72	27 L	0318 0934 1540 2127	2.71 0.48 2.13 0.60	12 V	0503 1140 1804 2323	2.30 1.01 1.89 1.24
13 L	0450 1113 1730 2257	2.65 0.74 2.03 0.93	28 M	0402 1023 1633 2212	2.66 0.55 2.02 0.72	13 S	0549 1238 1902	2.12 1.12 1.85
14 M	0540 1217 1834 2353	2.52 0.89 1.90 1.11	29 MI	0452 1120 1738 2307	2.58 0.64 1.93 0.86	14 D	0037 0650 1350 2010	1.35 1.99 1.17 1.88
15 MI	0637 1333 1943	2.39 0.99 1.83	30 J	0550 1229 1849	2.49 0.72 1.90	15 L	0212 0805 1452 2117	1.35 1.91 1.14 1.97
			31 V	0019 0659 1349 2006	0.97 2.43 0.73 1.93	31 MI	0349 1002 1557 2230	0.78 2.23 0.72 2.59

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

Aufiser

Anclajes de Hormigón



Construcción de Anclajes
en Planta Trapén
(Puerto Montt) y
Planta Pid Pid (Castro)

Construcción de Anclajes
In - Situ (Playa)

Contrapesos en diversos
Formatos (20 a 1.300 Kilos)
Recubiertos de Plástico

Construcción y Diseño
de Muelles

Naviera Rauco

Transporte Marítimo

Servicio de
Transporte Marítimo
y Cabotaje General



Fonos: (65) 633 021 - (65) 636 969
Casa Matriz: Camino a Rauco, Km 1, Chonchi Sucursal: Sector Trapén, Puerto Montt
info@aufiser.cl - www.aufiser.cl

Descripción y mecanismos de infección de la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)



Sandra Bravo
Universidad Austral de Chile
sbravo@spm.uach.cl

La enfermedad bacteriana del riñón (BKD) es una enfermedad de tipo crónica, causada por la bacteria intracelular *Renibacterium salmoninarum*, la que se presenta como pequeños diplobacilos GRAM (+). Esta enfermedad se manifiesta tanto en agua dulce como en el mar, produciéndose brotes bien definidos en primavera y en otoño. Ha sido reportada desde un gran número de países donde los salmónidos son cultivados, con excepción de Australia, Nueva Zelanda y la Unión Soviética. En 1930 esta enfermedad se reportó por primera vez en Escocia, infectando a salmón del Atlántico, y se le llamó Dee Disease (Smith 1964). En 1935 se reportó en Norte América, Massachusetts, infectando a trucha de arroyo; trucha café y trucha arcoiris. En Chile el BKD se reportó por primera vez en Febrero de 1970, en salmón Coho importado desde los Estados Unidos, en un catastro realizado por el ictiopatólogo James Wood en la Piscicultura de Polcura.

El primer reglamento de peces implementado en Chile en 1984, estuvo basado en los reglamentos implementados por los Estados Unidos y Canadá, el que consideraba al BKD como una enfermedad Clase I, describiéndola como aquella alteración de la salud de las especies hidrobiológicas en algún estado de su desarrollo, de efectos muy graves, para las cual no existe tratamiento conocido. De acuerdo al reglamento entonces vigente, peces portadores de esta enfermedad debían ser destruidos. Sin embargo, entre Febrero y Marzo de 1983, en el marco del proyecto JICA, fue detectado BKD en salmón keta criado en balsas jaulas en Puerto Aguirre, y también en Ensenada Baja (Coyhaique). Esta enfermedad atacó severamente a las especies *O. keta* y *O. gorbuscha*, infección que fue atribuida al contagio con salmón Coho infectado con BKD, importado desde Canadá, (Koosuke & Puchi, 1984), comprobándose posteriormente que la enfermedad estaba ya ampliamente diseminada en Chile. La actual regulación sanitaria clasifica al BKD en la Lista 2 de enfermedades de alto riesgo para Chile, de distribución geográfica amplia en el territorio nacional. De acuerdo al informe sanitario emitido por Sernapesca, en el 2012 el 13,7% de la mortalidad causada por BKD correspondió a salmón Coho; 3,4% a salmón del Atlántico y 0,2% a trucha Arcoiris, registrándose en el 2013 un incremento de la mortalidad por BKD en salmón coho (32,7%).

Especies Susceptibles: Todos los salmónidos son considerados susceptibles. *R. salmoninarum* ha sido aislada desde 13 especies de salmónidos. Las especies más susceptibles, en orden de severidad, son: salmón Pink; salmón sockeye; salmón chum; trucha

de arroyo y salmón chinook, seguidos de salmón Coho y salmón del Atlántico. La trucha arcoiris ha mostrado ser la especie más resistente. Debido a la alta susceptibilidad presentada por el salmón chinook al BKD, esta especie no es cultivada masivamente en Chile, siendo Nueva Zelanda el único país donde es exitosamente cultivada. Considerando esto, en 1988 y 1989 se realizaron importaciones de ovas de salmón chinook libres de BKD desde Nueva Zelanda, las que resultaron ser mucho más susceptibles que las ovas importadas desde Norteamérica, registrándose en agua dulce mortalidades que superaron el 50%. Esto probó que la progenie originada de padres que no han sufrido una determinada enfermedad son mucho más susceptibles a la infección, ya que los padres nunca desarrollaron mecanismos de defensa contra el patógeno causal. Sanders et al en 1992, reportaron para salmón chinook mortalidad de 46% en el mar versus 9% en agua dulce, lo que indica que la infección es mucho más severa en la etapa de crianza en el mar. Sin embargo, el salmón chinook ha mostrado ser tremendamente exitoso al adaptarse a las condiciones de vida libre en el sur de Chile, a pesar de la presencia de BKD.

Signos Clínicos: En estado crónico de la enfermedad, los peces presentan oscurecimiento de la piel, exoftalmia y grandes forúnculos en la superficie corporal. Internamente los peces presentan granulomas en el riñón, hígado amarillo e inflamado, bazo grande, líquido lechoso en la cavidad pericardial, ascitis y tracto digestivo sin alimento (Fig.1).



Figura 1: Ejemplar infectado con *Renibacterium salmoninarum* (BKD)

Taxonomía: En 1955 la bacteria fue denominada rickettsia; en 1956 *Corynebacterium* (Smith); en 1964 *Brevibacterium* (Smith); en 1974 *Lactobacillus*; en 1975 *Listeria* (Bullock et al.); en 1978 *Corynebacterium salmonis* (Sander & Fryer) y en 1980 *Renibacterium salmoninarum* (Sander & Fryer). En 1991 se le clasifica en el grupo de las eubacterias bacterias Gram positivas (+), subdivisión Actinomycetes (Banner et al, 1991).

Morfología: *R. salmoninarum* es un bacilo corto (0.3 - 1.0 x 1 - 1.5 μ m), que se presenta en pares (diplobacilos) y raramente como cadenas cortas (Fig. 2a; 2b). Esta es una bacteria Gram positiva (+) que no esporula, no encapsula, es no motil, y no ácido-resistente (Sanders & Fryer, 1980). *R. salmoninarum* consta de dos regiones; una región central llena con filamentos levemente teñidos (DNA) y una región periférica llena con pequeños ribosomas electro densos (Young & Chapman, 1978).

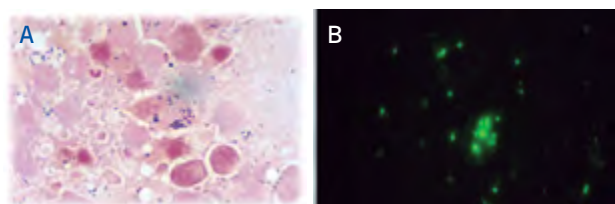


Figura 2a: Diagnóstico de *Renibacterium salmoninarum* con tinción Gram
Figura 2b: Diagnóstico de *Renibacterium salmoninarum* a través de la técnica IFAT

Aislamiento y cultivo: *R. salmoninarum* es un organismo de crecimiento lento. Earp et al (1953) cultivaron la bacteria por primera vez en medio de cultivo artificial, aislada de riñón infectado, observando la formación de colonias después de dos semanas de incubación. En 1956 Ordal & Earp desarrollaron el medio de cultivo KDM1 (Kidney Disease Medium). En 1977, Evelyn modificó la fórmula creando el medio KDM2. En 1983, Austin et al., modificaron el medio, incorporando cuatro antibióticos a la formulación (Cycloheximide, D-cycloserine, ácido oxolinico y Polymyxin B) para inhibir el crecimiento de otras bacterias, denominándolo SKDM. Las colonias de



Figura 3: Colonias de *Renibacterium salmoninarum* en KDM2.

son de coloración cremosa (no pigmentadas), brillantes, lisas, redondeadas, elevadas, enteras, de 1-2 mm en diámetro en KDM2, incubadas a 15°C por 20 días (Fig. 3).

Factores de virulencia:

R. salmoninarum es un patógeno obligado intracelular que es capaz de invadir todo tipo de células en el pez, principalmente células fagocíticas (Guttenberger et al, 1997). La habilidad de *R. salmoninarum* para invadir fagocitos u otras células depende de ciertos determinantes de virulencia. *R. salmoninarum* secreta productos extracelulares (ECP) que in vitro poseen actividad proteolítica, hemolítica, y degradación de DNA (Austin & Rodgers, 1980).

Una proteína like metaloprotease 65-kDa ha sido extraída desde ECP de *R. salmoninarum*, la que posee actividades hemolíticas contra los eritrocitos de peces y mamíferos. *R. salmoninarum* secreta la proteína 57 kDa (p57), soluble en agua, estable al calor, que se cree es el mayor determinante de virulencia de esta bacteria (Getchell et al, 1985). In vitro, la p57 purificada exhibe propiedades hemolíticas y leucoaglutinación. Se ha reportado diferencias en patogenicidad en diferentes aislados, lo que se correlaciona positivamente con la cantidad de p57 asociada a

la superficie (Hamel, 2001). La proteína de superficie de *R. salmoninarum* soluble posee acción inmunosupresora contra la respuesta de los anticuerpos específicos en salmónidos (Turaga et al, 1987), lo cual ha sido atribuido no solo a la p57, también a la proteína de superficie 22-kDa (Fredriksen et al, 1997).

Transmisión: *R. salmoninarum* se transmite verticalmente desde reproductores infectados o portadores a las ovas, infectándose. Se aloja intra-ova por lo que la desinfección con yodóforos no elimina la bacteria que se encuentra en el interior de la ova. La transmisión horizontal ocurre a través del agua infectada con peces enfermos que eliminan la bacteria a través de las fecas, orina y heridas abiertas. Experimentalmente se ha demostrado que la infección ocurre principalmente a través de lesiones en la piel más que por ruta oral (Richard et al., 1985). Los macrófagos son principalmente responsables de la fagocitosis del organismo infectivo. Estas propiedades junto a la lenta propagación de la bacteria son factores importantes en la determinación del curso crónico de la enfermedad y de la dificultad en su tratamiento.

R. salmoninarum es excretada en las fecas de peces moribundos y puede sobrevivir hasta una semana en las fecas y hasta dos semanas en agua de mar estéril (Balfry et al, 1996); puede sobrevivir en agua dulce no estéril y sedimento hasta por 21 días (Austin & Rayment, 1985). Así, la ruta de transmisión horizontal fecca-oral, puede contribuir significativamente al incremento de la prevalencia de BKD en salmónidos. El sedimento de los estanques con presencia de fecas puede también actuar como reservorio de la infección (Balfry et al, 1996; Austin & Rayment, 1985). *R. salmoninarum* puede retener su virulencia por hasta 4 meses en órganos infectados mantenidos a 0°C (Ordal & Earp, 1956).

El progreso de la enfermedad depende de los factores medioambientales como la temperatura del agua, susceptibilidad del hospedador y cepa de la bacteria (virulencia). Los brotes se presentan frente a situaciones de estrés, principalmente en primavera y otoño, cuando se producen los cambios de temperatura, sin embargo en ejemplares altamente susceptibles, la enfermedad puede estar presente durante todo el período de producción, presentando incrementos en las temporadas de mayor riesgo (otoño/ primavera). La diseminación de la enfermedad requiere del contacto entre peces infectados y no infectados. Este contacto puede ser local a través del agua, o vía transporte de peces infectados entre grandes áreas. Es así que el transporte de peces entre sitios es considerado un importante factor de riesgo para la diseminación de BKD. Aún cuando la interacción entre centros de cultivos puede no ser directa, *R. salmoninarum* puede ser transmitida a través del ambiente, entre centros de cultivos que comparten los mismos cursos de agua.

Vectores: Todos los salmónidos pueden actuar como portadores, peces silvestres no-salmónidos que circundan las jaulas pueden también actuar accidentalmente como portadores (Sakai & Kobayashi, 1992). Moluscos bivalvos que residen alrededor de las jaulas son capaces de ingerir y destruir a bacterias patógenas como *R. salmoninarum*, sin ser éstos afectados adversamente (Paclibare



Figura 4: Inyección con eritromicina a reproductor de salmón coho.

et al. 1988). Se señala que el piojo de mar también podría actuar como vector (Frerichs & Roberts, 1989). En muestreos realizados al fouling de redes de cultivo en el 2006 en la X Región, solo una de diez muestras resultó positiva a BKD a través de la técnica ELISA. Sin embargo, en muestreos realizados en el 2008 no se registraron casos positivos utilizando la técnica IFAT (Fuente: Atared). *R. salmoninarum* es rápidamente destruida a la temperatura corporal de las aves y otros animales de sangre caliente. A 35°C es destruida en 4,5 horas (Evelyn).

Diagnóstico: La sintomatología de la enfermedad es clásica y la morfología de la bacteria también, por lo que en peces con signología clínica evidente, el diagnóstico se puede efectuar a través de frotis de los órganos afectados, teñidos con Gram. La bacteria es un diplobacilo Gram (+). En caso de ejemplares portadores, las técnicas de diagnósticos empleadas son inmunofluorescencia (IFAT) ELISA y PCR.

Referencias Bibliográficas

- Austin B, Embley T.M, Goodfellow M (1983) Selective isolation of *Renibacterium salmoninarum*. FEMS Microbiol Lett 17:111–114.
- Austin B., Rayment J.N. (1985) Epizootiology of *Renibacterium salmoninarum*, the causal agent of bacterial kidney disease in salmonid fish. J Fish Dis 8:505–509.
- Austin B., Rodgers C.J. Diversity among strains causing bacterial kidney disease in salmonid fish. Current Microbiology 1980; 3:231-5.
- Balfry S.K., Albright, L., Evelyn, T.P.T. (1996): Horizontal transmission of *Renibacterium salmoninarum* among farmed salmonids via the faecal-oral route. Diseases of Aquatic Organisms, 25 (1/2): 63-69.
- Evelyn TPT (1977) An improved growth medium for the kidney disease bacterium and some notes on using the medium. Bull Off int Epizoot 87:511–513.
- Fredriksen A, Endresen C, Wergeland HI. (1997) Immunosuppressive effect of a low molecular weight surface proteína from *Renibacterium salmoninarum* on lymphocytes from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Fish and Shellfish Immunology; 7: 273 - 82.
- Getchell RG, Rohovec JS, Fryer JL. (1985) Comparison of *Renibacterium salmoninarum* isolates by antigenic analysis. Fish Pathology; 20: 149 - 59.
- Gutenberger S.K., Duimstra J.R., Rohovec J.S., Fryer J.L.. (1997). Intracellular survival of *Renibacterium salmoninarum* in trout mononuclear phagocytes. Dis Aquat Org 28: 93–106.
- Hamel O. (2001) The Dynamic and effects of Bacterial Kidney Disease in Snake River spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Ph. D. Dissertation. University of Washington. Washington OC, USA.
- Koosuke S., Puchi M. (1984) Enfermedad Bacteriana del Riñón en Ensenada Baja y Puerto Aguirre, X Región, 1983. Informational Brief N°12. Servivio Nacional de Pesca y Japan International Cooperation Agency (JICA) 9 pp.
- Ordal EJ, Earp BJ. (1956) Cultivation and transmission of the etiological agent of Bacterial Kidney Disease. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine; 92: 85-8.
- Paclibare J.O., Albright, L.J., Evelyn T.P.T. (1988): Investigations on the occurrence of the kidney disease bacterium *Renibacterium salmoninarum* in non-salmonids on selected farms in British Columbia. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 88, (4):113-115.
- Sakai M., Kobayashi M. (1992). Detection of *Renibacterium salmoninarum*, the causative agent of bacterial kidney disease in salmonid fish, from pen-cultured Coho salmon. *Applied. Environmental Microbiology*. 58 (3), 1061-1063
- Sanders J.E., Fryer J.L. (1980) *Renibacterium salmoninarum* gen. nov., sp. nov., the causative agent of bacterial kidney disease in salmonid fishes. Int J Syst Bacteriol 30:496–502
- Smith I.W., 1964. The occurrence and pathology of Dee disease. Freshwater and Salmon Fishery Research 34, 1–12.
- Turaga PS, Weins GD, Kaattari SL. (1987) Analysis of *Renibacterium salmoninarum* antigen production in situ. Fish Pathology; 22: 209 - 14.
- Young CL, Chapman GB. (1978). Ultrastructural Aspects of the Causative Agent and Renal Histopathology of Bacterial Kidney Disease in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). J Fish Res Board Can 35: 1234–1248. [VD](#)

Control: No existe control absoluto de la enfermedad, ya que los medicamentos hasta ahora disponibles no logran ingresar al interior de las células para eliminar a este patógeno intracelular. Esto hace que los tratamientos aplicados tengan un efecto relativo sobre la enfermedad.

Aislados de *R. salmoninarum* son sensibles a cloranfenicol, eritromicina, novobiocina, estreptomycin, sulfamerazina, y tetraciclina (Wolf & Dunbar, 1959; Austin & Rodgers, 1980), carbenicillin, y cephaloridine (Goodfellow et al, 1985). *R. salmoninarum* es también sensible a enrofloxacin (Hsu et al, 1994), tiamulin, cefawlin (Bandin et al, 1991) y azithromycin (Rathbone et al, 1999). Es resistente a D-cycloserine, ácido oxolínico (4 Ilg/ml), polymyxin y cycloheximide (Wolf & Dunbar, 1959; Goodfellow et al, 1985).

Prevención: Aún cuando los primeros intentos para desarrollar una vacuna contra el BKD datan de principios de los años 1970's, hasta ahora no se ha logrado formular una vacuna que de una protección total. Hay dos tipos de proteínas que tienen un efecto inmunosupresivo, la 57 kD (la más destacada) y la 22 kD, la más pequeña.

Frente a este escenario, la mejor estrategia ha mostrado ser la inyección con eritromicina a los reproductores 30 a 45 días previo al desove (Fig. 4), lo que ha mostrado disminuir la incidencia de la enfermedad en la descendencia. El screening realizado a los reproductores (chequeo padre a padre) ha mostrado ser también una buena herramienta para reducir la enfermedad. Las ovas originadas de los padres positivos son eliminadas. Sin embargo, hay que tener presente que mientras más sensible es la técnica de diagnóstico mayor será el número de ovas a eliminar.

espinaca

**K+S, líder mundial en
producción y venta de sal**



Innovación, calidad y experiencia al servicio de la acuicultura.

La experiencia de K+S a nivel mundial, ha sido vital para la creación de la más amplia variedad de soluciones, capaces de adaptarse a las diversas necesidades de la industria.

K+S, innovación al servicio de la industria acuícola nacional.

Alteraciones en Etapa de Alevín de Saco

Developmental Disorders in yolk - sac Fry



Carlos Sandoval Hurtado^{1,2}, Enrique Paredes Herbach³, Manuel Ulloa Campos²

¹M.V., MSc (c). Escuela de Graduados, Fac. Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

²Investigación & Desarrollo Laboratorio Biovac S.A.

³M.V., Dr. med.vet. Instituto de Patología Animal, Universidad Austral de Chile

carlos.sandoval@biovac.cl - carlos.sandoval@histopathology.cl

eparedes@uach.cl - manuel.ulloa@biovac.cl

www.patologia-veterinaria.com



Las imágenes histológicas y macroscópicas sin referencia pertenecen a los autores del artículo.

Coagulación de Saco Vitelino

White Spot Disease

Puede ocurrir en la etapa de huevo, en los estadios tardíos de incubación y en saco vitelino de los alevines eclosionados. A nivel macroscópico se observan puntos blancos en el vitelo, los cuales corresponden a proteínas coaguladas, seguido de una pérdida en la membrana fetal con la subsecuente muerte. Factores medioambientales desfavorables como metales pesados, pH, amonio, bajas temperaturas, tratamientos químicos, manejos bruscos durante la fase crítica del desarrollo del huevo, pueden ser las causas más comunes (Bruno, Noguera & Poppe, 2013).



Imagen 1. *S. salar*. Se observa una incipiente coagulación de proteínas de saco vitelino, caracterizada por pequeños focos de coloración blanquecina en la parte dorsal (flecha).

Imagen 2. *S. salar*. Se observa una incipiente coagulación de proteínas de saco vitelino, caracterizada por pequeños focos de coloración blanquecina en la parte dorsal (flecha).



Imagen 3. Se observa coagulación de proteínas de saco vitelino, caracterizada por focos de coloración blanquecina distribuidos por todo el saco vitelino.

Imagen 4. Se observa coagulación de proteínas de saco vitelino, caracterizada por un foco de coloración blanquecina (flecha).

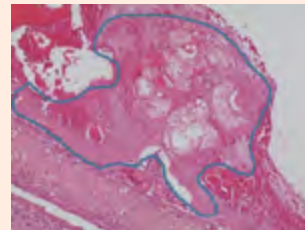
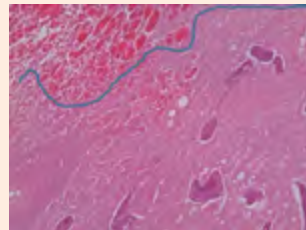


Imagen 5. *S. salar*. H&E. Se observa coagulación de proteínas de saco vitelino (parte inferior de línea azul).

Imagen 6. *S. salar*. H&E. Se observa coagulación de proteínas en forma difusa en saco vitelino (zona delineada).

Edema de Saco Vitelino

Blue Sac Disease

Es caracterizado por una acumulación anormal de fluido en ocasiones con un tono azulado entre el saco vitelino y las membranas externas del alevín. Esto puede ser observado brevemente después de la eclosión y volverse más evidente dentro de pocos días. Los alevines afectados están letárgicos, reduciendo la respiración y el ritmo cardíaco.

El alevín puede recuperarse si la condición no ha tenido una larga duración o si la lesión es moderada. Se sospecha que las causas de esta condición son residuos tóxicos, medioambiente desfavorable, manejo brusco y transporte.

Los xenobióticos químicos pueden actuar directamente o después de una catálisis enzimática a productos intermedios (Bruno, Noguera & Poppe, 2013).

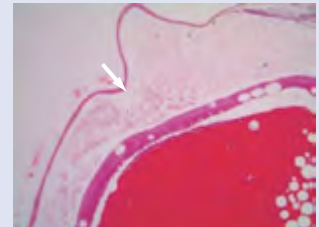
Imagen 7.

Se observa edema de saco vitelino caracterizado por acumulación de fluido entre el saco y las membranas externas (flecha).



Imagen 8.

H&E. Se observa edema de saco vitelino caracterizado por acumulación de fluido entre el saco y las membranas externas (flecha).



Alargamiento de Saco Vitelino Elongation of the yolk sac

El alargamiento del saco vitelino se debe al esfuerzo nadorio del alevín y tiene directa relación con un alevín de saco que se encuentra sobre estructuras lisas, con generación inadecuada de alzas en el flujo de agua en las bateas o estanques, sustrato inadecuado, situaciones de estrés, condiciones parasitarias, entre otras.



Imagen 9. Se observa alargamiento y edema de saco vitelino en su parte posterior, en asociación con hemorragia.

Imagen 10. Se observa un incipiente alargamiento de saco vitelino con disociación de la gota lipídica.

Imagen 11. *S. salar*. Se observa un incipiente alargamiento de saco vitelino en asociación a hipervascularización.



Estrangulación o Constricción de Saco Vitelino Dump Bell

El saco vitelino puede estar pinzado o estrangulado en su parte posterior produciendo una forma de campana muda o Dump Bell (Roberts, 2012), el cual se separa y se vuelve no disponible como fuente de energía para el desarrollo del alevín (Bruno, Noguera, Poppe, 2013). Las pérdidas pueden ser muy altas y al mismo tiempo en la mayoría de los casos la causa es imprecisa. Su aparición debe ser indicativo de que el suministro de agua no es adecuado para los propósitos de incubación (Roberts, 2012), como también puede estar relacionado a densidad y a la presencia de inadecuado sustrato, insuficiente flujo de agua y/o acumulación de desechos metabólicos, solos o en combinación (Bruno, Noguera, Poppe, 2013).

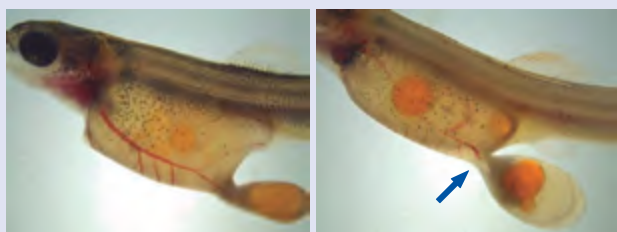


Imagen 12. Se observa estrangulación o constricción de la parte posterior de saco vitelino con compromiso de gota lipídica.

Imagen 13. Se observa una importante estrangulación o constricción de la parte posterior de saco vitelino (flecha) con compromiso de gota lipídica.

Deformaciones en Etapa de Alevín de Saco Malformations in yolk sac fry

El desarrollo de un sistema músculo esquelético normal requiere la combinación de un desarrollo sincronizado de varios componentes y apropiadas fuerzas mecánicas. Alguna condición o agente que afecten estos requerimientos básicos resultan en anomalías (Ferguson, 2006).

Malformaciones congénitas ocurren en peces silvestres y de cultivo como también en miembros de otro grupo de vertebrados. Dentro de la población la prevalencia es baja y los peces severamente afectados usualmente mueren en forma temprana. Las malformaciones pueden resultar desde errores o aberraciones las cuales son primariamente genéticas en origen o el resultado de un número de factores ambientales, ya sea un solo factor o factores combinados, incluyendo agentes infecciosos, hipoxia, desbalance nutricional, crianza inadecuada y otras condiciones relacionadas con estrés (Bruno & Poppe, 1996).

Las de formaciones físicas pueden ser derivadas de un sinnúmero de causas como malformaciones de tipo congénito. Otro rango de causas desde la incubación de los huevos o larvas son: excesiva temperatura, bajos niveles de minerales en las dietas, teratógenos en el alimento o medioambiente y la manipulación hormonal. Dietas o procedimientos de manejo afectan particularmente el desarrollo espinal, conduciendo a escoliosis, lordosis u ocasionalmente deformación opercular, mandibular o maxilar. Lesiones asociadas a genética, temperatura de incubación y efectos hormonales son evidentes desde temprano en la incubación, mientras que las lesiones de origen nutricional o de manejo pueden ocurrir en cualquier etapa de desarrollo (Roberts, 2012).



Imagen 14. Se observa deformación de columna vertebral.

Imagen 15. *S. salar*. Se observa alevín de saco con deformación de columna vertebral consistente con espiralización.

Imagen 16. *S. salar*. Se observa alevín de saco con deformación de columna vertebral consistente con laterotorsión.



Siameses Siamese Twins

Según Sadler (2004), las gestaciones dobles pueden ser monozigóticas y dizigóticas. Para el caso de los salmónidos, dado sus condiciones reproductivas (ovíparos) es posible solo la primera, en la cual los gemelos comparten un solo huevo o cigoto.

Los gemelos unidos son hallazgos y se clasifican de acuerdo a las partes del cuerpo que se encuentran unidas o compartidas (Lattus, et al., 2002). Los siameses parapagos se caracterizan por ser embriones dobles unidos lateralmente, existiendo también los siameses toracopagos los cuales se encuentran unidos por el tórax.

Roberts (1991), indica que la presentación de siameses, se debe a una alteración congénita observada muy frecuentemente en salmónidos. Al respecto, Brown & Núñez (1998) mencionan que se ha observado frecuencias crecientes de gemelos siameses durante la absorción del vitelo en los embriones de salmónidos expuestos a altas concentraciones de las hormonas tiroideas. Por otra parte Bodamer (1993), indica que las anomalías teratológicas en embriones y larvas de peces se han asociado a aguas contaminadas por largo tiempo.



Imagen 17. Se observan siameses parapagos, los cuales presentan la característica de estar unidos lateralmente.



Imagen 18. *S. salar*. Se observan siameses parapagos, los cuales presentan la característica de estar unidos lateralmente.

Referencias

Bodamer, J. 1993. The teratological and pathological effects of contaminants on embryonic and larval fishes exposed as embryos: A brief review. In: American Fisheries Society Symposium, Bethesda, Maryland, 14: 77-84.

Brown L. & Nuñez J. 1998. Disorders of development. In: Leatherland J. & Woo P., ed., Fish disease and disorders. Vol 2. Cabi. UK. pp 1 - 18.

Burgos M. 1999. Malformaciones encontradas en alevines de salmón del Atlántico (*Salmo salar*) provenientes de ovas nacionales e importadas en una piscicultura de la Décima Región, Chile. Memoria de título, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Bruno D & Poppe T. 1996. A Colour Atlas of Salmonid Diseases. First Edition. Academic Press. London, UK.

Bruno D., Noguera P., Poppe T. 2013. A Colour Atlas of Salmonid Diseases. Second Edition. Springer. London, UK.

Ferguson H. 2006. Systemic Pathologic of Fish. A Text of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease. Second Edition. Scotian Press. London, UK.

Lattus J., R. Almuna, A. Paredes, K. Junemann, F. Guerra, O. Pizarro, M. Zúñiga, A. Martic, C. Missarelli. 2002. Siameses o gemelos unidos toracoonfalopagos y revisión de bibliografía nacional e internacional. Rev. chil. obstet. Ginecol. 67 (5): 392-401.

Roberts R. 1991. Patología de los peces, Ed. Mundi Prensa, España.

Roberts R. 2012. Fish Pathology. Fourth Edition. Wiley-Blackwell.

Sadler T. 2004. Lagman Embriología Médica. 9º edición. Ed. Panamericana. Argentina.

Sayeg C. 2007. Descripción de las principales patologías que afectan a los cultivos de Salmón del Atlántico (*Salmo salar*), en la etapa de incubación y primera alimentación en el Sur de Chile. Memoria de titulación, Universidad Católica de Temuco, Chile.

<http://www.patologia-veterinaria.com> [VD](#)

Carlos Sandoval Hurtado; M.V., MSc (c). Escuela de Graduados, Fac. Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Investigación & Desarrollo Laboratorio Biovac S.A.
carlos.sandoval@biovac.cl - carlos.sandoval@histopathology.cl

Enrique Paredes Herbach; M.V., Dr. med.vet.
Instituto de Patología Animal, Universidad Austral de Chile
eparedes@uach.cl

Manuel Ulloa Campos; Investigación & Desarrollo Laboratorio Biovac S.A.
manuel.ulloa@biovac.cl



Centro de Histopatología Veterinaria

Funcionalidad

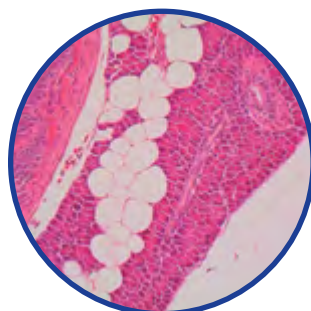
La histopatología es la rama de la patología que trata el diagnóstico de enfermedades a través del estudio microscópico de los tejidos. A través de los cambios morfológicos de las células y tejidos podemos identificar la presencia de enfermedades infecciosas de alto impacto productivo, de tipo bacteriano, viral, parasitario, como también patologías de tipo ambiental, tóxico y nutricional, entre otras.

Aplicaciones y Beneficios

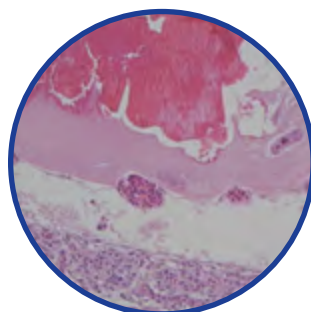
La histopatología entrega un diagnóstico oportuno y preciso del cuadro patológico, el cual permite tomar decisiones productivas eficaces en el momento pertinente, minimizando y eliminando los impactos productivos causados por diferentes patologías de etiología incierta.

Servicios

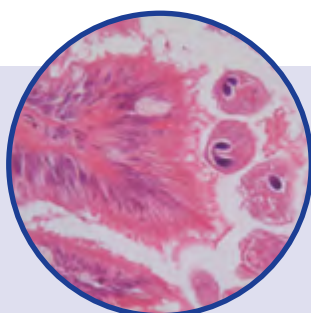
- Diagnóstico de enfermedades infecciosas - parasitarias - ambientales - micóticas - nutricionales (peces - moluscos)
- Evaluación del performance productivo de peces - Score Histológico
- Evaluación del Status Sanitario
- Técnicas especiales para detección de metales pesados - enfermedades de almacenamiento
- Evaluación - Determinación de toxicidad de productos para la acuicultura
- Evaluación de dietas
- Diagnóstico de neoplasias



Score Histológico Páncreas.



Coagulación de Saco Vitelino en Salmo Salar.



Manthoscyphydia sp. en Abalon.

Quiénes Somos

Nuestra empresa cuenta con histopatólogos reconocidos en el mundo académico y productivo de nuestro país, con interconsultas con prestigiosos histopatólogos europeos y norteamericanos.

Carlos Sandoval Hurtado.

Médico Veterinario de la Universidad Católica de Temuco. Candidato a Magíster en Ciencias Mención Salud Animal de la Universidad Austral de Chile, con 10 años de experiencia en el área de histopatología de peces y moluscos, con especialización en otras especies.

Enrique Paredes Herbach.

Médico Veterinario de la Universidad Austral de Chile. Doctor en Medicina Veterinaria de la Justus-Liebig-Universität en Giessen, Alemania, con más de 25 años de experiencia en el área de histopatología de peces, rumiantes equinos y otras especies.

Carlos Sandoval Hurtado

carlos.sandoval@histopathology.cl

Enrique Paredes Herbach

enrique.paredes@histopathology.cl

Gabriela Vera Gaedicke

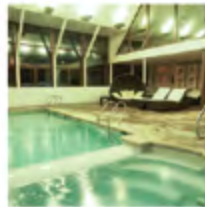
gabriela.vera@histopathology.cl

Fono: 78096490 - 75754923

www.patologia-veterinaria.com

UN HOTEL DE SELECCIÓN

Elegido y valorado
en la web como
el hotel más
recomendado
de Puerto Montt




MANQUEHUE
PUERTO MONTT

Av. Seminario 252 Puerto Montt, Los Lagos, Chile / Teléfono: +56 (65) 2331000
www.manquehuehoteles.cl

Encuétranos en:




**RENT
A CAR**

Tenemos el vehículo que usted necesita

Donde sea que esté su negocio



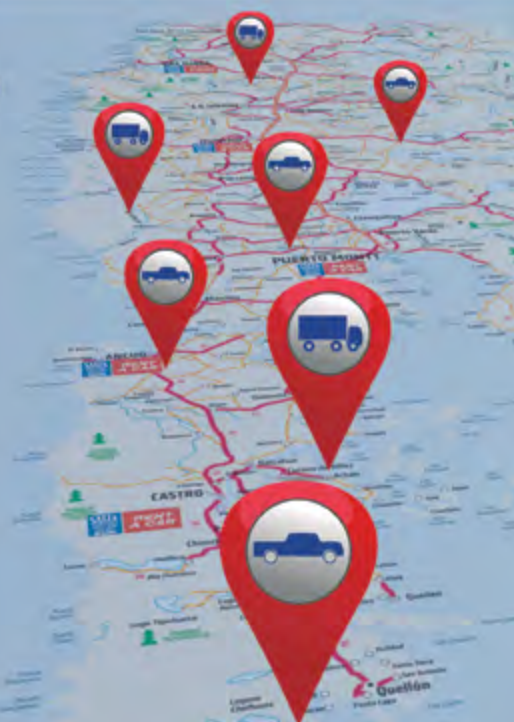
Leasing Operativo

Una solución efectiva para su negocio, con el respaldo de un personal altamente capacitado y un servicio de excelencia

- Disponemos de Autos, Furgones, Camionetas y Camiones de todas las marcas
- Arriendos por un año o más
- Administración de la flota
- Mantenciones preventivas y reparaciones por uso normal
- Cambio de neumáticos por desgaste
- Asistencia en ruta por desperfectos
- Vehículo de reemplazo

rentacar@salfasur.cl
www.salfasur.cl

Arriendo Diario · Semanal · Mensual · Anual



Valdivia	Osorno	Puerto Montt	Aeropuerto El Tepual	Ancud	Castro
☎ (63) 223 0324	☎ (64) 224 0124	☎ (65) 229 0224	☎ (65) 229 0225	☎ (65) 262 3052	☎ (65) 263 0422

Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS) o ¿Septicemia Piscirickettsial del Salmón (SPS)?



Alejandro J. Yáñez^{1,4}; Cristian Oliver^{1,4}; Ronie E. Haro¹; Rubén Avendaño-Herrera^{2,4,5};

Juan G. Cárcamo^{1,4}; Alex Romero^{4,5}; Carlos Sandoval³; Jaime Figueroa^{1,4} y Víctor Cubillos⁴.

1) Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

2) Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Andrés Bello.

3) Biovac S.A., Puerto Montt, Chile.

4) Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

5) Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (FONDAP-INCAR).



Introducción

La industria salmonera se ha convertido en uno de los sectores más exitosos y es el tercer motor productivo de la economía nacional. Esta actividad productiva se lleva a cabo principalmente en las regiones del Sur de Chile, siendo dominada por el cultivo de salmón del Atlántico (*Salmo salar*), salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En la actualidad, Chile está posicionado como la segunda potencia mundial en el cultivo de salmónidos. De esta forma, el año 2012, la estimación de la cosecha total fue de 1.055.000 toneladas (ton.), de las cuales unas 804.000 ton. correspondieron a especies salmónidas, lo que significó un aumento mayor al 23% respecto de la producción obtenida en 2011 (Informe Sanitario Salmonicultura en Centro Marinos, 2013).

El carácter intensivo en la distribución de los cultivos, junto a los altos niveles de producción han permitido la aparición de una serie de patologías infecto-contagiosas que han generado considerables pérdidas por mortalidad y por consiguiente, un fuerte impacto económico en la industria salmonera. Actualmente, la patología

bacteriana considerada como la principal causa de mortalidad de salmónidos en Chile es la Septicemia Rickettsial del Salmón (SRS), la cual afecta a todas las 3 especies cultivadas y genera pérdidas superiores a los U\$100 millones (Bravo y Midtlyng, 2007).

En este contexto, el primer brote de esta enfermedad se describió en 1989, causando masivas mortalidades en ejemplares de salmón Coho mantenidos en engorda en el estero de Huito. El desconocimiento del agente etiológico causante de esplenomegalia en diferentes grados y nódulos blanquecinos en el hígado de ejemplares de salmón Coho (Fryer y col., 1990), provocó inicialmente denominar esta infección como Síndrome de Huito. Poco tiempo después se reportaron mortalidades en las otras dos especies de salmónidos cultivados bajo las mismas condiciones (Cvitanich y col., 1991). A partir del primer brote descrito en Chile, tanto la enfermedad como el patógeno se han reportado en una amplia distribución geográfica. De esta forma, el patógeno aislado desde los peces infectados fue inicialmente identificado como una bacteria intracelular similar a

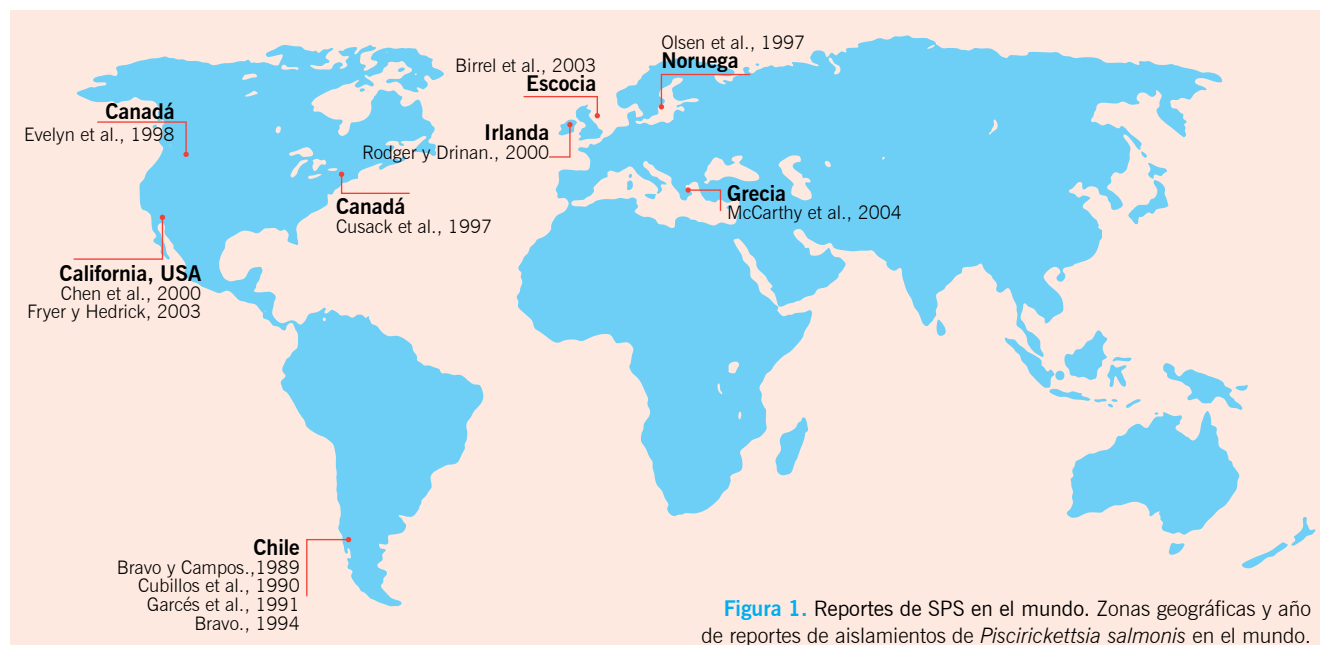


Figura 1. Reportes de SPS en el mundo. Zonas geográficas y año de reportes de aislamientos de *Piscirickettsia salmonis* en el mundo.

una *rickettsia* y por ello, la patología fue erróneamente denominada Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS). Sin embargo, al determinar la secuencia del ADN del gen 16S de la bacteria, esta fue clasificada en su propio grupo y denominado *Piscirickettsia salmonis* gen. nov., sp. nov. (*P. salmonis*). Esto permitió establecer que *P. salmonis* pertenece a la clase de Gammaproteobacterias y está taxonómicamente estrechamente relacionada con la *Francisella* sp., *Legionella* y *Coxiella*, mientras que las *Rickettsia* sp. pertenecen a la clase de las alfa proteobacterias (Fryer y col., 1992). Por ello, en este artículo proponemos un cambio de nombre donde se restablezca la correcta filogenia de la bacteria que produce esta patología a **Septicemia/Síndrome Piscirickettsial del Salmón y la sigla SPS**.

Análisis filogenético

En la Figura 2 se puede observar la reconstrucción filogenética del grupo de las Gammaproteobacterias, utilizando como grupo externos de comparación Alphaproteobacterias (*Rhodospirillum rubrum* y *Rickettsia prowazecki*) y Actinobacterias (*Renibacterium salmoninarum*), demuestra el actual posicionamiento taxonómico de *P. salmonis* en la clase Gammaproteobacterias agrupándose específicamente en el orden Thiotrichales (Fryer y col., 2005; Mauel y col., 1999). En este orden se demuestra la estrecha relación que guarda *P. salmonis* con el agente etiológico de la tularemia, *Francisella tularensis*, y con *Legionella pneumophila*, aunque aún es materia de estudio su posicionamiento dentro del orden.

En algunos casos la definición de un síndrome o una patología en salmónidos no guarda relación con la clasificación taxonómica del agente etiológico sino más bien obedece al conjunto de signos clínicos que definen una patología determinada. Como por ejemplo el caso de la bacteria Gram positiva *Renibacterium salmoninarum* que causa la enfermedad bacteriana del riñón (BKD), o *Aeromonas salmonicida* que provoca la enfermedad ulcerativa bacteriana o forunculosis. Cuando se habla del Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS) no hace referencia la definición taxonómica sino al conjunto de signos clínicos que definen esta patología y son similares a los producidos por las *Rickettsias* dado su escasa similitud fenotípica con la familia *Piscirickettsiaceae* (Fryer y col., 2005). Sin embargo, el hecho de conocer el agente infeccioso hace inapropiado el uso de la palabra "Síndrome".

Patología clínica

En condiciones de cultivo, los primeros signos de la SPS comienzan a aparecer entre 6 y 12 semanas posteriores a la esmoltificación (Alvarado y col., 1990; Fryer y col., 1990). Los peces enfermos presentan una serie de signos clínicos inespecíficos y que son característicos de esta patología, tales como un desplazamiento cerca de la superficie, nado errático, lento y des-

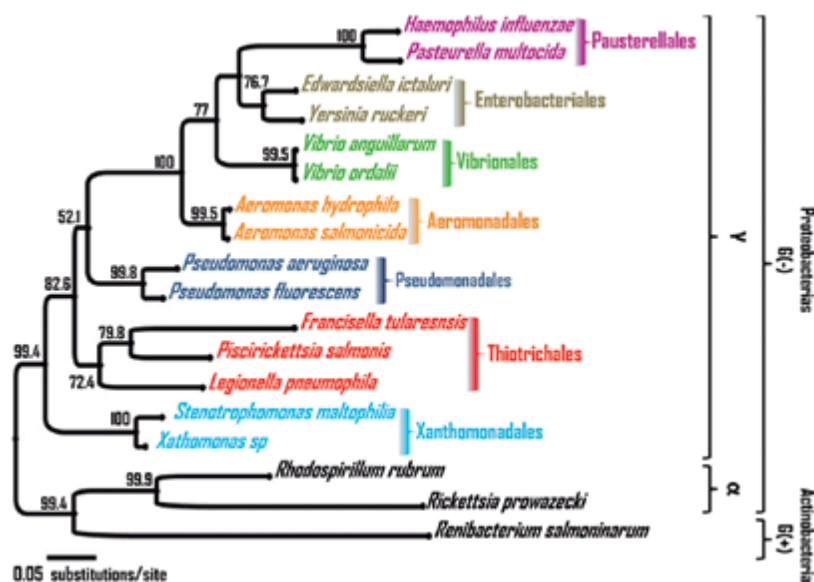


Figura 2. Relaciones filogenéticas de las Gammaproteobacterias. En la filogenia, cada color representa los distintos ordenes de las Gammaproteobacterias. Se utilizó como grupos externos a las especies *Rhodospirillum rubrum*, *Rickettsia prowazecki* y *Renibacterium salmoninarum*. Se utilizó el método de máxima verosimilitud y la secuencia del gen ARNr 16S para la reconstrucción filogenética.

coordinado, lo que refleja alteraciones del sistema nervioso en estos individuos (Cvitanich y col., 1991; Larenas y col., 1995; Larenas y col., 2000). Además, se ha descrito letargia, anorexia, choque contra las mallas de las balsas-jaulas y una ubicación cercana a las orillas de las estructuras de cultivo (Olsen y col., 1997; Larenas y col., 2000).

Entre los signos clínicos externos observados en los peces que sufren de SPS, las principales alteraciones macroscópicas incluyen oscurecimiento y descamación de la piel (Cvitanich y col., 1991; Larenas y col., 1995; Monasterio, 2008). Además, existen lesiones en la piel (Figura 3), que comprenden desde pequeñas áreas de solevantamiento y que posteriormente aparecen como pequeñas manchas blancas y que pueden progresar hacia úlceras hemorrágicas de hasta 2 cm de diámetro (Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991) representando una necrosis de la dermis y epidermis con algún grado de degeneración de la musculatura sub-dérmica (Mauel y Miller, 2002). Por otra parte, peces que sufren de RMS presentan múltiples lesiones en la piel, encontradas principalmente en los flancos de los peces. Estas lesiones corresponden principalmente a dermatitis liquenoide en la dermis, subdermis, subcutis e incluso el músculo subyacente (Metselaar y col., 2010). También se han descrito hemorragias petequiales y equimóticas en la piel de la base de las aletas, del vientre y de la zona perianal y en algunos casos, hemorragias perioculares, que generalmente son bilaterales (Alvarado y col., 1990; Cubillos y col., 1990). Sin embargo, una importante diferencia entre peces infectados con SPS y el "Red Mark Syndrom (RMS)" es la aparición de palidez branquial, la cual está presente en la infección por *P. salmonis*, lo que sugiere una anemia severa, corroborada por bajos niveles de hematocrito (Olsen y col., 1997).

Internamente, el análisis macroscópico de los órganos de peces infectados permite evidenciar diferentes grados de ascitis y de peritonitis (Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991), así como hemorragias petequiales en estómago, intestino, ciegos pilóricos, vejiga natatoria, grasa visceral (Cvitanich y col., 1991), musculatura abdominal (Larenas y col., 1995) y peritoneo (Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991). El hígado de estos peces se observa pálido y hemorrágico, presentando un considerable aumento de tamaño (Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991) y pequeños nódulos subcapsulares blanquecinos a amarillentos en toda su superficie (Larenas y col., 1995; Olsen y col., 1997). Además, la mayoría de los peces muestra un riñón aumentado de tamaño y exhibe pérdida de su apariencia brillante, presentándose de color café-grisáceo opaco (Alvarado y col., 1990; Fryer y col., 1990; Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991). Los signos presentes en riñón e hígado de peces con SPS no se encuentran presentes en truchas infectadas con RMS. Además, durante la fase más aguda de la enfermedad, es posible encontrar que el riñón presenta una invasión de células inflamatorias, acompañado de una necrosis multifocal generalizada del tejido hematopoyético (Mauel y Miller, 2002). En el caso de la vesícula biliar, este órgano se evidencia generalmente pletórica (Alvarado y col., 1990; Cubillos y col., 1990), evidenciando que los peces no han comido por un tiempo prolongado (Alvarado y col., 1990). A nivel del bazo, en la SPS se presenta esplenomegalia en diferentes grados, observándose en reiteradas ocasiones las mismas lesiones blanquecinas descritas anteriormente en el hígado (Alvarado y col., 1990; Cubillos y col., 1990; Fryer y col., 1990), lo cual es inexistente en peces infectados con RMS. En cuanto al intestino, se observa enteritis en el tercio distal (Alvarado y col., 1990). También es posible encontrar un gran volumen de mucus amarillento en el lumen intestinal (Schafer y col., 1990). Además, es posible encontrar focos necróticos y hemorragias petequiales en el corazón (Cubillos y col., 1990) y pericarditis en un 2% de los peces moribundos (Cvitanich y col., 1991). Todos estos signos descritos anteriormente demuestran la naturaleza sistémica de la SPS (Fryer y Hedrick, 2003).

Historia y distribución geográfica

El primer brote de SPS fue descrito por Bravo y Campos en 1989 y el agente responsable fue aislado a partir de ejemplares de salmón Coho mantenidos en su fase de engorda en agua de mar. Originalmente, se pensó que sólo el salmón Coho era susceptible (Bravo y Campos, 1989b; Cubillos y col., 1990; Branson y Nieto Díaz-Muñoz, 1991; Cvitanich y col., 1991), poco tiempo después se reportaron mortalidades en las otras especies de salmónidos cultivados bajo las mismas condiciones, incluyendo salmón del Atlántico, salmón Chinook (*O. tshawytscha*), trucha arco iris (Garcés y col., 1991; Fryer y col., 1992; Fryer y Mauel, 1997) y salmón cereza (*O. masou*) (Bravo, 1994). A partir del primer brote descrito en Chile, tanto la enfermedad como el patógeno se han reportado en una amplia distribución geográfica (Figura 1). A pesar de que los principales hospederos de *P. salmonis* son peces de los géneros *Oncorhynchus* y *Salmo* de la subfamilia *Salmoninae*, la bacteria también ha sido



Figura 3. Lesiones cutáneas ocasionadas por *P. salmonis*. Se observan las ulceraciones en la piel de un salmón salar infectado con *P. salmonis*.

detectada y descrita en otras especies de peces como en lubina europea (*Dicentrarchus labrax*), las cuales eran cultivados en el mar Mediterráneo de las costas de Grecia y donde la presencia de *P. salmonis* se determinó mediante análisis serológicos, histológicos y genómicos de muestras de tejidos de peces infectados (McCarthy y col., 2005). Otra especie en que se ha demostrado la presencia de *P. salmonis* en juveniles de robalo blanco (*Atractoscion nobilis*) cultivados en estanques con agua de mar en California (Estados Unidos) (Arkush y col., 2006). En Canadá, la SPS generó a mediados de la década de los 90 una alta tasa de mortalidad y cuantiosas pérdidas económicas en cultivos marinos de salmón Chinook y salmón rosado (*O. gorbuscha*) (Cusack y col., 1997; Evelyn y col., 1998). Del mismo modo, se ha reportado la SPS otros países europeos, incluyendo en las costas de Irlanda (Rodger y Drinan, 1993), Noruega (Olsen y col., 1997) y Escocia (Birrell y col., 2003). Sin embargo, actualmente los brotes más importantes de esta patología ocurren en los centros de engorda del sur de Chile, los cuales en el año 2013 ocasionaron mortalidades del 93,65%, 87,66% y 39,21% en trucha arcoíris, salmón del Atlántico y salmón Coho, respectivamente (Sernapesca, 2014).

Etiología

Actualmente, *P. salmonis* es la única especie perteneciente al género *Piscirickettsia* (Fryer y Hedrick, 2003) y corresponde a una bacteria Gram negativa, intracelular facultativa, no capsulada, inmóvil y aeróbica. *P. salmonis* es pleomórfica, pero se encuentra predominantemente en forma cocoide y puede encontrarse en pares o formando pequeños grupos de células (Mauel y col., 2008; Mikalsen y col., 2008; Yáñez y col., 2012). Respecto de su tamaño, se ha descrito que tiene un diámetro entre 0.5-1.5 μm , aunque se han existido variantes de tamaños menores a 0,2 μm (Rojas y col., 2008). Cuando *P. salmonis* se analiza mediante microscopía electrónica de transmisión, es posible observar la estructura típica de un organismo procarionte con una pared celular conformada por dos membranas en su superficie, una membrana externa ondulada y una membrana citoplasmática

tica interna. También presenta estructuras similares a ribosomas cercanos a la membrana plasmática y ADN fibrilar en la región central con presencia de estructuras esféricas electrón-densas (Cvitanich y col., 1990; Fryer y col., 1990; Schäfer y col., 1990; Fryer y col., 1992). Normalmente, *P. salmonis* se divide preferentemente por fisión binaria al interior de vacuolas citoplasmáticas dentro de las células de peces infectados o en líneas celulares de peces (Fryer y col., 1990; Yuksel y col., 2006), aunque en ocasiones puede replicar por yemación (McCarthy y col., 2008). De esta forma, *P. salmonis* es comúnmente encontrada al interior de macrófagos de peces.

En condiciones de laboratorio, el rango de temperatura óptimo para su replicación es entre los 15 a 18°C, mientras que se retarda su crecimiento sobre los 20°C y bajo los 10°C, pero no se evidencia crecimiento a 25°C (Fryer y col., 1990; Fryer y col., 1992; Yáñez y col., 2012; Yáñez y col., 2013a). Asimismo, se ha descrito que *P. salmonis* es capaz de infectar varias líneas celulares de peces, entre estas la más ampliamente utilizada para su mantención y conservación es la línea celular embrionaria de salmón Chinook CHSE-214, la que una vez infectada sufre alteraciones a nivel molecular conocidas como efecto citopático (ECP). Este cambio comienza entre los días 5 a 6 post-infección (p.i.) y se caracteriza por la aparición de grupos de grandes vacuolas al interior de las células, las que aumentan en número, para posteriormente desprenderse progresivamente hasta que la monocapa celular es destruida completamente a los 14 días p.i. (Fryer y col., 1990; Garcés y col., 1991). Es interesante señalar que en CHSE-214 se alcanzan títulos del orden de 10^6 a 10^7 dosis infectantes de cultivo de tejidos 50% por mL (TCID₅₀/mL) (Fryer y col., 1990). Sin embargo, Birbeck y col., (2004) reportaron que se alcanzan títulos más elevados cuando la bacteria es multiplicada en una línea celular de insecto sf21. Otras líneas susceptibles a la infección por *P. salmonis* son SHK-1 (Salmon Head Kidney) y RTS11 (Rainbow Trout Spleen).

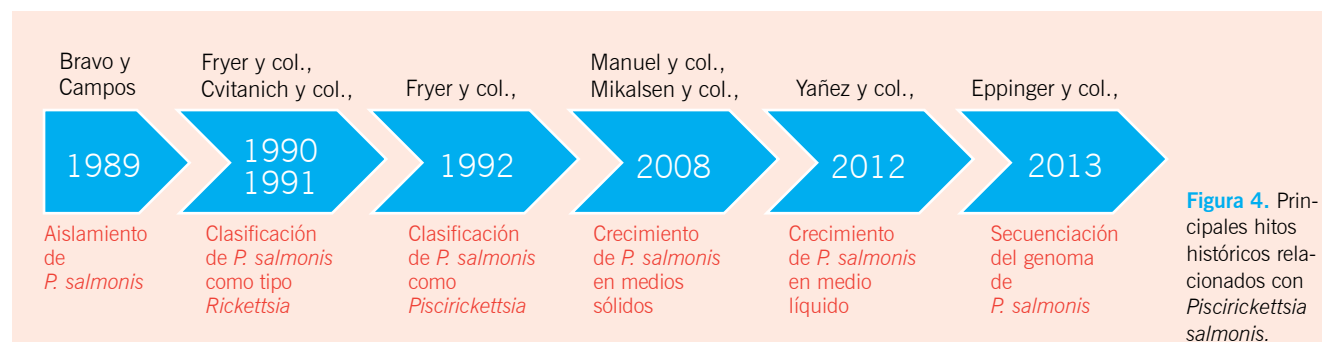
Cabe indicar que si bien se consideraba tradicionalmente que *P. salmonis* era un patógeno intracelular estricto, La Figura 4 muestra un resumen de los hitos e investigaciones más recientes que dan cuenta de que en realidad se trata de un organismo intracelular facultativo (Gómez y col., 2009). Esto porque *P. salmonis* puede desarrollarse en medios de cultivo enriquecidos libres de células eucariotas como son el agar sangre enriquecido con cisteína (Mauel y col., 2008; Mikalsen y col., 2008). Más

recientemente, se logró el crecimiento satisfactorio de la bacteria en un medio de cultivo líquido libre de células, denominado AUSTRAL-SRS Broth, el cual esta suplementado con cisteína y sales de hierro y con el cual se alcanza una densidad óptica de aproximadamente 1,8 a una absorbancia a 600 nm después de 6 días de cultivo a 18°C, donde se estableció que sucesivos pasajes en medio líquido no alteran la cinética de crecimiento ni la capacidad patogénica de la bacteria (Yáñez y col., 2012). Estos mismos autores, reportaron dos nuevos medios sólidos de cultivo para *P. salmonis*, Austral TSHem y Austral TSFe, los cuales están suplementados con hemoglobina y hierro, respectivamente y no contienen sangre en su formulación, lo cual es útil y de bajo costo, permitiendo la conservación del patógeno en el laboratorio y realizar pruebas serológicas o de susceptibilidad a drogas *in vitro* (Yáñez y col., 2013a; Yáñez y col., 2013b) así como ser empleado con fines biotecnológicos (vacunas).

Correspondencia a ayanez@uach.cl;
Financiado por FONDAP, N°15110027

Referencias

- Alvarado, V., Schäfer, J., Enriquez, R., Monras, M. 1990. Salmonicultura en Chile, estado actual, proyecciones y estado sanitario. Medio ambiente 11: 9-14.
- Arkush, K.D., Edes, H.L., McBride, A.M., Adkison, M.A., Hedrick R.P. 2006. Persistence of *Piscirickettsia salmonis* and detection of serum antibodies to the bacterium in white seabass *Atractoscion nobilis* following experimental exposure. Dis of Aquatic Organ 73:131-139.
- Birbeck, T.H., Rennie, S., Hunter, D., Laidler, L., Wadsworth, S. 2004. Infectivity of a Scottish isolate of *Piscirickettsia salmonis* for Atlantic salmon *Salmo salar* and immune response of salmon to this agent. Diseases of Aquatic Organisms 60:97-103.
- Birrell, J, Mitchell, S., Bruno, D.W. 2003. *Piscirickettsia salmonis* in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* in Scotland. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 23: 213-218.
- Branson E.J. & Díaz-Muñoz D.N. 1991. Description of a new disease condition occurring in farmed coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), in South America. J Fish Dis. 14:147-156.
- Bravo, S., Campos, M. 1989. Coho salmon syndrome in Chile. AFS/ FHS Newsletter 17:3
- Bravo, S. 1994. *Piscirickettsiosis* in freshwater. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 14:137-139.



- Bravo, S., Middling, Y., 2007. The use of fish vaccines in the Chilean salmon industry 1999–2003. *Aquaculture* 270:36–42.
- Cusack, R.R., Groman, D.M., Jones, S.R.M. 2002. Rickettsial infection in farmed Atlantic salmon in eastern Canada. *Can Vet J.* 43, 435–440.
- Cubillos, V., C. Fariás, A. Alberdi, V. Alvarado, J.W. Schäffer and R. Enríquez. 1990. Características anatomopatológicas del síndrome del salmón coho, una nueva enfermedad de los salmonídeos. *Patol Anim* 4:14-17
- Cvitanich, J.D., Garate, O., Smith, C.E. 1991. The isolation of a rickettsia-like organism causing disease and mortality in Chilean salmonids and its confirmation by Koch's postulate. *J Fish Dis.* 14:121–145
- Evelyn, T., Kent, M., Poppe, T., Bustos, P., 1998 Salmonid rickettsial septicemia', in ML Kent & TT Poppe (eds), *Diseases of seawater net-pen reared salmonid fishes*, Department of Fisheries and Oceans, Nanaimo, British Columbia, pp. 31–33.
- Fryer, J.L., Lannan, C.N., Garcés, L.H., Larenas, J.J., Smith, P.A. 1990. Isolation of a rickettsia-like organism from diseased coho salmon *Oncorhynchus kisutch* in Chile. *Fish Pathology* 25:107-114
- Fryer, J.L., Lannan, C.N., Giovannoni, S.J., Wood, N.D. 1992. *Piscirickettsia salmonis* gen. nov., sp. nov., the causative agent of an epizootic disease in salmonid fishes. *Int J Syst Bacteriol.* 42:120-6
- Fryer, J.L., Mauel, M.J. 1997. The rickettsia: an emerging group of pathogens in fish. *Emerging Infectious Diseases* 3:137–144.
- Fryer, J.L., Hedrick, R.P. 2003. *Piscirickettsia salmonis*: a Gram-negative intracellular bacterial pathogen of fish. *J Fish Dis.* 26:251–262
- Garcés, L.H., J.J. Larenas, P.A. Smith, S. Sandino, C.N. Lannan, y J.L. Fryer. 1991. Infectivity of a rickettsia isolated from coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Dis Aquat Org.* 11:93-97
- Gómez F, Henríquez V, Marshall S.H. 2009. Additional evidence of the facultative intracellular nature of the fish bacterial pathogen *Piscirickettsia salmonis*. *Arch Med Vet* 41:261–267.
- Informe sanitario de salmonicultura en centros marinos año 2012. 2013a. Sernapesca, disponible en <http://www.sernapesca.cl>
- Larenas, J., L. Hidalgo, H. Garcés, J.L. Fryer, & P. Smith. 1995. Piscirickettsiosis: Lesiones en salmón del Atlántico (*Salmo salar*) infectados naturalmente con *Piscirickettsia salmonis*. *Av. Cienc. Vet.* 10:53-58.
- Larenas, J., J. Contreras, & P. Smith. 2000. Piscirickettsiosis: Uno de los principales problemas en cultivos de salmones en Chile. *Tecno Vet*, Vol.6, No.2, ISSN 0718-1817
- Mauel, M.J., Giovannoni, S.J., Fryer, J.L., 1999. Phylogenetic analysis of *Piscirickettsia salmonis* by 16S, internal transcribed spacer (ITS) and 23S ribosomal DNA sequencing. *Diseases of Aquatic Organisms*, 35:115-123.
- Mauel, M.J., Miller, D.L. 2002. Piscirickettsiosis and piscirickettsiosis-like infections in fish: a review. *Vet Microbiol.* 87:279-89.
- Mauel M.J., Ware C. & Smith P.A. 2008. Culture of *Piscirickettsia salmonis* on enriched blood agar. *J Vet Diagn Invest.* 20:213–214.
- McCarthy U., 2005. *Piscirickettsia salmonis*: Characterisation, infection and immune response in salmonid fish. PhD Thesis. Stirling, University of Stirling, Institute of Aquaculture.
- McCarthy, U., Steiropoulos, N.A., Thompson, K.D., Adams, A., Ellis, A.E., Ferguson, H.W. 2005. Confirmation of *Piscirickettsia salmonis* as a pathogen in European sea bass *Dicentrarchus labrax* and phylogenetic comparison with salmonid strains. *Dis Aquat Organ.* 64:107-19
- Metselaar M., Thompson K.D., Gratacap R.M.L., Kik M.J.L., Lapatra S.E., Lloyd S.J., Call D.R., Smith P.D. & Adams A. 2010. Association of red-mark syndrome with a Rickettsia-like organism and its connection with strawberry disease in the USA. *Journal of Fish Diseases* 33, 849–858.
- Mikalsen, J., Skjaervik, O., Wiik-Nielsen, J., Wasmuth, M.A., Colquhoun, D.J. 2008. Agar culture of *Piscirickettsia salmonis*, a serious pathogen of farmed salmonid and marine fish. *FEMS Microbiol Lett.* 273, 43-47.
- Monasterio, M. 2008. Descripción patológica en salmones coho (*Oncorhynchus kisutch*) coinfectados para reproducir experimentalmente piscirickettsiosis y anemia hemolítica del salmón. Tesis Medicina Veterinaria. Santiago, Chile. U. Chile. Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias.
- Olsen, A.B., Melby, H.P., Speilberg, L., Evensen, O., Hasteint T. 1997. *Piscirickettsia salmonis* infection in Atlantic salmon *Salmo salar* in Norway-epidemiological, pathological and microbiological findings. *Dis Aquat Organ.* 31, 35–48.
- Rodger, H., Drinan, E.M. 1993. Observation of a rickettsia-like organism in Atlantic salmon *Salmo salar* L. in Ireland. *J Fish Dis.* 16, 361–336.
- Rojas V.M., Olivares, P.J., del Río, R., Marshall, S.H. 2008. Characterization of a novel and genetically different small infective variant of *Piscirickettsia salmonis*. *Microb Pathog.* 44:370-8.
- Schäfer, J., V. Alvarado, R. Enríquez, and M. Monras. 1990. The "Coho Salmon Syndrome" (CSS): a new disease in Chilean salmon, reared in sea water. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 10:130.
- Yáñez, A.J., Valenzuela, K., Silva, H., Retamales, J., Romero, A., Enríquez, R., Figueroa, J., Claude, A., González, J., Avendaño-Herrera, R., Cárcamo, J.G. 2012. Broth medium for the successful culture of the fish pathogen *P. salmonis*. *Dis Aquat Organ* 97:197– 205.
- Yáñez AJ, Silva H, Valenzuela K, Pontigo JP, Godoy M, Troncoso J, Romero A, Figueroa J, Cárcamo JG, Avendaño-Herrera R. 2013. Two novel blood-free solid media for the culture of the salmonid pathogen *Piscirickettsia salmonis*. *J Fish Dis.* 36:587-91
- Yáñez, A.J., K. Valenzuela, C. Matzner, V. Olavarría, J. Figueroa, R. Avendaño-Herrera, and J.G. Cárcamo. 2013. Broth microdilution protocol for minimum inhibitory concentration (MIC) determinations of the intracellular salmonid pathogen *Piscirickettsia salmonis* to florfenicol and oxytetracycline. *J. Fish. Dis.* doi: 10.1111/jfd.12144.
- Yuksel, S.A., Thompson, K.D., Adams, A., 2006 Rickettsial infections of fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 6: 63–78. [VD](#)



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.

Concurso FONDEF VIU-R120005

En busca de la sustentabilidad: implementación de tecnologías para la mitigación de la interacción operacional entre aves y mamíferos con la pesca artesanal en la Región de Los Ríos

Andrea Nadeau M. y Héctor Pavés H.
hpaves@gmail.com / andrea.nadeau.m@gmail.com
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
Facultad de Ciencias



Concurso FONDEF VIU-R120001

Multiplex para la trazabilidad genética y delimitación de stock en el loco: Diseño de un Kit Comercial

Paulina Brunning y Leyla Cárdenas T.
leylacardenas1@gmail.com
Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas
Facultad de Ciencias



Concurso Innova Chile CORFO 13IDL2-23565

Desarrollo de un Kit de PCR en Tiempo Real para la determinación de la smoltificación en Salmo salar

Luis Vargas Chacoff
luis.vargas@uach.cl
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
Facultad de Ciencias



Concurso FIC-R Los Ríos

Desarrollo de nuevos productos pesqueros procesados; transferencia tecnológica y promoción de su potencial gastronómico

Javier Parada Silva
javier.parada@uach.cl
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos
Facultad de Ciencias Agrarias



Concurso FIC-R Los Lagos

Implementación de capacidades regionales para la cuantificación de biotoxinas en moluscos bivalvos para exportación bajo los estándares de la Unión Europea

Miriam Seguel Lizama
mseguel@uach.cl
Centro de Análisis de Recursos Ambientales
CERAM, Sede Puerto Montt



Concurso FIC-R Los Lagos

Estudio de factibilidad cultivo y procesamiento del lucu chileno para producción comercial de Nori. Escalamiento productivo en el mar

Renato Westermeier Hitschfeld
rwestern@uach.cl
Instituto de Acuicultura
Sede Puerto Montt



Dirección de Investigación y Desarrollo - Universidad Austral de Chile
Fonos: 56-63-2221335/2293476 | www.uach.cl | diduach@uach.cl | <http://investigacion.uach.cl/>

Estudio del efecto de densidad de cultivo sobre la respuesta a estrés y su relación con la susceptibilidad a ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EN SALMÓN DEL ATLÁNTICO

Alex Romero^{1,3}, Fernando Lagos^{1,3}, Roxana Gonzalez^{1,3}, Gudrun Kausel², Mónica Monrás¹, J. Guillermo Cárcamo^{2,3}, Alejandro Yáñez^{2,3}, Ricardo Enríquez¹ y Jaime Figueroa^{2,3}.

¹Instituto de Patología Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

²Instituto de Bioquímica y Microbiología, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

³Centro FONDAP: Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR), Chile



FONDECYT
Fondo Nacional de Desarrollo
Científico y Tecnológico



Interdisciplinary Center of
Aquaculture Research (Centro INCAR)



Los peces de cultivo están sujetos a la exposición de un gran número de estímulos estresantes como la manipulación, la temperatura, la calidad de agua, la densidad y las enfermedades. Como en otros vertebrados, la respuesta al estrés en los peces implica en primer lugar respuestas primarias, donde una vía clave es el eje hipotálamo-hipófisis-interrenal (HHI), lo cual implica la elevación de los niveles de cortisol en la sangre (Wendelaar Bonga 1997). Sin embargo, la exposición prolongada o repetitiva a factores de estrés puede exceder la capacidad del individuo para la regulación alostática (Schreck 2010) y el cortisol producido provocará respuestas al estrés no deseadas, al afectar el metabolismo, osmorregulación y la respuesta inmune, que en el largo plazo, también puede conducir a respuestas terciarias con efectos sobre comportamiento, el crecimiento, la reproducción y la susceptibilidad a enfermedades (Barton 2002). A pesar del gran número de estudios previos sobre estrés en peces, la información es aún limitada en cuanto a cómo diferentes factores estresantes pueden afectar los mecanismos moleculares subyacentes implicados en la modulación de las respuestas inmunes. Algunos estudios de campo han demostrado que las mortalidades durante los brotes de enfermedades infecciosas son mayores cuando las densidades de cultivos son más altas. De hecho, en este sentido existen algunas “reglas de oro” sugiriendo las densidades de cultivo generales para evitar brotes de enfermedades infecciosas en salmónidos (LaPatra et al. 1996, Conte 2004). Sin embargo, no se han estudiado los detalles acerca de la relación entre las tasas de densidad de peces, la concentración de patógenos encontradas y el riesgo de brotes de enfermedades infecciosas. Esta relación debe ser cuantificada, de manera que pueda ser incluida en las estimaciones de la capacidad de carga del sistema productivo y en el desarrollo de análisis de riesgo para la producción acuícola. En este sentido, la gestión de la evaluación de estrés es la clave principal para asegurar el bienestar de los organismos acuáticos (Conte 2004), asegurando así la buena condición biológica de los peces, lo que permite una utilización óptima de las dietas, aplicación de vacunas y la reproducción.

La respuesta al estrés

En respuesta a un factores estresantes, tales como manejo productivo, densidad de cultivo, calidad del agua, etc., un pez experimentará una serie de cambios bioquímicos y fisiológicos, en un intento de compensar el desafío impuesto y de ese modo, hacer frente al estrés. La respuesta al estrés en los peces y los mamíferos se ha categorizado en términos generales en las respuestas primarias, secundarias y terciarias (Ellis et al. 2012). La **respuesta primaria** representa la percepción de un estado alterado, lo cual inicia una respuesta neuroendocrina/endocrina, que forma parte de la respuesta generalizada a estrés en el pez (Ellis et al. 2012). Esta respuesta incluye la rápida liberación de hormonas como cortisol y catecolaminas. Las catecolaminas son liberadas por el tejido cromafín, situado en el riñón anterior de los peces teleósteos y también por terminaciones nerviosas adrenérgicas (Flik et al. 2006). El cortisol es liberado por las células esteroideogénicas por el tejido interrenal, situado también en la parte anterior del riñón en respuesta a varias hormonas de la pituitaria, pero más potentemente por la hormona adrenocorticotropa (ACTH) (Flik et al. 2006). Un estudio reciente mostró que la ACTH también puede estimular la liberación de adrenalina y que el tratamiento crónico con cortisol, puede afectar el almacenamiento y la liberación de catecolaminas en trucha. Más aún, tanto el tejido cromafín y el interrenal se encuentran ubicados en una estrecha proximidad, lo cual abre la posibilidad de un control paracrino de la regulación de hormonas de estrés en peces. La **respuesta secundaria** comprende los diversos efectos bioquímicos y fisiológicos asociados con el estrés y está mediada en gran medida por las hormonas antes mencionadas, las cuales activan un número de vías metabólicas que resultan en alteraciones en la química sanguínea, originados por la estimulación de la movilización de aminoácidos, aumento de la gluconeogénesis, hiperglicemia y la movilización de los ácidos grasos. La respuesta terciaria representa cambios relacionados con el estrés a nivel del animal completo y a nivel de población. Por lo tanto, si el pez es incapaz de aclimatarse y adaptarse a la situación de

estrés, los efectos adversos en los animales pueden ocurrir como resultado de la redirección de la utilización de las fuentes de energía, para hacer frente al aumento de la demanda de energética asociada al estrés, alejando estos componentes energéticos de los procesos vitales, como la reproducción y el crecimiento (Wendelaar Bonga 1997).

Activación del eje Hipotálamo-Hipófisis-Interrenal

Un elemento importante a la hora de estudiar la respuesta a estrés en peces es la activación del eje Hipotálamo-Hipófisis-Interrenal. En el hipotálamo existen una serie de núcleos hipotalámicos implicados en las respuestas al estrés, los que reciben múltiples señales de los sistemas sensoriales que monitorean de forma continua y evalúan las condiciones internas y externas de los peces. Finalmente, gran parte de esta información converge al Núcleo Preóptico (NPO), del hipotalámico, el que contiene neuronas secretoras de neuropéptidos y hormonas, que se transportan vía axonal hasta la pituitaria (Romero et al., 2012), donde son liberados y su unión a receptores específicos provocan la síntesis y liberación de hormonas hipofisarias. Una de las hormonas clave en el proceso de adaptación continua al estrés es la hormona liberadora de corticotropina (CRH), producida por células ubicadas en el NPO, la que estimula la síntesis y liberación de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) de la hipófisis. CRH señala intracelularmente a través de receptores específicos CRH-R1 y CRH-R2, descritos como variantes de splicing (Huisin et al 2008). Los teleosteos no presentan una glándula suprarrenal con corteza y médula, a diferencia de lo descrito en los vertebrados superiores. En la mayoría de los casos, el tejido interrenal consiste de grupos, hebras o cordones de células en contacto con la vena cardinal. En este contexto, el tejido interrenal de peces representa una situación anatómica particular con las células productoras de cortisol y las que producen adrenalina y noradrenalina, siendo un tejido mezclado y dispuestos a lo largo de las venas cardinales en el riñón anterior de peces; donde finalmente, las células endocrinas se encuentran incrustadas en el tejido linfo-hematopoyético. Tal organización sugiere que los

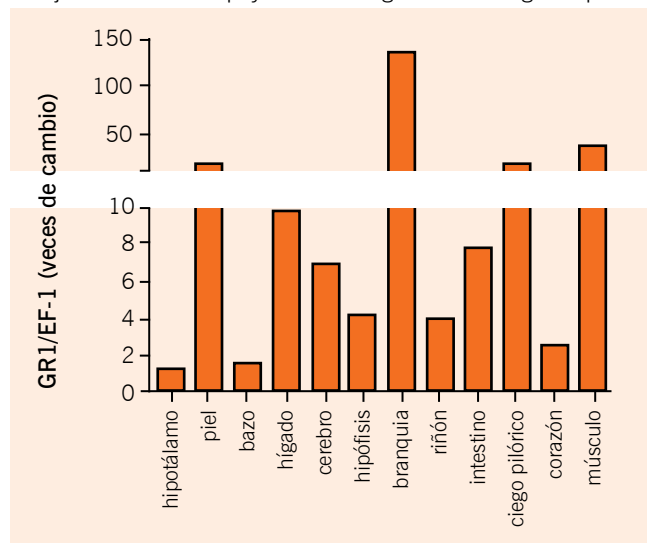


Figura 1: Análisis de la expresión de GR1 en órganos de *Salmo salar* por RT-qPCR.

productos finales de los ejes de estrés (catecolaminas y cortisol), tienen acceso paracrina directo a las células del sistema inmune. Lo anterior, es particularmente relevante, considerando el efecto inmunosupresor de cortisol, sintetizado por las células esteroideogénicas en el tejido interrenal peces. Resumiendo, CRH estimula la síntesis y secreción de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) de la hipófisis y en todos los vertebrados estudiados, la ACTH estimula la síntesis de cortisol, el principal glucocorticoide de los peces. Esta hormona es la principal molécula implicada en la respuesta al estrés en los peces y fue identificada hace casi ya 50 años. Cortisol, al ser una hormona esteroideal, es soluble en lípidos y puede difundir a través de las membranas celulares, y por lo tanto no puede ser almacenada. Se produce de *ново* desde colesterol y es liberada cuando las células esteroideas son estimuladas por la cascada hormonal dirigida por el eje HHI (Wendelaar Bonga 1997).

Receptor de glucocorticoides

Mientras que en la mayoría de los peces, el estudio de la respuesta a estrés se ha centrado en el perfil plasmático de cortisol, muy pocos estudios han examinado el modo de acción de los corticoides y rol en la regulación de las vías de señalización celular. Cabe destacar que la identificación del receptor de glucocorticoides (GR) en peces ha demostrado la presencia de dos isoformas de GR (GR1 y GR2) en diferentes especies de peces, con excepción de *Danio rerio* y *Sparus aurata*, donde a la fecha, se ha descrito sólo una isoforma de GR (Prunet et al. 2006, Teles et al. 2013). La caracterización *in vitro* de estos receptores mostraron que tienen diferentes afinidades por sus ligandos (cortisol, aldosterona y RU486), sugiriendo funciones específicas concretas en diferentes tejidos para receptores en peces (Bury y Sturm 2007, Stolte et al. 2008). Los receptores de glucocorticoides pertenecen a la familia de receptores de corticosteroides, junto con los receptores de mineralocorticoides (MR), que son

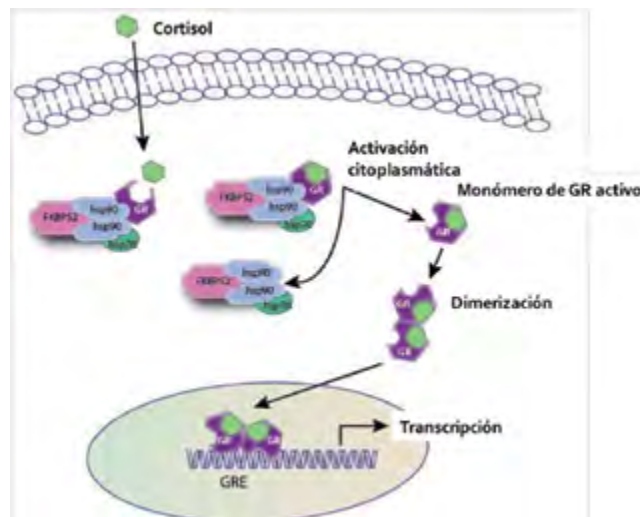


Figura 2: Mecanismo de activación de GR por cortisol. En ausencia de ligandos hormonales, GR de mamíferos reside en el citosol, formando un complejo heterooligomérico de proteínas. La unión de los glucocorticoides facilita la disociación de GR desde este complejo, provocando la translocación nuclear del receptor como un homodímero. En el núcleo, los homodímeros de GR se unen elementos de respuesta a glucocorticoides (GRE), que se encuentran en las regiones promotoras de los genes diana de glucocorticoides, como por ejemplo el gen de IkBα.

miembros de la superfamilia de receptores nucleares, una clase de factores de transcripción activados por ligando (Prunet et al. 2006). En este sentido, en nuestro laboratorio hemos clonado GR1 de *S. salar*, que muestra la conservación en algunos de los dominios funcionales de esta proteína y por ensayo de Western Blot, utilizando un anticuerpo anti- GR de trucha, se detectaron dos señales inmunorreactivas, lo que sugiere la presencia de dos isoformas en *S. salar* (Álvarez et al. 2009). Asimismo, por ensayos de RT-qPCR, se detectó el mRNA de GR1 en una serie de tejidos y órganos, destacando Piel, branquia, hígado y músculo (Figura 1).

Debido a su naturaleza lipofílica, los glucocorticoides difunden fácilmente a través de la membrana plasmática, mediante un proceso pasivo y se unen a GR intracelular. En ausencia de ligandos hormonales, GR de mamíferos reside en el citosol, formando parte de un complejo proteico hetero-oligomérico, que incluye proteínas de *shock* térmico (Hsp 90 y 70) y co-chaperonas (Heitzer et al. 2007). La unión de los glucocorticoides facilita la disociación de GR desde este complejo, provocando la traslocación nuclear del receptor en su forma homodimérica (Schoneveld et al. 2004, Heitzer et al. 2007). En el núcleo, GR puede regular la transcripción de sus genes blanco de varias maneras, incluyendo la unión a regiones promotoras de los genes, y participando en interacciones proteína-proteína con otros factores de transcripción (Schoneveld et al. 2004). Más comúnmente, los homodímeros de GR se unen a secuencias de 15 nucleótidos llamados elementos de respuesta de glucocorticoides (GRE), que se encuentran en las regiones reguladoras de los genes blancos de los glucocorticoides (Figura 2).

El efecto de cortisol en la localización del receptor induce la disminución de la expresión de interleuquinas (ILs)

(IL-1 β , IL-6, IL-8 e IL-12) y la disminución significativa de la producción de anión superóxido en las mismas células, cuando se utilizó el cortisol 50 y 100 ng/ml. No se encontró efecto cuando se utilizó la concentración de cortisol basal en peces (5 ng/ml) (Álvarez et al. 2009). El efecto inhibitorio de cortisol sobre la expresión de ILs podría explicarse a través de la modulación de cortisol y su receptor de la función de NF- κ B, el principal factor de transcripción que regula la expresión de ILs. De hecho, los glucocorticoides pueden reprimir la actividad de NF- κ B a través de la inducción de la expresión de I κ B, la subunidad inhibitoria de NF- κ B, lo cual provoca el secuestro de NF- κ B en el citoplasma (De Bosscher et al. 2003). El efecto de cortisol sobre la expresión de I κ B se ha descrito en células SHK-1 tratadas con cortisol, donde se observó el aumento del mRNA de I κ B después de 12 h de incubación con cortisol. Concomitante al aumento de I κ B, la expresión de IL-1 β y TNF α se vio reducida (Figura 3).

En resumen, los estímulos estresantes a los que se enfrentan los peces, tales como la densidad del cultivo, genera la activación del eje HHI, cuyo producto final es el cortisol, el principal glucocorticoide de peces. Esta hormona actúa por unión a su receptor intracelular GR1 y GR2, que se trasloca al núcleo y se une a elementos de respuesta a glucocorticoides (GRE) en las regiones promotoras de sus genes blancos. Dentro de estos genes blancos, está I κ B, la subunidad inhibidora de NF- κ B, el principal factor de transcripción responsable de la expresión de la interleuquinas en mamíferos, y también en peces. Esto sugiere que el efecto inmunosupresor de cortisol en peces se modula en parte, mediante la activación de la expresión de I κ B, que origina una disminución de la expresión de las interleuquinas y otros parámetros inmunológicos como el estallido respiratorio y fagocitosis.

Finalmente, tomando los antecedentes productivos de salmónidos y los descritos en el laboratorio, dan cuenta del posible rol del estrés en la inmunosupresión en peces de cultivo, lo cual pudiera estar relacionado con la susceptibilidad de los peces estresados a enfermedades infectocontagiosas. Esta hipótesis será abordada en parte por el proyecto Fondecyt 1141006 ***“Relation between immunosuppression effect induced by confinement stress and susceptibility to bacterial pathogens in salmonid fish: Study of cortisol mediated modulation of the immune response to *Piscirickettsia salmonis* infection in stressed *Salmo salar*”***. Este trabajo investigativo se extenderá por tres años (2014-2016) enfocado el primero de ellos al desarrollo de herramientas moleculares para la identificación de marcadores de DNA y proteínas relacionados a estrés e inmunidad. Posteriormente, en el segundo año se evaluará cómo estos marcadores varían por las distintas densidades de cultivos, para finalmente analizar cómo estas variaciones se relacionan con la susceptibilidad a la infección con *Piscirickettsia salmonis*.

Correspondencia a alexromero@uach.cl
FONDAP N°15110027

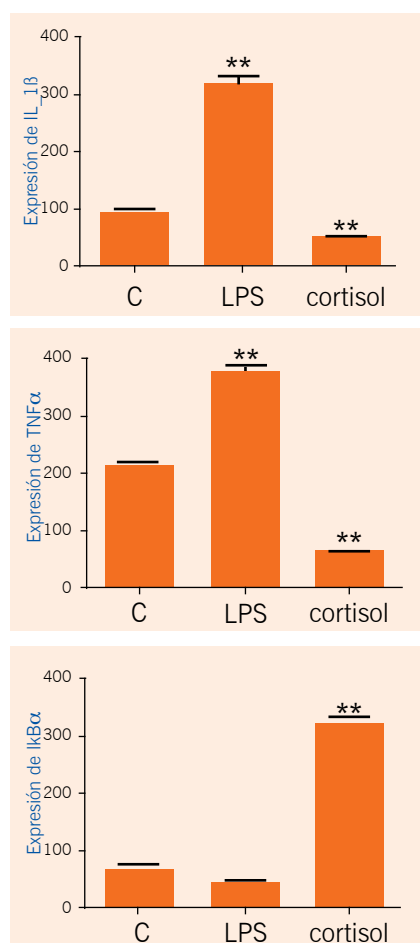


Figura 3. Efecto de cortisol sobre la expresión de IL-1 β , TNF α e I κ B α en la línea celular SHK-1. Las células fueron incubadas con 100 ng/ml de cortisol por 12 h. LPS 50 μ g/mL. C, células sin tratamiento. Se muestra la expresión de cada gen normalizada con la expresión de β -actina. Las diferencias fueron estadísticamente significativas con respecto al control, t-Student. *p<0,05.

Referencias

Alvarez C, Rojas C, Manríquez R, Kausel G, Figueroa J, Enríquez R, Monras M, Romero A (2009) Cloning and characterization of cortisol receptor from *Salmo salar* and analyses of its role in fish leukocytes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 154:S25.

Barton BA (2002) Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr Comp Biol* 42:517-525.

Bury NR, Sturm A (2007) Evolution of the corticosteroid receptor signalling pathway in fish. *Gen Comp Endocrinol* 153:47-56.

Bury NR, Sturm A, Le Rouzic P, Lethimonier C, Ducouret B, Guiguen Y, Robinson-Rechavi M, Laudet V, Rafestín-Oblin ME, Prunet P (2003) Evidence for two distinct functional glucocorticoid receptors in teleost fish. *J Mol Endocrinol* 31:141-156.

Conte FS (2004) Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science* 86:205-223.

De Bosscher K, Vanden Berghe W, Haegeman G (2003) The interplay between the glucocorticoid receptor and nuclear factor-kappaB or activator protein-1: molecular mechanisms for gene repression. *Endocr Rev* 24:488-522.

Ellis T, Yildiz HY, Lopez-Olmeda J, Spedicato MT, Tort L, Overli O, Martins CI (2012) Cortisol and finfish welfare. *Fish Physiol Biochem* 38:163-188.

Flik G, Klaren PH, Van den Burg EH, Metz JR, Huising MO (2006) CRF and stress in fish. *Gen Comp Endocrinol* 146:36-44.

Heitzer MD, Wolf IM, Sanchez ER, Witchel SF, DeFranco DB (2007) Glucocorticoid receptor physiology. *Rev Endocr Metab Disord* 8:321-330

Huising MO, Vaughan JM, Shah SH, Grillot KL, Donaldson CJ, Rivier J, Flik G, Vale WW (2008) Residues of corticotropin releasing factor-binding protein (CRF-BP) that selectively abrogate binding to CRF but not to urocortin 1. *J Biol Chem* 283:8902-8912.

LaPatra SE, Groff JM, Patterson TL, Shewmaker WD, Casten M, Siple J, Hauck AK (1996) Preliminary evidence of sturgeon density and other stressors on manifestation of white sturgeon iridovirus disease. *Journal of Applied Aquaculture* 6:51-58.

Prunet P, Sturm A, Milla S (2006) Multiple corticosteroid receptors in fish: from old ideas to new concepts. *Gen Comp Endocrinol* 147:17-23

Romero A, Montefusco-Siegmund R, Valenzuela G, Kausel G, Muller M, Brauchi S, Figueroa J. (2012). Structurally conserved C-RFa revealed prolactin releasing activity in vitro and gene expression changes in pituitary of seasonally acclimatized carp. *Biological Research*, 45: 187-195.

Schreck CB (2010) Stress and fish reproduction: the roles of allostasis and hormesis. *Gen Comp Endocrinol* 165:549-556.

Schoneveld OJ, Gaemers IC, Lamers WH (2004) Mechanisms of glucocorticoid signalling. *Biochim Biophys Acta* 1680:114-128.

Stolte EH, de Mazon AF, Leon-Koosterziel KM, Jesiak M, Bury NR, Sturm A, Savelkoul HF, van Kemenade BM, Flik G (2008) Corticosteroid receptors involved in stress regulation in common carp, *Cyprinus carpio*. *J Endocrinol* 198:403-417.

Teles M, Tridico R, Callol A, Fierro-Castro C, Tort L (2013) Differential expression of the corticosteroid receptors GR1, GR2 and MR in rainbow trout organs with slow release cortisol implants. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 164:506-511.

Wendelaar Bonga SE (1997) The stress response in fish. *Physiol Rev* 77:591-625. [VD](#)



Buceo Científico:

Herramienta fundamental para la Investigación en Ciencias del Mar



Ignacio Garrido, María José Díaz e Iván Gómez
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias
Universidad Austral de Chile.



La curiosidad por explorar nuevos horizontes definió el devenir del buceo que es una actividad realizada desde hace miles de años. Hoy en día, el buceo se ha transformado en una herramienta imprescindible para las ciencias marinas, y ha sido fundamental en los considerables avances que hoy podemos demostrar en el conocimiento de la flora y fauna marina, que ha servido de base para estudios tan diversos como la taxonomía, la conservación y la acuicultura.



Figura 1: Buzo observando a un crinoideo a 30 m. Península Fildes, Antártica.

El buceo: Bases físicas y fisiológicas

Cuando se lleva al ser humano fuera de las condiciones naturales de presión atmosférica a las que estamos adaptados este debe usar equipos especiales para compensar esto. Al adentrarnos en un medio acuático, en el cual las variaciones de la presión ambiente son notables, el buzo experimenta cambios: la presión de los gases que respira aumenta progresivamente con la profundidad. Estas variaciones conducen a cambios fisiológicos importantes: pérdida de calor corporal por efectos de la convección, conducción y en menor grado por radiación así como los cambios en la visión y audición.

En el estudio del buceo y sus efectos en el cuerpo humano, es importante considerar las propiedades y leyes físicas que gobiernan el comportamiento de los gases con respecto volumen, temperatura y presión. Del gran número de gases que existen, los más importantes son el oxígeno y el nitrógeno, que com-

ponen la mayor parte del aire atmosférico. El bucear exige la necesidad de utilizar gases comprimidos a presiones superiores a la atmosférica. En estas condiciones, ingresa un número de moléculas por unidad de volumen de cada gas inspirado, que aumenta con la profundidad (mayor densidad), lo que trae aparejados efectos fisiológicos de los gases que componen dicha mezcla, llegando a presentarse efectos tóxicos limitantes para el buceo. El O_2 se encuentra naturalmente en la atmósfera a una concentración de 21% y que junto al nitrógeno (N_2) (alrededor de un 78%), son los gases más importantes. A nivel del mar la presión atmosférica es de 1 Atmósfera (ATA), por lo que el O_2 ejerce una presión parcial (pp) de 0.21 ATA (la pp N_2 es 0.78 ATA). El resto lo componen, entre otros, el CO_2 , vapor de agua y otros gases menos importantes. Si la concentración del O_2 bajara a un 14% en la mezcla respiratoria (equivalente a una pp de 0.14 ATA) ocurren los primeros síntomas. A 0.10 ATA se pierde la conciencia y después de cierto tiempo hay daño cerebral y muerte. Es este sentido es importante distinguir entre presión parcial y concentración. Si tenemos una concentración del 10% de O_2 en superficie, que equivale a una pp de 0,10 ATA, es una mezcla hipóxica. Pero si llevamos esta mezcla a 10 m de profundidad, será una mezcla normóxica ya que su pp será 0.20 ATA y su concentración en la mezcla respiratoria continuará siendo un 10%. Varias son las causas que pueden producir hipoxia en buceo, en general tienen origen en la falla de equipos o tienen su origen en el propio organismo.

Por el contrario, cuando la presión parcial del O_2 es muy elevada (hiperoxia) también produce efectos tóxicos en el organismo. La presión parcial de oxígeno máxima que actualmente se recomienda es de 1.4 ATA, que corresponden a una profundidad de 60 m o 187 pies cuando se respira aire atmosférico.

Las bases biológicas de las intoxicaciones gaseosas dicen que todos los mamíferos, cuando respiran aire a presiones superiores al valor de la atmósfera, presentan a partir de 30 m (4 ATA), alteraciones neuropsicológicas denominadas narcosis. Esto se observa con todos los gases inertes y su grado se relaciona con la solubilidad en los lípidos y su peso molecular, lo que da lugar a un efecto narcótico creciente (He , Ne , H_2 , N_2 , A , Kr y Xe). Esa es la razón por la que se utilizan el He y H_2 en mezclas para realizar buceos profundos, al ser muchos menos narcóticos que el N_2 ,

además de algunas ventajas de tipo respiratorio. El nitrógeno es el principal gas constituyente de los principales componentes del aire (78%) y en su estado libre es inerte (químicamente inactivo) y no apto para la vida. Bajo presiones superiores a unas 4 atm absolutas comienzan a notarse los signos de la intoxicación, que aumentan con la profundidad, siendo similares a una intoxicación etílica. La narcosis por nitrógeno desempeña un papel importante en muchos accidentes de buceo y los buzos deben estar muy alertas.

El Buceo Científico en el sur de Chile

La Universidad Austral de Chile ha desarrollado un programa de promoción del buceo que ya lleva más de 10 años y que tiene como principal objetivo formar buzos científicos altamente calificados que puedan apoyar las labores de investigación. Jóvenes universitarios de diferentes disciplinas que al finalizar el curso y aprobadas las pruebas teóricas y prácticas, se encuentran preparados para optar a la categoría de Buzo Profesional Especialista, licencia otorgada únicamente por la Armada de Chile. Hasta el momento se han graduado un total de 25 buzos profesionales especialistas y se espera que esta cantidad se duplique el próximo año, diversificándose hacia otras regiones del país. Actualmente, el desarrollo tecnológico y la digitalización han mejorado ostensiblemente nuestra capacidad para entender el mundo subacuático y responder a las preguntas planteadas. Estos desarrollos consideraran las variables físicas tales como presión, densidad y temperatura, y con ello se ha tratado de minimizar las dificultades logísticas que implica trabajar en un medio diferente al terrestre. A continuación se detallan algunas actividades y aplicaciones subacuáticas que se realizan en el marco de varios proyectos de investigación en el Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas de la Universidad Austral de Chile.



Figura 2: Alumnos de la UACH durante su fase de entrenamiento y pruebas prácticas del curso de Buzo Especialista.

Fotografía & video para registros de biodiversidad y vida submarina

Para investigaciones observacionales y descriptivas, una de las metodologías más utilizadas y simples es la compartimentalización del área de estudio mediante cuadrantes. Esta utiliza un marco de área conocida, depositado al azar en el fondo marino para identificar y contar todas las especies de algas, invertebra-

dos, etc. Una variante a esta metodología muy utilizada por nuestro grupo de trabajo en la UACH es el uso de foto-cuadrantes, es decir, fijamos el cuadrante a una cámara fotográfica subacuática en vez de contar "in situ". Cada imagen de alta resolución es finalmente analizada a través de un software donde se identifican y cuantifican las diferentes especies. Con este método aumentamos el número de réplicas, se optimiza el conteo e identificación de los organismos, sobre todo en buceos profundos donde los tiempos de autonomía son considerablemente menores.

La fotografía subacuática debe superar el problema que se produce cuando la luz atraviesa un medio con densidad baja (aire) a otro con densidad alta (agua). Este efecto es conocido como "refracción". En el caso de las longitudes de onda reflejados por un objeto en el agua, al ojo que permanece en el aire (o en la máscara de buceo), la luz es refractada o torcida de tal manera que proporciona una falsa impresión de posición y tamaño del objeto (los objetos se ven más grandes de lo normal).

La distorsión de los colores es otro problema: la luz es filtrada por la columna de agua y atenuada en intensidad. La luz blanca está compuesta por diferentes longitudes de onda (colores) que va desde el violeta al rojo lejano (400 a 700 nm aproximadamente). Cada color es un componente de la luz blanca y a medida que va penetrando la columna de agua son absorbidos. Los colores cercanos al rojo son los primeros que se pierden y los últimos en absorberse son los que se aproximan al azul/violeta. Por ello a grandes profundidades la mayor parte de los objetos adquieren un tono azulado y los objetos rojos aparecen negros. Luz artificial extra, como linternas o flashes, solucionan el problema de los colores.

Hoy en día los instrumentos de grabación y filmación son prácticamente los mismos que se utilizan en superficie, pero son mantenidos dentro de carcasas impermeables ("housing") que resisten la presión hidrostática. Normalmente, estos accesorios están diseñados para cada modelo de cámara y dentro de los sistemas profesionales que usan tecnología de punta para evitar el anegamiento de la cámara podemos mencionar Hugyfot, Subal, Seacam, Nauticam.

En los últimos años se ha popularizado el uso de "ROVs" (sigla en inglés de Remote Operated Vehicle), que están equipados con diversos tipos de cámaras y sensores y que pueden ser controlados remotamente por un operador desde la superficie ya sea por señales de radio o mediante un cable. Los ROVs son utilizados en diversos trabajos subacuáticos, ampliando la capacidad para llegar a profundidades que exceden los límites del buceo. La miniaturización de los componentes electrónicos y el general los avances tecnológicos han hecho este tipo de equipos muy accesibles y ahora son una alternativa válida para estudios de profundidad.

Las aplicaciones directas del buceo científico observacional mediante fotografía, y video son los catastros de biodiversidad, análisis de cobertura de especies/sustrato, inspección de siste-



Figura 3a y b: Buzos grabando el comportamiento de organismos marinos. Derecha: *Ophiurido Gorgonocephalus chilensis*. Izquierda: Esponja

mas de cultivo, monitoreo de balsas jaula, obtención de material fotográfico y filmico para divulgación científica, etc.

Sensores Subacuáticos: **Herramientas esenciales para el monitoreo y series de tiempo**

Conocidos comúnmente como “termistores”, en los últimos años su uso se ha masificado y sirven para registrar diferentes variables físico-químicas del agua durante largo tiempo dependiendo de la capacidad de almacenaje de información y autonomía de las baterías. Varias opciones permiten la programación para realizar registros a diferentes lapsos de tiempo (hora, días, semanas, meses, etc.). En general, los últimos diseños están elaborados de tal forma que resisten fuertes corrientes, elevadas profundidades (hasta 120 m) y cambios de temperaturas (-40° a 70°C). Existe ahora gran variedad de sensores de este tipo que miden temperatura, luz, conductividad, oxígeno disuelto, etc. prestando valiosa ayuda en la investigación oceanográfica. Algunas marcas más reconocidas son HOBO, ThermoWorks y Dickson entre otras.

Las boyas oceanográficas son muy utilizadas para registrar parámetros físicos/químicos en el mar tales como corrientes, temperatura, presión atmosférica, además de otras señales, tales como altura de columna de agua en sistemas interconectados de alerta temprana de Tsunamis. Por lo general todas las boyas poseen transmisores, los cuales envían la información a satélites y de ahí a una central en tierra. En conjunto todos estos instrumentos son una poderosa herramienta, tanto para mantener monitoreado el ambiente por largo tiempo, registrar el comportamiento de los parámetros en escenarios de surgencia, blooms fitoplanctónicos,

efecto del Niño, etc., También son esenciales para estudios de líneas base para cualquier tipo de obra mayor (sistemas de cultivos, muelles, malecones, puentes, etc.).

“Perfiles” subacuáticos: **Escudriñando la columna de agua**

Los **CTDs** (del inglés Conductivity-Temperature-Depth) son sistemas sumergibles multisonda que básicamente registran varios parámetros físico-químicos continuamente (hasta 24 veces por segundo) en una columna de agua. Las mediciones se registran a medida que el instrumento es sumergido. Algunos de estos instrumentos están equipados con fluorómetros para detectar concentración de clorofila, o sondas para medir oxígeno, pH, entre otros.

En el caso específico de la radiación solar subacuática, diferentes radiómetros basados en fotodiodos han expandido las capacidades para medir diferentes longitudes de onda a grandes profundidades en la zona fótica. Estos instrumentos registran la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y en algunos casos también la radiación UV (280-400 nm). Mediante un colector coseno corregido, estos radiómetros pueden registrar la intensidad de luz a diferentes profundidades y de esta forma se puede estimar el coeficiente de atenuación (K_d), un parámetro útil para caracterizar la turbidez o transparencia de un cuerpo de agua. Varios sensores desarrollados por la firma LI-COR (LI-190S) pueden ser usados para medir radiación PAR subacuática. Para radiación UV, la firma Biospherical Instruments Inc. (San Diego, California) ha desarrollado “UV profilers” altamente sensitivos equipados con multi canales que miden entre 290 y 400 nm (por ejemplo el PUV 2500). La familia de radiómetros hiperespectrales RAMSES (Trios GmbH, Alemania), por ejemplo el ACC-UV, tiene

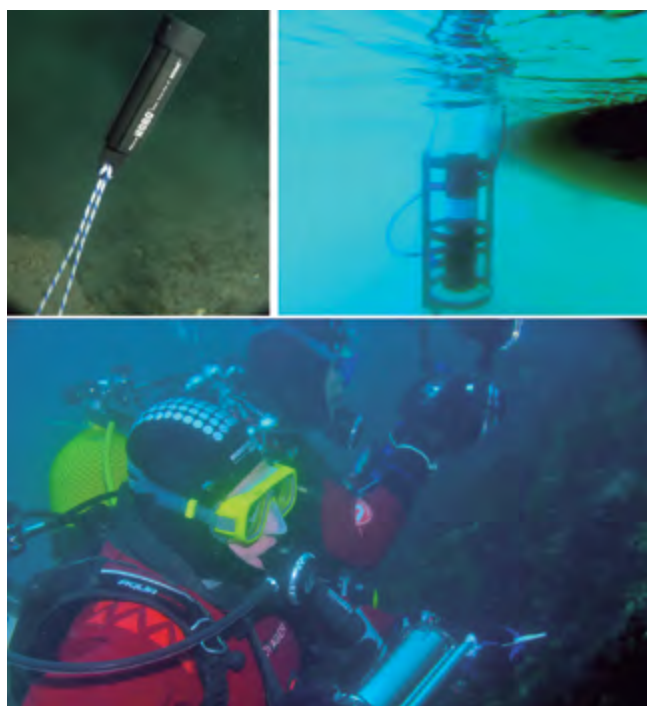


Figura 4: Diferentes sensores usados para la investigación subacuática (Superior Izq.) Termistor HOBO Water Temperature Pro v2 Data Logger - U22-001. (Superior Der.) Radiómetro subacuático PUV 2500 Biospherical. (Inferior) Buzo manipulando el fluorímetro subacuático Diving PAM.

instrumentos diseñados para medir radiación PAR y UV espectral con una resolución de 2 y 3 nm por pixel, tanto en aire como bajo el agua. En general, los radiómetros subacuáticos son esenciales para determinar la dinámica del fitoplancton y otro tipo de material particulado, en estudios de productividad primaria. En el caso de macroalgas bentónicas, las mediciones de luz y UV en la columna de agua permite hacer cálculos acerca de la profundidad crítica a la cual pueden crecer estos organismos.

Determinando la fotosíntesis acuática in situ

El principio de la fluorescencia ha expandido considerablemente nuestra capacidad para determinar la fotosíntesis in vivo. En el caso de organismos acuáticos, el desarrollo de fluorímetros sumergibles ha permitido medir varios procesos fotoquímicos tanto del fitoplancton como de macroalgas bentónicas y así obtener información acerca la fisiología de las algas en respuesta a factores de estrés (temperatura, radiación ultravioleta, salinidad, etc.). El DIVING-PAM (Walz, Effeltrich, Alemania) es un instrumento que cuantifica la fluorescencia de la clorofila a del fotosistema II (PSII). El equipo, mediante diferentes pulsos de luz actínica y halógena, detecta los cambios en fluorescencia que reflejan diferentes estados fisiológicos del alga a través de parámetros fotoquímicos y disipativos tales como rendimiento cuántico máximo y efectivo, “quenching” fotoquímico y no fotoquímico, etc. La cuantificación de la tasa de transporte de electrones (ETR), también entrega información acerca de la adaptación fotosintética de las algas. Una de las principales utilidades del DIVING-PAM es determinar la actividad fotosintética en gradientes de profundidad en algas de sistemas naturales y de cultivo, y también, registrar el

estado fisiológico de las algas que viven en lugares con actividad antropogénica, por ejemplo, mitilicultura y salmonicultura.

Buceo Científico en Aguas frías

Los sistemas costeros del sur de Chile y la Antártica son variados, complejos y desconocidos. Sin embargo estos lugares imponen una serie de desafíos para los buceadores debido a las condiciones extremas de temperatura (entre los 9 y 4 °C en la zona sur de Chile y 0°C en la zona Antártica). Estas temperaturas tan bajas facilitan la difusión de los gases (activos e inertes) en la sangre y tejidos del cuerpo, provenientes de la mezcla de gases, incrementando la susceptibilidad a las enfermedades de descompresión. Para minimizar esto, hoy en día existe una amplia gama de trajes secos y accesorios que permiten trabajar en estas condiciones.

En general, el buceo en las costas de Chile y gran parte de la Península Antártica se rige por una normativa estricta y cautelada por la Armada de Chile. El creciente número de proyectos científicos que han incorporado el buceo científico en la Antártica ha obligado a la Armada de Chile a regular esta actividad, principalmente por su inminente riesgo y dificultades logísticas.

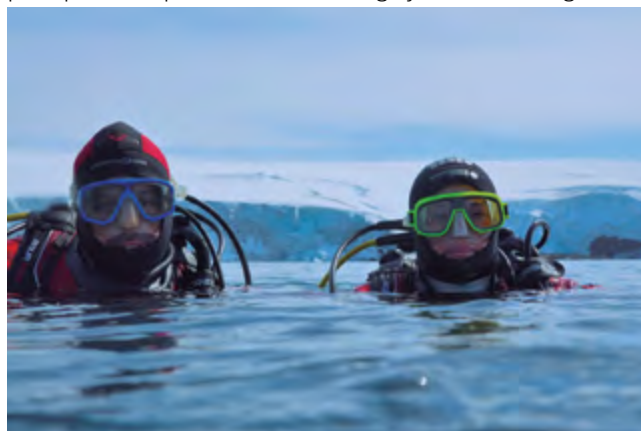


Figura 5: Terminando buceo a 30 m de profundidad en Glaciar Collins, Isla Rey Jorge, Antártica.

Referencias

- Pelizzari, U. & Tovaglieri, S. (2004). Manual of freediving. Underwater on single breath. Idelson-Gnocchi
- Mauvecin, G. & Espinosa, C. (2011) Buceo. Aspectos médicos y fisiológicos. Medicina Hiperbárica
- Edmons, C., Lowry, C., Pennefather, J. & Walker, R. (2002). Diving and subaquatic medicine. Fourth edition. Hodder Arnold.
- Armada de Chile. (2006). Reglamento de buceo para buzos profesionales. Segunda edición. Dirección General de Territorio Marítimo y de Marina Mercante.
- Huovinen, & P. Gómez I. (2011). Spectral attenuation of solar radiation in Patagonian fjord and coastal waters and implications for algal photobiology. Continental Shelf Research 31.3 (2011): 254-259.
- <http://www.onsetcomp.com> sensores HOBO
- <http://www.unisource.cl> Sensores HOBO en Chile
- <http://www.walz.com/> Diving PAM [VD](#)

COMPRESOR DE BUCEO N4 90 lts

Seguridad y confianza a toda prueba

Doble protección: estanque de acero inoxidable más pintura electroestática.

Certificación SITEC por cada uno de nuestros estanques.

Filtro aire respirable con carbono activo certificado.

Equipo ideal para el buceo en Pesca Artesanal.



Con Motor Kohler Integrado

**KOHLER
ENGINES**



Fabricado por:



Santa Adela N° 9901 Maipú - Santiago
Fono: (56-2) 2460 2020
construccion@emaresa.cl
www.emaresa.cl

Visítenos en la feria
AQUASUR
2014
Stand C102

Versión con estanque separado de unidad compresora, para mayor estabilidad de su embarcación.

Disfruta las maravillas del Sur de Chile.




SOLACE.
HOTEL
PUERTO VARAS



- 86 Habitaciones
- Restaurant & Bar
- Salones para Eventos
& Congresos
- Internet Wi-Fi
- Business Center
- Room Service
- Estacionamiento

INFORMACIONES & RESERVAS: Tel. +56 (65) 2 224 100 | Imperial 0211 Puerto Varas - Chile.
www.solacehotel.cl



Ingeniería Genética Bacteriana

Aplicada al Desarrollo de Vacunas

Javier Santander*, Oscar Almarza y Katherine Valderrama

Laboratorio de Patogénesis Bacteriana y Vacunas, Núcleo de Microbiología e Inmunidad
Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Huechuraba, Chile

javier.santander@umayor.cl



Actualmente, la acuicultura es una de las más importantes fuentes de alimento y la industria de producción animal con la más alta tasa de crecimiento. Sin embargo, la acuicultura está siendo desafiada a incrementar su producción de manera sustentable, reducir contaminación y diversificar su producción para satisfacer las demandas globales. Una de las mayores amenazas a este desafío son las enfermedades (1). Pérdidas económicas debido a enfermedades infecto-contagiosas en la acuicultura global son estimadas en alrededor de US\$3 billones anualmente. Por ejemplo, la industria nacional del salmón perdió alrededor de US\$2 billones durante el brote del virus de la anemia infecciosa del salmón durante los años 2007-08 (2).

En todos los sistemas de producción animal intensiva las enfermedades infecto- contagiosas son fácilmente transmitidas. En este tipo de sistemas, una vacunación efectiva es importante para mantener e incrementar la producción. En este contexto, la inmunización ha probado ser el método más efectivo para prevenir brotes y reducir el uso de antibióticos (3, 4). Actualmente, el método de inmunización más usado en la acuicultura de peces es la inyección intra-celómica (i.c). Sin embargo, éste tipo de inmunización es costoso debido a la manipulación de los animales y costos asociados, tales como anestesia, combustible, agujas, jeringas y electricidad. Debido a esto la inmunización i.c. es incompatible con la aplicación de dosis secundarias o refuerzos durante la tapa de engorda (5, 6). Una vacuna ideal para la acuicultura de peces es una vacuna que pueda ser administrada por inmersión a huevos, larvas y juveniles (Fig. 1).

Así esta vacuna también pueda ser administrada vía oral mediante el alimento a peces adultos, solucionando el problema de la aplicación de dosis secundarias durante engorda. Una vacuna ideal debería estimular todas las vías inmunitarias relacionadas con la infección natural del patógeno, incluyendo el sistema de mucosas, el humoral y el celular, desencadenando una respuesta de memoria de largo plazo. Las vacunas vivas atenuadas bien diseñadas pueden ser altamente efectivas, ya que ellas desencadenan una respuesta inmune a nivel de mucosas, humoral y celular mediante la colonización de tejidos linfoides profundos como el hígado, bazo y riñón (7, 8, 9, 10). Actualmente, para la industria de la salmonicultura, existen vacunas vivas atenuadas homólogas contra *Flavobacterium psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* y *Aeromonas salmonicida*. Estas vacunas vivas atenuadas pueden ser utilizadas como vehículos de antígenos recombinantes, desencadenando una respuesta heteróloga contra otro tipo

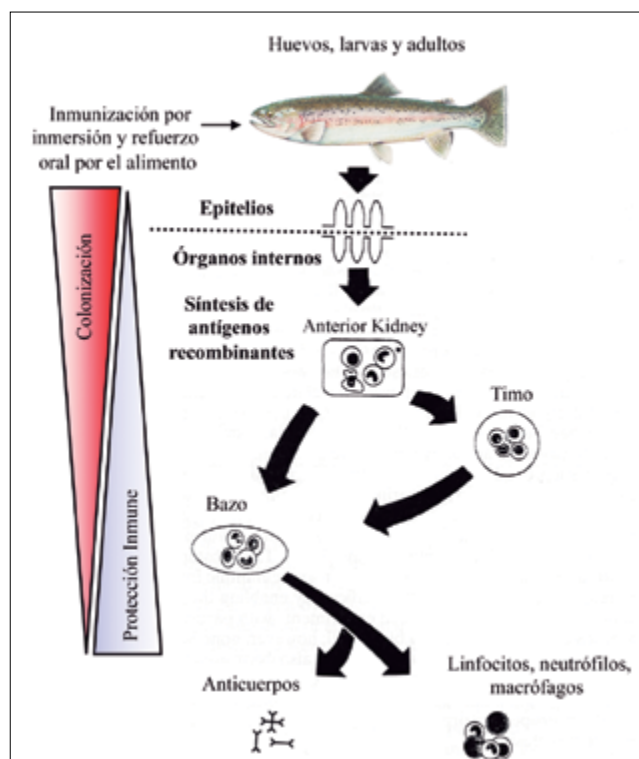


Figura 1. Modo de acción de la vacuna viva atenuada recombinante.

de patógeno (viral, bacteriano o parasitario). Si bien este tipo de vacunas han sido efectivas en mamíferos y aves, aún no han sido desarrolladas para salmónidos. El desarrollo de este tipo de vacunas se basa en simular la infección natural por un patógeno oral-sistémico sin que éste cause enfermedad y permanezca por largo tiempo en el hospedador. Varios candidatos pueden ser identificados para el desarrollo de vacunas vivas atenuadas recombinantes para salmónidos, entre ellos *Aeromonas salmonicida*, debido a su genética relativamente conocida, lo que permite su manipulación. En el contexto del FONDECYT-Regular 1140330 "Molecular Genetic Analysis of *Aeromonas salmonicida* Pathogenesis – A Vaccine Platform for Multiple Salmonid Fish Pathogens", en el laboratorio de patogénesis bacteriana y vacunas utilizamos ingeniería genética, genómica y bioinformática para manipular *Aeromonas salmonicida*. Esta bacteria es un patógeno intracelular facultativo Gram-negativo que infecta peces salmónidos en aguas frescas y marinas, causando la enfermedad llamada furunculosis (11). El diseño de vacunas atenuadas recombinantes puede ser separado en tres etapas: (i) balance entre atenuación e immuno-protección; (ii) entrega del antígeno; (iii) bio

contenimiento. Todas estas medidas deben estar coordinadas para asegurar una respuesta inmune fuerte, sin dañar a los tejidos, sin persistencia bacteriana, y sin el escape de la vacuna al medio ambiente. La atenuación del vector bacteriano debe eliminar los síntomas de la enfermedad. La atenuación debe ser una propiedad inherente de la vacuna y no depender totalmente en las defensas inmunes del hospedador. Además, no debe ser reversible por la dieta o por la modificación microbiana del alimento, ni permitir el desarrollo del estado portador. La vacuna atenuada debe ser lo suficientemente invasiva y persistir lo suficiente para estimular una respuesta inmune primaria y finalmente una respuesta de memoria. La vacuna debe estar diseñada para minimizar el daño a los tejidos no necesarios para inducir una respuesta inmune efectiva. Si bien la vacuna podría causar síntomas indeseados en ciertos individuos inmuno comprometidos, ésta vacuna viva debe ser sensible a todos los antibióticos y no ser capaz de sobrevivir en el medio ambiente. Finalmente, la vacuna debe contener atributos que reduzcan su sobrevivencia en el medio ambiente. Cuando este tipo de vacunas es utilizada como vector recombinante, ésta debe exhibir una expresión estable de los antígenos protectores *in vivo* para así estimular una respuesta inmune efectiva contra el antígeno recombinante. Sin embargo, aún existen algunos aspectos básicos de patogénesis bacteriana en peces que resultan desconocidos que permitan el desarrollo de este tipo de vacunas para la acuicultura. Aún existen algunos aspectos básicos sobre la patogénesis bacteriana que resultan desconocidos.

Dilucidar estos aspectos, significará un aporte importante para la optimización del diseño y generación de vacunas atenuadas en la acuicultura. Las preguntas a responder entorno al desarrollo de vacunas vivas atenuadas recombinantes para peces son: ¿Cuáles son los genes relacionados con la patogénesis bacteriana y la respuesta inmune del pez? ¿Es posible regular la expresión de estos genes de virulencia y la respuesta inmune en el pez? ¿Es posible desarrollar una vacuna viva atenuada que funcione como una plataforma universal para la inmunización de salmónidos? Nuestros esfuerzos relacionados con atenuación de *Aeromonas salmonicida* se centran en utilizar genes maestros conservados, que al ser mutados o controlados con switches moleculares permiten establecer un balance entre la atenuación y la colonización de tejidos linfoides, permitiendo montar una respuesta inmuno-protectora. De igual modo, nos enfocamos en el desarrollo de switches moleculares que permiten controlar genes relacionados con colonización de tejidos, así como la expresión del antígeno recombinante. La mejor manera de expresar un antígeno recombinante es desde un plásmido. Sin embargo, se hace necesario estabilizar el plásmido en ausencia de marcadores de resistencia a antibióticos. El sistema de balanceo-lethal, que consiste en la mutación de un gen esencial para la bacteria y su clonado en el plásmido de expresión, permite la obtención de una vacuna plásmido dependiente, en ausencia de resistencias (12). Este plásmido, puede ser utilizado para la expresión de antígenos por la bacteria atenuada, permitiendo el desarrollo de vacunas vivas recombinantes. Por otro lado, este tipo de vacunas pueden ser almacenadas, manufacturadas y aplicadas directamente en la industria, permitiendo un nuevo modelo económico, reduciendo costos e incrementando

la producción animal. El objetivo de nuestros estudios es desarrollar una vacuna plataforma que pueda ser administrada de forma oral y por inmersión a huevos, larvas y adultos.

Agradecimientos

Agradecemos el financiamiento de FONDECYT Regular 1140330, Beca para estudios de doctor en Chile CONICYT #256 y Fondo de partida Universidad Mayor, Facultad de Ciencias, Chile.

Autor Correspondiente



Javier Santander, Ph.D. Javier Santander es Biólogo Marino, ex-alumno de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. Realizó sus estudios de Magíster en Microbiología en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Posteriormente realizó sus estudios Doctorales en Arizona State University, Center for Infectious

Diseases and Vaccinology, The Biodesign Institute. Actualmente, posee una posición de Profesor Asistente, dirige el Laboratorio de Patogénesis Bacteriana y Vacunas y es el Director del Bioterio Acuático de la Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Chile.

Bibliografía

1. FAO. 2010. Report of the FAO expert consultation on the development of international guidelines for the ecolabelling of fish and fishery products from inland capture fisheries, p. v, 37 p., FAO fisheries and aquaculture report. FAO, Rome.
2. Pablo Ibieta, V. T., Claudia Venegas, Mary Hausdorf and Harald Takle. 2011. Chilean salmon farming on the horizon of sustainability: review of the development of a highly intensive production, the ISA crisis and implemented actions to reconstruct a more sustainable aquaculture industry, p. 246. In B. Sladonja (ed.), Aquaculture and the Environment - A Shared Destiny.
3. Midtlyng, P. J. 2005. Critical assessment of regulatory standards and tests for fish vaccines. Dev Biol (Basel) 121:219-226.
4. Midtlyng, P. J. 1997. Vaccinated fish welfare: protection versus side-effects. Dev Biol Stand 90:371-379.
5. Sommerset, I., B. Krossoy, E. Biering, and P. Frost. 2005. Vaccines for fish in aquaculture. Expert Rev Vaccines 4:89-101.
6. Thorarinnsson, R. and D. B. Powell. 2006. Effects of disease risk, vaccine efficacy, and market price on the economics of fish vaccination. Aquaculture 256:42-49.
7. Santander, J., T. Martin, A. Loh, C. Pohlenz, D. M. Gatlin, and R. Curtiss, III. 2013. Mechanisms of intrinsic resistance to antimicrobial peptides of *Edwardsiella ictaluri* and its influence on fish gut inflammation and virulence. Microbiol 159:1471-1486.
8. Santander, J., A. Mitra, and R. Curtiss, 3rd. Phenotype, virulence and immunogenicity of *Edwardsiella ictaluri* cyclic adenosine 3',5'-monophosphate receptor protein (Crp) mutants in catfish host. Fish Shellfish Immunol 31:1142-1153.
9. Santander, J. G. G., Soo-Young Wanda, and R. Curtiss III. 2012. The Fur regulated iron uptake system of *Edwardsiella ictaluri* and its influence on pathogenesis and immunogenicity in the catfish Host. Infect Immun 80:2689-2703.
10. Santander, J., J. Kilbourne, J. Y. Park, T. Martin, A. Loh, M. I. Diaz, C. Segovia, R. Rojas, D. DeNardo and R. Curtiss III. 2014. Inflammatory Effects of *Edwardsiella ictaluri* Lypopolysaccharide in Catfish Gut. Infect Immun 82(8): 3394-3404.
11. Cipriano, R. A. G. Bullock. 2001. Furunculosis and other diseases caused by *Aeromonas salmonicida*, p. 33. In U. G. Service (ed.), Revision - 2001 ed, vol. 66. U.S. Fish and Wildlife Service.
12. Santander, J., W. Xin, Z. Yang, and R. Curtiss III. 2010. The aspartate-semialdehyde dehydrogenase of *Edwardsiella ictaluri* and its use as balanced-lethal system in fish vaccinology. PLoS One. 5(12):e15944. [VD](#)

Determinación de la concentración de fármacos en la columna de agua al interior de la jaula:

Una nueva herramienta para evaluar los sistemas de distribución de los tratamientos contra caligidosis



L. Rivera ¹, A. Rojas¹, P. Donoso¹, JC. Reyes¹, J. Toro¹, E. de la Fuente¹, J. Santana², E. Jara², P. Barría², M. Cristi ³, P. Daza ³

¹ Aquagestión, ² Marine Harvest, ³ Camanchaca.

RESUMEN

La necesidad de evaluar la concentración y homogeneidad de los fármacos al interior de la jaula durante los tratamientos por baños contra caligidosis, logra reunir en una mesa de discusión técnica conformada por Marine Harvest, Camanchaca y Aquagestión, que en conjunto diseñan e implementan un método estandarizado para la toma de muestras e interpretación de los resultados, que permite comparar de modo objetivo los distintos sistemas de aplicación de fármacos por baños.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la caligidosis aparece como uno de los grandes desafíos a resolver por la industria salmonicoltora, considerando los importantes costos que le significan, tanto directamente por los tratamientos contra el parásito, como indirectamente al ser este un vector facilitador para la infección de otras complejas patologías³.

De este modo, el tratamiento y lucha contra el *Caligus rogercresseyi* tiene distintos enfoques, de entre los cuales se destacan: tratamientos coordinados por barrios, terapias no farmacológicas (choques térmicos, dietas funcionales) y terapias farmacéuticas (Benzoato de Emamectina, Diflubenzurón, Deltametrina, Cipermetrina y Azametifos), si bien este último enfoque sigue siendo el método mayoritariamente utilizado, la baja en la eficacia de las terapias por antiparasitarios en el alimento sumado a los largos periodos de carencia (B. Emamectina), ha significado que en los últimos años se implemente una nueva estrategia farmacéutica que básicamente consiste en aplicar directamente sobre las jaulas los fármacos, el tratamiento por baño. Este nuevo enfoque inicialmente mostró altas eficacias sobre la caligidosis sin mayores inconvenientes sobre la carencia por los principios activos utilizados, sin embargo, al no existir un método operativo estandarizado para la aplicación de los fármacos, que recomiende aspectos adicionales a los indicados por el laboratorio farma

céutico proveedor (dosis, tiempo de exposición y profundidad de la lona), implicó que cada empresa productora diseñe su propio sistema de aplicación, situación que por ende generó a su vez una gran variedad de modos para realizar los baños. Este hecho sumado a las distintas eficacias medidas por cada empresa generó la necesidad de evaluar la capacidad de cada sistema de aplicación de fármacos para lograr la concentración terapéutica de modo homogéneo de los distintos principios activos en la jaula durante el tratamiento.

Es así como Aquagestión, Marine Harvest y Camanchaca, se propusieron como objetivo principal el diseño de un procedimiento de toma de muestra que permita evaluar la variable de distribución al momento de medir la eficacia de los baños.

ANTECEDENTES TOMA DE MUESTRA

Las características físico – químicas propias de los piretroides, especialmente su tendencia a unirse a distintos materiales, sumado a los elementos de fabricación y mecanismos propios de uso de los sistemas convencionales para toma de muestra de agua (botellas Niskin o Van Dorn), presentan una serie de inconvenientes que implican en la imposibilidad de utilizarlos en la toma de muestras:

- El material de fabricación habitual de las botellas Niskin y Van Dorn es plástico (PVC o Acrílico), elementos a los cuales los piretroides tienden a unirse, por lo que, al ser utilizarlos en un muestreo es posible que se detecte una concentración menor por la unión de los fármacos a las paredes de la botella^{2,4}.
- El mecanismo de cierre requiere el uso de un mensajero que cae perpendicularmente al equipo de muestreo, esto implica la necesidad de ingresar a la jaula para tomar la muestra, lo que genera un riesgo para el personal que realiza el muestreo.
- La imposibilidad de mover el equipo de muestreo una vez

posicionado y el mínimo movimiento de agua al interior de la jaula, hacen que la condición de ingresar estas botellas abiertas y cerrarlas en un tiempo específico, no asegure que la muestra tomada tenga una concentración de piretroides representativa del entorno.

- d) La botella Niskin o Van Dorn requiere trasvasiar la agua muestreada a otro envase, por lo cual, antes de tomar la siguiente muestra se requiere limpiar las botellas para eliminar la posibilidad de arrastrar piretroides del muestreo previo, por lo que se aumenta de modo importante el tiempo entre la toma de dos muestras.

Con respecto a las condiciones necesarias para mantener las muestras ya tomadas, las referencias^{2,4} indican que estas sean transportadas a baja temperatura y protegidas de la luz y adicionalmente dado que la estabilidad de estas moléculas, aparentemente, depende de la condición del agua¹, se hace necesario analizarlas en el menor tiempo posible.

Por estos motivos y conforme a los antecedentes previamente descritos se hace necesario el estandarizar la metodología para la toma de muestra y controlar los principales factores que puedan afectar la muestra o interferir en la correcta interpretación de los resultados, definiendo así los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar un equipo de muestreo con materiales apropiados para piretroides.
2. Diseñar un mecanismo de posicionamiento del equipo de muestreo que permita tomar las muestras desde fuera de la jaula.
3. Asegurar las condiciones de traslado de las muestras y tiempo para el inicio del análisis.
4. Cuantificación de la concentración de los fármacos e interpretación de resultados.

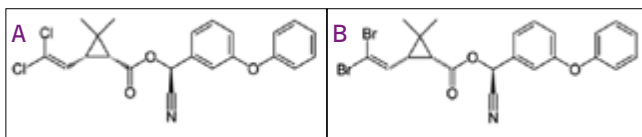


Figura 1: Molécula de Cipermetrina (A) y Deltametrina (B).

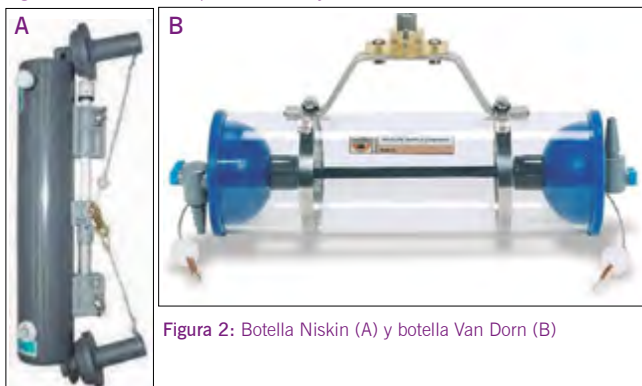


Figura 2: Botella Niskin (A) y botella Van Dorn (B)

RESULTADOS

1. Equipo para la toma de muestras

En base a lo presentado previamente fue necesario diseñar un equipo de muestreo fabricado en vidrio y acero, el cual a su vez permite una apertura en un tiempo específico y no requiere

trasvasiar la muestra colectada. Es así como el diseño de un canastillo de acero inoxidable con tapa móvil que permite la postura y retiro rápido de una botella de vidrio de 1L, cumplió con los requisitos técnicos necesarios.

2. Mecanismo de posicionamiento del equipo de muestreo desde fuera de la jaula.

La importancia de esto radica principalmente en evitar el riesgo de que nuestro personal de muestreo sufra una caída al agua, así como de disminuir las complicaciones operativas que implican el ingresar personal al interior de la jaula durante un tratamiento, por lo tanto, la solución para esto fue un sistema de cabos y poleas que permite posicionar las botellas de muestreo tanto de modo horizontal y vertical desde el borde de la jaula.



Figura 3: Imágenes del sistema de cabos instalado en la balsa jaula.

3. Condiciones de traslado de muestra e inicio de análisis

De acuerdo a lo descrito en la bibliografía disponible^{1,4}, la degradación de los piretroides es relativamente rápida por factores físico y químicos, que con la intención de minimizar los posibles efectos sobre las muestras colectadas debido a estos factores, fue necesario generar un procedimiento en donde se describen las condiciones de resguardo necesarias para la toma de muestras y requisitos de traslado, detallando los principales a continuación:

- Proteger las muestras de la luz solar directa, mediante el uso
 - a) de botellas ámbar o cubiertas por papel de aluminio u otro.
 - Mantenerlas a baja temperatura por medio de gel-packs o
 - b) hielo en escamas.
 - Iniciar el análisis en el menor tiempo posible (menos de 24
 - c) horas desde la toma de muestra).

4. Cuantificación de la concentración de los fármacos e interpretación de resultados

Con respecto a la cuantificación de los fármacos, los piretroides son extraídos mediante una extracción líquido – líquido entre la muestra y diclorometano, luego la fase orgánica es separada y evaporada para finalmente ser analizada por un cromatógrafo gaseoso con detector de captura de electrones (GC-ECD) y cuantificada contra una curva de calibración construida con estándares de pureza e incertidumbre certificadas.

Una vez cuantificados los resultados de la concentración, estos fueron graficados mediante el programa computacional Surfer de acuerdo al tiempo de muestreo y a la profundidad a la cual fueron colectados, manteniendo una escala de colores estandarizada e idéntica para todos los gráficos, que nos permite comparar de modo objetivo la distribución de fármacos en el agua,

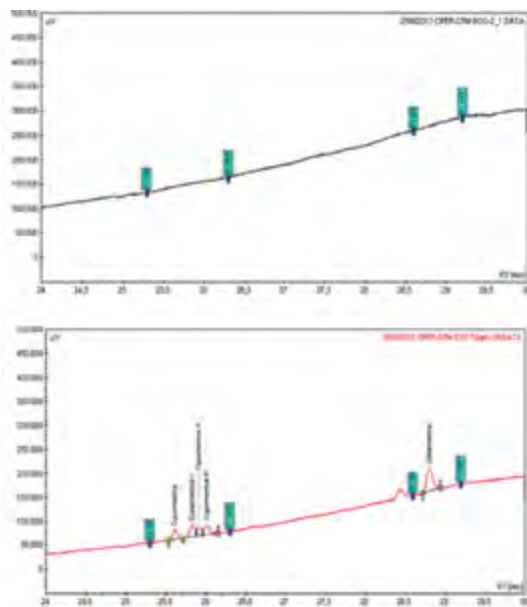


Figura 4: Cromatogramas obtenidos por GC-ECD para una muestra de agua sin piretroides (A) y con 0,5µg/L de Cipermetrina y Deltametrina (B)

para los distintos tiempos y profundidades durante el tratamiento así como entre distintos sistemas. Sin embargo, para la interpretación propiamente tal de los gráficos entregados por el programa computacional, fue necesario definir el criterio de condición ideal, el cual queda estipulado en la siguiente premisa:

“La aplicación del fármaco al agua se considera eficiente, siempre y cuando se logre la concentración terapéutica en el menor tiempo posible y de modo homogéneo, manteniéndose así hasta el término del tratamiento”

CONCLUSIONES

Se logra estandarizar e implementar una poderosa herramienta de muestreo que tiene las características necesarias para poder evaluar de modo objetivo los distintos sistemas de aplicación de fármacos para el tratamiento contra la caligidosis y así evaluar de forma objetiva la eficacia de los fármacos.

CONTACTO

luciano.rivera@aquagestion.cl, andrea.rojas@aquagestion.cl

BIBLIOGRAFÍA

Brian N. Meyer, Chung Lam, Sean Moore and Russell L. Jones (2013) Laboratory Degradation Rates of 11 Pyrethroids under Aerobic and Anaerobic Conditions, J. Agric. Food Chem. 2013, 61, 4702–4708, dx.doi.org/10.1021/jf400382u.

Department of Water Australia (2009), Surface water sampling methods and analysis — technical appendices.

Lhorente JP, Gallardo JA, Villanueva B, Caraban˜o MJ, Neira R (2014) Disease Resistance in Atlantic Salmon (*Salmo salar*): Coinfection of the Intracellular Bacterial Pathogen *Piscirickettsia salmonis* and the Sea Louse *Caligus rogercresseyi*. PLoS ONE 9(4): e95397. doi:10.1371/journal.pone.0095397.

USGS and EPA (2009) Collection of Pyrethroids in Water and Sediment Matrices: Development and Validation of a Standard Operating Procedure. [VD](#)

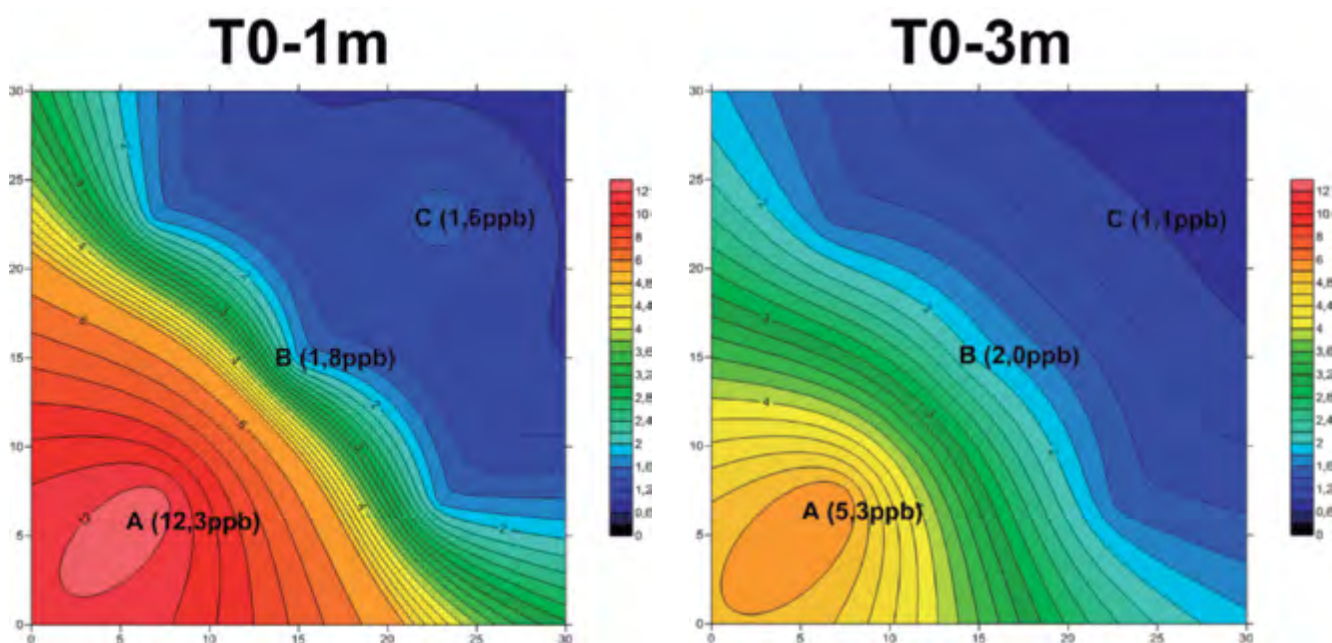


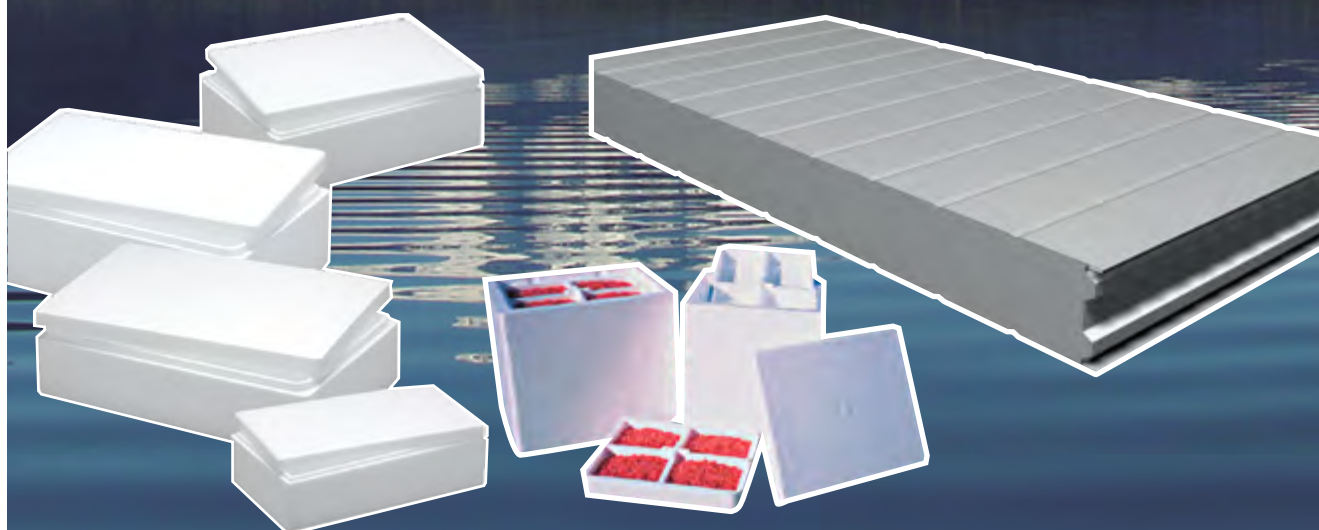
Figura 5: Gráficos de distribución para deltametrina obtenidos al momento de iniciado el tratamiento a 1m de profundidad (T0-1m) y a 3m de profundidad (T0-3m), mostrando una falta de homogeneidad con una zona hiper-dosificada y una sub-dosificada. La escala de colores está normalizada en 3 niveles: zona verde concentración de dosis terapéutica, zona azul concentración en sub-dosificación y zona roja hiper-dosificación.



- Aislapol es el mayor transformador de EPS en Chile.
- Más de 20 años de presencia activa en la capital de la Xª Región.
- Certificación ISO 9001.
- Certificación de Conducta Responsable (ASQUIM).
- Socio activo de SalmonChile.
- Reconocida como empresa promotora de la salud (Ministerio de Salud y Ministerio del Trabajo).

CAJAS TERMICAS

PANELES FRIGORIFICOS



Santiago
Carrascal 3791
Tel: (56 2) 2640 7070
aislapol-cl@basf.com



Puerto Montt
Panamericana Norte 4001
Tel: (56 65) 232 1600
aislapol-cl@basf.com

Desarrollo de Herramientas Genómicas para mejorar el impacto económico de los Programas de Mejoramiento en Acuicultura

AQUAINNOVO

Jean Paul Lhorente¹, José Manuel Yáñez^{1,2}, Roberto Neira^{1,3}, Marcelo Araneda¹.

¹ Aquainnovo, ²Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile,

³Facultad Cs Agronómicas, Universidad de Chile



Antecedentes Generales

En un esfuerzo conjunto de Empresas AquaChile y la Universidad de Chile, apoyado por InnovaChile a través de la línea de proyectos Consorcio (07CTE-01), en el año 2007 se crea *Aquainnovo* como plataforma tecnológica focalizada en el mejoramiento genético aplicado a la acuicultura y abierta a la industria. En un inicio se invirtieron importantes recursos en formar un equipo de trabajo de excelencia constituido por profesionales nacionales con experiencia en producción acuícola y formación de postgrado; desarrollar una red de trabajo internacional; implementar un laboratorio de biología molecular y una estación experimental (actualmente ubicada en el sector del Río Lenca), que hoy constituyen nuestra base de trabajo para soportar programas de mejoramiento genético en acuicultura al más alto nivel tecnológico. La industria ha enfrentado problemas sanitarios importantes, donde *Piscirickettsia salmonis* y *Caligus rogercresseyi* son los patógenos que generan las mayores pérdidas económicas (Leal & Woywood, 2007; Rozas & Asencio, 2007).

Aquainnovo inició sus operaciones focalizado en el desarrollo de herramientas genómicas para realizar selección por resistencia a SRS y Caligidosis. Durante los primeros 3 años nos focalizamos en el desarrollo de protocolos de desafíos controlados contra estos dos patógenos en salmón del Atlántico, que luego ha sido ampliado para *IPNV* e *ISAv*, y también a trucha Arcoíris y salmón Coho, los cuales constituyen una de las actividades principales de nuestra estación experimental. En vinculación con los programas de mejoramiento que opera Empresas AquaChile en las tres especies de salmónidos, se han estandarizado los procedimientos para la obtención de los fenotipos de resistencia para *P. salmonis*, *C. rogercresseyi* e *IPNV*. Esta información se utilizó para realizar los análisis genéticos que permiten evaluar la factibilidad de seleccionar genéticamente estos rasgos. Además, a partir de los desafíos experimentales realizados, se han colectado las muestras de tejidos que permitirán obtener información de los peces a partir de su DNA. Todas estas fuentes de información, constituyen la materia prima necesaria para la implementación de selección genómica. Gracias a que Chile formó parte del Consorcio Internacional por la secuenciación del genoma del salmón del Atlántico (*International Cooperation to Sequence the Atlantic*

Salmon Genome - ICSASG), Aquainnovo ha tenido acceso en tiempo real a la información de la secuencia del genoma que este consorcio ha liberado. Sobre la base de esta información, a la competencia del equipo de trabajo, inversión de fondos de la empresa y proyectos concursables (Innova-Chile CORFO 12PIE-17669 y 11IEI-12843) nuestra compañía ha logrado desarrollar chip de SNPs (*single nucleotide polymorphisms*) de alta (AQUASALAR 200K SNP-CHIP®) y mediana densidad (AQUASALAR 50K SNP-CHIP®) para implementar selección genómica y selección asistida por marcadores (MAS) para resistencia a Caligidosis, SRS e IPN en salmón del Atlántico, respectivamente. A continuación presentamos los principales resultados que en este camino hemos generado para la industria acuícola.

Contribuciones Científicas y Tecnológicas

1.- Resistencia Genética a enfermedades

La resistencia es la habilidad que un individuo hospedero tiene para resistir el proceso de infección o controlar el ciclo de vida del patógeno (Bishop, 2002). El fenotipo individual de resistencia más utilizado en salmónidos para enfermedades que causan mortalidad es la condición vivo (0) o muerto (1) de distribución binomial. Otra forma de medir el fenotipo de resistencia, es el tiempo a la falla o muerte, que se considera desde el inicio de un periodo de evaluación o desafío hasta el momento de la falla u ocurrencia de la muerte (Ducrocq et al., 2010), el cual ha sido incorporado en los análisis genéticos a través de análisis de sobrevivencia. En caso de parásitos la resistencia se mide como nivel de parásitos por pez a un estado de desarrollo dado o parásitos por unidad de tamaño de pez (Gjerde et al., 2011; Lhorente et al., 2011).

El método usual para evaluar resistencia es el desafío de peces con genealogía conocida y marcados individualmente, con un patógeno específico bajo condiciones controladas, que permita lograr una curva de mortalidad entre el 30 -50%. Los métodos utilizados han sido por inyección intraperitoneal (IP) principalmente en bacterias o cohabitación en el caso de virus para salmónidos. Métodos de desafío por inyección Intraperitoneal (IP) y cohabitación han sido desarrollados en bacterias y virus, respectivamente para evaluar resistencia genética en salmónidos.

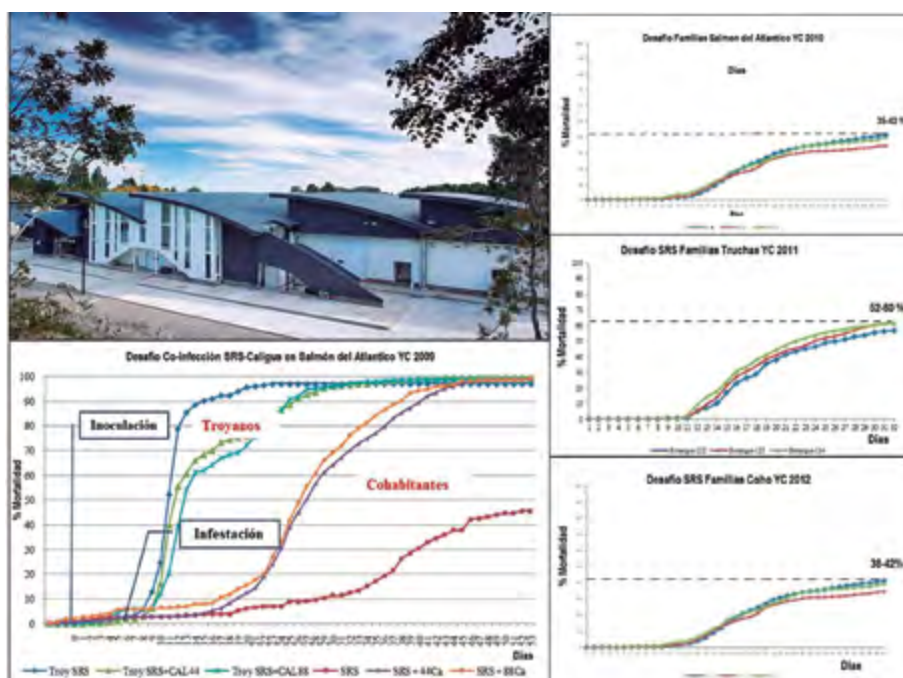


Figura 1: Curva de Mortalidad de desafíos de familias a *Piscirickettsia salmonis* para salmón del Atlántico, Coho y trucha Arcoiris.

SRS: Protocolos de desafío para SRS han sido desarrollados y perfeccionados por Aquainnovo en la Estación Experimental Lenca, utilizando el método de IP para peces en estados esmolt para salmón del Atlántico y Coho (Yañez et al., 2014,a) y trucha Arcoiris. Sobre la base de poblaciones genealogizadas y bajo condiciones controladas de agua de mar (desinfectada y a 15 °C), se logra una mortalidad acumulada entre 35-60% en un periodo de 35-40 días como se indica en la Figura 1.

Simulando condiciones de infección a SRS mas reales, se implementó un protocolo de desafío a SRS por cohabitación en co-infección con *Caligus* a diferentes presiones de infestación (Figura 1), en el que se comprobó que la presencia del piojo induce la presencia de mayor mortalidad por SRS ($\approx 100\%$) en relación a una infección específica (42%) y cambia el performance de resistencia de las familias al comparar con una infección solo por *P. salmonis* (Lhorente et al., 2014).

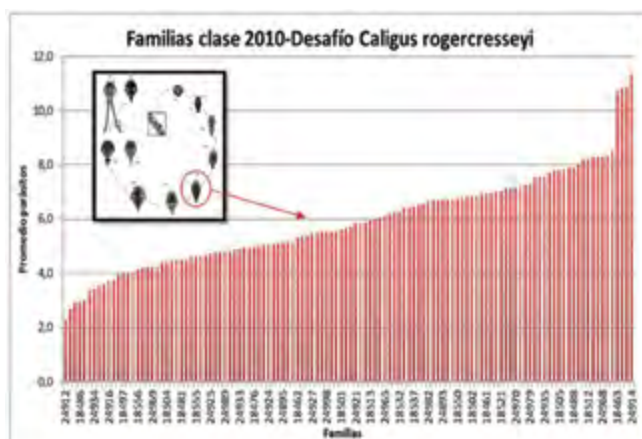


Figura 2: Variación familiar de N° *Chalimus III* /pez de salmón del Atlántico.

Caligus: Los desafíos experimentales con piojo de mar se realizan exponiendo a los peces por baño a una presión de infestación definida como número de estados infestivos por pez, en estanques con flujo detenido con agua de mar y 13-15 °C (Lhorente et al., 2011). En estudios preliminares logramos definir que el rango más adecuado de infestación están entre 50 y 100 copépodos por pez (Araya et al., 2011), con tasas de infestación del orden del 20-40 % para salmón del Atlántico y trucha Arcoiris. Debido a que posee una heredabilidad más alta, es de más fácil proceso y medición, y más del 90% del conteo se encuentran en las aletas, el fenotipo más adecuado para evaluar la resistencia es el conteo de cáligos por pez en estado sésil (Chalimus 2-3) en las aletas de peces esmolt (Figura 2), el cual se logra 6-8 días post-infestación. (Lhorente et al., 2011). No

obstante, la alta proporción de parásitos en estado sésil debe ser revisada en cada ensayo, para validar el fenotipo.

Parámetros Genéticos: En relación a los desafíos realizados, en las tres especies se evidenció la presencia de variación genética a explotar mediante selección (Tabla 1) y que constituye el requisito básico para poder implementar selección genómica a través del uso de micro arreglos de alta densidad (Chip de SNPs).

Tabla 1. Heredabilidad para resistencia a SRS y *Caligus* para salmón del Atlántico.

Rasgo	Fenotipo	h^2 (EE)	Referencia
Resistencia a SRS	Mortalidad (0-1)	0.22 (0.07)	Lhorente, 2012
		0.15 (0.03)	Yañez et al., 2013
		0.24 (0.04)	Yañez et al., 2014
	Tiempo (días) a la muerte (PHFM ¹)	0.25-0.40	Yañez et al., 2014a
Resistencia a <i>Caligus</i>	Conteo parásitos adultos/pez	0.06 (0.06)	Lhorente et al. 2011
	Conteo parásitos chalimus/pez	0.34 (0.07)	Lhorente et al., 2011
	Conteo parásitos chalimus/pez	0.10 (0.03)	Yañez et al., 2014a

¹Proportional Hazard Frailty Model.

Los estudios realizados por Yañez et al. (2014a) también evidencian que no hay correlación genética entre resistencia a SRS y *Caligus*; y que existen correlaciones favorables entre peso de cosecha y estos dos rasgos, en el sentido de que peces de mayor crecimiento tienden a ser más resistentes a estos dos patógenos. Ello ha permitido incluir la selección simultánea por estos tres rasgos en el programa genético de salmones Chaicas, mediante el uso de índices de selección.

2. Desarrollo de un chip de SNPs para implementar selección genómica

Aquainnovo, en un esfuerzo conjunto con diversas instituciones académicas y del sector privado, tanto nacionales como internacionales (Universidad de Chile; Genus plc, USA; Marine Scotland Science, Escocia; Université Laval, Canadá; Marine Harvest, Irlanda; Camanchaca, Chile; GeneSeek, USA; Data2Bio LLC, USA; Iowa State University, USA), ha desarrollado una plataforma de genotipado de alto rendimiento para salmón del Atlántico (Yáñez et al., 2014,b).

El objetivo principal de este esfuerzo multidisciplinario internacional ha sido realizar un descubrimiento de SNPs de novo, teniendo en cuenta la duplicación ancestral del genoma del salmón del Atlántico y la variación genética presente en distintas poblaciones de cultivo y silvestres, para desarrollar un chip de SNPs de alta y mediana densidad, los cuales se pueden utilizar en la disección genética de rasgos complejos (resistencia a enfermedades y calidad de canal) y en el mejoramiento genético del salmón del Atlántico.

La información proveniente de esta herramienta biotecnológica de última generación permitirá asistir los programas de mejoramiento genético en esta especie, mediante esquemas de selección genómica, permitiendo acelerar el progreso genético para rasgos que no pueden ser medidos directamente en los reproductores candidatos a la selección (como es el caso de la resistencia a genética a enfermedades y calidad de canal).

Cerca de 10 millones de variantes del tipo SNP fueron identificados mediante la secuenciación de genoma completo y el posterior análisis in silico de las secuencias de 20 peces provenientes de distintos orígenes. Tras la aplicación de seis distintas etapas de filtrado utilizando un pipeline bio-informático diseñado para genomas duplicados, se seleccionaron 200,000 SNPs los cuales fueron impresos utilizando la tecnología Affymetrix Axiom® my Design Custom Array (AQUASALAR 200K SNP-CHIP®).

Luego de genotipar 480 peces, los cuales representaban individuos silvestres y cultivados, cerca del 80% de los SNPs impresos en el chip fueron validados. En una segunda etapa se seleccionaron los mejores 50,000 SNPs para imprimir una nueva versión del chip (AQUASALAR 200K SNP-CHIP®) (Figura 3) el cual ha sido utilizado para genotipar cerca de 2,500 peces con fenotipos para resistencia a Caligidosis y otros 2,500 peces con fenotipos para resistencia a SRS.

Estos peces pertenecen al núcleo de reproductores del programa de mejoramiento genético de Salmones Chaicas, el cual es manejado por Aquainnovo. De esta forma, Aquainnovo se transforma en la primera compañía en incorporar información genómica de alta resolución en los programas genéticos de salmón del Atlántico en Chile con el objetivo de mejorar la resistencia a las principales enfermedades que afectan la salmonicultura a nivel nacional.



Figura 3. Chip de SNP de 200k tecnología Affymetrix desarrollado por Aquainnovo.

Bibliografía

- Araya A., Mancilla M., Lhorente J. P., Neira R., Gallardo J. A. (2011), Experimental challenges of Atlantic salmon *Salmo salar* with incremental levels of copepodids of sea louse *Caligus rogercresseyi*: effects on infestation and early development. *Aquaculture Research*. doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02991.x
- Bishop S.C., 2002. Breeding for Disease Resistance: Uniting Genetics and Epidemiology. Montpellier August 12-14 2002, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, CSAGAD. 95 p.
- Ducrocq V., Sölkner J., Mészáros G., 2010. The Survival Kit v6.0. User's Manual.
- Gjerde B., Odegard J., Thorland I., 2011 Estimates of genetic variation in the susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*. *Aquaculture*, 314: 66-72.
- Leal J., Woywood D., 2007. Piscirickettsiosis en Chile: Avances y perspectivas para su control. *Salmociencia*, 2 (1), Junio, 34-42.
- Lhorente J., Gallardo J.A., Villanueva B., Araya A.M., Torrealba D., Toledo X.E., Neira R., 2011. Quantitative genetic basis for resistance to *Caligus rogercresseyi* sea lice in a breeding population of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 324-325: 55-59.
- Lhorente J., 2012. Evaluación de resistencia genética específica y conjunta a patógenos *Caligus rogercresseyi* y *Piscirickettsia salmonis* en salmón del Atlántico (*Salmo salar*). Tesis para optar al grado de Doctor en Acuicultura, Universidad de Chile. 81p.
- Odegard J., Olesen I., Gjerde B., Klemetsdal G., 2007. Positive genetic correlation between resistance to bacterial (furunculosis) and viral (infectious salmon anaemia) diseases in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 271: 173-177.
- Rozas M., Asencio G., 2007. Evaluación de la Situación Epidemiológica de la Caligiasis en Chile: Hacia una estrategia de control efectiva. *Salmociencia*, 2 (1), Junio, 43-59.
- Yáñez J.M., Banguera R., Lhorente J.P., Oyarzún M., Neira R., 2013. Quantitative genetic variation of resistance against *Piscirickettsia salmonis* in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 414-415: 155-159.
- Yáñez J.M., Lhorente J.P., Bassini L.N., Oyarzun M., Neira R., Newman S., 2014a. Genetic co-variation between resistance against *Piscirickettsia salmonis*, *Caligus rogercresseyi* and body weight in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, (In press).
- Yáñez J.M., Naswa S., López M.E., Bassini L., Cabrejos M.E., Gilbey J., Bernatchez A., Norris A., Soto C., Eisenhart J., Simpson B., Neira R., Lhorente J.P., Schnable P., Newman S., Mileham A., Deeb N., 2014b. Development of a SNP Genotyping Platform for Atlantic Salmon Accounting for Across Continents Genetic Variation. Abstract 10th World Congress in Genetic of Livestock Production (WCGALP), Vancouver 17-22 August 2014. [VD](#)

TECNOLOGÍA
ISUZU



CAMIONES CHEVROLET. LOS ESPECIALISTAS EN LA ACUICULTURA



CHEVROLET SERIE N Y F : NPR 816 Y FRR 1119

PBV DESDE 7.500 HASTA 17.000 KGS. / CAPACIDAD DE CARGA: 5.000 HASTA 11.900 KGS. / LARGO CARROZABLE DESDE 5.000 HASTA 7.200 MM / MOTORES COMMON RAIL, EURO IV. POTENCIA DESDE 155 HASTA 280 HP

CAMIONES CHEVROLET CON TECNOLOGÍA ISUZU: LA GARANTÍA MÁS AMPLIA DEL MERCADO* / 100% JAPONÉS / TALLERES Y REPUESTOS EN VALDIVIA, OSORNO, PUERTO MONTT Y CHILOÉ

www.chevrolet.cl
800 800 115



www.salfasur.cl



facebook.com/salfasur



[@salfasur](https://twitter.com/salfasur)



600 600 4004
Central de Atención Clientes



VALDIVIA: PICARTE 2225 - OSORNO: FUCHSLOCHER 1000 PUERTO MONTT: PILPILCO 800 - CASTRO: GABRIELA MISTRAL 499

GASCO

SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LA ACUICULTURA

- Asesoría experta para el desarrollo de proyectos a la medida.

- Conversión de motores fuera de borda y estacionarios.

- Calentamiento de agua para pisciculturas.

- Incineración de biomasa.

- Generación de agua caliente y vapor para procesos productivos.

- Calefacción para centros de cultivos y plantas de procesos.

- Generación de aire caliente para proceso de secado.

Contáctanos al
(56-65) 232 28 00
o en marinegasco@gasco.cl

MARINEGASCO!

GASCO

SOCIO ESTRATÉGICO EN SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LA ACUICULTURA

Gasco GLP S.A., empresa con más de 150 años de trayectoria, suministra gas licuado a clientes residenciales, comerciales e industriales desde la I hasta la XI Región, a través de productos que destacan por su calidad, innovación y servicio, ubicando a Gasco como una empresa de gas de excelencia que sobresale por su experiencia y prestigio.

SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LA ACUICULTURA

Marine Gasco es una División de Gasco GLP S.A. orientada a diseñar e implementar soluciones energéticas a lugares aislados mediante el uso de gas licuado de petróleo (GLP), para generación de agua caliente en procesos productivos y carga de combustible de motores fuera de borda, además de aplicaciones de última generación especialmente desarrolladas para empresas del sector salmicultor, pesquero y acuícola en general.

Este desarrollo está sustentado en una logística robusta que garantiza el suministro permanente de energía, considerando los difíciles accesos de cada centro de cultivo y desarrollo.

Para lograr entregar estas soluciones energéticas Gasco destaca por la innovación que aporta en sus proyectos, incluyendo el desarrollo de catamaranes con estanques

móviles de 500 litros habilitados para conectarse a un surtidor estático instalado en tierra o a una plataforma flotante, permitiendo de esta forma acceder a lugares inaccesibles para los camiones, además de garantizar el suministro permitiendo la continuidad operacional en motores y procesos.

El trabajo conjunto con RTI (empresa del más alto nivel en el rubro), permite la conversión de motores fuera de borda y estacionarios con kit GLP. Actualmente está en proceso la marcha blanca de kit GLP para motores fuera de borda desde 75 HP a 300 HP que asegura alta eficiencia en consumo y vida del motor.

SOCIO EN SUS PROYECTOS

- Instalaciones para GLP diseñadas para cada proyecto, optimizando inversiones y costos de operación.
- Conversión de motores fuera de borda.



- Generación eléctrica con motores estacionarios.
- Aplicaciones para la incineración de residuos y contaminantes.
- Surtidores para grúa horquilla y motores fuera de borda, que optimizan tiempos en operación y utilización del combustible.
- Soluciones en la generación de aire caliente para secado, de última generación, logrando la mayor eficiencia.
- Sistemas para generar vapor y agua caliente, de última tecnología utilizando eficientemente la energía y el agua.
- Configuraciones de sistemas de calefacción ajustando el diseño y los equipos para satisfacer cualquier demanda.
- Atención de emergencias 24 horas.
- Mantenimiento preventivo de instalaciones.
- Plan de innovación buscando implementar soluciones novedosas que disminuyan costos e impactos al medio ambiente.
- Asesorías en:
 - Eficiencia energética.
 - Normativa de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
 - Optimización en instalaciones para GLP.
 - Selección de equipos.



Surtidor ultra compacto



www.gasco.cl

MARINE GASCO

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.

Pretratamiento y estabilización para la calidad de agua en Sistemas de Recirculación con tecnología Oxy Ozono



Carlos Pessot y Hernán Chacón
carlos.pessot@aquaknowledge.cl

hchacon@dinotec.cl - servicios@dinotec.cl - ventas@dinotec.cl

SpaFish Austral
by Dinotec Chile Ltda.

El concepto de “estabilización” de agua se basa en la capacidad de modular la composición fisicoquímica de este recurso de tal forma de incorporar y/o retirar factores en forma dinámica eliminando las fluctuaciones que esta presenta en el tiempo. Esto se traduce en la utilización de criterios más exigentes que para el “tratamiento” de aguas en cuanto a los niveles de concentración a modular y precisión de la modulación. Teniendo en consideración el alcance anterior, debemos entender que al “estabilizar” el agua estamos modulando y ajustando la composición de micronutrientes y macronutrientes minerales como también eliminando factores con efectos adversos (metales con efecto tóxico para los peces entre otros).

La tecnología para el “tratamiento” de aguas; existe, es conocida y ampliamente aplicada. Por otro lado la tecnología para “estabilización” de aguas; existe, no es muy conocida y no es muy aplicada. La razón de lo anterior es que los criterios para “tratamiento” de aguas son ampliamente conocidos porque derivan de necesidades relativas a requerimientos ambientales y uso en consumo humano y/o animal de origen terrestre. A diferencia de los criterios para “estabilización” de aguas que resultan como una necesidad de mejorar los procesos productivos relacionados con la industria acuícola (corresponde mencionar que la sensibilidad de un pez a variables fisicoquímicas en el agua es alrededor de 3 órdenes de magnitud superior a la de un organismo terrestre). En Chile la tecnología para “tratar” y “estabilizar” aguas en el contexto de la industria acuícola existe bajo el nombre de SpaFish. Spafish incorpora tecnología para procesos productivos acuícolas integrando conceptos de celdas electrolíticas, hidráulica y capas filtrantes (ad hoc) a retroalimentación vía sensores y monitoreo de pH.

SpaFish Austral, también incluye dentro del concepto de “tratamiento” y “estabilización” la desinfección concebida para dinámica de sistemas de recirculación, logrando reducción de patógenos con efecto refractario tanto en pisciculturas de flujo abierto como recirculación. En esta área, SpaFish Austral posee la tecnología con capacidad de remover fuentes que sean sustrato de patógenos, esencialmente constituida por materia orgánica en sectores de flujo turbulento no laminar y/o microporosidades o microgrietas.

Esta tecnología, que existe y se encuentra disponible mejora el proceso productivo y rentabilidad económica del proceso.

Por otro lado la alternativa de aplicar este tipo de tecnología para “estabilizar” calidad fisicoquímica, requiere de información histórica que permita realizar análisis básico estadístico para conocer el comportamiento del agua sobre la base de su ubicación geográfica y entorno productivo. Esta información puede ser sobre una base semestral o anual, siempre cumpliendo con una calidad mínima en relación a la información (tipo de parámetros y sensibilidad de los análisis). Si ya lo ha hecho, tiene un gran paso adelantado, sin embargo, también debe tener en cuenta que mientras más información histórica tenga, y mantenga buena calidad de información proyectada hacia adelante mejor podrá ir regulando la eficiencia del sistema en la medida que las condiciones de agua cambien. Antecedentes ya existentes demuestran que existe un efecto creciente, como consecuencia del cambio climático, en dirección a aumento de la concentración de algunos metales de origen natural asociados a ciertas épocas del año (estudios realizados por Aquaknowledge). Y el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (CCIP por sus siglas en inglés) indica que este último fenómeno es irreversible y mostrará una tendencia pronunciada en los próximos 5 años. Es nuestra responsabilidad estar preparados.

Porque es importante la medición, regulación y corrección de pH en la ESTABILIZACIÓN en la calidad del agua

Medir el pH en una proceso acuícola, es una actividad que se lleva a cabo todos los días muchas veces al día, sin embargo no siempre se le sabe dar la interpretación correcta aprovechando la información para tomar decisiones y/o acciones correctas. Para implementar un sistema integral de “tratamiento” y “estabilización” SpaFish Austral, aplica este criterio y establece las variables que deben ser corregidas y estabilizadas, y posteriormente la secuencia de equipamiento que debe ser instalada en la línea. En cada uno de estos puntos, se instalará un sensor de pH y un corrector de pH si es que la variable a ser estabilizada (ya sea retirándola o incorporándola) requiera del pH para inducir

reacciones fisicoquímicas tendientes a generar cambios de tipo físico o electroquímico (ej: floculación, cambio de carga, número de cargas, mantener capacidad oxidante u otro). En el marco de esta estrategia, el cambio físico o electroquímico generado en el factor a retirar, es aprovechado para utilizar capaz filtrantes y/o manejo hidráulico para mantener el sistema estable. Conceptualmente no es algo nuevo, sin embargo en la actualidad por calidad de tecnología no es aplicado en forma integral y con capacidades limitadas a rangos de concentraciones minerales altas que no son mayormente relevantes en producción de peces. En este contexto SpaFish Austral, por tecnología y manejo conceptual aplica la variable pH a modulación de componentes minerales en el rango de ppb (ug/L).

En otro contexto, la importancia de mantener estable el pH, guarda relación con la eficiencia de la aplicación de Ozono. El cambio de pH como consecuencia de la adición de elementos o compuestos químicos (como aumento de salinidad) puede ejercer efectos negativos sobre otros minerales, metales y/o materia orgánica que limitan la eficiencia de proceso de ozonificación incidiendo también sobre costos de mantención y operación. Dentro de este mismo alcance, el control de pH para la aplicación de Ozono es fundamental para lograr vidas medias constantes, no expuestas a variación, principalmente por alzas de pH.

Dentro del alcance del uso del Ozono, cuando es necesario agregar sustancias para efectos de estabilización, el concepto SpaFish Austral incorpora en el diseño y principios de sus sistemas el desarrollo y aplicación de sustancias que no afecten el pH.

Porque es importante la medición, regulación y control del potencial REDOX o ORP (Oxidation reducción potencial) en la ESTABILIZACIÓN

De la misma forma que en el caso del pH, se utiliza el ORP como variable de ingreso (vía un sistema de retroalimentación) para corregir una variable determinada. El ORP, a diferencia del pH se aplica en la corrección de variables que han sido incorporadas en forma artificial y que habitualmente persiguen objetivos de tipo sanitarios. Por ejemplo Ozono. Dentro de este alcance los sistemas de control y monitoreo de ORP de SpaFish Austral conciben la aplicación de Ozono bajo una estrategia de aseguramiento sanitario y paralelamente un aseguramiento de la calidad del agua para el propósito original, es decir, la protección de los peces. En el marco de esta estrategia el equipamiento para aplicación de Ozono de SpaFish Austral se presenta en un formato modular que incorpora dos funciones. La primera función es aplicación de Ozono en concentraciones y tiempo de acción que asegura en un 100% la eliminación de patógenos, y la segunda es una función que asegura la eliminación de residuales de Ozono en un 100% para la protección de los peces.

La concepción de un sistema con estas características significa que la medición de ORP (potencial REDOX) debe realizarse antes, durante y después de la aplicación de Ozono apuntando a conocer las ORP iniciales sin aplicación de Ozono, las ORP durante la aplicación de Ozono y las ORP una vez eliminados los residuales.

El concepto SpaFish Austral considera que el objetivo final, siempre, es otorgar un medio acuoso óptimo para los peces.

Oxy Ozono en la desinfección dentro del alcance del TRATAMIENTO y ESTABILIZACIÓN para la calidad del agua

La aplicación de Ozono en el tratamiento de agua ha sido una herramienta utilizada por algunos años, sin embargo las tecnologías para su aplicación varían pudiendo tener cada una diferentes eficiencias.

Actualmente hay tres métodos diferentes para la aplicación de Ozono:

1.- El método más antiguo y, por tanto el más conocido para la extracción de ozono gaseoso, es mediante la descarga eléctrica silenciosa de un tubo de carga de gas. Esto resulta de la utilización de aire generando una mezcla de ozono / aire a alrededor de 2 a 3% en peso de ozono.

2.- Con oxígeno puro al ozono aumenta en concentración hasta 5%. En este proceso la capa de ozono gaseosa (o estado gaseoso del ozono) debe ser incorporada primero en el agua. Los residuos de los gases restantes se eliminarán de forma segura mediante retención de carbón activado normado.

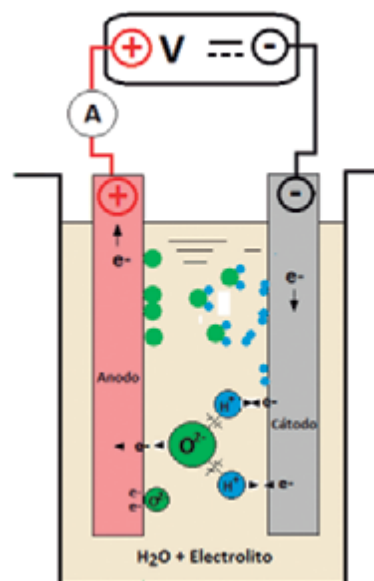
3.- La generación de Ozono por electrólisis del agua genera una mezcla de O_2/O_3 pura con concentraciones de más de 20% en peso de ozono disponible. Este proceso se llama ozono por micro celda.

¿Por qué utilizar la tecnología de Oxy ozono por micro celda ?

CONSIDERACIONES GENERALES

Principio de electrólisis del agua

Se induce una corriente continua en una celda electrolítica generando un voltaje tal que supera la tensión de descomposición del agua. El arco eléctrico entre el ánodo y el cátodo descomponen el agua (H_2O) en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2/O_3). Los elementos disociados se evidencian en la formación de micro-burbujas. La formación de gases sigue la ley de Faraday cuya producción es proporcional a la carga y corriente eléctrica que ha fluído a través de la celda (célula). El tiempo requerido y la aplicación de potencial de voltaje es dependiente la energía química contenida en el oxígeno y el hidrógeno.



Generación electrolítica de ozono

Para generar ozono vía electrólisis del agua, es necesario un catalizador en el ánodo. Lo anterior dado que la energía (la reactividad química) de compuestos intermediarios en la evolución de los tipos de oxígeno (O , O_3 , O_2) aumenta en función de la distancia entre los electrodos. Cuando el potencial de un electrodo aumenta por sobre 2,3 V, es teóricamente posible generar átomos libres de oxígeno. El oxígeno libre (O) es muy reactivo y con el oxígeno molecular (O_2) forma entonces Ozono (O_3). Debido a que las temperaturas en los generadores electrolíticos de Ozono son más bajas, esto ofrece una ventaja comparativa lográndose concentraciones más altas que en dispositivos de descarga de gas convencionales.

En relación a la tecnología de micro celda, fuera de la sustitución de la solución electrolítica a través de la membrana (PEM), el principal desarrollo está en los electrodos. El foco en los electrodos se justifica porque estos determinan significativamente la eficiencia de utilización del flujo de agua de la celda electrolítica. (PEM).

LOS ELECTRODOS POR MICROESFERAS®

1. Producción de Sustrato

Importante para el buen funcionamiento de una célula PEM es: El electrodo debe tener una estructura porosa tal que exista un abundante suministro de agua y un bajo consumo eléctrico como también garantizar una buena eliminación de los productos de la electrólisis (transferencia de masa eficiente). En este contexto el material del que está hecho el electrodo debe tener una alta estabilidad química dada la exigencia de la demanda dada por la energía del proceso.

2.- Sustrato terminado

Partículas microfinas con superficie esférica ideal.

Por otro lado a fin de permitir una distribución uniforme y que el electrodo haga un buen contacto, la tolerancia con mayores superficies debe ser baja. Además, como condición previa se evita la acumulación de sustancias en la membrana y en las superficies mediante floculación antes del ingreso del agua en el electrodo.

Los electrodos de microesferas® cumplen todos estos requisitos a la perfección. Sus porosidades graduales especialmente diseñadas, permiten que estos proporcionen una excelente calidad de agua, combinada con una baja acción capilar.

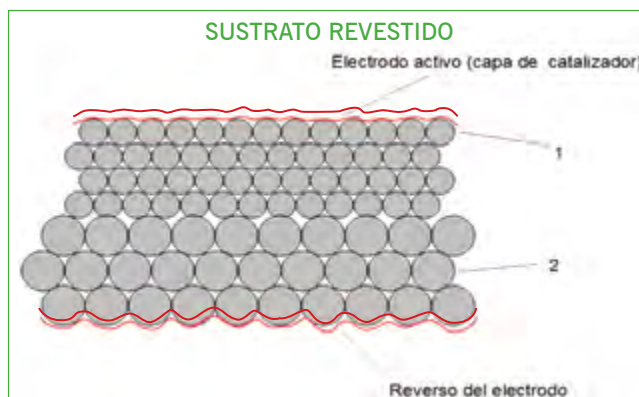
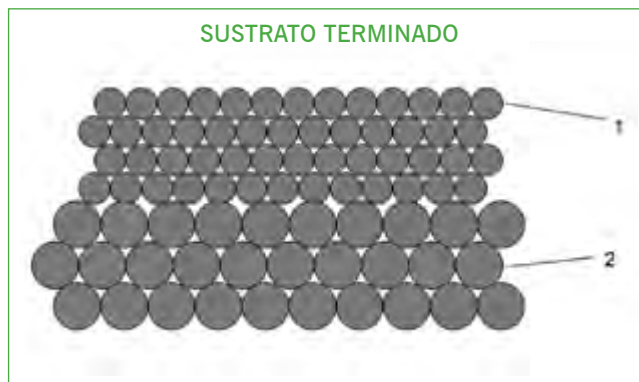
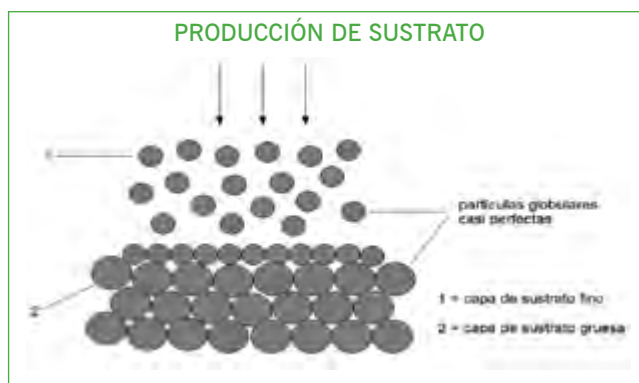
3.-Sustrato revestido

(= electrodo terminado o acabado o finalizado)

DESINFECCIÓN DEL AGUA

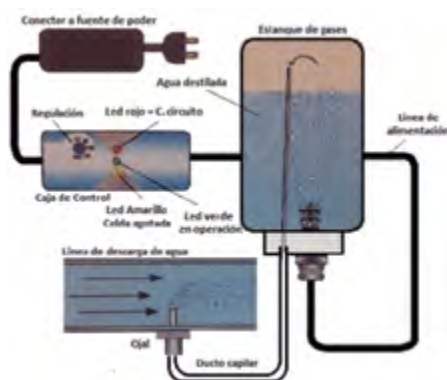
Proceso para la generación de ozono electrolítico directamente en la fase líquida.

El ozono siendo una forma de oxígeno altamente inestable es un oxidante muy eficaz, utilizándose en el tratamiento de agua, principalmente para la esterilización, desinfección, promotor de precipitación y/o la oxidación de sustancias orgánicas y colorantes entre otros. Como resultado de su acción oxidante se forma



oxígeno molecular (O_2) inocuo.

En contraste con el Ozono, cuando se utiliza cloro o derivados de cloro, es posible la formación de subproductos oxidantes con actividad carcinógena.



El mecanismo de desinfección del Ozono se relaciona primeramente con la destrucción de membrana celular en bacterias y/o estructuras funcionales (proteína) en virus. Esto se logra con concentraciones de Ozono por sobre 8 ppb, nivel sobre el cual no es posible el crecimiento de estos microorganismos. En los ejemplos de aplicación conocidos (por nosotros) es necesaria una concentración de Ozono entre 50 y 150 ppb en agua ultra pura (medidos aproximadamente por 10 a 20 minutos posterior a la generación de Ozono) para asegurar esterilidad.

El ozono como agente para esterilizar, es superior a todos los otros desinfectantes en la química del agua. Además del efecto bactericida y virucida en particular, se destaca su capacidad de eliminación de esporas resistentes.

Principio de generación de ozono electrolítica:

Los sistemas de aplicación de Ozono tradicionales, fuera de la energía necesitan un suministro adicional de oxígeno y/o aire. En estos casos (sistemas convencionales) el Ozono se forma por una descarga eléctrica silenciosa o por la luz UV de alta energía, en el que tres átomos de oxígeno se combinan en una molécula. En contraste, la producción de Ozono electrolítica se basa en la descomposición catalítica de agua en la célula de electrólisis.

De esta forma en los sistemas convencionales el Ozono su efecto se ejerce en la forma de una mezcla de ozono-aire a aproximadamente 2 a 3% en peso de ozono (O_3). En la versión con oxígeno puro el Ozono llega a concentraciones de hasta 5%. Con este método se debe primero pasar el Ozono de estado gaseoso al agua. Consecuentemente para efectos de seguridad los residuos de los gases restantes deben ser eliminados mediante carbón Activo.

A diferencia de los sistemas tradicionales la electrólisis del agua para generar Ozono en el agua, genera una mezcla de pura con la concentración de O_2/O_3 por encima del 20% en peso de la fracción de ozono disponible.

La diferencia conceptual más importante desde el punto de vista de la ingeniería de procesos y químico de ambos sistemas (convencional versus electrolítico), es que el ozono en los sistemas convencionales es generado utilizando como sustrato oxígeno gaseoso, en cambio, en el sistema con celda de electrólisis éste se produce utilizando directamente el agua como sustrato (producido en el agua y a partir del agua). Adicionalmente, por esta razón, esta tecnología logra altas concentraciones de Ozono dado que la solubilidad inicial depende menos de la presión parcial a diferencia de las tecnologías convencionales que deben disolver el Ozono para ejercer actividad.

El material del electrodo debe ser electroquímicamente estable y tener una alta conductividad eléctrica. Estas propiedades se encuentran sólo en los metales preciosos y los óxidos metálicos en estado altos de oxidación. El ánodo consiste de un material poroso con una capa activa, permeable al agua, y con mínima resistencia al flujo. La zona de nexo entre la capa activa con la

membrana electrolítica, es donde surge Ozono altamente concentrado como consecuencia de una corriente continua. Ésta es otra gran diferencia con los sistemas convencionales. No se producen óxidos de nitrógeno.

La membrana electrolítica sólida es un conductor de iones de agua que cumplen la función de electrolito, de esta forma como subproducto se genera una pequeña cantidad de hidrógeno (H_2) en el cátodo que es descargado a la atmósfera y por otro lado Ozono que se incorpora directamente a la fase líquida.

Los desafíos que enfrentó el desarrollo de esta tecnología residen en la forma del electrodo. Esto, por un lado debido a que su superficie activa debe ser la membrana y al mismo tiempo debe existir un espacio para el paso del flujo de agua. De esta forma la celda permite el paso de agua por ambos electrodos, saturándose el lado positivo (ánodo) con oxígeno y Ozono, y el lado negativo (cátodo) produciendo hidrógeno (H_2). El ánodo para la generación de ozono va recubierto por capas de Niobio (Nb, también llamado Columbio).

Es posible entonces controlar y monitorear la generación de ozono vía control de suministro eléctrico. En este caso es medible el voltaje de la celda en contacto con el flujo de agua y por lo tanto visualizar la cantidad de Ozono en forma digital.

La instalación de células de electrólisis es muy simple, ya que sólo es necesario sumergir la célula en el agua a tratar. Siendo esta otra gran ventaja de esta tecnología dado que ocupa espacios extremadamente reducidos dentro de las instalaciones. Normalmente se pueden utilizar los estanques y ductos ya existentes para la ozonización del agua.

Tecnologías de ozono para el tratamiento de agua en recirculación

Con el fin de obtener agua de óptima calidad en términos sanitarios, (totalmente libre de gérmenes), se requiere una ozonización continua. En este contexto es importante la calidad de agua, considerando el número de bacterias y/o virus o el contenido de endotoxinas inducidas por antibióticos en el agua. A menudo es problemático obtener muestras de agua libres de gérmenes en plantas de "tratamiento" de aguas no "estabilizadas", ya que ciertos componentes de la planta, tales como resinas de intercambio iónico o membranas de PVC, ductos hidráulicos estimulan el crecimiento de biofilms donde se encapsulan bacterias y/o partículas virales. Y si el agua fluye en un ciclo hidráulico, como es una piscicultura de recirculación, se acrecienta el problema.

Dentro de este alcance los métodos convencionales de shock para eliminar las bacterias, tales como la esterilización por vapor o desinfección con peróxido de hidrógeno o hipoclorito de sodio tienen la desventaja de no poder asegurar una calidad continua del agua, teniendo que interrumpir el régimen de los procesos productivos (aspecto que tiene un efecto importante en la eficiencia productiva de la industria acuícola en Chile (Pessot et al 2012).

En los sistemas de recirculación a pesar que al aplicar sistemas de “tratamientos” en agua, la cantidad de microbios y bacterias en el agua puede ser muy baja, se debería proporcionar una segunda ozonización. En este caso la opción de utilizar un sistema de generación de Ozono por micro celda ofrece una forma muy efectiva y simple de evitar el surgimiento de actividad microbiana, bacterias o biofilms.

Oxidación y desinfección por ozono

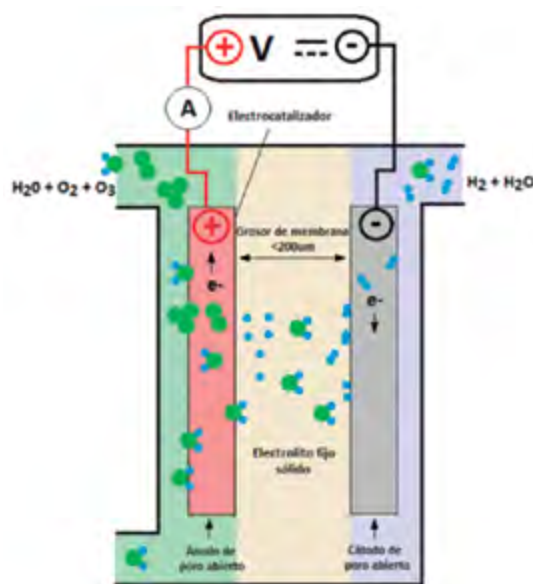
Por medio de una bomba parte del agua cruda que fluye por los ductos (sin “tratamiento” ni “estabilización”) se extrae y es ozonizada en un bypass. Posteriormente esta es devuelta nuevamente al ducto previo a los sistemas de filtración. (ver la presentación gráfica de los esquemas funcionales, página 5).

Este sistema de ozono generado en función de la temperatura ambiente y la humedad procesa una cantidad en el rango de 1,5 a 2 g/hora de ozono. Para un flujo (a través del generador de Ozono) de 2 litros de aire por minuto, la concentración de Ozono en el aire debe estar en el rango de 12,5 - 16,6 g/m³. La mezcla de ozono/aire se introduce a un flujo de agua de 40 Lts/min con inyector mediante un proceso de vacío y el ozono se disuelve en función de la temperatura del agua (Ej: a 35 °C, esto es el 15%). Un recipiente de material cerámico de 25 Lts conteniendo catalizador facilita la mezcla de la fase de gas con el agua cruda y apoya la reacción del ozono con la materia orgánica contenida en el agua durante un tiempo de residencia 40 segundos. La concentración de ozono en el agua es de aproximadamente 94 a 125 µg/l cuando 40 litros de agua cruda son bombeados a través del bypass. Dependiendo de la condición del agua (desde el punto de vista de factores disueltos) y el tiempo de residencia en el reactor se aplica la cantidad de Ozono necesaria acorde con la concentración de Ozono residual. Consecuentemente es posible establecer la condición del agua (desde el punto de vista de factores disueltos) utilizando la medición de la tensión REDOX. (página 9 de 18)

2. Desinfección y floculación

Para la detección de la calidad de higienización del agua algunos parámetros (y el pH) sirven como unidad de medición y regulación para el funcionamiento automático. Equipado con dos bombas dosificadoras (peristálticas) y una celda (célula) de medida por la cual fluye el agua de muestra, este sistema ejerce su función en forma automática. En dicha celda (célula) hay haber sondas para la medición de un oxidante y la concentración de iones de hidrógeno. El agua de muestra pasa por la celda (célula) de medida y luego fluye nuevamente al agua del estanque. La aplicación de factor desinfectante y reducción del pH se realizan a través de filtrado por válvulas de no retorno. La dosificación se realiza a partir de stock en contenedores ad-hoc.

El agente floculante se dosifica en el agua que va desde el estanque al sistema de retención de partículas (cilindro de filtración) de acuerdo a la carga. El consumo se programa acorde con la carga de agua en el estanque y una concentración del floculante de 8% (V/V).



La generación de ozono en una celda de electrolisis PEM

En este caso en lugar de utilizar electrolitos líquidos para la electrolisis del agua, se utiliza un electrolito sólido. Este consiste de un polímero que tiene la propiedad de un electrolito. Las cargas eléctricas que se transportan en este caso son iones de hidrógeno (H⁺) (→ Membrana de intercambio de cationes). Al mismo tiempo, la membrana se puede utilizar para la separación física de los productos de electrolisis:

En el lado del ánodo → oxígeno + ozono

En el lado del cátodo → hidrógeno

* El transporte de protones se produce junto con un transporte neto de moléculas de agua en una proporción aproximada de 1:5

Bibliografía

Pessot, C. y Chacón, H., Aplicación de Floculación hidráulica y mecánica como alternativas de estabilización y corrección de calidad fisicoquímica de agua para la industria acuícola en Chile, Versión Diferente, 2014, Año 11, N°20 pag 42 – 45

Chacón, H., Tratamiento preventivo de agua por floculación hidráulica, Versión Diferente, 2014 Año 11, N°20 pag 39-40.

Pessot, C., Gutierrez, X., Aatland, A., Rosseland, B.O. y Kristensen, T. (2012) Manejo y utilización de variables metabólicas, relevantes en agua para mejorar productividad en el marco de bienestar de peces (fish welfare), en sistema de recirculación y flujo abierto. Versión Diferente 16:62-64.

Staehelein, J & Hoigné, J. Decomposition of ozone in water in the presence of organic solute acting as promoters and inhibitors. 1985, Environ.Sci.Technol. 19, 1206. [VD](#)

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.

Centro de Investigación de
Desarrollo para la
Calidad del Agua



SERVICIOS

Automatización para el control de calidad de aguas ■ Medición, dosificación y control de pH ■ Tecnología en floculación

CONTROL Y ELIMINACIÓN DE MINERALES: FIERRO, COBRE, ALUMINIO, ZINC Y MATERIA ORGÁNICA DEL AGUA

Tecnología en UV ■ Tecnología en ozono



Dirección:

Avda. Cuarto Centenario 1822
Oficina 403, Las Condes, Santiago

Fonos:

(+56 02) 27935 390
(+56 09) 8233 8156

E-mails:

servicios@dinotec.cl
ventas@dinotec.cl





D&C Group: Soluciones Integrales en Almacenamiento y Logística

Hace 38 años D&C Group nace para entregar apoyo logístico, además de servicios de administración de inventarios, almacenamiento, reparación y mantención a los contenedores marítimos. Actualmente cuenta con una amplia red de terminales, incluyendo depósitos de contenedores en Arica, Iquique, Antofagasta, Valparaíso, San Antonio, Santiago, Talcahuano y Puerto Montt, además de oficinas comerciales en Temuco, Valdivia y prontamente en Chiloé. A través de los años la empresa ha mantenido su espíritu de innovación y excelencia, entregando a sus clientes un servicio de alta calidad, atención oportuna, flexibilidad y tarifas convenientes.

En la Industria del Salmón

Como respuesta a este exigente mercado, D&C Group desarrolló un área especializada llamada **DYC LOGISTICS**, empresa dedicada al manejo integral de cargas secas, frescas o congeladas.

Esta ofrece servicios logísticos que van desde el transporte por carreteras, el almacenamiento y administración de inventarios tanto para cargas secas en sus centros de distribución, como para cargas congeladas en su frigorífico ubicado en Puerto Montt, y con el tiempo se ha posicionado como proveedor de servicios logísticos para exportadores e importadores de las zonas centro y sur del país. Esto, gracias al desarrollo y utilización de alta tecnología y sistematización de las funciones del servicio al cliente el cual es respaldo por la Certificación ISO 9001-2008 obtenida hace algunos años por nuestro frigorífico.

D&C Puerto Montt

Manejo especializado de cargas perecederas para la Industria del Salmón

Ubicado en la ruta a Pargua Km 1030 y con una capacidad de más de 3.000 toneladas, el frigorífico D&C Puerto Montt está orientado a la industria salmonera de la región con instalaciones y equipamiento de calidad, además de un equipo de profesionales altamente calificado en el manejo de cargas perecederas que permiten ofrecer:

- Administración de inventario
- Sistema mecanizado de transferencia de carga.
- Sistema de información integral de stock vía internet.
- Enzunchado.
- Clasificación de carga.
- Consolidación y desconsolidación de contenedores palletizado.

DYC LOGISTICS se une a AGILITY LOGISTICS

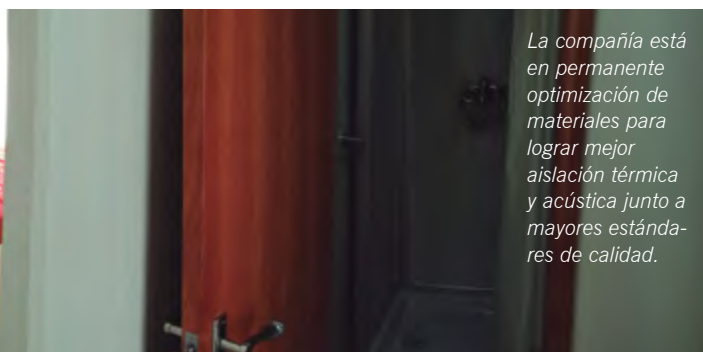
DYC LOGISTICS ha generado un joint venture con Agility Logistics, compañía líder en el mercado logístico internacional, y creó una alianza estratégica que entrega cobertura mundial para el manejo de cargas refrigeradas. Ambas cuentan con amplia experiencia y han creado una nueva unidad de negocios dedicada a la operación y administración de cargas sensibles a la temperatura. De esta forma garantizan la cadena completa de servicios para este tipo de commodities con un alto nivel de compromiso, de seguridad, y con una variada gama de servicios entre los que destacan:

- Selección e inspección de Containers Reefer.
- Supervisión de carguío en nuestros CFS según necesidad del cliente.
- Almacenaje y control de inventario, consolidación de Packing List cuando se requiera.
- Transporte terrestre desde origen a puerto de embarque.
- Recepción de unidades en puerto de embarque.
- Confección de documentación de embarque (BL).
- Tarifas marítimas y aéreas.
- Asistencia legal en caso de reclamos a la carga.
- Facturación integrada por operación.



SpaceWise y SeaBox:

Diseño e Innovación en Soluciones de Almacenamiento Flexible y Modulares



La compañía está en permanente optimización de materiales para lograr mejor aislación térmica y acústica junto a mayores estándares de calidad.

Desde hace años, D&C Group comenzó la modificación de contenedores marítimos para satisfacer las necesidades de bodegaje y habitabilidad temporal. Es así como crea SpaceWise, especialista en la venta y arriendo de contenedores para oficinas, baños y dormitorios.

Actualmente SpaceWise mantiene una flota de arriendo de contenedores y módulos por sobre las 2.000 unidades, destinados a grandes recintos modulares y a espacios libres tales como salas de clases, campamentos y hoteles de tipo minero. Del mismo modo, la compañía ha traspasado las fronteras, encontrándose presente en Perú con sus filiales en Lima y Arequipa. Para aumentar el abanico de soluciones modulares, D&C Group, firmó un acuerdo de

representación para América Latina con SeaBox Inc., líder mundial en soluciones modulares en temas militares, campamentos y proyectos especiales de alta complejidad para emergencias, con una presencia destacada en EE.UU, Europa y Australia.

Este convenio permite agregar valor a la oferta de D&C, gracias a sus productos de gran calidad y alto estándar en terminaciones, avalados por las certificaciones ISO 9001-2008 y la internacional CSC. Esto permite dar soluciones rápidas y eficientes con productos 100% equipados de fábrica, generando beneficios en el control de calidad, la estandarización y eficiencia en el montaje, ideales para un país como Chile que constantemente sufre catástrofes naturales y emergencias.



La construcción modular ha ganado terreno gracias a la flexibilidad en el diseño y a sus menores costos y tiempos de implementación en comparación a la construcción tradicional.



Depósito de Contenedores

8 depósitos para contenedores marítimos a lo largo del país, totalizando más de 22.000 TEUS de capacidad.



Transporte

Flota de más de 25 camiones equipados con GPS para su control y gestión.



Bodegaje

3 Centros ubicados en Antofagasta, Santiago y Talcahuano, totalizando más de 7.000 m².



Frigorífico

Más 3.000 Ton de capacidad en Frigorífico y Plugs de conexión para contenedores refrigerados en sus depósitos.



Soluciones Modulares

Flota de más de 2.000 unidades de arriendo entre contenedores y módulos a lo largo del país. Fabricación proyectos especiales.



FLUJO LOGISTICA INTEGRAL DYCSA - AGILITY



SERVICIOS

- ◆ Selección e inspección de Containers Reefer.
- ◆ Supervisión de carguío en nuestros CFS según necesidad del cliente.
- ◆ Almacenaje y control de inventario, consolidación de Packing List cuando se requiera.
- ◆ Transporte terrestre desde origen a puerto de embarque.
- ◆ Recepción de unidades en puerto de Embarque. Confección de documentación de embarque (BL).
- ◆ Tarifas marítimas y aéreas.
- ◆ Asistencia legal en caso de reclamos a la carga.
- ◆ Facturación integrada por operación.
- ◆ Entrega de carga en Puerto de destino.



SpaceWise.cl
Soluciones Modulares

Un mundo de soluciones en almacenamiento flexible

Ya sea comprar o arrendar un contenedor Reefer para sus cargas refrigeradas o bodegaje para sus cargas secas, lo que busque, aquí lo encontrará.



Y un mundo de soluciones para uso habitable



Desde un módulo oficina estándar hasta un proyecto especial personalizado.

Nuestro departamento técnico de vasta experiencia, nos permite desarrollar soluciones constructivas creativas, flexibles y de calidad, ajustándose a las exigencias de cada cliente.

- Módulos Oficina.
- Pabellones de Dormitorio.
- Salas de Clases.
- Baños y Salas de Cambio.
- Proyectos Modulares Especiales.



CONTÁCTENOS
ventas@spacewise.cl
800 380 000 • Spacewise.cl

TALCAHUANO
Dirección: Av. Evangelista Torricelli
1764, Parque Empresarial del Bío-Bío,
Talcahuano.
Fono: (41) 2469220

TEMUCO
Dirección: Ruta 5 Sur, Km. 682,
Padre Las Casas, Salida Sur, Temuco.
Fono: (9) 85017333

PUERTO MONTT
Dirección: Camino a Pargua, KM. 1030,
Puerto Montt.
Fono: (65) 2220408

IMPULSO DE LA PERLICULTURA: Buscando el valor agregado para la industria abalonera nacional



Rubén Araya^{1,5}, Pedro E. Saucedo², Alejandro Rojas³ y Sebastián Gallardo⁴.

¹ Instituto de Ciencias Naturales Alexander von Humboldt, Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos. Universidad de Antofagasta - ruben.araya@uantof.cl

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de México (CIBNOR), México. psaucedo04@cibnor.mx

³ Unidad de Transferencia Tecnológica, Universidad de Antofagasta

⁴ Unidad Explora Conicyt, Universidad de Antofagasta.

⁵ Instituto Antofagasta, Universidad de Antofagasta.

Proyecto apoyado por



Instrumentación para la producción de “mabes” o medias perlas en *Haliotis rufescens*.

La Perlicultura en el contexto mundial

En la actualidad, el cultivo de ostras perleras y cultivo de perlas (perlicultura) constituyen dos de las actividades acuícolas que, incluso por encima de la camaronicultura y piscicultura, generan mayores ingresos en el mundo entero (Strack, 2006). Además de esto, ambas actividades han ejercido una influencia decisiva en el desarrollo cultural, político, social y/o económico de algunos países de Asia (Japón), Indopacífico (Australia, Indonesia, Filipinas) y Polinesia Francesa (Tahití, Islas Cook, Islas Marshal, Tonga, Fiji, etc.). En muchos de estos países, familias y comunidades enteras viven por completo y se benefician económicamente de estas dos actividades, de tal suerte que cerca del 85% del Producto Interno Bruto (PIB) se obtiene por la producción y exportación de perlas y otros productos de alto valor agregado derivados de la concha y el nácar (Saucedo, 2001; Monteforte, 2013).

Sin embargo, a pesar de su importancia, la industria perlera mundial se encuentra actualmente saturada por las perlas producidas por únicamente tres miembros del género *Pinctada* (*P. fucata* de Japón, *P. margaritifera* de Polinesia Francesa y *P. maxima* del Indopacífico), cuyos colores blanquecinos, negros y

plateados/dorados han inundado los mercados internacionales desde décadas atrás. En los últimos años, la presión por diversificar la naturaleza de las perlas ha obligado a los productores a buscar nuevas especies de moluscos que produzcan perlas de calidad en colores diferentes a los tradicionales y con un carácter de “exóticas”. Sin embargo, en esta lista sólo califican unas pocas especies de moluscos, como el abalón *Haliotis sp.* (Aquilina y Roberts, 2000), el caracol del Caribe *Strombus gigas* (Acosta-Salmón y Davis, 2007) y las almejas de agua dulce del género *Hyriopsis*, que en países como China produjeron en 2006 cerca de 1500 toneladas métricas, de las cuales 800 se destinaron a la producción de perlas y elaboración de joyería (Fisque y Shepherd, 2007; Saucedo et al., 2014). Por ello, para países como Chile, este proceso de diversificación de la industria perlera abre una clara ventana de oportunidad para la industria abalonera, no sólo por la madurez que ya posee hoy en día en lo relativo al cultivo y producción de carne, sino por el valor agregado que podría dársele a la misma a través del cultivo y formación de perlas. Esto es importante, pues si bien el cultivo de perlas es una actividad incipiente en América Latina, en México se ha desarro-



Figura 1. Ejemplares de "abalón" *Haliotis rufescens*.

llado con éxito desde mediados de los años 80's en dos ostras perleras de los géneros *Pinctada* y *Pteria* (Monteforte, 2013) lo que ha permitido contar hoy en día con un know how sólido de más de 30 años de experiencia en torno a la producción de perlas -a nivel piloto para el caso de las medias perlas o mabés y parcialmente para la producción de perlas esféricas-, el cual es susceptible de transferencia a los sectores productivos de Chile.

Avances en Chile con respecto al desarrollo de la perlicultura

Es importante mencionar que en Chile ya se han realizado intentos con éxito relativo para el cultivo y producción de mabés (no esféricas) en abalón rojo (*H. rufescens*), a través de dos proyectos, el primero financiado por Fundación COPEC (2004-2006) y un Innova CORFO (2009) de la empresa Abalones Chile, en Coquimbo. Si bien ambos proyectos lograron producir medias perlas, los resultados obtenidos arrojaron altas mortalidades producto del estrés generado por la técnica de perforación de la concha (Fundación COPEC), como así también la falta de validación a niveles de producción de una empresa abalonera, en el marco del proyecto CORFO. En nuestro caso, el acercamiento a esta actividad por parte de nuestra universidad comienza a gestarse el año 2004 en el contexto del proyecto MECESUP ANT 0106 "Mejoramiento y modernización de la docencia para la carrera de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad de Antofagasta".

A partir de este proyecto se contó con la estadía del Dr. Pedro Saucedo, para la realización de charlas y talleres prácticos respecto de la actividad perlicultora de México, el mundo y sus posibilidades en Chile. No obstante, fue recién el año 2012 a través del financiamiento del proyecto Conicyt "Desarrollo de la Perlicultura en el Norte de Chile: Diversificación de las actividades económico-productivas a través de la atracción de Capital Humano Avanzado (No80110045)", que se contó con la presencia del Dr. Saucedo por 10 meses en nuestra universidad, permitiendo así dar el salto cualitativo para proyectar esta actividad. Finalmente con estos resultados, se generó y adjudicó un proyecto INNOVA CORFO con financiamiento mayor titulado "Investigación y Desarrollo en la Optimización tecnológica de la producción de perlas en abalón rojo *Haliotis rufescens* en Chile (12IDL2-16176)". En el marco de este proyecto estamos pro-

duciendo perlas mabes y esféricas en *H. rufescens* utilizando una tecnología no invasiva y más eficiente (cercana al concepto de welfare animal). Con esta técnica, no perforamos la concha, sino que los animales se relajan parcialmente con productos naturales o artificiales utilizados comúnmente en la perlicultura comercial, con el fin de facilitar su manipulación y reducir el estrés y mortalidad. Ello nos ha permitido el implante de los medios núcleos para la formación de mabes a niveles que nos permiten proyectar esta tecnología a nivel piloto con 600 animales y otros 300 ejemplares, en primera instancia, para el injerto de núcleos redondos (perlas esféricas). Resultados iniciales, nos han permitido ya obtener mabes de buena calidad y estamos en el proceso de evaluación de la formación del saco perlero para nuestra primera generación de perlas esféricas. Uno de los principales objetivos ya evaluados, tiene relación con la optimización de una técnica eficiente y adaptada a la anatomía del abalón, para el caso de la producción de perlas esféricas. Sin embargo, es conveniente aclarar que la tecnología con la que se cuenta al respecto, ha sido desarrollada con moluscos bivalvos, no con gastrópodos, lo que nos ha obligado a realizar numerosos ensayos, que finalmente nos han permitido identificar un sitio no vital de la anatomía del abalón donde la inserción de núcleos esféricos no genere mortalidad y disminuya el rechazo de los injertos.

Actualmente nuestros resultados nos muestran que el sitio escogido es el apropiado sin el registro de mortalidades, no obstante continuamos evaluando el proceso de formación del saco perlero, que es el paso crítico para asegurar que tenemos una perla esférica en formación. Estos resultados ofrecen un elemento diferenciador muy valioso de lo que se ha desarrollado hasta la fecha. Con base lo anterior, esta propuesta reviste particular importancia por dos aspectos importantes. Primero, la participación de empresas productivas dedicadas al cultivo de esta especie de abalón se ha vuelto prioritaria en los últimos años, lo que permitiría darle un valor agregado muy valioso a la producción de carne a través de la producción de perlas. Segundo, los precios de las medias perlas podrían alcanzar en los mercados nacionales e internacionales oscilan entre USD\$90-100 por pieza y el de las perlas esféricas llegaría incluso desde los USD\$100 a 600 por pieza, dependiendo de sus características físicas de tamaño, color, brillo, cutis, etc. (ver Tabla 1).



Figura 2. Medios núcleos en proceso de recubrimiento para la formación de "mabes" o medias perlas

ABALÓN ROJO	PERLAS ESFÉRICAS			
	Calidad	A	AA	AAA
	Forma	Media luna	Casi redonda	Redonda
	Lustre	Buena	Muy buena	Alta
	Superficie	<75% limpias	>75% limpias	>95% limpias
	Nácar	0.25 a 0.35 mm	0.35 a 0.5 mm	Más 0.5 mm
	Cutis	Justo	Bueno	Muy bueno

Tabla 1. Tipificación de las características que definen la calidad de las perlas de cultivo definidas por la empresa mayorista The Pearl Market de Reino Unido. www.thepearlmarket.co.uk

Mercado

En la actualidad el mercado de las perlas se distribuye en tres rubros, estos están denominados según sea la especie de molusco que produce las perlas en diferentes regiones geográficas: Akoya, para aquellas ligadas a la especie *Pinctada fucata martensii*, cultivada en Japón; perlas negras del pacífico sur (Black pearls, BP), de la especie *Pinctada margaritifera* de la Polinesia Francesa; y las plateadas o perlas del mar del sur (South Sea Pearls, SSP) de la especie *Pinctada máxima*, cultivada en Australia, Indonesia, Filipinas y Myanmar. Cabe mencionar, que la industria transa a nivel mundial 370 millones de dólares, compuesto por los rubros: Akoya en un 18%, 47% de BP y un 35% de SSP. El aumento en las SSP y BP es la tendencia que marca el crecimiento en producción y precios, debido a sus características distintivas respecto a las Akoya. Los consumidores cada día aprecian más aquellas perlas exóticas y alejadas a los cánones comunes, representadas por las perlas japonesas. En cuanto a las BP, el principal lugar de origen de estas perlas es la Polinesia Francesa, la cual comenzó su exportación en 1972 con 1.5 kilogramos equivalentes a M\$ 3.3 USD (European Gemmolgical Symposium, 2005 y 2009). El 2009 su producción fluctuó entre las 10 a 15 toneladas por año y con ingresos cercanos a los 130 millones USD, la tendencia ha ido en aumento constante desde 1983 con 100 kilogramos exportados. En cuanto a los precios, durante la década de los 90's hubo una expansión en la producción, por ende, una sobre producción que se tradujo en un aumento casi al doble de la biomasa, pero, con un leve aumento en las divisas producto de esa exportación (Fassler, 1991, 1995, 2004; Haws, 2002; McLaurin y Arizmendi, 2002; Taylor y Strack, 2008).

Por último, la dinámica de las SSP blancas no ha sido distinta a lo ocurrido con las negras (BP). Si bien es cierto, este es el rubro más pujante en la actualidad, experimentando un fenómeno de aumento sistemático en la producción de perlas, con el consiguiente efecto adverso en el precio. En 1998 la producción era de 2.4 toneladas/año, mientras que el 2009 se llegó a las 12.5 toneladas. El valor obtenido fue menor bajando desde los 220 millones USD a los 172 millones respectivamente (European Gemmolgical Symposium, 2005 y 2009).

En conclusión acorde a la información referida, la industria perlera mundial vive un momento en donde todo indica que se estaría

Figura 4. Mabe o medias perlas en *Haliotis rufescens*.



llegando a una madurez y rentabilidades más acotadas, abriéndose con ello la posibilidad de búsqueda de nuevas especies de moluscos perleros como el abalón. En este contexto, es posible afirmar que la competitividad será un factor relevante, al igual que la diferenciación de los productos, la eficiencia de las tecnologías de producción, el valor agregado y una correcta lectura de las tendencias de los consumidores premiarán a los productores que mejoren la competitividad de sus actividades. En este escenario es que una eventual producción deberá apuntar a los nichos de mercado y a la diferenciación de los productos.

El mercado nacional, de acuerdo a las estadísticas de importación presentadas por ProChile, no se presenta como un mercado atractivo para las perlas de cultivo, principalmente porque la demanda es baja. En 2008 y 2009 las importaciones fueron por 36 y 32 millones de pesos respectivamente, mientras que en 2010 fue por 8 millones de pesos (<http://rc.prochile.gob.cl/estadisticas/search/importaciones>). Estas cifras desde ya restan atractivo si se piensa en la sustitución de importaciones a futuro. Ante este escenario, la producción nacional debería considerar que los países productores de perlas que presentan una industria que crece, son aquellos que poseen productos diferenciados por colores, calidad, cantidad, los cuales han optimizado sus procesos a través de la acuicultura y el uso intensivo de tecnología, con lo cual generan un producto final de calidad que obtiene mejores precios en el mercado mundial en comparación de aquellos que apunten sólo a la producción de volumen. En este sentido podemos afirmar que nuestro país posee una buena plataforma acuícola y las brechas están por el desconocimiento empírico del mercado internacional. Finalmente, la perlicultura en Chile, se presenta como una alternativa atractiva debido a que los niveles de inversión, las capacidades en infraestructura, equipamiento y canales de distribución ya forman parte de los activos que tiene la industria abalonera chilena. Ante estas condiciones, la perlicultura en nuestro país debe orientarse a un concepto de "denominación de origen" donde el atractivo de "Perlas Chilenas" este dado por su color tamaño y brillo específico de tal forma de marcar una trayectoria exitosa para el posicionamiento de esta actividad.

Agradecimientos

Proyecto Innova Corfo "Investigación y Desarrollo en la Optimización tecnológica de la producción de perlas en abalón rojo *Haliotis rufescens* en Chile (12IDL2-16176)" en conjunto con la empresa Aquaoceana Ltda. como asociada.

Referencias

- Acosta-Salmón, H., Davis, M., 2007. Inducing relaxation in the queen conch *Strombus gigas* (L.) for cultured pearl production. *Aquaculture* 262, 73–77.
- Aquilina, B., Roberts, R., 2000. A method for inducing muscle relaxation in the abalone, *Haliotis iris*. *Aquaculture* 190, 403–408.
- Fassler, R.C. (1991). Farming Jewels: The aquaculture of pearls, *Aquaculture magazine* sept/oct: 34–52.
- Fassler, R.C. (1995). Farming Jewels: New development in pearl farming. *World Aquaculture* 26:5–10.
- Fassler, R.C. (2004). Pearls –once rare- Now suffer from overproduction. *Pearl World, The International Pearling Journal* 4:1–4.
- Fiske D & J Shepherd. 2007. Continuity and change in Chinese freshwater pearl culture. *Gems & Gemmology* 43(2): 138–145.
- Haws, M. (2002). The Basic Methods of Pearl Farming: A Layman's Manual. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Hilo, Hawaii. Publicación especial N°127, 80 pp.
- McLaurin, D., Arizmendi, E. (2002). Five centuries of Mexican Pearls. *The Australian Gemologist* 21:190–201.
- Monteforte, M. 2013. Instalación y Operación de granjas perleras: Un manual para *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*. Editorial Académica Española, Barcelona, España, 184 pp.
- Saucedo, P.E. 2001. Investigación aplicada a la reproducción de la madreperla *Pinctada mazatlanica*. Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S., México.
- Saucedo, P.E., Castillo-Domínguez, A., Melgar-Valdés, C.E. 20014. Aprovechamiento de almejas de agua dulce en Tabasco para producción de perlas y artesanía. 1ª edición, Ed. UJAT, Villahermosa, Tabasco, México.
- Strack, E., 2006. Pearls. Ruhle-Diebener-Verlag GmbH & Co., Stuttgart, Alemania, 707 pp.
- Taylor, J., Strack, E. (2008). Pearl production. En: Southgate, P.C., Lucas J.S. (Eds.), *The Pearl Oyster*. Elsevier Science, Amsterdam, Holanda, pp. 273–302. [VD](#)

opción
comunicaciones

Revista Técnica Semestral Calendarios Técnicos de Escritorio Agendas Técnicas Corporativas

Cuadernos Técnicos Corporativos Artículos de Escritorio

Próximamente Inauguración de nuestro sitio web
www.opcioncomunicaciones.cl

(09) 9 443 3504 (09) 9 443 3076
opcionaraya@tie.cl publicidad@opcionaraya.cl

ABALÓN ROJO	PERLAS ESFÉRICAS			
	Calidad	A	AA	AAA
	Forma	Media luna	Casi redonda	Redonda
	Lustre	Buena	Muy buena	Alta
	Superficie	<75% limpias	>75% limpias	>95% limpias
	Nácar	0.25 a 0.35 mm	0.35 a 0.5 mm	Más 0.5 mm
	Cutis	Justo	Bueno	Muy bueno

Tabla 1. Tipificación de las características que definen la calidad de las perlas de cultivo definidas por la empresa mayorista The Pearl Market de Reino Unido. www.thepearlmarket.co.uk

Mercado

En la actualidad el mercado de las perlas se distribuye en tres rubros, estos están denominados según sea la especie de molusco que produce las perlas en diferentes regiones geográficas: Akoya, para aquellas ligadas a la especie *Pinctada fucata martensii*, cultivada en Japón; perlas negras del pacífico sur (Black pearls, BP), de la especie *Pinctada margaritifera* de la Polinesia Francesa; y las plateadas o perlas del mar del sur (South Sea Pearls, SSP) de la especie *Pinctada máxima*, cultivada en Australia, Indonesia, Filipinas y Myanmar. Cabe mencionar, que la industria transa a nivel mundial 370 millones de dólares, compuesto por los rubros: Akoya en un 18%, 47% de BP y un 35% de SSP. El aumento en las SSP y BP es la tendencia que marca el crecimiento en producción y precios, debido a sus características distintivas respecto a las Akoya. Los consumidores cada día aprecian más aquellas perlas exóticas y alejadas a los cánones comunes, representadas por las perlas japonesas. En cuanto a las BP, el principal lugar de origen de estas perlas es la Polinesia Francesa, la cual comenzó su exportación en 1972 con 1.5 kilogramos equivalentes a M\$ 3.3 USD (European Gemmolgical Symposium, 2005 y 2009). El 2009 su producción fluctuó entre las 10 a 15 toneladas por año y con ingresos cercanos a los 130 millones USD, la tendencia ha ido en aumento constante desde 1983 con 100 kilogramos exportados. En cuanto a los precios, durante la década de los 90's hubo una expansión en la producción, por ende, una sobre producción que se tradujo en un aumento casi al doble de la biomasa, pero, con un leve aumento en las divisas producto de esa exportación (Fassler, 1991, 1995, 2004; Haws, 2002; McLaurin y Arizmendi, 2002; Taylor y Strack, 2008).

Por último, la dinámica de las SSP blancas no ha sido distinta a lo ocurrido con las negras (BP). Si bien es cierto, este es el rubro más pujante en la actualidad, experimentando un fenómeno de aumento sistemático en la producción de perlas, con el consiguiente efecto adverso en el precio. En 1998 la producción era de 2.4 toneladas/año, mientras que el 2009 se llegó a las 12.5 toneladas. El valor obtenido fue menor bajando desde los 220 millones USD a los 172 millones respectivamente (European Gemmolgical Symposium, 2005 y 2009).

En conclusión acorde a la información referida, la industria perlera mundial vive un momento en donde todo indica que se estaría

Figura 4. Mabe o medias perlas en *Haliotis rufescens*.



llegando a una madurez y rentabilidades más acotadas, abriéndose con ello la posibilidad de búsqueda de nuevas especies de moluscos perleros como el abalón. En este contexto, es posible afirmar que la competitividad será un factor relevante, al igual que la diferenciación de los productos, la eficiencia de las tecnologías de producción, el valor agregado y una correcta lectura de las tendencias de los consumidores premiarán a los productores que mejoren la competitividad de sus actividades. En este escenario es que una eventual producción deberá apuntar a los nichos de mercado y a la diferenciación de los productos.

El mercado nacional, de acuerdo a las estadísticas de importación presentadas por ProChile, no se presenta como un mercado atractivo para las perlas de cultivo, principalmente porque la demanda es baja. En 2008 y 2009 las importaciones fueron por 36 y 32 millones de pesos respectivamente, mientras que en 2010 fue por 8 millones de pesos (<http://rc.prochile.gob.cl/estadisticas/search/importaciones>). Estas cifras desde ya restan atractivo si se piensa en la sustitución de importaciones a futuro. Ante este escenario, la producción nacional debería considerar que los países productores de perlas que presentan una industria que crece, son aquellos que poseen productos diferenciados por colores, calidad, cantidad, los cuales han optimizado sus procesos a través de la acuicultura y el uso intensivo de tecnología, con lo cual generan un producto final de calidad que obtiene mejores precios en el mercado mundial en comparación de aquellos que apunten sólo a la producción de volumen. En este sentido podemos afirmar que nuestro país posee una buena plataforma acuícola y las brechas están por el desconocimiento empírico del mercado internacional. Finalmente, la perlicultura en Chile, se presenta como una alternativa atractiva debido a que los niveles de inversión, las capacidades en infraestructura, equipamiento y canales de distribución ya forman parte de los activos que tiene la industria abalonera chilena. Ante estas condiciones, la perlicultura en nuestro país debe orientarse a un concepto de "denominación de origen" donde el atractivo de "Perlas Chilenas" este dado por su color tamaño y brillo específico de tal forma de marcar una trayectoria exitosa para el posicionamiento de esta actividad.

Agradecimientos

Proyecto Innova Corfo "Investigación y Desarrollo en la Optimización tecnológica de la producción de perlas en abalón rojo *Haliotis rufescens* en Chile (12IDL2-16176)" en conjunto con la empresa Aquaoceana Ltda. como asociada.

Referencias

- Acosta-Salmón, H., Davis, M., 2007. Inducing relaxation in the queen conch *Strombus gigas* (L.) for cultured pearl production. *Aquaculture* 262, 73–77.
- Aquilina, B., Roberts, R., 2000. A method for inducing muscle relaxation in the abalone, *Haliotis iris*. *Aquaculture* 190, 403–408.
- Fassler, R.C. (1991). Farming Jewels: The aquaculture of pearls, *Aquaculture magazine* sept/oct: 34-52.
- Fassler, R.C. (1995). Farming Jewels: New development in pearl farming. *World Aquaculture* 26:5-10.
- Fassler, R.C. (2004). Pearls –once rare- Now suffer from overproduction. *Pearl World, The International Pearling Journal* 4:1-4.
- Fiske D & J Shepherd. 2007. Continuity and change in Chinese freshwater pearl culture. *Gems & Gemmology* 43(2): 138-145.
- Haws, M. (2002). The Basic Methods of Pearl Farming: A Layman's Manual. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Hilo, Hawaii. Publicación especial N°127, 80 pp.
- McLaurin, D., Arizmendi, E. (2002). Five centuries of Mexican Pearls. *The Australian Gemologist* 21:190-201.
- Monteforte, M. 2013. Instalación y Operación de granjas perleras: Un manual para *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna*. Editorial Académica Española, Barcelona, España, 184 pp.
- Saucedo, P.E. 2001. Investigación aplicada a la reproducción de la madreperla *Pinctada mazatlanica*. Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S., México.
- Saucedo, P.E., Castillo-Domínguez, A., Melgar-Valdés, C.E. 20014. Aprovechamiento de almejas de agua dulce en Tabasco para producción de perlas y artesanía. 1ª edición, Ed. UJAT, Villahermosa, Tabasco, México.
- Strack, E., 2006. Pearls. Ruhle-Diebener-Verlag GmbH & Co., Stuttgart, Alemania, 707 pp.
- Taylor, J., Strack, E. (2008). Pearl production. En: Southgate, P.C., Lucas J.S. (Eds.), *The Pearl Oyster*. Elsevier Science, Amsterdam, Holanda, pp. 273-302. [VD](#)

opción
comunicaciones

Revista Técnica Semestral Calendarios Técnicos de Escritorio Agendas Técnicas Corporativas

Cuadernos Técnicos Corporativos Artículos de Escritorio

Próximamente Inauguración de nuestro sitio web
www.opcioncomunicaciones.cl

(09) 9 443 3504 (09) 9 443 3076
opcionaraya@tie.cl publicidad@opcionaraya.cl



calidad para alimentos de animales y de pescado para que exista suficiente proteína para una población en crecimiento. El crecimiento de la industria salmónica está generando una mayor demanda de harina y aceite de pescado obtenido de forma sustentable para ser usado como ingrediente alimenticio. Adicionalmente, existe una mayor comprensión sobre el beneficio de las cadenas largas de Omega 3 del aceite de pescado para la salud humana, la cual es cada día más recomendada por expertos de la salud, generando una creciente necesidad de suministrar aceite de pescado para consumo humano. El resultado es que el contenido de EPA y DHA proveniente de aceite de pescado en el salmón de cultivo está disminuyendo cada vez más y el contenido de Omega 6 está aumentando, debido a que se sustituye por aceites vegetales. Esta tendencia parece continuar en los próximos años y es muy probable que el mercado del salmón haga una diferencia entre los salmones que posean altos niveles de EPA y DHA y los que no.¹ Por ello, las microalgas se ubican como una real alternativa a la alimentación del salmón.

Alimentación para salmones y camarones

Recientemente Desert Bioenergy se adjudicó un proyecto Innova Corfo proyecto N°14PIE-27020 para el desarrollo de un alimento seco a partir de microalgas producidas por Desert Bioenergy y determinación de sus propiedades para el mercado de alimentación del salmón y el camarón, como parte de la formulación de aditivos o suplementos ricos en ácidos grasos omega 3. La idea es poder proveer de un producto que sea nutritivo y sustentable. Desert Bioenergy ve la oportunidad de destinar su cultivo de microalgas para la realización de un producto aditivo que logre añadir una calidad nutricional superior a la dieta actual de salmones y camarones, como por ejemplo con un alto contenido de ácidos grasos polinsaturados. Sin embargo, la investigación dará como respuesta si el producto a obtener será un aditivo o suplemento capaz de suplir los requerimientos nutricionales de estas especies, en donde el producto final sea una mezcla de biomasa de microalgas que cumpla no solo con añadir un aditivo rico en omega 3, sino que logre cumplir con los requisitos de alimentación en general, es decir que satisfaga tanto

la calidad proteica como, incorpore antioxidantes, contenido de omega 3, vitaminas, minerales y otras propiedades adicionales de la microalga como su contenido de glucanos que ayuda a la supervivencia e inmunidad, y otros atributos característicos de cada cepa microalgal.

En la industria acuícola la alimentación de las especies es el principal y más importante insumo de este tipo de mercado, lo que la transforma en un factor relevante en la industria. En relación a las necesidades que tiene este mercado de la alimentación para la acuicultura de adquirir materias primas ricas en ácidos grasos polinsaturados, calidad proteica y calidad en los perfiles nutricionales, se pretende solucionar la necesidad, a través de un prototipo que resulte ser una solución diferenciadora a los problemas o necesidades del mercado de alimentación para la salmicultura en Chile y los cultivos de camarones en Perú y Ecuador de una fuente sustentable.²

¿Qué valor agrega la solución propuesta respecto a la mejor alternativa hoy disponible?

El valor agregado de la biomasa microalgal que se obtendrá a partir de un mix de cepas (o sólo una, según se determine), está en que se tendrá como resultado un suplemento o aditivo que además de suplir los requerimientos nutricionales proteicos y de aceite, agregue valor diferencial con respecto a las soluciones actuales. El mix de microalgas o la cepa única adecuada identificada, proporcionará una fuente de ácidos grasos de omega 3 sustentable, de una calidad diferente que además de cumplir con el requerimiento en cuanto a cantidad, le añadirá valor al producto debido a los beneficios que significa obtener de una fuente original natural los contenidos de EPA y DHA. (Todo el omega 3 marino se origina de las algas, esto hace que no se corra el riesgo de incorporar contaminantes ambientales como toxinas y metales pesados, que sí se incorporan en las actuales fuentes de aceites, como es el caso de los aceites de pescado, fuente actual de los ácidos grasos polinsaturados). Además, se tendrá un efecto combinado de omega 3, proteínas y otros beneficios adicionales como

¹ FFO, Organización Internacional de Harina y Aceite de Pescado, Andrew Mallison, febrero del 2013.

²Acuiculturaperu.blogspot.com: Nicolás hurtado T., 2012, Presente y futuro de la acuicultura en el Perú.

inmunidad (efectos antiinflamatorios, respuesta antiviral, efectos anti-estrés y otros efectos relacionados que se verán beneficiados al mejorar el sistema inmunológico), sobrevivencia, pigmentación, antioxidantes, crecimiento, vitaminas, minerales, carbohidratos y otros, en los peces y moluscos.

Existe, además de un valor agregado en el producto, una ventaja competitiva. Esta ventaja tiene relación con el interés que han manifestado las empresas en adquirir otras fuentes principalmente de omega 3. Si se atiende a esta necesidad, y además se cumplen con los requerimientos proteicos y se agrega valor con poder antioxidante y otros efectos benéficos como los de la inmunidad, se estará cumpliendo con los requerimientos, necesidades además de agregar beneficios extra.

El interés de las empresas, tiene relación con la necesidad de adquirir otras fuentes de aceite para sus cultivos. Esta necesidad no solo la tiene la industria de la salmicultura y camaronicultura, si no que la acuicultura en general. Desert Bioenergy agregará valor ofreciendo una fuente natural de origen marino de EPA y DHA, calidad proteica, y beneficios adicionales que son de especial interés en la industria de la acuicultura en general.

La mejor alternativa hoy disponible es la dieta del alimento que actualmente utilizan las empresas elaboradoras de alimentos, ya que el prototipo a desarrollar, tiene como objetivo suplir o complementar la dieta utilizada actualmente. Por lo que el valor que agrega la solución propuesta frente a la mejor alternativa hoy disponible es adquirir una fuente sustentable de los ingredientes que actualmente incorporan en las dietas de los salmones y otorgar una fuente de aceites omega 3 distinta a la del aceite de pescado que al existir una mayor demanda que oferta, se hace escasa para algunas empresas.

En relación al mercado del camarón, la mejor alternativa hoy utilizada es microalga viva lo cual hace que sus costos sean elevados, el valor que agrega la solución es además de cumplir con los requerimientos nutricionales del camarón, dar un producto seco que les facilite sus costos de alimentación, y las empresas que cultiven camarones logren eliminar sus cultivos de microalgas de manera de bajar sus costos de producción.

Con respecto a otros proyectos nuestro producto se diferencia en distintos ámbitos:

En la producción y forma de producirlo: El producto a obtener es un producto a bajo costo en relación a las otras producciones de microalgas actuales en Chile ya que se utilizan gases de combustión, agua de mar, lo cual facilita la producción, además de ser producidas en la zona norte del país que dispone de una alta radiación solar mejorando los rendimientos de los cultivos de microalgas.

En la aplicación: El Producto final que se obtendrá, además de poseer omega 3, será un producto capaz de brindar otros beneficios adicionales relacionados con otras propiedades de interés en los salmones. Si bien la literatura da indicios de algunas de estas caracte-

rísticas (inmunidad y tasa de conversión de alimento, carotenoides y antioxidantes), es necesario realizar las pruebas piloto para poder determinar si las características adicionales de la microalga son significativas en el producto final que ingerimos como alimento.

Comercialización del producto

Una vez que Desert Bioenergy desarrolle el producto seco a partir de microalgas para la industria del salmón, se comercializará a las empresas elaboradoras de alimentos para incluirlo en la dieta como un aditivo o suplemento según los resultados de las pruebas que se realizarán. Actualmente el consorcio cuenta con el apoyo de la empresa Prinal, quienes han estado apoyando a Desert Bioenergy en la caracterización y desarrollo del producto, de manera de cumplir con los requerimientos de la industria. La empresa se dedica a distribuir y comercializar aditivos para la industria alimentaria.

Formato de Productos

Pasta de Microalgas/ Producto Seco/ Pulpa de microalgas



Las aplicaciones de los distintos productos que tiene Desert Bioenergy para el mercado de la alimentación acuícola son variadas. Se han realizado pruebas con pasta de microalgas como inclusión de la dieta de los abalones en la elaboración de pellets para alimentación en etapa de engorda. Con respecto a la pulpa de microalgas, ésta se utiliza para alimentación de larvas de peces y rotíferos. Se han realizado exitosas pruebas con *Seriola lalandi* (Dorado), *Rachycentron canadum* (Cobia) en el Norte del País.



El producto seco será probado en camarones y en salmones incorporándolo en la dieta, se realizarán pruebas tanto en alevines como en etapa de engorda.

Dentro de las ventajas que tiene Desert Bioenergy es que tiene la capacidad de adecuarse a los requerimientos de los clientes, lo cual hace que el producto satisfaga las necesidades de la industria y los distintos actores responsables de la cadena alimenticia. Al lograr introducir la microalga en aplicaciones de alimentación animal estamos dando un gran paso más en el desarrollo de la industria de microalgas en Chile, que permita ampliar y escalar los sistemas de cultivos y con ello acercarse al desarrollo de múltiples subproductos a partir de microalgas, incluidos los biocombustibles. [VD](#)



Universidad Católica del Norte
ver más allá

DIRECCIÓN GENERAL DE POSTGRADO

DOCTORADOS UCN

Antofagasta

Ciencias Mención Geología*
Ciencias Mención Matemática*

San Pedro de Atacama

Antropología*

Coquimbo

Acuicultura*

El Programa de Doctorado en Acuicultura es un programa cooperativo entre las Universidades Católica del Norte (UCN), Universidad de Chile (UCH) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) conducente al grado académico de Doctor en Acuicultura.

Tiene como misión formar científicos de excelencia dedicados a la Acuicultura y disciplinas relacionadas, que generen y transmitan conocimiento e innovación para el desarrollo de la acuicultura en el ámbito privado y público, desarrollando estudios multidisciplinarios de vanguardia con honestidad, compromiso y responsabilidad social.

Biología y Ecología Aplicada*

El Programa de Doctorado en Biología y Ecología Aplicada es impartido en forma conjunta por la Universidad de La Serena (ULS) y la Universidad Católica del Norte (UCN), con la participación del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi (INIA Intihuasi).

Este programa pretende formar Doctores con una visión interdisciplinaria y holística, que sean capaces no sólo de investigar y desarrollar modelos teóricos, sino también de proponer soluciones creativas y viables a los problemas que se derivan del uso y transformación de los recursos renovables. Es decir, se pretende formar científicos "ambientales" con una fuerte orientación hacia la búsqueda de soluciones prácticas para el bien de la sociedad y del medioambiente.

*Programa Acreditado
Información Completa Acreditación de Programas en www.cnachile.cl



postgrado@ucn.cl



www.ucn.cl/postgrado



+56 055 2 355 685
+56 055 2 355 760



V Congreso Nacional de Acuicultura

Congreso internacional de Acuiponía

1º Simposio Mundial de Acuicultura en Zonas Áridas



El Departamento de Acuicultura de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte (UCN) junto a la Sociedad Chilena de Acuicultura (SCHACUI), organizan el V CONGRESO DE ACUICULTURA 2014, el cual se desarrollará entre el 10 y el 12 de Diciembre, en la sede universitaria ubicada en la hermosa bahía de La Herradura, en la ciudad de Coquimbo, Chile.

Esta es la segunda oportunidad que la UCN tiene el privilegio de recibir este prestigioso Congreso en su sede, para el cual se ha querido incluir otros dos eventos internacionales que se realicen en forma simultánea, y es así que el Departamento de Acuicultura UCN junto a BOFISH y el Capítulo Latinoamericano de la Sociedad Mundial de Acuicultura (LAC-WAS) a través de la Universidad Arturo Prat (UNAP) se han asociado para organizar y llevar a cabo el V CONGRESO INTERNACIONAL DE ACUAPONIA y el I SIMPOSIO MUNDIAL DE ACUICULTURA EN ZONAS ARIDAS.



Estos tres eventos simultáneos permitirán la interacción entre científicos, productores y técnicos respecto de los diferentes puntos de vista para abordar soluciones a las problemáticas locales y/o regionales que afectan al sector de la acuicultura marina y de agua dulce. Los eventos abordarán los avances científicos y las distintas tecnologías en uso o en planificación hacia una producción acuícola sustentable, responsable y de ser el caso biointegradas con miras a generar un valor agregado intrínseco, disminución de costos, generación de subproductos y/o diversificación comercial de la acuicultura local o regional. De igual manera, se busca generar una sinergia en la interacción de sectores educativos, productivos (rurales y urbanos), e instituciones y empresas que participan en el ramo.

En este evento científico tecnológico se presentarán los resultados de los trabajos de investigación desarrollados en las diferentes disciplinas vinculadas a la Acuicultura nacional e Internacional, realizadas en Universidades, Centros de investigación y la Industria.



La información para participar ya está disponible la página web del Congreso de Acuicultura 2014 www.congresoacuiculturachile.cl

El 31 de agosto del 2014 vence el plazo del primer llamado para la recepción de resúmenes en la modalidad oral y de poster. El idioma oficial del Congreso es el Español, habiendo traducciones simultáneas en el caso de requerirlo. El congreso está abierto para investigadores nacionales e internacionales, a quienes se les invita a presentar los resultados de sus estudios realizados en acuicultura y líneas afines.



Asociación genética entre crecimiento y eficiencia fisiológica en el abalón rojo (*Haliotis rufescens*): Potencial para el mejoramiento Genético



Federico M. Winkler^{1,2,3}, Katherina B. Brokordt^{1,2,3}, William Farías³, Roxana González³

¹Depto. Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte (UCN).

²Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

³Laboratorio de Fisiología y Genética Marina (FIGEMA), UCN-CEAZA.

Estudio financiado por Proyectos FONDECYT 1110890 y FONDEF D05I-10013

Introducción:

El abalón rojo (*Haliotis rufescens*) (Figura 1) fue introducido en Chile en 1977 (Flores et al. 2007) desde un número limitado de orígenes en las costas de California (USA) y Baja California (México). En la actualidad se cultiva entre las regiones de Atacama y de Los Lagos, ubicándose los centros de reproducción en el norte del país, debido a las ventajas ambientales que presenta esta zona para el desarrollo de esta fase del cultivo. En la acuicultura nacional se destaca por su alto valor en los mercados, sin embargo posee una baja tasa de crecimiento, alcanzando su talla de cosecha aproximadamente a los 4 años de edad.

Incrementar las tasas de crecimiento de los abalones, acortando los periodos de producción o logrando animales de mayor peso en igual periodo, tiene un impacto muy positivo sobre la rentabilidad de los cultivos. Esto se puede conseguir manejando las condiciones ambientales (alimentación, condiciones de cultivo, manejo, control sanitario, etc.). Alternativamente, es posible obtener mejoras en las tasas de crecimiento mediante mejoramiento genético (Winkler et al. 2011). Particularmente, la cría selectiva permite obtener un progreso acumulativo en la mejora de caracteres de interés a lo largo de las generaciones, ejerciendo control sobre los efectos indeseados del incremento en la consanguinidad.



Figura 1.
Abalón rojo
de California
en cultivo.

Cría selectiva en abalones:

Aplicar un programa de mejoramiento genético es factible si existe variabilidad - al menos en parte - heredable para el carácter de interés productivo, expresado normalmente como la heredabilidad (h^2) o proporción de la variación del carácter debida a causas genéticas. Existen estimaciones de la heredabilidad para el crecimiento en distintas especies de abalones, incluyendo el abalón rojo, las que salvo algunas excepciones muestran valores medios a medio-altos (Tabla 1), permitiendo prever buenas respuestas a la selección. En el abalón rojo en Chile, las estimaciones de la heredabilidad para caracteres productivos son altas (Brokordt et al. 2014), lo que permite inferir que es posible mejorar las tasas de crecimiento en torno de 13-26% por generación para la talla y 16-52% para el peso, al elegir como reproductores al 5% superior en una población de adultos de más de 40 meses de edad.

La selección puede afectar varios caracteres aparte del elegido, en forma positiva o negativa, debido a que los genes suelen controlar la expresión de más de una característica de los organismos a la vez, obteniéndose una respuesta correlacionada (RC). Las correlaciones genéticas (r_g) entre caracteres productivos en abalón rojo (largo, ancho, peso), responsables de las RC, han sido altas y positivas, indicando que el mejoramiento en un carácter, longitud por ejemplo, también mejorará los otros (Tabla 2) (Brokordt et al. 2014). Así, con las estimaciones que disponemos se podría esperar un mayor rendimiento en torno a un 20% en carne por animal (rasgo de gran interés productivo, pero difícil de seleccionar directamente), si se seleccionara como reproductores animales ubicados en el 5% superior de distribución de un rasgo de fácil medición como es la talla.

Crecimiento y eficiencia fisiológica:

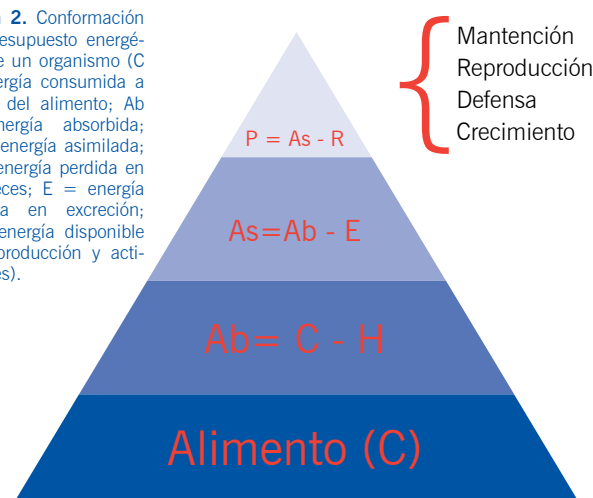
El progreso en la tasa de crecimiento de una población animal al aplicar cría selectiva puede ocurrir sin cambios en las tasas de conversión de alimento, es decir, la mayor producción estará asociada a un incremento proporcional o mayor en la ingesta, o vía una mejora en la eficiencia con la que los organismos obtie-

Especie	Carácter	h ² _s	h ² _D	Referencia
<i>H. tuberculata</i>	Tasa de crecimiento			Mgaya 2000
	10 meses	0.18 ± 0.25	0.24 ± 0.22	
	15 meses	0.56 ± 0.47	0.69 ± 0.38	
	18 meses	0.36 ± 0.30	0.35 ± 0.22	
<i>H. rufescens</i>	Supervivencia	0.11		Jónasson et al. 1999
	Longitud de la concha	0.06 - 0.34		
	Longitud 31 meses	0.17 ± 0.23		Brokordt et al. 2014
	Longitud 51 meses	0.49 ± 0.10		
	Ancho 31 meses	0.13 ± 0.21		
	Ancho 51 meses	0.35 ± 0.09		
	Peso 31 meses	0.12 ± 0.22		
	Peso 51 meses	0.32 ± 0.08		
	Peso músculo 31 meses	0.21 ± 0.26		
	Peso músculo 51 meses	0.16 ± 0.07		
	Proteína del pie	0.02 ± 0.04		
<i>H. asinina</i>	Longitud de la concha	0.29 ± 0.16	0.79 ± 0.45	Lucas et al. 2006
	Ancho de la concha	0.31 ± 0.17	0.49 ± 0.33	
	Log peso húmedo	0.24 ± 0.14	0.54 ± 0.35	
<i>H. rubra</i>	Largo de la concha	0.18 ± 0.08 – 0.49 ± 0.20		Li 2008
	Peso	0.24 ± 0.12 – 0.54 ± 0.21		
<i>H. laevigata</i>	Largo de la concha	0.31 ± 0.12 – 0.48 ± 0.16		Li 2008
	Peso	0.39 ± 0.14		
	Peso total	0.10		Kube et al. 2007
	Peso carne	0.10		
	Largo de la concha	0.04		
<i>H. diversicolor</i> <i>Stock A</i> <i>Stock B</i>	Largo de la Concha	0.441 ± 0.06		You et al. 2010a
		0.113 ± 0.01		
	Largo de la Concha	0.15 – 0.37		You et al. 2010b
	Ancho de la concha	0.18 – 0.42		

Tabla 1. Heredabilidades ($\pm$ SE) estimadas para diferentes caracteres productivos en especies de abalones.

nen la energía y nutrientes de los alimentos. En *Salmo salar* las evidencias indican que el progreso en las tasas de crecimiento en líneas seleccionadas ha estado acompañado de mayores tasas de ingesta, pero también de un incremento de la eficiencia de conversión (Thodesen et al. 1999). En ausencia de líneas mejoradas para hacer comparaciones directas de animales seleccionados y no seleccionados, es posible inferir el efecto a futuro de la aplicación de un programa de cría si se conocen las correlaciones genéticas entre los caracteres de interés.

Figura 2. Conformación del presupuesto energético de un organismo (C = energía consumida a través del alimento; Ab = energía absorbida; As = energía asimilada; H = energía perdida en las heces; E = energía pérdida en excreción; P = energía disponible para producción y actividades).



La energía disponible de un animal para crecer depende de la energía provista por los alimentos consumidos (C). En el proceso de aprovechamiento de la energía y nutrientes provisto por los alimentos hay pérdidas (Figura 2), ya que no todo lo ingerido es absorbido (Ab) y parte se pierde en forma de heces (H). De la energía absorbida, una fracción se pierde por excreción de desechos nitrogenados (E), quedando la energía asimilada (As). Por último, los organismos tienen un metabolismo mínimo, necesario para mantener sus funciones vitales, lo que se estima por el consumo de oxígeno en reposo (R). Así, la energía disponible para crecimiento, locomoción, defensa y reproducción (producción; P) será As menos los gastos en mantenimiento. Esto se puede expresar como:

$$P = C - (H + E + R)$$

también conocida como potencial de crecimiento o *Scope for Growth* (SFG).

Es posible estimar los componentes genético y ambiental de cada uno de los términos de dicha ecuación, y de esta forma calcular: 1) la magnitud de la heredabilidad (h^2), lo que permite saber si esos rasgos pueden responder a la selección y, 2) las correlaciones genéticas entre ellos y con los rasgos productivos del animal. Así se pueden inferir, por ejemplo, los posibles efectos de la selección para incrementar la talla sobre las variables fisiológicas. Para ello, en una población de abalones hemos usado un diseño de cruzamientos de hermanos y medios hermanos, y los componentes de la varianza fenotípica fueron estimados usando el modelo animal, mediante el paquete estadístico ASReml 3.0.

Tabla 2. Correlaciones genéticas $\pm$ SE (sobre la diagonal) y fenotípicas (bajo la diagonal) entre caracteres productivos en abalón rojo de 51 meses de edad.

Carácter	Largo	Ancho	Peso	Carne
Largo	-	0.981 ± 0.008	0.986 ± 0.009	0.983 ± 0.015
Ancho	0.962	-	0.993 ± 0.006	0.975 ± 0.017
Peso	0.934	0.946	-	0.994 ± 0.006
Carne	0.875	0.895	0.944	-

	Ingesta	Heces	Oxígeno	Amonio	SFG	r_g			
						Caracter	Masa	Largo	Ancho
Ingesta	0.08 ± 0.07	0.11 ± 0.52	0.75 ± 0.38	1.29 ± 0.48	0.51 ± 0.54	Ingesta	-1.14 ± 0.29	-1.19 ± 0.29	-1.15 ± 0.30
Heces	0.18 ± 0.05	0.18 ± 0.10	-0.01 ± 0.39	0.62 ± 0.34	-0.59 ± 0.44	Oxígeno	-0.75 ± 0.18	-0.58 ± 0.21	-0.56 ± 0.22
Oxígeno	0.08 ± 0.05	0.19 ± 0.05	0.41 ± 0.14	0.95 ± 0.19	0.22 ± 0.73	Amonio	-1.17 ± 0.13	-1.14 ± 0.13	-1.15 ± 0.13
Amonio	0.15 ± 0.05	0.35 ± 0.05	0.25 ± 0.05	0.26 ± 0.11	0.54 ± 0.79	SFG	-0.67 ± 0.64	-0.86 ± 0.63	-0.83 ± 0.67
SFG	0.83 ± 0.03	-0.35 ± 0.05	-0.34 ± 0.05	-0.10 ± 0.05	0.05 ± 0.07				

Tabla 3. Heredabilidades (en la diagonal) y correlaciones fenotípicas (bajo la diagonal), genéticas (sobre la diagonal) para caracteres vinculados con el presupuesto energético en abalón rojo en abalones de 51 meses de edad.

Los resultados de dichos análisis han mostrado que las heredabilidades (Tabla 3, en la diagonal) son medias a altas para la ingesta, consumo de oxígeno y excreción de amonio, sugiriendo que estos caracteres pueden responder a la selección. Por otra parte, las correlaciones genéticas entre los caracteres fisiológicos (Tabla 3, sobre la diagonal) fueron medias a altas y positivas, excepto para la producción de heces con la ingesta, consumo de oxígeno y SFG, esta última media pero negativa. Estos resultados sugieren que, si cualquiera de esos rasgos es seleccionado, los otros tendrán una respuesta correlacionada de diversa magnitud, pero en general en el mismo sentido. Es decir, si se seleccionase para aumentar la ingesta de alimento, ello conllevará una respuesta en el mismo sentido (aumento) en la tasa de consumo de oxígeno o en la expresión de amonio. Por otra parte, las correlaciones fenotípicas entre estos caracteres (Tabla 3, bajo la diagonal) son medias a bajas, sugiriendo que factores ambientales no controlados oscurecen la detección de estas asociaciones, las que sólo pueden evidenciarse mediante modelos experimentales adecuados.

Caracteres fisiológicos y producción:

Todos los caracteres fisiológicos presentan correlaciones genéticas altas y negativas con los caracteres productivos (Tabla 4). Esto significa que los individuos con mejores tasas de crecimiento lo son en una medida importante por efecto de una mayor eficiencia fisiológica. La selección sobre cualquiera de los rasgos productivos (que son los que serían posible de manejar a este nivel) estaría generando, indirectamente, animales con un nivel menor de ingesta de alimento en relación a su peso y con una menor tasa de pérdidas energéticas. En peces, como el lenguado japonés (*Paralichthys olivaceus*; Ogata et al. 2002a), salmón del Atlántico (Thodesen et al. 1999) y salmón coho (Neely et al. 2008), se ha observado que los animales que provienen de líneas seleccionadas consumen más alimento que los no seleccionados, pero al mismo tiempo muestran una mayor eficiencia de conversión. Sin embargo, ésta no es una norma general, ya que en el pargo rojo (*Pargus major*) la mayor avidez alimenticia en líneas seleccionadas está acompañada de una menor eficiencia de conversión (Ogata et al. 2002b). Nuestros resultados, en cambio, sugieren que al seleccionar abalones con mayor tasa de crecimiento incluso se reduciría el consumo relativo de alimento, lo que es compensado por un incremento en la eficiencia metabólica. Así, las evidencias que disponemos en la actualidad sugieren que existe un alto potencial para mejorar caracteres ventajosos para la producción del abalón rojo

Tabla 4. Correlaciones genéticas (r_g) ($\pm$ SE) entre caracteres fisiológicos vinculados con el presupuesto energético y caracteres productivos, en individuos de abalón rojo de 51 meses de edad.

en Chile mediante técnicas de selección clásicas, y que ese incremento productivo estaría asociado con una mayor eficiencia fisiológica de los animales. En otras palabras, la mayor producción, como efecto de la respuesta a la selección, no demandará un incremento proporcional del gasto en alimento para los animales.

Bibliografía:

- Brokordt, K.B., F.M. Winkler, W.J. Farías, R.C. González, F. Castaño, P. Fullsack & C.M. Herbinger. 2014. Changes of heritability and genetic correlations in production traits over time in red abalone (*Haliotis rufescens*) under culture. *Aquacult. Res.* DOI: 10.1111/are.12382.
- Flores-Aguilar, R.A., A. Gutiérrez, A. Ellwanger & R. Searcy-Bernal. 2007. Development and current status of abalone aquaculture in Chile. *J. Shellf. Res.* 26: 705–711.
- Jónasson, J., S.E. Stefansson, A. Gudnason, & A. Steinarsson. 1999. Genetic variation for survival and shell length of cultured red abalone (*Haliotis rufescens*) in Iceland. *J. Shellfish Res.* 18:621–625.
- Kube, P.D., S.A. Appleyard, N.G. Elliott. 2007. Selective breeding greenlip abalone (*Haliotis laevis*): preliminary results and issues. *J. Shellf. Res.* 26: 821–824.
- Li, X. 2008. Abalone Aquaculture subprogram: Selective breeding of farmed abalone to enhance growth rates (II). Final report FRDC Project No. 2001/254. SARDI Publication No: F2008/000813-1.
- Lucas, T., M. Macbeth, S.M. Degnan, W. Knibb & B.M. Degnan. 2006. Heritability estimates for growth in the tropical abalone *Haliotis asinina* using microsatellites to assign parentage. *Aquaculture* 259: 146–152.
- Mgaya, Y.D. 2000. A quantitative genetic analysis of juvenile growth for the abalone *Haliotis tuberculata* Linnaeus. Recent advances in marine biotechnology, En: M. Fingerma, R. Nagabhushanam (Eds.), Recent Advances in Marine Biotechnology, Science Publishers 59–73.
- Neely, K.G., J.M. Myers, J.J. Hard & K.D. Shearer. 2008. Comparison of growth, feed intake, and nutrient efficiency in a selected strain of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and its source stock. *Aquaculture* 283: 134–140.
- Ogata, H.Y., H. Oku & T. Mura. 2002a. Growth, feed efficiency and feed intake of offspring from selected and wild Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 211: 183–193.
- Ogata, H.Y., H. Okua & T. Murai. 2002b. Growth performance and macronutrient retention of offspring from wild and selected red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture* 206: 279 – 287.
- Thodesen J., B. Grisdale-Helland, S.J. Helland & B. Gjerde. 1999. Feed intake, growth and feed utilization of offspring from wild and selected Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 180: 237–246.
- Winkler F.M., K. Lohrmann, A. Romero & R. Enríquez. 2011. Mejora genética en abalones en Chile como herramienta para mejorar la productividad. Vers. Dif.14: 39–42.
- You, W-W., C-H. Ke, X. Luo & D-X. Wang. 2010a. Divergent selection for shell length in two stocks of small abalone *Haliotis diversicolor*. *Aquacult. Res.* 41: 793–951.
- You, W., C. Ke, X. Luo & D. Wang. 2010b. Heritability of growth traits for small abalone *Haliotis diversicolor* estimated from sib matings. *J. Shellf. Res.* 29: 705–708. [VD](#)



ENVASES IMPRESOS
ROBLE ALTO

www.envases.cl

60 AÑOS DE EXPERIENCIA EN CARTÓN CORRUGADO

Teléfono de Contacto: (562) 2444 24 00 - Contacto@envases.cmpc.cl
Plantas: Til Til - Buin - Osorno.

www.cmpc.cl

Infecciones Bacterianas Asociadas al Cultivo Larval del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* en Chile



Rodrigo Rojas Araya y Claudio Miranda Pérez
Laboratorio de Patobiología Acuática
Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Católica del Norte

rrojas@ucn.cl - cdmirand@ucn.cl



Introducción

El abastecimiento de semillas de ostión del norte *Argopecten purpuratus* proveniente de captación natural ha disminuido drásticamente debido a la reducción de ejemplares de adultos cultivados, principalmente en Bahía Tongoy Región de Coquimbo, debido al cierre de la mayoría de las empresas de cultivo. Por lo anterior, se ha requerido que los cultivos controlados desarrollados en *hatcheries* sean los que suplan dichas necesidades, abasteciendo de semillas a un menor costo y en mayores volúmenes, lo cual se dificulta enormemente debido a la inestabilidad de la producción en *hatchery* debido a las mortalidades larvales masivas causadas por infecciones bacterianas.

Se ha demostrado que las condiciones intensivas del cultivo larval de moluscos favorecen el crecimiento bacteriano y la acumulación de sus metabolitos (Priour *et al.*, 1990). En muchas ocasiones las infecciones bacterianas se ven favorecidas por un aumento de la susceptibilidad larval debido a factores externos de estrés, incluyendo baja calidad nutricional, mala calidad del agua, fluctuaciones de la temperatura del agua o contaminación orgánica. Además, estos factores también favorecen el crecimiento de bacterias potencialmente patógenas (Elston, 1984).

Infecciones bacterianas

Por lo general, las mortalidades larvales en cultivos de moluscos causadas por infecciones bacterianas han sido asociadas con altas concentraciones de bacterias heterótrofas en los estanques de cultivo (10^7 bacterias mL⁻¹) (Lucas, 1980), y con la presencia de cepas bacterianas patógenas pertenecientes a los géneros, *Vibrio* (Disalvo *et al.*, 1978; Jeffries, 1982; Sugumar *et al.*, 1998; Elston *et al.*, 2008), *Aeromonas* (Riquelme *et al.*, 1996; Tubiash *et al.*, 1965), *Pseudomonas* (Brown, 1973; Lodeiros *et al.*, 1992), *Alteromonas* (Garland, 1983) y *Halomonas* (Rojas *et al.*, 2009). *Vibrio* es particularmente virulento porque incluso puede provocar problemas de mortalidad en larvas en estados avanzados de desarrollo, que son mucho más resistentes que aquellas de estadios más tempranos (Elston, 1984).

En Chile, los episodios de mortalidad en el cultivo larval del ostión del Norte, *A. purpuratus* son frecuentes y se caracterizan por un colapso rápido del cultivo con un alto porcentaje de lar-

vas en el fondo de los estanques. Bajo el microscopio óptico las larvas presentan nado errático y disminución de los movimientos ciliares lo que impide una filtración adecuada de las microalgas, observándose larvas con la glándula digestiva sin alimento.

Las infecciones causadas por cepas bacterianas capaces de formar biopelículas se caracteriza por un aglutinamiento de las larvas en el fondo de los estanques. Al analizar la cronología de este tipo de cuadro patológico utilizando Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) se ha determinado que la bacteria se adhiere a la superficie de la concha, se multiplica formando microcolonias y exhibe una colonización progresiva mediada por la producción de exopolisacáridos (EPS). Los EPS son azúcares producidos por este tipo de bacteria y liberados al exterior, los cuales se caracterizan por ser altamente adhesivos. La colonización de la superficie de la concha por la bacteria mas la producción de EPS conlleva a la formación de una película bacteriana que confiere una condición adhesiva de las larvas, provocando un aglutinamiento de estas. En la Figura 1 se muestra parte de la cronología del cuadro patológico producido por este tipo de bacterias.

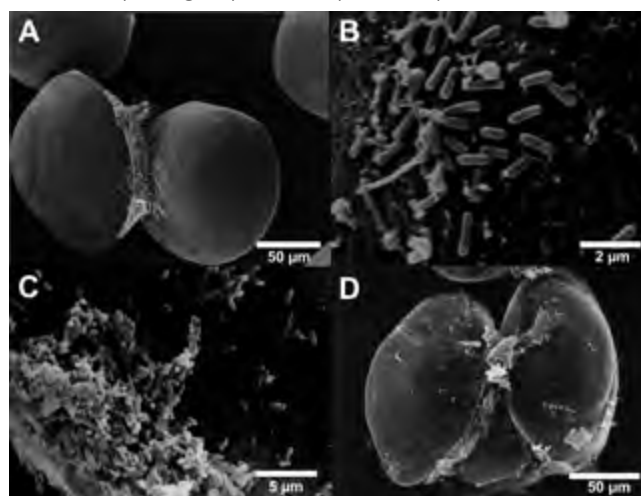


Figura 1. Cronología del cuadro patológico producido por bacterias capaces de formar biopelículas en larvas de *Argopecten purpuratus*. (A) Larvas sanas, (B) células bacterianas adheridas a la superficie de la concha, (C) película bacteriana formada sobre la superficie de la concha y (D) larvas aglutinadas debido a la presencia de películas bacterianas.

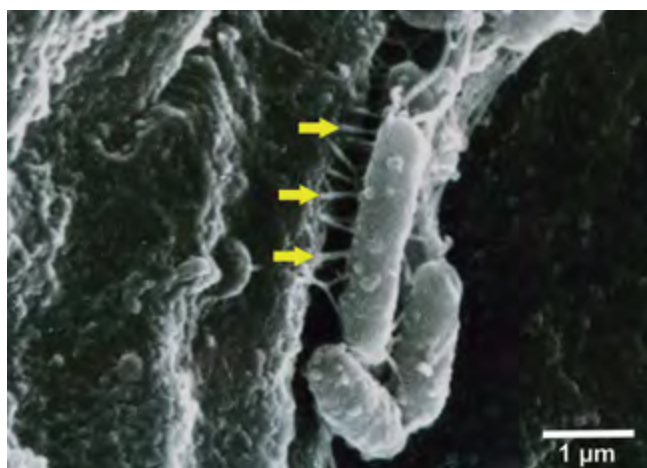


Figura 2. Bacterias adheridas por medio de fibras de exopolisacáridos (fechas amarillas) al tejido intestinal de ejemplares adultos de *Argopecten purpuratus*.

Cuando algunos *hatcheries* de *A. purpuratus* han registrado mortalidades larvales masivas producidas por bacterias capaces de formar películas bacterianas, los cultivos larvales son tratados con agentes antimicrobianos tales como florfenicol, flumequina y oxitetraciclina, pero que son poco eficientes para controlar el cuadro patológico. Esto no es raro, considerando que las infecciones bacterianas que involucran la formación de biopelículas no son susceptibles a tratamientos antibióticos.

Rojas *et al.* (2009) determinaron que las bacterias productoras de biopelículas asociadas al cultivo larval de *A. purpuratus* no sólo se adhieren a la superficie de la concha de las larvas sino también al tejido intestinal de ejemplares adultos de *A. purpuratus* (Fig. 2) y fibra de vidrio, material utilizado en la construcción de los estanques de cultivo. Por lo anterior, este tipo de bacterias permanece por períodos largos en los sistemas de cultivo, siendo habitual que afecte a más de una cohorte larval.

Otro tipo de infecciones bacterianas comunes en el cultivo larval de *A. purpuratus* en Chile son las causadas por vibrios patógenos. Los signos clínicos más importantes manifestados por las larvas de ostión son distensión, retracción o destrucción del velo, *swarm* bacteriano en el margen de la concha, células ciliares desprendidas y necrosis de los tejidos larvales (Fig. 3). Los efectos destructivos del aparato velar impiden una natación normal de la larva, así como la filtración normal del alimento microalgal, lo cual agudiza el cuadro infeccioso debido al aumento de la susceptibilidad del hospedador. Se ha determinado mediante el uso de tinción vital fluorescente que los vibrios invaden principalmente la glándula digestiva de las larvas (Fig. 4). Además estas bacterias producen compuestos extracelulares, los cuales son los principales factores de virulencia, agudizando el cuadro patológico. Dentro de estos compuestos extracelulares se incluyen citolisinas, lipasas, sideróforos, exopolisacáridos y proteasas (Zhang y Austin, 2005), algunos de los cuales afectan el movimiento ciliar y otros producen la destrucción del tejido larval. Actualmente existe una baja producción de larvas de *A.*

purpuratus debido a una disminución considerable en las exportaciones del producto y costos altos de producción, por lo cual existe una tendencia ideológica a la diversificación de especies potenciales que sean atractivas desde el punto de vista comercial. En Chile, se han cultivado experimentalmente varias especies de moluscos como macha, navajuela, loco, mitilidos y ostras, en el marco de proyectos de Investigación y Desarrollo. Todas estas especies presentan larvas planctónicas cuyo período larval en cultivo fluctúa entre los 15 a 30 días en promedio y la tecnología de cultivo de *A. purpuratus* ha servido de base para lograr los objetivos que apuntan a la producción de semillas en ambiente controlado. La calidad del agua en un cultivo larval de moluscos es de vital importancia para el éxito de este, ya que los cultivos larvales presentan infecciones bacterianas provocadas por bacterias potencialmente patógenas asociadas al cultivo (agua, microalgas, reproductores) las cuales bajo ciertas condiciones, desfavorables para las larvas cultivadas, aumentan la susceptibilidad larval y favorecen el incremento en los niveles bacterianos provocando mortalidades masivas. Las principales vías de ingresos de estos patógenos potenciales son 1) el agua utilizada en el cultivo larval, la cual es cambiada diariamente o cada 2 días, 2) el alimento microalgal proporcionado diariamente y 3) los reproductores, ya que estos al liberar los productos sexuales también eliminan parte del contenido intestinal, el cual contiene bacterias asociadas.

A esto último se debe sumar el hecho que para que se realice la fecundación los productos sexuales se dejan en estanques con agua sin aereación (o con aereación moderada) por un período de entre 48 a 72 h incrementando significativamente los niveles bacterianos, debido principalmente a las condiciones estáticas de la etapa de incubación y a la gran cantidad de material orgánico compuesto en su gran mayoría por espermatozoides que no fecundaron, ovocitos no fecundados y contenido fecal de los reproductores. Estudios realizados en reproductores de *A. purpuratus* han demostrado la presencia de bacterias en sus gónadas,

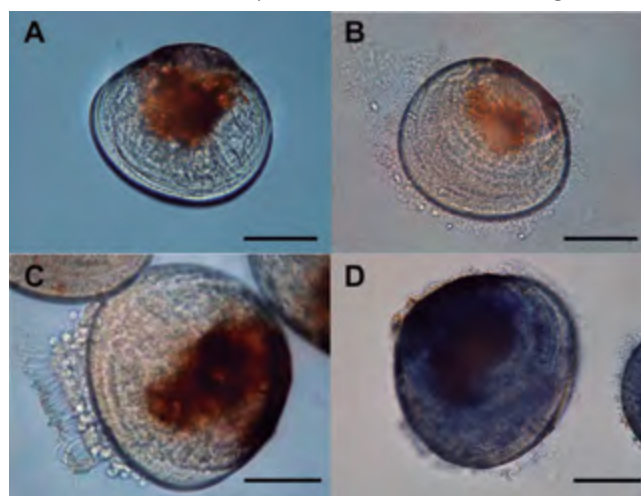


Figura 3. Signos clínicos de la actividad patógena producida por vibrios patógenos en larvas de *A. purpuratus*. (A) Larva sana, (B) *swarm* bacteriano en el margen de la concha, (C) velo distendido y (D) necrosis del tejido larval (tinción vital azul de tripano). Barras: 50 μ m.



Figura 4. Larvas de *A. purpuratus* infectadas con una cepa de *Vibrio* patogénico teñido con la tinción vital fluorescente 5-DTAF.

sean estos de cautiverio o de bancos naturales (Miranda, 1993). Riquelme *et al.* (1994) realizaron un análisis cualitativo de los diferentes estados de desarrollo de *A. purpuratus* detectando la presencia de bacterias del género *Vibrio* en los reproductores previo a la estimulación al desove, en gametos (femeninos y masculinos) y en el cultivo larval, estos autores también demostraron la presencia de bacterias adheridas a la superficie externa de los ovocitos.

Por todo lo anterior, es frecuente que ocurran mortalidades larvales masivas en los centros de cultivo si las condiciones sanitarias no son las adecuadas y los *hatcheries* no cuentan con planes de contingencia para este tipo de eventos y tampoco se conocen los mecanismos de patogenicidad de las cepas involucradas en las infecciones bacterianas lo que impide proponer medidas, procedimientos o tratamientos eficientes para evitar, controlar o tratar las infecciones bacterianas en los *hatcheries* de *A. purpuratus* y transversalmente el de otras especies de moluscos que posean un desarrollo planctónico.

En general, existe poco conocimiento de los problemas patológicos que afectan a las larvas de *A. purpuratus*, probablemente debido a la escasez de estudios sistemáticos rigurosos. Los episodios de mortalidad, que conducen a la pérdida total de la producción larval son frecuentes y por lo general el agente patógeno responsable no es identificado, a pesar que implica una pérdida económica importante para el cultivo.

Se debe considerar que los patógenos bacterianos que causan mortalidades en larvas de moluscos son en su mayoría oportunistas, los cuales son habitantes normales del medio marino y que bajo condiciones favorables o de susceptibilidad larval causan cuadros patológicos. Por lo anterior, es importante implementar estrategias adecuadas que eviten el desarrollo de este tipo de bacterias y fortalezcan la condición larval, tales como, manejo apropiado de cultivo y alimento microalgal de calidad bacteriológica y nutricional, lo cual permitirá obtener sistemas de cultivo más productivos y sustentables.

Referencias

- Brown, C. 1973. The effects of some selected bacteria on embryos and larvae of the American oyster, *Crassostrea virginica*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 21: 215-223.
- DiSalvo, L.H, J. Blecka and R. Zebal. 1978. *Vibrio anguillarum* and larval mortality in a California coastal shellfish hatchery. *Applied and Environmental Microbiology*. 35: 219-221.
- Elston, R.A. 1984. Prevention and management of infectious diseases in intensive mollusk husbandry. *Journal of the World Mariculture Society*. 15: 284-300.
- Elston, R.A., H. Hasegawa, K.L. Humphrey, I.K. Polyak and C.C. Häse. 2008. Re-emergence of *Vibrio tubiashii* in bivalve shellfish aquaculture: severity, environmental drivers, geographic extent and management. *Diseases of Aquatic Organisms*. 82: 119-134.
- Garland, C.D., G.V. Nash, C.E. Sumner and A.M. McMeekin. 1983. Bacterial pathogens of oyster larvae (*Crassostrea gigas*) in a Tasmanian hatchery. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 34: 483-487.
- Jeffries, V.E. 1982. Three *Vibrio* strains pathogenic to larvae of *Crassostrea virginica* and *Ostrea edulis*. *Aquaculture*. 29: 201-226.
- Lodeiros, C., L. Freitas and A. Vélez. 1992. Necrosis bacilar en larvas de bivalve *Euvola ziczac* (Linneo, 1758) causada por una *Pseudomonas* sp. *Acta Científica Venezolana*. 43: 154-158.
- Lucas, A. 1980. Problème de génétique, d'écophysiologie et de pathologie dans les éclosiers de bivalves. *Océanic*. 5:1-23.
- Miranda, C. 1993. Contenido bacteriano en *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) provenientes de "hatchery" y ambiente natural. *Proceedings IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar*. 30 Sept.-4 Oct., Coquimbo, Chile. Serie Ocasional. 2:117-123.
- Prieur, D., G. Mével, J.L. Nicolas, A. Plusquellec and M. Vigneulle. 1990. Interactions between bivalve mollusks and bacteria in the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 28: 277-352.
- Riquelme, C., P. Chávez, Y. Morales and G. Hayashida. 1994. Evidence for parental bacterial transfer to larvae in *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *Biological Research* 27:129-134.
- Riquelme, C., A. Toranzo, J. Barja, N. Vergara and R. Araya. 1996. Association of *Aeromonas hydrophila* and *Vibrio alginolyticus* with larval mortalities of scallop (*Argopecten purpuratus*). *Journal of Invertebrate Pathology*. 67: 213-218.
- Rojas, R., C.D. Miranda and A.M. Amaro. 2009. Pathogenicity of a highly exopolysaccharide-producing *Halomonas* strain causing epizootics in larval cultures of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *Microbial Ecology*. 57: 129-139.
- Sugumar, G., T. Nakai, Y. Hirata, D. Matsubara and K. Muroga. 1998. *Vibrio splendidus* biovar II as the causative agent of bacillary necrosis of Japanese oyster *Crassostrea gigas* larvae. *Diseases of Aquatic Organisms*. 33: 111-118.
- Zhang, X.H. and B. Austin. 2005. Haemolysins in *Vibrio* species. *Journal of Applied Microbiology*. 98: 1011-1019. [VD](#)

Soda Montt

Naturalmente Diferente

Agua purificada sin gas 12 y 20 lts.
Máquinas dispensadoras frío, calor
Dosificadores hogar-oficina
Agua Soda, 1.500 cc.



Agua fresca y pura, envasada en el sur, para el sur.
Rapidez y flexibilidad de servicio.
Empresa local con 13 años de experiencia.
Distribución en X, XI y XIV regiones.

Fono: (65)2256496
www.sodamontt.cl



TANKTAINERS

Tecnología al servicio de la Industria Salmonera



“Innovación en el transporte de cosecha de Salmones”

En un afán por seguir aportando soluciones logísticas eficientes y manteniendo siempre como impronta, el enfoque en la calidad de los procesos, SAAM S.A. ha implementado un innovador servicio de transporte de cosecha de salmones, conciente de las problemáticas existentes en los medios tradicionales.

Se trata de los Tanktainers, tecnología que llega para sustituir los tradicionales bins de almacenamiento y transporte de salmones, por estos contenedores tipo estanque de mayor capacidad, a utilizar en el transporte de la cosecha, ya sea desde los mismos centros de cultivo, así como también desde los centros de acopio de las plantas primarias, los cuales albergan peces vivos transportados en wellboats y que luego se trasladan a las plantas de proceso para su posterior manipulación.

Los Tanktainers en detalle, son estructuras estándar certificadas de contenedores de 20 pies, que incluyen estanques de acero inoxidable, con aislación térmica y cobertura de aluminio o Fibra.

Cuentan con una capacidad de entre 21 y 25 metros cúbicos, lo que permite optimizar el tiempo y los recursos necesarios en el proceso de transporte de salmones, junto con asegurar la calidad del salmón, debido a que evita su excesiva manipulación y mantiene las condiciones ideales del producto para su destino final.

El Tanktainer además incluye una tecnología particular que consiste en un sistema de descarga por presión de aire, que garantiza la extracción total del producto permitiendo programar los ciclos de descarga, optimizando así el proceso y asegurando una nula manipulación del producto en todos los eslabones de la cadena logística, desde el punto de origen de la cosecha, hasta el comienzo de la línea de producción en la planta.

Los beneficios y/o ventajas de esta tecnología por sobre las tradicionales, suman y siguen debido entre otras cosas, a que existen importantes ahorros en términos de costos operacionales, como por ejemplo la no utilización de zunchos, bolsas, sellos, la optimización y disminución de los espacios y tiempo requerido, sumado a que las operaciones de carga y descarga no precisan de grúas horquillas, así como tampoco ningún otro tipo de maquinaria, puesto que utilizan un sistema de carga/descarga de bombeo automático o semiautomático (dependiendo de la operación). Al respecto, en las faenas de descarga del producto en planta, la operación puede ser realizada por una sola persona, al contrario de los bins, en donde se utilizan mínimo 3 operarios.

Todos estos aumentos de eficiencia repercuten en el alto atractivo en términos financieros y operativos que representa esta nueva tecnología, puesto que según análisis operacionales, se logran ahorros importantes solo por concepto de disminución en la cantidad de insumos de operación.

Otro beneficio importante viene de la mano del control sanitario, mientras los bins comienzan a evidenciar un deterioro progresivo cada vez que son utilizados, exhibiendo ralladuras, hendiduras y cortes, los cuales representan riesgos de alojamiento de bacterias, los Tanktainers al ser estructuras completamente herméticas con una superficie de acero inoxidable, pueden ser limpiados una y otra vez sin ningún riesgo sanitario. Asociado a este mismo punto, la vida útil de los bins en condiciones sanitarias óptimas, no alcanza los 2 años, mientras que los Tanktainers están en condiciones operativas por al menos 10 años.

En cuanto a los ahorros en espacio, un solo tanktainer tiene la capacidad para almacenar la carga equivalente a 26 bins, hecho que a la vez facilita la gestión del almacenaje y la contabilización del produc-



to. Al ser los Tanktainers estructuras herméticas, aseguran también la inviolabilidad del contenedor, con lo que se eliminan en un 100% las pérdidas por robo o apertura no intencional.

Quizás uno de los elementos más destacados de esta modalidad de transporte, tiene que ver con la directa relación que existe entre el transporte de producto en Tanktainer y la calidad del producto final.

La capacidad térmica del Tanktainer, permite mantener la carga a una temperatura de -1°C por 24 horas situación evidentemente diferente de los bins, en donde las temperaturas llegan a los 1°C y 2°C . Junto a esto, al producirse el llenado del estanque con el salmón, estos últimos no sufren daños por aplastamiento. En tanto, en los procesos de carga y descarga, al no ser manipulados los ejemplares, se reduce notablemente la erosión del producto, disminuyendo entre otras cosas, el porcentaje de descamación.

La diferencia de calidad en el salmón que recibe la planta de procesos, entre el Tanktainer y los métodos tradicionales de transporte, es en definitiva una importante variable a considerar, a la hora de analizar el valor que logrará alcanzar ese producto final. La mayoría de las plantas que utilizan bins, operan con un sistema volteador, sumado a bandas transportadoras, proceso que genera deterioro en los ejemplares, cosa que no ocurre en el caso de los Tanktainers. Todas estas diferencias de calidad son más evidentes en el caso de las calidades superiores y/o Premium de salmón, demostrando resultados excelentes en el transporte de Coho, Salar y Trucha.

Es así como SAAM S.A. se convierte en la primera compañía relacionada a la industria del transporte y almacenaje de productos marinos, que implementa esta tecnología, desarrollada en Chile en conjunto con ASENAV, aportando así a la evolución operacional y desarrollo productivo de la industria regional, poniendo a su disposición actualmente una treintena de Tanktainers.

Leonardo Palomo

Agente SAAM Puerto Montt

CONTACTO SAAM TANKTAINER, Servicio de Cosecha.

Teléfono +56 65 2324500 Celular +56 9 89012856

Correo electrónico criosa@saamsa.com – lpalomob@saamsa.com



• TRANSPORTE



• CONTROL DE STOCK Y MANEJO DE INVENTARIOS
• CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE CARGA



• LOGÍSTICA DE COSECHA EN TANKTAINERS



• ALMACENAJE EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS Y CONTENEDORES REEFER



• VENTA Y ARRIENDO DE MÓDULOS

Servicios Logísticos Integrales

En Puerto Montt, Chacabuco y Punta Arenas, damos servicio a la carga congelada, graneles y todo tipo de carga en general.

Sistema integrado que permite medir la trazabilidad completa del servicio.



www.saam.cl • servicioalcliente@saamsa.com • 600 600 7226



saam®
DONDE NOS NECESITE

A la engorda del DORADO o Palometa o Vidriola o Fortuno o Perico o YELLOWTAIL KINGFISH EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

Vilaxa Olcay¹; R. Ávila Palape¹; M. Pizarro Álvarez¹; J. Oliva López² y R. Karmelic Pavlov³

¹Centro de estudios Marinos y Limnológicos (CEMYL) Universidad de Tarapacá, Arica-Chile

²Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) ex INPESNOR; ³CORPESCA S.A.
 avilaxa@uta.cl; ravilap@uta.cl; mapizarro@uta.cl; joliva@inpesnor.cl; rkarmelic@corpescas.cl

Antecedentes

El Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), solicitó a INNOVA CHILE de CORFO y a FONDEF de CONICYT, el diseño e implementación de un programa orientado a la diversificación de la acuicultura chilena (PDACH), cuyo objetivo es: contribuir al desarrollo de nuevas industrias basadas en cultivos y comercialización de especies marinas de alto potencial exportador. En este contexto, el PDACH priorizó las especies nativas: **dorado** (*Seriola lalandi*) y corvina (*Cilus gilberti*) en la zona norte de Chile; merluza austral (*Merluccius australis*) y bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en la zona sur de Chile.

Seriola lalandi, conocida comúnmente como **DORADO** en el norte del país; **PALOMETA** en la zona centro norte; **VIDRIOLA** en Juan Fernández; **FORTUNO** o **PERICO** en Perú y **YELLOWTAIL KINGFISH** en los mercados internacionales, es un pez nativo altamente valorado por el mercado nacional e internacional, con rutas comerciales identificadas y una alta demanda insatisfecha que se acentúa con la estacionalidad extractiva de la especie.

La Universidad de Tarapacá junto al Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) ex INPESNOR, en virtud de un convenio amplio de investigación, sumado a la colaboración de CORPES-

CA y apoyo de INNOVA CHILE de CORFO, comenzaron a desarrollar, a inicios del 2013, un proyecto de innovación y desarrollo tecnológico inédito en Arica: **"Desarrollo de una unidad piloto de I+D como solución tecnológica para la engorda de dorado (*Seriola lalandi*) en la Región de Arica y Parinacota, herramienta de decisión para incentivar la inversión industrial"**.

El proceso productivo de *Seriola lalandi* incluye el acondicionamiento de reproductores, la obtención de alevines, el cuidado de los juveniles, la fase de engorda, la generación de productos derivados, su transporte y comercialización en el mercado nacional e internacional.

En este escenario, la principal brecha tecnológica que evidenció el análisis del estado del arte, se relacionó con la necesidad de consolidar el proceso productivo en su **fase de engorda**, por lo cual era necesario precisar aspectos destinados a:

1) Disminuir el riesgo tecnológico: en Chile, durante los últimos años la tecnología de cultivo de dorado se había centrado en el acondicionamiento de reproductores con el objetivo de producir larvas y juveniles, con un escaso desarrollo de las tecnologías de engorda, existiendo información insuficiente sobre el know-how para criar el recurso, tanto en mar como en tierra, lo que no permitía realizar una proyección confiable del negocio, provocando incertidumbre para la inversión.



DESARROLLO DE UNA UNIDAD PILOTO DE I+D COMO SOLUCIÓN TECNOLÓGICA
 PARA LA ENGORDA DE SERIOLA LALANDI EN ARICA
 HERRAMIENTA DE DECISIÓN PARA INCENTIVAR LA INVERSIÓN INDUSTRIAL

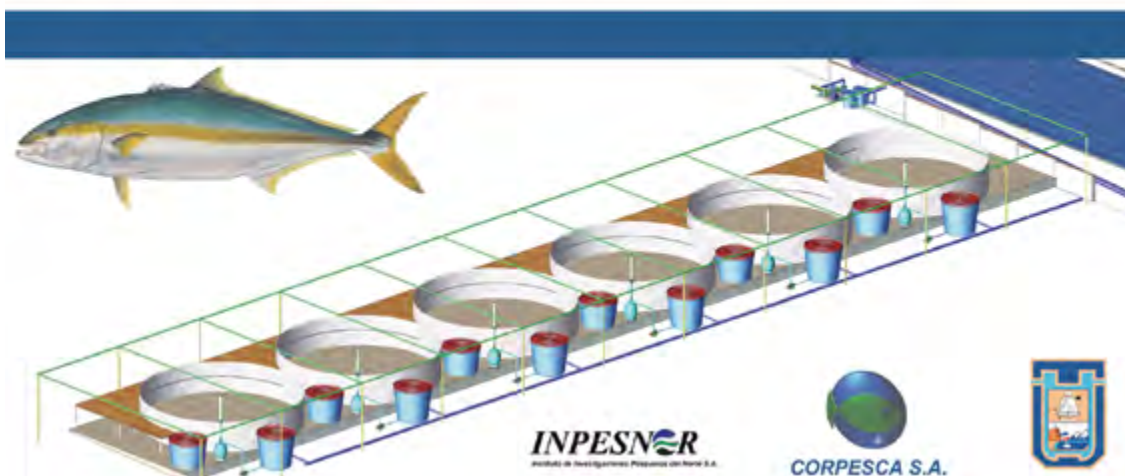


Figura 1. Información del proyecto de dorado, la cual se encuentra publicada a la entrada de la Unidad Piloto de Engorda ubicada en la empresa Corpesca-Arica XV Región.

2) Precisar parámetros de cultivo para la toma de decisión:

lo que significa abordar temas no resueltos, relacionados con el control de variables productivas para el incremento de las tasas de crecimiento específico del pez en cautiverio (SGR), conversión de alimento (FCR), reducción de mortalidad, protocolización de estrategias de cultivo, entre otros.

3) Enfocar los esfuerzos técnicos y financieros: a los aspectos tecnológicos del proceso productivo en su fase de engorda (densidad, temperatura, alimento) y de mercado (producto, cliente, vías de comercialización) que permita a través de I+D generar una solución tecnológica para resolver el desafío de engordar *Seriola lalandi* en Chile.

4) Generar Valor a través de I+D (valor = conocimiento tecnológico + especie de alto poder exportador).

Desafíos

Considerando lo anterior, se ejecuta en Arica, una iniciativa orientada al desarrollo de una actividad económica, sustentable, articulada en torno a la producción de *Seriola lalandi* (especie priorizada para potenciar en Chile la diversificación de la acuicultura), aprovechando la participación alineada de instituciones relevantes de la Región de Arica y Parinacota. Universidad de Tarapacá (sector científico-académico), CIAM ex INPESNOR (centro de investigación aplicada sector industrial), con apoyo empresarial (CORPESCA) y gubernamental (CORFO), sumado al alto interés que la región tiene en el desarrollo de la acuicultura, generándose en esta asociatividad un círculo virtuoso de colaboración.

El desafío propuesto, es obtener una solución tecnológica de bajo costo basada en I+D que optimice parámetros de cultivo para la engorda de *Seriola lalandi* conducente a un encadenamiento científico productivo de todo el proceso con miras al desarrollo de nuevos negocios orientados a las necesidades del mercado. De esta forma, se busca generar el know-how para la implementación y adaptación de sistemas acuícolas de recirculación de bajo costo desarrollados y adaptados a las condiciones climáticas-oceanográficas de Arica como solución tecnológica para la engorda de *Seriola lalandi*, abordando la oportunidad de nuevos negocios orientados a potenciar las condiciones de generación de valor a través de la inversión, con la participación de pescadores artesanales, emprendedores y otros actores sociales del sector pesquero-acuícola regional.

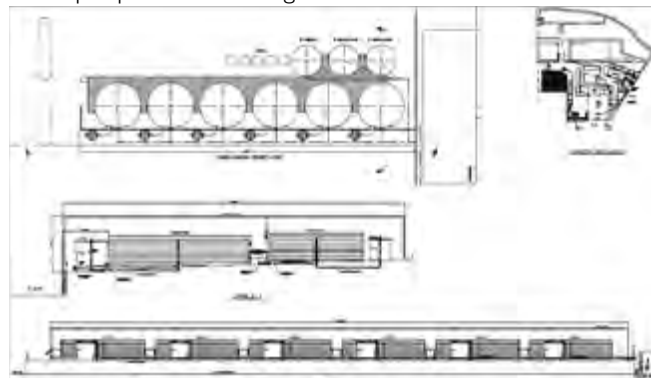


Figura 2. Planos utilizados en la construcción de la Unidad Piloto de Engorada de dorado, cada uno de los estanques de cultivo, con su respectivo sistema acuícola de recirculación.

Logros y avances tecnológicos de la iniciativa

A la fecha y con un 60% de ejecución (el proyecto se inició en enero de 2013 y finaliza en abril 2015) se han logrado los siguientes avances tecnológicos relevantes:

1. Diseño y construcción de módulos de cultivo con sistema SAR de bajo costo.

A través de la conformación de un equipo multidisciplinario formado por profesionales y técnicos asociados a la industria pesquera y científicos vinculados al quehacer universitario, se desplegó un aprendizaje mutuo, que dio como resultado el diseño, funcionalidad y definición de materiales para la construcción de módulos de cultivo con sistema de acuicultura en recirculación (SAR) de bajo costo. Resultados preliminares estiman su valor un 70% más bajo que el valor de mercado para una unidad productiva similar. Es importante señalar que, esta unidad es la única experiencia a nivel piloto para la fase de engorda del proceso productivo de *S. lalandi* en Chile.

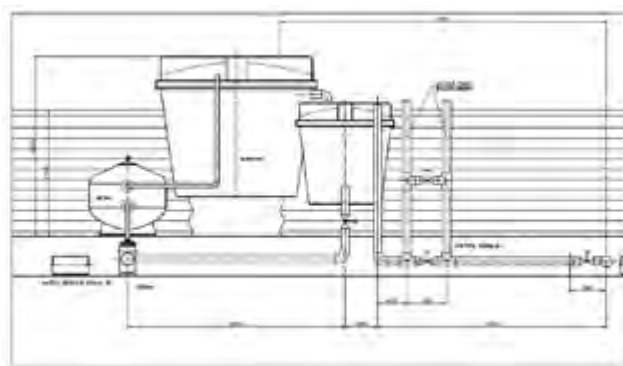


Figura 3. Diseño del sistema de recirculación acuícola, utilizado en cada uno de los módulos de cultivo.



Foto 1. Módulos de 90 m³ utilizados para el acopio de los juveniles y proceso de engorda de dorado, en dependencias de CORPESCA ubicadas en Arica.

2. Transporte de alevines a bajo costo

Un hito dentro del proyecto, fue cumplir exitosamente con el traslado de especímenes vivos desde centros proveedores alejados de Arica. Esto significó efectuar viajes largos, con una duración de más de 30 horas, por una carretera que se aleja de la costa, lo que dificulta el re-cambio del agua en caso de imprevistos. En esta actividad se evaluó técnicas de transporte del material biológico vivo en dos etapas de su ciclo de desarrollo (postlarvas

y juveniles); antecedentes relevantes para la evaluación económica del proyecto y su escalamiento industrial. Referencias preliminares indicaban que: i) los costos de transporte, ítem a evaluar en el presente proyecto, estaban directamente relacionados con la distancia del proveedor al lugar de engorda (todos los hatchery que pueden abastecer del insumo (alevín de dorado) están a más de 700 km de distancia de Arica); ii) la necesidad de evaluar la sobrevivencia de los animales durante el transporte (los peces requieren llegar vivos, en buenas condiciones sanitarias y de salud al centro de engorda). Resulta significativo desarrollar el conocimiento tecnológico que permita ejecutar esta operación con el menor riesgo posible, para lo cual se desarrollaron protocolos específicos para el traslado de ejemplares vivos de *Seriola lalandi* en dos estados de desarrollo, de modo de evaluar los requerimientos biológicos y costos asociados.



Foto 2. Alevines de *Seriola lalandi* dispuestos en balsa-cunas luego de ser transportados desde Tongoy hacia Arica. Porcentaje de supervivencia en las campañas de traslado sobre un 95%.

3. Acondicionamiento y crecimiento de los alevines a los sistemas propuestos

A la fecha los ejemplares en acondicionamiento han presentado un crecimiento significativo en comparación a experiencias realizadas en otras regiones del país. Los sistemas SAR desarrollados han permitido mantener temperaturas cercanas a los 20°C, lo que entrega ventajas comparativas a la región para completar el ciclo productivo.

Proyecciones

Una iniciativa de estas características permite soñar en grande, donde los sistemas propuestos son una alternativa real para completar la línea de producción, con un escalamiento industrial del Dorado o Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) y aplicabilidad de estos sistemas al desarrollo acuícola regional. Se podría apoyar a pescadores artesanales, emprendedores o pequeños y medianos empresarios para formar centros de cultivos en SAR en la zona norte de Chile, como una propuesta de desarrollo equitativo y sustentable donde estos actores jueguen un papel importante en el modelo productivo, ya sea como proveedores a la industria de productos para exportación, a mercados con altos estándares de calidad, o bien proporcionando productos acuícola-pesqueros de alta calidad para el consumo humano directo regional y nacional.



Foto 3. La iniciativa ha despertado el interés de autoridades regionales y nacionales. Visita del Ministro de Economía a la Unidad Piloto de Engorda en Arica, XV Región.

La iniciativa ha despertado el interés de autoridades regionales y nacionales, en este ámbito el centro recibió la visita del Ministro de Economía **Felipe Céspedes**, el que recorrió la Unidad Piloto de Engorda ubicada en dependencias de Corpesca Arica. “Estoy convencido que podemos potenciar aún más nuestras fortalezas en innovación, sustentabilidad y diversificación. Dar un nuevo salto en los campos donde ya hemos avanzado y convertirnos en un referente de la actividad pesquera en Chile y en la región”, manifestó el Gerente General de Corpesca S.A. **Arturo Natho**.

Desarrollo e Implementación de las Tecnologías de Captura, Acondicionamiento y Reproducción en Cautiverio de Bonito (*Sarda chiliensis*)

Vilaxa Olcay; R. Ávila Palape y M. Pizarro Álvarez

Centro de Estudios Marinos y Limnológicos (CEMYL) Universidad de Tarapacá, Arica-Chile.

avilaxa@uta.cl; ravilap@uta.cl; mapizarro@uta.cl

Generalidades

La Universidad de Tarapacá en conjunto con la Universidad Católica del Norte, iniciaron en febrero de 2009 un proyecto FONDEF que tenía como objetivo desarrollar e implementar las tecnologías de acondicionamiento y reproducción de los peces pelágicos: Bonito (*Sarda chiliensis*) y Dorado (*Seriola lalandi*). La iniciativa buscó, a partir de la captura de ejemplares silves

tres: i) conformar un stock de reproductores, ii) obtener desoves exitosos y iii) desarrollar las tecnologías bases experimentales para el cultivo larval de ambas especies. En este contexto, la Universidad de Tarapacá fue la encargada de llevar a cabo las investigaciones y actividades referentes a Bonito (*Sarda chiliensis*) las que se ejecutaron en la región de Arica y Parinacota.

Captura

A partir de la captura de animales silvestres del medio natural, se conformó un plantel de reproductores, los cuales fueron acondicionados en cautiverio en un sistema de recirculación acuícola (SAR). Las primeras campañas de captura, temporada 2009-2010, se ejecutaron en el sector de Playa Chanavayita (al sur de Iquique, I Región), obteniéndose 70 ejemplares con un peso promedio de 1,2 kilos y una longitud promedio de 45,4 cm. La mortalidad fue de un 100%, en los primeros 15 días de post-captura. Las causas fueron atribuidas a: i) manejo inapropiado por inexperiencia para esta especie (primera vez que se capturaba el bonito en Chile para cultivo, y no existían antecedentes sobre artes de pesca y traslado de individuos vivos) y ii) estanques de mantención pequeños (1 m³).

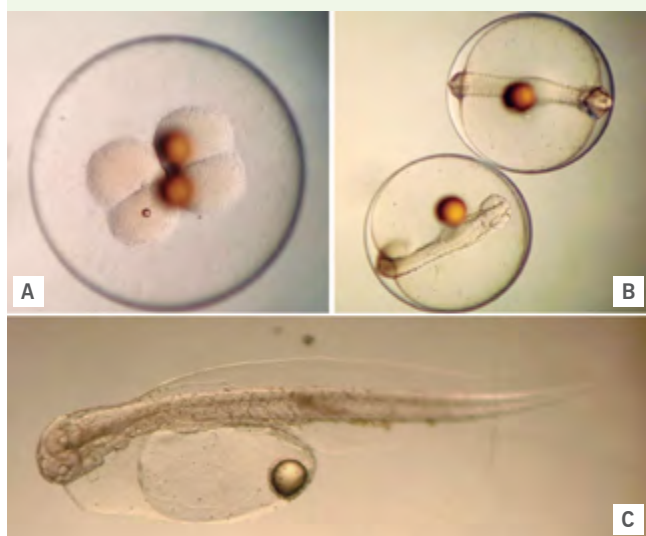
Solucionado lo anterior y dada la experiencia adquirida, en las capturas posteriores (temporada 2011-2012), se registró menos mortalidades asociadas al proceso. La conformación del plantel definitivo, con potencial reproductor, se logró en enero de 2012 (22 ejemplares). A partir de esa fecha, se inicia una serie de acciones y actividades de acondicionamiento orientadas a lograr que los individuos en cautiverio desoven. Los organismos que conformaron el plantel reproductor fueron capturados en la localidad de Pisagua, realizándose 17 capturas, de las cuales 11 fueron exitosas (con peces vivos). El promedio de captura de estas campañas fue de 4 “bonitos” por salida y el

porcentaje de sobrevivencia fue de un 52% análogo a lo citado por Ortega (2007) para bonito del atlántico (*Sarda sarda*).

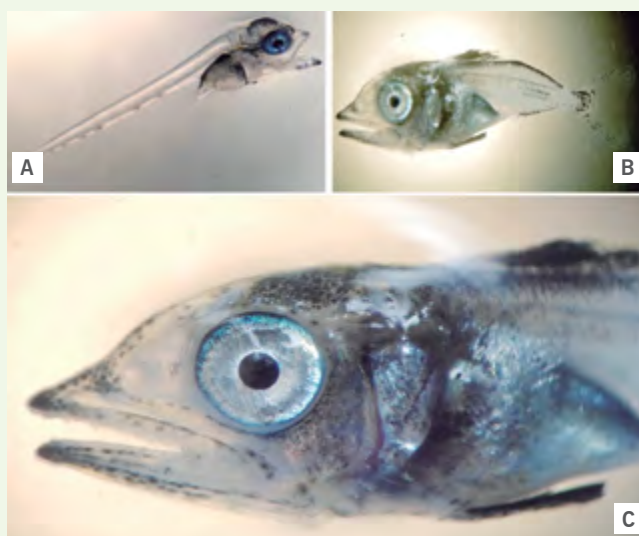
Acondicionamiento

Los individuos capturados fueron mantenidos inicialmente en un estanque circular de 60.000 litros, a una densidad inicial de 0,4 k/m³, con peso promedio de 1,1 k. Los peces fueron alimentados a saciedad una vez al día con pellet Biomar para engorda (en calibres 9, 12 y 16 mm) en una primera etapa de alimentación y luego, en una segunda etapa con pellet para reproductores del mismo proveedor (con el objetivo de acondicionarlos como reproductores, conformar el stock de reproducción y obtener larvas). Como parte de este acondicionamiento se mantuvieron en un sistema de recirculación acuícola (SAR) que permitió reutilizar el agua de crianza y conservar una temperatura de cultivo entre 17 y 22°C. Los animales lograron su maduración sexual y se produjeron desoves diarios (espontáneos) durante los meses de enero y febrero de 2013 produciendo una cantidad de 900.000 huevos, de los cuales el 60% resultaron fertilizados. Se realizó técnica de manejo e incubación de huevos en estanque de 70 litros con circuito abierto y temperatura de 20°C, lográndose después de 36 horas de incubación un porcentaje de eclosión del 20%. Se aplicó técnica de cultivo larval estándar definida para peces marinos modificada para bonito (basada en experiencia del equipo técnico), lográndose a los 54 días de cultivo post-larvas de 0,2 g de peso y una supervivencia final en un rango de 0,5 y 1%.

Huevo y Estados Larvales de Bonito (*Sarda Chiliensis*)



A: muestra la división de los blastómeros (4 células), las cuales son simétricas en los primeros 25 minutos post fecundación, además se observa las gotas oleosas desplazadas dentro del huevo. En **B** se observa el proceso de neurulación con un engrosamiento dorso ventral y un desarrollo de la región cefálica, los somitos se ven bastante marcados. En **C** se observa una larva vitelínica con una aleta única que se extiende desde la región cefálica hacia la parte posterior, la boca no es funcional y se encuentra cerrada, el saco vitelino abarca dos tercios de la longitud total de la larva.



En **A** se observa el estado larval de *Sarda chiliensis* la cual es pigmentada, en la corona de la cabeza abundan melanóforos estrellados que a la altura media del ojo forman una línea horizontal notoria, el rostro se presenta aguzado y con dientes, la pigmentación del abdomen es notoria y la gota oleosa está completamente absorbida. **B** y **C** corresponde a un ejemplar pre juvenil en donde se observa la aparición de escamas dándole un brillo plateado, las aletas dorsales, ventrales y pectorales se observan pigmentadas, la cabeza es bastante grande al compararla con el cuerpo y se destaca el gran desarrollo de ojos y boca, lo que está directamente relacionado con su conducta alimenticia.

KAUFMANN
PowerSystems

GRUPOS ELECTRÓGENOS Y MOTORES MARINOS

EL IMPULSO QUE LA INDUSTRIA PESQUERA ESTABA ESPERANDO.

- Grupos de 10 a 1100 KVA de potencia de stock (consultar otras potencias).
- Grupos con y sin cabina insonorizada.
- Sistema de sincronismo y paralelismo opcional.
- Proyectos a medida del cliente.
- Motores Marinos de 100 a 500 HP.



Servicio



Repuestos
Amplio stock



Cobertura
36 sucursales
en todo Chile



Confiability
Productos hechos
a tu medida



Menor costo operacional
Crédito directo



KAUFMANN



Contacto: (+56 2) 2927 3656
powersystems@kaufmann.cl

www.kaufmann.cl  



- **Frigorífico**
- **Bodegas de Carga Seca**
- **Transporte de Carga Congelada**
- **Soluciones Modulares**

Santiago:
 Jorge Alessandri Rodríguez 10700 - Barrio Industrial
 Lo Chena - Tel.: (+56 2) 2 5402100 - Fax: (+56 2) 2 8541131

Puerto Montt:
 Av. Trapén S/N - Fono: +56 65 2439300

Transformando conocimiento en SOLUCIONES BIOTECNOLÓGICAS PARA LA ACUICULTURA



Jaime Romero

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



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 convertir este conocimiento en soluciones biotecnológicas con fuerte impacto. A continuación se resumen algunas de las más recientes contribuciones del grupo.

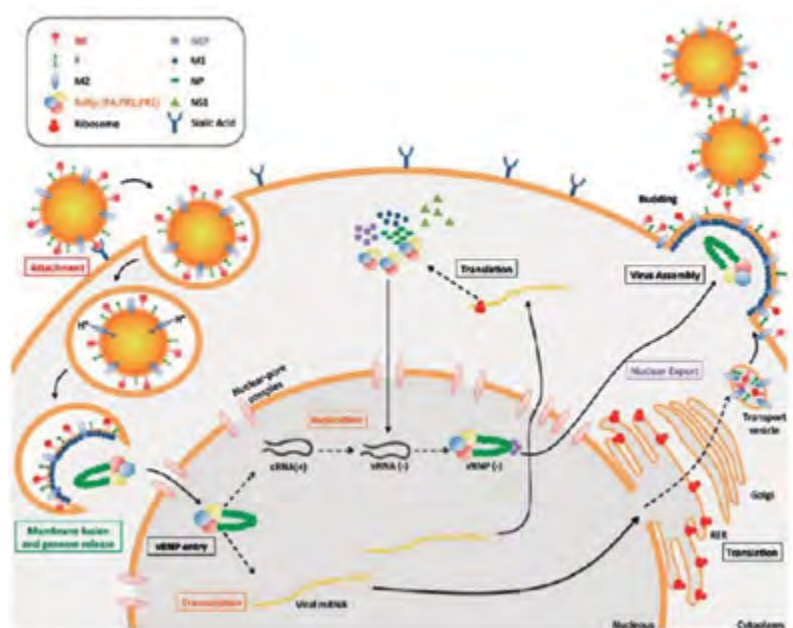
Antivirales de base genómica para control de ISAv

Recientes publicaciones científicas señalan a RNAi como una estrategia terapéutica para el control de enfermedades en acuicultura. Incluso estos avances han generado masa crítica para una revisión publicada en una de las revistas de mayor impacto en el subject Fishries de ISI Web of Knowledge y corresponde a Fish and Shellfish Immunology de los autores Lima y cols. (2013) 34:729-743. Publicaciones más recientes continúan apoyando el uso de estrategias de RNAi en acuicultura tanto contra virus como contra otras enfermedades. Por ejemplo, la inhibición de la replicación viral del RSIV (Red Sea bream Iridovirus), un vi-

rus marino patógeno, se ha reportado en líneas celulares de pez usando RNAi para una proteína de superficie (Dang et al., 2008a). Más recientemente se han reportado casos exitosos en el tratamiento de virus que afectan carpas. Uno de ellos es el desarrollo de la base de control contra el virus de "viremia de primavera" (Spring viremia) y el otro corresponde a un control en base a RNAi del virus herpes-3 (Gotesman y cols 2014 a y b).

La estrategia de los antivirales secuencia-específicos basados en RNAi es una aproximación muy certera en el caso de ISAv, cuyo genoma de hebra simple negativa debe transformarse en mensajeros (mRNA) que son justamente los blancos para el bloqueo dirigido y la degradación por la maquinaria celular presente en el citoplasma. Los antivirales desarrollados son bloqueadores que consisten en secuencias de RNA doble hebra que pueden ser procesados por endonucleasas intracelulares llamadas Dicer para luego ser unidos por el complejo enzimático RISC, que de esta forma, es capaz de reconocer y destruir las secuencias de RNA virales complementarias, afectando el ciclo viral y la generación de progenie.

Figura 1. El ciclo viral de ISAv, las funciones y el destino intracelular de sus genes se han deducido a partir de la información disponible del virus de la influenza. Se ha sugerido que primero se produce la interacción con la proteína hemaglutinina (HE), que reconoce un receptor celular que contiene ácido 4-O-acetil-sialico (Attachment). Posteriormente, la partícula entra en la célula en vesículas que se fusionan con los endosomas, donde el medio se torna ácido y permite la fusión entre el endosoma y las membranas virales mediada por la proteína F, liberando el genoma viral (Membrane fusion/genome release). Las ribonucleoproteínas virales viajan hacia el núcleo, donde comienza la transcripción viral. Los ARNm virales producidos en el núcleo deben trasladarse al citoplasma para ser traducidos. El ARNm que codifican HE, F y posiblemente M2 son traducidos por ribosomas asociados con el retículo endoplasmático y pasan a través de la vía secretora de Golgi. El ARNm que codifica NP y, posiblemente, los que codifican PB1, PB2, PA, proteína no estructural 1 (NS1), proteína de exportación nuclear (NEP) y M1 son traducidos por ribosomas libres. Estas proteínas vuelven al núcleo, que permiten el inicio de la replicación viral, y posteriormente, la formación de nuevas ribonucleoproteínas (Replication). El ensamblaje de las partículas virales maduras se consigue en la membrana celular lugar donde migran las glicoproteínas (HE y F) y también las proteínas M2; estos serán los receptores del resto de la partícula viral (Assembly). Por último, se produce el proceso de "budding", liberando los nuevos virus. Esquema desde García y cols 2013.



Para el diseño de estos RNAi se utilizó la información genómica de variantes del virus ISA. El diseño se dirigió a las zonas conservadas de genes esenciales como la Hemaglutinina (HE) y la proteína de fusión (FP). Debe considerarse que el sistema de RNAi de interferencia en las células, se basa en trozos cortos de cerca de 20 nucleótidos, por lo que se requiere solo una veintena de nucleótidos conservados en los genomas de ISAv para diseñar un antiviral RNAi efectivo.

Esta estrategia se plantea como una poderosa alternativa debido a su potencial para flanquear el virus en forma multi-target, a diferencia de los antivirales o vacunas que están dirigidos a moléculas o antígenos específicos. Además, esta metodología permite usar a las bacterias como una fábrica de antivirales RNAi y por lo tanto, se puede obtener a muy bajo costo, grandes cantidades de antivirales (RNAi) dentro de cada célula bacteriana. Estas células bacterianas tras un procesamiento que implica su total inactivación, son capaces de actuar como vehículos y entregar su carga de antivirales a las células de los peces, tal como se aprecia en la Figura 2.

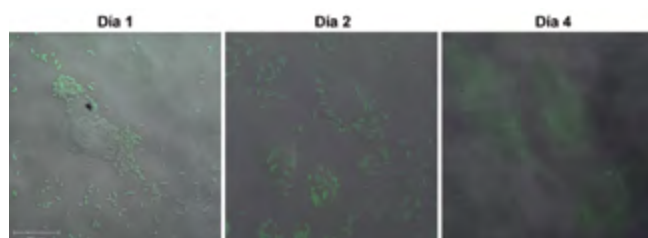


Figura 2. Bacterias que actúan como fábrica de antivirales también pueden convertirse en vehículo y entregar su cargamento dentro de la célula blanco. Se observa que tras una primera interacción (Día 1), las bacterias son capaces de ubicarse dentro de la célula (Día2) y posteriormente, su contenido se dispersa dentro de la célula (Día 4). Bacterias marcadas con proteína fluorescente verde (GFP)

Para implementar esta solución el grupo de Biotecnología lleva ya años trabajando con la tecnología de RNAi buscando innovaciones y aplicaciones en el ámbito acuícola. Este grupo ha desarrollado una estrategia de RNAi contra ISAv, logrando reducir la expresión de genes blanco y en consecuencia y más importante, la carga viral, resultados por los cuales se ha hecho una solicitud de patente.

Los aspectos claves de la tecnología RNAi con que se cuenta son:

- Reducción de la expresión del gen blanco o target, se produce en forma específica y puede llegar al 90%.
- Reducción de la proteína blanco o target, lo cual se ha verificado usando anticuerpos contra a proteína blanco (western blot), lográndose 50% de reducción.
- Efecto contra el patógeno. En el caso de ISAv las reducciones en expresión y síntesis de proteína, se reflejaron en una reducción del 70% de la carga viral.

El éxito de la estrategia de tratamiento basado en RNAi se encuentra validado, ya que utiliza un mecanismo ampliamente distribuido en los seres vivos eucariontes, desde plantas hasta seres humanos, incluyendo los peces, como lo muestra Obbard y cols 2009.

Estos autores muestran la presencia de los genes implicados en el mecanismo de silenciamiento de genes por RNAi, en una amplia gama de eucariontes vertebrados e invertebrados, incluyendo mamíferos, peces, y también pulgas, piojos, mariposas y anélidos entre otros.

Referencias

Dang, L. T., Kondo, H., Aoki, T., & Hirono, I. (2008). Engineered virus-encoded pre-microRNA (pre-miRNA) induces sequence-specific antiviral response in addition to nonspecific immunity in a fish cell line: convergence of RNAi-related pathways and IFN-related pathways in antiviral response. *Antiviral Research*, 80(3), 316–23. doi:10.1016/j.antiviral.2008.07.005

García, K. A. Díaz, A. Navarrete, G. Higuera, E. Guíñez and J. Romero. New strategies for control, prevention and treatment of ISA virus in aquaculture. In: Méndez-Vilas A., editor. *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education*. Badajoz, España:Formatex Research Center; 2013 Microbiology Series;4, Vol. 1:587-597. ISBN: 978-84-939843-9-7.

Gotesman, M., Soliman, H., Besch, R., & El-Matbouli, M. (2014)a. Inhibition of spring viraemia of carp virus replication in an Epithelioma papulosum cyprini cell line by RNAi. *Journal of Fish Diseases*, (L). doi:10.1111/jfd.12227

Gotesman, M., Soliman, H., Besch, R., & El-Matbouli, M. (2014)b. In vitro inhibition of Cyprinid herpesvirus-3 replication by RNAi. *Journal of Virological Methods*, 206C, 63–66. doi:10.1016/j.jviromet.2014.05.022

Lima, P. C., Harris, J. O., & Cook, M. (2013). Exploring RNAi as a therapeutic strategy for controlling disease in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 34(3), 729–43. doi:10.1016/j.fsi.2012.11.037

Obbard, D. J., Gordon, K. H. J., Buck, A. H., & Jiggins, F. M. (2009). The evolution of RNAi as a defence against viruses and transposable elements. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364(1513), 99–115. doi:10.1098/rstb.2008.0168

Estas contribuciones han sido posibles gracias al apoyo de los proyectos FONDECYT (1140318), INNOVA CORFO (11IDL2-10356; 11IDL2-298, 12IDL1-13201) y FONDEF (D10I1056).

Tratamiento con antivirales RNAi logra reducción de carga viral



Figura 3. El ciclo viral de ISAV interrumpido o afectado por la inclusión de antivirales RNAi. Dentro de la célula, los dsRNA son procesados y convertidos en RNA interferencia (RNAi, RNA interferentes). Esto se logra porque mediante el ingreso de estos dsRNA se “alimenta” el sistema celular Dicer-RISC con RNAi (ver Figura sección izquierda), cuyo target son los RNA mensajeros (mRNA) del virus (definidos por análisis genómico). Por tanto, se usa la maquinaria celular en forma dirigida para impedir funciones esenciales del virus. De esta forma, el target también llamado gen blanco, será bloqueado en su expresión debido a que los RNAi dirigirán la maquinaria celular hacia la degradación de su mRNA, bloqueando la expresión y función del gen seleccionado y con ello el ciclo viral.

Jefe Laboratorio	Jaime Romero jromero@inta.cl
Investigadores	Rafael Opazo Katherine García Eduardo Aguilera
Profesionales	Victoria Urzua Tamara Bastidas Sebastián Ramírez
Colaboradores	William Currie
Estudiantes Post grado	Gastón Higuera Carolina Ramírez Pamela Fuentes María Jimenez

Diversificando herramientas biotecnológicas para la Acuicultura

El fago CHOED ha sido descrito recientemente como una exitosa herramienta para contrarrestar el ataque de *Vibrio anguillarum*. Este fago mostró ser efectivo en fagoterapia dirigida al control de vibriosis en sistemas de acuicultura.



El genoma del fago CHOED fue recientemente obtenido y publicado por nuestro grupo (Romero y cols. 2014, Genome Announc. 2(4):e00091-14. doi:10.1128/genomeA.00091-14). El examen de la secuencia reveló que la organización del genoma es similar a los fagos de la Superfamilia T7 y cuenta con su propia RNA polimerasa.

Servicios Asociados

Análisis molecular de microbiota

Entrega como resultado la identificación de los componentes microbianos presentes en una muestra. Este perfil puede usarse para comparar dietas, tratamientos, uso de prebióticos, probióticos, manejos, etc., que puedan afectar positiva o negativamente la comunidad microbiana (microbiota) de un organismo, producto o proceso. Análisis que se realizan en muestras de peces en general, entre ellos: Salmon, trucha y otros peces silvestres y de cultivo, incluyendo ovas, alevines y adultos. Además de otras especies de interés acuícola: Abalones, choritos, ostras, ostiones. Se incluyen muestras de alimentos, aguas, estanques.”

Identificación molecular de Patógenos

A través de análisis molecular: se realiza el servicio de identificación de aislados bacterianos. Esto implica el análisis de patógenos de peces y además de bacterias que ponen en riesgo la seguridad alimentaria (Listeria).

Producción de cepas bacterianas:

Servicio a pedido. Se solicita dese la colección disponible o bien, se realiza el aislamiento de la cepa requerida por el mandante. La cepa se expande a escala requerida y se certifica su pureza por análisis molecular.

Asesoría

A empresas y desarrollo de proyectos a solicitud. [VD](#)



CONOCE EL NUEVO SERVICIO CHEVROLET UN CONCEPTO ÚNICO EN SERVICIO

Nuevo Servicio Chevrolet te facilita la vida, permitiendo agendar anticipadamente el día y hora de la mantención y/o reparación de tu auto.

Nuevo Servicio Chevrolet ha sido diseñado pensando en el cliente, atención que es efectuada directamente por el técnico de servicio.

Nuevo Servicio Chevrolet es un servicio abierto que permite al cliente estar presente durante todo el tiempo que su vehículo es atendido.

Nuevo Servicio Chevrolet utiliza sólo repuestos genuinos permitiendo que el cliente los pueda ver antes de ser instalados en su vehículo. Los repuestos comprados e instalados en taller tienen una garantía de 1 año o 20.000 KM.



CÓMODO



TRANSPARENTE

Nuevo Servicio Chevrolet ofrece precios estandarizados a lo largo de todo Chile para cada una de las mantenciones de tu automóvil.

Nuevo Servicio Chevrolet otorga a los clientes descuentos de hasta un 25% en el valor total de la pauta de mantención.



CONVENIENTE

Nuevo Servicio Chevrolet agenda anticipadamente el servicio, permitiendo programar los repuestos y el técnico que realizará la operación, eliminando los tiempos de espera y retraso.

Nuevo Servicio Chevrolet estandariza los tiempos de servicio de mantención, permitiendo que el cliente pueda llevarse su auto en un tiempo aproximado de entre 30 minutos a dos horas dependiendo de la mantención.



RÁPIDO

DESABOLLADURA Y PINTURA

Salfa Sur dispone de Talleres especializados de Desabolladura y Pintura para vehículos de todas las marcas en las Sucursales de Valdivia, Osorno y Puerto Montt. Con más de 35 años de experiencia y reconocida calidad en el mercado automotriz entregando un Servicio de excelencia y utilizando insumos de alta calidad.



AGENDE SU MANTENCIÓN AL **600 600 4004** O EN **www.salfasur.cl**



Central de Atención Clientes



GARANTÍA DE
120.000
o 5 AÑOS



**RENT
A CAR**

Beneficio exclusivo. Arriende un auto por \$9.900 mientras reparamos el suyo.

*Sujeto a disponibilidad de modelos y condiciones de rent a car.

FIND NEW ROADS



DOMCA-ALINAT

Soluciones Biotecnológicas para la industria alimentaria



ALINAT
INSUMOS PARA NUTRICION ANIMAL

Pedro Cárdenas
pedrocardenas@alinat.cl

1: DOMCA SAU

Desde su creación en 1977, DOMCA S.A.U ha sido pionera en la investigación, desarrollo y comercialización de aplicaciones biotecnológicas en el sector alimentario, la agricultura y la nutrición y salud animal. Es una empresa referente en I+D básica y aplicada, habiendo participado en numerosos proyectos (en solitario o en consorcios) con organismos públicos y privados de investigación de distintos países. Fruto de esa labor constante se han generado numerosos artículos, publicaciones, 5 tesis doctorales, 6 patentes internacionales ya publicadas y otra más en acuicultura recién presentada, además de un valioso know how técnico y tecnológico como verdadera base de nuestra empresa.

Con sedes en Argentina desde los años 90 (DOMCA Argentina) y más recientemente en Chile (Biosur Invest SL), DOMCA es una empresa madura y global, con ventas en más de 40 países y destacados clientes referencia, desde la industria cárnica y láctea (líderes en polímeros y recubrimientos desde hace treinta años) a productos de alto valor añadido para la salud animal (bactericidas, antiparasitarios, repelentes,...).

Entre las líneas de investigación actuales de la empresa se incluyen:

1. Antimicrobianos naturales como conservantes de alimentos.
2. Desarrollo de productos selectivos frente a patógenos emergentes alimentarios.
3. Procesos de higienización y desinfección ambiental en la industria alimentaria.
4. Sistemas naturales en tratamientos de postcosecha y control biológico de plagas.
5. Antioxidantes naturales obtenidos a partir de fuentes vegetales.
6. Nuevos ingredientes funcionales en nutrición animal.

2. CHILE

La apuesta de DOMCA por el mercado chileno es estratégica para la compañía. Con la creación de Biosur Invest SL en el año 2012, se dispone de la plataforma para avanzar en los distintos rubros del sector alimentario. No sólo para el valor agregado del mercado interno en un sector tan competitivo como es la acuicultura, sino también como plataforma comercial para el resto de divisiones de la compañía en el MercoSur.

En la industria acuícola chilena, tanto para el proceso productivo del salmón como en su faenado en las plantas de procesado, el



equipo de ALINAT CHILE (Pedro Cárdenas y Patricio Mancilla), consolida y representa nuestra gama de productos para este fin. Para ello, en los últimos meses se ha venido desarrollando en estrecha colaboración con laboratorios y clientes para la realización de pruebas de validación de distintas formulaciones.

3. LÍNEA CYCROM

Por su especial habilidad para sobrevivir y proliferar a temperaturas de refrigeración y en ambientes con altas concentraciones de sal, *Listeria monocytogenes* es una bacteria que suele aparecer en instalaciones de producción y procesamiento de productos pesqueros, donde se ha convertido en un problema complejo por su persistencia en superficies y su capacidad para formar *biofilms*.

La gama de productos CYCROM aborda este problema industrial con distintos formulados según el objetivo y forma de aplicación. En la industria pesquera, el producto más extendido es CYCROM PRO. Se trata de un formulado líquido diseñado para la higienización del aire mediante la nebulización en frío de varios principios activos de grado alimentario que frenan el desarrollo y proliferación de microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Vibrio*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* así como mohos y levaduras. Todos sus ingredientes están incluidos en la lista de seguridad comunitaria (QPS) de la UE y son considerados como seguros (GRAS) por la FDA. Las aplicaciones del producto diluido en agua se realizaron con microdifusor NEBULIZADOR DMC. Este dispositivo produce un aerosol homogéneo con un tamaño de partícula inferior a 20 micras permitiendo alcanzar las zonas más inaccesibles de las instalaciones.

A continuación se muestran resultados de un ejemplo de aplicación de CYCROM PRO mediante nebulización en las salas de trabajo de una industria pesquera. La prueba se desarrolló tomando muestras de superficies (hisopo) en los puntos críticos susceptibles de desarrollar *Listeria* spp., antes y después del protocolo habitual de Limpieza y Desinfección seguido por la industria. Así mismo, se recogieron muestras ambientales mediante el procedimiento de impactación en agar (ISO 14-698).

PUNTOS DE MUESTREO	ANTES L+D	DESPUES L+D	DESPUES NEBULIZACIÓN
1. Cuchilla descabezado	ausencia	ausencia	ausencia
2. Cuchilla fileteado	<i>Listeria</i> spp.	ausencia	ausencia
3. Cinta después fileteado	<i>Listeria</i> spp.	ausencia	ausencia
4. Máquina ITM	ausencia	ausencia	ausencia
5. Cinta recorte manual	<i>L.monocytogenes</i>	ausencia	ausencia
6. Despinadora	ausencia	ausencia	ausencia
7. Cinta transportadora	ausencia	ausencia	ausencia
8. Saladora	<i>Listeria</i> spp.	<i>Listeria</i> spp.	ausencia
9. Sumidero 1	<i>L.monocytogenes</i>	<i>L.monocytogenes</i>	ausencia
10. Sumidero 2	<i>L.monocytogenes</i>	ausencia	ausencia

Calidad Microbiológica del aire		UFC/M ³	
OBRADOR	Volumen aire muestreado (L)	Aerobios mesófilos	Mohos y levaduras
1. Antes L+D	80	>2.000	462
2. Después L+D	80	>2.000	250
3. Después Nebulización CYCROM PRO	80	12.5	25
SALA DESRASPADO	Volumen aire muestreado (L)	Aerobios mesófilos	Mohos y levaduras
1. Antes L+D	80	>2.000	675
2. Después L+D	80	>2.000	362.5
3. Después Nebulización CYCROM PRO	80	0	0

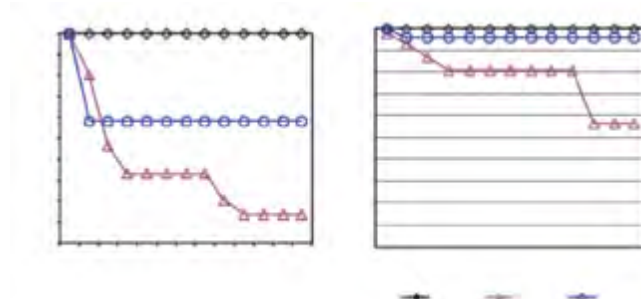
De los resultados se concluye que las labores de Limpieza + Desinfección clásicas no fueron suficientes para el control de *L. monocytogenes* en los puntos críticos estudiados. La carga microbiana del aire de esta industria resultó muy alta, siendo el ambiente una fuente potencial recontaminación. En ambos casos, tras la nebulización con CYCROM PRO, se mejoró significativamente la calidad microbiológica tanto del ambiente como de las superficies sin dejar residuos nocivos en los productos, utensilios o instalaciones.

4. LÍNEA AQUAGARLIC

DOMCA también ha desarrollado en los últimos años una línea de moléculas organosulfuradas procedentes de ajo y cebolla. Completamente estandarizadas y estabilizadas, los buenos resultados obtenidos en aplicaciones ganaderas en especies terrestres (pollos, cerdos y rumiantes) nos han llevado a estudiar su eficacia en especies acuícolas y el consecuente desarrollo de productos específicos para combatir los procesos infecciosos propios de los peces y crustáceos. Las moléculas azufradas de los productos AQUAGARLIC han generado hasta ahora 24 publicaciones científicas,

tanto *in vitro* como *in vivo* enfocadas en su capacidad para modular la expresión genética en dos grupos fundamentales de genes, pertenecientes a las categorías “Enfermedades y desórdenes” y “Desarrollo del sistema y función fisiológica”. Las funciones más significativas identificadas según el número de transcritos son “Respuesta Inflamatoria” y “Desarrollo del sistema y función Cardiovascular”. Esta novedosa información contrasta y avala el efecto observado *in vivo*, en la resistencia frente al desarrollo de ciertas enfermedades. (Duk Kyung Kim, Hyun S. Lillehoj, et al, 2012).

En acuicultura, los desarrollos de DOMCA frente a distintos patógenos acuícolas han sido premiados en las VII Jornadas de Acuicultura del Litoral SurAtlántico, foro bianual para investigadores y profesionales de la industria. De particular interés resulta su eficacia *in vivo* en casos de infecciones de *Yersinia ruckeri*, *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* y otros. Según se muestra en las gráficas, la inclusión de 150 g de Aquagarlic/TM de alimento, aumenta la resistencia de los peces frente a estos patógenos. Entre otras razones, las dosis utilizadas muestran que el consumo de alimento se mantiene durante el transcurso del evento infeccioso. Esto podría explicar la mejor adaptabilidad de los animales, al disponer de recursos energéticos suficientes para enfrentarse a un desafío inmunológico.



La experiencia en patógenos parasitarios, como es *Caligus rogercreyesii*, *Ichtyobodo necator*, indica cierta toxicidad, al menos en condiciones de laboratorio, siendo las formas jóvenes más sensibles que los adultos. Experiencias en otras especies como las lubinas (*Dicentrarchus labrax*) evidencian un menor grado de parasitosis, al incluir las moléculas en el alimento a dosis relativamente bajas. En la actualidad se están desarrollando pruebas *in vivo* en centros de cultivo donde identificar las pautas de administración y dosis coste efectivas en relación a las prácticas habituales de la industria (antiparasitarios en el alimento, baños con ectoparasiticida).

El último desarrollo de DOMCA en este sector es Aquagarlic V, una ambiciosa apuesta para el paliar el impacto productivo de enfermedades y síndromes de origen viral a través de la inmunomodulación y disminución del estado inflamatorio. La combinación de los organosulfurados de ajo y cebolla, y polifenoles extraídos del olivo, se significan como una promisoría herramienta. Actualmente se están llevando a cabo, dos experiencias probando su eficacia en cultivos celulares infectados, y en carpas afectadas del síndrome de la viremia primaveral. [VD](#)

Ingeniería Genética de Microalgas

ENFOCADA AL MEJORAMIENTO DE LA ALIMENTACIÓN ANIMAL Y ACUÍCOLA



Carolina Escobar Inostroza - Investigador Asociado Unidad de Microalgas
Vitalia Henríquez Quezada - Jefe Unidad de Microalgas

La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) alberga en sus instalaciones ubicadas en el Edificio de Ciencias, Campus Curauma, 380 m² destinados al Laboratorio de Genética e Inmunología Molecular (GIM), laboratorio que cuenta con un grupo de investigadores con vasta experiencia que junto a estudiantes de pre y post grado resuelven problemas asociados al ámbito de la biotecnología. Desde el año 2007, se formó la unidad de Biotecnología en Microalgas dirigida por la Dra. Vitalia Henríquez Quezada, con experticia en Biología Molecular de microalgas.

Con más de 40.000 especies identificadas, las microalgas son uno de los grupos de organismos más antiguos y diversos de la tierra. Además, poseen un tremendo potencial no del todo explotado para ayudar a resolver algunos de los mayores problemas de nuestra humanidad. En la Unidad de Biotecnología de Microalgas, estamos desarrollando investigación aplicada que se centra en la utilización de microalgas como biofactorías para la producción de proteínas de interés comercial y/o industrial.

Desde poco más de 10 años, las microalgas han hecho acopio de una interesante producción de moléculas de gran valor comercial, desde proteínas terapéuticas a biocombustibles (Rosenberg y cols., 2008). Un claro ejemplo es que son fuente primaria de alimento para el zooplancton, son organismos unicelulares capaces de producir compuestos de alto valor agregado tales como, antioxidantes, enzimas, ácidos grasos e incluso péptidos antimicrobianos.

Aplicaciones nutricionales y biomédicas son especialmente adecuadas para estos organismos debido a que muchas biomoléculas expresadas por algunas especies de microalgas son clasificadas como seguras para consumo humano y animal (GRAS). Las microalgas poseen muchos atributos que las hacen vislumbrarse como sistemas de expresión de proteínas recombinantes muy atractivos (Li y Tsai, 2009). Entre los principales factores e intereses, podemos mencionar, el bajo costo de producción, la facilidad de manipulación y la seguridad (Ko y Koprowski, 2005).

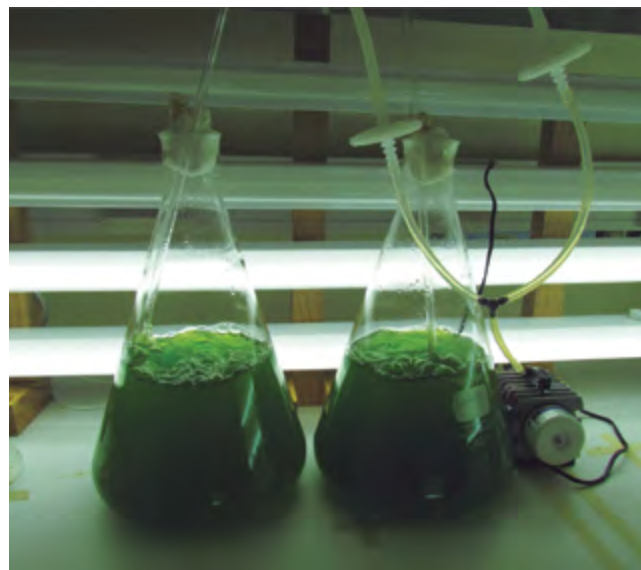


Figura 1: Cultivo de *Tetraselmis suecica* en el laboratorio, matraces de 2 L de volumen de medio.

Principalmente, nos hemos centrado en la definición de herramientas genéticas para la producción de proteínas recombinantes en 2 microalgas de interés comercial, *Haematococcus pluvialis* (*H. pluvialis*) y *Tetraselmis suecica* (*T. suecica*). Ambas microalgas se proponen como buenas candidatas para una amplia gama de aplicaciones biotecnológicas, principalmente por ser usadas como alimento animal en industrias agropecuarias y acuícolas. A su vez, hemos incursionado en ingeniería metabólica para acumular compuestos de interés como la molécula antioxidante astaxantina de *H. pluvialis* y el ácido graso de cadena larga EPA de *T. suecica* (ω -3). La carencia de información de secuencias genómicas nos condujo a la caracterización parcial de sus genomas cloroplastídicos para la identificación de promotores y secuencias regulatorias (5' y 3' UTR), elementos indispensables en el diseño de eficientes vectores de expresión de proteínas heterólogas o bien, para la acumulación de otros compuestos bioactivos de interés comercial.

Haematococcus pluvialis

La adjudicación de un proyecto Corfo denominado “Innovadora alternativa profiláctica-terapéutica basada en la formulación y producción de pellets microalgales para mejorar la capacidad productiva de la industria salmonera nacional; transferible a otros sistemas de producción animal” (09MCSS-6724), nos ha brindado estrecha vinculación con las empresas, Atacama Bionatural Products que se dedica al cultivo de microalgas a escala industrial; Salmofood, enfocada a la producción de alimentos para el sector acuícola, y Salmones Pacific Star, orientada a la producción de salmónidos. La sinergia entre los entes participantes facilita respuestas interdisciplinarias para la ejecución de este proyecto. Un apreciable incremento en la productividad, junto con una disminución en los impactos ambientales de la industria salmonera nacional son los resultados esperados al término de este estudio. Nuestro laboratorio ha sido pionero a nivel mundial en modificar vía cloroplasto a la microalga *H. pluvialis* (Gutierrez et al., 2012) con el propósito de generar pellets microalgales que conlleven la proteína inmunogénica de los principales patógenos que afectan a la salmonicultura chilena (IPNV, ISAv y *Piscirickettsia salmonis*).

Haematococcus pluvialis es un alimento natural de los salmónidos en su fase de cría en agua dulce; y es particularmente rico en el antioxidante natural astaxantina, el cual es 550 veces más poderoso que la vitamina E y 10 veces más potente que el betacaroteno. Hoy en día, la astaxantina se utiliza para pigmentar la carne de los salmones. Con este proyecto CORFO se pretende utilizar *H. pluvialis* rico en astaxantina+proteína inmunogénica en la elaboración de los piensos sumándole entonces características preventivas y terapéuticas de enorme impacto.



Figura 2: Vector de transformación generado en el laboratorio para la transformación cloroplástica por biobalística realizada en la microalga *H. pluvialis*.

Otras investigaciones en la microalga *H. pluvialis* están en desarrollo desde el año 2012. La tesista Ninoska Delgado, candidata a doctor del Programa de Doctorado en Biotecnología (PUCV-UTFSM), se encuentra realizando su trabajo de tesis denominado “Nueva plataforma de expresión de fitasa en el cloroplasto de la microalga *Haematococcus pluvialis* y determinación de los parámetros operacionales de cultivo para su utilización en la industria pecuaria y acuícola”, cuya propuesta ha sido presentada y adjudicada al concurso 2013 de Tesis de Doctorado en la Industria (#7813110005), en co-ejecución con la empresa Aeon Biogroup S. A.

La investigación se basa en la producción de fitasa a partir de *H. pluvialis*. Uno de los mayores problemas que limitan el uso de proteína vegetal en los piensos de alimentación animal es la pre-



Figura 3: Proceso de transformación por biobalística realizado a la microalga *Haematococcus pluvialis*.

sencia de factores anti-nutricionales como el ácido fítico. El uso de la enzima fitasa que degrada el ácido fítico en la formulación de piensos para alimentación animal, podría detener el efecto anti-nutriente del fitato, disminuir la contaminación ambiental, incrementar la biodisponibilidad de azúcares, proteínas, aminoácidos, calcio, fósforo y suprimir la necesidad de adicionar fosfato inorgánico a la formulación de los piensos animales. Actualmente, la fitasa comercial se produce en hongos y bacterias, y aunque la enzima posee el sello GRAS de la FDA, es necesaria una fase de extracción del compuesto bioactivo desde los microorganismos, razón por la cual es necesario purificar la fitasa para su utilización en la formulación de alimentos. Los costos asociados a la purificación son altos, y el proceso mismo reduce la cantidad potencial a obtener de enzima, requiriéndose una gran cantidad de biomasa para obtener las cantidades de producto mínimas para comercializar.

A partir de la modificación genética de *H. pluvialis*, se generará un nuevo producto, microalga+fitasa+astaxantina, el que será capaz de suplir per se las necesidades de proteínas y lípidos generadas por la utilización de alimentos de origen vegetal. Es un producto no existente a nivel mundial y de un alto potencial de comercialización. Este producto no sólo generará una alternativa por sí mismo, sino que además, permitirá utilizar con más eficiencia las proteínas de origen vegetal en la elaboración de los piensos.

Junto a Fundación Fraunhofer Chile, nos encontramos ejecutando el proyecto Fondef IDEa “Ingeniería genética vía transformación cloroplástica, poderosa herramienta en la optimización de la biosíntesis de astaxantina en *Haematococcus pluvialis*” (ca12i10214). El objetivo de esta investigación consiste en optimizar la producción de astaxantina por medio de ingeniería genética del cloroplasto de *H. pluvialis* vía intragénesis. Las enzimas Fittoeno Desaturasa (pds) y Oxidasa Plastidial Terminal (ptox2) serán subclonadas en el vector cloroplástico pHpluS1 con la finalidad de sobreexpresar ambos genes, que como resultado supondría la aceleración de la biosíntesis de astaxantina y su acumulación. Esta investigación se encuentra en pleno desarrollo y corresponde a la tesis de la candidata a Doctor del programa de Doctorado en Biotecnología (PUCV-UTFSM) Janeth Galarza.

Tetraselmis suecica

Como mencionamos anteriormente, las microalgas son también un gran nicho en la producción de ácidos grasos, como los ω -3, éstos son considerados esenciales debido a que no pueden ser sintetizados por los mamíferos y deben ser obtenidos a partir de la dieta. Los ácidos grasos ω -3, en especial los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), son fundamentales para el crecimiento y el desarrollo, y han sido positivamente asociados con la salud, la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, artritis, enfermedades inflamatorias y autoinmunes y el cáncer.

Desde el año 2012 se realiza una tesis de postgrado estudiada por el candidato a doctor Alfredo Astorga (Programa de Doctorado en Acuicultura (PUCV-UCh-UCN)). Este trabajo de tesis se enfoca principalmente en el incremento de la producción del ácido graso esencial de cadena larga, ácido eicosapentaenoico (EPA) en la microalga marina *Tetraselmis suecica*. Se sobreexpresará la enzima Δ 6-desaturasa. Como resultado esperado se busca obtener una cepa recombinante de *T. suecica* hiperproductora de ω -3, específicamente EPA, con valores por sobre el 10% en el contenido de lípidos totales que puede ser consumido directamente como biomasa microalgal sin pasar por onerosos costos de procesos de extracción.

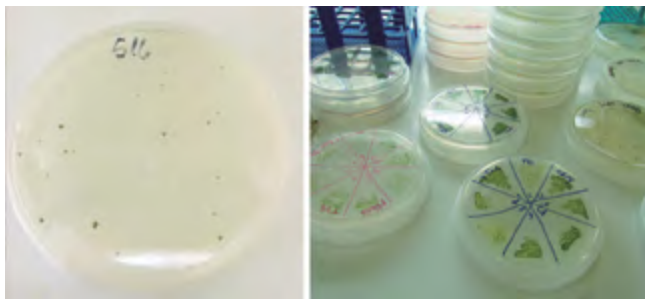


Figura 4: Selección de clones posterior a la transformación por biobalística de la microalga *Tetraselmis suecica*.

Proyecciones

Sumado al desarrollo de los proyectos anteriormente mencionados, durante el año 2013, nos hemos adjudicado un proyecto L1 CORFO "Factibilidad técnica y económica para el desarrollo e implementación de una plataforma tecnológica de degradación de hidrocarburos: Uso de microalgas como una potencial solución para la contaminación generada por hidrocarburos y sus derivados", a través de esta propuesta se colectaron cepas microalgales nativas de las costas de Valparaíso-Viña del Mar que serán estudiadas por alumnos de pregrado, apoyando así a la formación de capital humano de nuestra universidad. Conjuntamente a este cepario, contamos con microalgas autótrofas rescatadas desde las costas del Norte de Chile. Estas últimas, se vislumbran como potenciales microalgas productoras de compuestos bioactivos de interés comercial, como glicerol, ácidos grasos, péptidos antimicrobianos, etc.

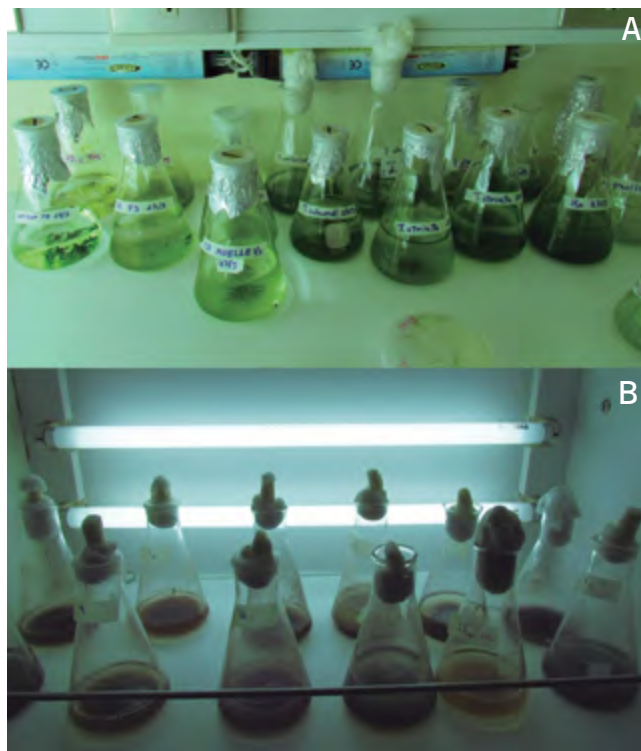


Figura 5: A) Cepario de microalgas nativas, colectadas en las costas Norte y Centro del país. B) Microalgas *H. pluvialis* transformada, produciendo el pigmento astaxantina.

Referencias

- Gutiérrez, C. L., Gimpel, J., Escobar, C., Marshall, S. H. and Henríquez, V. 2012. Chloroplast genetic tool for the green microalgae *Haematococcus pluvialis* (chlorophyceae, volvocales). *J. Phycol.* 48, 976–983.
- Ko, K. and Koprowski, H. 2005. Plant biopharming of monoclonal antibodies. *Virus Research* 111: 93–100.
- Li, S. S. and Tsai, H. J. 2009. Transgenic microalgae as a non-antibiotic bactericide producer to defend against bacterial pathogen infection in the fish digestive tract. *Fish Shellfish Immunol.* 26:316–25.
- Rosenberg, J., Oyler, G., Wilkinson, L. and Betenbaugh, M. 2008. A green light for engineered algae: redirecting metabolism to fuel a biotechnology revolution. *Curr. Op. Biotechnol.* 19:430–6. [VD](#)

Investigadores y Estudiantes del Laboratorio

Vitalia Henríquez	Jefe Unidad Microalgas
Carolina Escobar	Investigador Asociado
Ninoska Delgado	Tesista Doctorado en Biotecnología
Janeth Galarza	Tesista Doctorado en Biotecnología
Alfredo Astorga	Tesista Doctorado Acuicultura
Carla Muñoz	Tesista Carrera Bioquímica
Francisca Bravo	Tesista Carrera Bioquímica

Nuestros proyectos e investigaciones nos han posicionado como pioneros a nivel nacional en la manipulación genética de microalgas y demuestran a su vez el gran potencial que éstas poseen.

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.

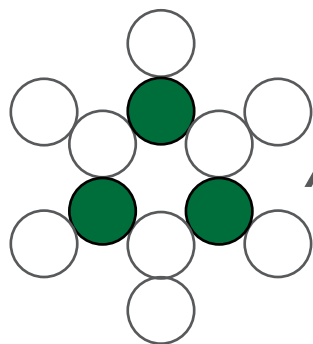
SERVICIOS

- 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



AEON BIOGROUP



"Desarrollamos una tecnología natural que imita la alta eficiencia de la naturaleza, y logra liberar el potencial de la vida. Una de nuestras ventajas tecnológicas de producción son los Algae Circles, cultivo diseñado para lograr mayor calidad y productividad en microalgas para alimentos".

"We develop a natural biotechnology that imitates the high efficiency of nature and is capable of unleashing the full potential of life. One of our products is Algae Circle, based on a cellular functioning, we design cultivation plants as a living organism."

QUIENES SOMOS

Aeon Biogroup es una empresa que desarrolla proyectos de microalgas para alimentos y compuestos alto valor tanto farmacéuticos como ingredientes alimentarios. La empresa cuenta con una plataforma de cultivos mejorada en proceso de patente y tecnología para producir productos alimenticios a partir de varias especies de microalgas.

Aeon posee su centro de investigación y desarrollo (I+D) en La Serena, donde esta su laboratorio, cultivo en invernadero, 500 m² de cultivos en exterior y planta de procesos grado alimentario para la cosecha, secado y envasado de productos alimenticios de microalgas.



QUE HACEMOS

Aeon realiza investigación y desarrollo de aplicaciones de microalgas para la industria de los alimentos, para hacer factible la instalación de proyectos comerciales de microalgas de alto valor como Spirulina, Chlorella y de nuevas aplicaciones como especies ricas en DHA (Omega3), pigmentos de interés como ficocianina y otras sustancias de alto valor. Además se realiza I+D para la mejora continua del proceso de cultivo en **Algae Circles**.

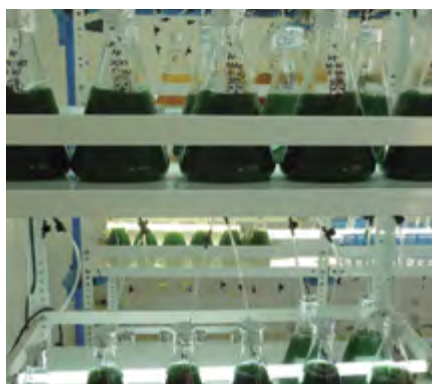
Actualmente la empresa ofrece el servicio de instalación de una planta llave en mano para la de producción de Spirulina (*Arthrospira platensis*) que en conjunto con su socio comercial Aquasolar Ltda. Posee una salida a mercado asegurada para el consumo nacional y de exportación.

Próximamente la empresa ofrecerá la instalación de plantas para *Chlorella* y algas ricas en DHA bajo un esquema similar. Adicionalmente, la empresa cuenta con una planta de alimentos, donde se fabrican productos enriquecidos con microalgas para el mercado de consumo humano.

Aeon ha desarrollado proyectos en colaboración con Fundación Chile, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Antofagasta y con AustralBiotech y entre otros en desarrollo de alimentos a partir de microalgas. Las líneas principales de investigación se basan en el desarrollo de proyectos dirigidos a la alimentación humana; a nivel de investigación aplicada, se trabaja en proyectos dirigidos al desarrollo de alimento animal tanto en proteínas recombinantes, pesquisas de betaglucanos, péptidos, toxinas y compuestos activos, en colaboración con investigadores tales como Dra. Vitalia Henríquez, PUCV; Dra. Carla Delporte, UCH; Dr Pedro Cereza, UA; Dra M. Elena Lienqueo, UCH; Dra. Lilia Masson, UCH, entre otros a nivel nacional, también cuenta con relaciones con distintos investigadores a nivel Mundial, como es el caso de las alianzas estratégicas con la Dra. Gloria Garduño, UNAM, México; el Dr. Vitor Vasconcellos, Universidad de Porto; CIMAR, Portugal; Dr. Ever Morales, Universidad de Zulia, Venezuela; Dr. Ricardo Echenique, Universidad de la Plata, Argentina; Dr. Michael Mendez, Sapphire Energy, USA.

La misión del grupo Aeon Biogroup en estas investigaciones es la identificación y reproducción de las cepas a estudiar, la producción masiva de biomasa de microalgas en el sistema Algae Circles, y realizar los procesos de cosecha, secado y envasado de los productos derivados.

El resultado final de estas investigaciones permite entregar factibilidad técnica y comercial a los productos del proyecto, habilitando la creación de proyectos productivos en escala comercial.



EL SISTEMA ALGAE CIRCLES

La ventaja de nuestra tecnología de cultivo, es que produce más microalga por la misma unidad de área y en mejor calidad. El costo de instalación es ligeramente más alto pero el costo de operación es más bajo que en una situación convencional con estanques tipo raceway, resultando en un producto de menor costo total.

La tecnología utiliza principios sencillos para su operación y cuenta con un diseño inteligente, por lo que requiere menos mantención, es mas confiable e higiénica y la operación completa es automatizable.

Los arreglos de estanques en unidades productivas llamadas células permiten un trabajo uniforme y previenen contaminación cruzada, además ayudan a la economía de escala en la instalación y la mantención de equipos.

Nuestro elemento diferenciador son nuestras tecnologías innovadoras y costo efectivas para poder hacer negocios probados y rentables en el área de los alimentos. Aeon no sólo trae tecnología y experiencia para producir microalgas sino que también junto a su socio estratégico, Aquasolar, logra llegar al mercado.

PROYECCIÓN

La inversión en biotecnología es de alto riesgo, sin embargo Aeon Biogroup, se ha preocupado de realizar todos los pasos previos, para no solo realizar una transferencia tecnológica, sino efectivamente bajar todos los riesgos posibles de modo que nuestra oferta, es sobre negocios de bajo riesgo, siendo una alternativa mas segura de inversión en un área innovadora para inversionistas. Nuestro desafío es aumentar esa oferta para que la incorporación de inversionistas al mercado de microalgas sea cada vez mayor.

El siguiente paso por el cual se trabaja en Aeon Biogroup es poder concretar la construcción de una planta a nivel comercial productora de *Spirulina* y luego *Chlorella*, para poder atender las necesidades de un creciente mercado humano y animal.



Chile tiene un tremendo potencial y ventaja comparativa para realizar cultivos masivos de microalgas, un abundante sol al norte, grandes extensiones de tierra no utilizada y acceso a nutrientes. Adicionalmente existen regiones que cuentan con apoyo a la inversión además de un plan nacional de apoyo a la I+D mediante beneficios tributarios. Para el futuro vemos que se hará factible el uso de agua de mar en el desierto a medida que los proyectos alcanzan la escala necesaria, lo que podría habilitar la instalación de cultivos de dimensiones que podrían rivalizar con la vinicultura y producciones que superarían a la industria salmonera.

Aeon Biogroup está determinado a ser un actor importante en esta futura revolución verde participando en la instalación de plantas y la integración de tecnologías de avanzada para cultivos y productos de microalgas.

AQUASOLAR

Hoy en día es cada vez más claro que la nutrición es el futuro de la salud. Los índices de enfermedades como la obesidad, deficiencias coronarias, cáncer y diabetes entre otras son alarmantes en la población humana tanto en adultos como jóvenes y niños, y está demostrado que la mala nutrición es una de las principales causas de los desequilibrios que producen estas enfermedades.

En este contexto, Aquasolar, en el mercado chileno desde el año 2007, es una empresa cuyo propósito es mejorar la calidad de vida y el bienestar del ser humano acercando la nutrición a las personas. Esto lo hace a través de la educación de una buena nutrición a través de su programa Nutre Tu Día, así como la comercialización y distribución de alimentos ricos en cantidad y concentración de nutrientes esenciales basados en microalgas. Una de las grandes ventajas que tienen las microalgas para la nutrición humana, es que, al ser las productoras primarias de los nutrientes de la cadena de la vida (proteínas, vitaminas, minerales,



lípidos y antioxidantes entre otras), tienen todos los nutrientes esenciales en cantidad, concentración y biodisponibilidad que el cuerpo humano necesita a un costo muy accesible, lo que las convierte en la mejor alternativa para complementar la dieta diaria de una persona.

Actualmente Aquasolar trabaja con *Spirulina* y *Chlorella* en formatos tableta y polvo para su aplicación en deportistas, niños y jóvenes en colegios para mejorar sus niveles de concentración, comunida-

des médicas para el apoyo al tratamiento de ciertas enfermedades, personas de la 3era edad para mejorar y complementar su dieta, y para todas aquellas personas que quieren mejorar su salud y bienestar a través de una buena nutrición tanto en el mercado chileno como latinoamericano.

En conjunto con Aeon Biogroup, Aquasolar se encuentra desarrollando productos ricos en DHA y otros compuestos activos provenientes de las microalgas para la nutrición humana. [\[1\]](#)



INSPECTORATE

BUREAU
VERITAS

GEOANALITICA



Una empresa Bureau Veritas

SERVICIOS

- ✓ Muestreo e Inspección
- ✓ Análisis Microbiológico para Exportación y Mercado Nacional
- ✓ Análisis de Residuos farmacéuticos
- ✓ Análisis de Residuos de Antibióticos
- ✓ Análisis de Alimento para Salmón
- ✓ Análisis de Harinas de Aves
- ✓ Análisis de Metales Pesados
- ✓ Análisis de Aguas bajo diferentes Normas
- ✓ Análisis Foliar
- ✓ Etiquetado Nutricional
- ✓ Análisis de Aguas y Riles
- ✓ Análisis de agua según NCh 409, NCh 1333, D.S. 90 y otros
- ✓ Análisis de contaminantes
- ✓ Análisis de sustancias prohibidas
- ✓ Análisis de pesticidas
- ✓ Programas de Vigilancia Ambiental
- ✓ Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos

EQUIPAMIENTO DE ÚLTIMA GENERACIÓN

- ✓ Espectrofotómetros de Absorción Atómica
- ✓ HPLC
- ✓ Espectrómetros de Masa
- ✓ Cromatógrafo Gaseoso

Teléfonos (65)-225 5025 - (41) 220 5600 - (02) 2350 2100
francisco.riveros@cl.bureauveritas.com miguel.arroyo@cl.bureauveritas.com

www.bureauveritas.cl • www.cesmec.cl • www.inspectorate.cl



Producción de Smolt, Asunto estratégico

Obtención a través de la gestión por proceso



Claudio Astudillo M. - BIOENGINEERING.

Claudio.astudillo@bioengineering.cl

La competitividad de las organizaciones depende en gran parte de su habilidad para operar de manera eficaz en dimensiones tales como el costo, la calidad, la cadena de distribución, la rapidez, la innovación y la flexibilidad, con el fin de adaptarse a las variaciones de la demanda del mercado. Por tal motivo, mientras la alineación de las operaciones con las prioridades estratégicas es un elemento vital para la competitividad, la mejora continua de las operaciones (procesos) juega un rol clave en la búsqueda de una competitividad a largo plazo.

Industria del salmón

Hoy en día la industria del salmón de Chile, es la mayor productora de trucha (*O. mykiss*) y salmón Coho (*O. kisutch*) y la segunda productora de salmón del Atlántico (*S. salar*) a nivel mundial. Esta situación es el resultado de la aplicación de innovación y desarrollo en el proceso de producción.

Los costos de producción en Chile han sido inicialmente bajos en relación a otros países productores de salmón. Bajos costos por fuerza laboral y bajos costos de ingredientes para el alimento han sido los mayores factores de la ventaja de costos de Chile. Sin embargo, con el incremento de los precios de la harina y el aceite de pescado principalmente y la nueva situación sanitaria, las ventajas en costos de la industria chilena se ha reducido significativamente en el presente. Además los costos de producción se incrementaran significativamente por el aumento de las regulaciones que tiene la industria. El salmón, al ser este un commodity, es decir un producto sin diferenciación, exige a la industria, cada vez más, ser eficiente en la gestión de los costos en todas las etapas productivas para mantener la ventaja competitiva (figura 1).

Producción de Smolt

La producción de smolt es un asunto estratégico. Esto debido a que es uno de los principales factores que generan una ventaja competitiva para la empresa.

La gestión de la calidad del smolt contribuye a la elaboración de buenas estrategias de producción. La mejora en la calidad incrementa la rentabilidad ya que los costos totales de producción son menores. Es importante señalar que la gestión de la calidad involucra a toda la organización. El impacto sobre el rendimiento productivo y financiero de la calidad del smolt es muy significativo. En el proceso productivo esto se evidencia en un mejor

crecimiento, debido a la óptima utilización de nutrientes por una buena osmorregulación y en el ámbito financiero en un menor costo por kilogramo de pez.

Antecedentes del proceso de Smoltificación

El proceso de Smoltificación es un proceso complejo que esta modulado y gatillado por distintos factores tanto externos como internos al organismo.

Dentro de los factores externos se encuentra, el fotoperiodo y la temperatura. Estos estímulos gatillan tanto cambios morfológicos, conductuales como fisiológicos a través de una serie de procesos metabólicos en el organismo que desarrollan su capacidad de adaptación al medio marino. El objetivo de esta adaptación es mantener el medio interno del organismo relativamente constante (homeostasis) en relación a los cambios del medio externo (figura 2).

Se evidencian tanto cambios estructurales como espaciales de las células especializadas, llamadas células de cloruro, que se encuentran en el tejido branquial y que son las responsables de mantener el equilibrio iónico del organismo.

El proceso de smoltificación es reversible, se tiene un periodo de tiempo acotado en el cual el organismo esta en condiciones de entrar al medio marino, a este periodo se le llama ventana de smoltificación.

Calidad del Smolt

Un proceso de smoltificación exitoso se traduce en un completo desarrollo de la capacidad hiperosmorregulatoria en el organismo. Esta condición fisiológica tiene un impacto directo en la performance productiva en la etapa de engorda en el mar ya que el desarrollo de este potencial involucra la capacidad del organismo de aprovechar en forma óptima los nutrientes y la implicancia que esto tiene en su sistema inmune.

En que se traduce esto, en buena respuesta a la alimentación desde el inicio de la etapa de engorda en el mar, en mejor conversión del alimento, en un óptimo crecimiento (menor tiempo de cultivo), en mayor resistencia a enfermedades (disminución de mortalidad), en mejor calidad del filete. En la producción de smolt, se manipulan los factores que afectan el proceso de smoltificación de una forma distinta a como ocurre en la naturaleza (Figura 3). Esto da como resultado situaciones donde el pez no

Figura 1. Cadena de suministro de la industria del salmón.

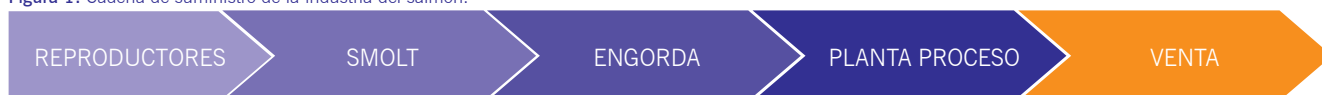
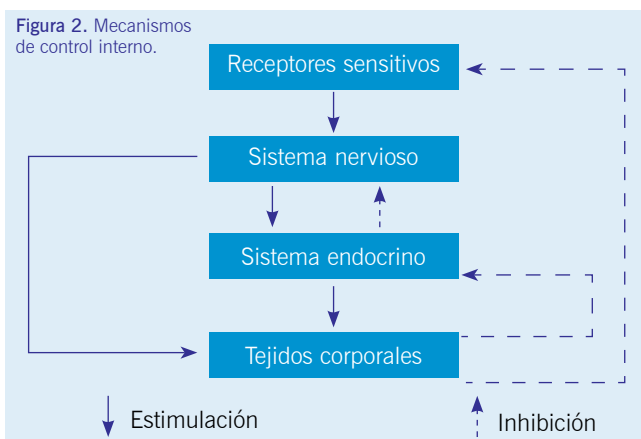


Figura 2. Mecanismos de control interno.



siempre tiene los distintos ciclos sincronizados. Además existen variaciones en la producción del smolt, como los tiempos de eclosión, tasas de crecimiento, tiempos de smoltificación, entre grupos y entre cepas. Todo esto influye significativamente en la homogeneidad del proceso.



Figura 3. Factores que afectan el desarrollo del organismo.

De aquí es que se hace fundamental gestionar el proceso de producción de smolt, con el monitoreo y control de todas las etapas del proceso, no solamente en las etapas previas a su traslado a agua de mar sino desde su génesis en la fase de agua dulce.

Gestión de la calidad

La calidad implica mejorar permanentemente la eficacia y eficiencia de la organización y de sus actividades. Si se planifican, depuran y controlan los procesos de trabajo, aumentara la capacidad de la organización y su rendimiento.

Gestión por procesos

La identificación y gestión sistemática de los procesos que se realizan en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conoce como enfoque basado en proceso. La gestión por procesos es una herramienta de mejora de la gestión más efectiva para una organización. La gestión por procesos alinea las estrategias de la empresa con los sistemas de gestión de calidad. Cualquier actividad o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos y controles para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

La producción de smolt se caracteriza por presentar condiciones que, en general, nunca se repiten en forma idéntica. Para asegurar los resultados es vital generar y establecer procesos con mecanismos de

control que permitan corregir previamente las posibles desviaciones. La gestión por procesos no va dirigida a la detención de errores en el servicio, sino en la forma de concebir cada proceso ha de permitir evaluar las desviaciones del mismo, con el fin de corregir sus tendencias antes de que se produzca un resultado no esperado. Para que un conjunto de actividades ligadas entre sí conduzcan a un resultado determinado es necesario definir y controlar el proceso del que forman parte. La importancia de dirigir y controlar un proceso radica que no es posible actuar directamente sobre los resultados, ya que el propio proceso conduce a ellos. Para controlar el efecto (resultado) hay que actuar sobre la causa (proceso). La gestión por procesos es uno de los mecanismos más efectivos para que la organización alcance unos altos niveles de eficiencia y eficacia.

La mejora continua de los procesos es una estrategia que permite a las organizaciones generar valor de modo continuo, adaptándose a los cambios.

Etapas de la mejora de procesos

La mejora continua de los procesos consta de cuatro etapas.

- 1. Planificar:** Identificar y definir el proceso. Definir los indicadores que permitan la toma de decisiones respecto de la mejora continua. Evaluar el proceso, detectando las áreas de mejora para aumentar el rendimiento. Asignar responsable del proceso, que lidere la mejora continua de la eficiencia y la eficacia. Planes detallados de mejora.
- 2. Ejecutar:** Llevar a cabo los planes de mejora, detallando el diseño propuesto para la solución de cada problema.
- 3. Comprobar:** Probar el diseño, comparar este con el resultado de las pruebas.
- 4. Actuar:** Comparar los resultados de los indicadores con los resultados previos. Si las pruebas confirman el diseño corresponde normalizar la solución y establecer las condiciones que permitan mantenerla.

Modelo de Gestión de la producción de smolt (SQ)

Para obtener los resultados propuestos en la cadena de valor del salmón se hace fundamental el implementar un modelo integral de gestión. Para la fase de agua dulce, Bioengineering, está trabajando en la validación de un sistema de gestión de la calidad del smolt SQ (SmoltQuality) que involucre aspectos de eficacia, que tiene que ver con la calidad, como también aspecto de la eficiencia del proceso, donde están involucrados aspectos de optimización de costos, fundamental en sistemas de producción de smolt con recirculación de agua. El modelo integral, que relaciona los tópicos de calidad en la producción de smolt, involucra factores fisiológicos, productivos y sanitarios que se evalúan por cada subproceso de agua dulce (figura 4).



Figura 4. Subprocesos en agua dulce. Generadores de indicadores biológicos-financieros.

En cada uno de estas etapas se evalúa y definen los factores de éxito, a los cuales se les pondera y se les da un puntaje. Los factores de éxito actúan como indicadores del proceso (figura 5).

El análisis de estos factores de éxito por etapa, alimentará el sistema de puntuación, el cual permitirá evaluar la condición del proceso de smoltificación no solamente en la etapa final del desarrollo de la capacidad hiperosmorregulatoria, sino a través de toda la etapa de agua dulce, realizando las correcciones necesarias. Los indicadores constituyen el instrumento que permite recoger de manera adecuada, objetiva y representativa la información relevante sobre la eficacia y la eficiencia de los procesos de forma que se pueda asegurar su control en cada una de las etapas de producción del smolt.

Indicadores para el proceso de producción de smolt

Producción: Calidad de agua, fotoperiodo, nutrición, genética, manejos, sanitario, etc.

Ventana de smoltificación: Niveles de ATPasa y electrolitos plasmáticos, química sanguínea, mucus, tejido branquial, smoltindex, etc.

Transporte de smolt: Análisis de riesgo sanitario del centro de destino, sistema de carga, monitoreo y control de calidad de agua, etc.

Evaluación en mar: Mortalidad, Apetencia, etc.

Enfoque estratégico

El modelo de gestión SQ, se desarrolla desde un enfoque estratégico, donde la calidad del smolt es parte de este proceso y herramienta de gestión para manejar modelos predictivos y las variables que impactan en los ratios estratégicos de la empresa (figura 6).

La validación del sistema se realiza en 4 etapas, con el objetivo de lograr un desarrollo flexible y en línea con las necesidades de la empresa. Se espera con la implementación del modelo (SQ),



Figura 5. Modelo de generación de indicadores de gestión por etapa del proceso productivo.



Figura 6. Modelos predictivos para la producción de smolt.

la definición de estándares de calidad del smolt como meta y control, a través de la definición de los procesos de la producción, logrando una eficiencia y eficacia en la gestión. [VD](#)



Optimización en el uso de los Recursos A través de la Gestión por Procesos

- Asesorías en la vigilancia y el control de *Caligus rogercresseyi*.
- Programas de aseguramiento de la calidad del Smolt.
- Transporte de peces para bioensayos.
- Ingeniería de Procesos.
- Asesorías en bioensayos.
- Capacitación

**AQUASUR
STAND A230**

contacto@bioengineering.cl | Móvil: +56 9 8288 9937 | Puerto Montt | Chile

www.bioengineering.cl



***Nos trasladamos
Para brindarle un mejor servicio***



- *Bolsas Bins*
- *Bolsas Basura*
- *Sellado al vacío*
- *Insumos selladoras*
- *Mallas raschel*
- *Pecheras desechables*
- *Bolsas individuales*
- *Etiquetas carro*
- *Nets bag*
- *Láminas*
- *Fundas exteriores e interiores*

Fonos: (65) 2286 416 - (65) 2286 420

Celular: 09 8473857 - 09 8478384

Parcela 22 Alto la Paloma - Puerto Montt

pcotapos@plasticosaustral.cl

www.plasticosaustral.cl

ACUANOMÍA:

Nuevo paradigma para responder a los desafíos de los Hidrocultivos en el siglo XXI



Marcelo Campos Larraín¹, Nora Fuenzalida Cisternas¹, Manuel Meza Venegas²

¹Acuasesorías Ltda.; ²Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Viña del Mar
acuasesorias@acuasesorias.cl

La reflexión respecto de los desafíos de una industria que se perfila como una activa fuente de proteínas, empleo y divisas, puede abordarse desde diversas líneas de pensamiento; por una parte, como un catálogo de los problemas técnicos, laborales, ambientales y económicos que la aquejan, y por otra, como una disquisición filosófica respecto de sus fundamentos ingenieriles.

Como el primer aspecto ha sido bastante desarrollado tanto por las organizaciones gremiales como por los estamentos gubernamentales nacionales e internacionales, sumadas algunas ONG, en esta oportunidad la intención es revisar una línea de pensamiento más filosófica.

Así, considerando el planteamiento de Jared Diamond, en su obra "Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años", podemos proponer que mientras lo que separa al cazador-recolector del agricultor es el sentido de pertenencia a la tierra y el hacerla suya para generar producción de alimentos, lo que separa al mismo cazador-recolector del acuicultor es el factor de empleo de un espacio definido y acotado para instalar sus estructuras productivas. En otras palabras, el factor común es el dominio y empleo de un espacio territorial acotado, para la producción de alimentos en forma artesanal por parte de un grupo, unido por lazos familiares conforme a

costumbres y metodologías desarrolladas en forma intuitiva o por ensayo y error.

En este sentido, la agricultura se ha desarrollado en el mundo desde hace unos 4.500 años, clasificando a las sociedades en desarrolladas y atrasadas en tanto han logrado un dominio del proceso de producción de alimentos. Éste ha tenido altos y bajos en estos cuatro milenios, llegando a convertir amplias zonas en eriales desérticos por efecto de la sobreexplotación y mal manejo.

Actualmente, la explotación de los hidrocultivos se enfrenta a una situación equivalente. Se vincula a esta industria como responsable de la contaminación de ríos, lagos, estuarios y bahías donde realiza su actividad, del agotamiento de los recursos hidrobiológicos nativos y de la introducción de especies agresivas que destruyen el patrimonio biogenético de las zonas costeras.

Ambas formas de obtención de alimentos -agricultura y acuicultura- han debido enfrentar problemas y cuestionamientos similares y equivalentes a lo largo de la historia. La agricultura, sin embargo, parece haberlos sorteado hasta ahora con una gracia y eficacia que a la acuicultura le falta aún alcanzar.

Al parecer, el aspecto diferenciador que ha permitido a la agricultura desarrollarse y estructurar una industria exitosa, radica en la aplicación de criterios, procedimientos y protocolos ingenieriles con un sólido sustento científico-técnico. Estos conocimientos, en cuya generación se ha utilizado el método científico, son los que, entre otros, le han permitido efectuar el diagnóstico del área (terreno) a intervenir, obteniendo información respecto a los productos más convenientes para cultivar, las técnicas de preparación y manejo del suelo, la intervención a través del riego y la aplicación de nutrientes para mejorar la productividad. A esto, le llamamos "Agronomía o ingeniería de la producción agrícola".

Consecuente con lo anterior, así como la concepción sedentaria de la vida elevó del vagabundear al cazador recolector, transformándolo en agricultor, es el desarrollo de la Agronomía como ciencia lo que ha permitido generar una actividad sustentable, rentable y permanente.



En el ámbito de la producción de recursos hidrobiológicos, aunque se ha implementado la así llamada “Ingeniería en Acuicultura”, en el *ethos* no se ha desarrollado una “Acuanomía o ingeniería de la producción acuática”. En el quehacer de la acuicultura, la aplicación del método científico ha estado generalmente ausente. De esta manera, su desarrollo e implementación se ha basado en factores financieros con enfoque de corto plazo, por lo cual ha primado el interés por cumplir con los aspectos básicos productivos y económicos, por sobre los técnicos y científicos. En otras palabras, la acuicultura chilena -y no en menor grado también la acuicultura mundial- se ha caracterizado por “sembrar - cosechar - comercializar”.

Esto ha conducido a situaciones marginales, que responden a los principios básicos de la economía (oferta vs. demanda), con sobreproducción y disminución de precios que ha llevado a la naturaleza a los límites de su capacidad, preferentemente en el ámbito ambiental y sanitario. Para intentar corregir esto, se ha generado una pesada carga regulatoria tendiente a devolver al sector un mayor grado de sustentabilidad (Campos et al., 2014), lo cual se manifiesta en sistemas de gobernanza cada vez más complejos.

Para desarrollar una Acuanomía se requiere implementar investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Su trascendencia al asociarse de forma ineludible con la competitividad del sector y su capacidad para responder a los retos que se le presentan, ya sean sociales, económicos, tecnológicos y/o ambientales, hace necesario un análisis pormenorizado de la situación.

A su vez, se requiere de una estrecha colaboración entre los agentes implicados para determinar de forma apropiada las prioridades de investigación y desarrollo que conduzcan a que los esfuerzos económicos en materia de I+D+i satisfagan las necesidades reales de los sectores productivos para su desarrollo, crecimiento y mayor competitividad. Esto es lo que en realidad constituye la base de la estructuración de una Acuanomía, que por esencia debe ser sustentable, tal como lo explica Brundtland (1987) y se esquematiza en la Figura 1.

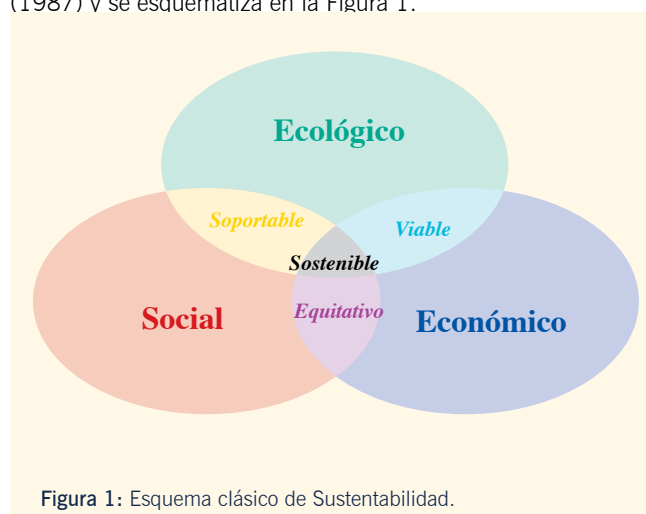


Figura 1: Esquema clásico de Sustentabilidad.

En consecuencia, se estima fundamental tener en consideración que la sustentabilidad no es en sí misma un fin, sino que constituye un factor más de competitividad y proyección de largo plazo de la industria en general y de la acuicultura en particular.

El desarrollo de un Plan Estratégico para la Acuanomía recoge una serie de prioridades de I+D+i. Este no es, ni debe ser único; se requiere diferenciar entre cultivos de pequeña escala (los que FAO (2013) denominó inicialmente como acuicultura rural o de pequeña escala y que actualmente se reconoce como Acuicultura de Recursos Limitados (AREL) y Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMyPE)) y los cultivos industriales.

Asimismo, las autoridades deben fomentar la actividad y destinar recursos para la investigación científica y tecnológica; además, es relevante revertir el divorcio que existe entre los que generan el conocimiento (universidades y centros tecnológicos) y los que producen (la propia industria que necesita de ese conocimiento en forma de transferencia).

El interés de los investigadores son las publicaciones; el interés de las empresas es solucionar -en el menor tiempo posible y al menor costo- los problemas cotidianos inherentes a la actividad. En este desfase de intereses no se da lo esencial que es la transferencia de los resultados de I+D al sector acuicultor. Otro factor que dificulta la transferencia y aplicación de los conocimientos, es la demanda de protección de los resultados obtenidos (obtención de patentes) que imponen los organismos proveedores del financiamiento. Si bien es cierto, algunos esfuerzos se han realizado para revertir esta situación, éstos no han sido suficientes.

Muchas son las líneas de investigación posibles de implementar y ellas obviamente varían conforme a las especies hidrobiológicas y las áreas geográficas en que se desarrollan los cultivos, así como la disponibilidad de mano de obra especializada y fuentes naturales o productores de alimentos adecuados.

Conforme a lo anterior, un enfoque acuanómico es multidisciplinario e integrativo, que considera enfrentar desafíos vinculados a Sanidad y Bienestar Animal, Calidad, Tecnologías y Sistemas, Integración con el Medio Ambiente, Nutrición y Alimentación, Ciclo de Vida Biológico, Socioeconomía y Normativa. De esta manera, se puede aseverar que Acuanomía es una disciplina multisistémica en la que confluyen los campos del conocimiento de las ciencias básicas, sociales y económicas.

Esto lleva necesariamente a requerir de los científicos especializados apartarse de sus esquemas tradicionales e incursionar en temáticas dinámicas, asociadas a la calidad del sustrato y de la columna de agua, a la investigación referente a las causas reales de la pérdida de biodiversidad y a establecer protocolos eficientes de repoblamiento de los ecosistemas dañados. Es necesario a su vez establecer un “inventario” del patrimonio genético acuático que permita poner en valor a las especies y establecer los índices de endemismo. También se debe estudiar los efectos de las

descargas de orilla en la cadena alimenticia, pH, temperatura, salinidad y perfil químico de la columna de agua para prevenir la ocurrencia de fenómenos ecológicos adversos. Esto representa además una oportunidad para reencantar a la comunidad y en particular a las nuevas generaciones con las ciencias en general y las ciencias del mar en particular, ya que nadie puede apreciar lo que desconoce. En los últimos años las investigaciones sobre ciencias del mar se han vuelto extremadamente especializadas y academicistas, postergándose trabajos de índole práctica y mayor impacto social como las investigaciones zoológicas, botánicas, sanitarias, ambientales y económicas, respecto de zonas de interés turístico o de relevancia para la pesca artesanal o la acuicultura.

Con estos elementos se puede potenciar un desarrollo de la actividad en consonancia con el entorno y la comunidad, aprovechando los resultados para innovar en el tipo de especies a producir, el alimento a emplear y las zonas en que diversas actividades pudieran compartir el entorno o por el contrario tener usos exclusivos de acuerdo a su valor biogenético, ambiental o sanitario. Es decir, el requerimiento es investigar para dar a conocer la realidad, y no investigar para responder a una cuestión coyuntural.

A modo de conclusión, cabe señalar que los avances logrados en acuicultura han sido en base a resultados reactivos y no preventivos, enfocados en la solución de contingencias particulares sin perspectiva holística, con lo cual se ha desarrollado políticas productivas y reglamentarias destinadas a solventar las crisis del día a día y no necesariamente a generar una visión integrativa y sustentable de largo plazo que dé cuenta de la estrategia propiciada por el Estado para posicionar a Chile como una potencia proveedora de alimentos de alta calidad, cumpliendo todos los preceptos de la seguridad alimentaria.

Referencias:

Brundtland, G. H. (1987). Nuestro Futuro Común. <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>.

Campos, M., Alcayaga, M. y Farías, F. (2014) Gobernanza en la acuicultura chilena: Situación actual, oportunidades y desafíos. Versión Diferente, 20:56-58.

Diamond, J. (1998). Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años. 1ª Edición. Editorial Debate S.A., ISBN: 84-8306-120-1.

FAO (2013). Diagnóstico de la Acuicultura de Recursos Limitados (AREL) y de la Acuicultura de la Micro y Pequeña Empresa (AMYPE) en América Latina. ISBN 978-92-5-307462-4. [VD](#)



Viña del Mar:
Avda. 1 Norte 1431 · Fonos: (56) 32 2881211 / 32 2481010

Puerto Montt:
O'Higgins 595, Oficina 202 · Fono: (56) 65 2260626

acuasesorias@acuasesorias.cl
www.acuasesorias.cl

Nuestros Servicios

- Aplicación de programas sanitarios y ambientales.
- Asesoramiento en tramitaciones para la obtención, transferencia, arriendo y operación tanto de concesiones de acuicultura como marítimas.
- Asesorías en legislación marítima, pesquera y del uso de borde costero.
- Tramitación y defensa en juicios.
- Auditorías al sometimiento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Cursos de capacitación en diversas materias relacionadas con el uso del borde costero.
- Evaluación y ejecución de proyectos.
- Investigación para el cultivo de nuevos recursos.
- Representaciones y comisiones de confianza.
- Ubicación, posicionamiento, relocalización y demarcaciones territoriales y marítimas.
- Tasaciones de concesiones marítimas y/o de acuicultura, además de pisciculturas y centros de acopio.
- Tramitación de derechos de aprovechamiento de aguas.
- Due diligence.
- Levantamientos geodésicos y elaboración de planos.
- Productos y servicios asociados a tecnologías espaciales aplicadas a temáticas costeras y recursos hídricos.
- Auditorías ambientales.



Profesionales de la seguridad



SEGURIDAD & PROMOCIONES

- ✓ 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 alcance



Todos los cursos con código Sence

☆ **SEGURIDAD TERRESTRE** ☆ **SEGURIDAD MARÍTIMA**

☆ **SERVICIO DE TRANSPORTE** ☆ **CAPACITACIÓN**

☆ **EQUIPOS DE VIGILANCIA** ☆ **SERVICIOS DE GPS RADAR Y OTROS**

TRANSEG
transporte marítimo y terrestre

capaseg
Centro de Capacitación Integral

OSORNO

Mackenna 1434
Fono / Fax: (64) 2240 300
osorno@seguridadypromociones.cl

PUERTO MONTT

Regimiento con Palena 298
Fono / Fax: (65) 2437 457
puertomontt@seguridadypromociones.cl

ANCUD

Pudeto 438
Fono / Fax: (65) 2627 779
ancud@seguridadypromociones.cl

¿Cómo sacarse un 7 en el control oficial de enfermedades que afectan a la acuicultura?



¿Cuáles son las principales medidas para controlar enfermedades en la acuicultura?

La mayor parte del crecimiento de la acuicultura y la intensificación ha ocurrido durante los últimos 30 años.

La acuicultura ha crecido tres veces más rápido que la agricultura, con una increíble tasa de 8,3% por año desde 1970 (Diana 2009). En el año 2013, según FAO, la producción mundial de la pesca y la acuicultura alcanzó un nuevo récord con 160 millones de toneladas, de las cuáles cerca de 44% correspondió a productos de la acuicultura.

Los cultivos intensivos en acuicultura, inherentes a la producción animal, se han centrado en el camarón y peces. Sin embargo, las altas tasas de contacto y la complejidad de estos sistemas de producción traen riesgos de presentación de enfermedades, cuyos impactos pueden afectar la sustentabilidad de la producción.

La industria del salmón en Chile ha crecido sostenidamente en los últimos 10 años incrementando el volumen de exportación de 182 mil a 445 mil toneladas en la última década. La salmonicultura es uno de los pilares fundamentales de las exportaciones de alimentos. Actualmente Chile se posiciona en el segundo lugar en la producción mundial de salmónes siendo solamente superado por Noruega. El rápido crecimiento que ha experimentado la industria ha sido logrado en parte aumentando el grado de intensificación en el sistema productivo. Al igual que en el caso de otros sistemas de producción animal esto ha llevado a un aumento en la susceptibilidad a enfermedades y a un incremento de riesgos sanitarios.

El brote de virus ISA tuvo un alto impacto en la producción nacional, como antecedente, cabe señalar que la salmonicultura es la industria que más empleo y divisas generaba entre la IX y XI Región, donde previo a la aparición del virus ISA, mantenía cerca de 55.000 puestos de trabajo. A raíz de la crisis se estima que durante el período 2007 al 2011 la industria perdió más de USD 1.000 millones y provocó que el 2009 se perdiera el 60% de la producción. Considerando que la acuicultura se vislumbra como una importante fuente de proteínas en los próximos 30 años, el rol de los servicios veterinarios en la prevención y control de enfermedades es clave.

En este contexto, la experiencia adquirida en nuestro país ante el brote de ISA nos ha dejado enseñanzas que han fortalecido nuestro sistema de gestión sanitaria en la acuicultura siendo un modelo a seguir en países que inician su desarrollo en la acuicultura.

¿Es posible controlar enfermedades en la acuicultura?

Nosotros creemos que sí, considerando las particularidades de la producción (numerosas redes de contacto) y el medio marino que actúa como vector pasivo de patógenos.

1. Servicios veterinarios Competentes
2. Red robusta de laboratorios de diagnóstico
3. Sistema de notificación de enfermedades
4. Información sanitaria pública y transparente
5. Trabajo público privado
6. Marco normativo de soporte
7. Investigación básica y aplicada

1.- Servicio Veterinarios competentes

Tradicionalmente, la misión de los Servicio Veterinarios (SV) ha sido proteger la producción pecuaria doméstica y la mayoría de sus recursos se canalizaron hacia el control de las enfermedades que constituían una amenaza para la producción primaria. Su actuación comenzaba en las fronteras nacionales y se extendía hacia el interior del país.

La prevención y el control de las enfermedades de los animales acuáticos también constituyen la base para los servicios de sanidad de los animales acuáticos en numerosos países. Para las partes interesadas nacionales y para los demás países, su credibilidad depende principalmente de la eficacia de estos programas nacionales y de las medidas que los servicios veterinarios y los servicios de sanidad de los animales acuáticos adoptan ante situaciones de emergencias debidas a enfermedades animales.

La producción y el comercio de animales acuáticos y de productos derivados de estos son cada vez más importantes y el sector de la acuicultura está creciendo considerablemente en respuesta a una demanda global de proteína de calidad en aumento constante. En algunos países, los SV son la autoridad competente encargada de los servicios de sanidad de los animales acuáticos y en otros países, otras agencias gubernamentales asumen dicha responsabilidad, una legislación apropiada y una buena gobernanza son indispensables para apoyar a los servicios de sanidad de los animales acuáticos en el cumplimiento de las exigencias de la OIE, entre ellas la detección, notificación y control de enfermedades.

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) ha perfeccionado una herramienta de evaluación elaborada inicialmente en colaboración con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), publicando en 2010 una versión revisada de la Herramienta de la OIE para la Evaluación de las Prestacio-

nes de los Servicios Veterinarios (Herramienta PVS de la OIE). La aplicación de la Herramienta PVS en el área de la sanidad de los animales acuáticos, se inició en 2009 a través de una misión piloto en Vietnam. Tras efectuar algunas misiones, resultó evidente que se necesitaba una herramienta independiente y específica de evaluación de los servicios de sanidad de los animales acuáticos, debido a las diferencias entre los sectores de producción ganadera y acuícola. De este modo, la OIE ha elaborado la Herramienta para la evaluación de las prestaciones de los servicios de sanidad de los animales acuáticos, que se basa en la sexta edición de la Herramienta PVS y en la que se incluyen modificaciones a algunas competencias críticas y niveles de progresión de tal manera que se ajuste a la evaluación de estos servicios.

Los servicios veterinarios / servicios de sanidad de los animales acuáticos tienen cuatro elementos esenciales:

Recursos humanos, físicos y financieros para conseguir medios y retener a profesionales con competencias técnicas y capacidad de liderazgo.

Autoridad y competencia técnica para abordar temas nuevos y de actualidad (incluidas la prevención y la lucha contra las enfermedades) basándose en principios científicos; en este ítem se evalúan los sistemas de gestión sanitaria incluyendo acciones prefrontera, frontera y post frontera.

Interacción continua con las partes interesadas para obtener información actualizada y prever programas y servicios comunes adecuados.

Capacidad de acceso a los mercados gracias al cumplimiento de las normas vigentes y a la aplicación de conceptos nuevos como la armonización de las normas, la equivalencia y la zonificación.

La estructura de la Herramienta PVS de la OIE tanto para los servicios veterinarios como de sanidad de los animales acuáticos reconoce estos cuatro elementos esenciales. Para descargar la herramienta PVS, use el siguiente link, disponible en el sitio electrónico de la OIE.

En el ámbito del control de enfermedades en animales acuáticos, Chile, aún no ha sido evaluado bajo la herramienta PVS. Sin perjuicio de ello durante el año 2013 (noviembre-diciembre), en auditoría realizada por la FVO (Food and Vete-



www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Support_to_OIE_Members/docs/pdf/E_PVS_Tool_aquatic_animals.pdf

rinary Office) para analizar la exportación de animales vivos y productos de origen animal a la Unión Europea, se evaluaron los programas de control de enfermedades llevados por Sernapesca y SAG, destacando especialmente el Programa Específico de ISA.

La auditoría analizó de forma especial los programas de control y vigilancia del virus ISA, dado el antecedente de la crisis vivida el 2007, detectando avances importantes demostrados en los brotes producidos durante el 2013 en la Región de Aysén. La auditoría coincidió con un caso de ISA detectado en la región de Aysén en diciembre, por lo que los funcionarios del FVO pudieron observar la aplicación de las medidas de control sanitario vigentes. Del mismo modo, se destacó el análisis exhaustivo realizado por el Servicio en el desarrollo de investigaciones oficiales frente a la sospecha de enfermedades.

Cabe señalar, que el Departamento de Salud Animal, dependiente de la Subdirección de Acuicultura de Sernapesca, se encarga de generar los Programas de Vigilancia y Control de enfermedades de animales acuáticos, considerando una red de laboratorios autorizados que realizan los análisis diagnósticos en el marco de los programas de vigilancia y control de enfermedades, permitiendo la detección oportuna de éstas.

“El equipo de profesionales encargados del área, tanto a nivel central como regional, demostró tener un alto nivel de experticia en el área de salud animal, ya sea de los responsables de generar los programas de control y vigilancia de enfermedades, como de aquellos encargados de fiscalizar los centros de cultivo y realizar el seguimiento de eventos anormales”, puntualiza el informe de la auditoría publicado el pasado 11 de junio.

En el informe se destaca también el cumplimiento de estándares aplicados por la Unión Europea para la exportación de animales vivos y productos de origen animal, y se valora que Sernapesca aplique a su vez estos estándares mediante el análisis de riesgo asociado a los insumos importados que se utilizan en la acuicultura, como ovas, alimentos o incluso equipos utilizados en la cadena de producción, lo que permite entregar garantías de conformidad respecto a la salud animal que exige la Unión Europea.

Para descargar informe en extenso, pulse aquí http://ec.europa.eu/food/fvo/index_en.cfm#modal-2013-6802

Por los motivos antes mencionados, resulta necesario que junto con fortalecer los sistemas de prevención sanitaria a nivel de pre-frontera, frontera y post-frontera, así como los sistemas de vigilancia internos, disponer de un Plan de Acción ante una emergencia sanitaria, que permita actuar de manera oportuna ante la detección de un agente exótico en el país.

La gestión de las emergencias sanitarias considera lo siguiente: que las emergencias van a ocurrir de cuando en cuando, a pesar de las medidas de prevención que se implementen. Segundo, que es mejor estar preparado para enfrentarlas y no tener que improvisar en el momento que ocurran. Tercero, que para esta

anticipación se puede preparar a las instituciones, a las personas y los procedimientos. Cuarto, el Estado tiene una labor ineludible en la conducción y coordinación de estas acciones de gestión de emergencias, especialmente por las externalidades que tienen las enfermedades y la alta necesidad de coordinación pública y privada. Finalmente, y no obstante lo anterior, los agentes privados, especialmente los productores de salmones, deben participar de todas las fases de la emergencia incluidos las de diseño y preparación de la emergencia. No solo por sus intereses, sino que contribuir al bien público sanitario.

Para poder lograr estos objetivos, una herramienta útil para estar preparados son los ejercicios de simulacros. Estos se realizan con el objetivo de que los responsables de salud animal de un país o una región, practiquen la manera de actuar en caso de que se presente una emergencia real, para aprender y ejercitar conductas o hábitos de respuesta. Asimismo, se llevan a cabo con el propósito de evaluar el plan de emergencia y sus procedimientos para detectar áreas de oportunidad (fortalezas y debilidades). El proceso para llegar a desarrollar un simulacro ideal, es el que sin previo aviso se haga participar de manera eficiente a todos los actores. Entre los beneficios de realizar un simulacro, se encuentran:

- Ayudan a evaluar las acciones de emergencia
- Evalúan la capacidad de respuesta del personal
- Identifica áreas de oportunidad
- Provee entrenamiento a participantes
- Mejora la coordinación del personal
- Involucra a las dependencias, instituciones y organizaciones claves

El Servicio ha venido desde hace unos años, realizando ejercicios de simulacros internos, con la participación de algunas empresas para ir fortaleciendo los procedimientos, tiempos de respuestas y fortalece el entrenamiento de los inspectores.

2.- Red robusta de laboratorios de diagnósticos de enfermedades

Para la vigilancia de enfermedades es fundamental contar con informes de diagnósticos confiables y oportunos que permitan establecer medidas adecuadas de control de enfermedades, así como con información diagnóstica permanente para análisis epidemiológicos y planificación de estrategias de control de enfermedades.

Para garantizar la confiabilidad de los diagnósticos en el marco de un programa de control es necesario contar con métodos sensibles, validados y estandarizados. Además es un estándar internacional la acreditación en calidad. Existen además mundialmente, Laboratorios de Referencia de la OIE, los cuales son designados con el objeto de explorar todos los problemas relacionados con una enfermedad determinada o un tema específico. El laboratorio de ISA de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso es uno de ellos.

En Chile, Sernapesca no cuenta con laboratorios propios. Para el diagnóstico oficial existe una red de laboratorios de diagnóstico, regulados por el DS N° 15 que establece requisitos y obligaciones.

Laboratorios de diagnóstico inscritos en el registro de Sernapesca

Realizan análisis en el marco de los programas de vigilancia y control de Sernapesca.

Acreditación INN
NCh 17.025:2005

Espacio físico, distribución,
dependencias.

Personal y equipos

Sistema de registros

3.- Sistema de notificación de enfermedades

El éxito del control de las epidemias, tanto de enfermedades humanas como animales, depende del rápido acceso de que se disponga a información completa sobre la situación sanitaria nacional. Actualmente, las personas y los bienes recorren largas distancias en un tiempo muy corto, lo que establece grandes retos que solicitan respuestas eficaces y rápidas por parte de las autoridades responsables tanto de la salud pública como animal. Con el fin de garantizar la obtención a tiempo de una respuesta, las enfermedades deben ser notificadas inmediatamente de manera transparente. Esta labor forma parte de los mandatos de las dos organizaciones mundiales responsables de la difusión de la información sanitaria: la Organización Mundial de la Salud (OMS) para las enfermedades humanas y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para las enfermedades animales, incluidas las zoonosis (enfermedades animales transmisibles al hombre).

La credibilidad de un país debe basarse en la notificación exacta y a su debido tiempo de las enfermedades, lo que brinda al gobierno en cuestión una mejor posición para detener la enfermedad, en comparación con situaciones en las que primero tiene que defenderse contra el incumplimiento de las obligaciones internacionales. Para tener acceso a la base de datos WAHID de información zoonosaria de la OIE puede ingresar aquí: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home/indexcontent/newlang/es

4.- Información sanitaria pública y transparente

Es fundamental contar con una base de datos de información sanitaria que esté disponible para todos los actores y permita tomar decisiones para la gestión sanitaria basadas en información oficial. Sernapesca tiene un sistema de información para la acuicultura

Notificación

Inmediata

Sospecha de signología,
mortalidades, detección
del agente

- Laboratorios de diagnóstico
- Titular del centro de cultivo o quien este designe
- Inspector Sernapesca
- CCS

notificacionEAR@sernapesca.cl

notificacionISA@sernapesca.cl

diagnosticoISA@sernapesca.cl

Gobierno de Chile | Ministerio de Economía Fomento y Turismo | Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

(SIFA) que permite monitorear la situación sanitaria con una frecuencia semanal para mortalidades y monitoreo de caligus. También el sistema captura información de tratamientos y vacunaciones, diagnósticos de enfermedades y movimientos de peces vivos y sus gametos. A nivel de Agrupaciones de Concesiones (ACS), la información sanitaria oficial es conocida por todos las empresas que forman parte de una ACS.

5.- Trabajo público privado

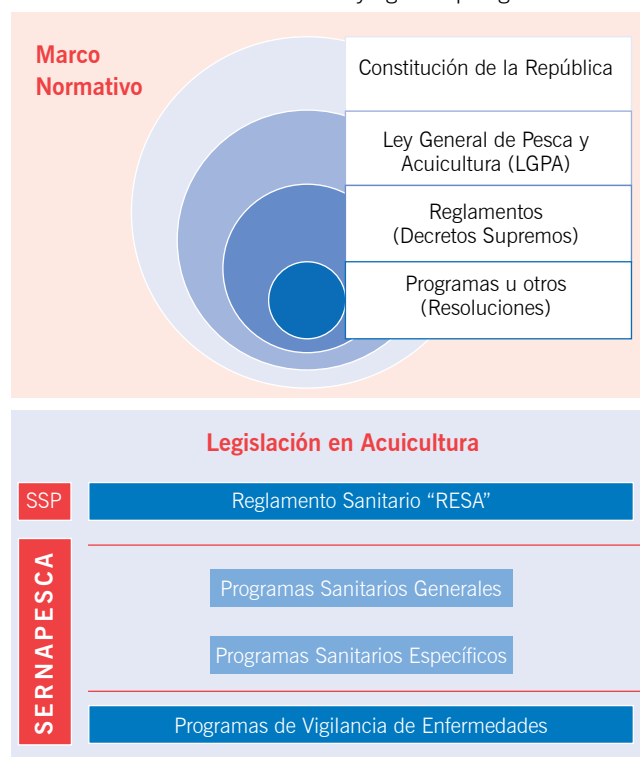
La cooperación entre el ámbito público y privado, es fundamental para operativizar las medidas de prevención y control de enfermedades, tomando en cuenta la logística relativa a la actividad productiva. Sernapesca tiene implementadas mesas de trabajo permanentes con los diferentes actores de la industria y un nutrido programa de difusión normativa. Además, se realizan reuniones periódicas con la industria y otras instituciones para difundir el estatus sanitario de la acuicultura.

6.- Marco normativo

En el ámbito sanitario es importante tener una normativa que le de a la autoridad competente, las herramientas legales para poder actuar ante una emergencia sanitaria, así como para establecer la normativa específica asociada al establecimiento de programas sanitarios de vigilancia y control.

En este ámbito, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura es la instancia normativa de dependencia directa del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, encargada de proponer la política pesquera y acuícola y sus formas de aplicación, dirigir y coordinar las actividades que corresponde realizar al Estado en relación con el sector. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura es el órgano administrativo dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, conforme a la ley, le corresponde fiscalizar el cumplimiento de las normas pesqueras y de acuicultura, proveer servicios para facilitar su correcta ejecución y realizar una gestión sanitaria eficaz, a fin de contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente. Dentro de los objetivos estratégicos institucionales está velar por el estatus sanitario y ambiental de la acuicultura, contribuyendo al desarrollo competitivo del sector, responsabilidad que recae en la Subdirección

Nacional de Acuicultura, correspondiendo específicamente al Departamento de Salud Animal, realizar las labores asociadas a la vigilancia y control de enfermedades que afectan a las especies de la acuicultura. En este contexto, la Ley General de Pesca y Acuicultura en su artículo 86, y el D.S N°319/2001, que establece el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) para las Especies Hidrobiológicas, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, señalan que el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura dictará por resolución, Programas Sanitarios Específicos, los que tendrán por objeto determinar los procedimientos específicos y las metodologías de aplicación de las medidas que contempla el reglamento antes mencionado, para la vigilancia, control o erradicación de las enfermedades de alto riesgo, con el fin de promover un adecuado estado de salud de las especies hidrobiológicas, así como evitar la diseminación de las enfermedades y agentes patógenos.



7.- Investigación sanitaria

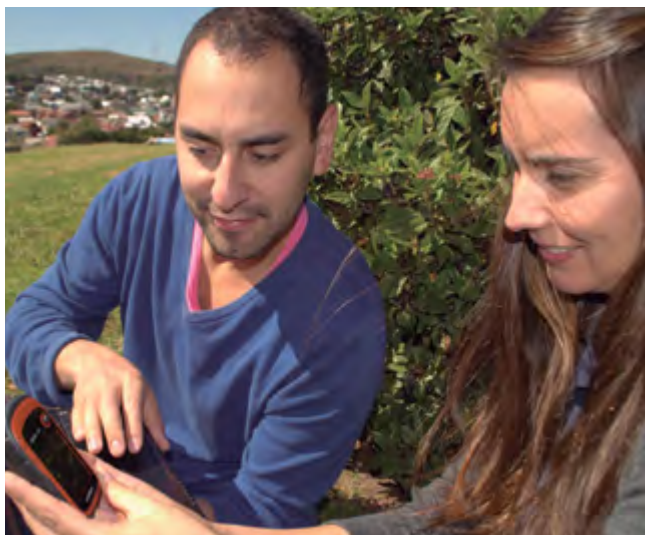
La investigación básica como la aplicada es necesaria para fortalecer los programas de control al mejorar la información relacionada con el patógeno y su epidemiología. Se requiere además estrechar vínculos de comunicación para responder las preguntas que la autoridad requiere para mejorar el control de una determinada enfermedad.

Como se aprecia el control de enfermedades es un gran desafío para la acuicultura, por lo que es necesario conocer más al enemigo (los patógenos), actuar anticipadamente ante emergencias, potenciar a los servicios veterinarios, crear consciencia en la importancia en la notificación de enfermedades, trabajar colaborativa y transparentemente entre actores públicos y privados. [VD](#)

¿Nos sacamos un 7?



Diplomado en Sistemas de Información Geográfica



Módulos Teórico-Prácticos

Módulo 1:	Introducción a los sistemas de Información Geográficos.
Módulo 2:	Introducción a ArcGis.
Módulo 3:	Gestión de Análisis en ArcGis.
Módulo 4:	Presentación, manejo y análisis de datos con matrices ambientales físicas y biológicas: Estudios de casos y aplicación de otros softwares SIG de uso libre.
Módulo 5:	Cartografía ambiental aplicada a planificación integral del territorio.
Módulo 6:	Seminario Final.

El programa tiene una **duración total de 162 horas presenciales**. Las clases se realizan semanalmente los **viernes de 18.00 a 22.00 hrs y sábados de 09.00 a 14.00 hrs.** en la Facultad de Ciencias del Campus San Andrés de la Universidad Católica de la Sma. Concepción.

Requisitos de Postulación:

Formulario de postulación completo disponible en <http://www.ucsc.cl/posgrados-y-diplomados/formulario-postulacion-online/>

Más información en la página web:

<http://ciencias.ucsc.cl/carreras/diplomado-en-sistemas-de-informacion-geografica/>

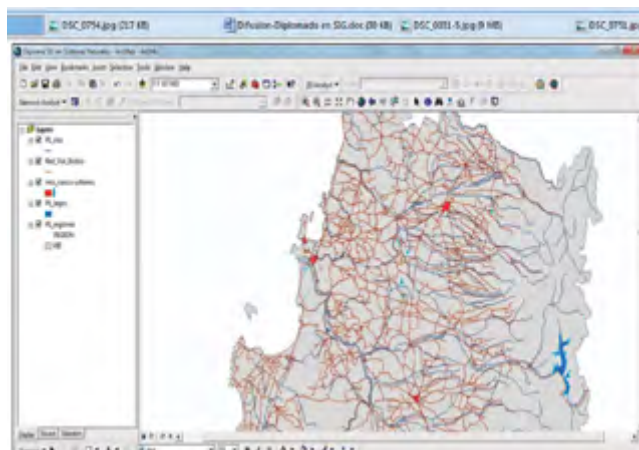
E-mail del Coordinador del Programa Dr. Antonio Brante: abrante@ucsc.cl

Los Sistemas de Información Geográfico (SIG) son una herramienta tecnológica y metodológica que permite manejar de forma eficiente y óptima bases de datos y utilizarlas para apoyar tomas de decisiones en el ámbito público y privado, y/o la investigación científica.

El marco de la nueva institucionalidad ambiental chilena, así como el establecimiento de reglas y procedimientos cada vez más rigurosos para la toma de decisiones medio ambientales, demandan de la sistematización, procesamiento y análisis de una gran cantidad de variables integradas. Sin duda, esto requiere que los profesionales del área ambiental adquieran y manejen herramientas técnicas y metodológicas más eficientes y poderosas que permitan cumplir con dichas necesidades. Dentro de este contexto, las tecnologías SIG son una herramienta esencial de estos profesionales.

El Diplomado en Sistemas de Información Geográfica de la UCSC está dirigido a profesionales del área ambiental de organismos públicos y privados, así como de instituciones de Educación Superior e Investigación. El programa está estructurado en base a actividades lectivas y prácticas presenciales donde el profesional conocerá y hará uso de las principales herramientas de software pagados y libres utilizados para el manejo y análisis de bases de datos ambientales en plataformas SIG. Además se analizan estudios de caso de diferentes tipos de ambientes de modo de abordar problemáticas concretas en esta área. Al finalizar el Diplomado, los profesionales conocerán las principales herramientas conceptuales y prácticas de los SIG y estarán capacitados para la utilización de estas herramientas en problemas relacionados al uso, evaluación y gestión de sistemas ambientales.

El programa tiene una duración total de **162 horas presenciales**, y está estructurado en módulos temáticos que relacionan aspectos teóricos y prácticos de las herramientas SIG aplicadas a problemáticas ambientales.





Desarrollo de Nuevas Herramientas para el repoblamiento de Macroalgas Rojas en la Región del Bío Bío

Dr. Ricardo Otaiza O'R. , Julián Cáceres V.

Las macroalgas marinas tienen una gran importancia ecológica como productores primarios y como generadores de hábitat para otras algas y para invertebrados. Además, a largo de toda la costa chilena, diferentes especies de macroalgas son explotadas como recursos naturales. Estas han sido extraídas principalmente para la obtención de ficoloides, como los alginatos, el agar-agar y los carragenanos. Estos son agentes gelificantes o espesantes de amplio uso en la industria alimenticia, farmacéutica y muchas otras. Además de su uso industrial, hay un creciente mercado para algunas especies de algas como productos para el consumo directo por el ser humano, principalmente en países asiáticos. En la Región del Biobío, el desembarque de algas rojas es uno de los mayores en el país, tanto por volumen como por diversidad de recursos. Además, tiene un importante efecto social por cuanto estos recursos son explotados principalmente por pescadores artesanales.

En los últimos años, sin embargo, diferentes condiciones tanto naturales (e.g., el terremoto del 2010) como humanas, parecen haber contribuido a una disminución en el desembarque de algas, afectando negativamente tanto al sector pesquero artesanal como a las empresas compradoras de la materia prima en la Región del Biobío. Un caso dramático es la “luga cuchara”, un alga que habita en roqueríos intermareales, cuya abundancia disminuyó muy drásticamente en muchas localidades como consecuencia del levantamiento de la costa en 1-2 m luego del terremoto, y cuya recuperación natural ha sido extremadamente lenta.

Ante esta situación, investigadores de la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción) y de la Universidad Santo Tomás (Santiago) están desarrollando el proyecto AQ12I0004 “Estrategias tecnológicas para la restauración y aumento productivo en algas rojas de alto impacto económico-social: repoblamiento como mecanismo para potenciar el rol de las áreas de manejo de la Región del Bío Bío”, financiado por el programa FONDEF-HUAM IV y que cuenta con el apoyo de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Región del Biobío, dos empresas nacionales y una internacional, y tres sindicatos de pescadores artesanales que participan activamente en la ejecución del proyecto.

En este proyecto se están evaluando diferentes técnicas para aumentar la abundancia de algas en praderas naturales de tres recursos: la chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*), la luga negra (*Sarcothalia crispata*) y la luga corta o luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*), en la Región del Biobío.

El objetivo es generar técnicas muy sencillas, efectivas, económicas y adaptables por cualquier persona, tal que su aplicación masiva sea fácil. Un caso que se toma como modelo de esta simpleza es la técnica de repoblamiento del “pelillo” (*Gracilaria chilensis*), cuya masificación ha producido un gran aumento en los desembarques de este recurso.

Los tres recursos considerados en este proyecto pueden tratarse como especies “modelo” en cuanto a historias de vida, y generar herramientas de manejo que puedan ser aplicables a otros recursos algales de ecología similar.

En forma paralela, y dado que en esta Región las praderas explotadas quedan usualmente incluidas dentro de AMERBs y, por lo tanto, sujetas a las acciones de manejo emprendidas por las organizaciones de pescadores artesanales que las administran, también estamos trabajando en una transferencia efectiva a los usuarios finales.

Este objetivo se basa en la aplicación del concepto de *Capacity Building*, creando en los usuarios finales las competencias necesarias para comprender la biología y ecología de las especies a repoblar, los tipos de artes y herramientas que son necesarios para un sembrado efectivo que maximice la probabilidad de éxito productivo, y su vinculación dentro de la cadena de comercialización.

Los resultados de este proyecto contribuirán a mantener un mercado seguro y generar ingresos permanentes en el tiempo para los pescadores artesanales de la Región del Biobío que decidan emprender acciones de repoblamiento de manera autónoma.

Al mismo tiempo las herramientas de repoblamiento quedarán disponibles para su uso no sólo para explotación de los recursos sino también para la restauración de praderas de macroalgas.

Luga negra (*Sarcothalia crispata*)



Luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*)



Chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*)



Actividad de capacitación en uno de los sindicatos participantes





Facultad de Ciencias

QUÍMICO AMBIENTAL



El Químico Ambiental, es un Profesional capacitado para detectar tempranamente los cambios químicos en los ecosistemas y proponer medidas de mitigación y reparación, abordando los problemas con la visión ética en la prevención, protección y conservación del medio ambiente desde el punto de vista de las ciencias químicas.



Áreas de Especialización

- Bioremediación
- Biotecnología Ambiental
- Química de Sistemas Acuáticos
- Tratamiento de Residuos Industriales



BIÓLOGO MARINO



El Biólogo Marino, es un Profesional con fuerte formación en el desarrollo de la investigación científica, evaluación, explotación y protección de recursos biológicos y sus ambientes.

Áreas de Especialización

- Manejo y Conservación
Modelamiento de los sistemas acuáticos
- Producción
Cultivo de especies de importancia económica
- Biología Avanzada
Ecología, Genética, Biología de especies, Parasitología



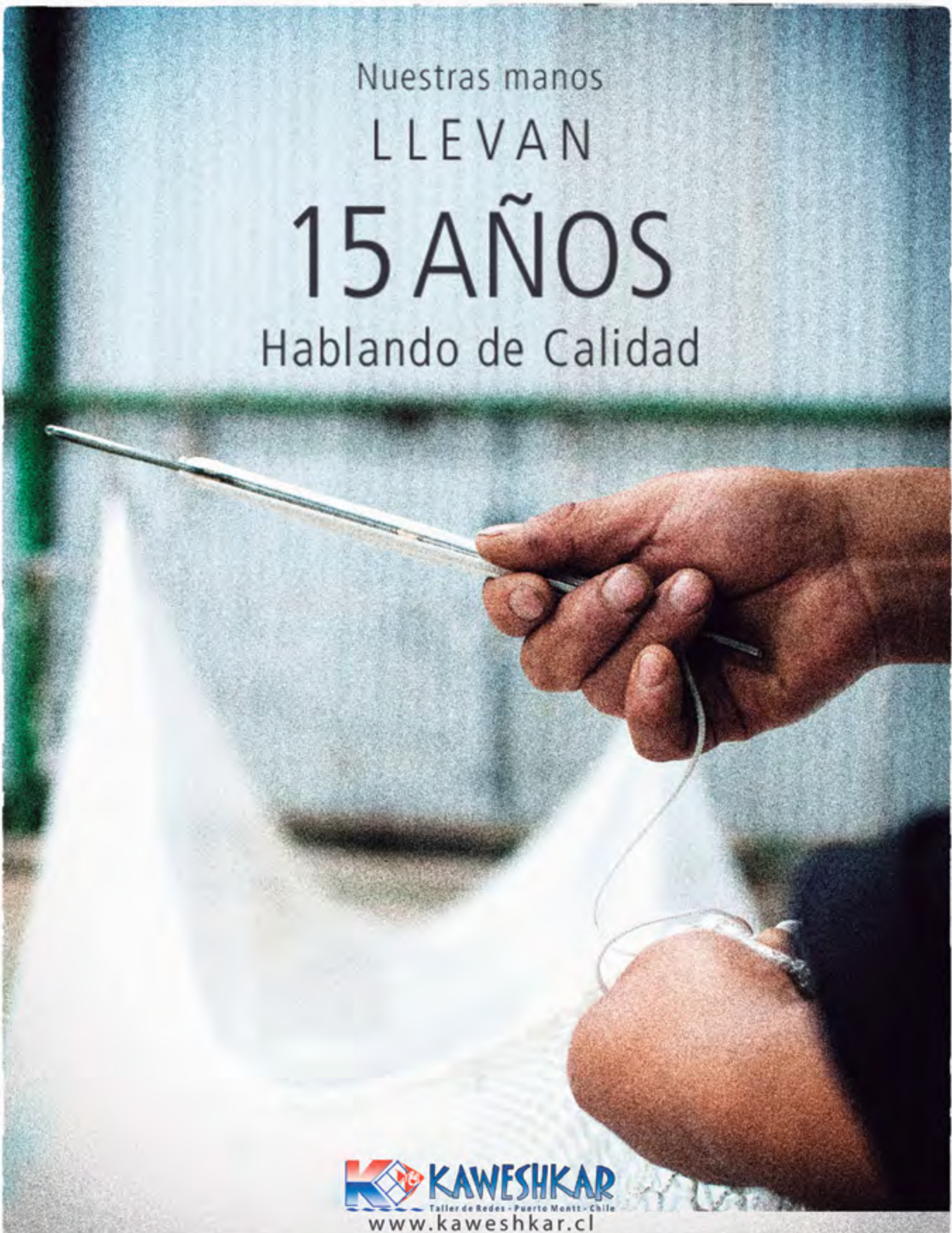
Magíster en Ecología Marina

El Programa de Magíster en Ecología Marina enfatiza una formación de carácter académico-científico, centrado en la comprensión y dominio de los marcos conceptuales y empíricos fundamentales en la Ecología, relativos a la Organización, Estructura y funcionamiento de sistemas biológicos.

Campus San Andrés,
Alonso de Rivera 2850, Concepción

ciencias.ucsc.cl

Nuestras manos
LLEVAN
15 AÑOS
Hablando de Calidad



 **KAWESHKAR**
Taller de Redes - Puerto Montt - Chile
www.kaweshkar.cl

Modelación Hidrodinámica y Biofísica aplicada en Pesquerías y Acuicultura



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
INPESCA

C. Salas, S. Núñez, S. Vásquez, A. Sepúlveda

Departamento de Pesquerías, Instituto de Investigación Pesquera.
csalas@inpesca.cl

Introducción

Uno de los problemas más relevantes para el entendimiento de la variabilidad ambiental climática-oceanográfica radica en la existencia limitada de datos, especialmente bajo escalas de observación muy grandes o muy pequeñas, que posibiliten recoger de buena forma tanto la variabilidad espacio-tiempo en una escala regional así como la asociada al campo local. La modelación biofísica surge como una solución para este problema y permite explicar variaciones en distribución y abundancia de diferentes recursos hidrobiológicos.

Estudios que incorporan la modelación hidrodinámica se vienen desarrollando hace varias décadas en diferentes partes del mundo, aplicándose en problemáticas cada vez más complejas a través del desarrollo de tecnologías computacionales de alto nivel, orientadas a la modelación numérica de las propiedades conservativas del océano y la dinámica de sus corrientes. En Chile, este tipo de modelación se ha desarrollado en el último tiempo, evidenciándose como una excelente herramienta para el estudio de la variabilidad oceanográfica bajo distintas escalas de tiempo y espacio, abarcando desde amplias regiones del océano abierto, hasta ambientes costeros y sistemas semi-cerrados (bahías, golfos, fiordos), y desde cambios diarios hasta la variabilidad decadal.

El acoplamiento de este tipo de modelos hidrodinámicos con otros de tipo biológico, se conoce comúnmente como modelos biofísicos; los que son utilizados para indagar en el ámbito de las relaciones entre los recursos marinos y la variabilidad de su entorno ambiental, especialmente en la historia de vida temprana de las especies, posibilitando estudiar la distribución espacial de la abundancia/biomasa, el grado de conectividad espacio-temporal entre procesos (por ejemplo los procesos de desove y reclutamiento), la identificación de regiones de fuentes y sumideros, así como la determinación de zonas de reclutamiento y/o asentamiento, lo cual es de suma utilidad hacia un enfoque regionalizado o territorial de manejo de recursos. El espectro de aplicación de este tipo de herramientas de modelación es amplio, desde estudios de conservación y ecología, pasando por la oceanografía pesquera hasta los efectos del cambio climático.



En el Instituto de Investigación Pesquera, INPESCA, entidad privada de investigación científica aplicada hacia el estudio de los recursos acuícolas, sus pesquerías y el medio ambiente, se ha implementado en los últimos años una línea de desarrollo en modelación numérica, como respuesta innovadora a las necesidades de conocimiento en el campo de la variabilidad ambiental y las relaciones ambiente-recursos cuya demanda se hace cada vez más relevante, a través de enfoques de trabajo multidisciplinarios y ecosistémicos. Esta línea de investigación, ha debido necesariamente incorporar a profesionales capacitados para desarrollar modelación hidrodinámica compleja y modelación biofísica, así como también implementar una adecuada arquitectura computacional de alto rendimiento, necesaria para el cumplimiento de los más variados requerimientos en este ámbito.

En el desarrollo de la modelación hidrodinámica y biofísica, INPESCA ha enfrentado el desafío de este tipo de estudios en el marco de tres enfoques distintos: a) la modelación asociada a las aguas abiertas de Chile central para el estudio de conectividad entre las regiones de desove y de reclutamiento (juveniles) del recurso jurel, b) la modelación vinculada con zonas costeras de Chile central, para establecer indicadores de reclutamiento de sardina común a través de modelación biofísica, y c) la modelación asociada a zonas semi-cerradas como bahías, golfos o fiordos, dentro de los cuales se cuentan estudios en el golfo de Arauco y el mar interior de Chiloé, y relacionando la hidrodinámica con diferentes recursos bentónicos de interés comercial.

En el marco de estos desafíos, el Instituto ha desarrollado estudios de modelación hidrodinámica y biofísica (acoplamiento de modelos hidrodinámico y biológico) en los siguientes temas:

1) Estudios de conectividad entre áreas de desove y crianza de jurel en aguas oceánicas de Chile central, a través de los proyectos CONICYT 78090007 “Modelación biofísica del jurel en el Pacífico suroriental y su impacto en la actividad pesquera chilena” (Programa de Inserción de Capital Humano Avanzado), la tesis de post-grado “Modelación de la historia de vida temprana del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Pacífico suroriental: Influencia de factores biofísicos en la conectividad de zonas desove-crianza” (S. Vásquez), y el estudio actualmente en la fase inicial de desarrollo del proyecto FIP 2014-33 “Estructura poblacional y estimación de índices de reclutamiento de jurel basados en modelos biofísicos (fase I) (Fondo de Investigación Pesquera).

2) Estudios de modelación biofísica sobre peces pelágicos pequeños (sardina común) en la región costera de la zona centro-sur de Chile, para la estimación alternativa de índices de reclutamiento a través del proyecto de la Subsecretaría de Pesca ID:2012-56-OAP-17 “Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona Centro-sur de Chile: Fase I”.

3) Estudios en desarrollo en áreas costeras semi-cerradas, esto es: a) Modelación hidrodinámica preliminar del golfo de Arauco, en el marco del proyecto “Gestión operativa para la implementación del plan de manejo del Golfo de Arauco, 2013 (proyecto 2013-47-DAP-11)”, y b) aproximación hidrodinámica al estudio del mar interior de Chiloé, por medio del proyecto CONICYT 781203018 (Programa de Inserción de Capital Humano Avanzado) “Modelación hidrodinámica para la determinación de zonas de asentamiento de *Mytilus chilensis* en el mar interior de Chiloé”.

Modelo Hidrodinámico

Los modelos hidrodinámicos consisten de módulos matemáticos complejos que resuelven la dinámica del océano. El Instituto de Investigación Pesquera utiliza el modelo regional tridimensional ROMS (Regional Oceanic Modeling System) en su versión AGRIF (Penvel et al, 2006; Debreu et al, 2011; www.romsagrif.org). Este modelo requiere en su configuración de información realista de la zona y período de estudio, dentro de la cual se cuenta la batimetría, los afluentes de agua dulce, los vientos locales y las corrientes superficiales. La adquisición de esta información mayoritariamente se hace mediante datos satelitales y persigue alcanzar la configuración más realista posible. La modelación hidrodinámica tiene la ventaja de permitir muestrear virtualmente y analizar de forma continua las diferentes zonas del dominio, ventajas imposibles de alcanzar operativamente en estudios de campo, caracterizados por observaciones limitadas temporal y espacialmente.

La modelación comienza con la ubicación del área de interés, que se denomina dominio. Las salidas del modelo permiten tener una extrapolación continua de variables hidrográficas y corrientes para diferentes profundidades. Así se logra analizar el periodo mayor dentro de un dominio más extenso, visualizando

las variaciones intraestacionales e interanuales. Los datos de campo son utilizados para el proceso de validación del modelo hidrodinámico, cuyo objetivo, es poder conocer el grado de cercanía del modelo hidrodinámico con los procesos y variables hidrográficas de la zona modelada. Si la validación del modelo es positiva, se puede decir entonces que, el modelo hidrodinámico logra reproducir con cierto grado de exactitud la dinámica del sector de interés.

El modelo ROMS permite realizar modelación tipo “hindcast”, esto es modelación en el tiempo pasado (modelos históricos) y “forecast”, es decir modelación hacia el futuro (modelos de pronóstico); además de posibilitar el realizar modelaciones de tipo climatológicas o interanuales, es decir, aquellas que permiten estudiar procesos característicos de un mes para un año promedio, sin variabilidad interanual (modelos climatológicos), y los que están orientados a recrear de manera realista los procesos hidrodinámicos en un periodo específico (modelos interanuales). Por otro lado, la resolución temporal del modelo puede ser ajustada a diferentes escalas (anuales, mensuales, diarias y horarias). El periodo de la modelación climatológica por lo general debe ser superior a 5 años, periodo necesario para que se alcance el “spin-up” o estabilidad del modelo numérico, sin embargo este tiempo es mucho menor para la modelos interanuales, donde se requiere por lo general algunos meses para alcanzar dicha estabilidad. El modelo ROMS tiene estructura vertical dada por 32 niveles, lo cual permite conocer el comportamiento de corrientes y variables hidrográficas en la columna de agua.

Los insumos o requerimientos del modelo hidrodinámico ROMS se presentan en la Figura 1, e incluye a la batimetría del fondo marino, condiciones iniciales, condiciones de borde laterales, forzantes superficiales y forzantes externos.



Figura 1: Diagrama del modelo ROMS. Su configuración, requerimientos y salidas.

La batimetría o topografía del fondo marino tiene una gran importancia sobre las corrientes horizontales y mareas del sector, es por esta razón que se requiere de una batimetría que contenga la información detallada de las características del fondo marino. Las condiciones iniciales son necesarias para entregar la variabilidad del modelo interanual. Las condiciones de borde laterales



entregan la información de las variables temperatura, salinidad, corriente y nivel del mar del modelo justo en los bordes abiertos. Los forzantes superficiales determinan la interacción de la superficie del océano con la atmósfera; y finalmente, los forzantes externos corresponden a datos de mareas, descargas de agua dulce y vientos que aportan una mejora en la configuración detallada y realista de la zona de estudio.

Un punto relevante dentro del modelo ROMS AGRIF es su capacidad para aumentar la resolución espacial, mediante un método denominado anidamiento. Preferentemente se utiliza el método "off-line" roms2roms, por su bajo costo computacional.

En este proceso, el dominio menor pasa a ser llamado dominio padre, alimentando los bordes de un nuevo dominio hijo que poseerá mayor resolución espacial. El modelo padre debe estar previamente validado correctamente, para evitar la propagación de errores desde un dominio a otro. La cantidad de anidamientos está relacionada con la resolución espacial que se desee alcanzar. Los trabajos realizados con ROMS arrojan que la máxima resolución aceptable está alrededor de los 300 a 100 metros. Considerando que el modelo es estable cuando se pasa de una resolución mediante la razón matemática $1/3$, entonces si se comienza con un dominio padre de 3 km, mediante 2 anidamientos se llegará a un dominio final de 300 metros aproximadamente.

El funcionamiento de modelos de esta naturaleza (modelo ROMS) es costoso computacionalmente, por lo que el Instituto de Investigación Pesquera ha adquirido y configurado un nodo de cálculo de alto nivel tecnológico, dedicado exclusivamente a los modelos ROMS desarrollados en diversos proyectos y estudios que requieren un enfoque biofísico.

Modelo Biofísico

La modelación biofísica estudia las relaciones entre los recursos marinos y su entorno ambiental, a través del acoplamiento de modelos hidrodinámicos tridimensionales (ROMS) y modelos biológicos (llamados modelos basados en el individuo o IBM "individual based models") de una región y población determinada. Estos modelos permiten explorar y estudiar la historia de vida temprana de diversos recursos marinos, identificando los principales forzantes y mecanismos biofísicos que determinan el éxito del proceso de reproducción, mejorando el conocimiento que se dispone en relación al modelo conceptual de una población marina en explotación.

Los modelos basados en el individuo (IBM) también conocidos como modelos basados en entidad o agentes consisten en la derivación de propiedades de un sistema ecológico a partir de las propiedades de los individuos que conforman este sistema. Estos modelos están constituidos por un ambiente en el cual ocurren interacciones, y por un número de individuos definidos en términos de comportamientos (reglas de procedimiento) y parámetros característicos. En un IBM, las características de cada individuo son monitoreadas a través del tiempo, lo que posibilita resolver problemas de conectividad espacial y temporal. Los IBM involucran conceptos que no están completamente presentes en modelos poblacionales: Individualidad (fisiología, diferencias conductuales y dependiendo de su propia genética e influencias ambientales) y localidad (interacción con otros individuos vecinos).

El espectro de aplicación de modelos biofísicos es muy amplia, desde estudios de conservación, asociados por ejemplo a identificación vulnerables por la invasión de especies no introducidas, ecología relacionados con el transporte larval e identificación de áreas de crianza. Incluso se pueden realizar estudios que involucren oceanografía y pesquerías, donde se encuentran los estudios de variabilidad del reclutamiento, construcción de índices de fuerza de reclutamiento, identificación de estructura del stock, estrategias de manejo, y estudios de variabilidad y cambio climático.

Caso Estudio: Modelación hidrodinámica del mar interior de Chiloé

En este estudio, se realiza una modelación hidrodinámica del mar interior de Chiloé con el propósito final de estudiar, a través de un enfoque multi-disciplinario, la problemática del desove- asentamiento de *Mytilus chilensis*, buscando indagar sobre la variabilidad de estos procesos especialmente en las escalas intra-estacional e inter-anual. Para este efecto, la modelación hidrodinámica tri-dimensional se acopla al modelo biológico (IBM), para establecer una modelación biofísica bajo condiciones iniciales realistas.

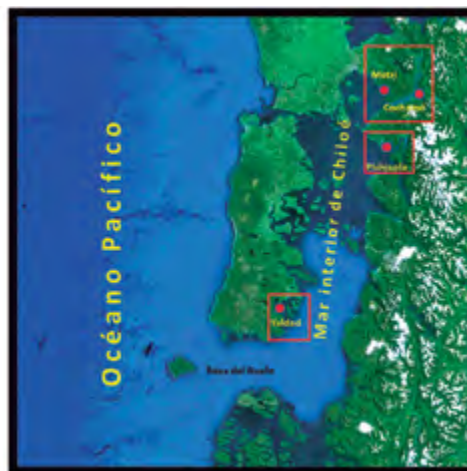


Figura 2: Dominio de la modelación que comprende el mar interior de Chiloé y la zona oceánica. Los dominios de mayor resolución se muestran en recuadros rojos.

En la modelación hidrodinámica, el dominio modelado tiene una extensión suficientemente amplia para incorporar la dinámica oceánica que afecta el comportamiento de las aguas del mar interior. El dominio padre simulado que se muestra en la Figura 2, será utilizado para la generación de sub-dominios o dominios hijos de alta resolución (300 m), asociados a regiones particulares con presencia de bancos naturales de reproductores y zonas de colectores de semillas. El período de modelación inter-anual comprende una serie extensa desde 1993 hasta 2013, necesaria para desarrollar estudios mediante el análisis de procesos interanuales. Las salidas del modelo están en la escala horaria, de tal modo de reproducir tanto la marea, como los diferentes procesos que influyen o modulan la variabilidad hidrográfica, de corrientes y patrón de estratificación/mezcla vertical.

Para este estudio, el modelo ROMS adquiere la información de batimetría del producto ETOPO con una resolución de 4 km complementada con datos propios del Instituto y cartas electrónicas del SHOA. Las condiciones de borde e iniciales corresponden al producto ECCO con una resolución espacial de 1°, cada 10 días. Los forzantes superficiales que utiliza el modelo corresponden al producto de re-análisis NCEP/NCAR que tiene una resolución 2.5° espacial y temporal cada 6 horas. Los forzantes externos que se disponen en el modelo son las descargas de agua dulce correspondientes a los ríos Petrohué, Cochamó, Puelo y la hidroeléctrica Canutillar, localizados en el estuario de Reloncaví. Otro forzante externo corresponde a la marea, obtenidas del modelo global barotrópico TPX07 utilizando 10 componentes de marea. El modelo contiene 32 niveles verticales, con una mayor resolución en aguas someras.

La validación del modelo hidrodinámico utilizado incluye información hidrográfica y de corrientes (CTDO, ADCP, otros) en puntos del área de estudio (dominio padre), que provienen mayoritariamente de los cruceros CIMAR fiordos. Por otro lado, se cuenta con protocolos de validación mediante imágenes satelitales, proceso que abarca la totalidad del dominio modelado.



Figura 3: Sistema de modelación biofísica larvas de *Mytilus chilensis*. Modelo hidrodinámico ROMS validado acoplado a modelo biofísico.

El modelo biofísico IBM que se acopla el modelo hidrodinámico requiere de condiciones realistas con información de campo (ver Figura 3), que incorpore información sobre el período de desove, su extensión temporal y sincronización, densidad y distribución espacial de estadios de desarrollo larval, expresión vertical de la distribución, tiempo de permanencia en el plancton, sobrevivencia, entre otras variables, con el propósito de establecer patrones de conectividad espacial y temporal entre la dinámica larval y zonas de asentamiento, en escalas temporales adecuadas. Cobra vital importancia el desarrollo de permanentes cruceros y estudios de campo en las zonas del mar interior de Chiloé para que los modelos numéricos sean alimentados con la información más realista posible.

El modelo biofísico constituye una herramienta poderosa para estudiar la dispersión larval de los bancos naturales de choritos en el mar interior de Chiloé, permitiendo describir las trayectorias de los individuos desovados y construir mapas de probabilidad con información sobre lugares con mayor éxito de asentamiento larval, así como también posibilitará analizar la conectividad entre centros de captación y bancos de semillas.

Bibliografía

Debreu, L., P. Marchesiello, P. Penven, & G. Cambon. 2011. Two-way nesting in split-explicit ocean models: algorithms, implementation and validation. *Ocean Modelling*, 49-50, 1-21.

Penven P., L. Debreu, P. Marchesiello, and J.C. McWilliams, 2006: Evaluation and application of the ROMS 1-way embedding procedure to the central california upwelling system. *Ocean Modelling*, 12, 157-187.

Vásquez, S., M. Correa-Ramírez, C. Parada & A. Sepúlveda. 2013. The influence of oceanographic processes on jack mackerel (*Trachurus murphyi*) larval distribution and population structure in the southeastern Pacific Ocean. *ICES Journal of Marine Science*. 70(6): 1097-1107. doi: 10.1093/icesjms/fst065.

Vásquez, S., C. Parada & E. Di Lorenzo. Connectivity patterns of the jack mackerel (*Trachurus murphyi*) in the southeastern Pacific: linking spawning-nursery grounds through a biophysical approach. 2013. Aceptado en *Progress in Oceanography*.

Vásquez, S. C. Parada, A. Sepúlveda & V. Combes. Modelación del transporte de huevos y larvas de jurel (*Trachurus murphyi*) en el Pacífico suroriental: implicancias en el reclutamiento. 2012. En: Hernández-Zanuy A., y Alcolado P. M. (Eds). La biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de Iberoamérica y el cambio climático: II. Memorias del Simposio Iberoamericano de biodiversidad marina y cambio climático, de la RED CYTED BIODIVMAR. Balneario Camboriú, Santa Catarina, Brasil, Noviembre 2012. pp 69-78. [VD](#)

Papeles Bioactivos de Pulpa de Algas y Fibras Secundarias:

UNA POTENCIAL SOLUCIÓN PARA LA INDUSTRIA FRUTÍCOLA NACIONAL



Universidad de Concepción
CHILE



Centro de Biotecnología
Universidad de Concepción
Región del Bio-Bío



FONDEF
Fondo de Fomento
al Desarrollo Científico
y Tecnológico

Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina | GIBMAR del Centro de Biotecnología | Universidad de Concepción.

contacto@gibmar.com - www.gibmar.com - www.biotecnologiamarina.cl

El proyecto D111-1226 financiado por CONICYT - FONDEF junto con las empresas regionales asociadas Terra Natur S.A., Innocon S.A e Indugras S.A., está orientado al desarrollo de papeles con mezcla de fibras secundarias y algas marinas que presenten propiedades bioactivas para mejorar los estándares de durabilidad y calidad en la industria frutícola.

Nuestro país produce anualmente cerca de 5 millones de toneladas de pulpa de celulosa y entre 450 y 500 mil toneladas de papel al año para diversos usos. Cada año se recupera cerca de 1 millón de toneladas de papel y cartón, con este material reciclado (pulpa secundaria) se producen en Chile 320 mil toneladas anuales de papeles de embalaje. Este material reciclado permite la elaboración de nuevos papeles tissue, cartulinas, papeles de impresión, escritura y papeles de envolver.

La alta cantidad de papel de desecho a nivel nacional como mundial, crea una necesidad ambiental y una oportunidad real para la innovación y búsqueda de alternativas para la reutilización de este producto. Dado lo anterior, las macroalgas constituyen una nueva fuente de materia prima para la obtención de pulpa y elaboración de papel. Esta novedosa aplicación, se sustenta en la capacidad de distintas especies de algas de formar una pulpa de

características físico-mecánicas similares a las que se obtiene en la pulpa reciclada, permitiendo la mezcla de ambas, utilizando la tecnología existente en la industria papelera. En relación a lo anterior, existen algas que presentan largas fibras que pueden favorecer las propiedades de resistencia del papel, además de incorporar propiedades bioactivas contra determinados grupos de microorganismos en función de una serie de compuestos químicos presentes en las fibras algales.

La utilización de macroalgas chilenas, presentan oportunidades concretas para producir un producto diferenciado y atractivo, dadas sus características bioquímicas y su factibilidad de cultivo masivo, agregando valor comercial a aquellas especies de algas que no poseen actualmente un mercado. Bajo este concepto las macroalgas adicionan propiedades bioactivas, tales como antimicrobianos y antioxidantes. Estas propiedades, permiten obtener un papel que posibilita la inocuidad de los elementos para los cuales se ha destinado su uso, por lo tanto, tiene un alto potencial para ser utilizado en una amplia gama de industrias, entre ellas la frutícola y alimentaria.

Con respecto a la industria frutícola nacional, Chile exportó 2.706.256 toneladas de fruta durante la temporada 2012-2013 correspondiente a MUS\$ 4.411. De este volumen de exportación, aproximadamente un 3 a 5% (83.700 a 142.435 toneladas) equivalentes a MUS\$ 136 a 232, respectivamente, se deterioró producto de la oxidación y posterior ataque de hongos y bacterias post-cosecha. Las propiedades bioactivas de las macroalgas adicionadas al papel desarrollado, permitirá una reducción significativa de esta pérdida, manteniendo la calidad y durabilidad de la fruta exportada.

Actualmente el proyecto a logrado identificar y seleccionar especies de macroalgas con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, definiendo formulaciones para las mezclas con la fibra secundaria. También se ha determinado el efecto que produce la adición de diferentes macroalgas sobre las propiedades físico-mecánicas y se ha evaluado las propiedades bioactivas del papel desarrollado.



Figura 1: Cultivo de macroalgas verdes para biomateriales obtenidos desde esporas en laboratorio.



Figura 2: Papeles desarrollados a partir de fibra secundaria y diferentes algas presentes en la Región del Biobío.

En el marco de este proyecto se ha explorado la capacidad antioxidante (CA) desde *Ulva sp.*, *Lessonia sp.*, *Macrocystis pyrifera*, *Durvillaea antarctica* y *Gracilaria chilensis*, recolectadas en diversas localidades costeras de la Región del Biobío. Se realizaron extracciones tipo batch por 4 h empleando polvo de algas 212 - 500 μm en proporción 1:20 con diferentes solventes (agua, metanol, etanol, y n-hexano), y mezclas de solventes (etanol:agua, metanol:agua y acetona:agua). Para determinar la CA se utilizó el ensayo de decoloración del radical ABTS*+(Re et al 1999) expresado en TEAC. Adicionalmente, se determinó el contenido de polifenoles totales expresado en PGE mediante la técnica de Folin-Ciocalteu (Jerez et al 2007). Con la excepción de *G. chilensis*, todas especies de macroalgas estudiadas presentaron la mayor capacidad antioxidante en los extractos acuosos. Además se observó que los extractos obtenidos con n-hexano, la CA detectada es estadísticamente inferior a los otros solventes utilizados que poseen una mayor polaridad. Sin embargo, mezclas de solventes polares incrementan la extracción de compuestos con actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales con respecto a los extractos acuosos. La CA fue detectada en todas las macroalgas estudiadas siendo mayor en las algas pardas, esto debido a su alto contenido en polifenoles totales revelando una relación directa entre ambas variables. Esta propiedad bioactiva demostrada constituye una potencial herramienta para su uso en los papeles bioactivos (San Martín et al. 2014).

En relación a la capacidad antibacteriana se han realizado extensos estudios para examinar los antibióticos derivados de productos naturales, entre ellos macroalgas. Con miras a la identificación de nuevos compuestos con eficacia en el tratamiento de infecciones bacterianas, se evaluaron especies de macroalgas de la región del Biobío tales como *Ulva sp.*, *Lessonia sp.*, *Macrocystis pyrifera*, *Durvillaea antarctica* y *Gracilaria chilensis*. Los extractos se obtuvieron mediante extracción batch en agua, etanol, acetona, acetato de etilo, diclorometano y n-hexano. Los ensayos de bioactividad fueron realizados mediante el test de disco de difusión y por bioautografías. Adicionalmente, los extractos de *Ulva sp.* y *M. pyrifera* fueron analizados por GC-MS para su caracterización química. Se utilizaron tres bacterias

Gram (-): *Escherichia coli* K12, *Pseudomonas aeruginosa* PA01, *Pseudomonas syringae* (fitopatogena) y una Gram (+) *Streptococcus pyogenes* DC300. En discos de difusión, la bacteria *E. coli* K12 presentó inhibición para los extractos de *Ulva sp.*, *G. chilensis* y *M. pyrifera*. La cepa de *P. aeruginosa* PA01 solo presentó inhibición para extractos obtenidos de *G. chilensis* en los solventes agua:metanol y hexano. Por bioautografía la actividad en extractos de *Ulva sp.*, fue mayor que la exhibida en *M. pyrifera*. En todos los extractos de *Ulva sp.*, se caracterizó la molécula antibacteriana de Fitol (3,7,11,15-tetrametil-2-hexadecen-1-ol). En extractos de acetato de etilo y diclorometano de *Ulva sp.* y *M. pyrifera* se detectó la presencia de la molécula antibacteriana 6-metil-2-fenilquinolina. Estos positivos resultados permitirán incorporar estas propiedades en los papeles bioactivos para un control efectivo de infecciones post-cosecha en frutas de exportación (Troncoso et al. 2014).

La ejecución de este innovador proyecto permitirá utilizar las tecnologías productivas existentes de la industria del papel y dar origen a productos mejorados, tales como papel, bandejas y cajas con propiedades bioactivas (antioxidantes-antimicrobianos) para embalaje y conservación de frutas de exportación. Además, pretende generar un capital humano altamente especializado en este tópico tecnológico con gran potencial para la industria papelería y frutícola, contribuyendo en paralelo al desarrollo socio-económico de los alqueros artesanales e industriales del país.

Algas: Nicho Científico, Tecnológico Y Comercial Para Un Futuro Sustentable.

Aun cuando se discute ampliamente la cantidad de especies algales presentes en Chile, es bien conocido que su uso comercial se focaliza en 16 especies, de las cuales 8 presentan una actividad regular en el tiempo, solo una se cultiva industrialmente y ninguna presenta valor agregado dado a que su aplicación está limitada principalmente a la extracción de hidrocoloides (agar, colagar, carragina y alginato) y exportación de biomasa para consumo humano. Actualmente los desembarcos y exportaciones de algas solo confirman a nuestro país como proveedor de commodities con un bajo nivel de innovación. Esta situación es producto de la baja transferencia de tecnologías al sector productivo, desinterés o desconocimiento por la innovación y una baja cantidad de proyectos de investigación aplicada que potencie la búsqueda de nuevos productos algales. Ante este escenario el Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina (GIBMAR) de la Universidad de Concepción tiene por misión establecer una plataforma integrada de investigación, desarrollo e innovación para generar nuevos productos, contribuyendo a la diversificación del mercado de las algas y entregando valor agregado tanto para el mercado nacional como internacional. En este esfuerzo por generar una transferencia tecnológica hacia el sector empresarial, GIBMAR ejecuta en conjunto con empresas asociadas diversos proyectos financiados por Conicyt-Fondec y Corfo-Innova Chile con impacto en distintas áreas comerciales. De esta manera GIBMAR pretende fortalecer la relación universidad-empresa y potenciar la innovación en el sector alquero del país (Aguirte et al. 2014).

EL GIBMAR

Este proyecto FONDEF es ejecutado por el Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina "GIBMAR" el cual constituido por jóvenes investigadores y profesionales lidera actualmente el desarrollo de 6 proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación en coordinación con 15 empresas nacionales co-ejecutoras y asociadas.

Desarrollar e implementar una plataforma integrada de investigación, desarrollo e innovación, que fortalezca la asociatividad con el sector productivo con un fuerte impacto socio-económico, permitiendo la diversificación acuícola de los recursos marinos y agregando valor a través de la generación de nuevos productos es la misión del GIBMAR. Su visión es trabajar para posicionarse como un referente nacional e internacional en el desarrollo de nuevos productos tecnológicos utilizando como fuente de materia prima organismos marinos.

Las principales líneas de investigación y desarrollo están focalizadas en biomateriales, biorremediación, bioenergía, alimentos funcionales, nutraceuticos, farmacéuticos, cosmeceuticos, y tecnologías de cultivos y cosecha, las que se abordan a través de equipos multidisciplinarios en Modelación numérica, Cultivos hidrobiológicos, Extracción y purificación de compuestos químicos, Caracterización química, Ingeniería genética y desarrollo de nuevos productos. Estos equipos están apoyados constantemente por los equipos de formulación y gestión de proyectos, vigilancia y transferencia tecnológica.

Proyectos en Ejecución

GIBMAR ha logrado adjudicar proyectos I+D+i en varias de sus líneas de investigación, tales como:

- 1.- **Fondef D11I-1226**, Desarrollo de papeles bioactivos en base a mezclas de pulpa de algas y fibras secundarias.
- 2.- **Fondef D10I-1158**, Desarrollo de materiales termoplásticos biodegradables a partir de biomasa macroalgal.
- 3.- **Innovachile 13IDL1-25334**, Evaluación de la capacidad antioxidante de tres algas rojas comestibles como ingredientes para la industria nutraceutica.
- 4.- **Innovachile 13IDL2-23425**, Algaefilter - biofiltro de algas inmovilizadas en matriz polimérica para el tratamiento de aguas con alto contenido de metales pesados.
- 5.- **Innovachile 13IDL2-18275**, Desarrollo de mallas espumadas (sleevis) antimicóticas y biodegradables para la protección de manzanas y peras de exportación.
- 6.- **Innovachile 12IDL2-16163**, Desarrollo de cultivos heterotróficos de microalgas para la obtención de biomasa rica en astaxantina y ácidos grasos omega-3 como materia prima para consumo humano.

Figura 3: Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina GIBMAR del Centro de Biotecnología de la Universidad de Concepción.



Literatura Citada

Agurto C. 2014. Algas: Nicho Científico, tecnológico y comercial para un futuro sustentable. Libro de resúmenes IX Congreso Nacional de Micro y Macroalgas. Viña del Mar.

Jerez, M.; Selga, A.; Sineiro, J.; Torres, J.; Núñez, M. (2007). A comparison between bark extracts from PinusPinaster and Pinusradiata: Antioxidant activity and procyanidin composition. Food Chem100(2): 439-444.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice Evans C (1999). "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay". Free Rad BiolMed 26:1231-1237.

San Martín S, L. Castillo P, A. Olivares M, R. Saavedra C, N. Troncoso L & C. Agurto. 2014. Capacidad antioxidante en macroalgas presentes en la Región del Biobío. Libro de resúmenes

IX Congreso Nacional de Micro y Macroalgas. Viña del Mar.

Troncoso N, R. Saavedra C, A. Olivares M, S. San Martín P, H. Urrutia B & C. Agurto. 2014. Capacidad antibacteriana en macroalgas presentes en la Región del Biobío para su aplicación en biomateriales. Libro de resúmenes IX Congreso Nacional de Micro y Macroalgas. Viña del Mar. [VD](#)



INSPECCIONES SUBMARINAS

GRABACIONES SUBMARINAS

INSPECCIÓN DE MUELLES Y CASCOS

FONDEOS DE CENTROS DE CULTIVOS
DE SALMONES O CHORITOS.

REMOLQUE CAMBIO DE MALLAS.

BAÑOS DE PECES.

RECUPERACIÓN DE CENTROS.

LEVANTAMIENTO DE MUERTOS.

CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS
DE ENSÍLAJES Y ARTEFACTOS NAVALES.

CAMBIO DE JAULAS INSITU.

REPARACIÓN Y ARENADOS DE
MÓDULOS PARA ENVIAR A
GALVANIZAR.

CONSTRUCCIÓN DE
ARTEFACTOS NAVALES
MONTAJE INDUSTRIAL Y
OBRAS CIVILES



Serrania con grúa Pk 10500 y Guinche de 15 toneladas Barco Celenia II
Grúa atlaz de 4500 kilos - Guinche de 40 toneladas



equipos de oxigeno para baños de peces

DISTRIBUCIÓN DE PINTURAS INDUSTRIALES
AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN EN
MANTENCIÓN Y REPARACIÓN INDUSTRIAL



Celular: +56 9 7138 4520 Camino a Pargua Km. 1029 Puerto Montt
asn.servicios@gmail.com asn.ingenieriayservicios@gmail.com

INCAR: Generando conocimiento para una Acuicultura Sustentable en Chile

Jaime Figueroa, Cristián Gallardo-Escárate, Renato Quiñones y Miguel Quiroga

Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR)

contacto@incar.cl - www.incar.cl



Introducción

La industria acuicultura Chilena, ha crecido exponencialmente desde la década de los 80 debido principalmente a la producción del salmón del Atlántico, la trucha arcoíris y el salmón del pacífico; el segundo grupo más importante ha sido el cultivo de mitílidos. Este desarrollo no ha estado exento de problemas de sustentabilidad como ha quedado evidenciado con la crisis de 2008 producida por la rápida diseminación del virus Anemia Infecciosa del Salmón y la crisis social que de ella se generó, especialmente en zonas de la región de Los Lagos y de la región de Aysén. Indudablemente se requiere mayor conocimiento para desarrollar una acuicultura sustentable en el país. En este contexto surge, a comienzos del año 2013, el Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR), el cual es un centro de excelencia FONDAPE (CONICYT) que está conformado, principalmente, por investigadores de la Universidad de Concepción, Universidad Austral de Chile y Universidad Andrés Bello.

Los objetivos centrales del INCAR son: i) Generar conocimiento ecológico, biológico, epidemiológico, oceanográfico, económico y social para la mitigación óptima de los aspectos negativos de la acuicultura sobre los sistemas socioecológicos y para el diseño de sistemas de regulación basados en incentivos económicos de las actividades acuícolas, (ii) Producir conocimiento de excelencia acerca de los impactos de la acuicultura sobre los ecosistemas incluyendo las dimensiones ecológicas, biológicas, económicas y sociales, y (iii) Contribuir al conocimiento de procesos biológicos complejos (ej. reproducción, adaptación fisiológica, vulnerabilidad a patógenos) en especies acuícolas para el desarrollo sustentable de la acuicultura. La pregunta que está en la base del diseño del INCAR es: ¿cuáles, desde la perspectiva del conocimiento científico, son los nodos críticos para el desarrollo de la acuicultura sustentable en Chile en los próximos 20 años? El INCAR no intenta, obviamente, resolver todos los problemas detectados sino que reducir significativamente las brechas de conocimiento en temas cruciales, lo que a menudo no puede ser resuelto mediante estudios ad hoc de corto plazo. El Centro aborda este desafío a través de los planes científicos de las 5 Líneas de Investigación del INCAR y, en especial, a través de una fuerte y sinérgica interacción entre ellas. Las cinco Líneas de In-

vestigación del INCAR son: (i) Tecnología Genómica Acuícola, (ii) genómica marina y recursos endémicos, (iii) Salud animal, (iv) Sustentabilidad Ambiental y (v) Sustentabilidad Socioeconómica. Diversas herramientas tales como biología molecular de punta, sistemas de observación y monitoreo oceanográfico, modelación ecosistémica, experimentos biogeoquímicos, encuestas, focus groups, análisis de mercado, estimaciones econométricas, análisis de contenido, teledetección satelital, y sensoramiento submarino continuo, son utilizadas para resolver sinérgicamente las temáticas científicas del INCAR.

El INCAR focaliza su investigación en los cultivos de salmónidos y de mitílidos, que son los más importantes actualmente en Chile. De igual forma, el centro contribuye a la diversificación acuícola mediante el estudio de los mecanismos biológicos adaptativos requeridos para el desarrollo de acuicultura de especies endémicas. El INCAR contribuye no sólo al desarrollo sustentable de la acuicultura de gran escala, sino también la de pequeña escala, buscando hacer un aporte significativo mediante la generación de conocimiento para asegurar que el desarrollo de mitilicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), se haga de manera sustentable.

En el presente artículo de difusión científica, se presentan algunos de los avances alcanzados por las líneas Tecnología Genómica Acuícola, Salud animal, y Sustentabilidad Socioeconómica. En números futuros de Versión Diferente iremos presentando otros avances realizados por el INCAR.

Avances en genómica de *Caligus rogercresseyi*: una mirada integrativa sobre procesos biológicos complejos

Los avances tecnológicos en genómica permiten desarrollar una mirada integrativa frente a distintos procesos biológicos complejos como crecimiento, reproducción, nutrición/metabolismo, respuesta inmunológica, y estrés, entre otros. En este contexto, la iniciativa CALIGUS-seq desarrollada por el INCAR, ha generado a través de un ambicioso proyecto transcriptómico, más de 1400 millones de secuencias transcritas desde 8 estadios de desarrollo

del ciclo de vida de *Caligus rogercresseyi* (Nauplius I-II, copepodito, chalimus I-IV, hembras y machos adultos) [1]. A partir de esta información se han identificado sobre 84.000 genes. De ellos, 29.000 genes han sido relacionados a procesos biológicos claves como respuesta a estrés, resistencia a fármacos [2-3], desarrollo larval y de sistema nervioso [4], respuesta inmune [5-6], metabolismo [7] y reproducción [8]. Sin embargo, cerca de 55.000 genes no evidencian similitud con proteínas descritas previamente en base de datos públicas. Adicionalmente, se han caracterizados 71.116 polimorfismos un solo nucleótido (SNPs) contenidos en 22.675 transcritos. Dicha información es relevante a fin de buscar relaciones entre dinámica poblacional y patogenicidad de *C. rogercresseyi* sobre salmones de cultivos. Por otra parte, los SNPs pueden ser utilizados para evidenciar genes específicos responsables de resistencia/susceptibilidad a fármacos utilizados en la industria salmonera como antiparasitarios [9]. Asimismo, la información generada permite la identificación de las bases moleculares involucradas en el reconocimiento de los peces hospederos [10]. El estudio genómico en *C. rogercresseyi* representa un hito relevante en investigación científica de excelencia, así como su aplicación en el diseño e implementación de nuevas estrategias de control de la caligidosis en Chile.



Figura 1. Aplicaciones derivadas de proyecto de secuenciación genómica de *Caligus rogercresseyi* llevado a cabo por investigadores del INCAR.

Investigaciones en Salud Animal

A continuación presentamos algunos de los avances que han logrado los investigadores pertenecientes a la Línea de Investigación de Salud Animal del INCAR.

Análisis genómico de cepas de *Piscirickettsia salmonis*:

Se realizó la secuenciación masiva de 10 genomas del patógeno (*Genome Sequencer FLX Titanium*, Roche), mediante la estrategia de *shotgun*. Se realizó la anotación automática que identificó las secuencias codificantes y asigna una función a cada gen. Los resultados indican que el genoma de *P. salmonis* posee un porcentaje de G/C cercano al 39% y un 50% de los genes corresponden a subsistemas relacionados con pared celular; cofactores, grupos prostéticos, pigmentos, vitaminas; metabolismo de proteínas, carbohidratos, RNA y genes misceláneos. La anotación automática del ensamblaje del genoma permitió identificar in silico en promedio cerca de 3600 secuencias codificantes (Tabla 1).

Genómica funcional de *P. salmonis*: Hemos desarrollado el primer medio de cultivo AUSTRAL-SRS Broth para el crecimiento eficiente para la determinación de valores de la Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) del patógeno. De este modo, se pudo determinar la susceptibilidad antimicrobiana para Oxitetraciclina y Florfenicol. Las diferentes cepas presentan susceptibilidad variada para ambos antibióticos y estas pueden generar resistencia luego del tratamiento con concentraciones sub-MIC. Ésto indica que la bacteria posee múltiples mecanismos adaptativos a los antibióticos con diferentes mecanismos de resistencia, principalmente basados en alta cantidad de genes para estas funciones. Los análisis muestran que *P. salmonis* posee un completo set de genes inducibles que generan resistencia y que pueden constituir potencial nuevos blanco terapéuticos para el tratamiento de la piscirickettsiosis.

Identificación y caracterización de la “huella de DNA” de *P. salmonis* en peces silvestres:

La bacteria ha sido previamente identificada y aislada en todas las especies salmonídeas que se cultivan en Chile y el mundo, principalmente en *S. salar*, *O. kisutch*, *O. mykiss* y desde dos especies no salmonídeas, *Dicentrarchus labrax* y *Atractoscion nobilis*. En estudios conjuntos con IFOP-Puerto Montt, la bacteria fue detectada por PCR desde muestras de peces silvestres como *Helicolenus langrichi*, *Pinguipes chilensis*, *Genypterus maculatus*. Asimismo, se obtuvo las secuencias del gen 16S y del espaciador intergénico ITS1 desde muestras de *Eleginops maclovinus*, *Odontesthes regia*, *Sebastes capensis* y *Salilota australis*. El análisis de las secuencias del gen 16S en peces silvestres, demostró que existe una relación filogenética con el gen 16S de las cepas nacionales LF-89 y EM-90. Los resultados muestran la presencia de DNA del patógeno en especies de peces silvestres y describe por primera vez una estrecha relación filogenética entre las secuencias del 16S e ITS1 encontradas y las descritas previamente para esta bacteria.

Relación entre características genotípicas y virulencia en aislados de virus IPNV:

Los aislados de campo de IPNV, muestran distintos grados de virulencia y diferencias, *in vitro*, en la velocidad para evidenciar el efecto citopático. En ese contexto, se está caracterizando genotípicamente un cepario de 32 aislados de IPNV, para así realizar comparaciones entre aislados con características genotípicas diferenciales y correlacionarlas con mecanismos de adsorción/penetración del virus a células blanco y también con las características y grado de virulencia. Evidentemente este conocimiento permitirá postular nuevos blancos terapéuticos y desarrollar soluciones biotecnológicas contra este patógeno.

Efecto de tratamientos antiparasitarios sobre expresión y actividad de proteínas de resistencia y metabolización en salmónidos y *Caligus rogercresseyi*:

En los organismos superiores la resistencia farmacológica se ha asociado a los niveles de expresión y actividad de enzimas de biotransformación y de proteínas de eflujo tipo MDR. En ese contexto, hemos eviden-

Cepas	Longitud (pb)	Genes predichos
IBM-034	3.248.337	3.387
IBM-004	3.334.831	3.463
IBM-012	3.371.552	3.510
IBM-030	3.377.504	3.547
IBM-009	3.390.799	3.548
IBM-014	3.423.936	3.553
IBM-023	3.441.559	3.565
IBM-029	3.470.919	3.619
AUS 00	2.850.432	2.571
LF-89	3.379.818	3.505

Tabla 1. Genomas secuenciados de las 10 cepas nacionales en que se destaca el tamaño de los genomas en N° de pares de bases y los genes predichos en cada uno de ellos.

ciado que tras tratamientos antiparasitarios los niveles de expresión y actividad de la mayoría de estas proteínas se encuentran afectados significativamente, tanto en salmónidos como en *Caligus*. Estos resultados permitirán profundizar acerca de los mecanismos implicados en la biotransformación de antiparasitarios en los salmónidos y parásitos, el efecto en la fisiología y farmacología de los peces medicados, y así como en su relación con los eventos de resistencia farmacológica observada para *Caligus*.

Analizando el desarrollo socio-económico de la acuicultura en Chile

El desarrollo del sector acuicultor y la sustentabilidad de este proceso de crecimiento es seguido con mucha atención a nivel global, ya que se estima que la acuicultura está llamada a jugar un rol cada vez más importante en la producción de alimento para la población [11]. Se estima, además, que el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala podría ofrecer nuevas fuentes de ingreso a comunidades costeras, que les posibilite mejorar sus condiciones de vida y reducir la pobreza [12].

El INCAR está realizando un diagnóstico de la acuicultura en Chile desde la perspectiva socioeconómica. Aquí, la acuicultura, y en particular, la salmonicultura, ha experimentado un notable crecimiento en los últimos 20 años, llegando a acompañar a Noruega como un referente de la producción de salmónidos en el ámbito mundial. Las economías de escala en la industria parecen ser un elemento importante que ha impulsado este desarrollo, lo que ha permitido consolidar una industria madura, con un proceso creciente de integración vertical y horizontal, desarrollar las exportaciones e importantes vínculos e influencia en los mercados mundiales [13]. Noruega opera cerca de su plena capacidad mientras que Chile tiene un enorme potencial de crecimiento. Bajo el alero del INCAR se están llevando a cabo estudios tendientes a comparar el desarrollo de este sector en Noruega y Chile, y otros tendientes a analizar las medidas regulatorias que se requieren para lograr un desarrollo sustentable.

En este contexto, recientemente Stranlund & Chávez (2013) [14] muestran que los costos de administración de un programa

tendiente a reducir la contaminación dependen de contextos específicos, que pretenden evaluar también en el sector acuicultor.

Una gran parte de la expansión proyectada de la acuicultura en Chile ocurre en la Región de Aysén, pero esta Región se encuentra rezagada en términos de desarrollo de su infraestructura, lo que podría reducir su ventaja competitiva. Por lo tanto, se hace necesario evaluar los cambios en la industria y como ellos influyen en su estructura y competitividad. La industria de pequeña escala (Figura 2), se encuentra concentrada en la X Región y produce fundamentalmente algas y moluscos [15]. En general, se emplea poca tecnología, falta certificación técnica y las condiciones laborales no son las mejores.

Por otra parte, el desarrollo de actividad acuícola de pequeña escala en las AMERB está siendo promovida, en forma incipiente, por el Gobierno de Chile, por lo que es necesario comprender los factores que han determinado el éxito en el funcionamiento de las AMERB. El INCAR está destinando importantes esfuerzos a analizar estos factores. Rosas et al. (2014) [16], por ejemplo, encuentran que diversos factores, que se asocian a las redes que se establecen al interior de las organizaciones que administran las AMERB y de estas con el exterior, son factores que explicarían las diferencias en el desempeño de estas áreas. Por otra parte, Bandin y Quiñones (2014) [17] han remarcado la importancia del robo en las áreas de manejo como un factor crítico en el éxito de las mismas.

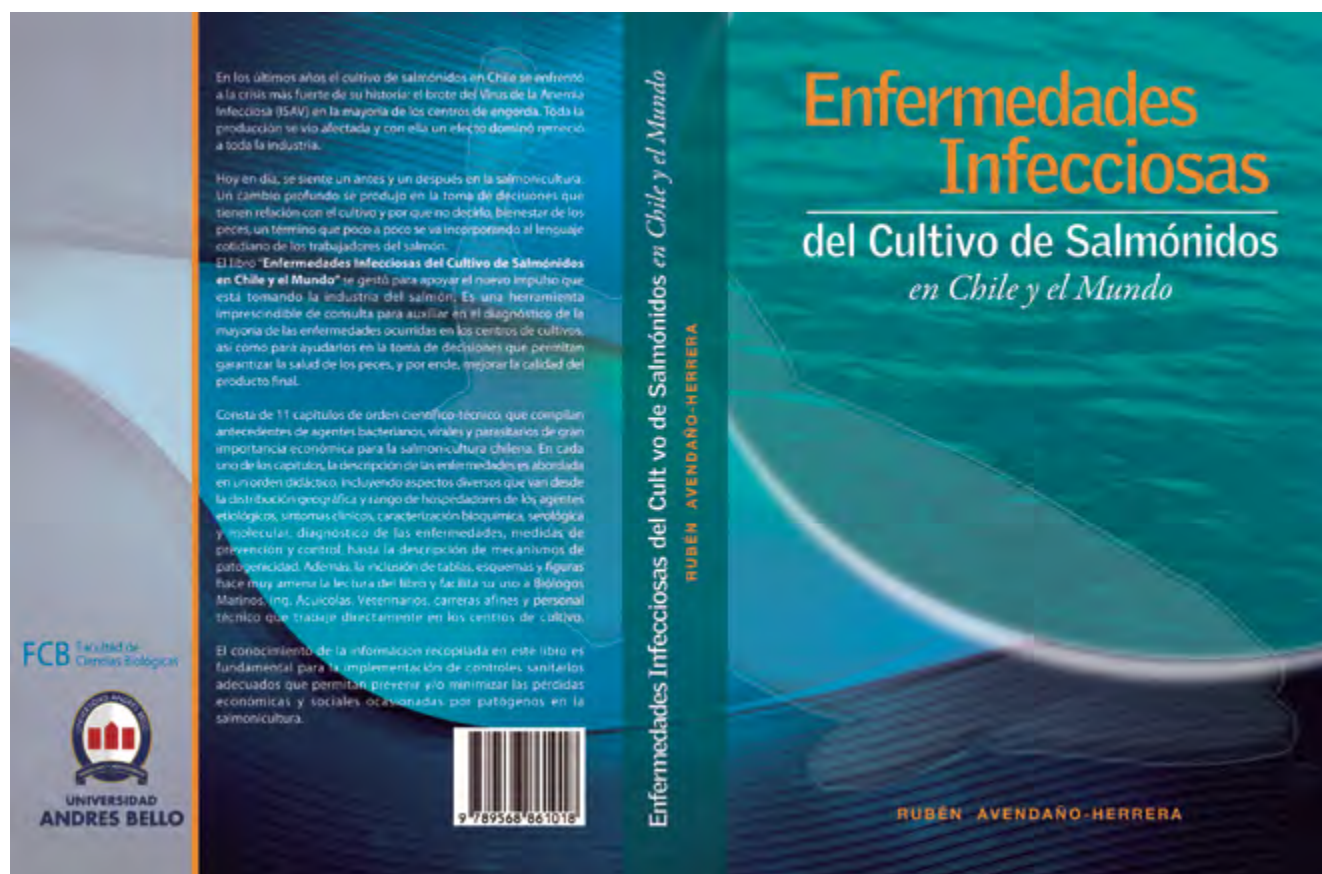
Referencias

1. Gallardo-Escárate. C., Valenzuela-Muñoz, V., Núñez-Acuña, G. (2013). RNA-seq analysis using de novo assembled transcriptome from salmon lice *Caligus rogercresseyi*. PlosOne. Doi: 10.1371/journal.pone.0092239.
2. Valenzuela-Muñoz, V. & Gallardo-Escárate. C. (2013). Molecular characterization and transcription analysis of P-glycoprotein gene from the salmon louse *Caligus rogercresseyi*. Aquaculture Research and Development. Doi: 10.4172/2155-9546.1000236.



Figura 2. Colectores de semillas de choritos en Cochamó, X Región de Los Lagos.

3. Chávez-Mardones, J. & Gallardo-Escárate, C. (2013). Deltamethrin (AlphaMax) reveals modulation of genes related to oxidative stress in the ectoparasite *Caligus rogercresseyi*: implications on delousing drugs effectiveness. *Aquaculture*. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2014.06.017.
4. Gallardo-Escárate, C., Valenzuela-Muñoz, V., Núñez-Acuña, G., Chávez-Mardones, J., Maldonado-Aguayo, W. (2013). Transcriptome analysis of couch potato (CPO) protein reveals expression pattern associated to early development in salmon lice *Caligus rogercresseyi*. *Gene*. Doi: 10.1016/j.gene.2013.11.100.
5. Valenzuela-Muñoz, V. & Gallardo-Escárate, C. (2013). TLR and IMD signaling pathways from *Caligus rogercresseyi* (Crustacea: Copepoda): In silico gene expression and SNPs discovery. *Fish and Shellfish Immunology*. Doi: 10.1016/j.fsi.2013.12.019.
6. Maldonado-Aguayo, W. & Gallardo-Escárate, C. (2013). Increased transcriptional response of SERPINs evidences a putative mechanism of immune evasion in the salmon louse *Caligus rogercresseyi*. *Marine Genomics*. Doi: 10.1016/j.margen.2014.04.006.
7. Gonçalves, A. T., Farlora, R. & Gallardo-Escárate, C. (2013). Transcriptome survey of lipid metabolic pathways involved in energy production and ecdysteroids synthesis of the salmon louse *Caligus rogercresseyi* (Crustacea: Copepoda). *Comparative Biochemistry and Physiology B*. In press.
8. Farlora, R., Araya-Garay, J. & Gallardo-Escárate, C. (2014). Discovery of sex-related genes by high-throughput transcriptome sequencing from the salmon louse *Caligus rogercresseyi*. *Marine Genomics*. Doi: 10.1016/j.margen.2014.02.005.
9. Núñez-Acuña, G. & Gallardo-Escárate, C. (2013). High-throughput SNP discovery and transcriptome expression profiles from the salmon louse *Caligus rogercresseyi* (Copepoda: Caligidae). *Comparative Biochemistry and Physiology D*. Doi: 10.1016/j.cbd.2014.01.003.
10. Núñez-Acuña, G., Valenzuela-Muñoz, V., Pino Marambio, J., S. Wadsworth & C. Gallardo-Escárate. (2014). Insights into the olfactory system in the ectoparasite *Caligus rogercresseyi*: Molecular characterization and gene transcription analysis of novel ionotropic receptors. *Experimental Parasitology*. In press.
11. Smith, M. D., et al. (2010). "Sustainability and global seafood." *Science* 327(5967): 784-786.
12. Subasinghe, R.; D. Soto; J. Jia (2009). Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture Volume 1*, Issue 1, pages 2-9, March
13. Larsen, A, y A. Manríquez. (2013). Caracterización de la Organización Industrial y Grado de Integración del Sector de la Salmonicultura en Chile. *Investigación Aplicada en Economía, Ingeniería Comercial, Universidad de Concepción*, pp. 1-85
14. Stranlund, J. y C. Chávez (2013). "Who should bear the administrative costs of an emissions tax?" *Journal of Regulatory Economics* 44(1): 53-79.
15. Contreras, E., y P.Vidal. (2013). Caracterización de la Acuicultura de Menor Tamaño en Chile. *Investigación Aplicada en Economía, Ingeniería Comercial, Universidad de Concepción*, pp. 1-72
16. Rosas, J.; J. Dresdner; C. Chávez; M. Quiroga (2014). "Effect of social networks on the economic performance of TURFs: The case of the artisanal fishermen organizations in Southern Chile." *Ocean & Coastal Management* 88(0): 43-52.
17. Bandin, R. M.; R. A. Quiñones. (2014). "Impacto de la captura ilegal en pesquerías artesanales bentónicas bajo el régimen de co-manejo: el caso de isla Mocha, Chile". *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 42(3):547-579. [VD](#)





UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA

POSTGRADO & ESPECIALIDADES 2014



6 PROGRAMAS DE DOCTORADOS

28 PROGRAMAS DE MAGÍSTER

29 PROGRAMAS DE ESPECIALIDADES



postgrado.ufro.cl

Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos (CIDGRO): PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL PAÍS



^{1,2} Carolina Calderón, ^{1,3}M. Cristina Díez.

¹Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos.

²Programa de Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera.

³Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera. Temuco.



El Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos (CIDGRO) de la Universidad de La Frontera (UFRO) de Temuco, se origina a partir de un proyecto Innova Corfo financiado con fondos FIC de la región de La Araucanía. CIDGRO se orienta a la solución de la problemática de los residuos a través de la investigación, desarrollo, gestión y tratamiento de los diferentes residuos que se producen en la actividad agroindustrial.

CIDGRO, tiene como objetivo principal buscar solución a problemas ambientales y energéticos, además de dar respuesta a la necesidad, mediante alternativas innovadoras, para la valoración de los residuos y de esta manera aumentar la competitividad regional y nacional.

Las principales áreas de Investigación y desarrollo son la reutilización de los residuos para fines energéticos y silvoagropecuarios, además de la obtención de productos con valor agregado. En cada una de las áreas existen 5 líneas de negocio: formulación y desarrollo de proyectos de I+D+i, servicios analíticos, cursos, capacitaciones y talleres, y asistencia técnica.

Contexto General

El enorme crecimiento de la población mundial, y con ello el aumento de la demanda de alimentos y productos de primera necesidad, ha condicionado el incremento de la superficie mundial cultivada y el desarrollo de técnicas de producción agroindustrial eficientes. Este desarrollo se ha forjado mediante procesos y actividades que llevan implícitos la producción de una gran cantidad de residuos, lo que ha generado grandes impactos en el medio ambiente debido principalmente a su inadecuada disposición.

En Chile la cantidad de residuos sólidos generados presenta un crecimiento variable, debido principalmente, al aumento de la población, crecimiento en la producción industrial y tasas de valorización de residuos aún incipientes. En evaluaciones realizadas entre el período 2000-2009 se estimó un crecimiento en la producción de residuos del 42%, pasando de 11,9 a 16,9 millones de toneladas, de los cuales 6,5 millones de toneladas (38,5% del total de residuos sólidos) corresponde a residuos municipales, mientras que 10,4 millones de toneladas (61,5% del total de residuos sólidos) corresponden a residuos sólidos generados por los diferentes sectores industriales del país (Figura 1).



Figura 1. Clasificación de residuos en Chile desde el año 2000 al 2009 en Millones de Toneladas. Fuente: elaboración propia con valores del Informe CONAMA 2010.

Los beneficios ambientales y económicos (entre otros) al minimizar, reducir, reciclar y valorizar los residuos son diversos (Figura 2).

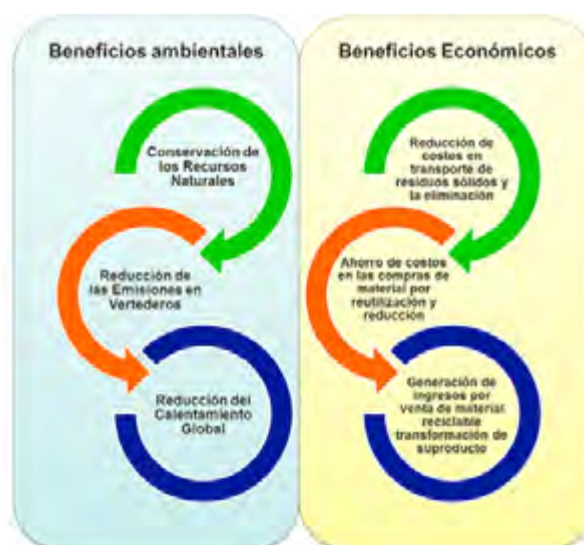


Figura 2. Beneficios ambientales y económicos en la reducción, reciclaje y valorización de residuos. Fuente propia.

La jerarquización de residuos, contempla la prevención, reutilización, reciclaje, valorización energética y por último la eliminación de estos residuos, donde claramente dentro de cada una de estas etapas puede generarse la valorización de éstos, mediante la misma empresa que los genera o creando emprendimientos que actúen dentro de esta cadena (Figura 3).



Figura 3. Esquema de jerarquización de residuos.

Bajo el esquema expuesto anteriormente, **CIDGRO** actúa como intermediario entre las empresas, emprendimientos y las entidades gubernamentales que regulan y fiscalizan la temática de los residuos, para solucionar problemas relativos a cómo transformar un pasivo en un activo.

La clasificación de algo como “residuo” dependerá del destino final que se le dé a ese resto de producción. Si se le encuentra un valor comercial o aplicación entonces se le considera un **subproducto**. Por otro lado, no sólo tenemos que pensar que residuo es aquel que se genera post consumo, como ocurre con el vidrio, plástico, cartones, papeles, entre otros. Residuo es también cualquier subproducto resultante de un proceso agroindustrial al cual no se le encuentra algún valor comercial explícito. Por lo tanto, la solución es disponerlo de alguna forma, generalmente fuera de la planta productora a través de un tercero, lo cual implica pagar por el servicio.



Evaluación de disposición de lodos sanitarios en suelos andisoles y ultisoles de la Región de La Araucanía.



Evaluación de biocarbón en cultivos de maíz.

Afortunadamente, se visualiza un cambio con la próxima entrada en vigencia de la Ley General de Residuos, enviada al congreso el 14 de agosto de 2013, la que dentro de sus fundamentos indica que: “desde el punto de vista regulatorio, el énfasis de la gestión de residuos ha sido puesto en resolver adecuadamente su disposición final, y ha quedado en evidencia que concentrar los esfuerzos en resolver sanitaria y ambientalmente la disposición final no es suficiente y es necesario redefinir el enfoque de la gestión de los residuos en nuestro país de modo tal que se **incluya la valorización de los residuos, en todos sus aspectos**”, por otra parte,

enfatisa: “De esta forma, si bien ha existido avances en materia sanitaria, la tasa de valorización de residuos generados en **Chile es aún incipiente, del orden del 10%**” Un ejemplo de tasas mayores de valorización se encuentra en residuos con metales ferrosos (82%), Aluminios (40%) y vidrios (29%) (CONAMA 2010).

Dentro de esta misma Ley en su título III en adelante introducen y regulan la Responsabilidad Extendida del Productor o REP, cuyo objetivo es avanzar en la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos. Esto forzará a las empresas a ser creativas e innovadoras y a no generar “residuos” a través de la valorización de sus subproductos. Por lo tanto, la oportunidad da origen a la innovación al valorizarse subproductos del sector agroindustrial para la generación de productos con valor comercial y propiedades especiales, permitiendo la creación de un negocio innovador. La situación en Europa se visualiza según la Figura 4, donde se observan las diferencias en la gestión de residuos por país.



Figura 4. Gestión de residuos en Europa, en porcentaje por país.

Tomando en cuenta este contexto, **CIDGRO** está enfocado en la realización de proyectos de investigación que propenden a mitigar el impacto de los residuos industriales, generando alternativas de reutilización y valorización de éstos, constituyendo un aporte a la misma empresa, cuidando el medio ambiente y principalmente cambiando el concepto de residuo a subproducto.

Sector Acuícola y Pesquero

En el caso del sector acuícola y pesquero, **CIDGRO** ha propuesto varias alternativas para la reutilización y valorización de residuos como son los lodos y mortalidad de las pisciculturas (Calderón et al., 2013).

Con respecto a los lodos que se generan en la actividad acuícola (1,4 m³ por tonelada de salmón) por sus características, son fácilmente transformados en fertilizantes orgánicos a través de un proceso de digestión anaeróbica o compostaje. También pueden complementarse con otros elementos necesarios para la nutrición vegetal y convertirse en fertilizantes organominerales. Estos últimos son “productos resultantes de la mezcla física o combinación de fertilizantes minerales y orgánicos”. En general, se pueden aplicar una sola vez gracias a su lenta liberación.

Asimismo, una alternativa de gran potencialidad en el aprovechamiento de la mortalidad es el procesamiento para la elaboración de concentrados y/o hidrolizados proteicos que presentan

un alto contenido de proteína, péptidos, aminoácidos libres, caracterizándose como una excelente fuente nutricional para la elaboración de dietas para consumo animal. Este desarrollo puede comenzar desde la materia prima fresca (mortalidad fresca) ó desde que ésta se encuentra ensilada.

¿Qué han hecho otros países?

En el caso de Noruega, en inicios de los años 90, varias organizaciones pesqueras en conjunto con el gobierno, establecieron una fundación dedicada a la investigación llamada "RUBIN". Esta fundación identificó y financió proyectos de eliminación y utilización de los residuos que se llevaran a cabo por empresas privadas, organizaciones de investigación y universidades. La fase inicial de la iniciativa tenía como objetivo la eliminación de los residuos de manera ambientalmente aceptables. La segunda fase estuvo dirigida a la realización de proyectos en los que la utilización de los residuos estaba enfocada al ahorro de costos y la tercera fase, se centró en obtener beneficios comerciales a partir de la transformación de los residuos a través de estrategias de valor agregado. A continuación se presentan algunos ejemplos:

Residuo/ Subproducto	Tratamiento	Producto
Vísceras, aguas de deshielo de cámaras	Hidrolizados enzimáticos	Aditivos para piensos como el inmunoestimulante β 1,3 glucano.
	Extracción y Aislamiento enzimático	Proteína de pescado hidrolizada utilizada como ingrediente del alimento para los cerdos jóvenes. Enzimas proteolíticas para el ablandamiento de la piel del calamar.
Estiércol animal, aguas residuales municipales y la mortalidad de la acuicultura.	Fermentación aeróbica a 60°C. Capaz de destruir <i>Aeromonas salmonicida</i> y la anemia infecciosa del salmón.	Compostaje
Lodos de aguas residuales municipales, frutas, verduras, carnes, lácteos y productos de desechos de pescado.	Fermentación aeróbica termofílica aproximadamente a 70 ° C (proceso está patentado). Asegura destrucción de clortetraciclina, sulfametazina y penicilina.	Producto seco y granulado utilizado como un fertilizante orgánico .
Lodos	Digestión anaeróbica	Compostaje y energía a partir de biogas.
Ensilado de pescado	Pasteurización	Ingrediente para incorporar en dietas de acuicultura y fertilizante foliar o granulado.
	Fermentación con bacterias acidolácticas	
	Extrusión	

Actualmente, en Chile sólo se dispone del Proyecto de Ley del Reglamento para el manejo de lodos generados en sistemas de tratamiento de efluentes de Piscicultura (en tramitación), pero aún no existe un marco normativo sobre la obtención de productos a partir de éstos u otros residuos del sector silvoagropecuario para que sean comercializados. El desafío es grande para seguir avanzando en conjunto con universidades, empresas y entidades gubernamentales en la investigación y aplicación de ésta en el aprovechamiento de residuos para la obtención de nuevos productos que permiten transformar un pasivo en un activo y contribuir al medio ambiente.

El Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos posee la capacidad analítica y capital humano avanzado para el desarrollo de proyectos de Investigación y Desarrollo en temáticas de gestión y valorización de residuos, además de realizar consultorías, estudios y/o asesorías relacionadas con alternativas eficientes de tratamiento de residuos de la industria, que permitan tomar una decisión de qué hacer con los Subproductos.



Workshop Internacional en Valorización de Residuos. Octubre 2013, Pucón.



Inauguración del Centro de Investigación y Desarrollo para la Gestión de Residuos Orgánicos, Enero 2014.

Referencias

- Calderón, C., Estay, J., Diez, M.C. (2013). Utilizando lodos y mortalidad de las Pisciculturas. Revista Versión Diferente (19) (113-116). Mensaje de S.E el Presidente de la República con el que se inicia Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del productor. (Agosto 2013).
- FAO 2005-2014. Fisheries and Aquaculture topics. Waste management of fish and fish products..
- Fernandes, F., Miller, K., Read, P. (2000). Monitoring and regulation of marine aquaculture in Europe. Journal Appl. Ichthyol. (16) (138-143). [VD](#)



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS

CAPACITACIÓN

Diplomados, Talleres y Cursos de Capacitación

ASISTENCIA TÉCNICA

Estudios técnicos para la valorización y disposición de residuos para reutilización energética y solvo-agropecuaria

SERVICIOS DE LABORATORIOS (acreditación INN ISO:17025)

Laboratorios de ensayos ambientales (lodos, riles, compost)

www.cidgro.cl

CONTACTO: María Cristina Díez - Fono: 45-23225476
Instituto de Agroindustria - Universidad de la Frontera





LA FUERZA DE LA ACUICULTURA SE POTENCIA CON HONDA



LO ENCONTRARÁS EN

COVEPA

La mejor solución

HONDA
PRODUCTOS DE FUERZA

Osorno - Purránque - Frutillar - Llanquihue - Puerto Varas - Puerto Montt
Los Muermos - Calbuco - Ancud - Castro - Quellón - Coyhaique - Punta Arenas

Ecosistema Salino: un laboratorio natural de extremófilos donde coexisten *Artemia* y una rica diversidad de bacterias, y flamencos que se alimentan de *Artemia* y dispersan sus quistes (Fuente: Nelson Amado).

El rol del crustáceo *Artemia* para el desarrollo de la Larvicultura de peces marinos: Un diálogo necesario para la diversificación acuícola



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Gonzalo Gajardo

Director proyecto FONDEF D09I1256
Laboratorio de Genética, Acuicultura & Biodiversidad.
Universidad de Los Lagos - Osorno
ggajardo@ulagos.cl



El Proyecto **La dieta viva *Artemia*: un recurso local estratégico para la sustentabilidad, bioseguridad y costo-efectividad del programa de diversificación de la acuicultura Chilena** concluyó sus actividades con un taller de cierre en Antofagasta el 4 de Junio. Aunque la ciudad es epicentro de actividades mineras y astronómicas de relevancia internacional, su elección para concluir un proyecto focalizado en el crustáceo *Artemia* (camarón de salmuera) no fue al azar. Quisimos enfatizar la importancia estratégica de las lagunas hipersalinas existentes en el área para la diversificación acuícola, como ecosistemas que contienen al extremófilo *Artemia*, la dieta viva mayoritariamente usada en la larvicultura de peces y crustáceos marinos.

Asimismo, resaltar la vulnerabilidad de estos ecosistemas en un contexto de cambio climático y de creciente influencia antrópica producto del desarrollo minero y turístico. El taller convocó una variada concurrencia local: profesores y estudiantes del doctorado en Ciencias Aplicadas y del Departamento de Ciencias Aplicadas y Ambientales, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Antofagasta. Junto a ellos asistentes de la Universidad Católica de Valparaíso y del Norte (Coquimbo), expositores de la Universidad de Antofagasta, de la Universidad Católica de Temuco, de la Corporación de Educación La Araucana en Puerto Montt e investigadores asociados al proyecto. Estuvo presente igualmente el Sr. Cristian Lagos, encargado del área de Pesca y Acuicultura de Fondef-Conicyt. La sesión de la mañana aportó una visión ecosistémica de las lagunas hipersalinas, verdaderos laboratorios naturales abundantes en la zona del Salar de Atacama. El

Director del proyecto se refirió al Programa para la Diversificación de la Acuicultura Chilena (PDACH), surgido luego de un informe internacional que sugirió evitar los riesgos de la mono-producción acuícola (evidentes con la crisis del salmón el año 2008), y en ese contexto resaltó la importancia del extremófilo *Artemia* para la ciencia y para la diversificación acuícola. Explicó a manera de preámbulo a las siguientes presentaciones, los componentes de una laguna hipersalina y sus interacciones: microorganismos que coexisten con *Artemia* y le sirven de alimento junto a microalgas y detritus, y que probablemente afectan su adaptación. Finalmente, flamencos que son su dispersor natural junto con el viento y que a la vez se alimentan de *Artemia*.

Igualmente, informó los principales logros del proyecto. Posteriormente el invitado internacional, Prof. Gilbert Van Stappen, del Laboratory of Aquaculture & *Artemia* Reference Center en Bélgica (ARC, entidad asociada), centro mundial de referencia para asuntos de *Artemia* y larvicultura, introdujo a los presentes sobre la distribución mundial de *Artemia* y su ciclo de vida que es relevante para su aplicación acuícola particularmente porque las hembras en condiciones ambientales desfavorables producen quistes (embriones en diapausa) que son el producto transado comercialmente por la industria acuicultora. Esto producto de su resistente cubierta (Corion) y virtual deshidratación sin perder su viabilidad por años si se almacenan convenientemente. Habló de la limitada y variable oferta de quistes y de la necesidad de explotar fuentes locales de *Artemia* para suplir la demanda local (el caso de China, Tailandia, Vietnam, Brazil). La Dra. Cristina

Dorador, de la Universidad de Antofagasta, aportó su visión y experiencia sobre los Salares de la región, su origen y condiciones ambientales, enfocándose en su rica diversidad microbiológica. Las lagunas hipersalinas poseen bacterias que han sido conocidas por la ciencia gracias a su trabajo y, curiosamente, algunas están emparentadas con bacteria antárticas lo que habla de de presiones selectivas similares en ambientes aparentemente contrastantes. Finalmente se refirió a cómo el impacto antrópico está acelerando la pérdida de estas lagunas, ejemplo de lo cual son las faenas mineras que utilizan sus fuentes de agua. Enfatizó la necesidad de estudiar, monitorear y conservar estas lagunas para evitar la desaparición de la potencial riqueza biotecnológica que estos microorganismos poseen.

Mauricio Quiroz presentó su tesis de Magister realizada al alero del proyecto, en la cual analizó la diversidad bacteriana en las salmueras (ambiente natural) en el agua de cultivos de Artemia (ambiente de laboratorio) y en el tubo digestivo de Artemias colectadas en la naturaleza (salmuera) y en el laboratorio. Resaltó que si bien la diversidad bacteriana es mayor en las salmueras, ésta disminuye en el tubo digestivo y en el agua de los cultivos, sin embargo el tubo digestivo de los animales colectados en las salmueras mantienen mayor similitud con la riqueza de comunidades de ese ambiente. La asociación Artemia-bacteria es un caso de co-evolución que requiere estudio para entender la adaptación local de Artemia, puesto que muchas de las bacterias identificadas poseen propiedades metabólicas favorables (probióticas). La sesión de la mañana concluyó con Nelson Amado, Encargado Regional de Biodiversidad de CONAF, quién resumió el estado de conservación de las tres especies de flamencos que habitan en el norte de Chile, a partir de las acciones de conservación realizadas por la CONAF y colaboradores por alrededor de 30

años. Específicamente se refirió a los tamaños poblacionales, la distribución geográfica y la reproducción del flamenco andino y del flamenco de James, y al programa de marcaje y seguimiento de individuos con anillos tarsales o transmisores satelitales. A pesar de las sensibles fluctuaciones estacionales de las abundancias, los tamaños poblacionales de flamencos en Chile se mantuvieron estables hasta aproximadamente el año 2009, creciendo notablemente desde el 2010. El programa de marcaje con anillos y transmisores ha permitido avanzar, entre otras cosas, en la identificación de las rutas de desplazamiento y el uso de los recursos disponibles para nidificar y alimentarse, siendo Artemia uno de los componentes principales de la dieta de los flamencos y de otras aves acuáticas con las que comparten los humedales altoandinos.

Finalmente, mostró una interesante filmación sub-acuática de una poza con Artemias. La sesión de la tarde estuvo dedicada al uso acuícola de Artemia y convocó a productores e investigadores relacionados con el cultivo de peces marinos del Programa para la Diversificación de la Acuicultura Chilena (PDACH). El Dr. Van Stappen mostró las ventajas de Artemia para la acuicultura de diferentes especies en el Asia y su utilidad para la acuicultura extractiva, citando ejemplos de cómo el organismo extrae partículas y nutrientes de los efluentes de cultivo de camarones. Finalmente se refirió al proceso de bioencapsulación, la capacidad de enriquecer Artemia para lograr una dieta adecuada a la larva objeto y de como este proceso permitiría disponer de una Artemia “a la carta”, es decir adecuada a las necesidades de la especie. Posteriormente, Alberto Reyes, Director de I+D+I de la Corporación de Educación La Araucana (CELA), se refirió al camino seguido por la Corporación para dar cuerpo a las actividades de investigación, desarrollo e innovación, con creciente adjudicación de fondos públicos para ello. Específicamente se refirió a los avan



Taller Antofagasta: De izquierda a derecha Patricio Dantagnan, Gonzalo Gajardo, Gilbert Van Stappen, Cristina Dorador, Nelson Amado, Asistentes, Lorenzo Márquez, Alberto Reyes, Patricia Beristain, Mauricio Quiroz, Alberto Medina.



Profesor Dr. Gilbert Van Stappen del Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center, entidad asociada al proyecto y centro de referencia mundial en Artemia y Larvicultura.

ces alcanzados en el cultivo de bacalao de profundidad y congrio dorado, apoyado por unos muy bien logrados videos. El proceso no estuvo exento de dificultades iniciales, en lo referido a colecta de los primeros reproductores en alta mar y los problemas para mantenerlos vivos a bordo de la embarcación en condiciones climáticas muy difíciles, hasta lograr su desove en el laboratorio. Sobre la base de sus planteles actuales de reproductores, y considerando la producción proyectada, Alberto Reyes estimó la demanda que tendrán de dieta viva en los próximos años. El Dr. Lorenzo Márquez, de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco (UCT), se refirió a la respuesta funcional y evaluación del éxito alimentario en etapas larvarias. La respuesta funcional es un concepto importado de la ecología que relaciona la densidad de presas con la tasa de ingestión de un depredador, concepto que aplicado a la primera alimentación de larvas con interés acuícola equivale a un sistema predador-presa, el cual permite diseñar protocolos de alimentación larvaria. Explicó el modelo con ejemplos en rotíferos y Artemia, las dietas vivas de más amplia utilización.

El Dr. Patricio Dantagnan, Director de la Escuela de Acuicultura de la UCT, mostró sus resultados sobre el efecto de la relación EPA/DHA sobre el crecimiento y la sobrevivencia de larvas de *Seriola lalandi* durante la primera alimentación con rotíferos. La relación EPA/DHA óptima es alrededor de 0,8, mientras que algunos de los enriquecedores comerciales disponibles actualmente no cumplen con esta proporción lo cual podría explicar, de acuerdo al Dr. Dantagnan, los resultados erráticos en sobrevivencia y crecimiento en larvas de *Seriola*. Con esta relación ellos logran una sobrevivencia cercana al 20%, mientras que con el enriquecedor comercial utilizado como control la sobrevivencia alcanza apenas al 3,5%. Asumiendo que falta mucho por investigar respecto de los requerimientos de ácidos grasos en larvas de peces nativos, el Dr. Dantagnan sugirió la necesidad de identificar el tipo de enriquecedor a utilizar. Y esto debiera hacerse para todas las especies cultivadas en el país. Finalmente, Patricia Beristain, investigadora asociada al proyecto FONDEF, relató un experimento preliminar de reemplazo parcial o total de dieta artificial por quistes decapsulados (25, 50, 75 y 100%) y nauplios de Artemia (25, 50, 75 y 100%) en trucha arcoiris de primera alimentación. Los resultados indicaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los regímenes con una dieta

en exceso vs. aquellos con alimentación deficitaria. El reemplazo del 25% de la dieta formulada por nauplios de Artemia resultó en mejores indicadores productivos respecto al grupo control, y respecto del grupo alimentado con quistes decapsulados de Artemia. Claramente la presa móvil resultó ventajosa, parcialmente.

El taller terminó con una mesa redonda moderada por el Director Alterno del proyecto, Prof. Alberto Medina, quién resumió la importancia de la dieta viva Artemia para el cultivo de las larvas tempranas de peces marinos cultivados (larvicultura), que es el cuello de botella para la expansión de la industria. Por esta condición y por la de bioencapsulador de sustancias bioactivas que es posible transferir directamente a la larva que la ingiere, Artemia es un modelo de sistema biológico para prueba de nuevas dietas para la acuicultura (nanodietas, geles), pero también una dieta experimental que permite conocer las necesidades nutricionales de cada larva, que son especie-específicas. Durante el proyecto se hizo una prueba preliminar con Artemia en alevines de trucha arcoiris con resultados promisorios para probar sus méritos como carrier de sustancias bioactivas.

La dieta viva tiene la ventaja de promover la ingesta de alimento en salmonídeos, producto de su condición ancestral carnívora que prefiere una presa móvil. Esto significa que usar salmonídeos (el modelo "alevín"), en contraposición al modelo de larva marina que sufre cambios metamórficos durante su ontogenia y por ello mayores mortalidades, puede servir como alternativa experimental para estudiar las necesidades nutricionales de larva y/o juveniles y de esta forma contribuir a sobrellevar el cuello de botella de la larvicultura marina. El alevín permite la evaluación simultánea de los dos tipos de dietas usadas para larvas en cautiverio: dieta viva e inerte.

Por otra parte, se discutió la importancia de disponer de una plataforma I+D+I para el uso de Artemia en larvicultura y de la importancia del conocimiento desarrollado por el proyecto para la certificación de la calidad acuícola de las Artemias locales, las que dependen de la localidad de origen de la población utilizada. Ello pues el abastecimiento de Artemia se basa en la importación de quistes desde diferentes productores en el mundo cuya calidad no es certificada y éstos son un potencial riesgo sanitario, incluso después de la decapsulación (sin corion), por la probabilidad de introducción de virus no deseados. El país hace actualmente una apuesta por la diversificación de su producción acuícola para ampliar el repertorio de productos marinos para los mercados mundiales, hoy básicamente representado por el salmón y los mitílidos, y ello exige avanzar en resolver brechas de conocimiento científico tecnológico como la nutrición de las larvas y juveniles de peces. El proyecto desarrolló dichas competencias con el cepario de Artemia disponible, y los protocolos estandarizados de análisis requeridos para apoyar a la industria.

Información Adicional:

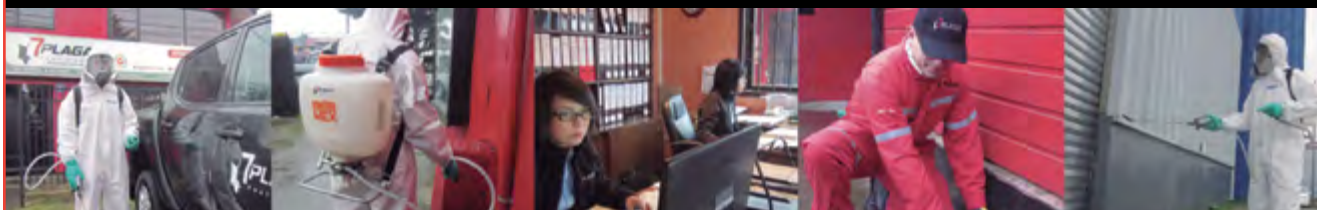
Sobre el proyecto: Revista Versión Diferente, Julio 2012 y Enero 2013.

Sobre el taller: http://issuu.com/ggajardo/docs/tri_ptico_artemia_digital 



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) 2 253203 / 2 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

Desarrollo de un modelo de negocios, para la explotación y comercialización de algas marinas

CASO APLICADO EN LA COMUNA DE PICHILEMU

II PARTE



Alfonso Mardones Lazcano¹, José Zamorano Parraguez, Alberto Augsburg Bachmann, Alvaro Villa Ibarra, Abdon Fecci & Francisco Mardones Alfaro
¹Escuela de Acuicultura, Universidad Católica de Temuco. Núcleo Producción Alimentaria.
 correspondencia: mardolaz@uct.cl

3. Canales de Distribución y Comunicación: Los canales de distribución y comunicación del servicio tienen un carácter directo, sin intervención de terceros o servicios auxiliares por parte de la empresa ofertante (algueros). En general la distribución física de las algas tiene la opción de ir desde la playa a los centros de acopio, desde el centro de acopio a la planta de procesos del cliente o desde la misma playa a la planta de procesos. El punto de acopio y secado debe ser ubicado estratégicamente con tal de facilitar el proceso de secado y disminuir los costos de transporte de la materia prima desde la playa al punto de acopio centralizado, de esta forma es más fácil para la nueva empresa ofertante reunir los volúmenes demandados por los clientes finales.

Por otro lado, la comunicación con los proveedores y clientes, es realizada vía telefónica, e-mail o personalmente, ya que es prioridad de la empresa mantener buenas relaciones con sus *stakeholder*, específicamente con los sindicatos de la zona y los clientes claves demandantes. Esta labor es realizada por el administrador del negocio, preferentemente un profesional del área comercial, que entable las relaciones con los clientes y proveedores, además de coordinar y supervisar las operaciones del negocio. Al ser un mercado pequeño no se justifican la utilización de medios de comunicación masivos y abiertos, por lo que se descarta la utilización de medio digitales y el uso de plataformas web. Considerando los datos obtenidos, es altamente recomendable realizar las ventas en las plantas de procesos de los clientes, debido a la diferencia de precios existente por la venta en planta a la venta en playa, pero eso es relativo al precio que se acuerde pues los datos utilizados son promedios que pudieran presentar diferencias considerables. Como acción complementaria para mejorar la percepción del cliente con los servicios y productos de la empresa, el administrador realiza periódicamente una llamada post-despacho o post-entrega de la carga para verificar el desempeño de la operación y recibir una retroalimentación del servicio.

Comúnmente la comercialización con las empresas finales consta con una persona de la empresa final que actúa como mediador en el proceso de testeo, al momento de recibir la carga y pagar por ella. En una primera etapa esta persona estima, bajo una inspección visual y táctil, el rendimiento inicial de la carga dependiendo de la humedad y la cantidad de impurezas que tenga como arena, tierra, piedras, etc. Luego, se procede a realizar el pago de la carga de algas según el 'rendimiento estimado' calculado por esta persona, que por lo general siempre es por debajo del 'rendimiento real' de la carga.

4. Relación con los clientes: Actualmente el mercado de las algas cuenta con 3 agentes que participan en la cadena de comercialización desde la playa donde se extrae a las plantas de producción de las distintas empresas finales. Los algueros son mayoritariamente pescadores artesanales de la zona que, con sus familias, realizan actividades extractivas desde el borde costero y proceden a comercializarlas con un el segundo agente involucrado en este mercado, que con sus propios medio de transporte recolecta las algas extraídas y secadas comprándoselas a los algueros, para luego re-venderlas a las empresas finales por un mayor precio, este agente cumple la función de intermediario entre los algueros y las empresas finales.

La relación de los intermediarios con los algueros es netamente comercial y en un mercado de carácter monopsónico para estos últimos, por ello no poseen poder alguno en la fijación del precio de venta de las algas en playa. Por otra parte, las empresas finales quienes son compradoras de algas, comúnmente mantienen relación con sus proveedores, pero no mantienen fidelidad con ellos debido que a las empresas compran de forma indiferente a quien les traiga alguna carga de algas a sus instalaciones. Es de vital importancia para las empresas demandantes de hidrocoloides, poseer una relación viva y dinámica con los sus proveedores, ya que muchos productos poseen una corta etapa de almacenamiento o secado, lo que obliga a desarrollar una logística de operaciones en las cuales enfocadas a realizar transacciones al corto plazo. Esto se logra de forma eficiente, sólo si se posee un buen canal de comunicación y una relación de confianza sólida con que sustentarían las dificultades de esta modalidad de trabajo.

5. Flujos de ingreso: Para los casos en que se lleva la carga a la planta de procesos de las empresas finales, el pago es cancelado con posterioridad al testeo de la misma y según los resultados obtenidos, luego se paga el diferencial que pudiera existir entre el rendimiento estimado y el real rendimiento de la carga de algas. Para los casos en que la empresa final es quien solicita un cargamento específico de algas, se exige el pago por adelantado del 10% valor de la carga, que actúa como seguro ante las dificultades que pudieran presentarse al llevar a cabo una orden a pedido de la empresa final. Ya entregada la carga y obtenidos los resultados del testeo, al pago que surja del testeo realizado, se le descuenta el dinero pagado anteriormente (el 10% de la carga solicitada). En general se registran ingresos por concepto de ventas de los 5 tipos de algas acá explotadas. De igual forma las ventas realizadas se clasifican por grupos de clientes. Un grupo, compra algas como materia prima para la exportación como alimento, que son el caso



del Cochayuyo y la Luga. El otro grupo, está constituido por las empresas que utilizan las algas como insumo de transición para la obtención de ficocoloides, que son utilizados en sus procesos de producción pertinentes. Fue mencionado que los precios de este mercado son establecidos por los agentes con mayor poder de negociación, y que son las empresas para el mercado final, y los intermediarios en el mercado inicial, para ello se recomendó, establecer: Un punto de venta unificado de los algueros, con el cual aparecieron como oferentes y en especial, ser un agente que controle la extracción del recurso marino; lo segundo fue romper las barreras de comunicación y transporte, para facilitar la de entrada de nuevos demandantes desde distintas regiones del país y lo tercero, cumplido los puntos anteriores, es utilizar el control sobre el recurso marino y ofertarlo al mejor postor.

6. Recursos Claves: En particular en este modelo se registran 3 tipos de recursos principales, que son de vital importancia para el continuo y perpetuo funcionamiento del negocio, estos son de carácter físico, humanos y financieros. El recurso más importante para el negocio es la posesión de un medio de transporte como un vehículo de transporte de carga menor, con el cual se realizarán las diferentes entregas de productos según el acuerdo establecido con la empresa final. Por un lado sabemos que a mayor cantidad de carga transportada en el vehículo, mayor será la utilidad percibida tras la realización de la transacción, pero este beneficio se ve limitado por la capacidad de recolección que tiene el negocio y los tiempos de secados de cada alga. Sin embargo para buscar mayor flexibilidad y formas de comercialización, es recomendable evaluar a futuro la posibilidad de subcontratar servicios de transporte particulares para una mayor capacidad de respuesta. Otro recurso físico necesario en este negocio, es la posesión de un terreno amplio y alejado de la costa para evitar las condiciones de humedad presentes en el litoral, esto con el fin de facilitar el proceso de secado y la obtención de los niveles de humedad en las algas requeridas por los clientes. En este aspecto se destacan 2 áreas de sumo interés, la primera corresponde a una estructura sólida y amplia, tipo bodega, que protege su contenido, de las condiciones ambientales que se presentan en la zona. La segunda zona cuenta con un espacio al aire libre para desarrollar el proceso de secado, con un suelo apto que impida la contaminación excesiva de las algas ahí procesadas. En el proceso de Secado se requiere del uso de "tendales" para evitar el contacto con el suelo, la humedad y las impurezas que pudieran adosarse en las algas. Uno de los recursos claves en este negocio es el capital humano que se tiene en las áreas de administración y contabilidad. El área de administración se destaca el esfuerzo que debe realizar

el responsable, por coordinar el abastecimiento y recolección de las algas demandadas, además es la persona con la cual las empresas finales mantienen contacto y desarrolla vínculos para las futuras negociaciones. La parte contable de este negocio requiere poseer un claro orden respecto a las ventas realizadas y un seguimiento de las compras de materia prima realizados con cada alguero de la zona de Pichilemu. En el área financiera lo más importante es la elección, control y seguimiento de los créditos solicitados para el financiamiento de las inversiones iniciales, de las cuales se destaca la adquisición del terreno, un camión de transporte, los elevadores de cargas y la preparación de las áreas de secado. Si bien no es un recurso como tal, sino un insumo, el manejo sustentable de la extracción de las algas marinas es un tema que refleja la responsabilidad de la empresa con el medio ambiente, además de asegurar la continuidad del negocio a través de los años, la sobreexplotación del recurso mediante la extracción indiscriminada de algas, estas no podrán volver a reproducirse la siguiente temporada y su presencia en el sector irá disminuyendo periódicamente hasta la erradicación total de la zona, generando un daño irreparable en la comunidad. Para evitar lo anterior, es que se debe educar y capacitar a los algueros y elaborar, en lo posible, un plan de manejo de estas algas en la zona.

7. Actividades Claves: Una actividad importante a desarrollar en los procesos de la empresa es el abastecimiento de la materia prima y el secado de la misma, ya que ambas son las etapas que determinan la calidad de la carga a entregar. Además, en el proceso de abastecimiento es donde se verá reflejada la capacidad de coordinación que la empresa debe asumir y mantener para lograr el volumen algas deseado y constante; es de gran importancia llevar un claro y efectivo flujo de información con los pescadores algueros que están trabajando de forma asociada a la unidad de negocio aquí descrita. Para lo anterior, se dispone de una logística de comunicación basada en la actual organización de los sindicatos de la zona de Pichilemu, donde se solicitó la colaboración de los presidentes de cada sindicato para informar a sus sindicalizados de las necesidades de abastecimiento requeridas por la empresa, así como el precio de compra de las mismas. Como medio de apoyo se mantiene una base de datos propia con el registro de cada uno de los algueros asociados a la recolección de algas de la zona de Pichilemu, para así recurrir a ello en caso de hacer falta la mayor capacidad extractiva. Otra actividad vital es el transporte de la materia prima ya procesada en los formatos respectivos de las demandas (humedad e impurezas). Esta actividad depende mucho la distancia a recorrer desde el punto de acopio al lugar de despacho de la empresa demandante, así como la cantidad de material transportado o la variedad de algas de los mismos. El acopio de las algas no es considerado una actividad estratégicamente necesaria, debido a que estas pueden ser transportadas desde la playa a la empresa final si cuentan con el grado de humedad requerido, por ello es posible simplemente cargar el medio de transporte y vender en la planta de la empresa.

8. Red de apoyo: Inicialmente los algueros ofrecen sus productos en el primer mercado de transacción donde los demandantes son el negocio establecido para ellos y los competidores existentes. De esta forma, el alguero tiene la opción de ofertar y comercializar sus productos al mejor postor en ese instante. Si el producto es comercializado con el negocio, este es carga

do al camión de transporte, para luego ser llevado al centro de acopio o bien trasladado a otro punto de comercialización para completar una carga al menos económicamente viable. De forma paralela, el administrador del negocio realiza la promoción de los productos con las empresas finales con la intención de formalizar transacciones rentables con las empresas interesadas en esta segunda comercialización, de ser así, los productos son distribuidos y entregados en la planta de procesos de la empresa final o pueden ser despachados desde el punto de acopio del negocio. Se buscó realizar acuerdos estratégicos que aseguraran y entregaran una ventaja competitiva, mediante la disponibilidad de materiales, recursos y actividades, por ello se formalizó una alianza estratégica con los algueros de la zona, y especialmente con los algueros de los sindicatos participantes del proyecto INNOVA 11NTEC-11079. Este contrato, formalizó un compromiso en donde los sindicalizados involucrados en la cosecha y recolección de algas, se compromete a vender de forma preferencial a la presente unidad de negocio por sobre la competencia, entregando la calidad de algas con los criterios de humedad y niveles de impurezas dentro de los rangos aceptables. A cambio, los pescadores sindicalizados gozan un precio preferencial por sobre los algueros que no se encuentren asociados a alguno de los sindicatos.

Otro beneficio que reciben los algueros, es que al ser parte de la Federación de Pescadores de Pichilemu, o bien al ser miembros de una cooperativa de trabajo, reciben de forma indirecta parte de las utilidades obtenidas por la empresa, fondos que han sido destinados a objetivos comunitarios o personales. El saldo de las utilidades percibidas, quedan a disposición de la empresa que evalúa la utilización entre aumentar la capacidad de operaciones, mejorar la calidad de los procesos o donde puede beneficiar a la comunidad involucrada con la compra a materiales de trabajo, equipo de seguridad, herramientas, etc. De esto último, se termina de definir las dos posibles estructuras organizacionales que potenciarían los procesos a efectuar por este modelo de negocio y su estrategia de comercialización. Otra alianza estratégica es la realización de venta preferencial con algunos clientes finales que demuestran un compromiso serio y colaborador en la empresa. Esta alianza estratégica le resulta altamente atractiva a las empresas que hoy en día tienen dificultades para acceder a grandes cantidades de algas para sus procesos como materia prima o insumo intermedio, ya que al igual que la empresa de los algueros, ellos estarían asegurando aún más la disponibilidad de sus materias primas.

9. Estructura de Costos: Considerando los recursos y actividades claves, la red de apoyo descrita en los puntos anteriores y la modelación del negocio mediante distintos análisis de pre-factibilidad económica, se cuenta con diferentes variables para evaluar distintos escenarios a los cuales puede verse enfrentado el negocio. En este modelo se consideraron múltiples variables, algunas de estas son los precios de venta en playa de las algas, los precios compra en planta, la participación de mercado a la cual apunta el negocio con cada alga, el rendimiento de carga para las diferentes ventas realizadas y los costos de transporte. Visualizando diferentes escenarios y alternativas se determinó que el costo de mayor afecta la utilidad antes de impuesto son los costos de transportes y la depreciación de las inversiones realizadas. El primero es un costo inherente a nuestro modelo de negocio, sus alternativas de atenuación son la contratación de un servicio de

transporte de carga o la utilización medio de transporte de mayor escala, pero esta alternativa es más compleja de llevar a cabo debido a los altos volúmenes a transportar. Este costo de transporte considera que los despachos son realizados en las localidades de los clientes claves identificados anteriormente, y la recolección de algas desde los diferentes puntos del litoral costero de Pichilemu hacia el punto de acopio. La depreciación, es consecuencia de la alta inversión incurrida para llevar a cabo el negocio descrito. Se destaca la adquisición de un camión de carga menor y la construcción de un centro de acopio de 100 metros cuadrados.

Por otro lado, el tercer costo a tener en cuenta son los Recursos Humanos, consistentes en la contratación de un Administrador y 3 personas como mano de obra operacional, se considera que estos últimos desarrollan las labores de carga, descarga, limpieza y movimiento de material dentro del centro de acopio y posiblemente en los puntos de comercialización con los algueros del sector. Por lo anterior, se concluye que son los recursos de capital humano los más costosos en comparación a los recursos financieros o de activos. La utilidad del modelo expuesto está condicionada a un complejo conjunto de variables consideradas en el análisis de pre-factibilidad económica. Pero el escenario cambia cuando se visualiza la utilidad bruta, ya es su resolución y estudio es influenciado principalmente los por precios en playa y en planta, el rendimiento, la cantidad transportada y los costos operacionales, derivando en la siguiente fórmula general y simplificada.

Conclusiones: Finalmente, se obtuvo un flujo de caja con la capacidad de modelar diferentes escenarios a los cuales podría enfrentarse el negocio, considerando los supuestos mencionados y las condiciones de mercado descritas. Sólo a modo de ejemplo, se proyectó un flujo de caja bajo las condiciones de:

- **Escenario Precio de Playa:** "Escenario Propio"
- **Rendimiento de carga:** 70% para todas las algas.
- **Participación de Mercado:** Chasca (30%), Huiro Negro (50%), Cochayuyo (70%), Huiro (30%), Huiro Palo (30%) y Lugas (50%).
- **Tipo Depreciación:** Acelerada.
- **Inversiones Depreciables:** Todas.
- **Compra de Terreno:** Si.
- **Porcentaje de Financiamiento a Largo Plazo:** 0%
- **Tasa de descuento del inversionista:** 10%

Si se realizan políticas de control de calidad en la compra de la materia prima, y se logra un rendimiento de carga del 70%, transformara el mercado de la compra y venta de algas de Pichilemu en un "proyecto de negocio" altamente rentable.

Bibliografía

- Fecci Abdón. 2012.** Diagnóstico sectorial de algueros de la comuna de Pichilemu, UCTemuco. Proyecto INNOVA-CORFO 11 NTEC- 11079. Nodo tecnológico para el desarrollo económico-sustentable del sector acuícola y pesquero artesanal de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- Alexander Osterwalder & Yves Pigneur. 2010.** Generación de Modelos de Negocios. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 288 pgs.
- Ecovirtual Consultores Ltda. 2012.** Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile.
- FAO. 2012.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, El estado mundial de la pesca y la acuicultura al 2012.
- SERNAPESCA. 2013.** Anuario Estadístico de Pesca desde 2000 al 2012. [VD](#)



ALINAT

INSUMOS PARA NUTRICION ANIMAL

✓ **CALIDAD**

✓ **SERVICIO**

✓ **EFICIENCIA**



Adsorbentes de Micotoxinas



Derivados de levadura



Des additifs pour chaque espèce
Species-specific additives

GALLINAT+™

POULTRYGROW 250™

AG175™

Casa Matriz: Fono: (56-65) 2531 822 - Eusebio Lillo 153, Interior - Castro

Dirección Comercial y Planta Premix: Fono: (56-65) 2576 340 - Fax: (56-65) 2576 341

Ruta 226, Km. 3,2 Camino Tepual (Lote 25) - Parque Apiasmontt - Puerto Montt

Sucursal: Bodegas San Francisco - Calle Puerto Madero 9710 - Comuna de Pudahuel - Santiago - Chile

www.alinat.cl



Un nivel de excelencia único

Harina de Pescado de Alta Calidad
Secado a Baja Temperatura

Nuestra Harina y Aceite de Pescado son productos de excelencia reconocidos internacionalmente, que permiten una utilización óptima de la proteína natural y desarrollar procedimientos amigables con el medio ambiente.



www.lotaprotein.cl