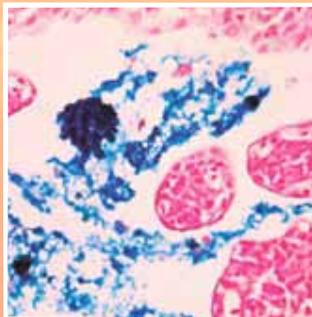
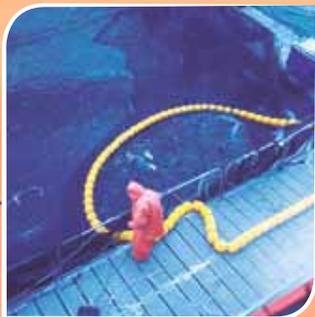


Distribución Gratuita
Consérvela Año 12 N°23 2015

revista

versión[®] diferente

Salmón-Acuícola



ACTUALIDAD INFORMATIVA

- Cosecha por Hipotermia
- Toxicología Acuática en Peces
- Modelación de Patógenos
- Acuicultura en Perú
- Acuicultura en Macroalgas
- Uso Micro-Macro Algas

Investigaciones de importantes Universidades Chilenas

Servicio integral

PRODUCTOS CONGELADOS

- En Talcahuano, Puerto Montt, Puerto Chacabuco y Punta Arenas damos servicio a la carga de productos congelados, frescos, cosecha y carga seca.



- RECEPCIÓN Y DESPACHO
- ALMACENAJE
- 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

Sistema integrado que permite medir la trazabilidad completa del servicio.

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



saam[®]
DONDE NOS NECESITE



Año 12 - Nº 23
2º Semestre 2015

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:

- Salmones Trusal S.A.
- Fadia Tala, UCN
- GIBMAR, UDEC
- Sandra Bravo, UACH
- Carlos Sandoval, VEHICE
- Juan Battaglia, AB&T Perú
- Marcela Astorga, UACH

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	107	Opción Comunicaciones	113
Aquaservice S.A.	4 / 5	Plasticos Austral	27
Alinat	76	Roble Alto	36
Copec	59	SAAM	T2 / 54
DyC	T4 / 114	Saesa	85
Efecto Visual	111	Salmofood - Vitapro	T3 / 28
Fimar	51	Soda Montt	65
Fish Store	41	SP Seguridad y Promociones	87
Hotel Dreams	37	Spa Fish Austral	101
Hotel Manquehue	31	Surlux	11
Hotel Solace	22	Terramar	30
KEBT Chile	86	VeHiCe	23
Maryun	69		

Contenidos

Indice de Universidades	02
Editorial	03
Ferias Internacionales	04
Fases Lunares	05
Feridos Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Toxicología Acuática en Peces	16
Feed Conversion Ratio (FCR) / Factor de Conversion de Alimento: ¿Un rasgo a mejorar mediante Selección Genética?	24
Modelación de Patógenos: Una herramienta para la toma de decisiones sanitarias	28
Estrategias de uso de Productos Inmunológicos en Peces	32
Acuicultura en el Perú Una realidad que plantea nuevos desafíos comerciales y técnicos	44
Programa Estratégico Regional para la Industria de la Mitolicultura	96
Reforma Tributaria 2014 Período Transición 2015-2016	112
La Modernización de Logística Reefers	114

Índice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Cosecha por Hipotermia.....	12
Expresión de Receptores del Sistema Inmune Innato (Tlr1, tlr5m, tlr9 y tlr22): Elementos clave en infección por <i>Piscirickettsia salmonis</i>	38
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos ICYTAL.....	42
Imagenología de Fluorescencia en estudios de Algas Marinas.....	70
Programa Doctorado en Ciencias de la Acuicultura 2016.....	74
Relación entre la captación de semillas de <i>Mytilus chilensis</i> y el estado de sus bancos naturales.	104

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Postgrado & Especialidades 2015.....	43
--------------------------------------	----

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

Incubador para Ovas de Salmónidos con Control Automático de las Variables de Incubación.....	52
Marcaje experimental de Juveniles de Camarón de Río del Norte (<i>Cryphiops caementarius</i> , Molina, 1782) Utilizando un implante de Elastómero visible.	56
Acuicultura de macroalgas a pequeña escala en áreas de manejo de la región de Coquimbo.....	60

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

Incorporación de Tecnologías de Cultivo Integrado a áreas de manejo en la comuna de la Ligua.....	66
---	----

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Facultad de ciencias Naturales y Oceanográficas.....	77
Uso de Algas Inmovilizadas para la Biorremediación de aguas contaminadas con Metales Pesados.....	78
Avances en el Desarrollo de Biomateriales funcionales: Papel de Pulpa Algal y fibra secundaria.	82

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Algas: El Potencial productivo que nuestro país no debe desaprovechar.....	88
--	----

UNIVERSIDAD DE CHILE

Estudios Genéticos en <i>Mytilus chilensis</i> . Aplicaciones en Trazabilidad.	92
---	----

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCION

Pescarauco; Nodo para el desarrollo comercial del sector Pesquero Artesanal de las áreas de manejo de la provincia de Arauco.....	108
---	-----



Con el objetivo de seguir enriqueciendo nuestros contenidos en materia de investigación, seguimos manteniendo el cambio de fecha de publicación, siendo para esta edición Segundo Semestre 2015. De esta manera damos más tiempo a nuestros panelistas, proveedores e investigadores que publiquen sus más recientes productos y servicios, además de proyectos de investigación más recientes. Lo que nos permite entregarles un material actualizado y relevante para la industria salmón-acuícola chilena. Desde ya agradecemos su comprensión y los invitamos a que nos sigan apoyando para las próximas ediciones 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 especial, consolidando la revista "Versión Diferente" como el medio escrito científico de extensión más leído y esperado en cada edición semestral.

Para esta edición Segundo Semestre 2015, ahondamos en materia de enfermedades en salmónidos, tecnologías, especial de micro-macro algas e investigación en mitílidos entre otros temas de interés.

Continuamos en la misma senda de buscar temas de investigación que sean relevantes para la industria salmón-acuícola y para el desarrollo una acuicultura sustentable y viable en el tiempo. Actualmente la industria salmón-acuícola, enfrenta problemáticas en materia de enfermedades, nutrición, financiero entre otros. En la edición del segundo semestre 2015, hemos incluido los siguientes temas de interés: "Cosecha por Hipotermia"; "Toxicología Acuática en Peces"; "Factor de Conversión de los Alimentos"; "Modelación de Patógenos"; "Estrategia de uso de Productos Inmunológicos en Peces"; "Incubadora para Ovas en Salmónidos"; "Acuicultura en el Perú"; "Acuicultura en Macroalgas"; "Algas"; "Uso de Micro-Macro Algas"; "Estudios Genéticos en *Mytilus Chilensis*"; "Programa estratégico Regional para la Industria de la Mitilicultura"; entre otros de interés.

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

Los invitamos a participar en nuestra próxima edición 1º Semestre 2016.

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

Ferias Internacionales - 2º SEMESTRE 2015

JULIO

39th Annual Lawal Fish Conference
12 al 17 de Julio - Viena, Austria

AGOSTO

AquaNor - Exposicion Acuicultura
18 al 21 de Agosto - Tronaheim, Noruega

Vietnam Fisheries International Exhibition (VIETFISH)
24 al 26 de Agosto - Hochi minh City, Vietnam

China International, Pesca and Seafood Expo 2015
28 al 31 de Agosto - Guangzhou, Guangdong, China

SEPTIEMBRE

World of Seafood - University Center Grimsby;
5 al 9 de Septiembre Grimsby, Reino Unido.

Seafood Expo Asia
8 al 10 de Septiembre- Hong Kong

OCTUBRE

Dan Fish International, Aalborg Congress and Culture Center
7 al 9 de Octubre 2015 - Aalborg, Dinamarca

Aquaculture Europe 2015
20 al 23 de Octubre - Rotterdam, Holanda

Aqua Expo 2015
20 al 23 de Octubre - Guayaquil, Ecuador

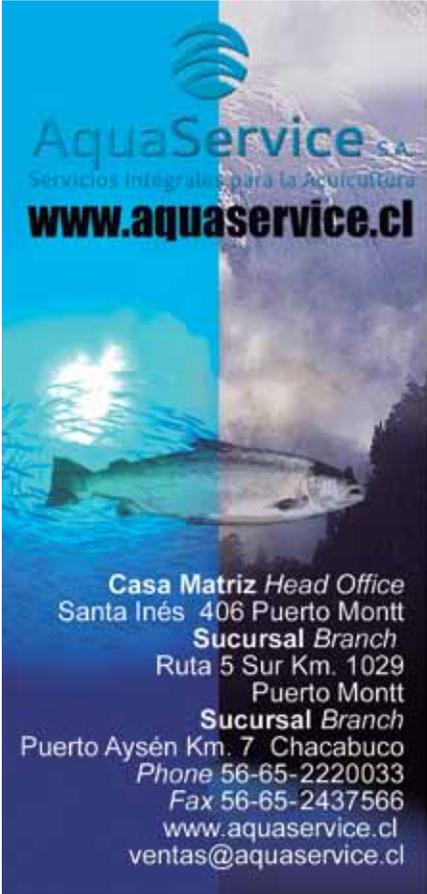
Seafood Directions 2015
25 al 27 de Octubre - Perth, Australia

NOVIEMBRE

Expo Pesca y Acui Perú, Jockey Plaza Convention Center;
5 al 7 de Noviembre - Lima, Perú

China Fisheries & Seafood Expo
5 al 7 de Noviembre - Amingdao, China

Acuicultura en América Latina y el Caribe 2015
16 al 19 de Noviembre - Fortaleza, Brasil



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

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

Fases Lunares - 2º SEMESTRE 2015

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
NUEVA 	15 21:24 hrs.	14 10:53 hrs.	13 02:41 hrs.	12 20:06 hrs.	11 13:47 hrs.	11 06:29 hrs.
CRECIENTE 	24 00:04 hrs.	22 15:31 hrs.	21 04:59 hrs.	20 16:31 hrs.	19 02:27 hrs.	18 11:14 hrs.
LLENA 	01/31 22:20/06:43 hrs.	29 14:35 hrs.	27 22:51 hrs.	27 08:05 hrs.	25 18:44 hrs.	25 07:11 hrs.
MENGUANTE 	08 16:24 hrs.	06 22:03 hrs.	05 05:54 hrs.	04 17:06 hrs.	03 08:24 hrs.	03 03:40 hrs.

En hora Oficial de Chile Continental, Z + 4

Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile



AquaService S.A.
Servicios Integrales para la Industria



INGENIERIA
Proyectos
Automatización
Estructuras
Electricidad
Diseño Industrial

FABRICACIÓN
Bombas para Peces
Embarcaciones
Estánques
Fibra de Vidrio
Acero Inoxidable

División Plásticos
Fono 65-2-437545
Santa Inés 406
Puerto Montt

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

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



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

Feriados 2015 Internacionales

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



CHILE



CANADÁ



EEUU



NORUEGA



JAPÓN



ESCOCIA

Fecha	Evento	CHILE	CANADÁ	EEUU	NORUEGA	JAPÓN	ESCOCIA
Jueves 1 Enero	Año Nuevo	●	●	●	●	●	●
Viernes 2 Enero	2 de Enero						●
Martes 12 Enero	Día de la mayoría de edad					●	
Lunes 19 Enero	Día de Martin Luther King			●			
Miércoles 11 Febrero	Día de la Fundación de la Nación					●	
Lunes 16 Febrero	Día del Presidente			●			
Martes 17 Marzo	Jueves Santo					●	
Viernes 20 Marzo	Equinoccio de Primavera				●		
Viernes 3 Abril	Viernes Santo	●	●		●		●
Sábado 4 Abril	Sábado Santo	●					
Lunes 6 Abril	Lunes de Pascua	●					
Lunes 20 Abril	Pascua de Resurrección		●		●		
Miércoles 29 Abril	Celebración del emperador showa					●	
Viernes 1 Mayo	Día del Trabajo	●			●		
Domingo 3 Mayo	Día de la Constitución					●	
Lunes 4 Mayo	Midori-nohi fiesta de la Naturaleza					●	
Martes 5 Mayo	Día de los Niños (kodomono no hi)					●	
Sábado 9 Mayo	Lunes de Pentecostés				●		
Jueves 14 Mayo	Ascensión de Jesús				●		
Domingo 17 Mayo	Día de la Constitución				●		
Lunes 18 Mayo	Día de la Reina Victoria		●				
Jueves 21 Mayo	Día de las Glorias Navales	●					
Lunes 25 Mayo	Festival de la Primavera						●
Martes 26 Mayo	Día Conmemorativo			●			
Lunes 29 Junio	San Pedro y San Pablo	●					
Miércoles 1 Julio	Día de Canada		●				
Sábado 4 Julio	Festival de Verano						●
Jueves 16 Julio	Día de la Independencia			●			
Lunes 3 Agosto	Día Virgen del Carmen	●	●				
Sábado 15 Agosto	Asunción de la Virgen	●					
Lunes 7 Septiembre	Día del Trabajo		●	●			
Viernes 18 Septiembre	Independencia Nacional	●					
Sábado 19 Septiembre	Día de las Glorias Navales	●					
Lunes 21 Septiembre	Día del respeto a los Ancianos					●	
Miércoles 23 Septiembre	Equinoccio de otoño					●	
Lunes 12 Octubre	Día de Hispanidad	●					
Lunes 12 Octubre	Fiesta de Cristóbal Colón	●		●			
Martes 13 Octubre	Acción de Gracias		●				
Sábado 24 Octubre	Día de la Cultura Nacional					●	
Sábado 31 Octubre	Iglesias Evangélicas y Protestantes	●					
Domingo 1 Noviembre	Día de todos los Santos	●					
Martes 3 Noviembre	Día del reconocimiento del trabajo					●	
Miércoles 11 Noviembre	Día de los Veteranos			●			
Jueves 26 Noviembre	Acción de Gracias			●		●	
Lunes 30 Noviembre	Día de San Andrés						●
Martes 8 Diciembre	Imaculada Concepción	●					
Lunes 23 Diciembre	Cumpleaños del Emperador					●	
Viernes 25 Diciembre	Día de Navidad	●	●	●	●		●
Sábado 26 Diciembre	San Esteban		●		●		●
Jueves 31 Diciembre	Nochevieja				●		

MAREAS Puerto Montt - 2º SEMESTRE 2015

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	0038	5.73	16	0142	6.06	01	0150	6.43	16	0224	6.10	01	0256	6.95	16	0250	6.00
MI	0638	1.36	J	0743	1.27	S	0754	0.77	D	0827	1.35	M	0908	0.37	MI	0901	1.45
	1253	6.59		1352	6.69		1405	7.16		1431	6.43		1515	6.97		1502	5.87
	1920	1.03		2015	1.06		2029	0.40		2048	1.20		2132	0.43		2111	1.53
02	0121	5.94	17	0216	6.03	02	0233	6.57	17	0252	5.97	02	0338	6.73	17	0317	5.79
J	0722	1.17	V	0817	1.36	D	0839	0.66	L	0856	1.51	MI	0953	0.67	J	0931	1.71
	1335	6.79		1425	6.58		1449	7.13		1459	6.18		1559	6.48		1532	5.54
	2002	0.83		2047	1.19		2112	0.40		2115	1.42		2214	0.87		2138	1.84
03	0205	6.08	18	0248	5.92	03	0317	6.57	18	0319	5.79	03	0423	6.37	18	0345	5.56
V	0806	1.06	S	0849	1.52	L	0924	0.71	M	0925	1.73	J	1041	1.13	V	1003	2.01
	1419	6.88		1455	6.38		1533	6.91		1528	5.87		1647	5.88		1603	5.19
	2046	0.72		2117	1.38		2155	0.58		2142	1.69		2300	1.43		2208	2.17
04	0249	6.13	19	0319	5.75	04	0401	6.43	19	0348	5.57	04	0514	5.92	19	0417	5.31
S	0851	1.05	D	0920	1.73	M	1011	0.92	MI	0957	1.98	V	1137	1.66	S	1040	2.31
	1503	6.83		1526	6.11		1619	6.52		1558	5.52		1745	5.27		1641	4.87
	2130	0.74		2147	1.60		2239	0.90		2211	1.98		2356	2.00		2244	2.49
05	0334	6.10	20	0351	5.54	05	0448	6.18	20	0419	5.34	05	0619	5.49	20	0458	5.08
D	0938	1.13	L	0952	1.97	MI	1101	1.28	J	1031	2.28	S	1251	2.12	D	1129	2.58
	1548	6.65		1557	5.80		1708	6.01		1632	5.17		1906	4.80		1734	4.58
	2215	0.87		2217	1.84		2327	1.34		2243	2.28					2335	2.77
06	0422	5.99	21	0424	5.31	06	0542	5.86	21	0455	5.12	06	0114	2.44	21	0600	4.89
L	1026	1.30	M	1027	2.24	J	1158	1.70	V	1112	2.56	D	0744	5.24	L	1241	2.75
	1636	6.36		1632	5.45		1807	5.46		1712	4.83		1429	2.28		1857	4.42
	2303	1.09		2251	2.11					2322	2.57		2048	4.71			
07	0512	5.82	22	0503	5.09	07	0024	1.80	22	0542	4.94	07	0254	2.54	22	0056	2.93
M	1119	1.55	MI	1108	2.51	V	0647	5.56	S	1205	2.79	L	0916	5.31	M	0730	4.87
	1729	5.99		1712	5.10		1310	2.08		1809	4.56		1600	2.05		1419	2.66
	2355	1.37		2331	2.37		1922	5.02					2215	5.00		2037	4.55
08	0610	5.64	23	0550	4.91	08	0137	2.18	23	0016	2.81	08	0417	2.26	23	0237	2.80
MI	1220	1.83	J	1158	2.75	S	0807	5.41	D	0649	4.83	M	1028	5.64	MI	0901	5.14
	1830	5.59		1802	4.80		1443	2.23		1322	2.90		1701	1.65		1545	2.25
							2056	4.87		1932	4.43		2312	5.41		2156	4.98
09	0055	1.66	24	0020	2.58	09	0307	2.30	24	0134	2.92	09	0513	1.87	24	0359	2.33
J	0717	5.51	V	0650	4.80	D	0932	5.51	L	0811	4.91	MI	1120	6.01	J	1013	5.65
	1332	2.05		1303	2.91		1612	2.03		1455	2.76		1746	1.28		1646	1.66
	1944	5.28		1908	4.59		2222	5.06		2104	4.56		2354	5.79		2254	5.55
10	0206	1.88	25	0121	2.72	10	0426	2.12	25	0303	2.78	10	0555	1.52	25	0500	1.70
V	0832	5.52	S	0759	4.84	L	1043	5.83	M	0930	5.22	J	1201	6.32	V	1110	6.24
	1457	2.10		1422	2.89		1718	1.67		1611	2.35		1823	1.01		1736	1.05
	2106	5.17		2026	4.55		2325	5.42		2218	4.94					2342	6.15
11	0324	1.93	26	0233	2.70	11	0526	1.81	26	0418	2.38	11	0029	6.07	26	0550	1.05
S	0947	5.70	D	0907	5.04	M	1138	6.19	MI	1035	5.70	V	0632	1.26	S	1200	6.78
	1618	1.91		1538	2.67		1807	1.32		1709	1.80		1236	6.51		1822	0.52
	2224	5.29		2138	4.71					2314	5.44		1856	0.87			
12	0435	1.79	27	0341	2.52	12	0012	5.77	27	0516	1.84	12	0101	6.23	27	0027	6.66
D	1053	6.00	L	1006	5.38	MI	0612	1.52	J	1129	6.25	S	0704	1.11	D	0637	0.52
	1724	1.60		1639	2.29		1222	6.48		1758	1.21		1308	6.58		1246	7.16
	2328	5.54		2239	5.02		1847	1.07					1925	0.83		1905	0.16
13	0534	1.58	28	0440	2.20	13	0051	6.01	28	0003	5.98	13	0129	6.29	28	0111	7.01
L	1149	6.32	M	1059	5.81	J	0652	1.33	V	0607	1.28	D	0734	1.07	L	0722	0.18
	1817	1.31		1730	1.83		1259	6.64		1218	6.77		1337	6.53		1330	7.30
				2331	5.40		1922	0.95		1843	0.68		1952	0.90		1947	0.03
14	0020	5.80	29	0532	1.81	14	0125	6.15	29	0048	6.45	14	0157	6.26	29	0153	7.15
M	0623	1.38	MI	1148	6.26	V	0726	1.24	S	0654	0.78	L	0803	1.11	M	0806	0.08
	1236	6.57		1817	1.35		1332	6.68		1304	7.15		1406	6.39		1413	7.20
	1901	1.11					1953	0.95		1927	0.30		2018	1.05		2028	0.15
15	0104	5.99	30	0019	5.80	15	0155	6.17	30	0131	6.80	15	0223	6.16	30	0234	7.07
MI	0706	1.28	J	0621	1.40	S	0757	1.25	D	0739	0.43	M	0832	1.24	MI	0850	0.24
	1316	6.70		1235	6.68		1402	6.60		1348	7.33		1434	6.16		1456	6.85
	1940	1.03		1902	0.92		2021	1.04		2009	0.12		2044	1.26		2109	0.49
			31	0105	6.16				31	0214	6.97						
			V	0708	1.04				L	0824	0.28						
				1320	7.00					1431	7.27						
				1946	0.58					2050	0.17						

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

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

MAREAS Puerto Montt - 2º SEMESTRE 2015

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	0316	6.79	16	0251	5.95	01	0429	5.77	16	0343	5.69	01	0456	5.43	16	0423	5.87
J	0934	0.61	V	0909	1.47	D	1053	1.70	L	1010	1.77	M	1121	2.06	MI	1051	1.59
	1540	6.35		1511	5.57		1704	5.23		1616	5.19		1733	5.03		1659	5.38
	2151	0.98		2114	1.72		2311	2.13		2219	2.08		2341	2.41		2304	1.91
02	0400	6.36	17	0321	5.72	02	0526	5.31	17	0429	5.46	02	0553	5.07	17	0516	5.64
V	1021	1.11	S	0942	1.75	L	1156	2.13	M	1100	1.99	MI	1221	2.35	J	1145	1.77
	1628	5.75		1544	5.27		1812	4.85		1709	4.99		1840	4.79		1757	5.26
	2237	1.56		2147	2.03					2313	2.29						
03	0450	5.85	18	0354	5.47	03	0021	2.50	18	0528	5.26	03	0050	2.63	18	0005	2.06
S	1115	1.67	D	1020	2.04	M	0640	4.98	MI	1202	2.16	J	0704	4.83	V	0619	5.43
	1726	5.17		1624	4.97		1317	2.36		1816	4.87		1335	2.48		1248	1.91
	2332	2.13		2226	2.33		1938	4.70					1958	4.74		1905	5.21
04	0553	5.36	19	0437	5.22	04	0151	2.61	19	0023	2.40	04	0213	2.65	19	0116	2.15
D	1227	2.13	L	1109	2.31	MI	0806	4.90	J	0643	5.15	V	0822	4.78	S	0733	5.29
	1845	4.75		1717	4.71		1442	2.31		1318	2.19		1449	2.43		1400	1.97
				2319	2.60		2101	4.84		1935	4.93		2109	4.88		2019	5.30
05	0051	2.54	20	0538	5.00	05	0314	2.43	20	0145	2.33	05	0326	2.47	20	0238	2.09
L	0717	5.06	M	1218	2.49	J	0922	5.06	V	0805	5.24	S	0931	4.90	D	0853	5.31
	1402	2.31		1835	4.57		1549	2.06		1437	2.01		1550	2.26		1516	1.89
	2025	4.68					2202	5.13		2052	5.20		2205	5.13		2133	5.54
06	0233	2.60	21	0038	2.74	06	0413	2.09	21	0306	2.02	06	0422	2.19	21	0356	1.85
M	0850	5.10	MI	0704	4.94	V	1018	5.33	S	0922	5.52	D	1024	5.10	L	1008	5.49
	1531	2.12		1348	2.45		1638	1.77		1548	1.68		1637	2.04		1625	1.68
	2148	4.95		2008	4.69		2248	5.46		2158	5.62		2249	5.40		2239	5.89
07	0354	2.31	22	0213	2.59	07	0459	1.74	22	0415	1.57	07	0506	1.90	22	0504	1.50
MI	1002	5.38	J	0835	5.16	S	1102	5.61	D	1027	5.91	L	1108	5.32	M	1113	5.77
	1632	1.76		1513	2.11		1718	1.50		1647	1.29		1716	1.83		1725	1.42
	2244	5.34		2126	5.09		2325	5.74		2256	6.08		2326	5.68		2337	6.26
08	0448	1.91	23	0335	2.14	08	0537	1.44	23	0513	1.11	08	0544	1.64	23	0602	1.17
J	1054	5.73	V	0950	5.61	D	1140	5.83	L	1123	6.28	M	1146	5.52	MI	1209	6.04
	1716	1.41		1618	1.60		1752	1.30		1739	0.94		1751	1.65		1818	1.18
	2325	5.70		2227	5.63		2358	5.98		2347	6.48						
09	0530	1.54	24	0438	1.53	09	0611	1.21	24	0606	0.74	09	0000	5.92	24	0029	6.56
V	1134	6.03	S	1049	6.15	L	1214	5.99	M	1214	6.54	MI	0619	1.42	J	0652	0.93
	1753	1.13		1712	1.06		1822	1.18		1828	0.71		1221	5.68		1259	6.23
				2319	6.19								1824	1.50		1905	1.05
10	0000	5.99	25	0531	0.94	10	0029	6.15	25	0035	6.76	10	0034	6.12	25	0115	6.73
S	0606	1.25	D	1141	6.63	M	0643	1.06	MI	0654	0.53	J	0653	1.26	V	0738	0.83
	1209	6.23		1800	0.60		1246	6.06		1302	6.65		1256	5.79		1343	6.30
	1825	0.96					1852	1.12		1913	0.64		1857	1.40		1949	1.04
11	0031	6.18	26	0005	6.66	11	0059	6.25	26	0120	6.87	11	0107	6.26	26	0158	6.74
D	0638	1.05	L	0619	0.47	MI	0714	1.00	J	0740	0.50	V	0728	1.15	S	0820	0.88
	1241	6.34		1228	6.96		1317	6.06		1347	6.61		1331	5.84		1424	6.23
	1854	0.89		1844	0.31		1922	1.14		1956	0.74		1932	1.36		2029	1.16
12	0100	6.29	27	0050	6.97	12	0129	6.27	27	0204	6.79	12	0142	6.33	27	0237	6.61
L	0709	0.95	M	0705	0.20	J	0746	1.02	V	0824	0.65	S	0804	1.12	D	0859	1.05
	1311	6.35		1313	7.07		1349	5.99		1430	6.41		1408	5.84		1502	6.06
	1922	0.91		1927	0.24		1952	1.24		2038	0.97		2008	1.38		2106	1.38
13	0128	6.31	28	0133	7.07	13	0200	6.22	28	0246	6.57	13	0218	6.32	28	0313	6.37
M	0738	0.95	MI	0750	0.17	V	0818	1.13	S	0907	0.94	D	0842	1.16	L	0935	1.30
	1341	6.27		1357	6.95		1422	5.84		1513	6.11		1446	5.77		1539	5.81
	1949	1.01		2009	0.38		2024	1.40		2119	1.30		2047	1.46		2143	1.66
14	0155	6.26	29	0216	6.96	14	0231	6.10	29	0327	6.23	14	0256	6.23	29	0349	6.04
MI	0808	1.05	J	0834	0.36	S	0852	1.30	D	0949	1.30	L	0922	1.26	M	1011	1.61
	1410	6.10		1441	6.65		1456	5.65		1555	5.74		1526	5.66		1616	5.52
	2016	1.19		2051	0.70		2058	1.61		2201	1.68		2128	1.58		2219	1.98
15	0223	6.13	30	0258	6.67	15	0305	5.92	30	0410	5.84	15	0338	6.08	30	0425	5.68
J	0838	1.22	V	0918	0.73	D	0929	1.53	L	1032	1.70	M	1004	1.41	MI	1048	1.92
	1440	5.86		1524	6.21		1533	5.42		1640	5.37		1610	5.52		1656	5.21
	2045	1.44		2133	1.15		2135	1.85		2247	2.07		2213	1.74		2300	2.30
			31	0341	6.25										31	0506	5.30
			S	1003	1.20										J	1129	2.22
				1611	5.71											1743	4.94
				2218	1.65											2348	2.60

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 2015

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	0051	2.24	16	0144	2.47	01	0152	2.42	16	0239	2.40	01	0306	2.63	16	0315	2.41
MI	0631	0.58	J	0726	0.50	S	0737	0.39	D	0824	0.71	M	0858	0.37	MI	0912	0.81
	1257	2.79		1351	2.97		1401	2.90		1438	2.60		1516	2.67		1513	2.22
	1916	0.29		2009	0.31		2018	0.12		2054	0.57		2124	0.25		2116	0.75
02	0128	2.30	17	0224	2.43	02	0236	2.45	17	0314	2.34	02	0355	2.62	17	0346	2.38
J	0711	0.50	V	0806	0.57	D	0822	0.38	L	0900	0.81	MI	0950	0.48	J	0948	0.87
	1336	2.86		1429	2.87		1445	2.85		1510	2.43		1607	2.48		1546	2.08
	1955	0.22		2048	0.41		2101	0.17		2125	0.70		2210	0.43		2144	0.83
03	0207	2.32	18	0304	2.35	03	0323	2.45	18	0349	2.28	03	0447	2.58	18	0420	2.35
V	0752	0.45	S	0845	0.68	L	0909	0.44	M	0936	0.92	J	1047	0.62	V	1029	0.94
	1418	2.87		1506	2.71		1531	2.72		1541	2.26		1706	2.27		1626	1.95
	2037	0.21		2126	0.56		2146	0.28		2154	0.82		2300	0.64		2216	0.92
04	0250	2.31	19	0344	2.25	04	0414	2.42	19	0424	2.22	04	0542	2.52	19	0500	2.32
S	0835	0.46	D	0922	0.82	M	1000	0.56	MI	1014	1.02	V	1155	0.76	S	1120	0.99
	1501	2.82		1540	2.51		1622	2.54		1615	2.09		1816	2.09		1719	1.83
	2121	0.26		2202	0.72		2234	0.44		2223	0.94					2257	1.02
05	0338	2.28	20	0424	2.15	05	0509	2.39	20	0501	2.18	05	0000	0.84	20	0548	2.28
D	0921	0.53	L	1000	0.98	MI	1059	0.71	J	1100	1.11	S	0644	2.48	D	1226	1.02
	1548	2.72		1615	2.31		1721	2.34		1657	1.93		1316	0.83		1827	1.75
	2208	0.37		2237	0.89		2328	0.63		2256	1.05		1933	1.99		2356	1.12
06	0432	2.24	21	0506	2.08	06	0608	2.37	21	0543	2.15	06	0114	0.98	21	0647	2.26
L	1011	0.65	M	1042	1.12	J	1210	0.83	V	1200	1.17	D	0752	2.48	L	1350	0.99
	1639	2.57		1653	2.12		1831	2.17		1754	1.81		1441	0.81		1947	1.73
	2300	0.50		2313	1.03					2343	1.14		2053	1.98			
07	0531	2.20	22	0551	2.03	07	0033	0.80	22	0635	2.15	07	0228	1.02	22	0120	1.16
M	1110	0.79	MI	1137	1.24	V	0712	2.37	S	1322	1.17	L	0902	2.52	M	0758	2.27
	1739	2.41		1741	1.95		1335	0.87		1908	1.73		1550	0.71		1506	0.86
	2359	0.65		2359	1.15		1950	2.06					2206	2.06		2111	1.80
08	0634	2.20	23	0642	2.01	08	0147	0.89	23	0054	1.19	08	0334	0.97	23	0241	1.10
MI	1224	0.90	J	1256	1.29	S	0822	2.43	D	0738	2.17	M	1005	2.60	MI	0910	2.35
	1849	2.26		1847	1.83		1500	0.80		1445	1.07		1642	0.61		1601	0.69
							2111	2.06		2031	1.73		2304	2.17		2220	1.95
09	0109	0.75	24	0106	1.21	09	0257	0.90	24	0213	1.17	09	0431	0.89	24	0347	0.96
J	0742	2.24	V	0743	2.03	D	0930	2.54	L	0847	2.24	MI	1059	2.69	J	1013	2.48
	1350	0.92		1427	1.25		1608	0.67		1546	0.90		1727	0.53		1648	0.50
	2006	2.18		2006	1.77		2224	2.13		2150	1.81		2349	2.29		2311	2.14
10	0222	0.78	25	0217	1.20	10	0357	0.84	25	0318	1.08	10	0522	0.80	25	0445	0.77
V	0853	2.35	S	0848	2.10	L	1030	2.68	M	0948	2.36	J	1147	2.73	V	1108	2.62
	1513	0.82		1536	1.12		1701	0.52		1632	0.71		1807	0.47		1730	0.33
	2125	2.17		2124	1.80		2321	2.25		2249	1.95					2355	2.34
11	0325	0.75	26	0312	1.13	11	0451	0.75	26	0413	0.94	11	0029	2.39	26	0536	0.58
S	0957	2.52	D	0944	2.22	M	1121	2.81	MI	1041	2.51	V	0608	0.73	S	1157	2.75
	1621	0.65		1623	0.94		1746	0.41		1713	0.51		1229	2.74		1812	0.19
	2236	2.24		2227	1.88					2334	2.11		1844	0.45			
12	0420	0.69	27	0359	1.02	12	0007	2.35	27	0504	0.77	12	0105	2.45	27	0037	2.52
D	1053	2.70	L	1030	2.37	MI	0540	0.67	J	1130	2.67	S	0650	0.70	D	0625	0.41
	1715	0.48		1702	0.74		1207	2.89		1753	0.33		1306	2.69		1244	2.82
	2333	2.33		2315	2.00		1828	0.35					1919	0.46		1854	0.11
13	0511	0.61	28	0443	0.89	13	0047	2.43	28	0015	2.28	13	0140	2.47	28	0119	2.67
L	1142	2.86	M	1113	2.53	J	0625	0.61	V	0552	0.59	D	0729	0.69	L	0712	0.30
	1803	0.34		1739	0.54		1250	2.90		1216	2.80		1341	2.61		1329	2.82
				2355	2.12		1908	0.34		1834	0.19		1952	0.51		1937	0.09
14	0021	2.42	29	0526	0.74	14	0126	2.46	29	0055	2.42	14	0213	2.47	29	0202	2.77
M	0558	0.54	MI	1154	2.69	V	0707	0.60	S	0638	0.44	L	0804	0.72	M	0759	0.26
	1227	2.97		1816	0.36		1329	2.86		1300	2.88		1413	2.49		1415	2.74
	1846	0.27					1946	0.38		1915	0.10		2022	0.58		2019	0.14
15	0104	2.47	30	0033	2.24	15	0203	2.45	30	0136	2.53	15	0244	2.44	30	0247	2.81
MI	0643	0.50	J	0610	0.59	S	0747	0.63	D	0724	0.34	M	0838	0.76	MI	0848	0.29
	1310	3.01		1235	2.81		1405	2.75		1344	2.89		1443	2.36		1502	2.59
	1929	0.26		1855	0.22		2021	0.46		1957	0.08		2050	0.66		2102	0.27
			31	0112	2.34				31	0219	2.61						
			V	0653	0.47				L	0810	0.32						
				1318	2.89					1429	2.81						
				1935	0.14					2040	0.13						

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 - 2° SEMESTRE 2015

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	0335	2.79	16	0312	2.54	01	0451	2.71	16	0401	2.59	01	0513	2.55	16	0428	2.56
J	0939	0.40	V	0923	0.70	D	1116	0.64	L	1025	0.62	M	1145	0.81	MI	1053	0.57
	1554	2.41		1522	2.10		1739	2.06		1636	1.98		1811	1.99		1717	2.06
	2147	0.45		2114	0.73		2304	0.89		2210	0.81		2334	1.08		2251	0.83
02	0424	2.73	17	0347	2.52	02	0545	2.57	17	0448	2.50	02	0608	2.36	17	0525	2.43
V	1035	0.54	S	1003	0.74	L	1221	0.80	M	1118	0.71	MI	1252	0.96	J	1153	0.67
	1652	2.21		1603	1.99		1844	1.96		1737	1.91		1914	1.94		1822	2.04
	2235	0.67		2148	0.81					2305	0.93						
03	0517	2.64	18	0426	2.47	03	0006	1.06	18	0546	2.40	03	0046	1.22	18	0000	0.94
S	1138	0.69	D	1050	0.80	M	0646	2.44	MI	1225	0.78	J	0713	2.21	V	0631	2.32
	1800	2.05		1654	1.89		1338	0.90		1846	1.89		1407	1.04		1304	0.74
	2331	0.88		2229	0.91		1954	1.92					2025	1.94		1931	2.08
04	0615	2.55	19	0514	2.41	04	0123	1.17	19	0018	1.03	04	0212	1.27	19	0124	0.98
D	1252	0.80	L	1148	0.86	MI	0755	2.34	J	0655	2.33	V	0826	2.11	S	0746	2.25
	1912	1.96		1759	1.81		1452	0.92		1344	0.78		1511	1.04		1418	0.74
				2324	1.03		2108	1.95		2002	1.94		2135	2.02		2044	2.19
05	0040	1.04	20	0612	2.34	05	0242	1.19	20	0145	1.03	05	0330	1.22	20	0249	0.90
L	0720	2.48	M	1303	0.88	J	0905	2.30	V	0810	2.31	S	0938	2.07	D	0902	2.24
	1414	0.84		1914	1.79		1550	0.89		1455	0.70		1559	1.00		1521	0.67
	2027	1.94					2214	2.06		2117	2.08		2230	2.15		2151	2.37
06	0157	1.10	21	0043	1.10	06	0351	1.14	21	0305	0.93	06	0431	1.11	21	0401	0.74
M	0831	2.45	MI	0722	2.31	V	1009	2.29	S	0923	2.35	D	1037	2.09	L	1014	2.29
	1525	0.80		1424	0.82		1635	0.83		1552	0.58		1638	0.94		1615	0.59
	2142	1.99		2035	1.85		2304	2.19		2219	2.28		2310	2.28		2247	2.58
07	0309	1.09	22	0210	1.08	07	0449	1.04	22	0413	0.75	07	0516	0.98	22	0500	0.53
MI	0937	2.47	J	0838	2.34	S	1103	2.30	D	1029	2.43	L	1123	2.13	M	1115	2.38
	1619	0.74		1529	0.69		1713	0.78		1640	0.46		1712	0.87		1704	0.50
	2242	2.11		2149	1.99		2342	2.32		2311	2.51		2343	2.40		2336	2.79
08	0411	1.02	23	0325	0.95	08	0535	0.93	23	0510	0.55	08	0552	0.84	23	0551	0.35
J	1036	2.51	V	0947	2.43	D	1146	2.32	L	1126	2.51	M	1159	2.17	MI	1208	2.46
	1703	0.67		1621	0.52		1747	0.73		1726	0.35		1744	0.80		1752	0.42
	2329	2.24		2246	2.20					2357	2.73						
09	0505	0.93	24	0428	0.77	09	0015	2.43	24	0602	0.37	09	0012	2.51	24	0022	2.95
V	1125	2.53	S	1047	2.55	L	0614	0.82	M	1218	2.58	MI	0624	0.70	J	0638	0.22
	1742	0.62		1706	0.37		1223	2.33		1811	0.28		1231	2.21		1255	2.51
				2334	2.42		1819	0.68					1814	0.73		1838	0.38
10	0008	2.35	25	0522	0.57	10	0045	2.51	25	0041	2.90	10	0041	2.61	25	0107	3.05
S	0552	0.84	D	1141	2.65	M	0648	0.72	MI	0650	0.23	J	0654	0.58	V	0724	0.16
	1208	2.53		1749	0.25		1255	2.32		1306	2.60		1302	2.23		1340	2.52
	1817	0.58					1848	0.65		1856	0.26		1845	0.66		1923	0.37
11	0042	2.44	26	0017	2.63	11	0114	2.58	26	0125	3.01	11	0111	2.69	26	0151	3.07
D	0633	0.77	L	0613	0.39	MI	0720	0.64	J	0737	0.17	V	0726	0.47	S	0808	0.18
	1245	2.51		1230	2.71		1325	2.30		1352	2.57		1333	2.25		1424	2.48
	1850	0.57		1832	0.17		1916	0.63		1940	0.29		1917	0.60		2006	0.43
12	0114	2.50	27	0100	2.80	12	0142	2.63	27	0210	3.04	12	0143	2.75	27	0234	3.01
L	0710	0.72	M	0701	0.26	J	0751	0.58	V	0824	0.19	S	0800	0.40	D	0852	0.28
	1318	2.46		1316	2.71		1354	2.27		1438	2.49		1407	2.24		1508	2.40
	1921	0.58		1916	0.15		1945	0.61		2024	0.37		1952	0.57		2048	0.54
13	0144	2.53	28	0144	2.91	13	0211	2.67	28	0254	3.00	13	0218	2.77	28	0316	2.88
M	0743	0.69	MI	0749	0.21	V	0824	0.53	S	0911	0.28	D	0837	0.37	L	0936	0.43
	1348	2.39		1403	2.64		1426	2.21		1526	2.37		1445	2.21		1554	2.28
	1949	0.60		1959	0.20		2016	0.61		2107	0.51		2030	0.57		2130	0.70
14	0213	2.54	29	0229	2.95	14	0243	2.68	29	0339	2.89	14	0257	2.75	29	0357	2.69
MI	0815	0.68	J	0837	0.23	S	0900	0.53	D	0959	0.43	L	0918	0.40	M	1020	0.61
	1418	2.30		1450	2.52		1502	2.14		1617	2.23		1528	2.16		1643	2.16
	2016	0.63		2043	0.31		2049	0.65		2151	0.69		2111	0.62		2214	0.89
15	0242	2.55	30	0314	2.93	15	0319	2.66	30	0425	2.73	15	0340	2.68	30	0440	2.48
J	0848	0.68	V	0927	0.32	D	0939	0.56	L	1050	0.62	M	1003	0.47	MI	1106	0.81
	1448	2.21		1541	2.37		1544	2.06		1712	2.10		1619	2.10		1734	2.06
	2044	0.68		2127	0.48		2127	0.71		2238	0.89		2157	0.71		2303	1.08
			31	0402	2.84										31	0527	2.27
			S	1019	0.47										J	1157	0.99
				1637	2.20											1829	2.00
				2213	0.68												

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



Servicios

- **Servicios Integrales de Cosecha:**
 - Sistema tradicional o hipotermia, traslados en estanques o bins.
 - Arriendo de maquinarias, equipos y estructuras de cosecha.
 - Arriendo de estanques de 13, 18, 21 y 24 m³
- **Lavado de redes *In situ***
- **Instalaciones eléctricas sobre módulo.**
- **Mantenimiento y post venta.**



Ruta 5 Sur Km. 1016 - Loteo D-3
 Fundo Santa Teresita - Punta Arenas Interior
 Puerto Montt - Chile
 Fono/fax: +56 065 252013 / 258449

www.surlux.cl

Cosecha por Hipotermia



Dra. Sandra Bravo, Gonzalo Seguel

Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile.

sbravo@spm.uach.cl



La cosecha es dentro de la cadena de valor del salmón, uno de los procesos más importantes, ya que está directamente relacionada con la calidad del producto final. En esta operación, el concepto de bienestar animal cobra real importancia, ya que del nivel de estrés que presenten los peces antes de la matanza dependerá la severidad y magnitud del rigor mortis posterior a este proceso.

La operación de cosecha involucra varias etapas, las que son ejecutadas en el siguiente orden: ayuno; colecta de peces; bombeo; noqueo; corte de branquias y desangrado. Considerando la lejanía de los centros de cultivos de los centros de matanza y plantas de proceso, y la normativa sanitaria que rige esta actividad, los peces son comúnmente trasladados en well-boats desde los centros de cultivos a los centros de matanza, donde se ejecuta la cosecha, lo que encarece la operación dependiendo de los tiempos de traslados a los centros de matanza, y también contribuye a incrementar el estrés, considerando que por lo general son trasladados en altas densidades de cargas, superando los 100 k/m³. Un punto importante a considerar es que el estrés es acumulativo.

Existen diferentes métodos de cosecha para la matanza de los salmones y todos estos generan algún nivel de estrés, el cual impacta en el bienestar del pez antes de lograr su muerte. Lo que se busca en el sistema de matanza es que el pez muera sin sentir dolor, pero que además evacúe la sangre desde su musculatura para alcanzar los niveles de calidad exigidos por el mercado. La mayoría de los métodos de cosecha actualmente empleados dan como resultado eventos de estrés severos, lo que se traduce en la reducción de la calidad y consistencia del producto final.

Existen cuatro parámetros que miden la calidad del producto final: coloración; puntos de sangre; textura y gaping. Los tres últimos están relacionados directamente con la cosecha. Los criterios de calidad dependerán también del tipo de proceso y del tipo de mercado a donde esté dirigido el producto (fresco, congelado, ahumado, etc.). Peces que han sido cosechados correctamente muestran una mejor textura de la carne, reducción de gaping y reducción de los puntos de sangre. La depleción de las fuentes aeróbicas del músculo y la reducción en el pH como resultado del incremento de ácido láctico, aceleran el proceso de descomposición autolítica post-cosecha, así, el músculo de los peces en

proceso de descomposición pierde textura, dando inicio al proceso de gaping, lo que afecta la calidad del producto final.

Entre los sistemas de aturdimiento más usados actualmente en cosecha figuran:

Aturdimiento mecánico: Este es un método de matanza ampliamente usado en animales para consumo humano. En este sistema se utilizan noqueadores mecánicos (martillo neumático), cuyo objetivo es golpear al pez en la cabeza. Al ser realizado apropiadamente se destaca por ser un método rápido y humano al dejar al animal rápidamente inconsciente. Los peces son bombeados directamente de la jaula de acopio a la mesa de matanza, donde pasan directamente a los noqueadores. El problema que se genera con este sistema es, que debido a que los peces presentan diferentes tamaños y que el tamaño de la cabeza depende de la especie de pez, el noqueador debe ser regulado dependiendo de la especie y talla del pez para que el golpe se aplique correctamente, de lo contrario no se logrará la inconsciencia y los peces pasarán vivos y con hematomas al corte de branquias (Fig. 1). Otro de los aspectos negativos observados, es que los peces no siempre están en suficiente agua durante su permanencia en la mesa de distribución hacia las canales que llevan a los stunners, lo que les genera desesperación y como resultado de esto estrés severo.

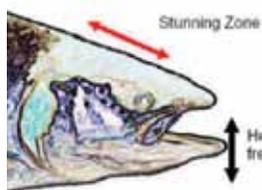


Figura 1. Muestra la zona de golpe para lograr una buena sedación.

Aturdimiento eléctrico: Este es un método ampliamente usado por la industria de pollos broiler, donde se ha demostrado que la sedación por shock eléctrico retarda los cambios producidos durante el proceso de post-mortem. Potencialmente este método se ha considerado como una herramienta útil para la sedación y matanza de los peces considerando que el agua es un buen conductor de la electricidad.

Este método consiste en aplicar corriente a través de electrodos que están insertos en un estanque. Este método requiere de gran control ya que existen antecedentes de problemas de calidad asociados con el electroshock, tales como hemorragias y puntos de sangre a lo largo de la columna vertebral, principalmente cuando los peces tienen diferencias de tamaño (Smart, 2002). Los puntos de sangre son consecuencia de la frecuencia de corriente usada (50Hz c.a.). De acuerdo a estudios realizados, la presencia de puntos de sangre puede ser prevenida determinando la óptima dosis de electricidad a aplicar de acuerdo a la especie de pez. En estudios realizados, se ha determinado que el pez se torna rápidamente insensible cuando se aplica corriente por un segundo. La duración de la insensibilidad se incrementa cuando se incrementa la corriente y el tiempo de aplicación. Periodos de aplicación mayores a 30 segundos destruyen al pez (Robb, 2001; Robb, 2002).

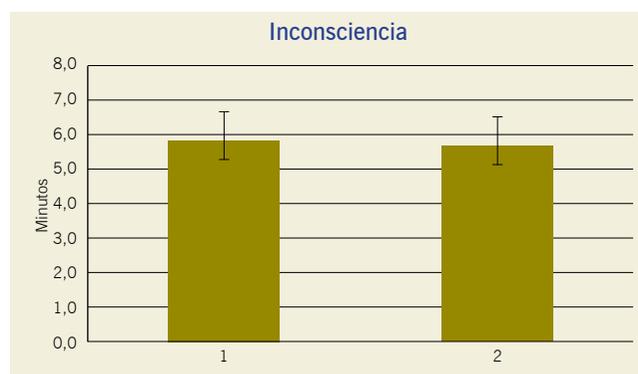


Figura 2. Tiempos de inconsciencia registrados en peces sometidos a hipotermia.

Aturdimiento con Anestésico: Al agregar un anestésico al agua es posible minimizar el efecto del manipuleo y las secuelas de estrés y actividad muscular. El Isoeugenol es el único anestésico actualmente permitido, el cual actúa sobre los peces logrando la sedación entre los 10 y 30 minutos, para posteriormente proceder con el corte de branquias y desangrado (Robb, 2001; Robb, 2002).

Aun cuando este método éticamente parece ser muy humano y la calidad de la carne del producto alta, este método no es ampliamente usado debido a la percepción del consumidor frente a los aditivos químicos incorporados previo a la cosecha. Este procedimiento no le permite al pez eliminar estas sustancias desde la carne, lo que puede ocasionar alteraciones en el sabor.

Cosecha por Hipotermia

El sistema de cosecha por hipotermia se basa en el bombeo de los peces directamente desde la jaula a una plataforma en donde se encuentran los estanques conteniendo hielo líquido a temperatura de $-2,5^{\circ}\text{C}$, lo que les genera un shock térmico considerable a los peces extraídos directamente desde el mar, provocándoles inconsciencia en menos de 6 minutos de exposición (Fig. 2). La inconsciencia se mide tomando en consideración el cese del boqueo; el reflejo ocular vestibular (ROV) y la respuesta al pinchazo aplicado a la zona caudal, métodos aprobados para evaluar el estado de inconsciencia en peces.

Con este sistema no es necesario aplicar algún tipo de sedación ni noqueo a los peces, ya que la inconsciencia es casi inmediata. Tampoco se requiere del corte de branquias para el desangrado, debido a que con este severo shock térmico la sangre migra y se concentra en los órganos vitales (vísceras, riñón, corazón, branquias y cerebro), situación que se mantiene por aproximadamente 45 minutos, tiempo en el que el corazón deja de latir.

El principio de este sistema se basa principalmente, en que todo ser vivo al ser sometido a hipotermia, la sangre migra y se concentra en los órganos vitales. Sin embargo, por ser los peces poikilotermos, su temperatura corporal se adapta a la del medio en donde se encuentran, por lo que no se daría el fenómeno de vasoconstricción en ellos al no haber pérdida de calor. La vasoconstricción en los animales de sangre caliente corresponde a una respuesta corporal producida por el Sistema Nervioso

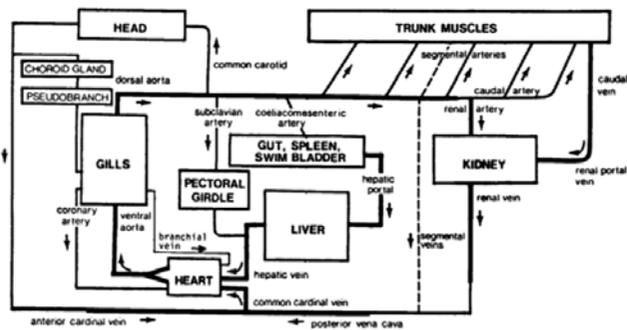


Figura 3. Diagrama que muestra la ruta de circulación de la sangre en los salmónidos (Smith, 1982).

Autónomo (SNA) Simpático, ante situaciones de estrés o tensión emocional, la que provoca un aumento de la presión arterial

La migración de la sangre desde la musculatura a las vísceras observada en los peces muertos por shock térmico, registrada con el sistema de cosecha por hipotermia, se debe a la contracción de los músculos del pez, eliminando de esta forma la sangre presente en los vasos sanguíneos de la periferia (Fig. 3; Fig.4), situación que es atribuida a la brusca caída de la temperatura y a la falta de oxígeno producto del paro cardíaco. Con este sistema de cosecha se evita la operación de desangrado que involucra un manejo adicional, con las consecuentes pérdidas de calidad del producto final debido al manejo y a la generación de estrés aplicado, incrementando la calidad del pescado y evitando la presencia de puntos de sangre en el producto final.

Ventajas del sistema por hipotermia sobre los otros sistemas de cosecha

A diferencia de los otros sistemas de matanza, y por tratarse de un sistema de matanza que bombea los peces desde las jaulas directamente a un sistema cerrado conteniendo hielo líquido, presenta una serie de ventajas en los aspectos sanitarios y de bienestar, así como también en la calidad del producto y costos de operación.

Aspectos sanitarios: Debido a que los peces son transportados en un sistema cerrado, no hay riesgos de contaminación con agua sangre, principal vía de diseminación de patógenos. Las aguas son descargadas al final del trayecto en la planta de proceso, bajo estrictas medidas de bioseguridad, para cumplir con los requerimientos de Sernapesca.

Aspectos de bienestar animal: Debido a que la operación de cosecha no involucra manejo por sedación (noqueo) ni tampoco el corte de branquias para el desangrado, etapas donde se generan altos niveles de estrés, el nivel de estrés ejercido en los peces es mínimo, generado principalmente por la colecta y bombeo de los peces. Los peces son bombeados directamente desde la jaula a una mesa de distribución y conteo, con una altura de agua de 30 cm, por lo que los peces están siempre sumergidos en abundante agua, para luego ser distribuidos a los estanques con hielo líquido a $-2,5^{\circ}\text{C}$, en los cuales los peces alcanzan la inconsciencia en menos de 6 minutos, deteniendo su actividad en menor tiempo.

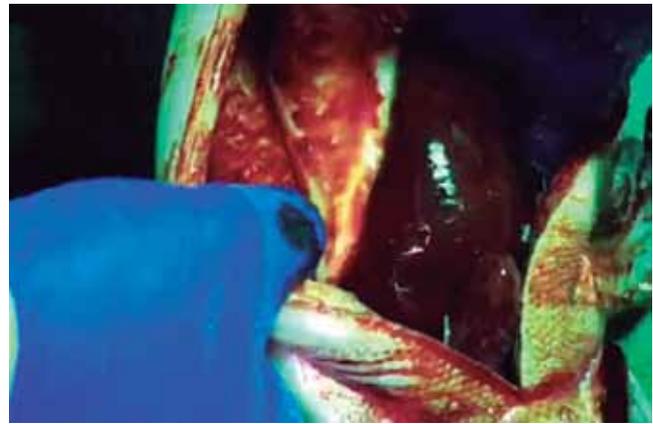


Figura 4. Remoción de la sangre desde la musculatura a los órganos.

Aspectos de calidad: Debido a que la operación de cosecha con hipotermia no involucra manipulación de los peces, en comparación a los otros sistemas de cosecha, la calidad de la carne es superior, por lo que no hay pérdida de biomasa producto de error en la sedación y tampoco por error en el corte de branquias y desangrado. De hecho, la operación de llenado de un estanque de 21m^3 es de aproximadamente 60 minutos, con densidades de carga alrededor de 540 kg/m^3 .

Costos de operación: Existe una reducción de los costos por el uso eficiente de la infraestructura tradicional disponible, y también hay una disminución de los costos en la operación de cosecha. El número de personas que participan en la cosecha es también bajo, requiriéndose cuadrillas de cuatro operarios más un supervisor, mientras que en los otros sistemas de cosecha se requieren cuadrillas de ocho operarios más el supervisor, por lo que se registra una disminución de hasta 40% en los costos. Este sistema de cosecha hace uso de barcazas para el transporte de los estanques (Fig. 6), dependiendo del tamaño de la barcaza

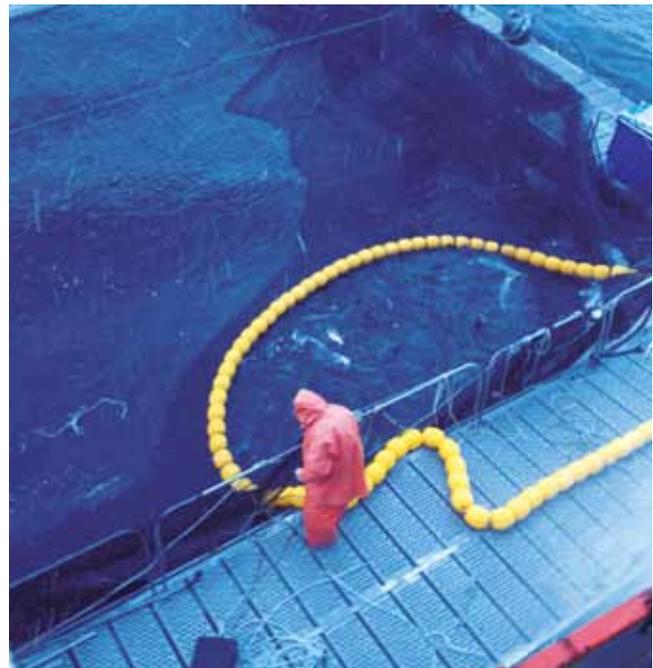


Figura 5. Cerco para la colecta de peces desde la jaula a cosechar.



pueden transportar hasta 7 estanques de tamaños entre 13 y 24 m³. Por la simplicidad de la operación, se logra una buena coordinación entre la cosecha y proceso, minimizando los tiempos de espera en planta.

Desventajas: La única desventaja que se observa en el sistema con hipotermia versus el sistema de cosecha con traslado por well-boat, es que cuando los peces son descargados en jaulas de acopio, los peces son procesados pre-rigor mortis, previa coordinación con la planta de proceso. En el caso de la cosecha por hipotermia, los peces son cosechados post-rigor mortis, y se requiere de una estricta coordinación entre la operación de cosecha y la operación de la planta de proceso para evitar errores que signifiquen demoras que puedan perjudicar la calidad del pescado.

Similar situación enfrentan los demás sistemas de cosecha, incluyendo el sistema Canadiense y el transporte de peces para cosecha en well-boat con sistema cerrado, los cuales tienen momentos de espera en la planta de proceso y los peces son por lo general cosechados post-rigor mortis.

Referencias Bibliográficas

Robb DHF, Kestin SC. 2002. Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. *Animal Welfare*. 11:269-282.

Robb D.H.F. 2001. The relationship between killing methods and quality. In *Farmed Fish Quality*. (Eds. S.C. Kestin and P.D. Warris), Blackwell, Oxford, UK, pp: 220-233.

Smart, A. 2002. Harvest optimization and automated slaughter. *Seafood Innovations*. 3 pp.

Smith Lynwood. 1982. *Introduction to Fish Physiology*. TFH. Publications, Inc. 352 pp.

Figura 6. Bombeo de los peces a la mesa de distribución y conteo en la barcaza.

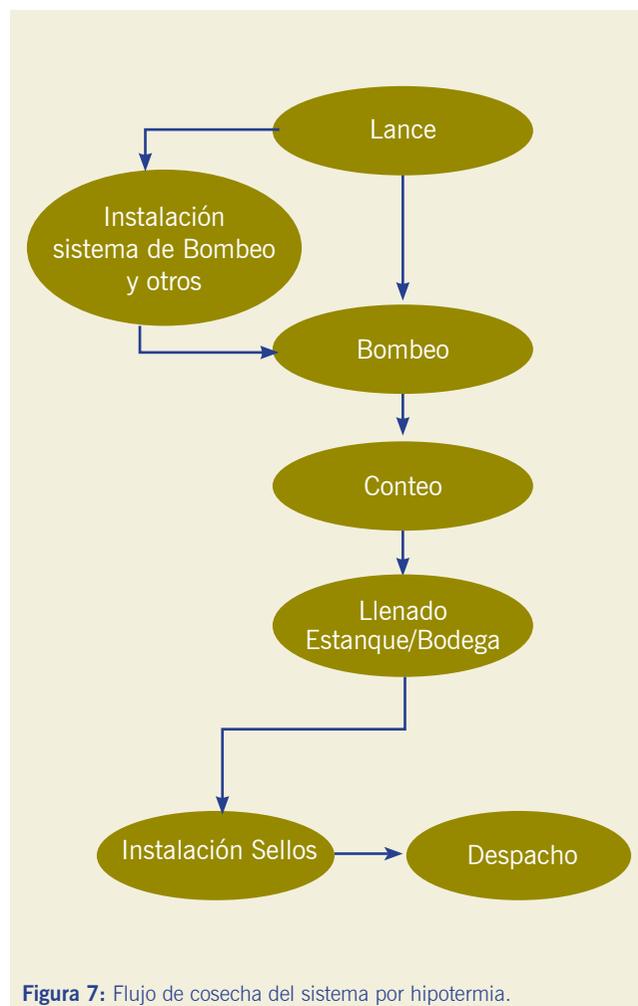


Figura 7: Flujo de cosecha del sistema por hipotermia.

Toxicología Acuática en Peces



Carlos Sandoval^{1,2}, Enrique Paredes³, Manuel Ulloa², Xavier Gutiérrez⁴, Gerardo Muñoz⁵, Claudio Arcos⁶

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

² Investigación & Desarrollo Laboratorio Veterquímica S.A.

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

⁴ Ing. Acuí. MSc. Norwegian Institute for Water Research (NIVA).

⁵ M.V. Área Técnica Sealand Aquaculture.

⁶ M.V. Marine Harvest.

carlos.sandoval@histopathology.cl csandoval@veterquimica.cl

eparedes@uach.cl mulloa@veterquimica.cl xavier.gutierrez@nivachile.cl

gerardomunoz@sealand.cl claudio.arcos@marineharvest.com

TOXICIDAD POR AMONIO

(Gerardo Muñoz, M.V.)

El Amoniaco corresponde al principal producto de excreción nitrogenado en teleósteos, siendo compuesto por sus forma No Ionizadas o Amoniaco (NH_3) y otra formada al unirse a un protón en el agua llamada Ionizada o Amonio (NH_4^+) ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$). La concentración total de ambos se conoce como Nitrógeno Amoniacal Total (NAT), la cual presenta una constante de base débil (pK 9,64 a 10°C), altamente dependiente del pH y de la Alcalinidad, teniendo que en condiciones de pH fisiológico (pH 7-8) menos del 2,5% se encuentra en su forma No Ionizada (NH_3) Tabla 1 (Roberts, 2012). La formación de Amonio (NH_4^+) se relaciona principalmente con la disminución del pH, la disminución de temperatura en menor medida y un aumento de la salinidad. Aun así, el agua de mar presenta mayor alcalinidad que el agua dulce por lo que en concentraciones equivalentes de NAT, presenta una mayor concentración de NH_3 (Thorarensen, 2011).

En agua dulce el Amoniaco (NH_3) se considera de mayor toxicidad, por su presentación gaseosa y altamente soluble, la cual difunde rápidamente a través de las membranas celulares, a di-

ferencia del Amonio (NH_4^+), teniendo una situación distinta en ambiente marino donde la membrana branquial es al menos 10 veces más permeable que en agua dulce (Girard y col, 1980), por lo que también se hace permeable al NH_4^+ , adquiriendo éste mayor significancia tóxica.

En los peces la excreción de Amoniaco (NH_3) aumenta apreciablemente con la tasa de alimentación, con una máxima excreción de NAT postpandreal que puede ser entre un 30-67% más alto que el promedio diario y que se produce entre 1 a 4 horas post ingesta (Forsberg, 1997).

En agua dulce la excreción de amonio se presenta a través de difusión branquial a través de diferencial de gradiente de presión, siendo que cualquier acumulación de Amonio (NH_4) reduciría el flujo de Amonio a través de la branquia, elevando la concentración de este en el plasma (Thorarensen, 2011). La toxicidad aguda del Amonio se debe principalmente a su efecto sobre el sistema nervioso, probablemente debido a que niveles altos de Amonio acumula

Temperatura (°C)	pH value							
	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
0	0,008	0,026	0,083	0,261	0,820	2,55	20,7	45,3
5	0,013	0,040	0,125	0,400	1,23	3,80	28,3	55,6
10	0,019	0,059	0,186	0,590	1,83	5,56	37,1	65,1
15	0,027	0,087	0,273	0,860	2,67	7,97	46,4	73,3
20	0,0400	0,125	0,400	1,24	3,82	11,2	55,7	79,9
25	0,057	0,180	0,570	1,77	5,38	15,3	64,3	85,1
30	0,081	0,254	0,800	2,48	7,46	20,3	71,8	89,0

After Emerson et al. (1975). For sea-water values, see Whitefield (1974).

Tabla 1. Variación en porcentaje de Amonio No Ionizado en solución acuosa de Amonio respecto de pH y temperatura.

NH ₃ -N (mg/L)	Referencia
0,0165-0,025	Wedemeyer (1996, 1997)
0,0125	Timmons et al. (2001)
0,012	Fivelstad et a. (1995)

Tabla 2. Niveles máximos recomendados de NH₃-N para salmónidos en acuicultura.

do (NH_4^+) intracelular desplazan al K^+ depolarizando las neuronas, y causando la activación de receptores de glutamato, lo cual lleva a influjo de Ca^{2++} y subsecuente reacciones enzimáticas que termina en muerte celular (Randall y col, 2002), describiéndose también efectos en desbalance iónico y acido base por la inhibición parcial de captación de sodio por la competencia de Iones de Amonio en peces en cultivo en estuarios (Eddy, 2005).

Los niveles máximos seguros establecidos para salmónidos para un óptimo productivo y de bienestar animal se han establecido entre 0,012 y 0,030 $\text{NH}_3\text{-N}$ mg/L (Tabla 2).

En recientes estudios en S. del Atlántico se ha entregado evidencia de desarrollo de aclimatación, sin presentar efectos perjudiciales, fisiológicos e incluso productivos a exposiciones de Amoníaco ($\text{NH}_3\text{-N}$) de hasta 0,035 mg/L o 35 $\mu\text{g/L}$, (Kolarevic et al, 2012), si bien la recomendación general es mantener perfiles más bajos establecidos debido a los múltiples factores que pueden incidir en la toxicidad.

Entre los factores que inciden en la toxicidad se encuentran la especie, siendo los salmónidos los más susceptibles, estado de desarrollo, actividad natatoria y tasa de alimentación. La actividad física se entrega como un componente incidente, teniendo que para Trucha Arcoiris y S. Coho disminuciones cercana al 80% del LC 50, y por ende aumento de toxicidad, entre peces en reposo y con actividad natatoria importante (2,2 BL/s) (Wicks y col, 2002). De igual forma peces que se encuentran alimentando presentan menor susceptibilidad al amonio externo que peces en ayuno, lo cual puede estar explicado por mayor actividad enzimática de la Glutamina sintetasa (Randall y col, 2002).

En general los peces tienen mecanismos de respuesta, los cuales involucran conversión a sustancias menos tóxicas, principalmente a nivel cerebral en donde se detoxifica el Amonio (NH_4^+) a Glutamina mediante la enzima Glutamina Sintetasa, y excreción activa de Iones de Amonio a través de epitelio branquial, probablemente a través de células de cloro en intercambio por sodio externo entregándose en el Gráfico 1 (Randall y col, 2002), lo que se podría a su vez relacionar con mayor tolerancia en salmónidos a salinidades fisiológicas (10 ‰) (Alabaster y col, 1982).

A nivel sanguíneo se ha descrito en toxicidades agudas el aumento de Urea, reducción de hematocrito y aumento de glucosa y aumento de sodio plasmático (Knoph, 1996).

Dentro de los efectos inmediatos de exposición a niveles altos de Amonio se encuentran la inapetencia, reducción del performance de natación, aumento de la ventilación branquial, movimientos erráticos y rápidos, tosido, convulsiones, pérdida de equilibrio y finalmente muerte. La exposición crónica incrementa la tasa metabólica, reduce la tasa de crecimiento, resistencia a enfermedades y fecundidad (Thorarensen, 2011).

Dentro de las lesiones macroscópicas se encuentra en casos agudos la ruptura de la integridad vascular en branquia (Telan-

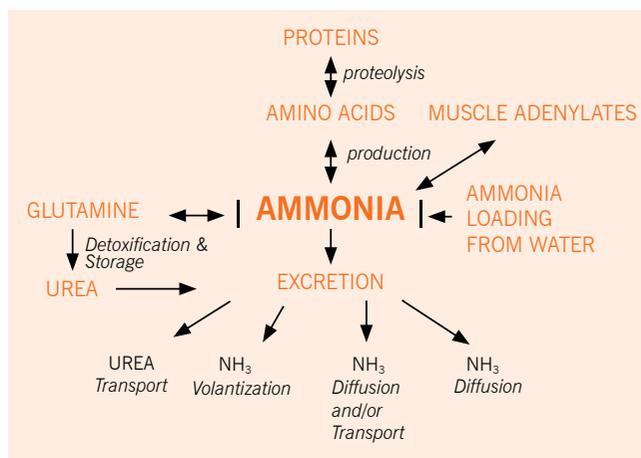


Gráfico 1. Resumen de Estrategias utilizadas por peces para disminuir la toxicidad por Amonio (Randall, 2002).



Imagen 1. Branquia. H&E. Se observa degeneración hidrópica (flecha) de células epiteliales y de cloro en laminillas branquiales en peces expuestos a altos niveles de amonio.

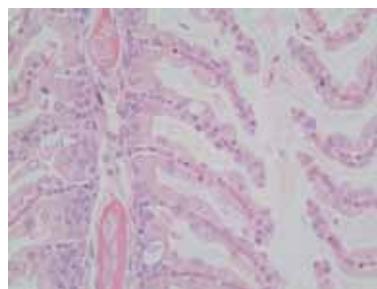


Imagen 2. Branquia. H&E. Se observa degeneración hidrópica de células epiteliales y de cloro en laminillas branquiales en peces expuestos a altos niveles de amonio.

gectasia), y a nivel histológico se describen la hiperplasia, hipertrofia o degeneración hidrópica (Imagen 1) y fusión lamelar branquial (Fivelstad, 1993), afectando funcionalidad branquial, pero por otra parte se describe como una adaptación para reducir la permeabilidad y el ingreso de Amoniaco (N-NH_3) en exposiciones crónicas subletales (Schram, 2010). Otras lesiones descritas branquiales dicen relación con desprendimiento basal de epitelio, necrosis lamelar y degeneración hidrópica, y a nivel renal compromiso del epitelio tubular. Se describe que para algunas lesiones histopatológicas los peces muestran recuperación al dejar de estar expuestos a concentraciones tóxicas de Amonio (Thurston, 1984).

TOXICIDAD POR NITRITO

(Xavier Gutiérrez, Ing. Acu., MSc)

Efectos de la Exposición a Nitrito en Salmón Atlántico (*Salmo Salar*).

La utilización de sistemas de recirculación de aguas (SRA) para la producción de smolt ha estado creciendo en los principales países productores de salmónidos (Bergheim et al., 2009; Kristensen et al., 2009; Del Campo et al., 2010; Badiola et al.,

2012; Terjensen et al., 2013). En SRA, el nitrito (NO_2^-) es convertido con relativa rapidez y eficiencia a nitrato (NO_3^-), por un grupo de bacterias oxidantes de nitrito (BON), que se encuentran inmovilizadas en el biofiltro. Sin embargo, esta reacción de oxidación puede ser afectada por más de 20 factores, destacándose variables de calidad del agua tales como: pH/alcalinidad, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, materia orgánica y la exposición a algunos quimioterapéuticos (Noble y Godoy, 2002; Chen et al., 2006; Åtland y Bjerknes, 2009; Mydland et al., 2010). En consecuencia, cambios bruscos o disrupciones en la calidad del agua puede transformarse en un problema serio si estresa a las BON de lento crecimiento, y el nivel de nitrógeno de nitrito (N-NO_2^-) comienza a acumularse en el SRA, hasta alcanzar concentraciones tóxicas para los peces. Esta situación constituye un problema frecuente de enfermedades no-infecciosas en SRA (Noble y Godoy, 2002; Gutierrez et al., 2011)

En general, un biofiltro maduro que trabaja bajo una condición estable y adecuada de calidad de agua, es capaz de entregar rangos de concentración de nitrito entre 0.05 y 0.5 mg/l; sin embargo, cuando opera fuera de los límites de su capacidad o existen disturbios en la calidad de agua, pueden cambiar los perfiles de las comunidades bacterianas, situación que se traduce en la disminución de la eficiencia de oxidación de nitrito y posterior presencia de alzas de concentración de N-NO_2^- . Estas alzas han citado alcanzar rangos de 6 a 12 mg/l (Davidson et al., 2009; Emparanza, 2009; Mydland et al., 2010; Gutiérrez et al., 2011).

Cuando el NO_2^- logra ingresar al torrente sanguíneo de peces en agua dulce, se alteran varias funciones fisiológicas, tales como el transporte de gases, la regulación de iones y cardiovascular y procesos endocrinos y de excreción, lo que puede conducir a efectos tóxicos sub-letales o mortalidad masiva de peces (Jensen, 2003; Svobodová et al., 2005).

El ingreso del NO_2^- al plasma sanguíneo ha sido relacionado con la oxidación del hierro de la hemoglobina desde Fe^{+2} a Fe^{+3} , formando metahemoglobina que es incapaz de transportar oxígeno. Consecuentemente, el aumento de la fracción de metahemoglobina puede generar cuadros de toxicidad aguda por hipoxia (Jensen, 2003; Kroupova et al. 2008). Esta enfermedad no infecciosa se conoce como "sangre café", color que puede ser visible en sangre o branquias de peces intoxicados y se asocia principalmente a un comportamiento letárgico y aumento en el consumo de oxígeno.

Considerando el hecho de que el ingreso de NO_2^- puede ser desplazado por cloruro (Cl^-), a nivel del transportador branquial $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, el aumento de la concentración de Cl^- en los SRA, vía incorporación gradual de agua de mar o NaCl , brinda protección contra el ingreso del nitrito y su toxicidad. En este contexto, la experiencia indica que los casos de intoxicación por nitrito suelen darse en estadios tempranos, cuando los biofiltros no están completamente maduros y/o operan fuera de las condiciones óptimas y con mayor incidencia, en unidades con afluentes con baja concentración de Cl^- (o aguas "blandas").

Existe poco conocimiento sobre la tolerancia al nitrito en salmónidos durante su etapa de agua dulce y la relación óptima de $\text{Cl}^-:\text{N-NO}_2^-$ para evitar efectos tóxicos a nivel productivo. Mientras una relación de $\text{Cl}^-:\text{N-NO}_2^-$ de 20:1 ha sido recomendada para evitar problemas de toxicidad para pez gato, tilapia, y trucha (Timmons and Ebeling 2007), una relación de $\text{Cl}^-:\text{N-NO}_2^-$ menor a 33:1 ha mostrado reducir la tasa de crecimiento en trucha arcoíris en un rango de 13 y 17% en relación al control (Kroupova, et al., 2008).

En salmón atlántico, los últimos estudios sobre los efectos sub-letales de la exposición crónica a nitrito muestran que a una relación de $\text{Cl}^-:\text{N-NO}_2^-$ de 23:1 se produce una reducción del 16%

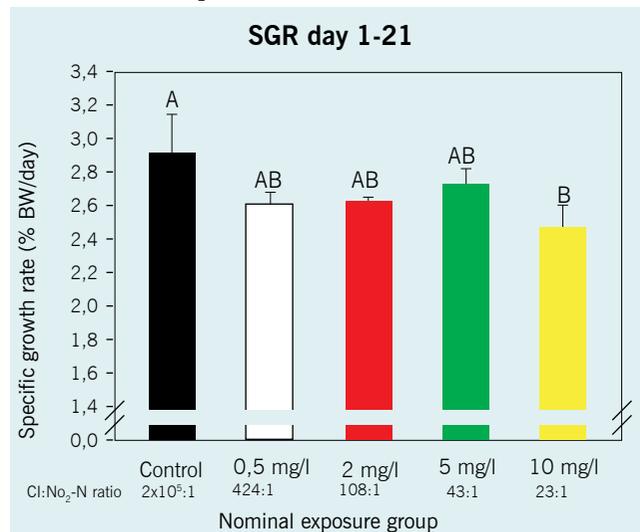


Gráfico 2. Tasa específica de crecimiento (SGR) en salmón atlántico en etapa parr, luego de 22 días de exposición a N-NO_2^- . Cada barra es el promedio + DS de tres estanques por tratamiento. Las barras que no comparten letras iguales (A, B, día 22) son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). (Extr. Gutierrez et al., 2011)

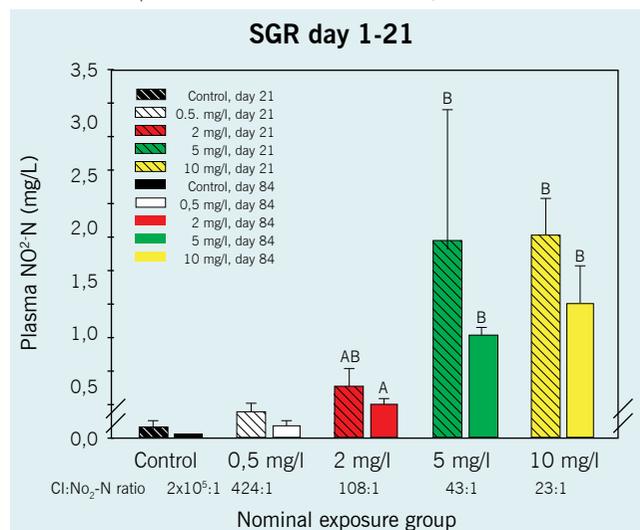


Gráfico 3. Concentración plasmática de N-NO_2^- en salmón atlántico en etapa parr, luego de 22 y 84 días de exposición a N-NO_2^- . Cada barra es el promedio + DS del análisis de tres muestras. Cada muestra constituye una muestra compuesta de plasma de cuatro peces por estanque. Las barras que no comparten letras iguales (A, B, día 22; a, b, día 84) son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). (Extr. Gutierrez et al., 2011)

de la tasa de crecimiento (Gráfico 2), de forma coincidente con un significativo ingreso del nitrito al plasma sanguíneo (Gráfico 3) durante las primeras 3 semanas de exposición (Gutiérrez, et al., 2011). No obstante, no se detectan alteraciones significativas en otros indicadores tales como mortalidad, score de daño histológico branquial, conversión de alimento, cantidad alimento ingerido, factor de condición e índice somático hepático y cardíaco, al final del estudio.

Finalmente, el estudio recomienda que es necesario mantener una relación de $\text{Cl}:\text{NO}_2\text{-N}$ sobre 108:1, para evitar efectos sub-letales indeseados, durante las primeras 3 semanas de exposición a NO_2^- en salmón atlántico en etapa parr. Adicionalmente, sugieren por primera vez que la activación de mecanismos de compensación permite disminuir la concentración de nitrito en plasma (Gráfico 3) y sus efectos negativos sobre el crecimiento, luego de 12 semanas de exposición a nitrito (Gutiérrez, et al., 2011).

TOXICIDAD POR ÁCIDO SULFÚDRICO

(CLAUDIO ARCOS, M.V.)

El ácido sulfhídrico (H_2S) también conocido como sulfuro de hidrógeno, puede encontrarse en la naturaleza producida a partir de la descomposición de materia orgánica rica en azufre, en bolsas de gas natural y gases volcánicos. El ácido sulfhídrico es un gas muy tóxico, incoloro, irritante, inflamable y con un peso mayor que el aire, por lo que tiende a ocupar las zonas más bajas del lugar donde se ha liberado, de baja residencia en ambientes líquidos, liberándose rápidamente a la atmósfera. Es mal oliente con un característico olor a huevos podridos que es posible detectar a bajas concentraciones. Los peces son altamente sensibles a la acción del ácido Sulfhídrico, produciéndose mortalidades por sobre los 0,003 mg/lit.

Fisiopatología y toxicocinética El ácido sulfhídrico es un gas de doble efecto tóxico. A dosis bajas posee un efecto local, irritante sobre mucosas y a nivel celular es capaz de unirse con la citocromooxidasa, bloqueando la cadena de transporte de electrones para la respiración celular, además se une a la hemoglobina formando el complejo sulfohemoglobina no apta para el transporte de oxígeno. El ácido sulfhídrico se absorbe de forma muy rápida por vía respiratoria, aunque no se descarta la vía digestiva en los peces. La detoxificación del ácido sulfhídrico sigue varias vías en el organismo siendo de rápida eliminación, por lo que su toxicidad no depende tanto del tiempo de exposición, sino más de la intensidad. Los metabolitos generados de la detoxificación son principalmente eliminados por el riñón e hígado.

Comportamiento El comportamiento a observar hace relación a la concentración que se encuentren expuesto los peces. A dosis bajas se puede observar una baja en el consumo de alimento, junto con un leve aletargamiento, generándose mortalidades en los peces que presenten lesiones a nivel branquial, opérculo corto o cuadros de anemia. A dosis más altas la mortalidades pueden llegar a ser espontánea, colapsando un estanque en menos de una hora. También se pueden observar peces aletargados

nadando en superficie que al mínimo stress o manejo mueren rápidamente. En los estanques después de un evento de este tipo es apreciable abundantes fecas de gran extensión y en peces sobrevivientes pseudofecas blanquecinas colgando del poro anal.

Hallazgos Macroscópicos Dependiendo de la gravedad del cuadro se puede observar que parte de la población muere con opérculos abiertos, presencia de hemorragias y desgarro en la sínfisis opercular, rigidez muscular, branquias inflamadas y altamente mucosas (imagen 4). Internamente se tiende a observar un hígado levemente cafésoso, vesícula biliar pletórica, grasa visceral de color blanquecino, esplenomegalia con palidez del bazo y abundante mucus en estómago e intestino, en mortalidades peragudas presencia de alimento y fecas. Al frotis fresco de branquia es posible apreciar hiperplasias en diferentes grados, acortamiento de laminillas branquiales, congestión lineal, difusa en diferentes grados y presencia de burbujas.

En histología se puede observar a nivel branquial una bronquitis hiperplásica multifocal con formación de pústulas intraepiteliales, hiperplasia difusa de células mucosas y fusión de laminillas secundarias (imagen 5), en intestino hiperplasia difusa de células mucosas intestinales, hígado con atrofia hepática difusa moderada, algunos casos con hepatitis necrotizante multifocal, en riñón presencia de hiperplasia multifocal leve de tejido hematopoyético y bazo con hemosiderosis esplénica. En mortalidades muy agudas no tienden a generarse lesiones histológicas relevantes.

Como recomendación es primordial disponer de un plan de acción ante un evento de mortalidad masiva donde se sospeche de un cuadro tóxico, disponer de un protocolo de toma de muestras y un árbol de decisiones.



Imagen 4. *S. salar*. Abundante mucosidad branquial con presencia de hemorragias (asterisco) y necrosis branquial (estrella).

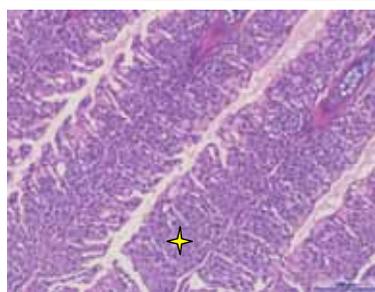


Imagen 5. *S. salar*. Branquia. H&E. Se observa con hiperplasia lamelar severa difusa (estrella) en alevín expuesto a altos niveles de ácido sulfhídrico.

INTOXICACIÓN POR METALES

(Carlos Sandoval, MV., MSc)

Los animales acuáticos están expuestos en forma natural a una variedad de metales cuyas formas y concentraciones químicas

están determinadas por procesos geoquímicos naturales y actividades antropogénicas. Entre estos metales se incluyen a elementos esenciales requeridos para procesos de soporte biológico y metales no esenciales sin conocimiento de función biológica.

Las funciones celulares son críticas para los procesos envueltos en la absorción de metales, regulación, utilización y liberación. La toxicidad puede ser atribuida a su disfunción y la resultante interacción con estructuras celulares inapropiadas.

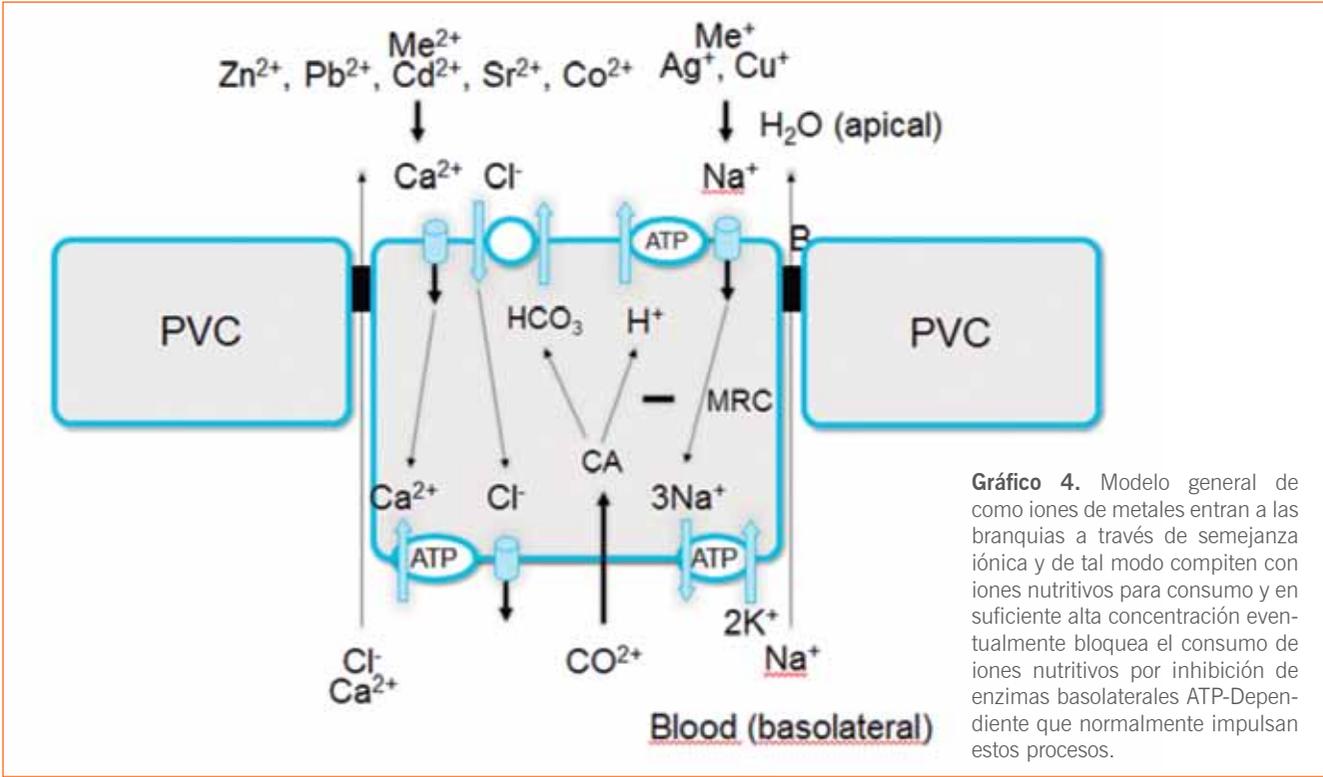


Gráfico 4. Modelo general de cómo iones de metales entran a las branquias a través de semejanza iónica y de tal modo compiten con iones nutritivos para consumo y en suficiente alta concentración eventualmente bloquea el consumo de iones nutritivos por inhibición de enzimas basolaterales ATP-Dependiente que normalmente impulsan estos procesos.

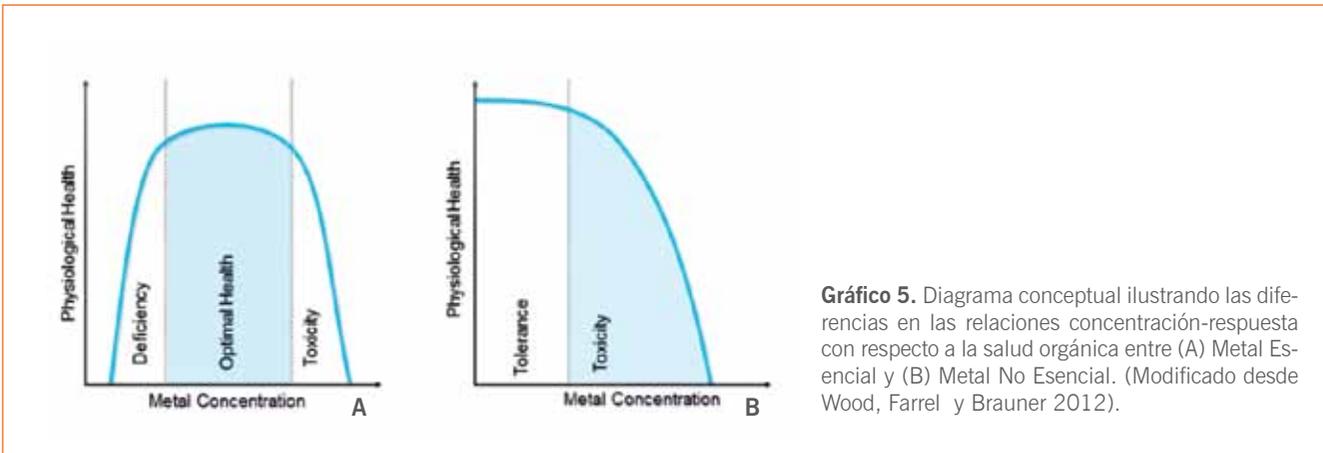


Gráfico 5. Diagrama conceptual ilustrando las diferencias en las relaciones concentración-respuesta con respecto a la salud orgánica entre (A) Metal Esencial y (B) Metal No Esencial. (Modificado desde Wood, Farrel y Brauner 2012).

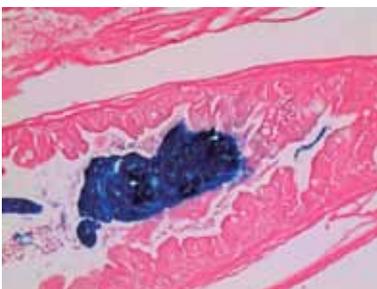


Imagen 6. Intestino. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) en lumen intestinal.

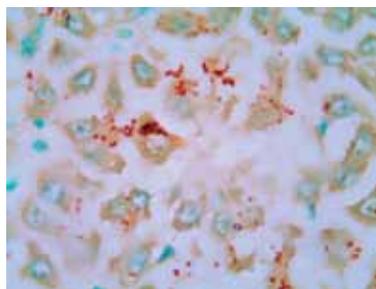


Imagen 7. *S. salar*. Hígado. Rodanina. Se observan abundantes depósitos de cobre de color marrón en citoplasma de hepatocitos.

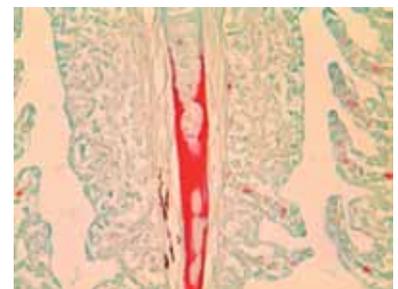


Imagen 8. Branquia. Aluminol. Se observan moderados depósitos de aluminio de color rojo en cartílago lamelar.

REFERENCIAS

- Alabaster, JS, Lloyd, R. (1982). Water Quality criteria for freshwater fish, 2nd edition. Buterworth Scientific, London 361 pp.
- Åtland, Å, Bjerknes, V. (2009). Calidad de Agua. Para el Cultivo de Smolt en Chile. Osorno, Chile. NIVA Chile.
- Badiola, M., Mendiola, D., Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: main issues on management and future challenges *Aquacultural Engineering* 51: 26-35.
- Bergheim, A., Drengstig, A., Ulgenes, Y., Fivelstad, S. (2009). Production of Atlantic salmon smolts in Europe - Current characteristics and future trends. *Aquacultural Engineering*. 41, 46-52.
- Chen, S., Ling, J., Blancheton, J.P. (2006). "Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors." *Aquacultural Engineering* 34(3): 179-197.
- Davidson, J., Good, C., Welsh, C., Brazil, B., Summerfelt, S. (2009). Heavy metal and waste metabolite accumulation and their potential effect on rainbow trout performance in a replicated water reuse system operated at low or high system flushing rates. *Aquacultural Engineering* 41(2): 136-145.
- Del Campo, L. M., Ibarra, P., Gutierrez, X., Takle, H. (2010). Utilization of sludge from recirculation aquaculture systems. *Ås, Nofima Marin*: 73, report 09/10.
- Emparanza, E. (2009). Problems affecting nitrification in commercial RAS with fixed-bed biofilters for salmonids in Chile. *Aquacultural Engineering* 41(2): 91-96.
- Ferguson, H.W. (2006). Systemic Pathology of Fish. A Text Atlas of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease.
- Fivelstad S., Kellevik H., Iversen H.M., Møretrø T., Vage, K. & Binde M. (1993). Sublethal effects of ammonia in soft water on Atlantic salmon smolt in a low temperature. *Aquaculture International* 1, 157-169.
- Forsberg, O.I. (1997). The impact of varying feeding regimes on oxygen consumption and excretion of carbon dioxide and nitrogen in post-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquacult. Res.* 28, 29-41.
- Girard, JP, Payan, P. (1980). Ion exchange through respiratory and chloride cell in freshwater - and seawater- adapted teleosts. *Am. J. Physiol.*, 238:260-268.
- Gutierrez, X., Kolarevic, J., Sæther, B.S., Bæverfjord, G., Takle, H., Medina, H.M., Terjesen, B.F. (2011). Effects of sub-lethal nitrite exposure at high chloride background during the parr stage of Atlantic salmon. In: *Aquaculture Europe 2011. Abstracts*, p. 1080-1081. Rhodes, Greece.
- Jensen, F. (2003). "Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals." *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 135(1): 9-24.
- Knoph M.B., Thorud K. (1996). Toxicity of Ammonia to Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Seawater-Effects on Plasma Osmolality, Ion, Ammonia, Urea and Glucose Levels and Hematologic Parameters. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 113A, No. 4, pp. 375-381,
- Kolarevic J., Selset R., Felip O., Good C., Snekvik K., Takle H., Ytteborg E., Bæverfjord G., Åsgård T., Terjesen B.F. (2012). Influence of long term ammonia exposure on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr growth and welfare. *Aquaculture Research*, 2012, 1-16
- Kristensen, T., Åtland, Å., Rosten, T., Urke, H., Rosseland, B.O. (2009). "Important influent- water quality parameters at freshwater production sites in two salmon producing counties." *Aquaculture Engineering* 41: 53-59.
- Kroupova, H., Machova, J., Piackova, V., Blahova, J., Dobsikova, R., Novotny, L., Svobodová, Z. (2008). "Effects of subchronic nitrite exposure on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)." *Ecotoxicology and environmental safety* 71(3): 813-820.
- Malins, D and Ostrander, G. (1994). *Aquatic Toxicology. Molecular, Biochemical, and Cellular Perspectives*.
- Mydland, L.T., Rud, I., Rudi, K., Ulgenes, Y., Ibieta, P., Gutierrez, X., Reiten, B.K.M., Summerfelt, S.T., Terjesen, B.F. (2010). Microbial community composition and water quality during start-up, steady-state and disturbances in a new moving bed bioreactor. NRC Havbruk 2010, Norway.
- Noble, A., Godoy, M. (2002). Enfermedades no infecciosas en sistemas de recirculación. Parte 1 y 2. *Aquanoticias* 14 (72): 65-67 y (73): 81-83.
- Noga, E.J. *Fish Disease. (2000). Diagnosis and Treatment*.
- Kroupova, H., Machova, J., Piackova, V., Blahova, J., Dobsikova, R., Novotny, L., Svobodová, Z. (2008). Effects of subchronic nitrite exposure on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ecotoxicology and environmental safety* 71(3): 813-820.
- Randall D.J., Tsui T.K.N. (2002). Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin* 45 pp. 17-23.
- Roberts R. (2012). *Fish Pathology. Fourth Edition*.
- Schram E., Roques J.A.C., Abbink W., Sparings T., de Vries P., Bierman S., van de Vis H. & Flik G. (2010). The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture* 306, 108-115.
- Svobodová, Z., et al. (2005). Nitrite poisoning of fish in aquaculture facilities with water-recirculating systems. *Acta Vet. Brno.* 74: 129-13
- Terjesen, B. F., Summerfelt, S.T., Nerland, S., Ulgenes, Y., Fjæra, S.O., Megård Reiten, B.K., Selset, R., Kolarevic, J., Brunsvik, P., Bæverfjord, G., Takle, H., Kittelsen, A., Åsgård, T. (2013). Design, dimensioning, and performance of a research facility for studies on the requirements of fish in RAS environments. *Aquacultural Engineering* 54: 49-63
- Thorarensen H., Farrell A. (2011). The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-containment systems. *Aquaculture Volume* 312, pp. 1-14.
- Thurston, R.V., R.C. Russo, R.J. Luedtke, C.E. Smith, E.L. Meyn, C. Chakoumakos, K.C. Wang, and C.J.D. Brown. (1984). Chronic toxicity of ammonia to rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Society* 113:56-73.
- Timmons, M. and J. Ebeling. (2007). *Recirculating Aquaculture*. Ithaca, NY, Cayuga Aqua Ventures.
- Wicks B.J, R Joensen, Q Tang, D.J Randall. (2002). Swimming and ammonia toxicity in salmonids: the effect of sub lethal ammonia exposure on the swimming performance of coho salmon and the acute toxicity of ammonia in swimming and resting rainbow trout. *Aquatic Toxicology Volume* 59, Issues 1-2, pp. 55-69.



al comienzo de la PATAGONIA...

Disfruta de una estadía inolvidable con nuestro reconocido servicio de calidad, eficiencia y calidez.



www.solacehotel.cl

Informaciones & Reservas: Tel. + 56 (65) 2224100 · Imperial 0211 · Puerto Varas





WWW.VEHICE.CL



NUESTROS SERVICIOS

- Diagnóstico de enfermedades
 - Score histológico
- Evaluación de status sanitario
- Detección de metales pesados
- Enfermedades metabólicas
- Evaluación y determinación de toxicidad de productos para la acuicultura
 - Evaluación de dietas
 - Toxicología acuática
- Enfermedades exóticas

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



PATOLOGÍA VETERINARIA
PATOLOGIA-VETERINARIA.COM

Libertad 590, Puerto Montt X Región de Los Lagos, Chile
Teléfono: +56 9 7575 4923 / +56 9 8414 0421
E-mail: info@vehice.cl

Feed Conversion Ratio (FCR) / Factor de Conversión de Alimento: ¿Un rasgo a mejorar mediante Selección Genética?

AQUAINNOVO



Jean Paul Lhorente¹, Rama Banger¹, José Manuel Yáñez^{1,2}, Marcelo Arandeda¹, Rodger Miranda¹, Roberto Neira³, Antti Kause⁴

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

³Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile - ⁴Finland, Luke Institute

ANTECEDENTES GENERALES

La producción de salmón y trucha en Chile alcanzó las 790 mil toneladas en el año 2013 (Sernapesca, 2014) representando el 27% de la producción mundial. La industria nacional requiere alrededor de 650-700 millones de ovas para sostener estos volúmenes de producción. Más del 80% de estas ovas debe ser producido localmente. La producción nacional de ovas provenientes de programas de mejoramiento genético ha generado peces de mayor crecimiento y sobrevivencia. Muchos de estos avances se han logrado gracias a la inversión en programas de selección genética por parte de compañías proveedoras de ovas. No obstante, existen aún problemas pendientes, como es el mejoramiento de la eficiencia de la producción en mar, específicamente en el uso del alimento, el cual constituye el mayor costo de producción.

Los programas de mejoramiento genético en peces se han focalizado esencialmente en mejorar la tasa de crecimiento de los peces. Sin embargo, el principal objetivo es mejorar la rentabilidad de los sistemas acuícolas comerciales (Doupé & Lymbery, 2002). El alimento constituye uno de los costos más altos de producción con una importancia relativa mayor al 60%. El costo del alimento y su impacto medio ambiental puede ser reducido mejorando la conversión de alimentos (Food Conversion Ratio: FCR). El FCR es un rasgo compuesto, el cual combina el consumo de alimento y la tasa de crecimiento, para describir la eficiencia con que un pez convierte el alimento en masa corporal (Gjedrem, 2005). Estudios bio-económicos realizados por Aquainnovo en base a datos productivos, indican que la reducción de un 10% en FCR generaría una reducción de un 3,5% en los costos de producción, equivalente a US\$ 18 millones anuales a nivel industria.

Desde el inicio de la industria a fines de los años 80, el FCR se ha ido mejorando gracias al progreso en la formulación de dietas de mejor calidad y al mejoramiento de las condiciones de cultivo y de alimentación. No obstante lo anterior, se observa una elevada variabilidad entre años, debido a variaciones en condiciones sanitarias y ambientales tales como, nivel de oxígeno,

temperatura (Imstrand, Foss, Sparboe & Sigurdsson, 2006) y fotoperiodo (Biswas, Seoka, Inoue, Takii, & Kumai, 2005). Actualmente el FCR en Chile fluctúa entre 1,3 y 1,4 kg pez/kg alimento para la producción de salmón del Atlántico, 1,5 kg pez/kg alimento, aproximadamente, para trucha arcoíris en. Dentro de los principales factores que influyen sobre el FCR económico, la digestibilidad de la dieta, el ayuno, desangrado y la mortalidad suman prácticamente el 71% del incremento teórico desde un valor ideal de 1 (Figura 1). En el 29% restante de los factores están el manejo alimentario, manejos en general, aspectos ambientales y la genética de los peces, aspectos que presentan el potencial de ser mejorables.

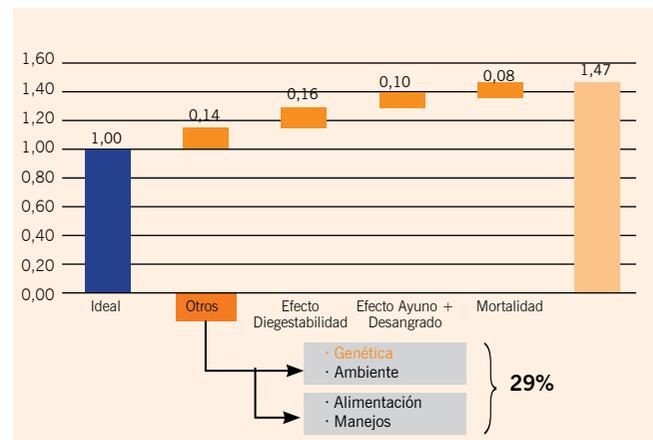


Figura 1. Contribución al aumento en el FCR desde un valor ideal de 1, de diferentes factores, a partir de datos productivos de salmón del Atlántico.

FCR Y MEJORAMIENTO GENÉTICO ¿Cuál es el mejor fenotipo?

El FCR es una relación entre el consumo individual de alimento (Food intake, FI) y el aumento de masa corporal en un tiempo dado. Debido a esto, no es una buena característica para hacer la selección de forma directa, porque confunde relación de la variabilidad de la ingesta y la ganancia de peso, ambos de los cuales son muy sensibles a la variación ambiental (Gunsett et

al., 1986). Además, esta definición de rasgo no posee una distribución normal, lo cual impide satisfacer uno de los supuestos de los modelos lineales mixtos (Best linear unbiased predictor, BLUP), metodología analítica que típicamente se utiliza en la evaluación del mérito genético de los reproductores. En este sentido, como se observa en la Figura 2, distintos valores de consumo de alimento y ganancia de peso pueden generar un mismo valor de FCR, enmascarando aquellos animales que muestran un mejor performance.

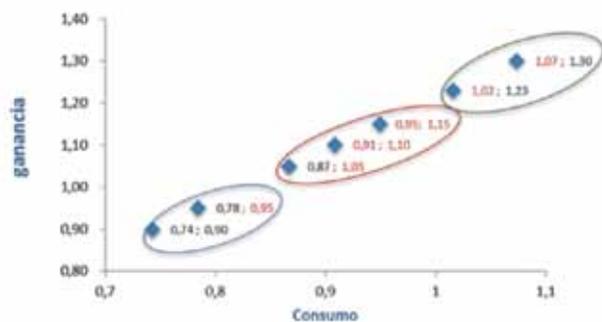


Figura 2. Factores de Conversión de alimento que se obtienen a diferentes ganancias de peso y consumo de alimento expresados en kg.

Una forma en que se ha solucionado este problema en otras especies de producción animal es registrando el Consumo Residual de Alimento (Residual Food Intake, RFI), el cual se utiliza también como indicador de eficiencia alimentaria (Willems et al., 2013). El RFI fue originalmente utilizado en vacunos (Koch et al., 1963) y en aves (Luiting et al., 1990), y se calcula como la diferencia entre el FI real medido de un animal y su FI esperado de acuerdo sus requerimientos de producción (ganancia de peso) y mantención (en función de su masa corporal) (Figura 3). Alguna de las ventajas de usar RFI es que se mide en unidades de peso, posee distribución normal, es heredable y posee una correlación moderada a alta con FCR y FI.

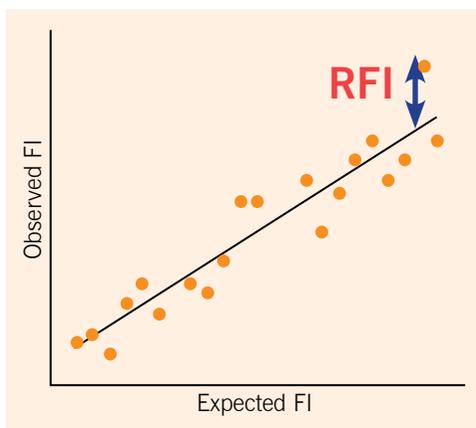


Figura 3. Ilustración del RFI en relación a la regresión de los consumos de alimento (FI) observados y esperados.

¿Cómo medir el consumo de alimento individual?

Para realizar selección genética por FCR o RFI es necesario poder medir el consumo individual de alimentos de los animales en prueba, lo cual ha sido posible en vacunos, aves y cerdos

mediante la utilización de infraestructura y equipamiento adecuado (Koch et al., 1963; Berry & Crowley, 2012; Willems et al., 2013). Sin embargo, hasta ahora es difícil y costoso registrar la cantidad individual de alimento consumido por pez alimentados en unidades de cultivo común (Gjedrem, 2005). Kause et al. (2006), adaptó una metodología descrita por Talbot y Higgins (1983) en trucha arcoíris, con la cual es posible medir consumo alimento en forma individual. La metodología utiliza alimento marcado con pequeñas esferas de 40-50 μm de vidrio rellenas con fierro (balotines). A partir de estos registros es posible construir una curva de regresión robusta que relaciona el número de balotines con los gramos de alimento de pellet consumidos. Los peces deben ser alimentados durante 2-3 hrs y en las posteriores 3 horas los peces deben ser examinados mediante equipos de Rayos-X. Con las radiografías obtenidas de forma individual es posible contabilizar el número de balotines y por lo tanto alimento consumido por pez (Figura 4).

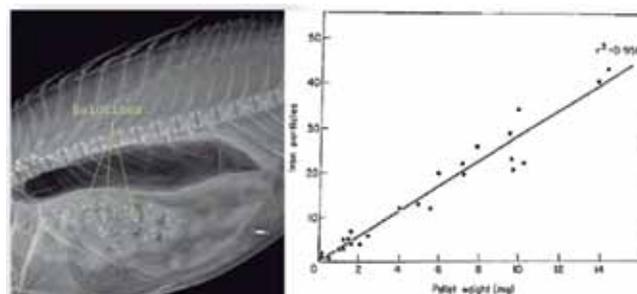


Figura 4. Radiografía (A) y curva de regresión (B) de un pez posterior a las 3 horas de consumo de alimento marcado con balotines.

La repetibilidad de estas mediciones es baja, por lo tanto, se recomienda realizar 3 a 4 mediciones por individuo, para así trabajar con el consumo de alimento promedio por pez a una talla dada. Considerando que los peces sometidos a la obtención de registros, permiten estimar el potencial genético de los peces de un núcleo, estos deben ser hermanos de los reproductores del núcleo, deben estar marcados individualmente mediante PIT-tags, por ejemplo, y deben tener pedigrí común. Bajo este esquema, aplicando un diseño de 3 estanques (replicas) con igual número de peces por familia y por estanque, se pueden obtener valores genético familiares de los candidatos del núcleo de mejoramiento. De esta forma, una vez obtenido el consumo de alimento se puede trabajar con RFI o con los componentes del FCR, ganancia de peso (GP) y el consumo de alimento directo (FI).

Parámetros Genéticos

En general existen pocos estudios disponibles sobre parámetros genéticos asociados a FCR, los cuales nos indiquen si la selección por este rasgo es factible. Antecedentes publicados por Kause et al. (2006) y Walkers et al. (2012) indican que es posible mejorar el FCR a través de selección genética, aplicando metodologías que permiten medir consumo de alimento en forma individual. En estos trabajos se ha demostrado la presencia de variación genética, la cual permitirá seleccionar en base a los componentes del FCR. No obstante, el FCR como rasgo es poco

recomendable para ser incluido dentro de los esquemas de selección porque posee una heredabilidad media a baja (Tabla 1).

Rasgo	Heredabilidad	Referencia
DFI – Trucha Arcoiris	0,10	Kause et al., 2006
DFI – Whitefish	0,23	Quinton et al., 2007
FCR- Whitefish	0,06	Quinton et al., 2007
DFI - Chinook salmon	0,37-0,47	Walker et al., 2012
FCR- Chinook salmon	0,18-0,24	Walker et al., 2012

Tabla 1. Valores de heredabilidad para consumo de alimento diario (DFI) y Conversión de alimento (FCR) para diferentes especies de peces.

En general, en los mismos estudios citados se ha reportado una alta correlación genética entre consumo de alimento diario (DFI), con ganancia de peso ($r_g=0,76-0,96$) (Kause et al., 2006) y con FCR ($r_g=0,97$ y $r_g=0,63-0,80$) (Quinton et al., 2007; Walker et al., 2012, respectivamente), lo cual asegura que seleccionando por consumo de alimento, es posible obtener respuestas favorables en FCR. Adicionalmente, se ha reportado que existe una correlación genética alta ($r_g=-0,78$) entre crecimiento y FCR, indicando que al seleccionar por crecimiento se mejora en forma indirecta la conversión de alimento.

Respuesta a la selección y perspectivas futuras

Hasta la fecha no existe un programa formal que seleccione en forma directa por conversión alimentaria en peces de cultivo. Los resultados disponibles provienen de estudios iniciales para estimar parámetros genéticos. Con estos resultados, Kause et al. (2006) proyectó mejoras del orden del 8% en 2 a 3 generaciones en trucha arcoiris. No obstante lo anterior, experiencias de selección por FI y RFI indican respuestas positivas a la selección para FCR, en otras especies productivas, tales como vacunos y pollos (Willems et al., 2013).

Debido a la disponibilidad de herramientas de genotipado de cobertura genómica en salmón del Atlántico (Yáñez et al., 2014) y trucha arcoiris (Palti et al., 2015), y a que la metodología descrita se basa en uso de información solo de familias y con un alto costo de medición del consumo de alimento, se abre la posibilidad de estudiar y evaluar si económicamente es posible aplicar selección genómica para mejorar la conversión de alimento. Ello será factible en la medida que se establezcan estrategias costo-efectivas y eficientes para fenotipificar los peces y que los costos de genotipificación disminuyan en el corto a mediano plazo.

Bibliografía

Berry DP, Crowley JJ: Residual intake and body weight gain: a new measure of efficiency in growing cattle. *J Anim Sci* 2012, 90:109–115.

Biswas, A. K., Seoka, M., Inoue, Y., Takii, K., & Kumai, H. (2005). Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, 250(3), 666-673.

Doupé, R. G., & Lymbery, A. J. (2002). Justification for genetic improvement in growth rates of black bream (*Acanthopagrus butcheri*): a partial budgeting analysis. *Aquaculture Economics & Management*, 6(5-6), 339-347.

Falconer, D. S., and T. F. C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed. Longman Group Ltd., London, UK.

Gjedrem T. 2005. *Selection and Breeding programs in Aquaculture*. Springer 1th Edition. 364p.

Imsland, A., Foss, A., Sparboe, L., & Sigurdsson, S. (2006). The effect of temperature and fish size on growth and feed efficiency ratio of juvenile spotted wolffish *Anarhichas minor*. *Journal of Fish Biology*, 68(4), 1107-1122.

Gunsett, F. C. 1984. Linear index selection to improve traits defined as ratios. *J. Anim. Sci.* 59:1185–1193.

Kause A., Tobin D., Dobby A., Houlihan D., Martin S., Mäntysaari E.A., Ritola O., Ruohonen K. 2006. Recording strategies and selection potential of feed intake measured using the X-ray method in rainbow trout. *Gent.Sel. Evol.* 38:389-409.

Koch RM, Swiger LA, Chambers D, Gregory KE: Efficiency of feed use in beef cattle. *J Anim Sci* 1963, 22:486–494.

Luiting P., Urrf E.M. 1991. Residual feed consumption in laying hens.2. genetic variation and correlations. *Poult. Sci*, 70: 1663-1672.

Palti, Y., Gao, G., Liu, S., Kent, M. P., Lien, S., Miller, M. R., & Moen, T. 2015. The development and characterization of a 57K single nucleotide polymorphism array for rainbow trout. *Molecular ecology resources*, 15(3), 662-672.

Quinton C. D., Kause A., Ruohonen K and Koskela J. 2007 Genetic relationships of body composition and feed utilization traits in European whitefish (*Coregonus lavaretus L.*) and implications for selective breeding in fishmeal- and soybean meal-based diet environments. *J ANIM SCI* 2007, 85:3198-3208

Talbot C, Higgins PJ 1983. A radiographic method for feeding studies using metallic iron powder as a marker. *Journal of Fish Biology* 23: 211–220.

Walker, S.P., Ingram M., Bailey, J., Dodds K.G., Fisher P.J., Amer P.R and Symonds J.E. 2012 Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) feed conversion efficiency: evaluation and potential for selection. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 2012. Vol 72: 227-230

Willems O.W., Miller S.P., Wood B.J. Assessment of residual body weight gain and residual intake and body weight gain as feed efficiency traits in the turkey (*Meleagris gallopavo*). *Genetics Selection Evolution* 2013, 45:26.

Yáñez JM, Naswa S, López ME, Bassini L, Cabrejos ME, Gilbey J, Bernatchez L, Norris A, Soto C, Eisenhart J, Simpson B, Neira R, Lhorente JP, Schnable P, Newman S, Mileham A, Deeb N. 2014 Development of a 200K SNP Array for Atlantic Salmon: Exploiting Across Continents Genetic Variation. 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Vancouver, Canada (17-22 ago).



Visítenos en nuestra nueva dirección



BOLSAS



ROLLOS NEGROS Y TRANSPARENTES



SELLADORAS



POLIETILENOS Y MALLAS



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

Fonos: (65) 2286 416 - (65) 2286 420
 Celular: 09 8473857 - 09 8478384
 Parcela 22 Alto la Paloma
 Puerto Mont

pcotapos@plasticosaustral.cl
 www.plasticosaustral.cl

Modelación de Patógenos: Una herramienta para la toma de decisiones sanitarias



Matías E. Gargiulo, Jaime R. Alarcón

Centro Tecnológico del Salmón, CETECESAL S.A.

MGargiuloR@cetecsal.cl; epassalacquw@vitapro.cl

Introducción

El uso de herramientas oceanográficas para la toma de decisiones sanitarias en la salmicultura es ampliamente utilizado en países como Canadá (Foreman et al., 2015 costa Oeste y Chang et al. 2007, costa Este), Noruega (Asplin et al. 2011), Escocia (Adams et al., 2013) e Irlanda (Navas et al., 2011). En estos países, los modelos han sido utilizados para entregar estimaciones de la **conectividad entre centros de cultivo** en relación al transporte de patógenos, así como del potencial efecto de los centros de cultivo sobre el medio ambiente (Foreman et al., 2015).

El Centro Tecnológico del Salmón, CETECESAL, ha desarrollado en Chile desde el año 2009, un modelo oceanográfico y de dispersión de partículas con propiedades biológicas, de características muy similares a los utilizados en Canadá y Noruega, utilizando como punto de partida una serie de proyectos cofinanciados por CORFO (proyectos n° 09MCSS-6630 y 09MCSS-6612). Al igual que los modelos sanitarios desarrollados en Canadá, Noruega y otros países, el modelo sanitario desarrollado por CETECESAL consta de dos modelos:

1. Un modelo de la circulación oceánica de predicción retrospectiva (*hindcasting*) tridimensional, ya validado. Modelo Mike 3 FM.
2. Un modelo de seguimiento de partículas con características de comportamiento (natación, hundimiento, flotación, etc) y atributos biológicos y químicos, que permiten simular estadios de vida de distintos organismos o degradación de compuestos. Este modelo utiliza las salidas del modelo de circulación oceánica para simular la dispersión y comportamiento de las partículas liberadas (Modelo ECOLab).



Figura 1: Secuencia de liberación simultánea desde distintos centros cercanos a la Bahía de Quellón. Cada partícula representa un grupo de larvas de cáligos que vive entre 0 y 5 m. de profundidad y se mueve en el campo horizontal de acuerdo a las corrientes y el viento. El color de cada una de las partículas diferencia al centro que las emite; tiempos: a) 1,5 h y b) 40 h.

Mostramos aquí los avances de CETECESAL en la modelación del ciclo de vida del cáligo (*Caligus rogercresseyi*) mediante ECOLab, y el potencial de esta herramienta para la gestión sanitaria, tal y como es utilizada en la mayoría de países salmóneros (Escocia: Salama et al., 2013; Gillibrand et al., 2007 y Amundrud et al., 2009; Canadá: Stucchi et al., 2011; Noruega: Asplin et al., 2011).

Métodos

El modelo biológico del cáligo desarrollado por CETECESAL utiliza la literatura existente, donde se indican parámetros físicos y químicos que afectan a cada uno de los estadios larvales. Se incorporó su dinámica de reproducción, desarrollo y mortalidad respecto a parámetros como Temperatura y Salinidad del ambiente (Bravo et al., 2008a, 2009b; González y Carvajal, 2003; González et al., 2012; Molinet et al., 2011; Bravo y Treasurer, 2011), parámetros que modulan las fluctuaciones de mayor y menor escala. El modelo simula las fases de propagación y de vida libre, hasta llegar a la muerte de los copepoditos que no logren hospedero (Figura 1). Requiere la información de conteo de hembras ovígeras (Ho) a nivel de jaula de cada centro de cultivo.

El modelo de diseminación de SRS (*Piscirickettsia salmonis*) desarrollado por CETECESAL es una modificación del modelo de cáligos, adaptado a la biología de este patógeno. En este caso, los parámetros relevantes del modelo biológico son la intolerancia a agua dulce y el efecto de la temperatura en su supervivencia fuera del hospedero (Lannan & Fryer 1994; Bravo & Campos 1989; Cvitanich et al. 1990), así como el efecto precursor de SRS que tiene la presencia de cáligos (Boxshall y Bravo, 2000).

Resultados

A partir del conteo de hembras ovígeras de cáligos de cada centro de cultivo el modelo de cáligos genera la proporción de *nauplios I* eclosionados y su desarrollo a *nauplio II* hasta llegar a la fase infestiva de copepodito. La supervivencia de éstos depende de la salinidad y temperatura entregadas por Mike 3. La interacción entre centros de cultivo se contabiliza únicamente cuando los copepoditos arriban a un centro de cultivo (Figura 1).

A partir de este conteo se establecen dos estadísticas básicas para la gestión sanitaria: i) **la matriz de interacción entre centros**

		EMISOR				
		Centro 1	Centro 2	Centro 3	Centro 4	Centro 5
RECEPTOR	Centro 1		112 h. - 3 Cop./m ³	134 h. - 2 Cop./m ³	--	--
	Centro 2	112 h. - 10 Cop./m ³		--	126 h. - 5 Cop./m ³	--
	Centro 3	145 h. - 3 Cop./m ³	--		--	--
	Centro 4	--	145 h. - 4 Cop./m ³	122 h. - 7 Cop./m ³		--
	Centro 5	--	--	119 h. - 10 Cop./m ³	127 h. - 1 Cop./m ³	

Tabla 1: Ejemplo de tabla de Interacción entre centros considerando liberación de *Caligus rogrecreseyi* en un mismo tiempo o evento, considerando el desarrollo y mortalidad de la Fase de propagación, y utilizando solamente la interacción en tiempo (horas) con la Fase Infecciva (Copepodito).

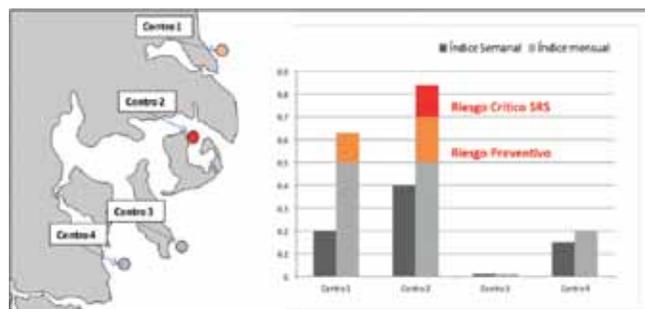


Figura 2. Índice de Riesgo Sanitario (IRS). El algoritmo incluye la interacción acumulada de copepoditos a nivel semanal y mensual y la mortalidad por SRS entre otros factores. La información ha sido modificada de la original por razones de confidencialidad de la información.

de cultivo (Tabla 1) basada en los tiempos de arribo de los copepoditos y los centros de cultivo donde éstos se originaron, y ii) el índice de riesgo sanitario acumulado (Figura 2), el que consiste en un índice del número de copepoditos acumulados por centro de cultivo por unidad de tiempo (semanal, mensual, etc) Este índice permite comparar el riesgo relativo de cada centro de cultivo respecto de los demás centros del barrio, y permite también conocer la contribución de cada centro del barrio sobre el índice de riesgo obtenido en uno o más centros a elección (Figura 3). A partir de la matriz de interacción, es posible obtener una estimación del orden en que los centros debieran realizar su tratamiento antiparasitario. Un sistema de tratamiento coordinado de esta manera permitirá que los centros “aguas arriba” realicen su tratamiento antes que los centros “aguas abajo”. El modelo también permite conocer las zonas geográficas con mayor tendencia a la acumulación de partículas (zonas sumidero) así como los centros con mayor potencial de dispersión de partículas (centros diseminadores o “superspreaders”) (Figura 4)

El análisis de potenciales zonas de exclusión sanitaria (corredores sanitarios) así como la revisión de los límites entre barrios también debe realizarse a partir de la modelación de interacción entre centros y análisis de riesgo sanitario. El índice de riesgo sanitario, permite generar un sistema de alerta temprana, el que permitirá a su vez tomar medidas de acción preventiva.

CETECSAL cuenta con un índice ya desarrollado que integra la condición sanitaria de cada uno de los centros de cultivo del área modelada, incluyendo cáligus y SRS. Este índice permite mejorar la efectividad de los tratamientos contra SRS, la que depende de un tratamiento temprano (INTESAL, comunicación directa).

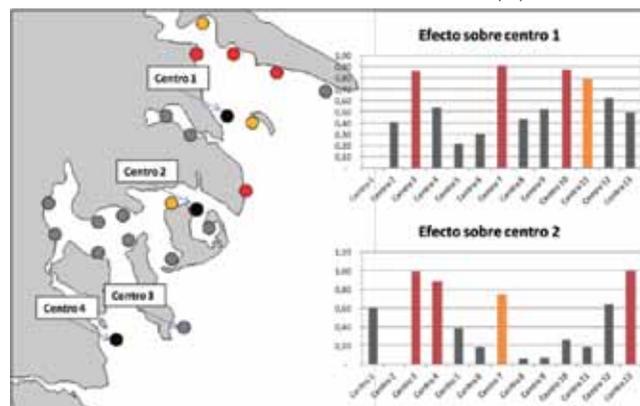
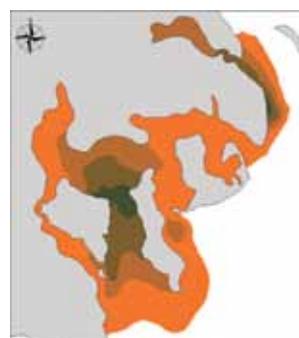


Figura 3. Identificación y cuantificación del número de copepoditos acumulados en los centros 1 y 2, provenientes de los demás centros del barrio. La escala se muestra como índice ya que incluye otros factores de riesgo acumulados, como son la influencia de centros con mortalidad por SRS.



El índice de riesgo y sistema de alerta temprana son entregados a sus clientes por la empresa Vitapro Chile (Salmofood).

Figura 4: Concentración promedio de larvas en suspensión (N° / m³) obtenida de una simulación de 1500 horas de liberación continua de caligus, entre 8 centros de cultivo en la zona de Quellón.

Conclusiones

Algunas de las herramientas sanitarias más importantes descritas en este trabajo:

- Matrices de interacción entre centros de cultivo.
- Estrategias de tratamiento coordinado entre centros de cultivo.
- Índice de riesgo sanitario y alertas tempranas para cáligus y SRS.

Potenciando el uso de estas herramientas, se pretende mejorar la situación sanitaria de la industria salmonera, anticipando eficazmente el estado sanitario de un sector, mejorando la oportunidad y estrategia de sus tratamientos farmacológicos y/o parasitarios.

Una respuesta anticipada hace la diferencia entre el éxito o el fracaso de las acciones preventivas en los centros de cultivo, mejorando la rentabilidad de los productores de salmón.



Terramar Ltda



“El hogar de tus peces en las mejores manos”

NUESTROS SERVICIOS

Lavado de redes In Situ

Proyectos en HPDE (Termofusión- electrofusión)

Lavado, limpieza y desinfección en centros de cultivos

Instalación y mantención de mangueras de alimentación

Mantención y reparación de dispersores de alimentos



Avenida Los Robles 1507 - Bosquemar - Puerto Montt
amendieta@serviciosterramar.cl / Fono: 82439386
www.serviciosterramar.cl

Único en su especie...

Hotel Manquehue Puerto Montt

Cálido, moderno y funcional...
gran ubicación para el viajero de negocios



One of a kind...

Hotel Manquehue Puerto Montt

Warm, modern and functional... great location for the business travelers



ELEGIDO Y VALORADO COMO EL MEJOR HOTEL DE PUERTO MONTT



Av. Seminario 252
Puerto Montt, Los Lagos - Chile
+56 65 2 33 10 00

Reserve en:
reservas@hotelmanquehue.cl
www.hotelmanquehue.cl

Estrategias de uso de Productos Inmunológicos en Peces

Marcelo Vera, Gerente Técnico, Médico Veterinario.

Felipe Almendras, Gerente Comercial, Médico Veterinario, MSc, MBA
PHARMAQ AS Chile Ltda., Aníbal Pinto 200 – Oficina 61, Puerto Montt, Chile

¿Por qué es importante vacunar?

La prevención, el control y la erradicación son las tres piezas claves de la Bioseguridad.

La erradicación de enfermedades en ambientes acuáticos es muy difícil de lograr y a veces imposible. Los procesos de desinfección en ambientes terrestres suelen ser efectivos pero los agentes no siempre son destruidos por procedimientos de desinfección en ambientes acuáticos, por lo tanto, la dificultad en la erradicación de un agente que ya se encuentra en un ecosistema ha llevado a que la forma más realista de lidiar con una enfermedad es la prevención y control de la enfermedad, lo que significa aprender a vivir con el agente y la enfermedad (1).

La bioseguridad de este tipo de enfermedades endémicas se basa en la prevención y control fortaleciendo el equilibrio en la tríada hospedero, ambiente y agente.

De lo que se trata en definitiva es de que el **hospedero** (pez) que vive en riesgo permanente de estar en contacto con un **agente** infeccioso específico, se le dé el mejor ambiente posible (alimentación, calidad de agua, gases disueltos) y una adecuada vacunación para que genere un efectivo efecto de inmunidad grupal.

La prevención y control de enfermedades infecciosas a través de la vacunación es una práctica cada vez más relevante para los planes de bioseguridad en acuicultura y los peces vacunados tienen un riesgo mucho más bajo de desarrollar una enfermedad, e incluso los peces no vacunados quedan más protegidos debido a la Inmunidad de Grupo (herd immunity).

Inmunidad de Grupo:

La inmunidad de grupo (o inmunidad colectiva o inmunidad de rebaño) describe un tipo de inmunidad que se produce cuando al vacunar a una parte de la población se proporciona protección indirecta a los individuos no vacunados. (2) En las enfermedades que se transmiten de entre animales o peces, es más difícil mantener una cadena de infección cuando una gran parte de la población es inmune. Cuanto mayor es la proporción de peces, menor es la probabilidad de que un pez susceptible entre en contacto con un pez infectado.

La vacunación actúa como una especie de cortafuegos para la diseminación de la enfermedad, ralentizando o evitando la transmisión de la enfermedad a otros peces. De existir peces no vacunados, o que por no encontrarse preparados al momento de recibir la vacuna no fueron inmunizados, quedan protegidos de manera indirecta por los peces vacunados, ya que estos últimos no contraerán la enfermedad de peces infectados ni la transmitirán a los susceptibles. De esta manera, se puede asumir una estrategia de inmunidad de grupo para reducir la difusión de una enfermedad y proporcionar un nivel de protección a un subgrupo vulnerable no vacunado.

En resumen la inmunidad de grupo es aún más relevante en poblaciones de humanos donde no siempre se puede vacunar a toda la población ya que hay grupos de riesgo que no se encuentran en condiciones de recibir una vacunación. Dado que sólo se puede dejar a una pequeña parte de la población sin vacunar para que este método sea efectivo, en humanos, se considera apropiado dejar sin vacunar a los que no pueden recibir vacunas, ya sea por una condición médica como una inmunodeficiencia o para los receptores de trasplantes.

La inmunidad de grupo, colectiva o de rebaño (herd immunity) es la protección de una determinada población ante una infección debido a la presencia de un elevado porcentaje de individuos inmunes en la misma. De forma natural, cuando se produce un brote, al avanzar la epidemia y aumentar el número de individuos inmunes, disminuye la probabilidad de contacto entre un susceptible y un infectado, hasta que llega un momento en el que se bloquea la transmisión del agente infeccioso.

¿Por qué no todas las vacunas son 100% eficaces?

Las vacunas están diseñadas para generar una respuesta inmunológica que protegerá al pez vacunado de exposiciones futuras a la enfermedad. Sin embargo, los sistemas inmunológicos individuales son tan diferentes que, en algunos casos, el sistema inmunológico de quien recibe el antígeno no generará una respuesta adecuada. Como resultado, no estará protegido con eficacia después de la vacunación.

Sin embargo, la eficacia de la mayoría de las vacunas es alta. En humanos, a vacuna inactiva contra la polio ofrece un 99% de eficacia después de tres dosis. La vacuna contra la varicela tiene entre un 85 y un 90% de eficacia en la prevención de todas las infecciones contra la varicela, pero es 100% eficaz en la prevención de varicela moderada y grave (3).

¿Por qué algunas vacunas requieren refuerzos?

No se ha entendido del todo por qué la duración de la inmunidad adquirida varía con las diferentes vacunas; algunas ofrecen inmunidad a largo plazo sólo con una dosis, mientras que otras requieren refuerzos para mantener la inmunidad. Las investigaciones recientes han sugerido que la persistencia de la inmunidad contra una enfermedad en particular podría depender de la velocidad típica que tiene el avance de la enfermedad en el cuerpo.

Si una enfermedad avanza con mucha rapidez, la respuesta de la memoria del sistema inmunológico (es decir, los “anticuerpos guardianes” generados después de una infección o vacunación previa) tal vez no sea lo suficientemente rápida como para prevenir la infección, a menos que se le haya “recordado” la enfermedad hace relativamente poco tiempo, y por ello esté percatado de ella. Los refuerzos sirven de “recordatorio” al sistema inmunológico (3).

Tipos de vacunas y formas de aplicación:

Actualmente existen en el mercado chileno 62 productos biológicos inmunológicos con registro provisional para uso en salmónidos (registrados por el SAG), de los cuales 48 corresponden a vacunas inyectables, 6 corresponden a vacunas orales y 8 a vacunas vía inmersión.

La gran mayoría de las vacunas disponibles en el mercado corresponde a vacunas **Inactivadas** y la principal forma de aplicación es la **Intra Peritoneal (IP)** por ser la más efectiva, asegurándose que cada pez reciba la cantidad de antígeno requerido para generar una adecuada respuesta inmune.

Sin embargo, también existen vacunas **Vivas Atenuadas**, que son de amplia efectividad pero más difíciles de producir, transportar y almacenar. Existen numerosos ejemplos en humanos, ganado aves y peces, donde las vacunas vivas adecuadamente producidas bajo altos estándares de calidad y bioseguridad, se han transformado en una solución real y definitiva para el control e incluso erradicación de enfermedades. Tal vez el ejemplo más notable es la erradicación de la viruela humana en el mundo en 1980 a través de programas de vigilancia y vacunación masiva.

En peces el éxito de la vacunación en eficacia y seguridad dependerá de muchos factores entre otros si el pez se encuentra o no en un óptimo estado de salud para poder generar una

respuesta inmune específica adecuada, pero también del tamaño de la dosis y su correcta aplicación. Si la tecnología aplicada por el fabricante logra concentrar una gran cantidad de antígeno presente en poco volumen, será posible inyectar dosis más pequeñas llegando incluso a Nano dosis de 0,025 ml por pez, lo que permite tener excelentes resultados y baja incidencia de efectos secundarios y se podrá vacunar a peces de tamaño más pequeño.

Sin embargo también se comercializan formas de aplicación por Inmersión, donde es mucho más variable la exposición del pez al antígeno y también hay vacunas de uso Oral, donde debe asegurarse que el antígeno no sea digerido y destruido antes de poder ser absorbido y utilizado para generar una respuesta inmune específica homogénea en toda la población vacunada.

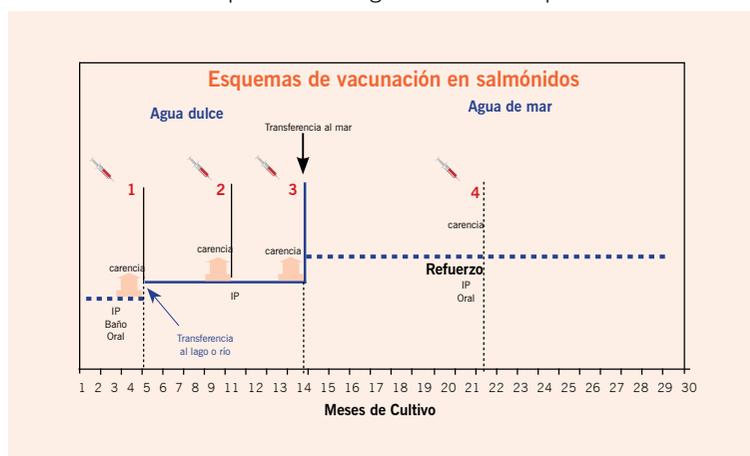


Figura 1. La figura ilustra las diferentes modalidades de uso de vacunas en peces, considerando 30 meses de cultivo con una fase de agua dulce (12 meses) y una fase de agua de mar (18 meses).

1.- Normalmente si los peces estarán expuestos a ciertos patógenos en el agua dulce en sistemas abiertos de lago o río con alto riesgo de infección, se procede a generar una primera vacunación con micro o nano dosis (0,025 ml) cercana a los 6 g de peso esperando el período de carencia para generar la inmunidad esperada antes del traslado al ambiente de riesgo.

2.- Una segunda vacunación con una vacuna polivalente inactivada, es tal vez la forma más usada de vacunación es antes de ser trasladado al mar lo que debe ocurrir al menos 600 grados día antes del traslado de manera de respetar el período de carencia necesario para generar la inmunidad esperada antes del traslado al ambiente de riesgo.

3.- Una tercera vacunación en agua dulce es recomendable de ser aplicada en forma separada si se trata de una vacuna Viva Atenuada ya que esta no debe ser aplicada en conjunto con una vacuna inactivada. En este caso debe inyectarse respetando los grados-día indicados por el fabricante.

4.- En algunos casos puede ser necesario aplicar refuerzos (también llamados booster) en la etapa de agua de mar. Los refuerzos sirven de “recordatorio” al sistema inmunológico y preparan al individuo a un ataque. La efectividad de este refuerzo sobre la respuesta inmune específica debe ser previamente validado o probado in vivo para ser incorporado en un plan sanitario.

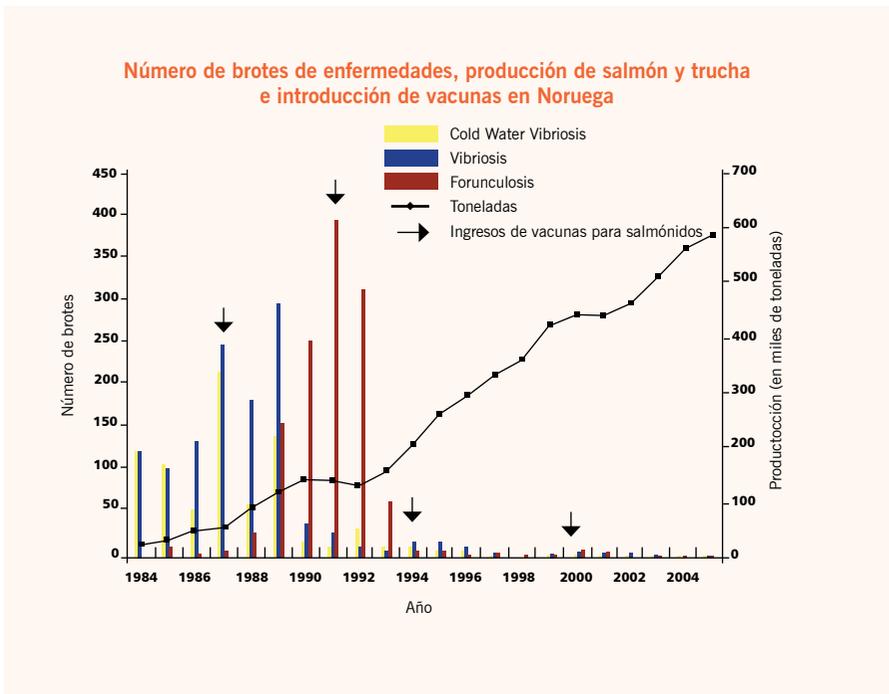


Gráfico 1. N° de brotes de Coldwater vibriosis, Vibriosis y Furunculosis en relación a la producción en toneladas en Noruega entre los años 1984 y 2005, además del ingreso de vacunas para salmónidos. Se observa una reducción drástica de los brotes de enfermedades en el comienzo de la década del 90. (Fuente: Norwegian School of Veterinary Science).

El uso de vacunas intraperitoneales en salmónidos ha sido una práctica que se inició con gran éxito en Noruega a comienzos de los años 90, reduciendo (junto a otras medidas legislativas y de bioseguridad) drásticamente la incidencia de enfermedades de gran impacto como **Cold Water Vibriosis** (*Vibrio salmonicida*) y Furunculosis (*Aeromonas salmonicida*), bajando además de forma violenta el uso de antibióticos.

En Chile se inició con las primeras vacunaciones a finales de la década de los 90, sin embargo, la utilización masiva de este tipo de productos comenzó a partir de los años 2005 y 2006, siendo actualmente una práctica regular de los productores de peces.

La vía **intraperitoneal** de vacunación en peces ha mostrado ventajas protectoras sobre otras vías de administración, esto debido principalmente al nivel de eficacia y la duración de la protección frente a los patógenos bacterianos y virales.

Dentro de las estrategias más comúnmente utilizadas, y de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes se puede comenzar a vacunar peces a pesos o edades tempranas.

El uso de vacunas IP a etapas más tempranas se ha vuelto cada vez más masiva (debido al éxito de la estrategia en cuanto a eficacia) especialmente para proteger contra IPN y/o Flavobacteriosis en peces de 6 a 15 g bajando la incidencia de estos patógenos radicalmente con posterioridad a la vacunación.

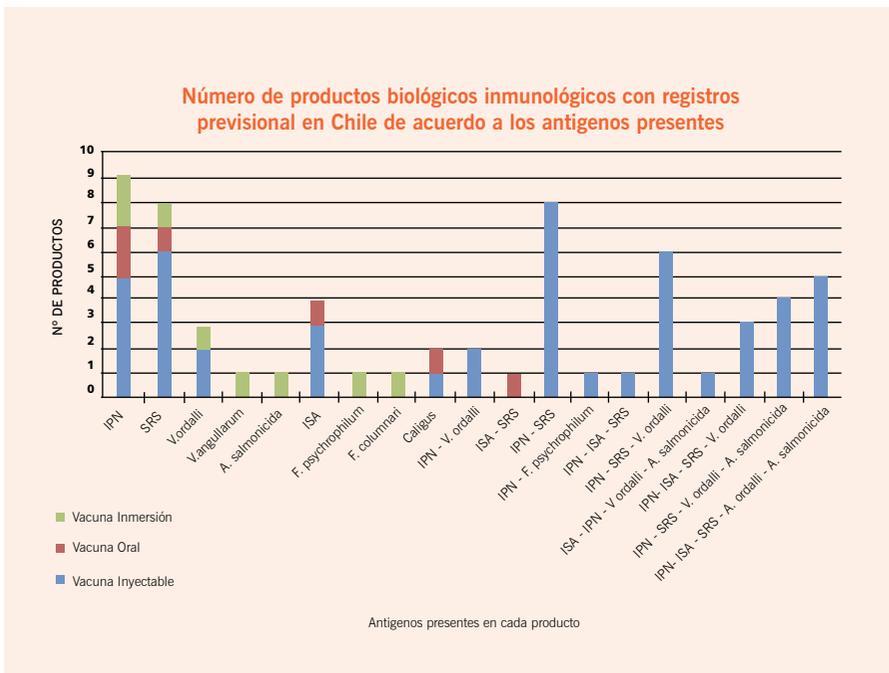


Gráfico 2. Número de vacunas registradas actualmente en el mercado chileno de acuerdo a la cantidad de antígenos presentes y a la vía de administración (Registro provisional de productos biológicos inmunológicos para uso en salmónidos, SAG).

Posterior a todas éstas estrategias “Tempranas”, está la aplicación más masificada de vacunas que corresponde a los productos polivalentes inyectables para la protección frente a patógenos en la fase de mar, la cual ha demostrado resultados exitosos en el control de la mayoría de los patógenos contra los que se inmuniza.

Estas vacunas inyectables se pueden entregar normalmente entre los 30 g y 100 g de peso y contienen comúnmente los antígenos IPN y *Piscirickettsia salmonis* para el caso de Trucha arcoíris y Salmón coho.

Para el caso de Salmón del Atlántico mayoritariamente se aplican los antígenos IPN, ISA, *Piscirickettsia salmonis*, *Vibrio ordalli* y *Aeromonas salmonicida*, y cerca de un 80% de los productores prefiere incluir además A.

salmonicida dentro de su estrategia de vacunación para evitar riesgos de posible brotes de Furunculosis, que aunque escasos, son de características muy dañinas cuando se presentan.

Dentro de la información de la base de datos de PHARMAQ, respecto a efectos secundarios, el componente *A. salmonicida* no genera un incremento significativo de éstos cuando está presente, recomendándose fuertemente la inclusión de éste antígeno en las estrategias de vacunación (debido a su efectivo efecto protector frente a Furunculosis). A pesar de que se observa un mayor grado de adherencias grado 2 en los peces evaluados con componente *A. salmonicida*, éstas todavía corresponden a un nivel leve que no compromete el performance productivo de los peces.

Una de las más exitosas demostraciones de la eficacia de las vacunas en Chile corresponde al caso de ISA. A pesar de que existen otras medidas adicionales que se tomaron, ésta enfermedad redujo drásticamente y significativamente su impacto en peces vacunados intraperitonealmente contra éste patógeno.

Adicionalmente existen otras alternativas de productos registrados con indicación vía oral contra ISA, *Piscirickettsia salmonis*, los que se han utilizado como un intento de refuerzo a las vacunas inyectables.

Respecto a *Caligus royercreseii*, también existen productos biológicos inmunológicos registrados vía inyectable y vía oral.

En definitiva, existen en la industria salmonera chilena algunas tendencias de uso de vacunas que son más comunes y que incluyen inicialmente productos contra patógenos prevalentes en etapas tempranas de agua dulce, posteriormente se inmuniza intraperitonealmente (en agua dulce) contra los patógenos que afectan a los peces en el mar, y finalmente se utilizan alternativas de refuerzo en el mar, de preferencia vía oral.

Si bien las estrategias de vacunación utilizadas en Chile han logrado controlar de forma eficiente la mayoría de los patógenos prevalentes, aún quedan desafíos por mejorar, los que tienen que ver principalmente con *Piscirickettsia salmonis* y *Caligus royercreseii*, los que sin duda constituyen el origen de las mayores pérdidas y costos atribuibles a agentes infecciosos en la industria.

Frecuencia de presentación de los grados de adherencias (escala Spielberg) para Salmón del Atlántico utilizando vacunas con y sin componente *A. salmonicida* (base de datos PHARMAQ)

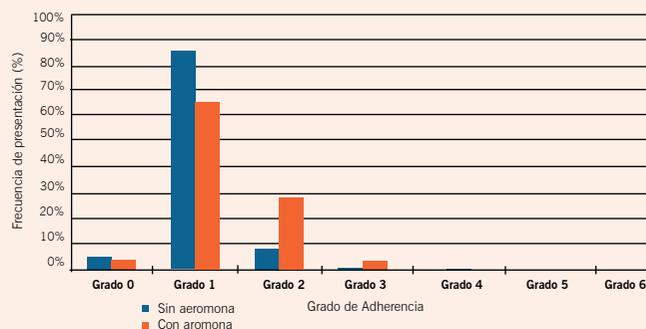


Gráfico 3. Frecuencia de presentación de los grados de adherencia (escala Spielberg) para Salmón del Atlántico utilizando vacunas con y sin componente *A. salmonicida*. Información de la base de datos de PHARMAQ, análisis de 10.600 peces.

Nº de brotes y casos de ISA diferentes de HPRO en Salmón del Atlántico en Chile

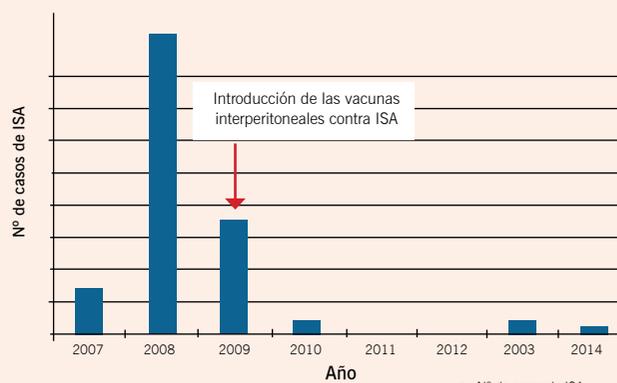


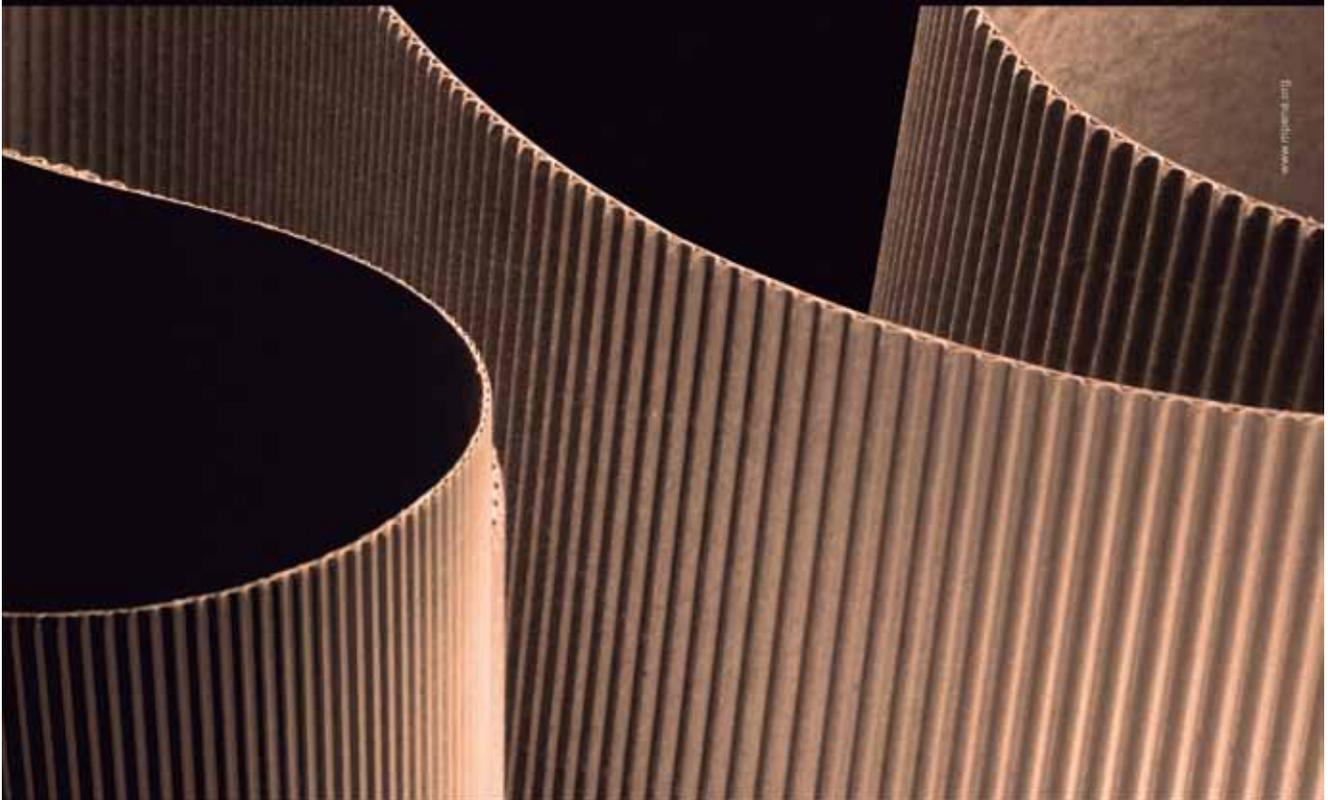
Gráfico 4. Nº de brotes y casos de ISA diferentes de HPRO registrados anualmente en Chile desde el año 2007. La flecha roja indica el año en que se introdujeron las vacunas inyectables vía intraperitoneal contra ISA.

Referencias:

- (1).- **Roar Gudding**, Capítulo 2: Vaccination as a Preventive Measure; En: Fish vaccination. ; Editado por Atle Lillehaug and Oystein Evensen, Roar Gudding, Wiley Blackwell, 2014.
- (2).- **Nemesio Moreno Millán**, Título: Inmunidad de grupo, Centro: SAP Santa Coloma de Gramenet, Asociación española de Vacunología.
- (3).- **The history of vaccines**, The college of Physicians of Philadelphia.



ENVASES IMPRESOS
ROBLE ALTO



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

TODO EN UN SÓLO LUGAR



simple



Hotel • Casino • Spa • Gastronomía • Shows • Centro de Eventos



Temuco



Valdivia



Puerto Varas



Coyhaique



Punta Arenas

600 626 0000
reservas@mundodreams.com
www.mundodreams.com



Expresión de receptores del sistema inmune innato (TLR1, TLR5m, TLR9 Y TLR22): elementos clave en infección por *Piscirickettsia salmonis*



^{1,2}Muñoz M., ¹Soto L., ²Lagos F., ^{1,2}Hausmann D. y ^{1,2}Figueroa J.
 1 Instituto de Bioquímica-Microbiología, F. de Ciencias, U. Austral de Chile, Valdivia.
 2 Centro Fondap, INCAR.



RESUMEN

La respuesta inmune de peces y mamíferos es muy similar, pero a su vez con importantes diferencias. La respuesta inmune adaptativa es mediada por células B, y la respuesta inmune innata, mediada por células NK, macrófagos, neutrófilos, entre otros. En peces el componente innato es preponderante, en comparación con la respuesta inmune adaptativa y constituye la primera barrera frente a los patógenos. Participan células, proteínas del complemento y receptores de respuesta a patógenos como los receptores tipo Toll los TLR. Son receptores transmembrana con un dominio extracelular rico en leucinas, capaz de reconocer patrones moleculares asociados a patógenos, que poseen además un dominio intracelular, importante para la transducción de señales intracelulares. Cuando los TLR son activados por un patógeno, envían una señal que gatilla una respuesta inflamatoria, reclutan a células del sistema inmune innato y atacan al patógeno entrante, además esto da paso a la respuesta inmune adaptativa del hospedero.

Experimentos previos de nuestro laboratorio han demostrado que hay una correlación positiva entre la infección con *P. salmonis* y el aumento de expresión de estos receptores en la línea celular SHK-1 de salmón del Atlántico y en cultivo primario de riñón anterior de trucha arcoíris, esto a nivel de mensajero. Es entonces de gran interés poder dilucidar cómo se modula la expresión proteica de los TLR involucrados en la respuesta antibacteriana.

INTRODUCCIÓN

La protección otorgada por la respuesta inmune innata está dada por células tales como macrófagos, células dendríticas, mastocitos, eosinófilos y células NK. Para aumentar la inmunidad innata, también existen componentes humorales, entre otras proteínas, del complemento, de unión a LPS, proteína C reactiva, lectinas, y péptidos antimicrobianos.

Respuesta Inmune en Peces: La inmunidad innata está presente en todos los animales mandibulados, y se caracteriza por su corto tiempo de respuesta frente a un. Esta inmunidad a pesar de ser “inespecífica” es capaz de diferenciar lo ajeno de lo propio, lo que explicaría el corto tiempo de respuesta, ya que no genera células de memoria. En peces la primera barrera son la piel y

las membranas mucosas, como las branquias y el mucus en la piel y escamas, en él se encuentra lisozima, proteasas, factores del complemento, proteína C reactiva, lectinas, eicosanoides y diversos carbohidratos, entre otros. Superadas estas barreras los patógenos se enfrentan a la respuesta inmune adaptativa.

Receptores tipo Toll: Los receptores Toll fueron descritos por primera vez en la mosca de la fruta y debido a su homología con el receptor de IL-1 y la conservación de las vías de señalización, se propuso que estarían involucrados en regular la respuesta inmune innata. Gracias al uso de base de datos de secuencias, se logró identificar un homólogo en humanos lo que llevó a identificar homólogos en peces, en los cuales se conocen como TLR. Estos se encuentran en las principales células asociadas a la respuesta inmune innata. Son glicoproteínas de transmembrana tipo-I, con tamaños moleculares entre 90-115 kDa. Poseen un dominio extracelular con regiones ricas en leucinas (LRR) y un dominio intracelular TIR. Su principal función es reconocer patrones moleculares conservados en microorganismos patógenos (PAMP's) y desencadenar una respuesta inmune no específica, en la que cada TLR reconoce un PAMP particular. Al ser activados, dimerizan (homodímeros o heterodímeros), desencadenando múltiples vías de señalización intracelular, las que se dividen en 2 grandes grupos: las que incluyen el factor de diferenciación mieloide 88 (MyD 88) y las que no (Takano y col., 2010). MyD 88 es un adaptador de la cascada de señalización existiendo otros como TIRAP, TRIF y TRAM. Dependiendo del adaptador que se utilice, los TLRs gatillan diferentes respuestas, que finalmente activan los factores de transcripción NF- κ B, AP-1 e IRFs (Rauta y col., 2014). La regulación de expresión, de genes que expresan citoquinas proinflamatorias está a cargo de NF- κ B, destacando: IL-1 β , IL-2, TNF- α e IL-12. Finalmente la liberación de todos estos factores, contribuye a modular la respuesta inmune del pez.

Receptores tipo Toll en Peces: Hasta ahora se han descrito 20 TLR en peces (TLR1, 2, 3, 4, 5m, 5S, 7, 8, 9, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26) (Tabla I) en donde solo TLR 1, 2, 3, 4, 5m, 7, 8 y 9 poseen homólogos en mamíferos. Esto sugiere que los TLRs de teleosteos reconocen PAMP similares a los reconocidos en mamíferos (Figura 1). En salmón de Atlántico, se han descrito hasta el momento TLR1, 8, 9, 13, 22a, 22b, 5 soluble

y 5 de membrana (Boltaña y col, 2011; Salazar y col, 2015), que responden a la infección por patógenos, aumentando su expresión y modulando la respuesta inmune (Takano y col, 2010), por lo que estos receptores son un blanco interesante.

***Piscirickettsia salmonis*:** Un patógeno acuática Gram (-) posee distintos PAMPs como LPS, fosfolípidos, proteínas, lipoproteínas, peptidoglicano, CpG-DNA bacteriano, flagelina, etc. Estos diversos patrones pueden ser reconocidos por distintos TLRs, modificando su patrón de expresión y modulando la respuesta inmune, como ya ha sido demostrado, en el caso de la modificación de la expresión de los TLRs 1, 22, 5m y 5 soluble (Salazar y col, 2015). En este trabajo se propuso evaluar la expresión a nivel proteico de TLR1, TLR5m, TLR9 y TLR22, en células SHK-1 con *P. salmonis*.

MÉTODOS

Siembra de células SHK-1: Se trabajó con $2,5 \times 10^4$ para la infección en Chamber slide. La infección se realizó utilizando un MOI 50. Se propagó la cepa IBM-40 para efectuar la cinética.

Infección: Se usaron 8 portaobjetos con cámara de cultivo Lab-Tek Chamber slide, 4 para los distintos tiempos designados para la cinética (2, 6, 12 y 24 h) y 4 para los correspondientes controles (solo con el vehículo, PBS 1X).

Cuantificación de proteínas: Se utilizó el Kit Pierce 660 nm Protein Assay, se fabricó una curva de calibración entre 50 a 2000 $\mu\text{g/mL}$, utilizando BSA prediluido contenido en el kit.

Inmunofluorescencia: Las muestras de los portaobjetos con cámaras de cultivo, ya fijadas, se incubaron con solución de bloqueo, anticuerpo primario anti-TLR de salmón (diseñados y fabricados en el laboratorio, Lab-BMP-UACH), lavados e incubación con anticuerpo secundario-fluoróforo Alexa 488 (verde). Se lavó y se incubó con tinción de contraste 7-AAD (rojo).

Western blot: Se preparó proteínas de membrana con el Kit (Mem-PER Plus Membrane Protein Extraction). La membrana, se trató con solución de bloqueo y luego se incubó, con el anticuerpo primario, lavados, anticuerpo secundario y se reveló con kit Pierce ECL.

RESULTADOS Y DISCUSION

Inmunofluorescencia: Para ver el cambio de expresión y ubicación celular de los TLR1, TLR5m y TLR22, se realizaron cinéticas de expresión para cada uno a 2, 6, 12 y 24 h, en triplicado. Se infectó el cultivo con la cepa IBM-40 (altamente patógena). Para el análisis de las imágenes se utilizó el software ImageJ, que permitió obtener datos numéricos que fueron graficados con el software SigmaPlot.

Los anticuerpos diseñados resultaron positivas para cada uno de los TLR analizados. Los resultados muestran que la cantidad de receptor detectada, varía a través del tiempo, y a su vez

esta variación es distinta para cada receptor, lo que está directamente relacionado con el ligando que posean. En este trabajo se vio como *P. salmonis* modula la expresión de TLR1, TLR5m y TLR22. A manera de ejemplo, y por razones de espacio, se muestra solo el patrón de expresión de TLR5m, sin embargo, los resultados con los otros anticuerpos para los TLR respectivos, generan resultados equivalentes (Figura 1).

Para TLR1 no está claro aún cuál es su ligando en peces, pero se cree que puede ser LPS y/o lipopéptidos (Zhang y col., 2014), los que se encuentran en la membrana de *P. salmonis*, esto explicaría su aumento frente a la infección, sin embargo, al menos en salmón del Atlántico no está descrito este receptor, por lo que no se tiene claro cómo actúa el TLR1 en peces en general.

TLR5m tiene como ligando a flagelina, proteína que es parte del flagelo bacteriano, y *P. salmonis* no posee flagelo, pero si presenta varias proteínas de esta familia en su membrana (datos genómicos), por ello también se aprecia un aumento en relación al control sin infección (Figura 1). Llama la atención en las imágenes un patrón de puntos que se aprecia en la superficie celular, estos pueden ser asociaciones de TLR's contenidos en balsas lipídicas, lo que ayuda a hacer más eficiente la respuesta de los receptores TLR posterior a su estimulación. Por su parte la expresión de TLR22 también sufrió variaciones, a pesar de que el ligando de TLR22 es de origen viral, sin embargo se cree que el receptor TLR22 estaría evolucionando hacia el reconocimiento de otros PAMP's debido a la presión positiva. En términos generales, se observó una correlación positiva entre el tiempo que las células fueron expuestas al patógeno y el aumento de expresión para los tres TLR analizados.

Western blot: Para los receptores TLR1, TLR5M y TLR22 se esperaban los pesos moleculares descritos, estos son: TLR1 90 kDa,

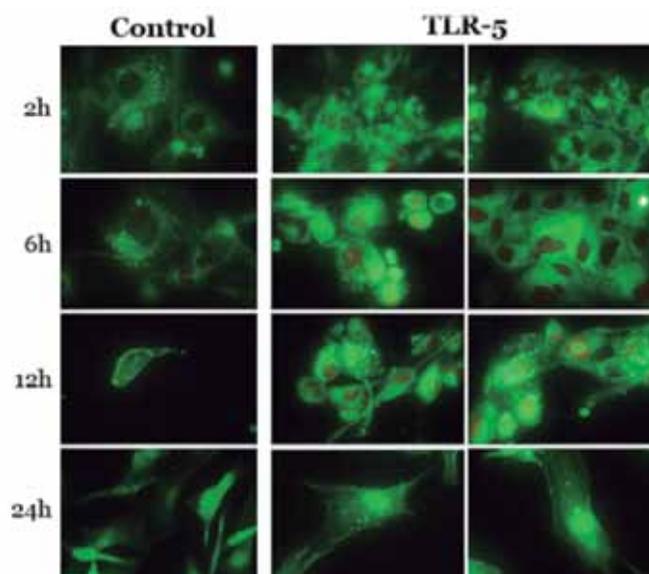


Figura 1: Inmunofluorescencia para detección del receptor TLR5m en la línea celular SHK-1. La primera columna representa células sin infección, mientras que las 2 columnas siguientes son imágenes representativas de células infectadas. Cada fila representa los distintos tiempos de infección con *P. salmonis*.

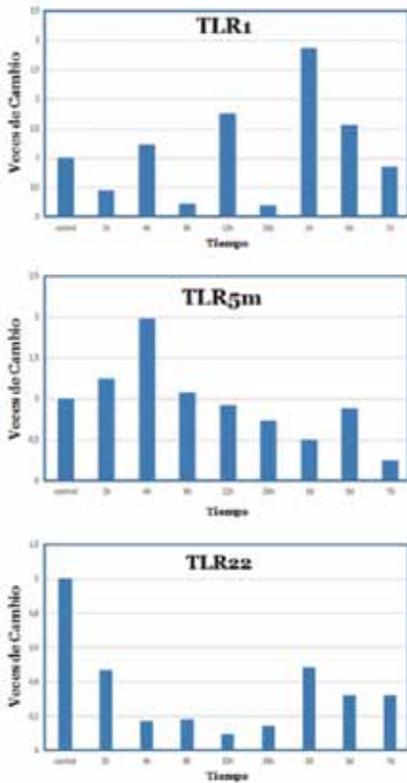


Figura 2: Análisis de datos recolectados de cinética de expresión de TLR1, TLR5m y TLR22 en células SHK-1 infectadas con *P. salmonis*, obtenidos desde Western blot. Se usó B-actina como control de carga y para análisis de western blot. Control: células sin infectar tratadas solo con vehículo de las bacterias. Se graficó veces de cambio con respecto al control (1).

TLR5M 100 kDa, TLR22 110 kDa y TLR9 120 kDa. Para los 3 sueros inmunes que fueron generados en el LabBMP se generó una banda correspondiente a su peso molecular.

TLR 1 al menos en mamíferos no es un receptor que ejerza su función actuando solo, sino que es parte de un complejo con TLR el cual permite a este último reconocer lipopéptidos triacilados (Motoi y col., 2014). Se aprecia que la cantidad de receptor detectada aumenta lentamente en el tiempo (3 veces sobre el control) a las 48 horas post infección (hpi) (Figura 2). Para TLR5m se observa un aumento de la cantidad detectada a las 4 hpi, (el doble respecto del control) (Figura 2), disminuyendo luego en el tiempo. TLR5 posee una forma soluble que no fue estudiada en este trabajo, pero que actúa en conjunto con TLR5 de membrana haciendo *feedback* positivo, esto explicaría por qué la expresión del receptor disminuye, ya que no está presente la versión soluble de TLR5. TLR22 es un receptor exclusivo de peces capaz que reconoce RNA de doble hebra por lo que fue un interesante enfoque para saber si este patógeno es capaz de regular la expresión de este receptor. Se aprecia una disminución que se mantiene a lo largo de todo el ensayo, pero que fluctúa siempre bajo la línea basal del control sin infección (Figura 2). Esto podría interpretarse por la internalización del TLR posterior a la infección. En la literatura hay reportes de regulación positiva de TLR22 no solo con ligandos de origen viral, sino que también de origen bacteriano (Reyes-Becerril y col., 2015), por lo que el aumento de TLR22 podría ser en respuesta a una respuesta gatillada por la acción de otros receptores con ligandos de origen bacteriano.

CONCLUSIONES FINALES

En este trabajo se analizó la expresión de TLRs estudiados en trabajos previos del laboratorio (Salazar y col., 2015) a nivel de mRNA. Los TLR no pueden ser vistos, como entidades individuales ya que actúan de manera mancomunada y sus niveles de expresión no responden necesariamente a un estímulo directo, sino que responden a las intrincadas vías de señalización celular. Son dinámicos ya que no siempre están situados en la membrana, pues pueden ser reclutados desde el citoplasma o ser internalizados junto a su ligando para desencadenar su respuesta. En conclusión se puede decir que este trabajo demuestra de que hay una regulación de la expresión proteica de los distintos TLR's, pero que no necesariamente es positiva, además de mostrar que los TLR no son necesariamente estáticos y que su nivel de expresión proteico solo aumenta posterior a una infección o estímulo. Por lo que se abre un abanico de posibilidades para estudiar, como las interacciones receptor-receptor, las vías que estos gatillan y el análisis en distintos órganos de peces infectados o desafiados.

Tabla 1: TLR's en peces, sus ligandos y especie en que se encuentran.

TLR	Ligando	Especie
TLR 1	Desconocido	Trucha arcoíris, pez globo, gran corvina amarilla, bacalao
TLR 2	PGN, LTA, Pam ₃ CSK ₄ , lipopéptidos	Carpa común, rohu, bagre, bacalao
TLR3	dsRNA, poly(I:C)	Fugu, pez cebra, rohu, bacalao
TLR4	Desconocido	Bagre, carpa china, mrigal, pez cebra, rare minnow
TLR5	Flagelina	Lenguado, bagre, dorada, fugu, trucha arcoíris, salmón del Atlántico
TLR5S	Flagelina	Lenguado, bagre, dorada, fugu, trucha arcoíris, salmón del Atlántico
TLR7	Desconocido	Fugu, trucha arcoíris, pez cebra, bagre
TLR8	Desconocido	Fugu, bagre, salmón del Atlántico, trucha arcoíris
TLR9	CpG DNA	Lenguado, cobia, pez cebra, trucha arcoíris, salmón del Atlántico
TLR13	Desconocido	Salmón del Atlántico, bagre
TLR14	Desconocido	Lamprea, fugu, lenguado
TLR18	Desconocido	Pez cebra, bagre
TLR19	Desconocido	Pez cebra, bagre
TLR20	Desconocido	Pez cebra, carpa común, bagre
TLR21	CpG DNA	Pez cebra, bagre, bacalao
TLR22	dsRNA, poly(I:C)	Fugu, pez cebra, carpa china, bagre
TLR23	Desconocido	Fugu
TLR24	Desconocido	Lamprea
TLR25	Desconocido	Bagre, minnow de cabeza plana, tilapia
TLR26	Desconocido	Bagre

PGN: Peptidoglicano; LTA: Ácido lipoteicoico. Basado en Pietretti y col., 2014.

REFERENCIAS

Boltaña S., Roher N., Goetz F. y McKenzie S. (2011) PAMPs, PRRs and the genomics of Gram negative bacterial recognition in fish. *Dev. Comp. Immunol* 35, 1195-203.

Motoi Y., Shibata K. Takahashi A. Kanno Y. Murakami X. Li T. Kasahara and K. Miyake (2014) "Lipopeptides Are Signaled by Toll-like Receptor 1, 2 and 6 in Endolysosomes." *International Immunology* 26.10: 563-73.

Pietretti D. & Wiegertjes G. (2014) Ligand specificities of Toll-like receptors in fish: indications from infection studies. *Developmental and Comparative Immunology*, 43(2), 205–22.

Rauta P., Samanta M., Dash H., Nayak B. & Das S. (2014) Toll-like receptors (TLRs) in aquatic animals: signaling pathways, expressions and immune responses. *Immunology Letters*, 158(1-2), 14–24.

Reyes-Becerril M., Ascencio-Valle F., Alamillo E., Hirono I, Kondo

H., Jirapongpairoj W., Angulo C. (2015) Molecular cloning and comparative responses of Toll-like receptor 22 following ligands stimulation and parasitic infection in yellowtail (*Seriola lalandi*), Fish and Shellfish Immunology. doi: 10.1016/j.fsi.2015.06.020.

Salazar C., Hausmann D., Kausel G., and Figueroa J. (2015) Molecular cloning of *Salmo salar* Toll-like receptors (TLR1, TLR22, TLR5M and TLR5S) and expression analysis in SHK-1 cells during *Piscirickettsia salmonis* infection. *Journal of Fish Diseases* doi:10.1111/jfd.12354.

Takano T., Hwang S., Kondo H., Hirono I., Aoki T. and Sano M. (2010) Evidence of Molecular Toll-like receptors mechanism in teleosts. *Fish Pathology*. 45, 1-16.

Zhang J., Kong X., Zhou C., Li L., Nie G. & Li X. (2014) Toll-like receptor recognition of bacteria in fish: Ligand specificity and signal pathways. *Fish & Shellfish Immunology*, 41(2), 380–388.

FISH Store

La tienda del mar



LUN A VIE: 10:00 a 14:00 - 15:00 a 20:00 hrs. SÁB: 10:00 a 15:00 hrs.

Egaña 1151, Local 7 - Arena Puerto Montt
Fono: 65 223 6400 - info@allandpurefish.cl

PRECIOS AL POR MAYOR Y AL DETALLE - DESPACHO A SANTIAGO Y REGIONES

Filete y Porciones

SALMÓN

TRUCHA

MERLUZA

CONGRIO

ATÚN ROJO

ALBACORA

REINETA

CENTOLLA

PULPO

JAIBA

OSTIONES

CAMARONES

CHORITOS

AHUMADO EN FRÍO

AHUMADO EN CALIENTE

TALLERES DE COCINA

OFERTAS SEMANALES



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos ICYTAL

- Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Medición LACM®, acreditado INN
- Plantas Piloto
- Laboratorio de Servicios



Plantas piloto para el desarrollo de productos y escalamientos de procesos.

Servicio de análisis químico, instrumental, físicoquímico, microbiológico y sensorial de alimentos (matrices diversas).

Metrología: ensayos de aptitud y elaboración de materiales de referencia para la industria de alimentos.



Contactos: secicytal@uach.cl labref@uach.cl metrologia@uach.cl
Teléfonos 56 63 222 1619 / 222 1245 / 222 1175 Av. Julio Sarrazin s/n Campus Isla Teja Valdivia



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA



Postgrado & ESPECIALIDADES 2015

09 PROGRAMAS DE DOCTORADOS

31 PROGRAMAS DE MAGÍSTER

32 PROGRAMAS DE ESPECIALIDADES



DIRECCIÓN ACADÉMICA DE POSTGRADO

AV FRANCISCO SALAZAR 01146 FONDO 08-49 3339697 TEMUCO - CHILE

LOS MEJORES ESTÁN AQUÍ



postgrado.ufro.cl

Acuicultura en el Perú

Una realidad que plantea nuevos desafíos comerciales y técnicos

Dr. Juan Battaglia Aljaro DMV.
 Director Gerente AB&T, Perú
 Juan.battaglia@gmail.com

Introducción

La Producción Pesquera Mundial de acuerdo a lo informado por la FAO ha alcanzado los 158 millones de toneladas de los cuales 66.6 millones de toneladas corresponde a la acuicultura, sin incluir las algas; por lo cual la acuicultura, es el sector de producción de alimentos de crecimiento más acelerado, hoy representa casi el 50% de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación, siendo la tendencia en estos últimos años para una alimentación más saludable, natural, contribuyendo con la seguridad alimentaria y el crecimiento mundial.

En los últimos años el Perú ha venido experimentando un crecimiento importante y sostenido de su acuicultura, la cual alcanzó en el año 2013 (últimas cifras oficiales) casi las 130 mil toneladas, lo cual es superior en 40% con relación al año 2012 (Tabla 1). Se debe indicar que del total de las cosechas el 70% de la producción corresponde al ámbito marítimo, destacando las especies Concha de Abanico y Langostino; asimismo el 30% corresponde a la producción del ámbito continental, destacando las especies Trucha, Tilapia, Gamitana y Paiche. La acuicultura del Perú, se concentra principalmente en los departamentos de Piura, Tumbes, Ancash, Puno, Junín, San Martín, Loreto y Huancavelica (Figura 1).

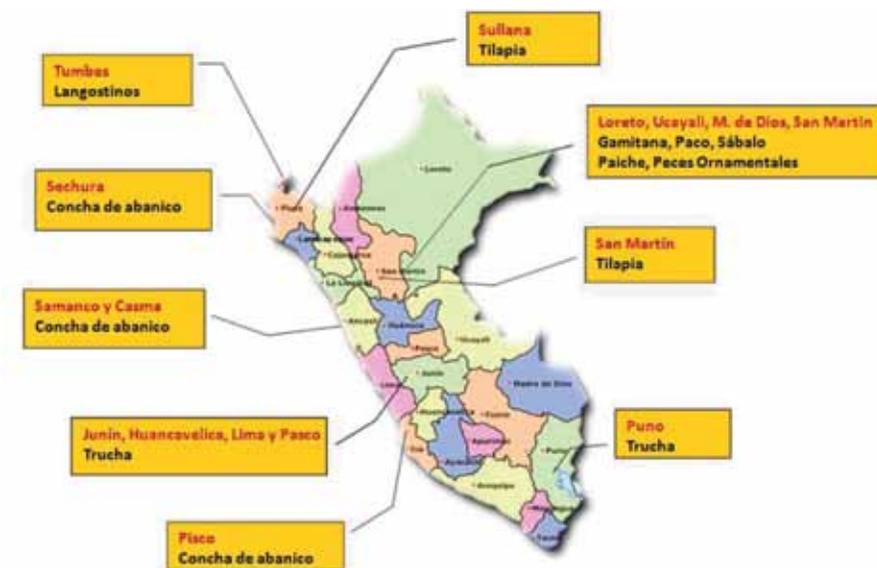
Especie/Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CONTINENTAL	6.142	6.227	6.729	9.128	14.652	14.790	16.961	23.267	38.488
Paiche	45	65	120	145	190	200	284	298	525
Trucha	4.699	5.475	5.950	6.997	12.497	12.985	14.250	18.975	32.450
Tilapia	1.326	619	549	1.741	1.714	1.261	2.013	3.455	4.949
Otros (*)	72	68	110	245	251	344	414	539	564
MARITIMO	12.407	17.015	19.272	21.529	26.910	24.126	27.721	71.721	88.381
Concha de Abanico	6.670	10.485	11.065	12.337	18.518	14.802	16.047	58.101	60.185
Langostino	5.659	6.434	8.097	9.092	8.314	9.257	11.657	13.598	28.122
Otros (**)	78	96	110	100	78	67	17	22	74
Total:	18.549	23.242	26.001	30.657	41.562	38.916	44.682	94.988	126.869

Tabla 1.
 Perú: Producción de Acuicultura por especie y ambiente 2005-2013 (Tons.).

Fuente: Produce Perú.

(*): Boquichico, Carpa, Paco, Pacotana, Carachama, Cam. Malayo y Gamitana.

(**): Ostra del Pacífico, Mejillones y otros misceláneos.



Fuente: Ministerio de la Producción
 Elaboración: Propia

Figura 1. Mapa de la acuicultura peruana.

Fuente: Dirección de Estudios y Derechos Económicos Pesquero y Acuícola - DGP - PRODUCE

(*) últimas cifras oficiales Produce, Perú.

Especie / Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (*)
Concha de Abanico	2.408	2.289	3.132	3.748	8.041	9.980	11.414	13.759	18.456
Langostino	4.045	5.619	6.925	7.622	11.035	7.703	11.825	10.473	16.573
Tilapia	40	0	8	69	62	94	232	237	282
Trucha	754	857	795	591	786	1.650	1.380	1.756	1.987
Paiche						2	32	96	100
Total:	7.247	8.765	10.860	12.030	19.924	21.658	25.623	27.517	37.398

Tabla 2. Perú: Exportación de productos de la acuicultura por especie 2005-2013 (Ton.).

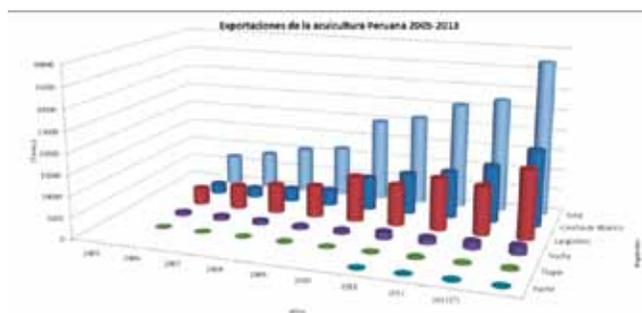


Gráfico 1. Exportaciones de la Acuicultura del Perú 2005-2013 (Tons.).

Asimismo, la comercialización internacional de los productos de la acuicultura peruana también siguen incrementándose (Tabla 2). Según cifras oficiales (produce) durante el año 2013 la comercialización interna alcanzó las 75 mil toneladas con un valor estimado de 134.4 millones de dólares y las exportaciones alcanzaron las 38 mil toneladas con un valor FOB de 678.8 millones de dólares, siendo las principales especies Concha de Abanico, Langostino, Trucha, Tilapia y Paiche (gráfico 1).

En la actualidad en el Perú, la industria con mayor proyección internacional (tradicionalmente enfocada hasta hoy al mercado local) es la producción de peces, especial interés adquiere la producción de Truchas y peces tropicales como el Paiche, en relación a la producción de truchas, la autoridad (produce) ha impulsado toda una campaña de promoción de la marca con denominación de origen "Andean trout" especialmente enfocada a los mercados europeo y americano.

El Ministerio de la Producción (produce) estima que el Perú necesita una inversión de 118 millones de dólares para reducir la brecha en acuicultura, destacando la inversión en investigación y desarrollo para alcanzar el nivel de otros países como Chile. La autoridad sostiene que se debe dar un gran salto, deben pensar en grande y requiere esa inversión para impulsar la acuicultura, detallan que dentro de este monto se requieren para sanidad unos US\$ 26 millones; para implementación de desembarcaderos, US\$ 12 millones; para supervisión, US\$ 50 millones, y otra cifra importante en investigación.

En el 2013 se registraron 130 mil toneladas de cosecha acuícola con un valor de venta de más de S/. 600 millones con derechos vigentes sobre 4,173 concesiones y un total de 27,000 hectáreas concesionadas. Perú tiene recursos, pero tiene limitaciones que son los temas de control burocrático y sobre todo un adecuado y eficiente otorgamiento de derechos de control y uso

sobre las áreas aptas que aún no están en uso para la actividad acuícola.

Para la FAO, esta actividad tiene un potencial importante sin desarrollar y requieren de mayor impulso por parte del gobierno. La acuicultura es algo muy reciente en el Perú, y a diferencia de lo que ha ocurrido en otros lugares, en los últimos 20 a 30 años ha despegado la acuicultura en muchos otros sitios (incluso en países vecinos como Chile y Ecuador) porque las condiciones ambientales han dado paso al desarrollo de ciertas especies, cosa que no se observa aun en Perú pero que se prevee que al 2015 esto ocurra, gracias a que se ha dado inicio a un programa de innovación de la cadena productiva de la acuicultura, el cual delineó y hoy ejecuta las estrategias para la modernización de las instalaciones de investigación, y aplicar adaptaciones tecnológicas, desarrollo de capacidades técnicas, mejoramiento de la regulación pesquera, y simplificación de los procesos de control. Como ejemplo se hace especial mención a la zona de Puno (Lago Titicaca) en donde hoy la actividad se sustenta con jaulas de no muy alta tecnología, teniendo el país, un potencial de recursos (agua y harina de pescado) que permitiría utilizar una superficie de 20 mil hectáreas de lagunas altoandinas a las que se ha calculado un potencial productivo de un millón de toneladas de trucha al año.

En relación al Paiche (Figura 2) y otros peces de agua dulce de interés como la Tilapia, de los que la producción se concentra en la zona Norte amazónica del Perú, hoy ya existen empresas instaladas que los están criando especialmente Paiche, en la zona de Yurimaguas en ambientes artificiales y cuya producción se exporta a Estados Unidos, Europa, Japón y China.



Figura 2. Paiche *Arapaima gigas*.

Las proyecciones de crecimiento estimadas para el año 2015 señalan que los niveles de cosecha podrían encontrarse entre las 125 y 135 mil toneladas y las tendencias de desarrollo y crecimiento se estarían enfocando a la piscicultura marina, el crecimiento de la acuicultura amazónica, el fortalecimiento de los cultivos de trucha arco iris en la sierra peruana, el mejoramiento de los sistemas de sanidad y la inserción del enfoque ecosistémico en la acuicultura.

Caracterización de la industria acuícola Peruana.

Según el ministerio de la Producción del Perú (Produce), la acuicultura peruana se puede dividir en cuatro fases. Comienza con la investigación, dándole énfasis a la obtención de conocimientos para un desarrollo sustentable de la acuicultura y sigue con el cultivo o crianza realizados en ambiente natural o artificial. A continuación, la etapa de poblamiento y redoblamiento, definida por el organismo como la siembra o resiembra de especies hidrobiológicas en ambientes marinos o continentales, y, finalmente se encuentra el procesamiento del producto.

Se distinguen además tres tipos de acuicultura, según el medio en que ésta se desarrolla. Éstas son:

- **Maricultura o acuicultura de especies marinas**, que ocupa un 82% del total de la producción acuícola, donde destacan las conchas de abanico (ostión), langostinos y ostra del Pacífico.
- **Acuicultura continental** (agua dulce) ocupa un 17% y se realiza en recursos hídricos lénticos o lóticos, donde destacan truchas, tilapia, gamitana, boquichico, paiche y paco.
- Por último, y en menor porcentaje se realiza **acuicultura en aguas salobres** o salinidad intermedia entre los tipos anteriores.

Dependiendo de la cantidad cultivada, existen tres niveles de producción y, según éstos, el gobierno peruano otorga derechos acuícolas. Los niveles se clasifican en:

- **Acuicultura de subsistencia**, con una producción menor de dos toneladas al año y derechos acuícolas otorgados por 10 años.
- **Acuicultura de menor escala**, con una producción entre 2 a 50 toneladas/año y derecho acuícola por 15 años.
- **Acuicultura de mayor escala**, con una producción sobre las 50 toneladas/año y derechos otorgados por 30 años. Los centros de producción de semillas y alevines se consideran de menor escala.

Los cultivos más desarrollados son el de concha de abanico, con un 61,35 % del total de especies marinas cultivadas; siguen los langostinos, con un 38,65%. Respecto a cultivo continental, las truchas sobresalen con un 74,85%, seguidas por las tilapias con un 18,62%. Los dos primeros se cultivan con fines de exportación, mientras que las truchas se destinan principalmente al consumo local.

Las principales zonas de cultivo varían según las especies. Los

langostinos se cultivan principalmente en Tumbes y Piura, mientras que esta última zona, y en San Martín, se caracterizan por el cultivo de tilapia. En La Libertad, Piura, Ancash, Tacna, Lambayeque, Ica, Lima y Arequipa, en cambio, se cultivan conchas de abanico (ostiones), mientras que en Iquitos se dedican a una diversidad de especies no tradicionales como el paco, gamitana, el sábalo y peces ornamentales, mientras que la trucha se cultiva en Junín y Puno.

Especies de la Acuicultura Peruana.

1. *Argopecten purpuratus* (Concha de Abanico).

De la familia Pectinidae, seis géneros se encuentran en las costas de Perú, sin embargo sólo dos de ellos tienen importancia comercial: *Argopecten purpuratus* y *Argopecten circularis*, la primera se encuentra en toda la costa peruana, mientras que la segunda se encuentra sólo en Tumbes y Piura. (Figura3).

El cultivo de Conchas de abanico comienza generalmente con la captación de semillas del medio natural. En Perú, los bancos naturales se encuentran en Sechura, Tortugas, Paracas, Bahía Independencia y Bahía Samanco, a su vez, por influencia del fenómeno del niño, se pueden captar abundantes semillas en Lurín, Pachamac, Islas San Lorenzo y Culebras.

La semilla es obtenida del medio natural o de *hatchery* y la engorda se realiza en sistemas suspendidos o cultivo de fondo. Actualmente sólo dos empresas cuentan con *hatchery* de producción de semilla. La engorda se realiza principalmente en mar, en sistemas suspendidos, o bien a través del poblamiento y repoblamiento del fondo marino. Ésta última es utilizada preferentemente por pescadores y pequeños cultivadores. El procesamiento final del producto lo realizan empresas prestadoras de servicio de localidades cercanas. Este producto se vende principalmente congelado a mercados internacionales.

Potencial del Perú

El cultivo de conchas de abanico u ostiones tiene un gran potencial debido a las características competitivas de las costas peruanas, definidas por Produce como aguas de gran riqueza, con alta productividad natural, y buenas condiciones oceanográficas, principalmente buenas temperaturas, que se transforman en ventajas competitivas para cultivar esta especie, lo que permite llegar a tallas grandes en menos tiempo.

Según estimaciones de Produce el cultivo de concha de abanico da empleo directo a unas 2.720 personas, y entre 5 mil a 8 mil empleos indirectos. Esto, considerando que cada hectárea de cultivo demanda entre 1 y 2 trabajadores directos y entre dos a tres indirectos.

El cultivo de pectínidos en Perú se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de un mayor número de empresas dedicadas al rubro. Por ejemplo, en el año 2000 la producción era de alrededor de 800 toneladas, mientras que en el año 2013 sobrepasó las 60 mil.



Figura 3. Conchas de Abanico

Las exportaciones de concha de abanico han aumentado considerablemente. Como ejemplo de esto, el 2002 se exportaron un poco más de 500 t. mientras que el 2013 fue de algo más de 18 mil. De éstas, un 60% se exportaron a Francia y el resto se distribuyó entre Italia, Estados Unidos y España, entre otros. Sin embargo, el aumento de producción ha ido en forma opuesta al precio, considerando que el 2006 se pagaban US\$ 13.31/kg. y desde el 2010 sólo US\$ 8.25/kg.

2. *Litopeneus vannamei* (Langostino).

El cultivo de langostino comienza con la importación de ejemplares denominados *semillas* desde Ecuador, las que son derivadas a un *hatchery*. Allí se desarrollan actividades como selección, maduración, fecundación, desove, desarrollo larval y post-larval, aunque el país apuesta por el autoabastecimiento. Actualmente existen dos centros de producción de post-larvas ubicados en Tumbes. Sólo uno de ellos cuenta con un plantel de reproductores, mientras que el segundo importa nauplios para continuar el cultivo.

En Perú actualmente se cultiva *L. vannamei*, conocido como langostino blanco, aunque en tiempos pasados se cultivó también *L. stylirostris*, llamado langostino azul.

L. vannamei (Figura 4) se cultiva en grandes densidades y se tiene completo conocimiento de la especie, la que se cultiva en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos. Estos últimos logran un mayor rendimiento y requieren de mayor infraestructura y equipamiento, para los semi-intensivos, en cambio, se utiliza mayor cantidad de hectáreas de cultivo, un escaso monitoreo ambiental y una densidad de cultivo de 6-12 post larvas, por metro cuadrado, mucho menor a la densidad ocupada en sistema intensivo donde la densidad es de 60 a 100 post-larvas por metro cuadrado.

Para el cultivo de langostino se requiere tanto de profesionales calificados como no calificados. Según estimaciones de Produce, el cultivo de langostino da empleo directo a unas 4.500 personas, y cerca de 2.000 personas adicionales, considerando los laboratorios y labores de proceso, lo que fue calculado considerando una persona por hectárea para el caso de cultivos semi-intensivos y alrededor de tres a cuatro personas por cultivo intensivo.

La productividad por hectárea para cultivos semi-intensivos se calcula en 2 tons./año, lo que se considera favorable en comparación a otros países de la región que producen la mitad por hectárea productiva. Para el caso de cultivos intensivos, la producción puede alcanzar las 15 t. por cada ciclo de un poco más de tres meses.

La actividad está regulada y se rige bajo normas de control de enfermedades, uso de antibióticos.

Las exportaciones de *L. vannamei*, en 2007, alcanzaron las 7 mil toneladas y el producto se dirigió principalmente a EE.UU., con envíos de 72,85 %, en 2007, seguido por España y Francia, que representan en conjunto cerca de un 20%. El 2013 las exportaciones a estos destinos fueron según cifras oficiales de aduanas de 16.500 toneladas, siendo los mismos mercados los que incrementaron sus requerimientos.

El proceso final lo realizan en Tumbes cinco empresas. El producto final se presenta como colas congeladas y producto entero congelado y rara vez se le da valor agregado. No obstante, los precios del langostino han ido en constante aumento.

Las perspectivas de crecimiento de la industria langostinera se han estancado luego de la proliferación de la enfermedad de la mancha blanca, que afectó en hace algunos años a la industria. Desde entonces, los capitales con que se trabaja son prácticamente propios y no están respaldados por los bancos.

3. *Oreochromis niloticus* (Tilapia).

El cultivo de la tilapia en el Perú se ha extendido significativamente en la selva alta, principalmente en la región de San Martín, en la costa norte (Piura).

El cultivo se realiza de forma extensiva, semi-intensiva e intensiva. En el primer caso, se realiza cultivo mixto de machos y hembras cultivados a baja densidad por familias de pobladores para consumo personal o venta local. El cultivo semi-intensivo es el más común mientras que el intensivo es menor y existe sólo una empresa privada que ha realizado una fuerte inversión en el rubro (Figura5).



Figura 4. Langostino (*L. vannamei*) cultivado.

Figura 5. Tilapia



La tilapia se cultiva en monocultivos en estanques o jaulas flotantes y existen policultivos que incluyen tilapia, junto a otras especies, como paco, gamitana y paiche, entre otros.

Esta especie se cultiva principalmente en estanques artesanales y excavados en tierra, que poseen sistemas de llenado y secado de manera individual, unos con otros. El agua utilizada se obtiene de los mismos ríos y embalses de las cercanías del propio cultivo y también se realiza en estanques de fibra de vidrio, láminas metálicas o cemento, con superficie de hasta 300 metros cuadrados y profundidad entre 0,5 y 2 m.

El cultivo de tilapia ha tenido un rápido crecimiento debido a la incorporación de tecnología. Sin embargo, la estimación de la producción es inexacta debido a la dificultad de acceso a los datos de productores locales. Los datos oficiales dicen que en el año 2000 se produjeron 46 t. lo que ha aumentado notoriamente hacia el 2013, en que se reportó una producción de 4.900 toneladas.

El principal mercado es EE.UU., y en Europa el consumo es aún insipiente. A nivel nacional, en Perú se ha comenzado a consumir y a aceptar el producto, que se comercializa de preferencia en la selva alta de Perú (San Martín) y también en Lima.

La mayor debilidad del cultivo se encuentra en el procesamiento, aunque ya se trabaja en darle valor agregado. El producto se comercializa vivo, entero, fresco y congelado, filete fresco y congelado.

4. *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arcoíris).

La producción semi intensiva se realiza en jaulas flotantes (Figura 6), económicas y de fácil transporte. La densidad de cultivo se mantiene en 10 kg. por metro cúbico. La producción intensiva es la que ha permitido mejorar las técnicas de cultivo y lograr mejores resultados, llegando a valores de producción para trucha "pan size", tamaño porción o tamaño plato de 270 a 330 gramos por animal de hasta 2 toneladas por hectárea/año. Otro producto que se viene desarrollando especialmente en la zona de puno corresponde a una trucha de peso promedio de 1 kilo, denominada "Truchón" la que se destina fundamentalmente a procesos de valor agregado o a restaurantes como pedido especial.

El cultivo de la trucha comienza con la obtención de alevines. En Perú, la época de desove es de abril hasta octubre, siendo los

Figura 6. Jaulas flotantes cultivo de truchas Capachica, Puno, Perú.



meses de junio y julio los de mayor actividad. Éste es el punto crítico para el desarrollo del cultivo, ya que no existe certificación de calidad de ova. Los alevines pueden provenir de cultivos o bien del medio natural por poblamiento ya que la especie se ha adaptado a las condiciones ambientales. Sin embargo hoy en día prácticamente el 75% de las ovas utilizadas corresponden a ovas embrionadas importadas.

Cabe destacar que la truchicultura se desarrolla en lagos y lagunas de aguas frías (Figura 7), por lo cual las empresas ubican preferentemente sus cultivos en quebradas para abastecerse de agua proveniente de deshielos.

El Estado peruano ha participado en la cadena productiva instalando estaciones piscícolas (pisciculturas) que actualmente están a cargo de los gobiernos regionales. Sin embargo, estos centros no satisfacen la demanda del país ni tampoco han dado el resultado esperado por los cultivadores en cuanto a calidad de ova al comparar éstos con los obtenidos al utilizar ova importada.

La importación de ovas (Tabla 3) representa el 80% del total de ovas utilizadas en un año y se realiza desde Estados Unidos y en menor proporción desde Dinamarca y otros países. Estas importaciones han aumentado significativamente si consideramos que en el año 2003 se importaban sólo 9,5 millones de ovas para el 2014 la cifra oficial reporta una importación de 180 millones de ovas embrionadas/año. Situación desde la perspectiva sanitaria de alto riesgo y de la cual ya países como Chile han sacado experiencias productivas de alto impacto en términos de pérdidas por introducción de enfermedades y altos costos en el control de ellas.



Figura 7. Jaulas truchas Huancavelica, Perú.

Tabla 3. Perú importaciones de ovas de trucha arcoíris 2004-2014 (en miles de ovas).

AÑO	USA	DINAMARCA	OTROS (*)	TOTAL
2004	15.045	0	0	15.045
2005	15.536	1.495	0	17.031
2006	26.145	3.190	0	29.335
2007	42.020	1.990	0	44.010
2008	54.745	3.945	0	58.690
2009	63.555	2.630	0	66.185
2010	82.290	2.990	0	85.280
2011	124.118	1.800	600	126.518
2012	126.227	9.850	5.930	142.007
2013	130.095	17.045	6.045	153.185
2014(**)	147.850	21.000	5.825	174.675

Fuente: DIAC y Aduanas Perú. (*) Inglaterra, Chile y España.

(**) Estimado sobre comunicaciones personales de importadores.

En la etapa de engorda se utilizan distintos tipos de infraestructuras y distintos niveles de producción, desde fosas cavadas en tierra, estanques de cemento y jaulas, que son rectangulares, circulares u octogonales. La engorda la realizan pequeños productores y principalmente empresas privadas, de las cuales sólo una exporta. Las demás venden su producto en el mercado interno, principalmente en la capital. El procesamiento del producto final aún no se logra integrar del todo al proceso, por lo que el producto se comercializa congelado y viscerado sin mayor valor agregado.

Si bien el cultivo de la trucha es conocido por los acuicultores peruanos, aún falta desarrollo y perfeccionamiento. El Ministerio de la Producción del Perú indica que la cadena productiva de la trucha se encuentra completa, pero la debilidad de sus eslabones genera ineficiencias, tales como: la pérdida de mercados potenciales. En el rubro trabajan personas calificadas principalmente para el área de alevinaje.

Según Produce, la trucha es la especie de mayor incidencia en la producción acuícola continental del Perú, pasando de 1.608 toneladas producidas en 1990 hasta llegar a las 32 mil el año 2013 con una proyección para el 2018 de 100 mil.

Los principales mercados de la trucha peruana han sido Japón, Rusia y Alemania, además de Italia, Bélgica, Dinamarca, Austria, Francia y Estados Unidos.

El producto final se ofrece fresco, refrigerado (viscerado y corte mariposa), congelado (corte mariposa y filetes individuales) y filetes ahumados. Aunque por la falta de frigoríficos y, por ende, el elevado costo, el producto se comercializa principalmente en mercado local como producto fresco refrigerado.

Situación sanitaria de la Acuicultura del Perú.

La situación sanitaria de la acuicultura Peruana, no es diferente a las experiencias de otros países que comenzaron en esta actividad hace ya varios años, la industria si bien ha tenido problemas sanitarios que han provocado pérdidas importantes en sus produccio-

nes como fue lo que ocurrió con Mancha Blanca en los camarones que provocó el 2007 la muerte de prácticamente el 80% de la producción de ese año.; o las prevalencias desconocidas de enfermedades que afectan a los cultivos de truchas como Aeromonas, Yersiniosis, Flavobacteriosis, BKD e IPNV entre otros, las que complican los resultados productivos esperados, sin tener la industria la posibilidad de un diagnóstico oportuno y exácto respectod e las variantes, serogtipos o cepas que afectan a los cultivos.

Para Perú, el no disponer de capacidad diagnóstica oportuna ha sido una de las brechas a poder superar sobre todo al pensar en potenciar el merado exportador, mercado que no permite los “abusos terapéuticos” que un mercado local por ignorancia o incapacidad de entender la problemática considera, como es el riesgo o potencial riesgo del uso de presentaciones farmacéuticas desarrolladas para otras industrias en la acuicultura.

La sanidad y lo delicado de este aspecto ha motivado a partir del 2014 a generar a partir del Instituto Tecnológico Pesquero (ITP Perú) el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) a la actividad dándole capacidad de legislar respecto de la sanidad y programas de control y monitoreo de enfermedades de la acuicultura. Así aparece un marco regulatorio que establece requisitos y controles de manera de evitar la llegada de enfermedades para todas las especies cultivadas que pongan en riesgo a la industria.

Así a parcen reglamentos y manuales a partir del 2004 que dicen relacion con establecer un marco de protección a esta industria en desarrollo programas de variado índole como:

- Control sanitario del medio
- Normativa y reglamentación
- Inspección y certificación para exportación
- Medio ambiente acuícola
- Normativa y Auditoría sanitaria de cultivos
- Habilitación de Instalaciones para acuicultura
- Programas de control de residuos de medicamentos veterinarios.
- Registro y control de medicamentos veterinarios para la acuicultura (PCRA)
- Programa de Control sanitario para los animales acuáticos (PCSAA).
- Programa de control para moluscos bivalvos (PCMB)

Enfermedades relevantes de la Acuicultura Peruana.

Recién el 2008, se reporta por primera vez, la presencia de enfermedades virales en la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, en el Perú. La detección se realizó, durante la investigación de dos brotes epizooticos con altas mortalidades, ocurridos en el mes de abril de 2007 en el cual se estudiaron 54 alevines de truchas arco iris de dos pisciculturas ubicadas, una en Quichuay-Junín y la otra en el Lago Titicaca-Puno. Se realizaron estudios parasitológico, bacteriológico e histopatológico. En los estudios parasitológico y bacteriológico no se encontró ningún agente infeccioso. En el estudio histopatológico se evidenció lesiones patognomónicas de la Necrosis hematopoyética infecciosa (IHNV), la

Pancreatitis necrótica infecciosa (IPNV) y Septicemia viral hemorrágica (VHSV), enfermedades de etiología viral. En Junín se halló a la IHN y VHS, mientras que en Puno, se encontró a la IPN, siendo estos departamentos, los de más alta producción truchícola del país.

Además se han descrito en Perú la presencia de otras enfermedades bacterianas asociadas a los cultivos de truchas y otros peces de Agua dulce, como: Columnariosis, producida por *Flavobacterium columnare* en truchas de 5 gramos, Septicemia hemorrágica bacteriana producida por *Aeromonas hydrophila*, Furunculosis por *Aeromonas salmonicida*, enfermedad entérica de la boca roja producida por *Yersinia ruckeri* y últimamente (2012) Enfermedad bacteriana del riñón (BKD) por detección de *Renibacterium salmoninarum*.

Junto a las bacterianas y virales se describen también enfermedades Fúngicas (Saprolegniosis) y Protozoarias como, Ictiofitiriasis o Ictiofonosis (*Ichthyophthirius multifiliis*), Argulosis (*Argulus spp.*), Costiasis (*Costia spp.*) y Chilodoneliasis (*Chilodonella cyprini*) y se completa el listado con parásitarias como Dactylogiriosis (*Dactylogirus spp.*) y Lerniasis (*Perulernaea gamitana*).

Para esto la batería de herramientas terapéuticas y profilácticas, se reducen al uso de algunos productos muy básicos como son la formalina, la cal, algunos antibióticos (no desarrollados para acuicultura) y algunas importaciones puntuales de Quimioterápicos importados. Se destaca la inexistencia de vacunas para el tratamiento preventivo y la no capacidad de desarrollo local de autovacunas.

Resumen.

La acuicultura en el Perú, actualmente con un volumen de producción de 140 mil toneladas, muestra una dinámica de crecimiento acelerada, común a la historia de otros países acuicultores, si se compara con la situación chilena, si bien ellos están hoy en los niveles de productividad de Chile hacia el año 2000, ellos poseen un portafolio de productos bastante más amplio que la acuicultura chilena actual.

La organización productiva está mayoritariamente representada por explotaciones medianas de baja sofisticación tecnológica y con resultados productivos promedio bajos para los estándares tradicionales. Existen en Perú instituciones oficiales que han formulado e instaurado un plan estratégico de desarrollo de la actividad teniendo como meta una producción estimada de 250 mil toneladas proyectadas para el quinquenio 2015-2020.

El instituto tecnológico pesquero ITP actúa como ente regulador de la actividad a través de su filial IMARPE (Instituto del Mar del Perú) y su SANIPES (Servicio de Sanidad Pesquera y de la Acuicultura (equivalente a SERNAPESCA en Chile), quien entre otras cosas regula el registro y autorización de comercialización de productos farmacéuticos veterinarios, actividad compartida con SENASA (servicio de Sanidad Agropecuaria) equivalente al SAG de Chile.

La proyección de desarrollo y los aspectos económicos asociados a la acuicultura peruana son direccionadas y articuladas por el

ministerio de la producción del Perú (produce) de quien depende como agente promotor de los productos de exportación la oficina Sierra Exportadora equivalente a ProChile.

Los acuicultores peruanos definitivamente están variando sus estrategias productivas, teniendo claro la demanda de tecnología, insumos y procesos que garanticen el posicionamiento de su producción en los mercados internacionales haciendo alarde de la denominación de origen de su producto "Andean trout" o "Concha de Abanico Peruana" entre otros esfuerzos regionales.

El mercado para ellos resulta ser mayoritariamente USA, y Europa, tradicionales consumidores de acuicultura especialmente Concha de Abanico y Trucha, interesante resulta la producción de especies no tradicionales (especialmente peces amazónicos) los que se observan como productos de alto interés en mercados como el americano y asiático. Sin embargo están claros los productores que requieren de tecnología que garantice la calidad e inocuidad alimentaria de su producto.

Las bacterias, virus y parásitos, presentes en esa industria ya se están conociendo oficialmente; ya están publicados *papers* ISSN sobre hallazgos y coinciden plenamente con la experiencia vivida en Chile, existiendo un potencial de colocación de productos especializados no solo de tipo terapéuticos, sino también la línea de bioseguridad y profilaxis mediante vacunas.

La capacidad diagnóstica de patógenos, la que no es alta, está concentrada en tres laboratorios de las universidades tradicionales Limeñas (Agraria de la Molina, San Marcos y Cayetano), y la Universidad del Santa (la que acaba de inaugurar un laboratorio de biología molecular) las que son limitadas en coberturas y tecnologías.

Los productores locales especialmente los de truchas, están usando en la actualidad presentaciones desarrolladas para otras especies ejemplo de ello es la demanda de Sulfas potenciadas que es la herramienta que ellos tienen con Terapéutico para *Flavobacterias spp.* y *Yersinia sp.*, con resultados variables ya que no disponen de una orientación profesional especializada estratégica y trabajan sobre la base de ensayo error, incluso combinando este tipo de productos con otros desinfectantes caseros como soda o cal, lo que genera interferencias por pH, entre otros riesgos de fracaso terapéutico.

El mercado para productos Aqua especializados, si bien se observa bastante menor que el que actualmente tenemos en Chile, es importante de considerar ya que ellos producen tres veces mayor número de peces por kilo producido lo que hace de este un mercado atractivo.

Los grandes productores requieren que empresas farmacéuticas introduzcan y comercialicen líneas de productos específicos, ya que a los grandes los mercados les exigen trazabilidad y en el corto plazo serán más los productores que den el salto tecnológico como para ser demandantes así como hoy lo son solo algunas de las empresas productoras de acuicultura en Perú.



Compromiso de Calidad y Servicio

Nuestro compromiso con la acuicultura nos obliga a ofrecer el mejor servicio y la mejor calidad en nuestras redes, cabos e hilos.

- ***Paño pecero raschel***
- ***Paño lobero braided***
- ***Paño braided monofilamento***
- ***Paño pajarero monofilamento***
- ***Hilos torcidos y trenzados***
- ***Mallas armadas listas***



Avenida Juan Soler Manfredini N°11, Of. 803, Puerto Montt - Chile
Fonos: (56 65) 2314287 - 2316989 - 2311351
e-mail: fimar@fimartrading.cl



www.fimar.com.pe

Incubador para ovas de salmónidos con control automático de las variables de incubación



Victor Vidal

Memoria de tesis del programa de Magíster en Acuicultura

Universidad Católica del Norte

Widal@biomar.com

El crecimiento de la industria del salmón se ha sostenido con la producción de ovas nacionales complementada con ovas importadas, estas últimas están disponibles durante la época del año donde no existe oferta de ovas nacionales debido a la diferente estacionalidad que ofrece el hemisferio norte, por lo tanto, la complementación de ambas han servido para dar continuidad al ciclo de engorda (Gonzalez 2003). Actualmente, solo el salmón plateado (*Oncorhynchus kisutch*) es producido con un 100 % de ovas nacionales, para el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), los porcentajes de importación han sido variables a través de los años con una tendencia a la baja (Anuario Estadístico IFOP).

El principal cuestionamiento que se genera a la importación de ovas radica en el peligro de introducir enfermedades exóticas que pongan en riesgo la actividad salmonera nacional, como fue el caso de la introducción del virus ISA-V (*Infectious salmon anemic*) e IPN-V (*Infectious pancreatic necrotic*) (Vike et al. 2008). En general, el problema se ha enfrentado con las herramientas que entrega la Ley General de Pesca y Acuicultura N°18.892, para evitar el ingreso de ovas infectadas con patógenos exóticos, como es el caso del PD-V (*pancreas disease*).

La problemática para obtener ovas nacionales durante todo el año se ha enfrentado de diferentes maneras, retrasando o adelantando los desoves mediante manejo de fotoperiodo en los reproductores o trasladando las ovas donde exista agua más fría para retrasar el desarrollo embrionario, o la combinación de ambos. Estas medidas de manejo son complejas, onerosas y generalmente no satisfacen en un cien por ciento las necesidades. Consideramos para el trabajo como hipótesis que “es posible controlar automáticamente la temperatura de incubación y por esta vía también es posible controlar el desarrollo embrionario de las ovas”. Para satisfacer la hipótesis, se planteó como objetivo en el marco de un trabajo de tesis del programa de Magíster en Acuicultura dictado por la Universidad Católica del Norte, diseñar un incubador adiabático e isotérmico para embriones de salmónidos con control automático de las principales variables físico-químicas del agua relevantes para la incubación de embriones de salmónidos a nivel de Ingeniería de Detalle.

La ingeniería conceptual del incubador consideró para su desarrollo los requerimientos físicos y químicos del agua necesarios para mantener el ambiente ajustado a estándares requeridos para una óptima incubación (Alderdice et al. 1958; Anthoniesen et al. 1976; Atland et al. 2009; Burt et al. 2011; Celius et al.

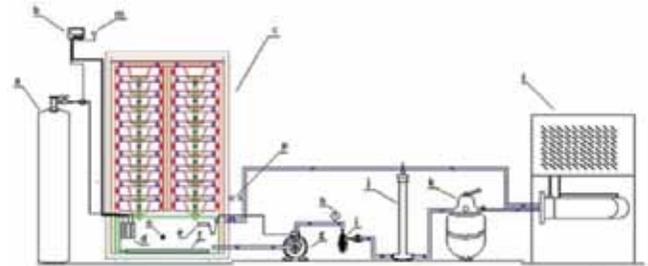


Figura N°1. Layout conceptual del incubador. **a.** Sistema de oxigenación, **b.** Sistema de control automático, **c.** Paneles exteriores del incubador, **d.** Sensores de amonio, oxígeno, pH y CO₂, **e.** Sensor de nivel, **f.** Placa difusora de oxígeno, **g.** Electrobomba, **h.** Manómetro, **i.** Filtro de anillas, **j.** Sistema UV, **k.** Filtro de zeolitas, **l.** Bomba de calor, **m.** Alarma sonora, **n.** Punto al cual se hace referencia en la Memoria de Cálculo.

1998; Czihak et al. 1979; Farmer 2000; Jensen 2003; Leitritz et al 1980; Liao 1971; Ojanguren et al 2003; Rombough 1988^a; Timmons et al. 2009; Wallace et al 1988) además de las exigencias legales pertinentes (Figura N°1).

La construcción del incubador (Figura N°2) se consideró con panel sándwich de poliuretano inyectado, que está formada por dos capas externas metálicas de 5,0mm y un alma de poliuretano de 40,0 mm de espesor. Además de su alta capacidad aislante el material permiten construcciones auto soportante, impermeables, fácil de lavar y sanitizar. Las dimensiones del incubador son 1.200 x 680 mm de base y 2.000mm de alto, con dos puertas frontales que cierran herméticamente a las paredes del incubador. Las bandejas van montadas en un atril, estructura de acero inoxidable, donde se disponen 10 bandejas por columna.

La bandeja está formada por dos cuerpos, la base y el canastillo, esta lleva adosado dos ejes con ruedas de poliamida, las que corren por un riel del atril, permitiendo una fácil extracción desde el incubador, el piso de la bandeja lleva conos de anclaje, los que ayudan a las larvas a mantenerse sujetas al fondo permitiendo una correcta absorción del saco vitelino.

El agua ingresa al incubador por su cara posterior. El flujo es controlado por válvulas de corte, permitiendo un equilibrado ingreso a las bandejas. Cada bandeja dispone de dos entradas laterales que la conducen a la parte frontal de la bandeja. El agua ingresa al canastillo de ovas por el fondo de la bandeja ascendiendo en forma vertical impidiendo de esta manera las áreas muertas producto de la pérdida de carga generada por las ovas. El agua es evacuada de la bandeja a través de un drenaje central que la conduce directamente al estanque acumulador ubicado en el

fondo del incubador; por lo tanto no hay mezcla de esta entre las bandejas de incubación.

Bajo las bandejas de incubación se encuentra el estanque colector de agua, este la recoge de cada una de las bandejas. En este estanque se ubican los sensores de temperatura, pH y oxígeno, además del difusor de oxígeno. Los sensores y difusor de oxígeno están controlados directamente por un PLC, el que mantiene los parámetros dentro de los rangos seteados.

El agua es succionada desde el exterior por una electrobomba que la impulsa por todo el circuito, el que está formado por un filtro para retener elementos orgánicos mayores a 50 micrones, posteriormente el agua circula por una unidad UV, que ayuda a mantener en buenas condiciones el estatus sanitario del sistema, posteriormente pasa el agua por un filtro de zeolitas que retiene el amonio generado por el metabolismo de las ovas. Por último el agua circula a través de una bomba de calor que mantiene el agua dentro de un rango de temperatura según el programa de incubación; de ahí nuevamente entra al incubador para continuar el ciclo.

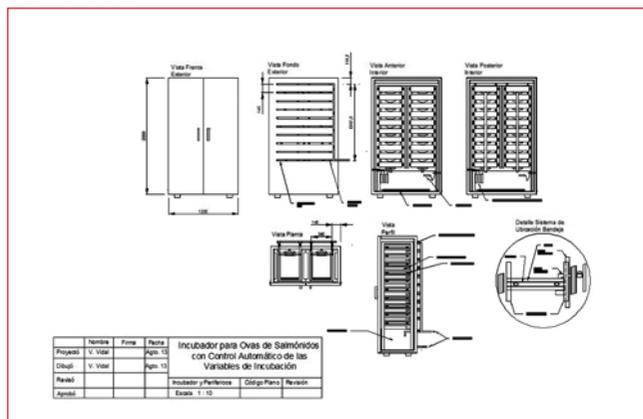


Figura N°2. Plano de detalles del incubador.

En relación a las condiciones de borde, por su naturaleza adiabática e incorporación de elementos periféricos, este diseño permite operar en cualquier lugar geográfico bajo diversas condiciones ambientales. Además permite incubar ovas desde la fecundación hasta el momento en que los embriones estén aptos para el inicio de alimentación prácticamente sin recambio de agua, minimizando el consumo energético, transformándolo en una herramienta económica y medioambiental sustentable para la industria salmonera.

Bibliografía

Alderdice D. F., Wickett W. P. and Brett J. R. 1958. Some Effects of Temporary Exposure to Low Dissolved Oxygen Levels on Pacific Salmon Eggs. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 15: (2) 229-250

Anthoniesen A. C., Loehr R. C. and Prakasam T. B. S. 1976. Inhibition of Nitrification by ammonia and Nitrous-Acid. *Journal Water Pollution Control Federation* 48(5) pp. 835-852.

Åtland Å. and Bjerknes V. 2009. Calidad de Agua para el Cultivo

de Smolts en Chile. Editores Åse Åtland Vilhelm Bjerknes. Primera edición Chile 27 - 35.

Burt J. M., Hinch S. G., and Patterson D. A. 2011. The importance of parentage in assessing temperature effects on fish early life history: a review of the experimental literature. *Rev Fish Biol Fisheries* 21: 377-406

Celius T. y Walther B., 1998. Oogenesis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) occurs by zonagenesis preceding vitellogenesis in vivo and in vitro. *J Endocr* 158, 259-266.

Czihak G., Peter R., Puschendorf H. and Grunicke H. 1979. Some data on the basic metabolism of trout eggs. *J. Fish Biol.* 15: 185-193.

Farmer G.J. 2000. Effects of low environmental pH on Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Nova Scotia. Department of Fisheries and Oceans Science Branch, Maritimes Region P.Box 1006, Dartmouth, NS B2Y 4A2

Gonzalez Oscar 2003 Diseño y Optimización de Tecnología de Producción de Ovas Nacionales de Salmón Coho, Salmón del Atlántico y Trucha Arcoiris, Durante Todo el Año y de Alta Calidad Sanitaria. Programa de Proyectos de T.T. - 2a fase - D03T2016 CONICYT.

Jensen, J.O.T. 2003. New mechanical shock sensitivity units in support of criteria for protection of salmonid eggs from blasting or seismic disturbance. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2452: 18 p.

Leitritz E. and Lewis R. 1980. Trout and salmon culture. California Fish Bulletin Number 164.

Liao, P.B. 1971. Water requirements of salmonids. *Prog. Fish-Cult.*, 33(4) :210-215

Ojanguren F. and Braña A. 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of Fish Biology* 62, 580-590

Rombough P.J. 1988a. Respiratory gas exchange, aerobic metabolism, and effects of hypoxia during early life. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.), *Fish Physiology*, vol. XIA. Academic Press, New York, pp. 59-161

Servicio Nacional de Pesca 2013. Anuario Estadístico

Servizi J. A., Martens D. W. and Gordon D. E. 1971. Toxicity and Oxygen Demand of Decaying Bark. *Journal Water Pollution Control Federation*. Vol. 43 No 2 pp 278-292.

Timmons, J., Ebeling J. y Piedrahita R. 2009. Acuicultura en Sistemas de Recirculación. Copyright © by Cayuga Aqua Ventures, LLC 126 Sunset Drive Ithaca, NY 14850.

Vike S., Nylund S., and Nylund A. 2008 ISA virus in Chile: evidence of vertical transmission. *Archives of Virology* Volume 154, Number 1, 1-8, DOI: 10.1007/s00705-008-0251-2.

Wallace J. C. and Heggberget T. G. 1988. Incubation of Eggs of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) from Different Norwegian Streams at Temperatures below 1 °C. *Canadian Journal of Fisheries Sciences* 45: (1) 193-196.

SAAM se consolida como el principal frigorífico de la zona sur austral



Sumadas ya más de dos décadas de operación en el sur de Chile, SAAM ha ido integrando, diversificando e incrementando cada vez más sus operaciones, poniendo foco en la entrega de soluciones logísticas integrales de alto valor, con el objeto ir respondiendo constantemente a la evolución de las necesidades de la Industria local y proponiendo nuevas formas de hacer en el proceso evolutivo de la gestión logística de todo tipo de cargas, medios de transporte y formatos de almacenaje.

Es por esta razón que el año 2013, la compañía dio inicio al mayor plan de inversiones en la Región de los Lagos en toda su historia, doblando su capacidad Instalada de almacén Frigorífico y realizando el "take off" de su nuevo sistema WMS (Warehouse Management System), lo que se traduce en un hito de profesionalización del servicio y aumento de capacidad operativa de primera línea, dotando a la ciudad de Puerto Montt y a las Industrias del Salmón y Mitílidos, de Instalaciones, tecnología y servicios que han aportado al desarrollo de las exportaciones de productos congelados de las Regiones de Magallanes, Aysén y Los Lagos.

El año 2014, SAAM materializa la primera etapa del plan de inversiones, en donde se agregan 1680 racks en posiciones de tipo pushback, sistema de almacenamiento de alta velocidad en operación, que permite una óptima gestión de carga de productos de gran rotación. Apto para el almacenaje de unidades no uniformes en formas, pesos y contenidos. El diseño del stacking del frigorífico, incorpora carros móviles de almacenaje por acumulación, los que se mueven por gravedad permitiendo operar simultáneamente en diversos pedidos.

El año 2015, habiendo llegado a su máximo de capacidad instalada de 3.600 toneladas de almacenaje, comienza a desarrollarse la segunda etapa del plan de inversiones, el cual contempla la construcción de instalaciones de última generación, que le permitirán llegar a una capacidad nominal que superará las 7.000 toneladas de almacenaje día en cámaras frigoríficas,

consolidándose de esta manera como el principal centro logístico para la gestión integral de carga congelada, sumando además una de las más importantes baterías de plugs para stacking full de contenedores reefer en la zona .

El nuevo frigorífico seguirá la línea del anterior, con el mismo sistema de racks pushback, incorporando a lo existente un sistema de frío respetuoso con el medio ambiente en base a refrigerante Amoniaco 100% ecológico (no daña la capa de ozono), con monitoreo remoto en base a compresores con bajo impacto auditivo, con una capacidad de -25°C de temperatura ambiente, con temperaturas de contacto al producto en torno a los 20 grados bajo cero.

Leonardo Palomo, Agente de SAAM en Puerto Montt, comenta que dentro de los principales objetivos de SAAM en la zona, está el **"mantener el liderazgo en la industria en términos de almacenaje, gestión compleja de stock, servicios de valor agregado y transporte de productos de origen acuícola"**.

Al mismo tiempo, la maduración que ha experimentado la compañía en términos de eficiencia operativa y soporte tecnológico para la gestión de las cargas, ha llevado a SAAM a incrementar su participación a lo largo de la cadena logística del Salmón y los Mitílidos, al integrar sus servicios, desde la cosecha del producto, hasta la tramitación del embarque de las cargas de exportación.

Hoy SAAM ofrece un servicio totalmente integrado, recibiendo el producto recién cosechado, lo transporta a la planta de procesos, para luego entregar soluciones de transporte, almacenaje, administración de stock para producto terminado, preparación de pedidos de exportación, consolidación de contenedores y transporte ruta a puertos, cerrando el ciclo con la confección de todos los documentos necesarios para la exportación de la carga (servicio agente embarcador).

De la mano del crecimiento de sus operaciones en Puerto Montt, SAAM ha logrado entrelazar sus servicios a la carga de origen acuícola, integrando operaciones en Punta Arenas, Chacabuco y Talcahuano, lugares en donde se desarrollan servicios como cosecha, transporte, almacenaje y manipulación de carga.

LA OPERACIÓN SE SUSTENTA EN NUESTRO WMS Y LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA A LO LARGO DE LOS AÑOS.

Respecto a la Gestión de las cargas, SAAM toma como base para su crecimiento y consolidación, el desarrollo de una extensión In house de un WMS en base a SAP, en donde se genera un robusto sistema de gestión logística que va más allá de los tradicionales ERP, llegando a un modelo hecho a la medida que permite llevar un control de stock caja a caja, donde el cliente logra disponer de la completa trazabilidad de la carga durante todo el proceso de almacenaje (Recepción, Almacenaje, Selección y Despacho).

“SAAM a lo largo de Chile, así como también en sus operaciones en el resto del mundo, está enfocado completamente en resolver las complejidades de la gestión de las cargas, con modelos de operación diseñados en virtud de un crisol de necesidades. Por tanto, si hay un valor que nos distingue, es la capacidad para adaptarnos a la operación del cliente. Los invito a conocernos”.

Leonardo Palomo Buccelloni
Agente SAAM Puerto Montt





Servicio Integral a la Industria del Salmón y Productos Congelados



SAAM ofrece un servicio integral a la carga congelada desde la planta del cliente hasta el puerto de embarque, entregando todos los servicios logísticos para el almacenaje y transporte de productos provenientes de las industrias salmoneras, de mitilicultores y de berries.

- Terminal Puerto Montt
- Terminal Puerto Chacabuco
- Terminal Punta Arenas
- Terminal Talcahuano

CICLO DEL SALMÓN



www.saamsa.com

Marcaje experimental de juveniles de camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*, Molina, 1782) UTILIZANDO UN IMPLANTE DE ELASTÓMERO VISIBLE



M. Morales^{1,2}, C. Méndez², J. Moreno², C. Álvarez² & J. Meruane²

¹ Doctorado en Acuicultura. Programa Cooperativo Universidad de Chile, Universidad Católica del Norte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

² Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte Coquimbo, Chile.
mcmorale@ucn.cl



INTRODUCCIÓN

La acción de identificar o marcar crustáceos es más compleja respecto de otras especies hidrobiológicas, porque es afectada por el proceso de la muda del exoesqueleto, causante de pérdidas de las marcas externas y por el pequeño tamaño de los individuos, lo que dificulta el implante de marcas internas. En las actividades de pesquería y acuicultura de crustáceos, el marcaje, es utilizado para el seguimiento de la migración de especies (Arana, 1992; Muñoz *et al.*, 2006) y para evaluar la trazabilidad en aquellas de interés comercial (Hastein *et al.*, 2001). En Chile, el marcaje se ha utilizado en poblaciones de crustáceos demersales, considerando la estrategia de marcaje y posterior recaptura determinando desplazamientos, comportamiento, abundancia y mortalidad (Arana & Venturini, 1989; Campodónico *et al.*, 1983; Arana, 1992; Campodónico & López, 1988; Gallardo *et al.*, 2007; Ernst *et al.*, 2008; Ibarra & Arana, 2011).

Considerando la necesidad básica de que los marcadores deben tener mínimos impactos sobre la salud, crecimiento, comportamiento, supervivencia y bienestar animal, así como considerar aspectos propios del marcador, como facilidad en su aplicación, buena retención, visibilidad y proporcionar una gran variedad de códigos de identificación (Josephson *et al.*, 2008), en crustáceos los procedimientos de marcaje no han sido fáciles y han requerido importantes mejoras, dejando atrás el ejercicio de la mutilación de apéndices, la instalación de bandas de polietileno y la inyección de tintas, que por su consistencia migran a órganos sensibles causando la muerte de los ejemplares (Hastein *et al.*, 2001).

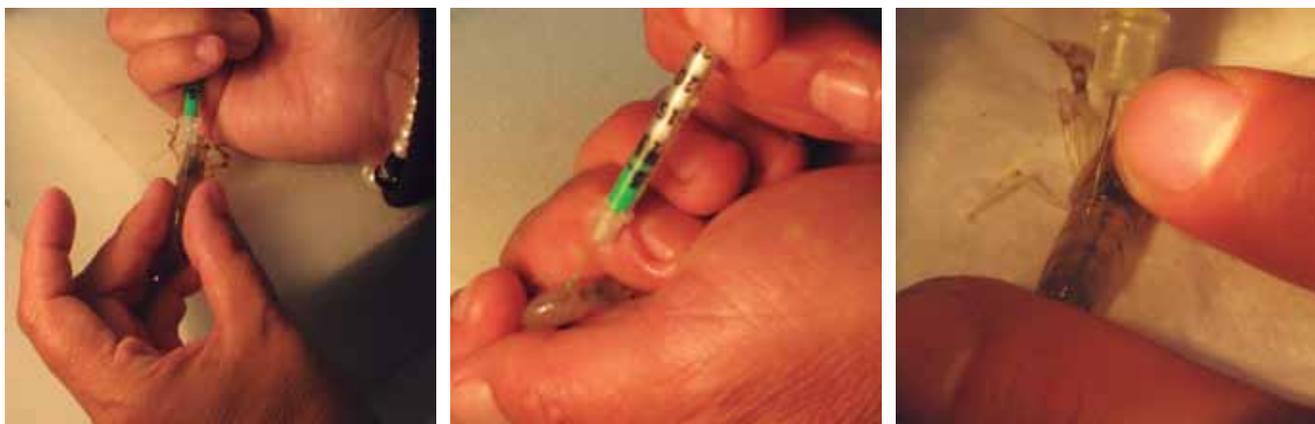
En Chile, el estudio de la actividad de repoblamiento del camarón de río del norte, desarrollado bajo el proyecto Fondef D0811104 (2012), desafió el marcaje, al requerir identificar una gran cantidad de ejemplares de camarón de río de pequeño tamaño (juveniles de 45 días). Para esta especie existe un solo reporte de marcaje, que considera animales adultos, a los que se realizó cortes en su caparazón, dejando muescas que duraron dos a tres periodos de ecdisis sin desaparecer (Arana & Toro, 1985).

El objetivo del presente estudio, fue evaluar un sistema de marcaje, utilizando un implante de elastómero visible (V.I.E.) en juveniles de camarón de río *C. caementarius* y sus efectos sobre la supervivencia, el proceso de muda y la alimentación.

MATERIALES Y METODOS

Esta experiencia se realizó en el centro de cultivo masivo de crustáceos de la Universidad Católica del Norte, en el año 2013. Se utilizaron 200 juveniles producidos en ambiente controlado con un peso de $0,002 \pm 0,0005$ g. Se formó 10 grupos de 20 ejemplares cada uno. Los camarones pertenecientes a 8 grupos fueron marcados y se dejó 2 grupos control. Los camarones fueron dispuestos en tanques de 70 L con sistema de recirculación de agua, a una temperatura estable de 20°C y con una alimentación diaria igual al 5% de su peso corporal.

Cada juvenil fue marcado usando un marcador de elastómero visible (VIE), adquirido a la empresa Northwest Marine Technology, Inc. El implante VIE, se inyectó a través del espacio entre el



Proceso de Inyección del elastómero (VIE) en la región dorsal izquierda del abdomen de *C. caementarius*.

primer y segundo tergo abdominal, en dirección antero-posterior, penetrando la musculatura del abdomen unos 0,3 mm (Figura 1).

El marcador utilizado, es de uso común para el marcaje de peces, reptiles y anfibios adultos. (Addawhay *et al.*, 2011). El VIE está compuesto por dos materiales biocompatibles que se mezclan inmediatamente antes de su uso. La mezcla líquida inyectable luego endurece, transformándose en un sólido moldeable. La experiencia, se realizó bajo un estricto protocolo de procedimiento para la manipulación de los camarones. Se llevó registros diarios, mediante el uso de rúbricas, de la retención y comportamiento del marcador en el cuerpo de los camarones, así como sus efectos en el comportamiento, alimentación y supervivencia de los juveniles, posteriores al marcaje. Además se hizo un registro fotográfico de cada paso desarrollado durante el proceso de marcaje y mantención de los camarones. Todo el experimento tuvo una duración de 30 días. La supervivencia fue evaluada en el corto plazo (5 días) y en el largo plazo (30 días) mediante una prueba Chi cuadrado (Zar, 1999).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, indican la factibilidad de uso del VIE en crustáceos con un tamaño no menor de 10 mm de L.C., lo que permite inyectar el implante en el abdomen, sin alterar ni dañar el sistema digestivo y nervioso, existiendo en esa zona un espacio muscular suficiente. Se obtuvo un 2 % de mortalidad después de los 5 días y 5% al terminar el experimento, causada principalmente por la inadecuada manipulación y la pérdida de apéndices en 4 de los ejemplares más pequeños. No obstante, no hubo diferencias significativas a los 5 y a los 30 días de cultivo respecto de los camarones sin marcar ($p > 0,05$). Respecto del comportamiento, alimentación y muda no se observó alteraciones en la natación posterior al marcaje y el consumo de alimento se mantuvo en rangos normales considerando el consumo total de la ración diaria. Se observó en promedio 5 a 6 procesos de muda entre las unidades experimentales, con un 100 % de éxito, siendo similares entre los grupos marcados y sin marcar. En lo que se refiere al marcador propiamente tal, no se observó migración a otros sectores del cuerpo, siendo la retención y visibilidad del 100% hasta el final del experimento.

No se observó necrosis ni procesos inflamatorios en la zona de la inyección e implante. Con respecto a la técnica y procedimiento de marcaje, se utilizó un tiempo promedio de 2,5 a 3,0 minutos por cada individuo marcado.

DISCUSIÓN

La alta tasa de supervivencia con VIE encontrado en el presente estudio es consistente con estudios previos en crustáceos juveniles, utilizando implantes similares, con un 100 % de retención (Godin *et al.*, 1996, Uglem *et al.*, 1996; Linnane & Mercer, 1998; Woods & James, 2003). La migración de la marca no se observó en el presente experimento, no obstante fue factible observar en algunos casos cierto grado de fragmentación del elastómero, al momento de retirar la aguja. Respecto de este hecho se señala que es factible que algunos marcadores puedan migrar dentro del tejido y por el proceso de crecimiento del organismo, además pueda ser recubierto por el músculo o por el exoesqueleto opacando su visibilidad (Linnane & Mercer, 1998; Woods & James, 2003; Davis *et al.*, 2004). La muda no se vio afectada por la marca y viceversa, hecho que coincide con los datos descritos por Mazlum (2007), quien señala que este tipo de marca no afecta el proceso de muda en *Procambarus acutus*, pero si puede afectar la frecuencia de muda debido al estrés, por lo que este tipo de marcaje debiera ser utilizado en experiencias de corto tiempo. Siendo la muda efectiva, el crecimiento de *C. caementarius* no fue diferente de aquellos camarones del grupo control, situación similar al reportada por Davis *et al.* (2004) quien señala que este tipo de marca no afecta el crecimiento en el cangrejo *Callinectes sapidus*.

Estos resultados indican que se puede utilizar un elastómero que es visible externamente para marcar internamente a juveniles de *C. caementarius*, para su identificación, por ejemplo, en actividades de repoblamiento. Los reportes señalan la aplicación en peces desde los 8 mm de longitud total (Hastein *et al.*, 2011), no existiendo tamaños mínimos registrados para crustáceos.

No obstante en el presente estudio, se define un tamaño mínimo de marcaje de 10 mm de longitud cefalotorácica, siendo el implante VIE totalmente biocompatible con el organismo.

REFERENCIAS

- Arana, P. 1992.** Desplazamientos de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* H. Milne Edwards, 1837) determinados a través de marcaje. *Cienc. Tec. Mar*, 15: 49-75.
- Arana, P. & C. Toro. 1985.** Experiencias de transporte y cultivo del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en pozas construidas en Lo Rojas, Quillota. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 1(85): 78 pp.
- Arana, P. & V. Venturini. 1989.** Crecimiento y migración de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) determinado a través de metodologías de marcaje. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 4/89: 75 pp.
- Campodónico, I., M.B. Hernández & E. Riveros. 1983.** Investigación, manejo y control de las pesquerías de centolla y centellón de la XII Región. Informe consolidado: Recurso centellón. *Inf. Inst. Pat.*, 25: 97 pp.
- Campodonico, I. & J. López. 1988.** Crecimiento de juveniles en cautividad. Diagnóstico bio-pesquero de la centolla XII Región, 1987. *Inf. Inst. Pat.*, s/n, Parte 2: 22 pp.
- Davis, J., A. Young-Williams, A. Hines & O. Zmorab. 2004.** Comparing two types of internal tags in juvenile blue crabs. *Fisheries Research*, 67: 265-274.
- Ernst, B., C. Parada, P. Manríquez, J. Chamorro & P. Retamal. 2008.** Dinámica poblacional y pesquera de la langosta en la isla Alejandro Selkirk. Informe Final. FIP 2008-24: 170 pp.
- Fondef D08I1104.2010.** Proyecto Una nueva estrategia pesquera-acuícola para el camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*): bases para la generación de un programa de manejo sustentable del recurso. Proyecto presentado al XVI Concurso del Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile. 168 pp.
- Gallardo, C., J. Goldstein & M. Thiel. 2007.** Individual identification of decapod crustaceans. I: Color patterns in rock shrimp (*Rhynchocinetes typus*). *J. Crust. Biol.*, 27(3): 393-398.
- Godin, D.M., W.H., Carr G., Hagino F., Segura J.N. Sweeney & L. Blankenship. 1996.** Evaluation of a fluorescent elastomer internal tag in juvenile and adult shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 139: 243-248.
- Hastein, T., B. Hill, F Berthe & O Lightner 2011.** Traceability of aquatic animals. *Rev. sei. Teeh. Off int. Epiz.* 20 (2), 564-583.
- Ibarra, M. & P. Arana 2011.** Crecimiento del camarón excavador *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835) determinado mediante técnica de marcaje. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(2): 378-384, 2011
- Josephson, D., J. M. Robinson, B. Weidel & C. E. Kraft. 2008.** Long-Term Retention and Visibility of Visible Implant Elastomer Tags in Brook Trout. *N. Am. J. Fish Manage.* 28:1758-1761.
- Linnane, A. & J.P. Mercer, 1998.** A comparison of methods for tagging juvenile lobsters (*Homarus gammarus*) reared for stock enhancement. *Aquaculture*, 163: 195-202.
- Mazlum, Y. 2007.** Influence of visible implant fluorescent elastomer (VIE) tagging on growth, molting and survival of the eastern white river crayfish, *Procambarus acutus acutus* (Girard, 1852). *T. J. Zool.*, 31:209-212.
- Uglem, I., H. Noess, E. Farestveit & K.E. Jørstad. 1996.** Tagging of juvenile lobsters (*Homarus gammarus* (L.)) with visible implant fluorescent elastomer tags. *Aquacult. Eng.* 15:499-501.
- Woods, C. & P. James. 2003.** Evaluation of visible implant fluorescent elastomer (VIE) as a tagging for spiny lobsters (*Jasus edwardsii*) Mar. *Freshw. Behav.*, 54: 853-858.
- Zar, J.H., 1999.** Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey.



Mobil®

DISTRIBUIDOR LUBRICANTES

COPEC®

Primera en servicio

BERGUECIO Y EBENSPERGER LTDA.

ESTACION DE SERVICIO - LUBRICENTRO - ARRIENDO DE VEHICULOS

Panamericana 200 / FonoFax (065) 2293838 - 2350273 / Puerto Montt

Combustible: contacto@jberguecio.cl / Lubricantes: salaventas@jberguecio.cl

Reparto de combustible a domicilio

Acuicultura de Macroalgas a pequeña escala en Áreas de Manejo de la Región de Coquimbo



Fadia Tala¹ & Julio A. Vásquez^{2,3}

¹Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.

²Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.

³Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

Proyecto Fondef-HUAM AQ12I0001

Email: ftala@ucn.cl, jvasquez@ucn.cl

Antecedentes

La Acuicultura se enfrenta a importantes desafíos debido a la fuerte demanda por alimento y nuevas fuentes biológicas para diversos productos y nuevos desarrollos tecnológicos. Un análisis de la actividad acuícola revela que el modelo chileno está dominado por la maximización de los retornos económicos de inversiones, favoreciendo sistemas de cultivo altamente productivos, pero con escasa sustentabilidad ambiental. Por otra parte, Chile presenta una larga zona costera, dividida en áreas climáticas y oceanográficas particulares, con diversos y productivos ecosistemas, y una gran diversidad de especies nativas con potencial acuícola que ofrecen una oportunidad única para diversificar la actividad acuícola, moderando los impactos que pueda tener en el ambiente.

El proyecto FONDEF HUAM AQ12I0001 *Acuicultura de "Huiro" a Pequeña Escala en Áreas de Manejo de la Región de Coquimbo: Encadenamiento Productivo con la Industria Abalonera y de Transformación*, considera la particularidad chilena de la administración y uso de los recursos bentónicos y los ecosistemas marinos costeros: las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), cuya principal característica es otorgar derechos exclusivos de uso a pescadores artesanales organizados, los que establecen planes de co-manejo de recursos costeros locales. La actual Ley de Pesca y Acuicultura permite el uso del 40% del área total del AMERB para el cultivo de especies endémicas. En la Región de Coquimbo existen 48 organizaciones de pescadores artesanales que mantienen 76 AMERB, distribuidas desde Punta de Choros (29°11'S) hasta Pichidangui (32°10'S), abarcando una superficie total de 13.360 ha, de las cuales 5.344 ha estarían disponibles para acuicultura de especies endémicas a pequeña escala. Aunque desde el año 2005 existe un reglamento que faculta la realización de actividades acuícolas al interior de las AMERBs, a la fecha sólo 3 organización de las 336 operativas a nivel nacional, cuenta con autorización de A-AMERB en Chile y unas 18 se encuentra en proceso de tramitación.

Distintas iniciativas a nivel nacional han estado apoyando el desarrollo experimental e implementación de acuicultura en las AMERB, principalmente con recursos como algas, moluscos bivalvos, erizo y piure. El proyecto FONDEF HUAM AQ12I0001 tiene como objetivo Desarrollar acuicultura a pequeña escala, utilizando las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) de la Región de Coquimbo y empleando como modelo biológico el cultivo del alga parda *Macrocystis pyrifera* ("huiro"), con técnicas clásicas de producción de esporofitos y cultivos suspendidos. Además, pretende evaluar la factibilidad de realizar captación natural de esporas desde el ambiente natural para su posterior cultivo en los sistemas suspendido. Esto último busca permitir a pescadores artesanales organizados, manejar el ciclo completo para el cultivo de esta especie, disminuyendo significativamente los costos de producción de plántulas. La biomasa producida de *Macrocystis* tiene como destino principal la industria abalonera, generando una provisión de alimento fresco programada y sustentable. Indirectamente, la producción de *huiro* en AMERB, podría disminuir la presión de extracción de este recurso desde poblaciones naturales, impactando positivamente en la conservación de la biodiversidad de los ambientes marinos costeros del norte de Chile. En este contexto, el desarrollo de la acuicultura extensiva y a pequeña escala, además de diversificar la actividad productiva representa una oportunidad relevante para incrementar los ingresos de los pescadores artesanales organizados y la rentabilidad de las AMERB por medio del encadenamiento productivo con la industria abalonera, la de transformación (Industria picadora) y otras que puedan surgir como análisis del modelo de negocio.

El proyecto es desarrollado en la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo con la participación de los Laboratorios de Biodiversidad y Ecología Costera, Botánica Marina y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas, todas unidades pertenecientes a la Facultad de Ciencias del Mar. Como socios

activos participan la A.G. de Trabajadores del Mar Independiente Caleta Chungungo, la A.G. de Trabajadores del Mar Panamericana Norte Caleta Hornos, además de las empresas Exportaciones M2 S.A. y LifeSeafood S.A. Las actividades se han centrado en la producción de plántulas en laboratorio y el cultivo a escala piloto en las AMERB de las entidades asociadas, con la activa participación de los pescadores artesanales de cada una de sus organizaciones.

Producción de plántulas en laboratorio

Durante los últimos años, se han generado las bases biológicas y tecnológicas para el cultivo de algas pardas y en especial de *Macrocystis pyrifera* (Fonck et al. 1998, Edding & Tala 2003, Buschmann et al. 2004, Gutiérrez et al. 2006, Westermeier et al. 2006, 2007, Macchiavello et al. 2010, Westermeier et al. 2010, 2011, Celis & Alveal 2012). La metodología de cultivo de algas pardas, desarrollado tempranamente por japoneses para el cultivo del Kombu (*Saccharina japonica*) (Hasegawa 1972), ha sido adaptada para el cultivo de todas las especies chilenas de importancia comercial pertenecientes al orden Laminariales (huiros, kelps). Así, la metodología de producción de plántulas es conocida y disponible. Sin embargo, la implementación y rendimiento de los cultivos de *Macrocystis* dependen de la estacionalidad, distribución latitudinal, así como del origen y calidad del material reproductivo utilizado, entre otros factores. En este contexto y considerando las características del ciclo de vida de las Laminariales, la producción de esporofitos juveniles (plántulas), necesariamente requieren de la reproducción sexuada. Procesos controlados de preparación de material reproductivo, liberación de esporas, fijación de esporas, formación de gametofitos femeninos y masculinos, fecundación y crecimiento inicial de esporofitos son etapas obligadas en condiciones de laboratorio y/o hatchery para el cultivo (Figura 1).

Al igual que cualquier cultivo, la producción de plántulas en “hatchery” es una técnica que requiere condiciones ambientales

especiales de factores como radiación, temperatura, aireación y nutrientes; infraestructura adecuada como cámaras de ambiente controlado, sistema de esterilización, suministro de agua de mar de calidad; y supervisión especializada y constante, lo que genera que su implementación sea elevada en costos y requerimientos. Modificaciones en las técnicas de cultivo de esporofitos asentados sobre sustratos de diversos tipos han generado cambios en tiempo de producción de esporofitos, supervivencia y producción de juveniles en sistemas de cultivo suspendidos. Una alternativa es la producción de esporofitos en el sistema “free-floating”, si bien toma mayores tiempos de laboratorio, mayor cantidad de insumos, aseguraría una significativa mayor supervivencia de juveniles en sistemas suspendidos (Westermeier et al. 2007). Esta forma de cultivo es una alternativa para la producción de esporofitos (Figura 2), que luego son fijados en el sustrato que será incluido en el cultivo de mar.

Cultivo en el mar

El cultivo en el mar de *Macrocystis* se basa en el sistema japonés de cultivo en cuerdas tipo long-line, ampliamente utilizado para Laminariales en oriente (Figura 3). En general, el sistema en mar es fácil de instalar y mantener, y la siembra, seguimiento y cosecha de algas pueden ser realizadas por los pescadores. Sin embargo, algunas dificultades pueden darse en sectores costeros con bajo desarrollo de infraestructura (ej. muelles, caladeros), que dificultan la manipulación de los fondeos y su instalación en el área destinada a la acuicultura, situación común en AMERB de zonas rurales. Las diferentes experiencias piloto del cultivo de *Macrocystis* muestran que la profundidad de la línea madre, cultivo horizontal vs vertical, siembra directa en cuerdas o introducción de esporofitos (free-floating systems) son modificaciones que han mostrado generar niveles de producción de biomasa variables así como tiempo de cosecha (Tabla 1). De esta forma, a pesar de existir una tecnología de cultivo para *Macrocystis*, su nivel productivo no es generalizado.



Figura 1. Actividades para la fase inicial del cultivo: Sembrado en cuerdas de cultivo.



Figura 2. Actividades para la fase inicial del cultivo de *Macrocyctis*: Cultivo en free-floating y encordado en cuerdas de cultivo.

Acuicultura de algas y valor agregado

Chile es uno de los principales países que contribuye en el mercado mundial de los recursos algales (Vásquez 2008, Vásquez et al. 2012, Rebours et al. 2014). Sin embargo el uso comercial se restringe a unas 13 especies, de las cuales 8 presentan una actividad importante en el tiempo (SERNAPESCA 2013). Sólo una especie (*Gracilaria chilensis* - pelillo) se cultiva a nivel comercial en Chile (Hayashi et al. 2013) y el resto sustenta su explotación desde poblaciones naturales. Esta situación pone en riesgo la sustentabilidad ecológica de recursos costeros de alta importancia, así como la sustentabilidad social y económica. El mejor ejemplo de esto se dio en la década de los 80 con la sobreexplotación de las praderas naturales del alga roja *G. chilensis*, conduciendo a la implementación de medidas de restricción pesquera que llevaron al desarrollo de su acuicultura. A pesar de esta situación, en los últimos años se ha generado en el país un conjunto de información científico-tecnológica para diferentes especies de macroalgas pardas y rojas (ver revisión Buschmann et al. 2008, 2014). Estas acciones buscan incrementar el conocimiento biológico de nuestros recursos, permitiendo diversificar y desarrollar el repoblamiento y cultivo de algunas especies nativas, con el objetivo de evitar la sobreexplotación y dar sustentabilidad a una actividad económica con gran impacto social y

que puede ser llevada a cabo por actores vinculados a la pesca artesanal y a las empresas acuícolas.

Las evaluaciones económicas y rentabilidad de los cultivos de algas son escasas, más aun integrando el ciclo completo desde el laboratorio hasta la cosecha. Una modelación económica del cultivo de *Macrocyctis* detecta que en las condiciones de producción de biomasa exclusiva para alimento de abalones en cultivo no sería rentable (Zuñiga et al. 2015). La búsqueda de nuevas aplicaciones y usos innovadores dando un mayor valor agregado a la producción podrían cambiar esta situación, incrementando la necesidad del cultivo de algas, su diversificación, mejorando la demanda y los precios de estos recursos bentónicos.

Actualmente, la agregación de valor a nuestros recursos algales es baja, y principalmente para aquellas que se destinan a la producción de ficocoloides a nivel nacional, como agar y carragenanos. Los ficocoloides de macroalgas (alginatos, carragenanos y agar) son los principales bioproductos derivados de la transformación de esta biomasa, usados ampliamente como espesantes, emulsionantes y estabilizadores en una variedad de industrias (Rhein-Knudsen et al. 2015). Un mayor volumen se exporta

LOCALIDAD	PRODUCCIÓN (Kg/m)	CULTIVO MAR (meses)	TIPO DE CULTIVO	REFERENCIA
Flamenco (III Región)	13 – 22	5	Vertical 2-3m	Macchiavello et al. 2010
Caldera (III Región)	42	4-5	Vertical 6-10m	Westermeier et al. 2011*
Cta. Hornos (IV Región)	3,3 ± 1,4	4	Horizontal 4m	FONDEF HUAM AQ12I0001
Cta. Chungungo (IV Región)	4,2 ± 1,8	6	Horizontal 4m	FONDEF HUAM AQ12I0001
Calbuco (X Región)	14,4	8	Horizontal 3m	Gutiérrez et al. 2006
Calbuco (X Región)	80	4	Horizontal 5m	Westermeier et al. 2006*
Chiloé (X Región)	66	4-5	Vertical 4-6m	Westermeier et al. 2011*

Tabla 1. Producciones del cultivo de *Macrocyctis pyrifera* en diferentes localidades y sistemas. *cultivo tipo free-floating.



Figura 3. Actividades de instalación y cultivo en el mar de *Macrocyctis*.

como materia prima seca y molida para la industria de externa de ficocoloides, principalmente ácido alginico y sus derivados. Un porcentaje menor es utilizado para alimento, como es el caso de cochayuyo (*Durvillaea antarctica*).

Diversas fuentes de biomasa y subproductos de las actividades pesqueras y acuícolas pueden ser considerados como fuentes potenciales y valiosas para bioproductos marinos con un impacto en una variedad de industrias, que intervienen en la producción vegetal y animal y en el bienestar humano. Esto ha llevado en los últimos años a un creciente interés en investigar, detectar, desarrollar y aplicar insumos de origen marino en áreas tan diversas como la alimentación, nutracéuticos, suplementos dietéticos, cosmetología, farmacología, agropecuaria, energía y mitigación ambiental (Shahidi 2009, Erhart et al. 2013, Freitas et al 2012). El ambiente marino y acuático en general, es considerado como un importante reservorio de compuestos bioactivos con potencialidad para su aplicación y con nuevas fuentes por descubrir. Las características de este ambiente, principalmente en términos físico-químicos, ejercen una constante presión sobre las respuestas biológicas de los organismos, incrementando la disponibilidad y diversidad química en estos.

Entre los años 1998 a 2006, unos 590 compuestos marinos han mostrado actividad antitumoral y citotóxica a nivel preclínico y unos 660 productos químicos adicionales han mostrado una variedad de actividades farmacológicas (e.g. antibacteriana, anticoagulantes, anti-inflamatorio, antifúngica, antiparasitario, antiprotozario, antivirales) y con acciones en los sistemas cardiovascular, endocrino, inmunológico y nervioso (Mayer et al. 2010). El desafío en identificarlos no es menor, desde invertir en generar conocimiento básico y aplicado, usar y desarrollar herramientas biotecnológicas para descubrir, transformar y producir estos bioproductos, así como su introducción en el mercado bajo normas medioambientales y regulatorias adecuadas.

Las algas (micro y macroalgas) son un grupo de gran potencial como fuente de compuestos naturales con actividad biológica, y dada su gran diversidad taxonómica las investigaciones para identificar compuestos bioactivos parecieran ser ilimitadas. Además, las macroalgas son una importante fuente de alimento en su estado natural entregado el aporte completo de toda su composición química. Países asiáticos involucrados en la producción de algas, sustentan su actividad en la acuicultura, produciendo a lo menos el 90% de la biomasa algal de cultivo que consumen diariamente.

El año 2012 se inició una discusión técnica y política que busca establecer una normativa de estado que permita sustentar y apoyar el desarrollo de acuicultura de macroalgas. La autoridad pública busca a través de la generación de incentivos de fomento, promover el repoblamiento y cultivo de algas en Chile, lo que potenciará la actividad económica desarrollada en torno a estos recursos, contribuyendo a la recuperación de los ecosistemas marinos. La actual Administración Pesquera y Acuícola está trabajando en la creación de varios cuerpos legales y normativos que se espera den un impulso a la acuicultura de pequeña escala, como son el proyecto de ley de bonificación al cultivo y repoblamiento de algas en empresas de menor tamaño y el establecimiento de una política nacional de algas, que considere las particularidades de la actividad en todo su contexto latitudinal.

La implementación de una Ley de bonificación para el repoblamiento y cultivo de macroalgas generará una gran desafío país, y a nivel de todos los actores involucrados en la explotación de las macroalgas, dando respuesta a una actividad con impactos ecológicos, económicos y sociales. Chile es un país de fuerte impacto en el mercado mundial de las macroalgas, de nuestra flora al menos un 30% de especies de macroalgas bentónicas son endémicas con un potencial biotecnológico en la búsqueda de nuevos productos de origen natural y de nuevas aplicaciones

(ej. alimento, pigmentos, antioxidantes, principios activos), con un escenario de mercado creciente. Sin embargo, aún existen brechas en el conocimiento, biológico, reproductivo, ecológico y productivo, así como tecnológico que retrasan el ingreso de nuevos recursos a la matriz productiva acuícola. El desarrollo de conocimiento básico y aplicado en búsqueda de nuevas alter-

nativas de cultivo, de especies algales debería incluir el escalamiento productivo de esta actividad, con el objetivo de producir biomasa algal con alto valor agregado, fomentando la diversidad productiva local y nacional en torno al emprendimiento de nuevos negocios en el área marina.

Referencias

- Buschmann A, Vásquez J, Osorio P, Reyes E, Filún L, Hernández-González M, Vega A (2004)** The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (*Phaeophyta*) at different latitudes in Chile. *Mar Biol* 145: 849-862.
- Buschmann AH, Hernández-González MC, Varela DA (2008)** Seaweed future cultivation in Chile: perspectives and challenges. *Intern J Environ Poll* 33: 432-456.
- Buschmann AH, Prescott S, Potin P, Faugeton S, Vasquez JA, Camus C, Infante J, Hernández-González M, Gutierrez A, Varela & DA (2014)** The status of kelp exploitation and marine agronomy, with emphasis on *Macrocystis pyrifera* in Chile. *Advances in Botanical Research* 71: 161-188.
- Celis Plá P, Alveal K (2012)** Development of *Macrocystis pyrifera* from spores and gametes on artificial substrate. *Algal production in a surface culture*. *Lat Am J Aquat Res* 40: 292-299.
- Edding M, Tala F (2003)** Development of techniques for the cultivation of *Lessonia trabeculata* Villouta et Santelices (*Phaeophyceae: Laminariales*) in Chile. *Aquaculture Res* 34: 507-515.
- Ehrhart F, Böse T, Mettler E., M Weber, Vásquez JA, Zimmermann H (2013)** Biocompatible coating of encapsulated cells using ionotropic gelation. *PLoS ONE* 8(9): e73498. DOI.10.1371/journal.pone.0073498.
- Freitas AC, Rodrigues D, Rocha-Santos TAP, Gomes AMP, Duarte AC (2012)** Marine biotechnology advances towards applications in new functional foods. *Biotechnology Advances* 30: 1506-1515.
- Fonck E, Venegas M, Tala F, Edding M (1998)** Artificial induction of sporulation in *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales). *J Appl Phycol* 10: 399-403.
- Gutiérrez A, Correal T, Santibáñez A, Marcos R, Caceres C, Buschmann A (2006)** Farming of the giant Kelp *Macrocystis pyrifera* in southern Chile for development of novel food products. *J Appl Phycol* 98: 259-267.
- Hasegawa Y (1972)** Forced cultivation of *Laminaria*. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 7: 391-393.
- Hayashi L, Bulboa C, Kradolfer P, Soriano G, Robledo D (2014)** Cultivation of red seaweeds: a Latin American perspective. *J Appl Phycol* 26: 719-727.
- Macchiavello J, Araya E, Bulboa E (2010)** Production of *Macrocystis pyrifera* (*Laminariales; Phaeophyceae*) in northern Chile on spore-based culture. *J Appl Phycol* 22: 691-697.
- Mayer A, Glaser KB, Cuevas C, Jacobs RS, Kem W, Little RD, McIntosh JM, Newman DJ, Potts BC, Shuster DE (2010)** The odyssey of marine pharmaceuticals: a current pipeline perspective. *Trends Pharmacol Sci* 31: 255-265.
- Rhein-Knudsen N, Tutor M, Meyer AS (2015)** Seaweed Hydrocolloid Production: An Update on Enzyme Assisted Extraction and Modification Technologies. *Marine Drugs* 13: 3340-3359.
- Rebours C, Marinho-Soriano E, Zertuche-González JA et al. (2014)** Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. *J Appl Phycol* 26: 1939-1951.
- SERNAPESCA (2013)** Anuario estadístico de pesca. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Chile.
- Shahidi F (2009)** Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. *Trends Food Sci Technol* 20: 376-87.
- Vásquez JA (2008)** Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sources for a sustainable fishery. *J Appl Phycol* 20(5): 457-467.
- Vásquez JA, Piaget N & Vega JMA (2012)** The Chilean *Lessonia nigrescens* fishery in northern Chile: How do you harvest is more important than how much do you harvest. *J Appl Phycol* 24: 417-426.
- Westermeier R, Patiño D, Piel M, Maier I, Mueller D (2006)** A new approach to Kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of *Lessonia trabeculata* and *Macrocystis pyrifera*. *Aquaculture Res* 37:164-171.
- Westermeier R, Patiño D, Müller DG (2007)** Sexual compatibility and hybrid formation between the giant kelp species *Macrocystis pyrifera* and *M. integrifolia* (Laminariales, Phaeophyceae) in Chile. *J Appl Phycol* 19: 215-221.
- Westermeier R, Patiño D, Müller H, Müller DG (2010)** Towards domestication of giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) in Chile: selection of haploid parent genotypes, outbreeding, and heterosis. *J Appl Phycol* 22: 357-361.
- Westermeier R, Patiño D, Murua P, Müller DJ (2011)** *Macrocystis* mariculture in Chile: growth performance of heterosis genotype constructs under field conditions. *J Appl Phycol* 23: 819-825.
- Zuñiga S, Marín-Riffo MC, Bulboa C (2015)** Bioeconomic analysis of giant kelp *Macrocystis pyrifera* cultivation (Laminariales; Phaeophyceae) in northern Chile. *J Appl Phycol* DOI 10.1007/s10811-015-0581-x.

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

Proyecto FIC-R BIP N°30350830-0 2014 del Gobierno Regional de Valparaíso

“Incorporación de Tecnologías de Cultivo Integrado a Áreas de manejo en la Comuna de La Ligua”



Gobierno Regional
Región de Valparaíso



Universidad
de Valparaíso
CHILE



Chita Guisado, Roberto Maltrain, David Astudillo y José Castillo

Universidad de Valparaíso - chita.guisado@uv.cl - www.cultivointegrado.cl



Investigaciones que han efectuado diversos organismos del sector público y privado, indican que un número importante de las especies marinas que sustentan la actividad económica pesquera artesanal a lo largo de Chile, se encuentra en un franco estado de sobre explotación generando con ello serios problemas económicos y sociales a los sectores asociados a su extracción y comercialización (pescadores artesanales, intermediarios, transportistas, industrias exportadoras y otros). Particularmente, en el caso de los recursos marinos bentónicos, la presión extractiva por parte de los pescadores buzos-mariscadores ha generado una disminución notable en la abundancia de aquellos recursos que alcanzan un alto precio en el mercado internacional y/o bien algunas de sus intervenciones han incidido en la obtención de bajos rendimientos en la tasa de crecimiento y engorde de determinados recursos.

Frente a la situación descrita y con el propósito de revertir dichos procesos de sobre explotación, se han vislumbrado como soluciones, el establecimiento por parte del Estado, de medidas administrativas y de protección hacia el sector (áreas de manejo,

períodos de veda, cuotas de captura), como también de acciones de fomento, desarrollo y transferencia asociadas al campo de la acuicultura; sin embargo, las principales propuestas específicas orientadas a dar solución al problema de la disminución notable en la abundancia de los recursos bentónicos, no se adaptan a las condiciones socio-económicas, formas tradicionales de trabajo y de identidad cultural del sector pesquero artesanal nacional y/o pequeñas unidades acuícolas, como tampoco se ajustan los elementos tecnológicos que componen la mayoría de los sistemas de cultivo existentes (pequeños recipientes) a las características propias de algunas de las especies bentónicas en disminución (gastrópodos, algas por ejemplo), lo que explica en cierto grado los bajos resultados e impactos producidos por estas propuestas.

Considerando cada una de las situaciones expuestas y, en particular, la disminución de los recursos marinos bentónicos, se ha propuesto como solución, desarrollar y aplicar la tecnología asociada al diseño, construcción y manejo de Tecnologías de Cultivo Integrado en zonas rocosas y expuestas de las Áreas de



Figura 1. Vista aérea de límite sur del AMERB de Caleta Pichicuy. Extraído de visor de mapas de SUBPESCA.

Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), orientada a incrementar la biomasa de los recursos bentónicos de interés comercial actual y potencial, entre ellos las algas pardas y erizos, idea que ha tenido una amplia aceptación por parte de la comunidad científica internacional y que se ha plasmado en un sinnúmero de investigaciones, publicaciones, informes técnicos y encuentros internacionales específicos sobre los mismos.

En la V Región las áreas de manejo de la Comuna de La Ligua tienen como especies objetivo loco, lapas, erizo, algas pardas (chascón y huiro palo) en caleta Pichicuy y Los Molles (189 y 95 hectáreas respectivamente). Según el reglamento de acuicultura en AMERB (D.S.314 de 2004) la actividad de acuicultura podrá desarrollarse sólo sobre recursos bentónicos invertebrados (mariscos) o algas que se encuentren dentro del rango de distribución geográfica, es decir típicas de la región y no podrá afectar, poner en peligro o riesgo la existencia de las especies naturales que habiten en el área de manejo, que se produzca daños del medio ambiente y en la comunidad bentónica. En este contexto la presente iniciativa cumple con ambos requerimientos, además que permitirá ser un complemento de la actividad de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Actualmente en las regiones de Atacama y Coquimbo se han realizado co-cultivos a escala piloto el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y erizo rojo (*Loxechinus albus*) de manera exitosa, siendo ambas especies con alto valor comercial en extranjero y con importancia para el desarrollo económico de la acuicultura de estas regiones.

La institución encargada de la ejecución del proyecto es la Universidad de Valparaíso, y de un conjunto de investigadores que vienen desarrollando desde hace un tiempo proyectos innovadores en materia de sistemas de cultivo integrado, pero la diferencia de este proyecto con otros es que los otros han sido desarrollados en áreas protegidas y no en áreas rocosas y expuestas como son las características de las del proyecto. Se contempla una vinculación con la Municipalidad de la Ligua y El Sindicato de Trabajadores independientes, Buzos y Pescadores Artesanales Caleta de Pichicuy (Fig. 1), instituciones que en el caso de la primera aportara un lugar físico y recursos para la operación y habilitación de un centro de cultivo para realizar el desarrollo y diseño de sistemas de cultivo integrado. Por otro lado el Sindicato aportara las AMERB para realizar pruebas y el desarrollo y diseño definitivo de los sistemas de cultivo, así como participar

en los procesos de transferencia de la tecnología desarrollada a partir de la participación de sus asociados en los talleres de capacitación que están contemplados ejecutar en el proyecto.

Los usuarios de las áreas de manejo podrán aprender y aplicar tecnologías de cultivo de especies de importancia económica y por otra parte, por el hecho que se implementarán unidades de producción que permanecerán en la Comuna, favorecerán a futuras generaciones y/o usuarios. El poder desarrollar éstas unidades de cultivo se podrá en el futuro contar con semilla además para repoblar áreas sobre explotadas. La posibilidad de generar una tecnología de cultivo de macro algas y erizo en zonas rocosas, permitirá desarrollar el cultivo integrado de dos especies en muchas áreas de manejo relativamente expuestas de la V región, en donde no es posible realizar cultivos suspendidos.

Actividades experimentales

Cultivo del erizo rojo *Loxechinus albus*

Se realizarán cultivos experimentales de *L. albus* en instalaciones de Cultivos Costeros “Palo Colorado” se llevará a cabo el cultivo larval para la producción de semillas que posteriormente serán sembradas en el Área de Manejo de Caleta Pichicuy (Fig.2), estas experiencias de repoblamiento se realizarán en conjunto con los socios del AMERB. Paralelamente se realizarán cultivos auxiliares de microalgas para la alimentación de las larvas de erizo.



Figura 2. Sector del AMERB Caleta Pichicuy donde se realizarán las actividades experimentales.

Cultivo del alga parda *Macrocystis pyrifera*

Se realizarán cultivos experimentales de *M. pyrifera* (Fig. 3), para producción de alimento de las semillas de erizo, una vez obtenidas plántulas de aproximadamente 10cm, se realizará la siembra en el AMERB en cuerdas plásticas fijadas al fondo marino (Fig. 4) y se determinará el crecimiento y supervivencia tanto de erizos y algas y se realizarán comparaciones de cultivos integrados y monocultivos de ambas especies.

Paralelamente se implementará un “Hatchery” en dependencias de los socios del AMERB Caleta Pichicuy en el cual se construirán módulos para el cultivo de erizo, macroalgas y microalgas, actualmente se encuentra en proceso de licitación la compra e instalación de dicha infraestructura.



Figura 3. Cultivo de esporofitos de *M. pyrifera*.



Figura 4. Cultivo de fondo de *M. pyrifera*

Cultivo Integrado erizo-macroalgas.

Los cultivos de fondo se realizarán en el área norte de la Caleta Pichicuy, que presenta gran cantidad de rocas y sectores semi expuestos (Fig. 5).



Figura 5. Sector norte de Pichicuy.

Para este cultivo integrado en primera instancia se utilizan erizos provenientes del Centro de Cultivo Palo Colorado, todos provenientes de una misma cohorte y de similar tamaño (Fig. 6) y *M. pyrifera* del medio natural, previamente fisionada y colocada en cuerdas o redes que son fijadas en el fondo con estacas de ca. 30 cm (Fig. 7).

Transferencia tecnológica

Para la transferencia tecnológica del cultivo integrado de erizo y macroalgas se realizarán talleres con los socios del AMERB además de las demostraciones prácticas que se llevarán a cabo en el hatchery la caleta, también se diseñarán manuales de cultivo y trípticos del proyecto, la idea es que los socios del AMERB adquieran los conocimientos teóricos y prácticos para la producción de semillas de erizos y macroalgas y su cultivo integrado lo que les permitirá una vez terminado el proyecto surtir de semillas el AMERB para realizar una explotación sustentable en el tiempo de estos recursos.



Figura 7. Sistemas de cultivo de fondo, cultivo integrado erizo-macroalgas.



Figura 6. Erizos juveniles de 2,5 años provenientes de cultivo.

Líderes en Seguridad Industrial en el Sur de Chile.

MARYUN

TODO PARA LA INDUSTRIA



Nilfisk
trusted since 1906



PUERTO MONTT: (0652) 258644 - 259396 - 225705 CASTRO: (0652) 532995
QUELLON: (0652) 680018 PUERTO VARAS: (0652) 591219 OSORNO: (0642) 278514
VENTAS@MARYUN.CL / WWW.MARYUN.CL

Imagenología de fluorescencia EN ESTUDIOS DE ALGAS MARINAS



Pirjo Huovinen e Iván Gómez

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

Fluorescencia y sus aplicaciones

La fluorescencia es una forma de luminiscencia que es emitida por muchas moléculas cuando estas son expuestas a un campo de radiación electromagnética (luz, radiación UV, rayos X, etc.). Esta radiación emitida se caracteriza en general por ser de longitud de onda (nm) mayor que la radiación absorbida y por lo tanto de menor energía. La diferencia entre ambos niveles de energía es disipada como calor. Esta propiedad de muchas sustancias ha sido ampliamente utilizada, por ejemplo en ámbitos industriales (ej. lámparas fluorescentes, pinturas), en bioquímica y medicina (ej. electroforesis y espectroscopia de fluorescencia) y en geología (ej. la detección de diversos minerales que fluorescen cuando son iluminados con radiación UV).

En el caso de la biología, las áreas donde la aplicación de la fluorescencia se ha desarrollado fuertemente son la histología y microscopía. A través de una serie de mejoras e innovaciones en cuanto a resolución y versatilidad de filtros de excitación y emisión, y marcadores fluorescentes, junto a las nuevas técnicas de imagenología digital, se ha expandido considerablemente nuestra capacidad para escudriñar en detalle el interior de la célula, tejidos y organismos en general.

El desarrollo de fluorímetros de alta resolución y de nuevas técnicas no-invasivas han permitido no sólo visualizar los componentes moleculares y celulares en los organismos, sino también medir varios procesos metabólicos en tiempo real. Especialmente la detección de la fluorescencia emitida por la clorofila *a* ha potenciado enormemente el estudio de la fisiología de la fotosíntesis en prácticamente todos los organismos fotoautótrofos, desde bacterias a plantas, ya sea terrestres o acuáticas. En la actualidad son una herramienta fundamental para la investigación en fisiología vegetal.

Más reciente ha sido el uso de estas tecnologías en algas marinas. Sin embargo su aplicación se ha expandido fuertemente a partir del desarrollo de fluorímetros diseñados especialmente para medir en ambientes subacuáticos y de nuevos aparatos que permiten detectar muy bajos niveles de fluorescencia en muestras de fitoplancton e incluso en suspensiones de esporas y gametos de macroalgas.

En los Laboratorios de Ecotoxicología y Fotobiología del Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas de la Universidad Austral de Chile se están desarrollando diversas investigaciones basadas en la aplicación de fluorescencia que van desde la localización de moléculas específicas mediante imagenología basada en autofluorescencia en diferentes tipos de estructuras funcionales (por ejemplo zonas vegetativas y reproductivas) a determinaciones de fotosíntesis en respuestas a factores de estrés ambiental, tales como radiación UV, contaminación y cambios de temperatura.

Determinación de fluorescencia de clorofila asociada a la actividad fotosintética

La determinación de las características fotoquímicas usando la técnica de pulso de amplitud modulada (PAM) se ha transformado en los últimos años en una herramienta muy útil y rápida para estimar la actividad fotosintética de algas marinas *in vivo*. La técnica PAM se basa en la detección de la fluorescencia de clorofila *a* asociada al fotosistema II (PSII) después de la aplicación de pulsos de luz actínica o halógena (Baker 2008). Los diferentes parámetros (tales como el rendimiento cuántico máximo y efectivo, amortiguamiento fotoquímico y no fotoquímico, la tasa de transporte electrónico) relacionados con la fluorescencia de clorofila *a* reflejan el estado fisiológico o de adaptación del alga. El desarrollo de los diferentes tipos de fluorímetros PAM ha traído avances en los conocimientos acerca de la fisiología y de las respuestas al estrés ambiental tanto en macroalgas como en algas microscópicas (fitoplancton y fases tempranas de macroalgas).

Actualmente los laboratorios de Ecotoxicología y Fotobiología disponen de varios tipos de fluorímetros, tales como el PAM-2000, Junior-PAM, Water-PAM, Diving-PAM e Imaging-PAM (Walz, Alemania) que permiten hacer mediciones en diferentes tipos de micro- y macroalgas. Tanto el PAM-2000 como el Junior-PAM son portátiles y están diseñados para estudiar la fotosíntesis de macroalgas en el laboratorio o en material que es colectado en terreno y rápidamente examinado. El Water-PAM es un fluorímetro de alta resolución que permite detectar fluorescencia de clorofila en suspensiones de microalgas (fitoplancton) y en extractos de esporas y gametos de macroalgas.

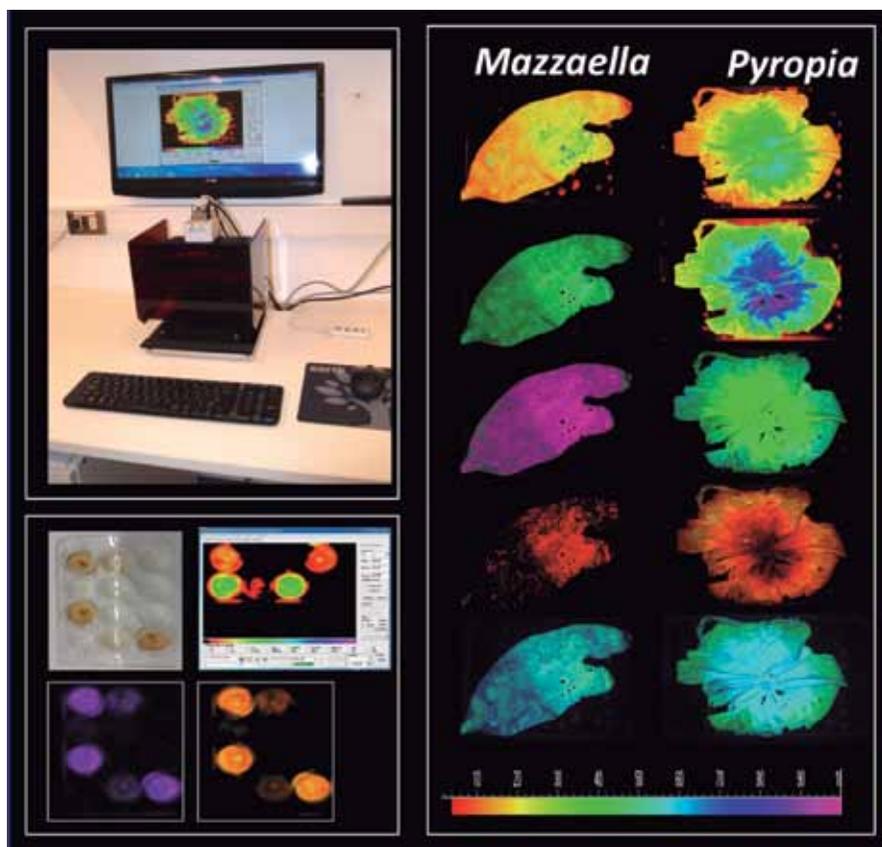


Figura 1.

Imágenes de fluorescencia de fluorímetro Imaging-PAM (Versión MAXI, Walz) visualizando, en escala relativa de colores, la variación de diferentes características fotosintéticas a lo largo de la fronda de algas rojas *Mazzaella laminarioides* (tetrasporofito) y *Pyropia columbina*, y de suspensión de esporas de macroalgas en placas de multipocillos.

Debido a su naturaleza subacuática, la determinación de actividad fotosintética *in situ* se ha potenciado enormemente con el desarrollo de fluorímetros sumergibles, como por ejemplo el Diving-PAM, que ha dado al buceo científico una nueva herramienta para evaluar las respuestas fisiológicas de los organismos marinos en condiciones naturales (ver Garrido et al. 2014). Recientemente, este instrumento ha sido usado para medir la actividad fotosintética en algas Antárticas que viven hasta 30 m de profundidad y por lo tanto se ha podido contar con datos importantes e inéditos que entregarán luces acerca de la adaptación fotosintética de estos organismos que les permite vivir prácticamente en total oscuridad por muchos meses en el año.

Visualizando la fotosíntesis en vivo

Uno de los desarrollos recientes más novedosos para tener una visión de la variación espacial de actividad fotoquímica en plantas y macroalgas es el instrumento Imaging-PAM. Con este equipo es posible ver las variaciones de diferentes características fotosintéticas entre diferentes áreas a lo largo de las frondas de macroalgas de forma simultánea y rápida. Recientes estudios han demostrado importantes variaciones en la actividad fisiológica relacionado con la morfología estructural del alga (por ejemplo entre frondas, estipes y el disco basal). Estas variaciones dan cuenta de varios procesos morfo-funcionales dentro de las frondas, especialmente relacionados con diferentes tasas metabólicas, crecimiento y asignación de compuestos específicos, reproducción, entre otros. Por lo tanto es de mucha importancia obtener información más detallada sobre la variación en la actividad fisiológica tanto intra-talo, incluyendo las estructuras reproductivas.

fisiológico (Gómez et al. 2007). Esto puede tener importantes implicaciones tomando en cuenta que las funciones fisiológicas, tales como fotosíntesis, crecimiento y reproducción, se concentran en las frondas.

Pero esta técnica no sólo se aplica a algas con alta complejidad estructural, sino que también es muy útil para visualizar variaciones en algas más simples, como por ejemplo, *Pyropia columbina* ("Luche"). En frondas de esta especie, las zonas periféricas, donde normalmente ocurre la reproducción, la actividad fotosintética es menor que en regiones vegetativas. De la misma forma, la imagenología de fluorescencia permite identificar los niveles de actividad fotoquímica en esporangios de *Mazzaella laminarioides* ("Luga-Luga"), los cuales son distintos a las otras zonas de los tejidos (Fig. 1). Las diferencias en la actividad fotosintética entre las estructuras reproductivas y tejidos vegetativos de las algas pardas Antárticas *Ascoseira mirabilis* y *Cystosphaera jacquintii* han sido visualizadas con las técnicas de imagenología de fluorescencia recientemente (Huovinen & Gómez 2015).

Autofluorescencia para localización de compuestos fenólicos y clorofila en tejidos

La imagenología de autofluorescencia se basa en la detección y visualización de fluorescencia emitida por moléculas naturales denominados fluoróforos en células y tejidos después de su excitación con una radiación de onda corta (UV/luz azul). En plantas y algas la fluorescencia roja corresponde principalmente a la molécula clorofila, un fluoróforo bien conocido que emite luz en esta banda. Un grupo más amplio de fluoróforos celular

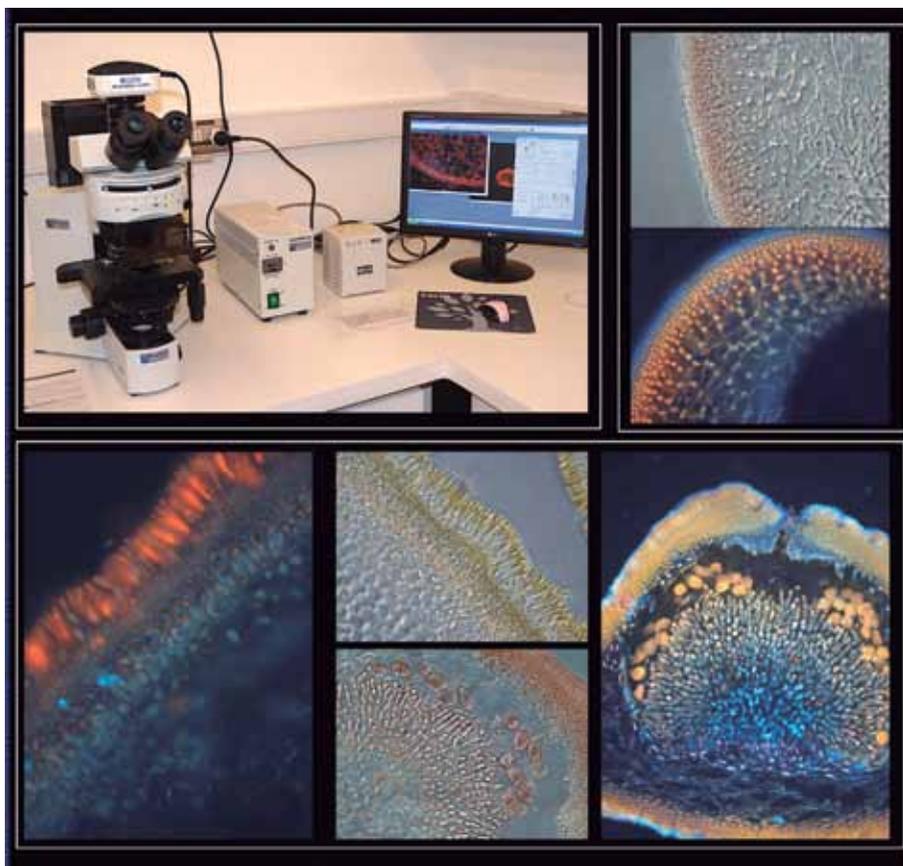


Figura 2.

Imágenes de autofluorescencia (rojo-naranja para clorofila, celeste-azul para compuestos fenólicos) generadas a partir de técnicas de microscopía epifluorescente en comparación con imágenes con campo claro. (Microfotografía: V. Garrido)

res en plantas, incluyendo algunos metabolitos secundarios, ha sido identificado como moléculas que emiten fluorescencia azul/azul-verde. Dentro de este grupo se encuentran por ejemplo algunos compuestos fenólicos que emiten en la banda azul del espectro. La técnica basada en autofluorescencia se puede aplicar en microscopía que irradia los tejidos con bandas de longitudes de onda específicas y después separa la fluorescencia emitida (Lüder & Clayton 2004, Talamond et al. 2015).

La visualización de compuestos fenólicos (florotaninos), una familia de sustancias con roles fotoprotectores, antioxidantes y anti-herbivoría (detectados por autofluorescencia de color azul-verde) en diversas especies de algas pardas del Sur de Chile y la Antártica nos entrega, no sólo su localización dentro de los tejidos, sino también su distribución en relación al estatus reproductivo (fértil o vegetativo) o la actividad metabólica del tejido. Por ejemplo, se ha encontrado que varias especies de algas Antárticas muestran una alta concentración de florotaninos en sus estructuras reproductivas, una estrategia que permite proteger a las esporas que se están desarrollando aún antes de que sean liberadas de los esporangios (Huovinen & Gómez 2015) (Foto 2).

Conclusiones

La fluorescencia aplicada al estudio de la ecofisiología y fotobiología de macroalgas marinas nos ha permitido revelar con alta precisión el funcionamiento de estos organismos en tiempo real. Por otra parte, utilizando una combinación de distintos instrumentos es ahora posible examinar diferentes tipos de material

biológico. Esto nos ha ayudado a entender mejor los procesos relacionados con el desarrollo y respuestas de algas en el contexto de impacto antrópico, y además a mejorar las aplicaciones de estas técnicas en futuros estudios experimentales.

Financiamiento: Proyectos FONDECYT 1130582 y 1130794, Anillo ART 1101 (PIA-CONICYT).

Referencias

- Baker, N.R. (2008).** Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis *in vivo*. *Annual Review of Plant Biology* 59: 89-113.
- Garrido, I., Díaz M.J. & Gómez I. (2014).** Buceo científico: Herramienta fundamental para la investigación en ciencias del mar. *Revista Versión Diferente Año 11 - No 21: 32-35.*
- Gómez, I., Orostegui, M. & Huovinen, P. (2007).** Morpho-functional patterns of photosynthesis in the south Pacific kelp *Lessonia nigrescens*: Effects of UV radiation on ^{14}C fixation and primary photochemical reactions. 43: 55-64.
- Huovinen, P. & Gómez, I. (2015).** UV sensitivity of vegetative and reproductive tissues of two Antarctic brown algae is related to differential allocation of phenolic substances. *Photochemistry and Photobiology* (aceptado on line DOI: 10.1111/php.12500).
- Lüder, U.H. & M.N. Clayton (2004).** Induction of phlorotannins in the brown macroalga *Ecklonia radiata* (Laminariales, Phaeophyta) in response to simulated herbivory – the first microscopic study. *Planta* 218: 928-937.
- Talamond, P., Verdeil, J.-L. & Conéjéro, G. (2015).** Secondary metabolite localization by autofluorescence in living plant cells. *Molecules* 20: 5024-5037.

Inicio Año Académico:

Marzo 2016

Duración:

8 semestres

Periodo de Postulación:

1 Julio a Noviembre 2015



Universidad Austral de Chile

Escuela de Graduados - Sede Puerto Montt

PROGRAMA ACREDITADO

DOCTORADO

en Ciencias de la Acuicultura

Biotecnología Acuícola

Genética Acuícola

Nutrición Acuícola

Reproducción, Desarrollo y Crecimiento de Recursos Acuícola

Sanidad y Producción Animal

Sustentabilidad Ambiental y Manejo de Recursos Marinos

6 años
Acreditada
en todas las Áreas
desde noviembre 2011

AChile
Comisión Nacional
de Acreditación

G9
UNIVERSIDADES
PÚBLICAS
NO ESTATALES

Más información en:

<http://doctoradoacuicultura.uach.cl/>



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE ABRIÓ POSTULACIONES

PROGRAMA DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ACUICULTURA AÑO 2016



Universidad Austral de Chile
Sede Puerto Montt

ORIENTADO A PROFESIONALES CON GRADO DE LICENCIATURA O MAGISTER EN ÁREAS AFINES A LA ACUICULTURA, EL PROGRAMA TIENE UNA DURACIÓN DE CUATRO AÑOS. EL OBJETIVO DE LA INICIATIVA ES FORMAR CAPITAL HUMANO ALTAMENTE CALIFICADO PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN EN EL ÁREA ACUÍCOLA. ACREDITADO HASTA 2017

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ACUICULTURA

El programa de Doctorado en Ciencias de la Acuicultura (DCA) de la Universidad Austral de Chile corresponde a un programa académico, de carácter científico y multidisciplinario, creado el 2009 en respuesta a una demanda nacional de formación científica de profesionales relacionados/as con las Ciencias de la Acuicultura. En su orientación, el programa contempla el desarrollo de las siguientes áreas disciplinarias:

- **Genética Acuícola**
- **Biotecnología Acuícola**
- **Reproducción, Desarrollo y Crecimiento de Recursos Acuícola**
- **Sustentabilidad Ambiental y Manejo de Recursos Marinos**
- **Sanidad y Producción Animal**
- **Nutrición Acuícola**

El programa es dirigido por el Comité del Programa, órgano académico compuesto por académicos de tres macrounidades: Sede Puerto Montt, Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias Veterinarias. El DCA de la Universidad Austral de Chile, es innovador, transversal, multidisciplinario en la formación de investigadoras/es en acuicultura, y está inserto en un *cluster* prioritario para el desarrollo del país, en especial en la región sur austral, ya que se dicta en la Sede de Puerto Montt y Campus Isla Teja, Valdivia, ubicada en la Regiones de Los Lagos y de Los Ríos, respectivamente. La región sur-austral de Chile, concentra gran parte de las concesiones acuícolas del país, siendo la zona de mayor producción a nivel nacional y una de las más importantes a nivel mundial. Sin embargo, la acuicultura como sector productivo de alto potencial para el país enfrenta grandes desafíos, y debe resolver algunos temas prioritarios, entre los que destacan:

- Un riesgoso estado ambiental y sanitario de los cuerpos de aguas continentales y marinas, susceptibles de ser utilizados para cultivar.
- Una alta competencia por insumos (alimento, fármacos) con otros rubros productivos y altos requerimientos de sustitución de insumos marinos procedentes de las pesquerías.
- Consumidores/as informados/as y preocupados/as fuertemente por su salud, el medioambiente, la responsabilidad social, el bienestar animal y la seguridad alimentaria de los productos acuícolas.

A raíz de lo anterior, la UACH se ha sumado a los esfuerzos para enfrentar estos desafíos exhibiendo una sólida cartera de proyectos de investigación en las áreas: Ambiental, Sanitaria, Diversificación y Biotecnología que representan cuatro ejes principales de la Acuicultura. Esto demuestra una alta sintonía de las/os investigadoras/es de nuestra Universidad con la realidad científico-tecnológica del medio productivo.

Definición del Programa y sus Fortalezas

El PDCA es un programa nuevo, de 5 años de vida en el sistema nacional de Doctorados, con cursos de postgrado dictados por tres macrounidades de la Universidad Austral de Chile y adicionalmente, algunos cursos son dictados por profesores acreditados exter

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
I SEMESTRE -Módulo obligatorio (*) -Diseño Experimental y Análisis Estadísticos en Investigación de Acuicultura. - Electivo I - Examen de Suficiencia en Inglés.	III SEMESTRE - Electivo IV - Defensa Proyecto de Tesis - Examen de calificación IV SEMESTRE - Tesis	V SEMESTRE - Tesis VI SEMESTRE - Tesis	VII SEMESTRE - Tesis VIII SEMESTRE - Tesis - Examen de Grado

Estructura curricular PDCA (*) Durante el Primer Semestre cada estudiante deberá cursar uno de los dos Módulos obligatorios: Diversificación de la Acuicultura o Sustentabilidad de la Acuicultura.

nos (nacionales y extranjeros) que refuerzan algunos temas y que permiten mejorar el carácter multidisciplinario del Programa.

En estos 5 años de funcionamiento, el PDCA se ha posicionado a nivel nacional, logrando la Acreditación en tres oportunidades y actualmente acreditado hasta el año 2017. El logro de estas acreditaciones determinan que nuestros estudiantes y futuros postulantes (nacionales y extranjeros) se vean beneficiados con este proceso dado la posibilidad de acceder a becas del Estado (CONICYT) cada año.

Nuestro programa, una variedad de de laboratorios in Campus tanto en la Sede Valdivia (Bioquímica, Patología, Nutrición, Fisiología), en la Sede Puerto Montt (Ficohatchery, Hatchery de Invertebrados, Lab. de Nutrición, Lab. de Ciencias Biológicas, Lab. de Recursos Bentónicos), así como también laboratorios costeros como son los laboratorios de Macroalgas de Maullín Yaldad y Melinka. El tránsito de los estudiantes por estos laboratorios con distintas aproximaciones metodológicas permiten que los estudiantes se familiaricen, maduren y propongan problemáticas, con formulación de hipótesis de trabajo y novedosos diseños experimentales que dan origen a la generación de datos y su interpretación que potencialmente darán respuestas a problemáticas de la acuicultura.

Nuestros estudiantes

El perfil de los estudiantes actualmente en régimen abarca disciplinas de Biología Marina, Veterinaria, Bioquímica, Ingeniería en Acuicultura, entre otros, lo que ha permitido una dinámica interna enriquecedora en sus interacciones en los distintos cursos a través del programa. Adicionalmente, y como otro ejemplo de la interacción Academia-Industria, los estudiantes se ven enfrentados a visiones y problemáticas de la industria a través de Profesores Adjuntos provenientes de instituciones/empresas claves en la acuicultura nacional. No hay duda que en dicha interacción tanto los estudiantes como los profesores se ven beneficiados en nuevos conocimientos que impactarán con ideas innovadoras en la actividad acuícola.

De los 20 estudiantes en régimen, 11 de ellos se encuentran desarrollando sus trabajos de Tesis en diferentes temas de investigación tales como aspectos bioquímicos a nivel celular de enfermedades comunes en salmonicultura, desarrollo y fisiología de recursos bentónicos, calidad de agua mediante nuevos in-

dicadores bio-químicos, dinámica de parasito-huésped, aspectos bioquímicos de la nutrición en salmones, variabilidad genética en ambiente costero de organismos bentónicos, etc.

Durante Agosto y Septiembre, los primeros egresados candidatos a Doctor en Ciencias de la Acuicultura, Margarita González y Marcos Cortés, defendieron sus respectivos trabajos de Tesis Doctoral. Las tesis fueron: "Efecto de la caligidosis sobre indicadores del bienestar del Salmón del Atlántico *Salmo salar* (Linneaus 1758) y "Estudio del Sistema de Secreción Proteica tipo 4B (Dot/Icm) y la proteína efectora SdhA en *Piscirickettsia salmones*".

Importancia de la Investigación en la formación de estudiantes

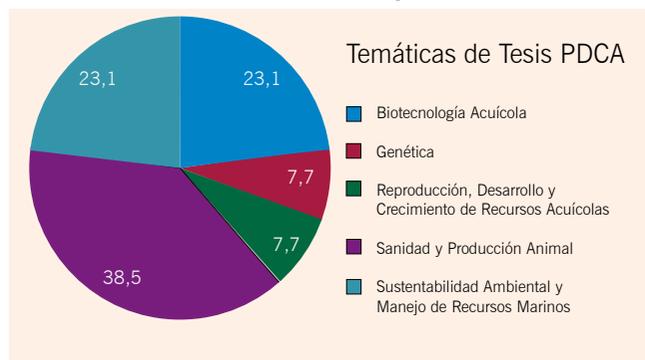
La investigación es considerada una actividad académica clave para la UACH, como Universidad compleja, ya que desarrolla nuevos conocimientos y tecnologías, integrándose con la docencia de pre y postgrado, y transfiriéndose a través de las actividades de vinculación con el medio (extensión, servicios y proyectos en asociación con las empresas del área acuícola y pesquera). Para desarrollar la investigación, las/os académicas/os del Programa trabajan en proyectos financiados a través de distintas fuentes de financiamiento: DID-UACH, IFS, FONDECYT, FONDEF, INNOVA, Centro regional CONICYT-GORE, FIP, CONA, FIC, convenios de desarrollo tecnológico, etc. Esto permite financiar las diferentes líneas de investigación, sustentando una docencia de excelencia.

Becas

En este punto cabe destacar la Política Institucional de UACH, la que a través de la Dirección de Estudios de Postgrado y la Dirección de Investigación y Desarrollo, ha incrementado significativamente en los últimos años la oferta de becas de arancel, de asistencia académica, estadías en laboratorios internacionales, apoyo congresos y apoyo de finalización de Tesis, entre otras

Requisitos de Admisión

Para ingresar al Programa de Doctorado los postulantes deberán cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento General de Programas de Doctorado de la Universidad Austral de Chile, las exigencias propias del Programa DCA, y presentar la Solicitud de Admisión a Programa de Postgrado de la UACH la que debe acompañarse de los documentos señalados en la página web.



Porcentaje de temáticas abordadas por los alumnos del PDCA para la realización de sus tesis.



Profesores Comisión Evaluadora primera egresada del programa: Dr. Hernán Cañón, MSc Sandra Marín A., Dr. Margarita González, Dr. Luis Vargas y Dr. Alex Romero.

Mayor información sobre postulación: jiriarte@uach.cl - 065-2277124 (Dr. José Luis Iriarte) - <http://doctoradoacuicultura.uach.cl/>



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



Facultad de Ciencias
Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción



Desarrolla tu vocación

Comienza tu Carrera



Si te preocupa la conservación de los recursos y para ti el mar es un mundo fascinante por descubrir, **BIOLOGÍA MARINA** es la carrera para que te sumerjas.



Si lo que quieres es ser un científico que busca las respuestas de la vida en el campo de la biología descriptiva, experimental y aplicada ven a estudiar **BIOLOGÍA** con nosotros.

Si lo tuyo es desarrollar soluciones del futuro que mezclan la biología y la tecnología, económicamente sustentables, social y ambientalmente compatibles con el medio ambiente **INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA MARINA Y ACUICULTURA** es el camino.

Barrio Universitario, Concepción, Región del Bío Bío, Chile

Fono: 56-41-2204704; 56-41-2204709

www.natura.udec.cl / Síguenos en :  

Uso de Algas Inmovilizadas para la Biorremediación de Aguas Contaminadas con Metales Pesados



Universidad
de Concepción



CFM

FACULTAD
DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS



Regis Le-Feuvre¹, Jorge Farías¹, Patricia Honorato¹, Nicolás Troncoso¹, Sergio San Martín¹, Roberto Riquelme^{1,2} & Cristian Agurto¹

¹Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina, Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción.

²Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción - Chile.

Contacto: cagurto@udec.cl

El Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina (GIBMAR) del Centro de Biotecnología (CB-UdeC) en conjunto con el Departamento de Ingeniería Matemática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Concepción y las empresas Pigmentos Naturales S.A., y DCS Engineerig Ltda., en el marco del proyecto Innova Chile de I+D aplicada de Corfo 13IDL2-23245, han trabajado intensivamente en la obtención de un biofiltro para la biorremediación de aguas con presencia de metales pasados, ya sea por causas naturales o antrópicas, utilizando micro y macroalgas inmovilizadas.

El propósito conceptual es la obtención de un sistema, cuyas materias primas provengan de fuentes renovables marinas presentes en el país cuyo manejo de los desechos se vea facilitado por la inmovilización del material algal (Figura 1), evitando una contaminación secundaria con el material biosorbente empleado. El objetivo principal de esta investigación es por tanto, desarrollar un sistema automatizado de biofiltración escalable y



Figura 1. Cultivo de materia prima microalgal para inmovilización.

altamente eficiente, para el tratamiento de aguas con altas concentraciones de metales pesados a partir de algas, lo que constituye una excelente oportunidad tecnológica y comercial para ingresar un innovador producto al atractivo mercado de los tratamientos de aguas, que en el año 2011 tuvo un tamaño de USD 57 billones, con un crecimiento estimado para el año 2016 de USD 93 billones y una tasa compuesta de crecimiento anual del 10,4%. (BCC Research, 2011)

En Chile existen muchos sectores donde es posible verificar la presencia de aguas contaminadas con diferentes metales pesados. Debido a las características volcánicas propias de nuestra geografía los cuerpos de agua presentan concentraciones de diversos metales pesados de origen natural. En el norte del país, como por ejemplo en el río Camarones de la región de Arica y Parinacota se han registrado niveles de arsénico 60 veces por sobre el máximo permitido por la norma nacional de aguas para consumo humano (Agurto et al 2015, datos no publicados).

La principal fuente de contaminación por metales pesados sobre los cuerpos de agua la constituye la actividad industrial, en especial la minería, que requiere de grandes volúmenes de agua para su actividad, y por ende destina una importante cantidad de recursos en el tratamiento de las aguas utilizadas en sus procesos, para el cumplimiento de las diferentes normativas. En este sentido, la normativa chilena, tanto sanitarias como ambientales (DS 90 y DS 609) exige, previa a la descarga final, el tratamiento del agua contaminada, lo que actualmente se realiza mediante variadas tecnologías, las que varían en cuanto a su costo, volumen de agua que pueden procesar, efectividad en la remoción de diferentes metales pesados, y la generación de desechos altamente tóxicos (Tabla 1). La presente propuesta ALGAEFILTER se diferencia de todas estas tecnologías tradicionales, al reemplazar el uso de químicos contaminantes, o la generación de grandes

Tabla 1. Ventajas y desventajas de métodos que se utilizan tradicionalmente en la remoción de metales pesados desde sistemas acuosos (Chojnacka, 2010).

TRATAMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Precipitación química	Simple, poco costoso, la mayoría de los metales pueden ser removidos.	Se producen grandes cantidades de lodos y hay problemas con su disposición final.
Coagulación química Intercambio iónico	Lodos de sedimentación, deshidratación, alta regeneración del material y selectividad de metales.	Costoso, gran consumo de químicos, un número reducido de número metales pueden ser removidos.
Métodos electroquímicos	Alta selectividad por metales, no hay consumo de químicos y la recuperación de metales puros es posible.	Alto costo de inversión y alto costo de mantenimiento.
Adsorción empleando carbón activado	La mayoría de los metales pueden ser removidos.	Costo del carbón activado, no puede ser regenerado, el rendimiento depende sobre todo del adsorbente y baja eficiencia.
Zeolita	La mayor parte de los metales puede ser removidos, los materiales son relativamente baratos.	Baja eficiencia.
Procesos de membrana y ultrafiltración	Se producen pocos desechos sólidos, el consumo químico es bajo y alta eficiencia.	Los costos iniciales y de mantenimiento son altos, el caudal empleado es bajo y la eficiencia se ve reducida por la presencia de otros metales.

cantidades de desechos en forma de lodos de difícil disposición, por un proceso que aprovecha la biomasa algal inmovilizada en una matriz polimérica biodegradable, para la remoción de dichos metales, facilitando operacionalmente su disposición final, gracias a la inmovilización del material biosorbente (Figura2).

**Figura 2.** Diferentes algas inmovilizadas en matriz polimérica.

El potencial de micro y macroalgas para la descontaminación de metales pesados

Las microalgas poseen variadas características que las hacen actualmente muy útiles para la industria, como fuente de metabolitos secundarios de alto valor, productos alimenticios, cosmética, e incluso hidrocarburos, por nombrar algunos de los campos en las que están en producción o en activo desarrollo. Estos microorganismos combinan la capacidad fotosintética de las plantas, con el rápido crecimiento de los organismos unicelulares, lo que les provee la capacidad para crecer en medios de cultivo simples en enormes cantidades, alcanzando un gran potencial de productividad. Del mismo modo, existen múltiples investigaciones que demuestran la capacidad de ciertas microalgas para crecer y remover metales pesados del ambiente acuoso, de ahí

su potencial para la biorremediación de aguas residuales industriales y para consumo humano. Diversas cepas han demostrado una alta capacidad para sobrevivir en ambientes con altas concentraciones de dichos metales, removiéndolos en breves tiempos con eficiencias cercanas al 97% para el caso de distintas cepas de *Chlorella vulgaris* (Lau et al., 1998).

Por otro lado, el empleo de biomasa macroalgal también constituye un gran potencial de biorremediación. Estas algas además de presentar una alta capacidad para remover metales pesados, se pueden encontrar en grandes cantidades en zonas litorales a nivel global y son de fácil acceso para su cosecha (Kuyicak & Volesky, 1990, Rincon et al., 2005), pudiendo incluso algunas de ellas ser cultivadas. Hace quince años atrás se determinó el potencial de muchas especies de macroalgas para la remoción de cadmio, plomo, níquel y zinc en soluciones acuosas, encontrándose un alga, *Lyngbya taylorii*, capaz de remover los cuatro metales con una alta eficiencia (Klimmek et al., 2001). De manera similar, el alga *Sargassum sinicola* remueve cobre y cadmio en proporciones superiores al 80% (Mónica Patrón-Prado et al., 2010).

La inmovilización del material algal para optimizar la recuperación de la biomasa y la remoción de metales

La gran desventaja del uso tanto de micro como de macroalgas, es que su recuperación o cosecha de la biomasa una vez que estas han incorporado los metales pesados desde el agua, puede ser complicada y de alto costo energético, empleándose desde filtración por arena, hasta la centrifugación. Una excelente solución para recuperar de manera sencilla las algas, es su inmovilización, pues al no estar libre el material, esta matriz que encapsula la biomasa algal se puede remover fácilmente del agua tratada, permitiendo una aplicación alternativa muy atractiva a los procesos actuales de tratamiento de aguas.

La inmovilización de las microalgas puede incrementar la capacidad de biosorción de metales pesados, tal como se verificó en el caso de *Scenedesmus obliquus*, la cual sin inmovilizar removió de un 12 a un 27% de cromo. En comparación con *S. obliquus* inmovilizada, ésta incrementó su remoción a un 95% para el mismo metal (Pellon et al., 2003). Otros metales pesados altamente contaminantes como el plomo han sido removidos con diferentes microalgas, tal como *Chlorella sorokiniana*, con una tasa de remoción desde el agua de un 95% (Akhtar et al., 2004).

Por otra parte, la aplicación industrial de la biosorción de metales pesados a partir de la inmovilización de la biomasa macroalgal, también facilita separar la biomasa inmovilizada del agua, evitando el empleo de métodos costosos en términos energéticos o de recursos humanos (Golab et al., 1991). De esta manera se ha empleado *Laminaria saccharina* inmovilizada para remover níquel en un 99% (Hashim & AL-Hamadani, 2012), o *Sargassum baccharia*, la cual es capaz de remover hasta un 99% del cadmio presente en el agua (Volesky & Prasetyo, 1994). Esta tecnología de inmovilización de la biomasa algal adicionalmente, permite recuperar los metales que las macroalgas han removidos del medio acuoso. A modo de ejemplo, de-Bashan & Bashan (2010) obtuvieron el 90% del cobre absorbido por las macroalgas, demostrando una interesante propiedad que puede ser utilizada para recuperar metales valiosos para la industria, permitiendo su reutilización.

Un sistema eficiente, amigable con el ambiente y escalable para el tratamiento de aguas contaminadas

El diseño y obtención de un sistema de biofiltros automatizado, utilizando biomasa de micro y macroalgas inmovilizadas en una matriz polimérica biodegradable, para la remoción de metales pesados desde aguas destinadas al consumo humano, y desde residuos industriales, en especial los del sector minero, es única a nivel nacional. En este sentido, pese a la existencia de publicaciones a nivel internacional que avalan esta propiedad, en Chile no existen en la actualidad, ningún proceso en funcionamiento

similar que aproveche de esta manera el potencial biorremediador de las algas.

El proyecto considera la producción de un sistema a escala prototipo, modular, automatizado, con replicabilidad para todo el territorio nacional, de fácil instalación y mantención, para el tratamiento de aguas con altas concentraciones de metales pesados, considerando diversas variables tanto de diseño como de simulación numérica para asegurar la máxima eficiencia del proceso de biofiltración. Estas consideraciones, permitirán mejorar la calidad del agua para consumo humano o para un adecuado tratamiento de residuos líquidos industriales. La facilidad para recuperar el material base del biofiltro, la disposición final del material algal e incluso la potencial recuperación de los metales valiosos, unido a la escalabilidad del sistema modular, que permitirá su adecuación a diferentes volúmenes de agua, son las bases sobre las cuales se sustenta esta propuesta científica y tecnológica.

El equipo ejecutor del proyecto, junto a las empresas coejecutoras, han evaluado cerca de quince algas inmovilizadas para la remoción de cinco metales pesados, evaluando diferentes variables que afectan el proceso de biosorción. De igual modo, se han construido 4 prototipos de sistemas continuos de biosorción, que han permitido identificar los mejores materiales en términos de precio – calidad, para el escalamiento industrial a costos competitivos. En este sentido, las distintas pruebas realizadas han permitido seleccionar tanto micro como macroalgas con valores de remoción de metales superiores al 90%, que permitirán establecer las mejores especies algales para su utilización en la descontaminación de aguas (Figura 3). Adicionalmente, se ha diseñado y construido un sistema de inmovilización a nivel piloto, que permite la obtención rápida de una gran cantidad de material inmovilizado, y se ha realizado la caracterización estructural de los biosorbentes a través de micrografías electrónicas (Figuras 4 y 5). En general, los resultados obtenidos, han permitido identificar y definir parámetros cruciales para el diseño y construcción del sistema a escala piloto, que finalmente será la base técnica para la obtención de un proceso automatizado a escala industrial.

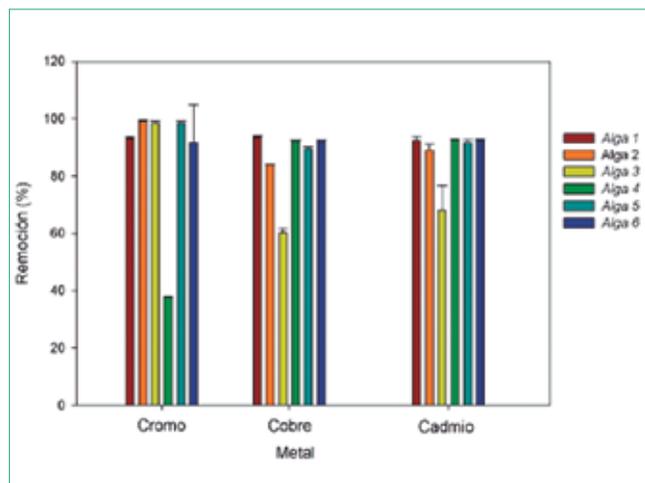


Figura 3. Remoción (%) de metales pesados por diferentes especies de algas en 24 horas.

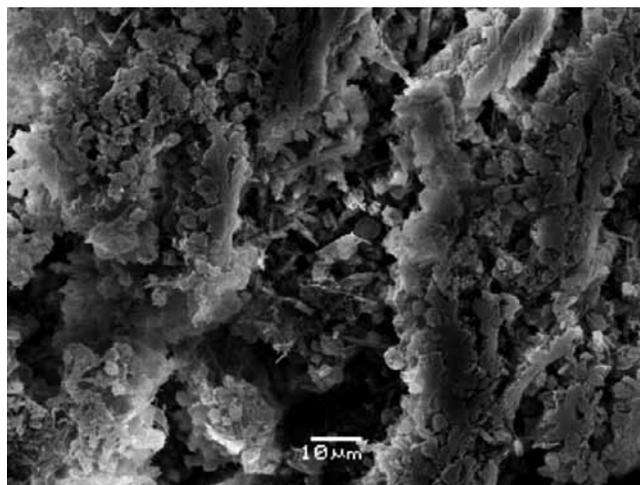


Figura 4. Micrografía electrónica de barrido (SEM) de un corte transversal de microalgas inmovilizadas en una matriz polimérica. 2500 x.

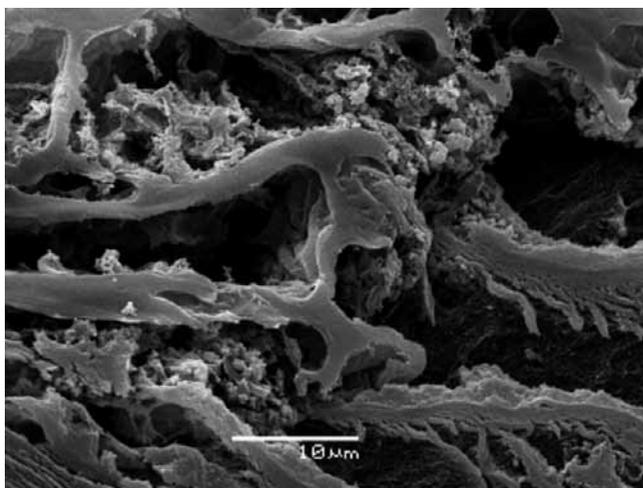


Figura 5. Micrografía electrónica de barrido (SEM) de un corte transversal de biomasa macroalgal inmovilizada en una matriz polimérica. 6000 x.

Las algas como recurso aún no explotado plenamente en Chile

El uso de las algas, y en particular las macroalgas, está restringido principalmente a la extracción de hidrocoloides (agar, alginatos, carragenina, etc) como producto con valor agregado, y a la explotación de biomasa para consumo humano. Pese al gran potencial que Chile posee al tener una extensa costa y un fácil acceso a los recursos algales, la mayor parte de las exportaciones solo son de materia prima, faltando el componente de la innovación para lograr productos derivados de estas, con aplicación de tecnología y por tanto, de mayor precio y competitividad a nivel internacional, superando la típica producción de commodities en la que está enfrascado el país. En este escenario, el GIBMAR del Centro de Biotecnología de la Universidad de Concepción, se ha caracterizado por realizar investigación aplicada de alto nivel, orientada siempre a la innovación y desarrollo de nuevos productos de nivel comercial a partir de las algas, siendo esta una nueva propuesta en la línea del aprovechamiento responsable de los recursos algales nacionales para dar respuesta a una problemática concreta que es la contaminación de aguas por metales pesados, con positivos y grandes impactos tanto en la mejora de la salud pública en zonas pobladas que sufren de este problema, como para el ambiente que recibe estos desechos producto de la actividad humana.

El GIBMAR

La misión de nuestro grupo es 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. 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 biorremediación, biomateriales, bioenergía, alimentos funcionales, nutracéuticos, farmacéuticos, cosmecéuticos, 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. Equipos que están apoyados constantemente por los equipos de Formulación y Gestión de proyectos, Vigilancia y transferencia tecnológica.

Literatura Citada

Agurto C, J. Farías y R. Le-Feuvre. 2015. datos no publicados proyecto Corfo Innova Chile 13IDL2-23425.

Akhtar, N., Iqbal, J. & Iqbal, M. 2004. Enhancement of lead(II) biosorption by microalgal biomass immobilized onto loofa (*Luffa cylindrica*) sponge. *Engineering in Life Sciences* 4:171-78.

BBC Research 2011. Water and Wastewater Treatment Technologies: Global Markets. Report Code: ENV008B

Chojnacka, K. (2010) Biosorption and bioaccumulation - the prospects for practical applications. *Env. Int.*, 36, 299-307.

de-Bashan, L. E. & Bashan, Y. 2010. Immobilized microalgae for removing pollutants: Review of practical aspects. *Bioresource Technology* 101:1611-27.

Golab Z, Orlowska B & Smith R W 1991. Biosorption of lead and uranium by *Streptomyces* sp. *Water, Air and Soil Pollut* 60:99-106.

Hashim, F. & AL-Hamadani, K. 2012. Removal of Nickel Ions Using A Biosorbent Bed (*Laminaria saccharina*) Algae. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering* 13:47-55.

Klimmek, S., Stan, H. J., Wilke, A., Bunke, G. & Buchholz, R. 2001. Comparative analysis of the biosorption of cadmium, lead, nickel, and zinc by algae. *Environmental Science & Technology* 35:4283-88.

Kuyicak, N. & Volesky, B. 1990. Biosorption by fungal biomass. In: Volesky B, editor. *Biosorption of heavy metals*. Florida: CRC press:173-98.

Lau, A., Wong, Y. S., Zhang, T. & Tam, N. F. Y. 1998. Metal removal studied by a laboratory scale immobilized microalgal reactor. *Journal of Environmental Sciences* 10:474-78.

Mónica Patrón-Prado, Baudilio Acosta-Vargas, Elisa Serviere-Zaragoza & Méndez-Rodríguez, L. C. 2010. Copper and Cadmium Biosorption by Dried Seaweed *Sargassum sinicola* in Saline Wastewater. *Water, Air, & Soil Pollution* 210:197-202.

Pellon, A., Benítez, F., Frades, J., García, L., Cerpa, A. & Alguacil, F. J. 2003. Using microalgae *Scenedesmus obliquus* in the removal of chromium present in plating wastewaters. 39:9-16.

Rincón, J., González, F., Ballester, A., Blazquez, M. & Muñoz, J., A. 2005. Biosorption of heavy metals by chemically-activated alga *Fucus vesiculosus*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 80:1403-07.

Volesky, B. & Prasetyo, 1994. Cadmium removal in a biosorption column. *Biotechnology and Bioengineering* 43:110-1015.

Avances en el desarrollo de biomateriales funcionales: Papel de Pulpa Algal y Fibra Secundaria



Nicolás Troncoso¹, Sergio San Martín¹, Jorge Farias¹, Scarlett Vera¹, Regis Teixeira², Miguel Pereira³ y Cristian Agurto¹

¹Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina GIBMAR del Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción;

²Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción;

³Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Contacto: cagurto@udec.cl

El proyecto “Desarrollo de papeles bioactivos en base a mezclas de pulpa de algas y fibras secundarias” (D111-1226) financiado por CONICYT a través de su programa FONDEF, ejecutado por el GIBMAR del Centro de Biotecnología (CB-UdeC) en colaboración con el Laboratorio de Productos Forestales (Depto. de Ingeniería Química, UdeC), junto a las empresas asociadas Indugras S.A., Innocon S.A. y Terra Natur S.A. de la Región del Biobío, han logrado avances significativos en la elaboración de papeles empleando algas como materia prima estructural y funcional, marcando un nuevo hito en el desarrollo de biomateriales de origen marino a nivel nacional.

El objetivo general del proyecto es desarrollar papeles bioactivos a partir de mezcla de algas y pulpa secundaria para mejorar los estándares de durabilidad y calidad en la industria frutícola. Lo anterior está fundamentado en las continuas pérdidas que la industria exportadora sufre cada temporada, debido al ataque de microorganismos oportunistas que producen pudrición en los envíos, generando mermas del orden del 5% del total de fruta exportada. Los objetivos específicos son: a) Evaluar y seleccionar algas con propiedades bioactivas, b) Producir algas seleccionadas a escala piloto, c) Determinar mezclas óptimas de pulpa de algas y fibra secundaria para potencial las propiedades bioactivas del papel, d) Elaborar productos de embalaje a partir de la mezcla óptima de pulpas, e) Evaluar propiedades bioactivas de los productos desarrollados, f) Analizar técnica y económicamente la producción de papel con propiedades bioactivas de algas y, g) Proponer un modelo de transferencia y de negocio para un proceso de obtención de papel con propiedades bioactivas. Los principales resultados son: a) Formulaciones algales con propiedades bioactivas, b) Mezclas óptimas de pulpa de fibra secundaria con algas y, c) Papeles con propiedades bioactivas de algas.

Propiedades bioactivas de las macroalgas

Las macroalgas están expuestas a una combinación de factores ambientales tales como luz, concentración de oxígeno, presión por organismos herbívoros y microorganismos, lo cual estimula la generación de compuestos polifenólicos e isoprenoides como

agentes antioxidantes y antimicrobianos, entre otros (Carvalho & Roque, 2000; Zubia et al, 2009; Vinayak et al, 2011).

En aspectos funcionales el proyecto ha aportado con información relevante sobre la Capacidad Antioxidante (CA) de las algas, conferida principalmente por florotaninos, compuestos polifenólicos que juegan un rol primario como agentes estructurales de las paredes celulares, los que adicionalmente son potentes antioxidantes naturales. La determinación de la CA fue realizada en algas como, *Ulva lactuca*, *Lessonia spicata*, *Durvillaea antarctica*, *Macrocystis pyrifera*, *Gracilaria chilensis*, detectando la CA en todas ellas, no obstante, en las algas pardas se detectó las mayores concentraciones de polifenoles y por lo tanto altas capacidades antioxidantes (San-Martín et al, 2014; Agurto et al, 2014). En relación a la capacidad antibacteriana de las algas, fue realizada una bioautografía, contra diferentes cepas Gram negativas; *Escherichia coli* K12, *Pseudomonas aeruginosa* PAO1, *Pseudomonas syringae* DC3000 y la Gram positiva *Streptococcus pyogenes* HU08, logrando identificar moléculas con demostrada actividad antibacteriana, antifúngica en incluso antivirales, a través de un cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas (GC-MS). Las moléculas 6-metil-2-fenilquinolina, neofitadieno y Fitol 3,7,11,15-tetrametil-2-hexadeceno-1-ol, fueron halladas en los extractos de *M. pyrifera* y especies del genero *Ulva*, junto con la identificación de numerosas cadenas alifáticas insaturadas de 16 a 43 carbonos a las que han sido atribuidas capacidad antibacteriana (Troncoso et al, 2015).

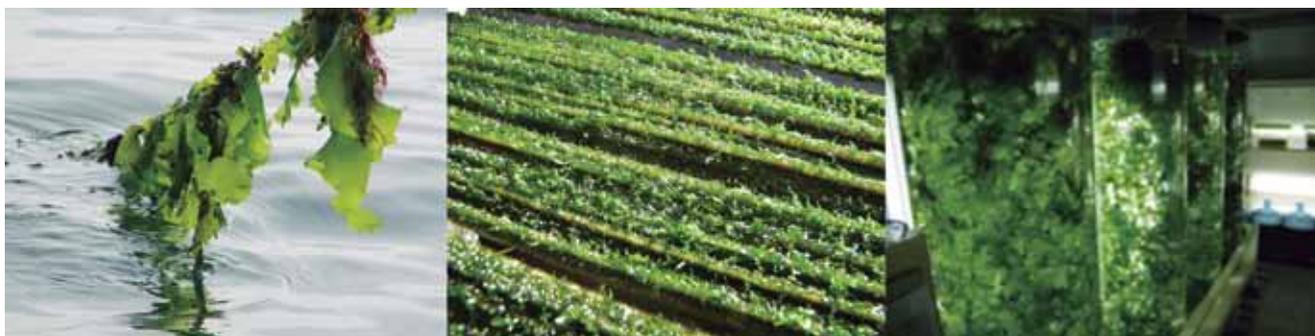


Figura 1. Materia prima macroalgal cultivada por GIBMAR para la obtención de fibra para la elaboración de papel. De izquierda a derecha: Microtalas en sistemas rígidos al interior de estanques, Crecimiento del alga adherida a cuerdas dispuestas en el mar y Cultivo libre de alga en fotosistemas controlados.

Evaluación del efecto que produce la aplicación de fibras macroalgales sobre las propiedades físico-mecánicas del papel de pulpa secundaria

El papel es un producto versátil, que permite ser reciclado hasta siete veces (TAPPI, 2001), sin embargo, cada vez que es reciclado requiere de la incorporación de pulpa virgen para mantener sus propiedades mecánicas. En este sentido, algunas macroalgas como *Rhizoclonium sp.* y *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, poseen fibras largas que varían entre 0,5 a 3 mm, favoreciendo algunas de las propiedades de resistencia del papel, permitiendo la mezcla y manteniendo sus propiedades (Su, Chen, & Chao, 1999; Laksitresmi et al, 2010).

A nivel nacional han sido obtenidas fibras algales desde *Ulva lactuca* Linnaeus, *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C.Agardh y *Gracilaria chilensis* C.J.Bird, McLachlan & E.C.Oliveira (Tabla 1) con valores de longitud similares a los observados en especies de árboles tales como *Populus simonii* (Álamo), *Quercus alba* (Roble americano) y *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), permitiendo por lo tanto, su uso como materia prima en la producción de papel (Vera, 2015).

Especies de macroalgas verdes, rojas y pardas fueron recolectadas desde praderas naturales ubicadas en la Provincia de Concepción, Región del Biobío-Chile, para su clasificación, procesamiento y cultivo, inicialmente en el laboratorio y posteriormente en el mar (Fig. 1). La elaboración de los papeles fue realizada

bajo norma TAPPI T 205 om-88 (*Technical Association of Pulp and Paper Industry*), a partir de una pasta de fibra secundaria, del tipo kraft, en combinación con diferentes especies de algas, en proporciones con un rango variable de alga en la mezcla con fibra secundaria (Fig. 2). La evaluación de las propiedades físico-mecánicas fue realizada bajo la norma TAPPI T 220 la que contempla la determinación del gramaje, volumen específico, índice de rasgado, índice de explosión e índice de tensión, las que son utilizadas para caracterizar los productos que, dependiendo del uso, requieren diferentes valores indicadores. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un ANOVA de dos vías, aplicando test posteriores para establecer diferencias y determinar el efecto, empleando el software STATISTICA 7 (StatSoft).

Tabla 1. Largo y ancho promedios del material fibroso de macroalgas determinados a través de equipo FiberTester (Vera 2015).

Especie	Longitud de la fibra (mm)	Ancho de la fibra (μm)	n
<i>U. lactuca</i>	0,523	46,7	443
<i>G. chilensis</i>	0,933	23,6	348
<i>M. pyrifera</i>	0,728	18,5	94
<i>P. simonii</i>	0,75 – 0,85	-	-
<i>Q. alba</i>	1,0	-	-
<i>E. globulus</i>	1,0	0,018	-



Figura 2. Producción de papel de acuerdo normas TAPPI. De izquierda a derecha: a) Pulpa refinada por molino, b) Pulpa obtenida, c) Estandarización en medio acuoso para la obtención de fracciones y d) Hoja húmeda recién formada.

Tabla 2. Algas seleccionadas en función de propiedades físico-mecánicas y proporción en la mezcla (%) en combinación con fibra secundaria.

Biomasa	%	Gramaje [g × m ⁻²]	Volumen [cm ³ × g ⁻¹]	Índice Explosión	Índice Rasgado	Índice Tensión
Fibra secundaria	100	55,11 ± 0,46	1,62 ± 0,01	3,75 ± 0,11	9,17 ± 1,34	56,9 ± 3,85
Alga verde	10	52,04 ± 0,28	1,77 ± 0,01	2,64 ± 0,19	8,95 ± 0,75	48,09 ± 3,43
	20	49,96 ± 0,28	1,85 ± 0,01	2,30 ± 0,13	8,63 ± 0,96	45,02 ± 2,18
Alga roja	10	52,08 ± 0,47	1,80 ± 0,02	2,72 ± 0,18	8,16 ± 0,58	45,14 ± 1,28
	20	49,21 ± 0,74	1,96 ± 0,03	1,95 ± 0,22	8,47 ± 0,31	33,38 ± 1,74
Alga parda	10	53,22 ± 1,11	1,68 ± 0,03	2,51 ± 0,27	9,15 ± 1,28	39,94 ± 4,72
	20	50,65 ± 0,61	1,75 ± 0,02	1,86 ± 0,24	7,76 ± 0,94	34,05 ± 3,24
Papel sulfito	100	15,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	45,0 ± 0,0

Los resultados obtenidos muestran que las propiedades de gramaje, volumen específico e índice de rasgado de las mezclas no poseen diferencias en relación al tipo de alga y proporción en la mezcla con fibras secundarias, por cuanto no presenta diferencias estadísticas (ANOVA, $p > 0,05$). En cambio, es altamente significativo la diferencias de las propiedades mecánicas de explosión y tensión (ANOVA, $p < 0,001$), expresadas como índices, en función del tipo de alga y su proporción de mezcla (Tabla 2). A su vez se observó un comportamiento inversamente proporcional, donde las propiedades mecánicas índice de explosión e índice de tensión, disminuyen al aumentar la biomasa algal en la mezcla con fibras secundarias.

Finalizado los análisis se establece que las mezclas al 10% de las macroalgas verdes, rojas y pardas seleccionadas son adecuadas para el desarrollo de papeles, ya que, en promedio los valores alcanzados para tensión (índice de $44,4 \pm 4,1$) y explosión (índice de $2,6 \pm 0,1$) son similares al de algunos productos de papel disponibles en el mercado, como por ejemplo el papel sulfito, empleado para proteger a la fruta de exportación, el cual posee valores de 45,0 y 3,0 como índices de tensión y explosión, respectivamente.

Determinación de la capacidad antioxidante de papeles desarrollados a partir de fibras de macroalgas y pulpa secundarias

Los papeles desarrollados fueron sometidos a la evaluación de la capacidad antioxidante a través del método de decoloración del radical catión ABTS^{•+}. La determinación fue realizada directamente sobre los papeles desarrollados. Los resultados mostraron que, a diferencia de lo ocurrido en las propiedades físico-mecánicas del papel la capacidad antioxidante es directamente proporcional al incremento de alga en la mezcla. Como fue esperado, los papeles desarrollados a partir de algas pardas presentaron la mayor capacidad antioxidante con un promedio de $1,18 \pm 0,2 \mu\text{M}$ equivalente a TROLOX (TE) que en comparación a las demás algas presento diferencias altamente significativas (ANOVA, $p < 0,001$).

Por otra parte el papel a partir de fibra secundaria al 100% también presento actividad antioxidante con un valor de $0,35 \pm 0,0 \mu\text{M}$ TE, el cual fue significativamente menor que aquellos papeles en combinación con algas (ANOVA, valor $p < 0,001$). Esto puede ser explicado, ya que, la fibras secundarias están conformada por pulpa kraft, (sin proceso de blanqueo) que puede contener lignina y otros compuestos fenólicos propios de la madera (Faustino et al, 2010), capaces de reaccionar con el radical ABTS^{•+}. Por lo tanto, se destaca que los papeles de fibra secundaria en mezcla con algas presentan bioactividad del tipo antioxidante entre $0,44$ y $1,46 \mu\text{M}$ TE con un valor promedio de $0,87 \pm 0,31 \mu\text{M}$ TE.

Referencias

Agurto, C., Troncoso, N., Olivares, A., Saavedra, R., & San-Martín, S. (2014). Variabilidad intraindividuo de polifenoles y capacidad antioxidante en *Macrocystis pyrifera*. IX Congreso Nacional de Micro y Macro Algas. Viña del Mar-Chile.

Carvalho, L., & Roque, N. (2000). Fenóis halogenados e/ou sulfatados de macroalgas marinhas. *Química Nova*, 23(6), 757-763.

Faustino, H., Gil, N., Baptista, C., & Duarte, A. P. (2010). Antioxidant activity of lignin phenolic compounds extracted from kraft and sulphite black liquors. *Molecules*(15), 9308-9322.

Laksitoresmi, D. R., Kosasih, Y., Miyasyiwi, S., & Darmansah, I. (2010). Prospects red algae (*Gracilaria verrucosa*) as the raw material of paper as innovative solution to face global warming. IEEE International Conference on Advanced Management Science, Chengdu-China, 3.

San-Martín, S., Castillo, L., Olivares, A., Saavedra, R., Troncoso, N., & Agurto, C. (2014). Capacidad antioxidante en macroalgas presentes en la Región del Biobío. IX Congreso Nacional de Micro y Macro Algas, Viña del Mar-Chile.

Su, Y. C., Chen, S. C., & Chao, K. P. (1999). Chemical composition and potential for utilization of the marine alga *Rhizoclonium* sp. *Journal of Applied Phycology*(11), 525-533.

TAPPI. (2001). Frequently Asked Questions. Recuperado el Junio de 2015, de http://www.tappi.org/paperu/all_about_paper/faq.htm

Troncoso, N., Olivares, A., Fariás, J., San-Martín, S., Urrutia, H., & Agurto, C. (2015). Identification of antibacterial compounds obtained from seaweeds present in the Biobío Región, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(S1), 199-204.

Vera, S. A. (2015). Determinación de un método para obtener material fibroso de macroalgas de la Región del Biobío para su aplicación en biomateriales. Tesis de pregrado, Universidad de Concepción sede Los Ángeles-Chile.

Vinayak, R. C., Sudha, S. A., & Chatterji, A. (2011). Bio-screening of a few green seaweeds from India for their cytotoxic and antioxidant potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*(91), 2471-2476.

Zubia, M., Fabre, S., Kerjean, M., Le-Lann, V., Stiger-Pouvreau, K., Fauchon, V. M., & Deslandes, E. (2009). Antioxidant and antitumor activities of some Phaeophyta from Brittany coasts. *Food Chemistry*(116), 693-701.



Energía para que el sector Salmonero siga creciendo

Estamos en cada etapa de su faena productiva

- Grupos Electrógenos
- Instalación de Salas Eléctricas
- Telemedida
- Obras Eléctricas Industriales Interiores
- Bombas de Calor
- Venta de Materiales



Entregamos soluciones energéticas innovadoras y eficientes, contribuyendo al crecimiento sustentable de nuestros clientes y sus comunidades.

Tenemos una respuesta para cada una de sus necesidades

gerenciacomercial@saesa.cl

Contáctenos al 600 401 2020

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.



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



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

★ 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

Todos los cursos con código Sence

www.seguridadypromociones.cl



CASA MATRIZ

Mackenna Nº 1434 - Osorno
Fono/Fax: 064-2240 300
osorno@seguridadypromociones.cl

SUCURSAL PUERTO MONTT

Regimiento esquina Palena Nº 298
Fono/Fax: 065-2437 457
puertomontt@seguridadypromociones.cl

SERVICIOS EN LA ISLA GRANDE DE CHILOÉ



Algas:

el potencial productivo que nuestro país no debe desaprovechar

Centro i-Mar, Universidad de Los Lagos
Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), U. de Chile

Las algas pardas constituyen un capital que Chile recién comienza a dimensionar. Se sabe que su presencia en los ecosistemas marinos es fundamental para la mantención de la biodiversidad de zonas costeras. El deterioro de praderas submarinas impacta –por tanto– en la disponibilidad de distintos recursos.

Investigadores de nuestro país se encuentran desarrollando tecnologías de cultivo que permitan, por una parte, repoblar los bosques de algas deteriorados o que hayan sido depredados. Pero –además– dichos sistemas pueden ser la base de futuras bio-refinerías, que permitan generar biocombustibles aprovechando, de paso, todas las sustancias útiles de esta especie.

“La principal necesidad que tiene nuestro país en este momento es agregar valor a nuestra materia prima, especialmente a aquella de la que sólo en años recientes hemos comenzando a dimensionar su tremendo valor, como son las algas pardas que crecen en las costas de norte a sur de Chile”. Este es uno de los grandes desafíos para el desarrollo de nuestro país que visualiza el doctor Alejandro Buschmann, investigador titular del Centro de Biotecnología y Bioingeniería, y académico e investigador del centro i-Mar de la Universidad de Los Lagos.

La necesidad es urgente, acota el profesor Buschmann. En el norte de Chile solamente se extrae el alga del mar y, tras las fases de secado y ensacado, se la vende al extranjero. Para controlar su extracción se han impuesto cuotas, “pero esta medida

no se aplica a las regiones del sur de Chile en las que también se extrae el alga con el mismo fin. ¿De qué manera dicha tarea afecta el ecosistema marino? Se requiere de manera urgente una evaluación del estado de nuestras praderas submarinas, que son clave para la estabilidad de los ecosistemas y la subsistencia de distintas especies, entre ellas muchas que son de alto valor comercial para los pescadores artesanales”.

“Las algas pardas son una de las grandes fuentes de alimentos para el abalón y los productores de este gastrópodo requieren mucha biomasa para su producción de forma sostenida. Por ende, ellos constituyen un rubro productivo que también requieren certeza de la existencia de algas ahora y a futuro”, agrega el investigador.



Cosecha de *Macrocystis pyrifera* cultivada en el mar del sur de Chile.

Agregar valor con biotecnología

Pero una evaluación de la situación de las algas pardas en Chile es sólo el primer paso en un largo camino que deberá incluir la generación de valor agregado a esta especie, lo que va más allá de trabajar con alginato, un tipo de azúcar presente en ellas utilizada en distintas industrias por su capacidad para producir geles tanto termorreversibles como irreversibles. Los alginatos suelen ser usados como espesantes, para estabilizar emisiones, como gelificantes, para dar palatabilidad y en muchas otras aplicaciones en cosmética e –incluso– industriales, tales como pinturas. El principal productor a nivel mundial es China, nación que –por lo mismo– es uno de los grandes importadores de algas pardas, con un sistema productivo ya instalado y Chile es hoy principalmente un exportador de materia prima, con escaso valor agregado.

“La producción de alginato no se visualiza como una alternativa productiva para el país porque es un commodity y, aunque se le puede agregar valor, no implicaría una diferencia tan relevante en cuanto a productividad para el país. Nosotros debemos apuntar a otros mercados y de manera inteligente, en los que podamos entrar a competir con productos con verdadero valor agregado, no simplemente produciendo más de un mismo elemento”, explica el doctor Buschmann.

Entre los compuestos a los que se deberá apuntar, indica el académico, están los antioxidantes presentes en las algas pardas y que constituyen un mercado interesante de explorar para Chile, considerando que abarcan variadas gamas de uso. Otra de las sustancias que pueden ser eje de un nuevo enfoque son las proteínas, que pueden ser usadas para consumo animal, anticipando una solución a una crisis en ciernes en esta industria, que tiene relación con la disponibilidad de fuentes proteicas de buena calidad y de producción estable.

“La harina de pescado es una de las fuentes de proteína para el pienso en industria animal, pero los productores en ambos lados

de la cadena saben que se avecina un problema. La fuente está fuertemente estresada y, si la presión de sobrepesca se mantiene, esto implica que en el futuro cercano dispondremos de aún menos recursos para cubrir las mismas necesidades”, explica Buschmann. Además, con los mayores requerimientos de harina de pescado por parte de la industria acuícola –en crecimiento a nivel mundial– requerimos de fuentes seguras y económicamente competitivas, para así poder mantener el crecimiento de la industria de la acuicultura.

El mercado de la industria alimentaria a nivel mundial requiere en forma urgente fuentes alternativas de proteínas de buena calidad, pero cuya estabilidad esté garantizada. Esto quiere decir que los consumidores estén seguros de que al año siguiente estará disponible, con la misma calidad y –por ende– con el mismo rendimiento. “Contar con este fuente de proteína estable con condiciones de calidad para la industria de alimento animal es hoy un tema crítico para sustentar el crecimiento de producción animal en el mundo”, acota el investigador.

Bio-refinerías, productividad en 360°

La variedad de potenciales usos de las algas pardas pudiese hacer difícil definir una línea de desarrollo o, al menos, una con la cual partir un trabajo selectivo. “Esta especie tiene proteínas en cantidad no tan alta como quisiéramos, pero la suficiente como para convertirla en una fuente interesante. Hay mucha más presencia de azúcar para distintos usos y, además, aminoácidos y minerales que también pueden ser utilizados”, explica el doctor Buschmann.

Desde la biotecnología ya se está generando una salida a este dilema que permitirá aprovechar en paralelo todos los elementos contenidos en las algas. “Si podemos, por un lado, producir algas con mayores niveles de proteína y, por otro, extraer azúcar y proteínas, además de aprovechar otros elementos, entonces el cultivo de algas pardas comienza a transformarse en un buen negocio. Es por eso que hoy estamos trabajando en el concepto de bio-industria o bio-refinería”, agrega el investigador.

Este concepto busca aprovechar al máximo una biomasa, procesando los diferentes productos que de ella se pueden obtener, rentabilizando la producción e impactando mucho menos al



Cuerda recién sembrada con algas de la especie *Macrocystis pyrifera*.



A los cuatro meses de cultivo, las algas ya han crecido notoriamente.

medio ambiente tanto al inicio como al término de la cadena. El profesor Buschmann explica que “así como las refinerías producen distintos tipos de combustibles y otros productos derivados a partir de una única fuente, el petróleo, una bio-refinería que tenga como fuente la biomasa de algas pardas podría producir proteínas, biocombustibles y otros productos como antioxidantes, por ejemplo”.

La ventaja de generar bio-refinerías a partir de esta biomasa es que la fuente –las algas pardas– no son alimentos consumidos



en forma directa por los seres humanos, por lo que una bio-industria no generaría competencia por estos recursos. Ahora, “lo que sí se requiere es una implementación controlada al alero de tecnologías productivas que garanticen la disponibilidad permanente de biomasa”, indica el científico.

Gracias a la biotecnología, esta necesidad ya está siendo respondida.

Estudio y cultivo de macroalgas

“Si comenzáramos a usar las praderas de algas sin análisis previos, sin estudios, ni proyecciones, haríamos lo mismo que estamos criticando respecto de otras fuentes renovables: utilizarlas sin cautelar su renovación adecuada y en balance con el ecosistema”, indica Buschmann.

Para evitar estos riesgos, el equipo liderado por el investigador ha desarrollado sistemas y tecnologías de cultivo con los que han logrado recrear el ciclo completo de reproducción de la especie *Macrocystis pyrifera* para, finalmente, reinsertarlas al mar en los que siguen creciendo. “Con estos sistemas hemos logrado producciones de hasta 20 hectáreas. Sabemos bastante bien qué es lo que debe hacer y la viabilidad de la tecnología. Nuestro objetivo actual es estudiar la fisiología y genética de las algas y

Macrocystis pyrifera para cultivo de abalón

La disponibilidad de biomasa de algas pardas para el cultivo de abalón en Chile sigue siendo un elemento crítico para el fortalecimiento de esta industria. La viabilidad económica y técnica de escalar la actividad de granjas de algas no ha sido aún establecida.

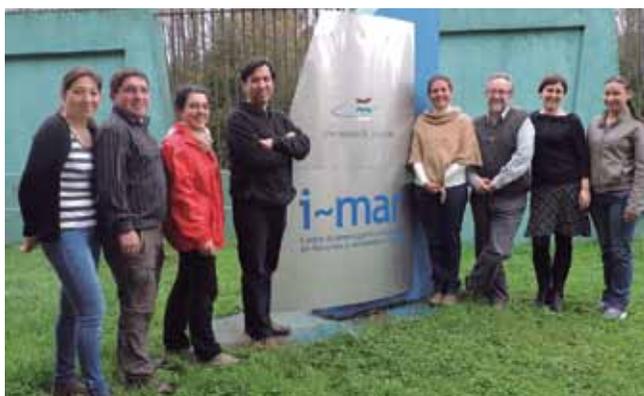
En una reciente investigación realizada por el equipo de los doctores Alejandro Buschmann y Alfonso Gutiérrez se estudió la producción y resultados económicos de una unidad piloto de granja de algas instaladas en el sur de Chile. Los indicadores mostraron que se logró obtener una media de 25 kg de producción en un período de nueve meses que incluyó primavera y verano, y una producción media de 16.2 kg durante el período de otoño-invierno- Esto muestra, señala el estudio, que es posible obtener una media de 41.3 kg en un año, colocando líneas de cultivo bajo el mar a 4 metros de distancia.

Se obtuvo plantas con alto con alto valor alimenticio para los gastrópodos, con 9% de contenido de proteínas. Los análisis posteriores muestran que es posible cultivar 30 hectáreas con un valor de Mercado de US\$ 78 la tonelada, lo que permitiría un retorno de la inversión al primer año de producción. No obstante, si valoramos a este recurso, claramente podremos mejorar la rentabilidad de esta actividad.

cómo varía a lo largo de las costas chilenas, para luego ver cómo esas variaciones genéticas las incorporamos en los sistemas productivos”, agrega el académico.

La idea, explica Buschmann, es evitar riesgos innecesarios. Por ejemplo, se puede cultivar ejemplares cuyo material genético indica que serán de rápido crecimiento si no están habituados, por ejemplo, a la supervivencia en ambientes distintos del cultivo. “Para lograr manejar todas estas variables necesitamos entender cómo se comportan en los distintos medio ambientes, cómo responden a la luz, a la temperatura, a cambios en la salinidad y a la disponibilidad de nutrientes para crecer”, señala el investigador.

El académico explica que en el centro han logrado hacer cruza-mientos dirigidos, para que se manifiesten los mejores rasgos de algunos especímenes. “Un mayor conocimiento de la genética de estas algas nos permitirá controlar mejor aún la expresión de algunas características, como el crecimiento”.



El profesor Alejandro Buschmann, investigador titular del Centro de Biotecnología y Bioingeniería, realiza su trabajo en el centro i-Mar de la Universidad de Los Lagos. En la foto, con parte del equipo de científicos y profesionales de dicho centro, entre quienes destacan su director, Daniel Varela, y la investigadora Carolina Camus, a ambos costados del pilar con el sello i-Mar.

El mercado de las Algas

Tan solo en los primeros meses de 2015, las exportaciones de algas desde Chile generaron 38,2 millones de dólares, según cifras del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Este monto corresponde a la exportación de 5.304 toneladas, cifra que es 6,2% menor a la registrada en mismo período de 2014.

La industria global de algas genera variedad de productos para el uso directo e indirecto del ser humano, cuyo valor estimado es de 10 mil millones de dólares al año (Bixler and Porse 2011; FAO2013)*

Las algas para consumo humano constituyen el 83% de la producción. El resto se destina al uso como fertilizantes, aditivos para alimentos de animales, aplicaciones médicas y biotecnológicas.*

La producción anual de macroalgas aumenta cada año en 5,7%.*

Más de 18 millones de toneladas de macroalgas fueron producidas tanto por captura como por acuicultura, según cifras de la FAO de 2011.*

De ese total, el 96% proviene del cultivo (acuicultura), siendo los países asiáticos los que concentran la producción al año 2014, según FAO.*

**Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. Journal of Applied Phycology, October 2014, Volume 26, Issue 5, pp 1939-1951.*



El profesor Alejandro Buschmann se ha especializado en la especie *Macrocystis pyrifera*, alga parda conocida comúnmente en Chile como huiro o sargazo. Es una especie de alto potencial productivo y que crece en las costas a lo largo de todo el país.

Estudios genéticos en *Mytilus chilensis*. Aplicaciones en trazabilidad



Cristián Araneda T.¹ Felipe Jilberto V.¹ y María Angélica Larraín B.²

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.



Fondecyt
Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico

Introducción

El chorito o mejillón (*Mytilus chilensis*) es una especie de importancia económica que se ha descrito a lo largo de aproximadamente 1.900 Km de la costa Sur de Chile, desde la región del Biobío (37°S) al golfo de Penas (54°S), siendo la región de los Lagos (41°S - 43°S) dónde se concentra el fuerte de la actividad mitilicultora. En Chile el desembarque de esta especie ha crecido en más de diez veces en un lapso de 14 años, aumentando de 24 mil a 250 mil toneladas entre 2000 y 2013.

Chile es el cuarto país productor a nivel mundial después de China, Tailandia y España. La producción nacional va destinada principalmente a exportación, a mercados que exigen trazabilidad a los alimentos como requisito indispensable.

El estatus taxonómico del mejillón chileno es controversial a causa de su proximidad fenotípica y genética con otras especies del género tales como *M. galloprovincialis* y *M. edulis* (McDonald et al. 1991; Cárcamo et al. 2005; Borsari et al. 2012). Sin embargo, *M. chilensis* es reconocida como especie a nivel comercial en los estándares internacionales de la Global Aquaculture Alliance que certifican buenas prácticas acuícolas en granjas de mejillón y por FAO.

En Chile además de *M. chilensis*, que es la especie más frecuente en el país, también se ha descrito la presencia de *M. galloprovincialis* en el golfo de Arauco (37°S) (Tarifeño et al. 2012) y *M. edulis* en la zona de Magallanes (54°S) (Toro et al. 2005), ambas especies producen híbridos viables con *M. chilensis*. Por otra parte, se está solicitando permiso a la autoridad para cultivar comercialmente *M. galloprovincialis* en el país.

En este contexto es relevante aplicar herramientas genéticas para realizar trazabilidad en la industria mitilicultora Chilena, abordando los aspectos de: a) Identificación de la especie b) identificación del origen geográfico.

Identificación de la especie

En productos frescos y procesados la identificación mediante características taxonómicas no es sencilla debido a la semejanza morfológica entre géneros y especies, a la alta plasticidad fenotípica dentro de una misma especie y al efecto de la distancia geográfica sobre la morfología (Cárcamo et al. 2005; Krapivka et al. 2007). Para este propósito se han desarrollado métodos

basados en el análisis de ADN, usando marcadores moleculares, tanto mitocondriales como nucleares. El gen de la proteína adhesiva polifenólica, proteína altamente conservada dado que permite la adhesión de los mejillones al sustrato rocoso, es el gen que ha mostrado mayor éxito ya que presente segregación mendeliana, requisito para ser usado como diagnóstico y ha sido blanco para el desarrollo de tres marcadores especie-específicos usados a nivel comercial y protegidos por medio de patentes. Dentro de éstos el marcador más usado para distinguir entre *M. chilensis*, *M. galloprovincialis* y *M. edulis*, es el RFLP-PCR Me15 -16 Acil (Inoue et al. 1995; Santaclara et al. 2006). Sin embargo, este ensayo consume tiempo y es costoso, por lo que en nuestro laboratorio desarrollamos un método alternativo basado en análisis de HMR (High Resolution Melting) que evita la digestión enzimática y reduce el tiempo del ensayo 1/6 y el costo del mismo a 1/3 (Patente en trámite Solicitud N°1833-2015 INAPI, Figura 1). Este método basado en HRM fue comparado con el ensayo RFLP-PCR en 425 individuos de las tres especies en muestras obtenidas Chile, México, España y Canadá (Tabla 1).

En 403 casos ambos métodos entregaron resultados coincidentes (Sensibilidad = 0,9482). Los otros 22 individuos dieron curvas HRM inespecíficas pero no fueron mal clasificados por el método propuesto. El método desarrollado por HMR ofrece una herramienta rápida y fiable para la identificación y la trazabilidad de mejillones del género *Mytilus*.

Aplicando el método del RFLP-PCR Me15 -16 Acil evaluamos la estabilidad temporal de la diversidad de especies del género *Mytilus* en cinco localidades de la región de los Lagos (41°S - 43°S) y una de Magallanes (53°S) durante los años 2009 y

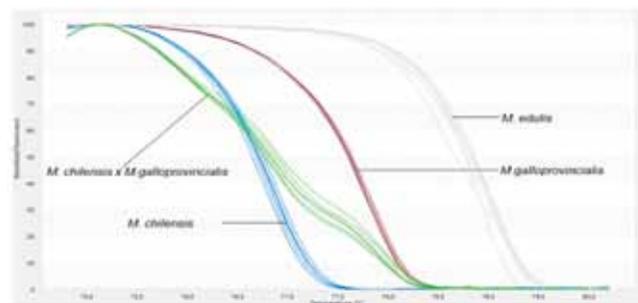


Figura 1. Identificación de las especies de mejillón y sus híbridos por medio de análisis de HRM (*M. chilensis* de *M. galloprovincialis* y *M. edulis*).

Tabla 1. Localidades de muestreo, muestras y especie (e híbridos) usadas para evaluar el método de HRM.

País	Localidad de muestreo	n	Especie según RFLP-PCR Me15-16 Acil
Chile	Isla Peel	5	<i>M. chilensis</i>
Chile	Metri,	54	<i>M. chilensis</i>
Chile	Pichicolo	54	<i>M. chilensis</i>
Chile	La Arena	53	<i>M. chilensis</i>
Chile	Canutillar	55	<i>M. chilensis</i>
Chile	Canal Coldita	54	<i>M. chilensis</i>
Chile	Dichato	3	<i>M. chilensis</i> x <i>M. galloprovincialis</i>
Chile	Metri	1	<i>M. chilensis</i> x <i>M. galloprovincialis</i>
Chile	La Arena	1	<i>M. chilensis</i> x <i>M. galloprovincialis</i>
Chile	Canal Coldita	1	<i>M. chilensis</i> x <i>M. galloprovincialis</i>
Chile	Dichato	27	<i>M. galloprovincialis</i>
España	Galicia	46	<i>M. galloprovincialis</i>
México	Rincón de ballenas	21	<i>M. galloprovincialis</i>
Canada	Isla Prince Edward	50	<i>M. edulis</i>

2013 (Tabla 2) encontrando que la diversidad de especies permaneció homogénea entre los años estudiados ($P = 0,1388$; prueba exacta de Fischer)

Tabla 2. Análisis de identificación de especie en seis localidades del Sur de Chile los años 2009 y 2013.

Año	<i>M. chilensis</i>	<i>M. chilensis</i> x <i>M. galloprovincialis</i>	<i>M. chilensis</i> x <i>M. trossulus</i>	Total
2009	295	1	4	300
2013	296	3	1	300
Total	591	4	5	600

Un hallazgo interesante es la presencia en ambos años, de presuntos híbridos entre *M. chilensis* y *M. trossulus* en muy baja frecuencia (0,83%), que también han sido detectados en productos procesados provenientes de Chile (Fernandez-Tajes et al. 2011), este hallazgo requiere estudios adicionales para concluir sobre la presencia de la especie *M. Trossulus* en las costas Chilenas. También se observaron híbridos entre *M. chilensis* y *M. galloprovincialis* en baja proporción (0,67%), sin embargo, no se identificaron individuos puros para las especies *M. galloprovincialis* y *M. trossulus*, ni para *M. edulis* o híbridos de esta última especie en la zona muestreada (41°S - 43°S región de Los Lagos, 53°S región de Magallanes).

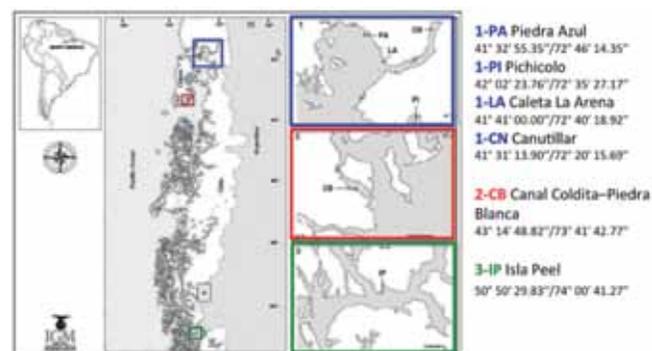
Identificación del origen geográfico

La estructura poblacional de *M. chilensis* no se ha resuelto a un nivel fino que permita sustentar futuros programas de manejo, conservación y trazabilidad. Una importante proporción de inver-

tebrados marinos muestran una limitada estructura poblacional debido a la presencia de larvas con largos tiempos de vida pelágica dispersadas por las corrientes y actividades mediadas por el hombre (tránsito marítimo y acuicultura). Estudios realizados con marcadores RAPD (Toro et al. 2004), alozimas (Toro et al. 2006) y microsátelites (Larraín et al. 2014) muestran una muy baja diferenciación genética entre localidades (1,1% a 5,5%).

Actualmente es posible realizar análisis genético-poblacionales en especies no modelo (aquellas en las que no se dispone de un genoma de referencia porque aún no se ha secuenciado) usando miles de marcadores de una sola base o SNP (Single Nucleotide Polymorphism) siguiendo una estrategia de genotipado por secuenciación (Narum et al. 2013). Grandes paneles de SNP permiten evaluar la estructura poblacional a una escala fina usando la variación genética adaptativa que resulta ser altamente informativa para determinar el origen geográfico de individuos en especies con baja diferenciación genética entre poblaciones, reconociéndose su utilidad en trazabilidad molecular (Ogden 2011).

En este contexto desarrollamos un panel de 2160 marcadores SNPs que fue usado para genotipar 190 individuos de *Mytilus chilensis* colectados durante el año 2009 desde seis localidades del Sur de Chile, agrupadas en tres zonas, dos de ellas usadas para captar semillas para la industria mitilicultora en la región de Los Lagos (41°S - 43°S; zona 1: Golfo de Reloncaví y zona 2: isla de Chiloé), junto con una localidad de la región de Magallanes (zona 3) (Figura 2).

**Figura 2.** Ubicación de las zonas de colecta (k=6, n=50 individuos por localidad muestreada). Muestras recogidas en 2009.

Nos propusimos identificar un panel de loci SNPs adaptativos que permitan asignar individuos a sus poblaciones de origen especialmente en el área sometida a actividad acuícola (zonas 1 y 2). Se analizaron dos escenarios, el primero incluyendo todas las localidades (escenario 1, seis localidades) y el segundo incluyendo solo las localidades de la zona usada por la industria mitilicultora nacional, escenario 2 (zonas 1 y 2, cinco localidades)(Figura 2).

Para el escenario 1 se detectaron 58 loci SNPs adaptativos y 34 para el escenario 2. Los valores de diferenciación genética globales fueron 11,4% (seis localidades) y 8,9% (cinco localidades), significativamente más altos que los descritos previamente para esta especie en la región. En el escenario 1 la diferenciación ge

nética para la localidad de Magallanes (3-IP) fue en promedio de 23% en relación a las cinco localidades de la Región de los Lagos. Para el escenario 2 encontramos una menor diferenciación que la anterior, siendo aun alta (16,4%) entre la población de la isla de Chiloé (2-CB) en relación a las poblaciones de Reloncaví. Los niveles de diferenciación entre las tres zonas detectados por los paneles de SNP adaptativos, son muy superiores a los anteriormente reportados usando otro tipo de marcadores moleculares y abre la posibilidad realizar la identificación del origen geográfico de esta especie en el sur de Chile.

Otro análisis (análisis de discriminante de componentes principales - DAPC) (Jombart et al. 2010; Jombart and Ahmed 2011) muestra la robustez de este resultado ya que para el escenario 1 separa los individuos de las tres zonas en tres clústeres claramente diferenciados, que corresponden a las localidades de: 3-IP (Magallanes, zona 3) con un 100% de clasificación correcta, 2-CB (Isla de Chiloé, zona 2) con un 90% de clasificación correcta y un tercer clúster que agrupa las cuatro localidades de Reloncaví, zona 1, con un 91% de individuos correctamente clasificados (Figura 3). Este resultado fue concordante con lo obtenido al realizar pruebas de reasignación (análisis con GeneClass2) (Piry et al. 2004), donde nuevamente se obtuvo un 100% de correcta asignación de los individuos a la localidad 3-IP, un 84% a la localidad 2-CB y un 92% de individuos correctamente asignados a la zona 1, Reloncaví.

Para el escenario 2 (zonas de Reloncaví y Chiloé) con el análisis de DAPC se observó también tres clústeres, uno de ellos corresponde a la localidad 2-CB (zona 2, isla de Chiloé) con un 84% de correcta clasificación, mientras que la zona 1 se dividió en dos clústeres no relacionados a las localidades de origen (Figura 4). La prueba de reasignación (GeneClass2) para la zona de Chiloé mostró un 87% de asignaciones correctas.

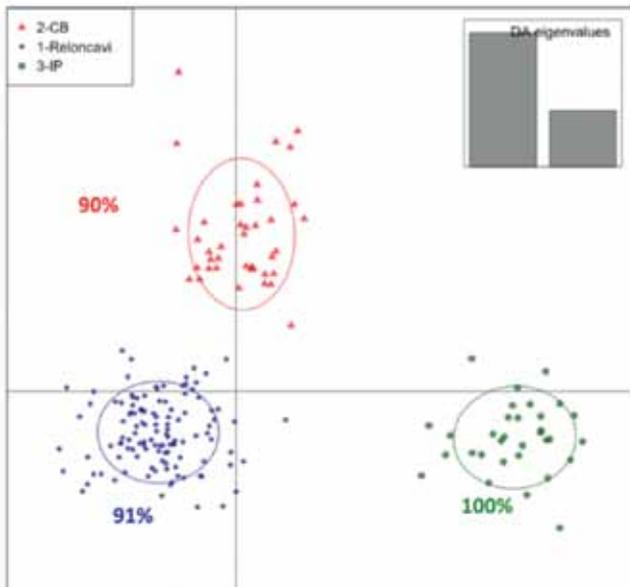


Figura 3. Grupos obtenidos por el análisis discriminante de componentes principales (DAPC), escenario 1 (panel de 58 marcadores SNPs, tres zonas y seis localidades).

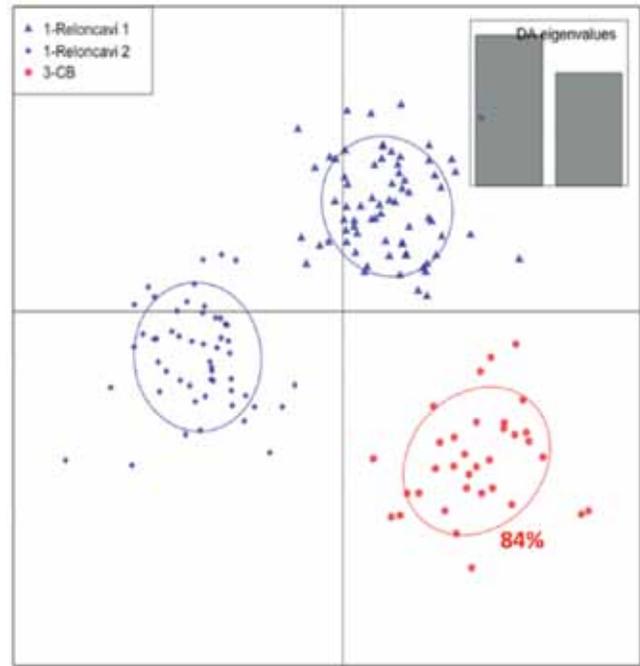


Figura 4. Grupos obtenidos por el análisis discriminante de componentes principales (DAPC), escenario 2 (panel de 34 marcadores SNPs, dos zonas y cinco localidades).

Los resultados mostrados aquí corroboran la diferenciación genética de la población de Magallanes encontrada previamente por otros autores y atribuida al efecto de las corrientes de Cabo de Hornos y la deriva de los vientos del oeste (Toro et al. 2006).

Sin embargo los paneles de marcadores usados en ambos escenarios fueron además capaces de diferenciar con calidad diagnóstica los individuos de la Isla de Chiloé (2-CB) de los individuos de la zona de Reloncaví (1-PA, 1-LA, 1-CN y 1-PI), mostrando una estructuración poblacional hasta ahora no descrita en el área que concentra la actividad de la industria mitilicultora chilena. Las muestras de las cuatro localidades de Reloncaví al parecer por su cercanía geográfica se comportan como una sola población, aunque el escenario 2 revela un grado de subestructuración que no se correlaciona con las localidades de origen y que debe ser mejor investigado.

Conclusiones

Este estudio muestra la utilidad de desarrollar a) métodos de identificación de especie que sean rápidos, económicos y confiables, y b) paneles de marcadores adaptativos para estudiar la estructura poblacional de invertebrados marinos.

Ambos desarrollos tienen promisorias aplicaciones en trazabilidad para identificar la especie y determinar del origen geográfico de mejillones cuando se quiera verificar esta información en etiquetas y registros o ésta sea dudosa o desconocida.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por CONICYT, proyecto Fondecyt Regular 1130302 y Universidad de Chile - Vicerrectoría de investigación — Proyecto Domeyko — Alimentos 2007-2010.

Los autores agradecen a: Dr. Carlos Varela – Universidad de Los Lagos – por contactos con miticultores, Mauricio Pineda y Mauricio Uribe de la Unidad de Producción acuícola de la Universidad de Los Lagos, Eugenio Yokota y Julio Bañados de Granja Marina Chauquear, Marcela Cárcamo de Cultivos Qullaipé y Armando Salinas de Aguas del Sur S.A. que permitieron muestrear en sus instalaciones, José Villarroel, por su asistencia en coleccionar muestras de mejillones en Magallanes; Andrea Bravo por asistencia en extracción de ADN; y Juan Vidal del Instituto Geográfico Militar, por la invaluable asistencia en la preparación de mapas. Al Dr. Shawn Narum, Dr. Benjamin Hecht y Amanda Matala de Columbia River Inter-Tribal Fish Commission (Hagerman, Idaho, USA) por su asistencia en desarrollo y análisis de marcadores SNP.

Referencias

- Borsa, P., V. Rolland and C. Daguin-Thiébaud, 2012. Genetics and taxonomy of Chilean smooth-shelled mussels, *Mytilus* spp. (Bivalvia: Mytilidae). *Comptes Rendus Biologies* 335: 51-61.
- Cárcamo, C., Á. S. Comesaña, F. M. Winkler and A. Sanjuan, 2005. Allozyme identification of mussels (Bivalvia: *Mytilus*) on the Pacific coast of South America. *Journal of Shellfish Research* 24: 1101-1115.
- Fernandez-Tajes, J., A. Longa, J. Garcia-Gil, Y. W. Chiu, Y. S. Huang et al., 2011. Alternative PCR-RFLP methods for mussel *Mytilus* species identification. *European Food Research and Technology* 233: 791-796.
- Inoue, K., J. H. Waite, M. Matsuoka, S. Odo and S. Harayama, 1995. Interspecific Variations in Adhesive Protein Sequences of *Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis*, and *M. trossulus*. *The Biological Bulletin* 189: 370-375.
- Jombart, T., and I. Ahmed, 2011. adegenet 1.3-1: new tools for the analysis of genome-wide SNP data. *Bioinformatics* 27: 3070-3071.
- Jombart, T., S. Devillard and F. Balloux, 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genetics* 11: 94.
- Krapivka, S., J. E. Toro, A. C. Alcapán, M. Astorga, P. Presa et al., 2007. Shell-shape variation along the latitudinal range of the Chilean blue mussel *Mytilus chilensis* (Hupe 1854). *Aquaculture Research* 38: 1770-1777.
- Larraín, M. A., N. F. Díaz, C. Lamas, C. Uribe and C. Arnedo, 2014. Traceability of mussel (*Mytilus chilensis*) in southern Chile using microsatellite molecular markers and assignment algorithms. Exploratory survey. *Food Research International* 62: 104-110.
- McDonald, J. H., R. Seed and R. K. Koehn, 1991. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern Hemispheres. *Marine Biology* 111: 323-333.
- Narum, S. R., C. A. Buerkle, J. W. Davey, M. R. Miller and P. A. Hohenlohe, 2013. Genotyping-by-sequencing in ecological and conservation genomics. *Molecular Ecology* 22: 2841-2847.
- Ogden, R. O. B., 2011. Unlocking the potential of genomic technologies for wildlife forensics. *Molecular Ecology Resources* 11: 109-116.
- Piry, S., A. Alapetite, J.-M. Cornuet, D. Paetkau, L. Baudouin et al., 2004. GENECLASS2: A Software for Genetic Assignment and First-Generation Migrant Detection. *Journal of Heredity* 95: 536-539.
- Rawson, P. D., K.L. Joyner, K. Meetze and T. J. Hilbish, 1996. Evidence for intragenic recombination within a novel genetic marker that distinguishes mussels in the *Mytilus edulis* species complex. *Heredity* 77: 599-607.
- Santaclara, F. J., M. Espineira, G. Cabado, A. Aldasoro, N. Gonzalez-Lavin et al., 2006. Development of a method for the genetic identification of mussel species belonging to *Mytilus*, *Perna*, *Aulacomya*, and other genera. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 8461-8470.
- Tarifeño, E., R. Galleguillos, A. Llanos-Rivera, D. Arriagada, S. Ferrada et al., 2012. Erroneous identification of the mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1819) as the species, *Mytilus chilensis* (Hupe 1854) in the Bay of Concepcion, Chile. *Gayana (Concepción)* 76: 167-172.
- Toro, J. E., G. C. Castro, J. A. Ojeda and A. M. Vergara, 2006. Allozymic variation and differentiation in the Chilean blue mussel, *Mytilus chilensis*, along its natural distribution. *Genetics and Molecular Biology* 29: 174-179.
- Toro, J. E., J. A. Ojeda and A. M. Vergara, 2004. The genetic structure of *Mytilus chilensis* (Hupe 1854) populations along the Chilean coast based on RAPDs analysis. *Aquaculture Research* 35: 1466-1471.
- Toro, J. E., J. A. Ojeda, A. M. Vergara, G. C. Castro and A. C. Alcapán, 2005. Molecular characterization of the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupe 1854) demonstrates evidence for the occurrence of *Mytilus galloprovincialis* in southern Chile. *Journal of Shellfish Research* 24: 1117-1121.

Programa Estratégico Regional para la Industria de la Mitilicultura



En el marco de una economía más globalizada, cada vez más competitiva nuestro país aparece con mayores desventajas dentro de sus pares de la OCDE, esto por una parte dada la alta dependencia de economías nacionales y regionales basadas en recursos naturales y con un bajo nivel de valor agregado o sofisticación, y por otro lado con una baja diversificación de mercados, procesos e igualmente con recursos humanos poco desarrollados, en particular en las plataformas técnicas o mandos medios.

Programas Estratégicos Nacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores económicos o ejes habilitantes considerados estratégicos a nivel nacional y/o con alta concentración de actores en la R.M. • Se definen desde el nivel central y se implementan con apoyo regional.
Programas Estratégicos Meso-Regionales	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores económicos o ejes habilitantes considerados estratégicos para más de una región. • Se define desde el nivel central a partir del interés de las regiones involucradas.
Programas Estratégicos Regionales	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores económicos o ejes habilitantes considerados estratégicos y circunscritos a una región. • Nacen desde las regiones.

Figura 1: Características de los tres tipos de Programas Estratégicos vigentes.

Es en este contexto y buscando ayudar a responder a una mejora de estas situaciones anteriores, CORFO ha planteado la creación y operación de los denominados Programas Estratégicos de Especialización Inteligente (PE), tanto en niveles regionales, meso regionales y nacionales. (Figura 1)

Es así como se han definido diversos tipos de programas en los tres ámbitos antes señalados y en sectores económicos con potencial, en los cuales es posible pensar que con estas intervenciones se lograrán impactos y mejoras.

El objetivo general es contribuir entre agentes públicos y privados a mejorar la competitividad de un sector o plataforma habilitante, en ámbitos donde existe alto potencial de generación de valor o crecimiento, a través de la identificación y resolución de brechas y fallas de coordinación y mercado, generando con ello, un mejor entorno para la productividad, la innovación, el desarrollo tecnológico y el emprendimiento. (Figura 2)



Figura 2: Esquema de intervención de los PE para dinamizar la competitividad y productividad.

Bajo las premisas definidas para cada uno se han ido implementado diversos programas desde lo nacional hasta lo regional, entre los que se pueden resumir los siguientes para el sector pesquero - acuícola (Figuras 3, 4 y 5):

- **PROGRAMA NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA SUSTENTABLE:** incorpora obviamente todo el país.
- **PROGRAMA MESO REGIONAL DEL SALMON SUSTENTABLE:** incorpora a las regiones IX, X, XI y XII
- **PROGRAMA REGIONAL COQUIMBO BIO PRODUCTOS MARINOS:** Región IV
- **PROGRAMA REGIONAL DE LA INDUSTRIA MITILICULTORA:** Región X

En paralelo, se desarrollan otros Programas Estratégicos que apoyan en sus acciones a la industria pesquera y de la acuicultura, tales como: Programa Nacional Logística y Programa Nacional de Biotecnología aplicada a los Recursos Naturales.

El desarrollo general de estas diferentes propuestas de programas, en general se operativiza con una Gobernanza en la cual se incorporan representantes de sectores públicos y privados (Gobierno, Academia, Industria y Sociedad), los cuales sesionan cada cierto tiempo en un Comité Ejecutivo, con cinco a seis de los miembros y un Consejo Directivo que incorpora a todos los representantes.



Figura 3: Esquema de Programas Meso Regionales



Figura 4: Esquema de Programas Regionales

LA OPERACIÓN: la operación de todos y cada uno de estos PE, se subdivide en cinco Etapas: la primera es Animación y Visión Compartida; la segunda se denomina Identificación de Oportunidad y Levantamiento de Brechas; la tercera es Diseño de la Hoja de Ruta, cuarta etapa se denomina Validación Externa y una quinta y final de ejecución (Figura 6).

La primera Etapa se extiende hasta el final del Programa, por cuanto es tarea permanente la motivación y mantención de una visión de consenso, que permita ir direccionando siempre el adecuado actuar del Consejo y del Programa en sí, generando Capital Social.

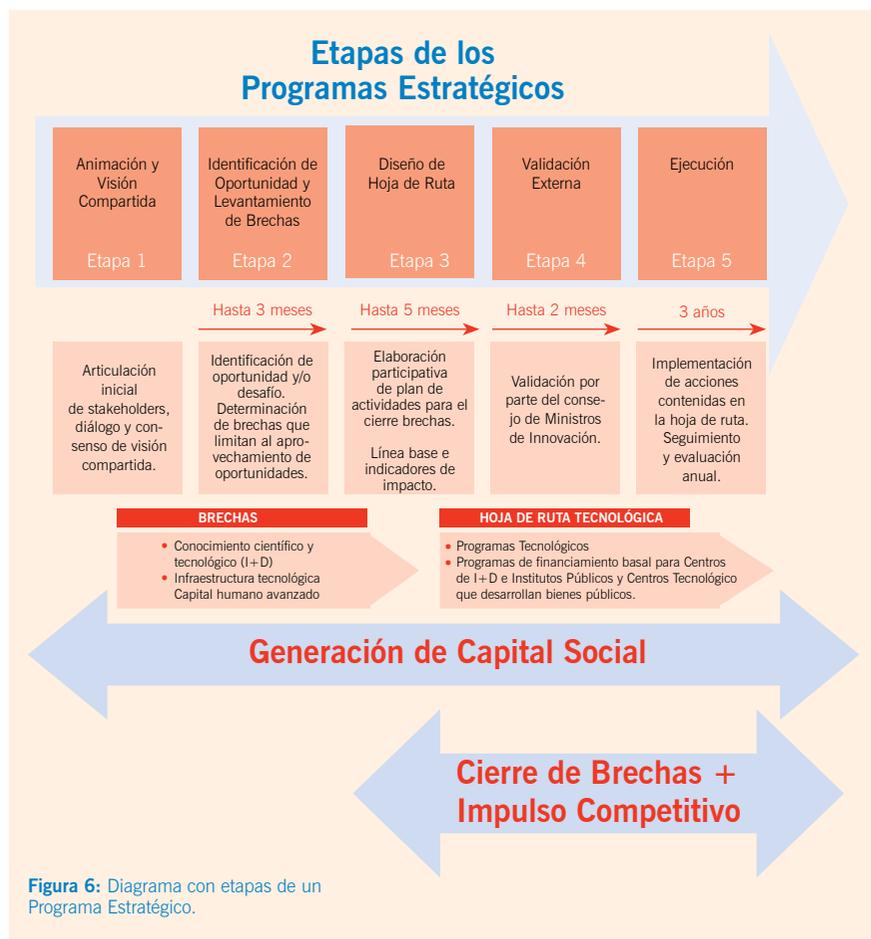
La etapa 2, permite mediante una Consultoría especializada licitada y contratada por un tercer ente denominado Entidad Gestora (EG), el levantamiento y acuerdo de las brechas del sector, las que incluso pueden ser no solamente genéricas sino que pueden existir o detectarse aquellas de orden Tecnológico. Esto posibilita que en la tercera etapa, exista una Hoja de Ruta Genérica y otra Tecnológica, lo que permite que CORFO adicione presupuesto específico para los temas tecnológicos (Conocimiento en I+D, Infraestructura Tecnológica y RRHH avanzado – especializado).



Figura 5: Esquema de Programas Estratégicos Nacionales

EL PE Regional de la Industria de la Miticultura.

Los mitílicos son moluscos bivalvos, filtradores, que pertenecen a la familia Mytilidae, de la clase Bivalvia. En la actualidad, prácticamente, el 95% de la oferta mundial –estimada sobre 1.7 millones de toneladas– proviene de la acuicultura. De este modo, el abastecimiento planetario de este tipo de recursos está basado



en la estabilidad de la actividad y la capacidad de los cultivadores de aumentar sus cosechas y mejorar los productos.

En general, y con excepción de unos pocos países donde la extracción está estrictamente controlada, los bancos naturales han sido sobreexplotados. Chile no es la excepción. En el país, tres son los recursos de esta especie con importancia económica: el chorito (*Mytilus chilensis*), el choro zapato (*Choromytilus chorus*) y la cholga (*Aulacomya ater*). Sin embargo, el chorito es el que representa un 98,2% del volumen total de mitílicos desembarcados (captura y cosecha), del cual el 99,8% proviene de la actividad acuícola.

En el país, el chorito ha sido explotado y comercializado en grandes volúmenes desde los años 30, aproximadamente. Los principales bancos naturales estaban en la región de Los Lagos, desde Valdivia hasta las zonas de Puerto Montt y Contao por el sur. En el año 1960 se agotaron estos bancos naturales, lo que motivó al Estado para comenzar un programa de investigación sobre el desarrollo de cultivos, por intermedio de la Corfo, Ifop y la División de Pesca y Caza del SAG. Fueron establecidos centros de cultivo estatales—como Putemún, Talcán, Tubildad, Puluqui e Isletilla, entre otros—localizados principalmente en Calbuco y la Isla de Chiloé. A mediados de la década de los '70, el Estado los traspasó en comodato a otras instituciones y universidades para fines de investigación.

A inicios de la década de los '80, los privados desarrollaron el cultivo comercial del chorito, debido a la creciente demanda. No obstante, los cambios más significativos ocurren a fines de los años 90, con la llegada de capitales españoles que invierten en plantas de proceso y abren un poder comprador importante.

Comienza así una fuerte expansión de las áreas de cultivo concesionadas. Ya en el año 2004, la escala mínima eficiente en materia de cultivo cambia, pasando de menos de cuatro hectáreas a menos de 15, y los procesos de manejo llegan a ser más industriales, tendencia que conduce a una creciente integración vertical (Fishing Partners Ltda., 2005). A nivel nacional, durante los últimos diez años, la industria del chorito ha tenido un crecimiento exponencial sostenido, a una tasa promedio anual de un 34% (García, 2009).

En el contexto mundial, los países con mayores desembarques y más alto consumo son China, Tailandia y España, que aportan un 40%, 15% y 12%, respectivamente, a la producción mundial. Chile está en cuarto lugar, con una participación de 7%, aproximadamente

160.000 toneladas, con una cosecha record al 2011 por sobre las 290.000 toneladas brutas.

- ✓ *La Mitilicultura es la 2ª. actividad acuícola del país.*
- ✓ *Cultivo extensivo de especie endémica no introducida.*
- ✓ *No usa antifouling ni medicamentos.*
- ✓ *Es la única que posee arraigo 100% regional y de nivel rural.*
- ✓ *Se concentra el 99,9% de la producción en la X Región de los Lagos, y en un 75% en la provincia de Chiloé (2013).*
- ✓ *Genera 12.000 empleos Directos y 5.000 Indirectos.*
- ✓ *En el 2013 generó ingresos por MUSD 184,5 con 246 Mil toneladas de MP, equivalentes a 65 Mil Ton de PT (2013).*
- ✓ *MUSD 300 de Inversión Privada, con un eje productivo de 619 empresas.*
- ✓ *Alta Tecnología y Capacidad Instalada de Procesamiento (450 Mil Ton MP/Año), de las cuales el 89% (553 empresas) son MYPES. 41% son empresas de*
- ✓ *Personalidad Jurídica y el 59% Personas Naturales. Al 2011 era el 3er. productor a nivel mundial.*

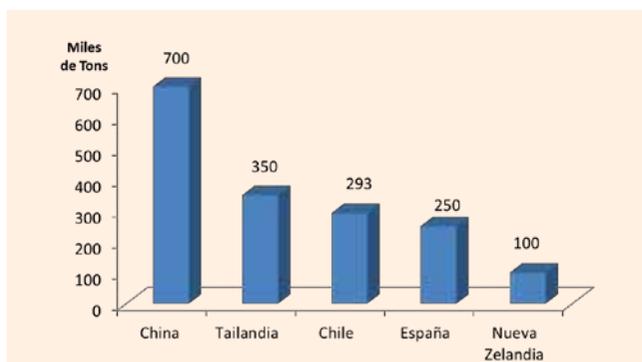


Figura 7: Gráfico de productores mundiales de Chorito (2011) FAO.

El concepto: Tanto los Encadenamientos Productivos, como su etapa más desarrollada de Clúster, han resultado claramente en asociaciones virtuosas, que han apalancado crecimientos acelerados de sectores y territorios; en Chile lo hemos reconocido en la Industria Acuícola del Salmón, que partiendo desde 1980 a la fecha, escaló etapas de desarrollo y crecimiento productivo que han logrado posicionar la industria en segundo lugar a nivel mundial. Para ello fue clave el apoyo estatal, desde los inicios hasta fortalecer hoy la constitución de Centros I+D de clase mundial. Este crecimiento productivo, llevó en algún minuto, por allá en los 90 a que grandes empresas de alimento se instalaran en el país, precediendo el auge futuro de la industria.

Esta situación puede hoy repetirse, si analizamos la industria mitilícola y sus paralelos con los salmones:

- ✓ Se ubican en una región mayoritariamente, pero con potencialidades de crecer hacia otras, tal como ocurrió con el salmón. Para ello deben resolverse brechas de consolidación productiva, tecnológica, I+D, desarrollo de proveedores, capacidades laborales, etc., hasta lograr gatillar procesos de outsourcing de algunas actividades, las que ya incluso están diferenciadas (producción de semillas, cosecha, engorda, proceso y exportación), pero que claramente deben lograr mayores eficiencias.
- ✓ Consolidación de una imagen de marca reconocida internacionalmente: la Marca Sectorial que el Estado apoyó (Pro Chile y CORFO), el Patagonia Mussel <http://www.patagonia-mussel.com> es hoy reconocida reducidamente, por lo que es una ventaja a la que no se la ha sacado todo el rendimiento posible. La industria en su fragmentación comercial, no ha logrado una única estrategia de precios, de venta ni de desarrollo de mercados de destino, con énfasis en nuevos nichos. Salmon Chile demoró varios años en lograr posicionar su producción con un sello único.
- ✓ I+D+i: cuando CORFO apoyó la creación del Instituto Tecnológico del Salmón – INTESAL (1992), la industria estaba en un punto de inflexión clave, y esta situación se repite hoy con el Mejillón o chorito, hay esfuerzos pequeños de desarrollar esta instancia de un Instituto Tecnológico de la Mitilicultura – INTEMIT, a la cual claramente se pueden sumar

socios estratégicos como Universidades, Laboratorios, CFT, Pymes, pero que requiere un apoyo en la definición estratégica, operativa, en la escala que corresponda a la industria, haciendo de antena tecnológica pero a la vez de conductora de las soluciones que hoy ha planteado en la vigente Mesa de la Mitilicultura.

- ✓ La consolidación de un Directorio sectorial, empoderado y capaz de definir las políticas de crecimiento de la industria en conjunto con entes públicos y privados, se hace vital; tal como significó la creación de un Salmon Chile.

Tendencias: El concepto de sustentabilidad en los cultivos es la principal tendencia que se observa; adicionalmente la apertura de nuevos mercados (Rusia, Brasil) es una potencialidad apalancada por el esfuerzo de Marcas Sectoriales de Prochile – CORFO; para lo anterior es necesario realizar una reingeniería estructural de la Industria, fortaleciendo red de servicios y proveedores, incrementando fuertemente I+D, incorporación de nuevos entrantes en la producción, tales como pescadores artesanales con Áreas de Manejo, ribereños de pueblos originarios (Semilleros de Hualaihué), etc.

Considerando que las pesquerías extractivas son cada vez menos rentables, productiva y ambientalmente hablando, la enorme demanda por una proteína de calidad a nivel mundial, hacen que la acuicultura sea la respuesta a ello. Una clara muestra es que este año en Chile, los desembarques pesqueros totales fueron superados por el desembarque de la acuicultura, marcando una tendencia que se venía dando desde hace ya casi 10 años.

Si analizamos la recurrencia de fenómenos oceanográficos en el hemisferio norte, que han perjudicado claramente cultivos marinos y pesquerías, hace que la industria acuícola nacional, pueda estar en un momento clave para abordar crecimientos y desarrollos, que la posicionen definitivamente en el exterior, como el *Seafood del siglo 21*.

España claramente presenta año tras año, dificultades productivas en el mejillón, que se han agravado con las frecuentes ocurrencias de marea roja, el impacto de la recesión económica, permitiendo que el chorito chileno se posicione, pero lamentablemente sin llegar a consolidarse por cuanto debe lidiar con denominaciones de origen, culturas culinarias y barreras para arancelarias (Ej. Cadmio).

Localmente existe una oportunidad permanente de posicionar el mejillón o chorito en instituciones tales como Sename, JUNAE, recintos penales, lo que podría significar, de acuerdo a estimaciones preliminares de la propia industria, comercializar entre un 30 – 35% de la producción nacional, asumiendo que se incorpora el chorito un par de veces al mes en la dieta. Esto claramente abriría una ventana para el aumento de la producción de los centros en una proporción similar, con los consiguientes apalancamientos de mano de obra, servicios, inversiones, etc.

Posicionamiento/meta: Hasta ahora la industria ha logrado crecer en forma natural, incluso pese a la cantidad de regulaciones que se le han aplicado, provenientes del modelo de la salmonicultura, y que han implicado un cierto freno en desarrollar adecuadamente ciertos territorios, que claramente son compartidos por otras actividades productivas. Las actuales propuestas de ordenamiento de parte de la Autoridad Sectorial, para la actividad acuícola, naviera, pesquera artesanal e industrial, abren la posibilidad de “obligar” a estos actores a mejorar sus eficiencias productivas y del uso de los territorios o espacios de agua. Pero también hacen que la Autoridad deba sectorizar claramente la normativa que se aplicará a uno y otro participante, de una manera específica y clara. La incorporación de la pesca artesanal y pueblos originarios en esta discusión, puede ser una oportunidad de crecimiento, no solo de la industria mitilicultora, sino que de toda la acuicultura nacional, posicionando a nuestro país como un territorio con alta vocación productiva de mar, el nuevo Seafood del siglo 21, y para ello aún manejamos ventajas comparativas, en calidad de aguas, vinculación de tradiciones y turismo, etc. Por ello la propuesta debe integrar probablemente el concepto de una Acuicultura con Sustentabilidad ambiental y cultural.

Un ejemplo de esta estructura es la de Nueva Zelanda, independientemente de la especie que cultivan y del mercado en el cual se comercializa, es clara y eficiente, siendo un buen referente al que apuntar para mejorar solamente la forma de organización que poseen, la vinculación con la Academia, con pueblos originarios, con los entes reguladores, las divisiones productivas territoriales y obviamente el contexto ambiental.

Áreas de intervención: Muy sucintamente las áreas de intervención ya han sido propuestas por la actual Mesa de la Mitilicultura, pero se puede reiterar:

- ✓ *Reingeniería en la estructura orgánica y productiva de la industria actual CLUSTER DEL MEJILLÓN CHILENO, como eje central a lograr.*
- ✓ *Regulación y certificación (sustentabilidad, capacidades de carga, producción de semillas, etc.)*
- ✓ *Promoción mercado interno y diversificación en el externo.*
- ✓ *Capital humano e innovación.*
- ✓ *Articulación proveedores-industria-investigadores.*
- ✓ *Certificación de procesos y productos para normativas internacionales de mercados.*
- ✓ *Levantar o mejorar las brechas de entrada, previendo competencia en un escenario de saturación de actores.*

Países de referencia (Benchmarking): Ya se mencionó que el primer espejo en que mirarse y obtener inputs de mejora es Nueva Zelanda, para la estructura productiva-gremial. Para la estructura estrictamente de I+D+i, de desarrollo de proveedores, es más cercana a nuestra realidad, lo que se observa en España y particularmente en Galicia, que por nada “administra” sobre el 95% de la producción del mejillón hispano. Sus núcleos técnicos de Pontevedra y Vilanova de Arousa, la segmentación territorial de laboratorios y centros de control desde Vigo a Compostela, la fuerte vinculación con universidades e instituciones de fomento y crédito, la relación productiva entre plantas o cocederos, batea productoras, lonjas o áreas de remate, y agrupaciones de recolectores de orilla o marisqueiros, es una interesante propuesta, y a la que CORFO ha colaborado con diversas misiones tecnológicas, pero que al parecer por alguna razón no ha logrado prender.



No obstante no habrá que perder la calidad de Patagonia, de Producto del Sur del Mundo, persiguiendo ser parte del mejor Seafood del Siglo 21.

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.



SERVICIOS

- Tecnologías de filtración
- Tecnologías en Ozono y UV
- Venta y Arriendo planta de pretratamiento eliminación de Cobre, Fierro, Aluminio y Biofilm
- Sistema de floculación orgánica e inorgánica con agentes naturales sin efectos colaterales
- Automatización control calidad de agua



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

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.

Reducción del Biofilm por Floculación Hidráulica

Hernán Chacón Cañas

Fonos: (+56 02) 27935 390 - (+56 09) 8233 8156 - servicios@dinotec.cl - ventas@dinotec.cl

Introducción

La tecnología y Sistemas SpaFish AUSTRAL, es una tecnología diseñada para el tratamiento preventivo del agua, su estabilización y conservación para la obtención de la calidad requerida para el proceso de cultivo de peces por recirculación. Para estos efectos se utilizan sistemas de medición y regulación automatizados, según las características y condiciones físico-químicas del agua a tratar, basado siempre en el historial de los análisis del agua.

El tratamiento previo o preventivo del agua, tiene por objeto la eliminación de gran parte del particulado en suspensión grueso, materias orgánicas sólidas, para posteriormente efectuar el proceso de floculación mecánica sin precipitación del particulado en suspensión, evitando de esta forma la sedimentación.

La administración del recurso AGUA, que cada día es más escaso y complejo de tratar en distintos procesos productivos y de consumo, genera un gran desafío para la industria Acuícultura, especialmente en la fase inicial de la salmonicultura, optimizar la utilización del recurso hídrico, mediante pre tratamientos de agua por sistemas de recirculación. A diferencia de otras tecnologías SpaFish Austral se basa en el tratamiento preventivo del agua por floculación mecánica, control del pH y temperatura, como de la medición y regulación automatizada de los parámetros

físicos y químicos del agua, logrando con ello la eliminación en gran medida del amonio, nitritos, nitratos, cobre, fierro, aluminio entre otros minerales, acumulación de CO₂, gran cantidad de particulado en suspensión orgánica, como son los desechos de alimentos o residuales orgánicos de los peces, etc. logrado por la floculación mecánica.

Teniendo en cuenta que la reutilización en un circuito cerrado de tratamiento de agua nos da la posibilidad de aumentar y reutilizar el agua controlada en forma automatizada, logrando con ello la calidad de agua requerida para una producción sana, estable y de conservación, esto nos permitirá entre otros elementos reducir considerablemente la mortalidad y las enfermedades de los peces, aumentando con ello la eficiencia operacional del proceso productivo y económico para esta industria.

También podemos mejorar las condiciones sanitarias del agua residual, siendo siempre amables con el medio ambiente, mediante procesos de tratamiento de agua que optimizan una

calidad de agua que mejoran no tan solo la transparencia, sino que también su calidad microbiológica. De esta forma la devolución al medio ambiente será siempre amable.

Tomando en consideración que en el proceso inicial del tratamiento de agua, se debería iniciar con el análisis del historial del comportamiento de los parámetros del agua (afluente) y el análisis de sus características geográficas, entornos productivos y climáticos, evaluando las condiciones y comportamientos idealmente con antecedentes de al menos 30 años, como son las estadísticas de lluvias de gran intensidad, considerando los deshielos que son uno de los grandes responsables de las alteraciones físico-químicas del agua como la turbidez, arrastre de minerales, materias orgánicas, como también el considerar las zonas volcánicas (ceniza volcánica), ya que estas generan gran cantidad de minerales como: zinc, cobre, aluminio, fierro, entre otros; como también de metales pesados altamente tóxicos, como: níquel, cromo, plomo, arsénico, cadmio, etc. Todos estos elementos son complejos ya que afectan claramente la producción de calidad de smolts.

Proceso preventivo tratamiento de agua

En términos generales, el proceso preventivo del tratamiento de agua mediante la tecnología SpaFish Austral FR, se inicia con un proceso de análisis general de la calidad del agua, que puede ser automatizada o manual, con la cual se determina la clasificación de los sistemas de filtración a ser usados, que retiren en forma macro los elementos sólidos en suspensión. Posteriormente se efectúa un proceso de medición continuo del pH, el almacenamiento de agua para el proceso de acondicionamiento previo, la corrección





necesaria del pH, su estabilización y control mediante un proceso automático vía diseño del anillo hidráulico, para otorgar un movimiento de masa y volumen de agua uniforme y controlado, luego la clasificación del sistema de filtración mecánica para materializar la primera fase del proceso de floculación mecánica, de esta forma se retiran de la masa y volumen del agua gran parte del particulado en suspensión orgánico e inorgánico.

Automatización para la Medición, regulación y control del pH

La fase 1 inicial del tratamiento PREVENTIVO del sistema de recirculación SpaFish, considera la importancia de efectuar la medición del pH. En caso que esta medición sea en forma manual, la recomendación será efectuarlo idealmente entre 4 a 6 veces al día como mínimo, y cuando la medición es en forma automática o programada computacionalmente, se puede efectuar segundo a segundo, especialmente cuando el flujo de agua contenga metales y/o minerales previniendo las reacciones tóxicas, mediante el control del factor REDOX (OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN), medido en mv.

Es conocido por todos que el factor pH, es un parámetro que mide la acidez y alcalinidad del agua, las que inciden o contribuyen a distintas reacciones físico-químicas de ciertos minerales y metales que se encuentran en el agua, los que pueden afectar en forma tóxica el cultivo de ovas, alevines y smolts. Por este motivo esta fase inicial, es importante para tratar y preparar la calidad de agua requerida, siempre en forma preventiva.

Floculación mecánica para retención de particulado en suspensión

La floculación mecánica en términos generales, es un proceso de aglutinamiento de varias micro partículas que se encuentran en el agua, las que al ser aumentadas en tamaño como macro partículas, serán retenidas del flujo de agua, por medio de un sistema de filtración, el cual dependerá en gran medida de la característica del material filtrante que posibilita su retención, sin que estas retornen a los estanques, evitando que DECANTEN, PRECIPITEN o SEDIMENTEN, generando los típicos problemas de saturación del agua. Con este proceso de floculación mecánica, es conveniente

hacer presente que NO se refiere a la DECANTACIÓN O PRECIPITACIÓN y SEDIMENTACIÓN de la partícula en suspensión, ya que precisamente lo evita, como normalmente se tiende a confundir, el floculo activo se retira o se extrae de la masa de agua que está en recirculación. El floculo es retenido y capturado en la carga filtrante que se encuentra dentro del cilindro de filtración.

Estabilización del agua

Una vez efectuado el proceso de floculación y la corrección del pH, en ambos casos en forma automatizada, se procede a la estabilización de la temperatura del agua, la que nuevamente requiere de una corrección del pH. Luego se inicia el proceso de desinfección por medio de radiación UV y oxigenación, logrando en todo momento un agua permanente nítida, transparente y desinfectada, la que se mantiene y conserva en estanques de agua para ser utilizadas como reposición. Esta óptima calidad de agua de reposición, también se mantiene y conserva como agua de reserva para mantener agua con alto estándar de calidad para el cultivo de peces y/o para la mantención y conservación de la higiene en los estanques y ductos hidráulicos.

Conservación de agua para cultivo

Normalmente en un sistema de recirculación, debido a la actividad metabólica de los peces, se produce un aumento de las concentraciones de amonio, nitrito, nitrato en los estanques de cultivo. En esta fase el proceso básico de tratamiento se concentra en la floculación orgánica e inorgánica, que puede ser en forma individual por estanque o en forma colectiva, en ambos casos, su eficiencia será determinada mayormente mediante el efectivo diseño hidráulico y correcta elección de un sistema de cilindro de filtración y clasificación adecuada de la carga filtrante, considerando que este proceso es de floculación mecánica, sin precipitación o decantación del particulado en suspensión.

La floculación mecánica retirará del agua gran parte del particulado en suspensión, el amonio, nitrito, nitratos, minerales como el cobre, fierro, aluminio, zinc, entre otros, siempre considerando el pH, floculación y temperatura, evitando la generación de gases.

Este concepto y propuesta de manejo preventivo del agua para el cultivo de peces salmónidos, determina que SpaFish Austral, sea una solución a los problemas de calidad de agua generados por los cambios físico-químicos y biológicos del agua utilizada por la salmonicultura.

Bibliografía

Chacón, H., y Enriquez R (2012) Spafish Austral "Tratamiento de agua por recirculación para Floculación y control de pH, en forma automatizada en agua de cultivo para peces salmónidos" Versión Diferente 15: 26 - 27

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

Chacoón, H., Pessot, C, 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.

Relación entre la captación de semillas de *Mytilus chilensis* y el estado de sus Bancos Naturales



Carlos Molinet, Leny Cares, Jorge Henríquez, Valentina Valencia, Jaime Valencia
Programa de Investigación Pesquera, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile

Introducción

El chorito *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854) es un bivalvo que forma densos bancos sobre fondos duros y fangosos hasta una profundidad de 10 m, aunque de manera excepcional se ha observado hasta 25 m de profundidad (Lorenzen *et al.*, 1979; Zagal *et al.*, 2001).

Esta especie tiene sexos separados y posee un ciclo de vida complejo que alterna una fase larval planctónica y una fase adulta bentónica (ej. Chaparro y Winter 1983, Toro *et al.*, 2004). Esto da lugar a poblaciones adultas espacialmente estructuradas en subpoblaciones localizadas de acuerdo a la distribución del tipo de hábitat e interconectadas a través de dispersión larval (ej. Roughgarden *et al.*, 1985, Hanski y Gilpin 1991, Orensanz *et al.*, 1998). La dinámica de estas subpoblaciones puede ser observada a través de su contracción y expansión, que son medidas mayoritariamente por la advección de larvas y la disponibilidad de hábitat.

La distribución geográfica de *M. chilensis* comprende toda la costa chilena y parte de la costa Argentina, dominando comunidades litorales en fiordos y canales del sur de Chile donde existen marcadas variaciones en salinidad (Lorenzen *et al.*, 1979, Viviani 1979). Estas variaciones en la salinidad dan paso a un sistema estratificado (ej. Pickard 1971, Silva *et al.*, 1995, Valle-Levinson *et al.*, 2007) donde es esperable que gradientes verticales de salinidad determinen la estructura espacial de sus poblaciones. En fiordos, *M. chilensis* se observa entre el intermareal medio y submareal, con su concha completamente cubierta de epibiontes en el intermareal hasta presentar la concha completamente limpia en el submareal, coincidente con una haloclina que varía entre 12 y 23 psu. Bajo los bancos de *M. chilensis* se observa un cinturón de *Aulacomya* atra y luego otras especies de invertebrados. De esa manera, *M. chilensis* pudiera estar confinado a un estrecho hábitat que parece ser limitado (hacia arriba) por condiciones físico-químicas del ambiente y hacia abajo por interacciones biológicas (Molinet *et al.*, 2015).

En el presente trabajo presentamos evidencia que sugiere que bancos de *M. chilensis* en Estero Pitipalena, están fuertemente contráidos, habiendo desaparecido *M. chilensis* del submareal y persistiendo choritos sólo en el intermareal en una franja de alrededor de 1 m de ancho. Estos resultados explicarían las fallas en la captación de semillas en el Estero Pitipalena entre los años 2013 y 2015.

El presente trabajo se encuentra en el contexto del proyecto “DESARROLLO DE UN PROGRAMA PILOTO PARA CAPTACIÓN DE SEMILLAS DE MITÍLIDOS, EN ÁREAS CON BAJA FRECUENCIA DE MAREAS ROJAS DE LA REGIÓN DE AYSÉN: APLICACIÓN EN RAÚL MARÍN BALMACEDA”, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad, del Gobierno Regional de Aysén.

Metodología:

ÁREA DE ESTUDIO:

El área de estudio comprende el Estero Pitipalena ubicado en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda de la Comuna de Cisnes, en el extremo norte de la Región de Aysén (43°47' S; 72°56' W), el cual posee una longitud total de 22 km de largo aproximadamente. Los muestreos se realizaron en dos estaciones de muestreos, Ensenada las Islas (en adelante Ensenada) y Brazo del Pillán (en adelante Pillán) (Fig. 1), ambos sectores son representativos de las dos subcuencas del Estero Pitipalena.

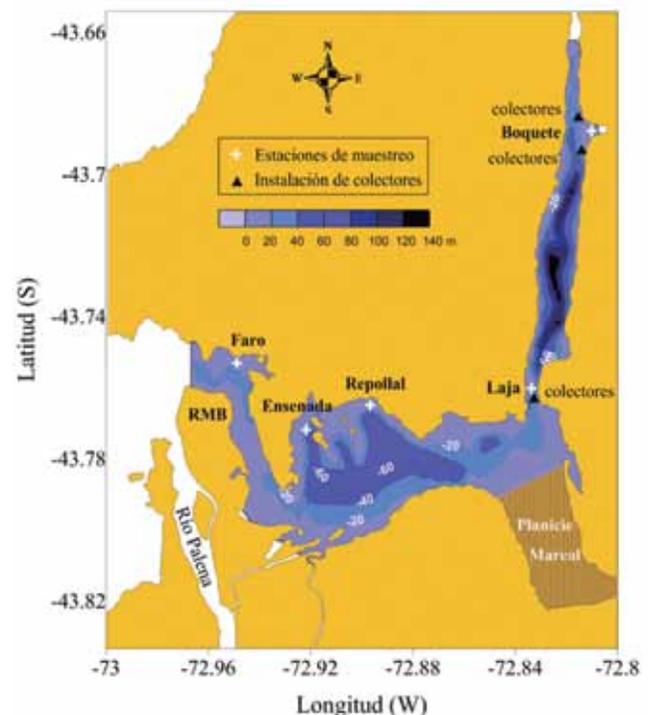


Figura 1. Estero Pitipalena, mostrando las dos estaciones de muestreo, Ensenada y Laja, en estos sectores además se instalaron los colectores (cruz blanca).

SUMINISTRO LARVAL:

Durante octubre de 2012 y octubre de 2014 se recolectaron muestras de plancton en triplicado cada 10 a 15 días, utilizando una red de 63 μm de trama, 50 cm de diámetro de la boca y 2.5 m de largo la que se desplegó verticalmente hasta la profundidad requerida y luego fue recogida lentamente. La muestra se fijó con alcohol al 70% y se almacenó en frascos de plástico de 200 ml. Entre octubre 2012 y octubre 2013, se integró la abundancia de 0 a 10 m de profundidad, posteriormente desde octubre del 2013 en adelante, los lances de la red fueron divididos en dos estratos de profundidad, entre 0 a 5 metros y entre 5 a 15 metros, división asociada a la ubicación de la pycnoclina. Las muestras de plancton fueron observadas en una lupa Motic, en la que se contó todas las larvas de mitílidos presentes y se calculó densidad de larvas por volumen de agua.

ASENTAMIENTO:

Se estudió el efecto sobre el asentamiento de semillas de *M. chilensis* en sustratos artificiales, se identificó, fotografió y contó cada individuo de mitílidos en una muestra de 5 x 5 cm de cada colector, seleccionando seis colectores por sitio. Se registró la profundidad a la que se encontraba la muestra. La identificación de especie se llevó a cabo de acuerdo a la descripción de larvas y postlarvas de Mytilidae realizada por Ramorino y Campos, 1983.

MUESTREO DE BANCOS NATURALES:

En septiembre de 2014 se muestrearon los bancos naturales de choritos en el sector Brazo del Pillán, Estero Pitipalena, mediante el registro de video-transectos en tramos de 35 m de largo (6 tramos de 12 a 0 m en zigzag relativo a la línea de costa) y 28 cm de ancho. Para el registro del video-transecto, se remolcó una cámara Seaviewer (montada sobre un trineo) desde 12 m de profundidad hasta la superficie. El trineo se mantuvo aproxima-

damente perpendicular a 35 cm desde el fondo apoyado por un buzo mariscador, quién a su vez indicó el inicio de la presencia de *M. chilensis*, que coincidió con el fin de la presencia de *A. atra* (ribbed mussel). La cámara fue equipada con dos laser paralelos a su eje de visión y separados por 10 cm de ancho, lo que permite estimar el ancho de campo y eventualmente obtener una clasificación cualitativa del tamaño de los organismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En los dos sectores de estudio se observa estacionalidad en las abundancias de larvas, la mayor densidad se observó en febrero 2013 en el sector Pillán (8.531 larvas/m³). Sin embargo, para el verano 2014 se observa un descenso en las densidades de larvas, disminuyendo a casi 1.000 larvas/m³ en Pillán (Fig. 2) y 600 larvas/m³ en Ensenada (Fig. 2). Para este mismo sector, Ensenada Las Islas, Molinet et al., (2000) reporta densidades máximas de 8.000 larvas/m³ durante noviembre de 1999. Por otro lado, Leiva et al., (2007) en la región de Los Lagos, registró densidades de hasta 1.236 larvas/m³.

Uriarte (2008) propone como densidad mínima 50 larvas/litro para la puesta de colectores. Sin embargo el año 2013 se obtuvo una captación promedio de 1,09 semillas/cm² en el sector Pillán, con densidades de 8,5 larvas/L, mientras en el sector Ensenada, con densidades de hasta 1 larvas/L, la captación de semillas fue mayor de 3 semillas/cm². Valores similares fueron reportados por Molinet et al., (2000) que registró valores entre 0,4 y 3,5 semillas/cm² en Ensenada.

Sin embargo, el año 2014 presenta una fuerte caída en las captaciones de semillas, registrándose entre 0,2 a 0,4 semillas/cm² en el sector Ensenada. (Fig. 3)

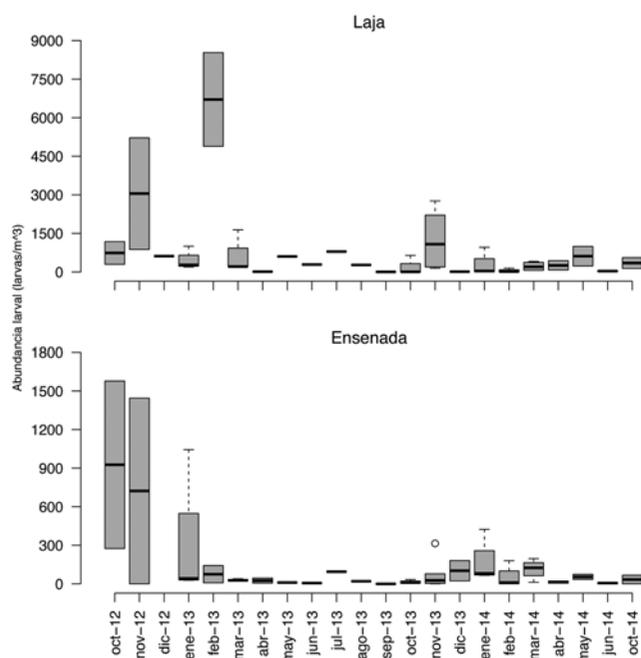


Figura 2. Abundancia larval expresada en larvas por metro cúbico registrada desde octubre del 2012 hasta octubre del 2014, en Laja y Ensenada.

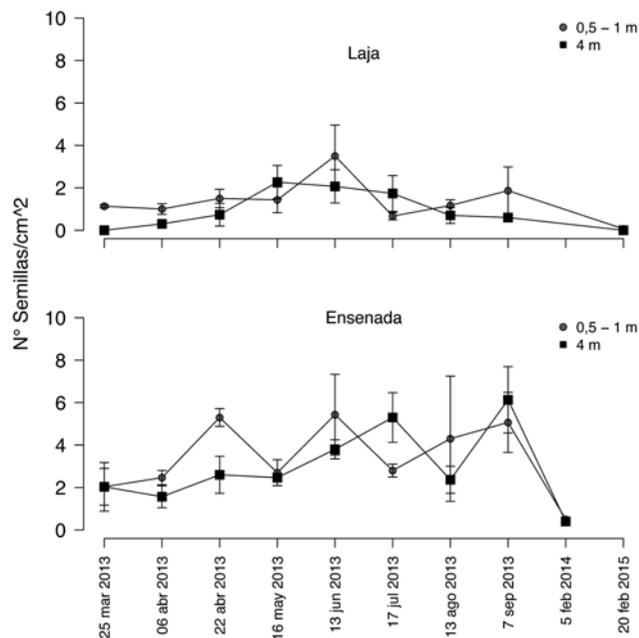


Figura 3. Número promedio de individuos (semillas de mitílidos) por centímetro cuadrado en colectores, registrados en dos estratos de profundidad, 0,5 a 1 m (círculo plomo) y 4m (cuadrado negro), en los sectores de Laja y Ensenada.

En nuestra evaluación del banco natural en Pillán se observaron densidades medias alrededor de $4,78 + 1,46 \text{ ind/m}^2$ en bancos naturales del sector Lo anterior es contrastante con trabajos anteriores.

La densidad promedio de choritos en bancos naturales del sector Pillán, el año 1994 era $226,07 + 223,81 \text{ ind/m}^2$ (Molinet *et al.*, 1994). Para el año 2005, se registró valores de $83,2 + 8,72 \text{ ind/m}^2$ (Subpesca, 2006).

El descenso en las densidades larvales y bajas captaciones de semillas están correlacionadas con la baja densidad de *M. chilensis* registrada en el área de estudio. Estos bancos naturales se explotan desde la década de los 1980s y desde la aparición de floraciones nocivas de *Alexandrium catenella* en 1995, el Estero Pitipalena ha sido uno de los pocos sitios de la región de Aysén donde se autorizó la extracción y comercialización de mitilidos. El litoral norte de la Región de Aysén es una zona donde la actividad productiva se centra principalmente en la extracción de recursos marinos (Molinet *et al.*, 2000), trayendo como consecuencia una eventual sobreexplotación de los recursos bentónicos, incluido entre ellos, el chorito.

Nuestros resultados indican un deterioro significativo y preocupante de los bancos naturales de mitilidos en el Estero Pitipalena, lo que ha tenido consecuencias en una baja captación de semillas de choritos en las últimas dos temporadas. La disminución del stock de reproductores parece estar influenciada por efecto de la pesca y efectos ambientales, tales como, depredación (por estrellas de mar) (Fig. 4) y una eventual floración nociva que, de acuerdo a información de los pescadores locales habría provocado una alta mortalidad en enero-febrero de 2013.



Es prioritario diseñar y mantener un monitoreo de bancos naturales de mitilidos en las zonas de captación de semillas que permita entender la relación “stock-recluta” que sostiene la captación natural de semillas para la mitilicultura. Actualmente a través del proyecto FIP 2014 -57 “Prospección y evaluación de la condición de bancos naturales de mitilidos en la zona sur-austral de Chile”, inves-

Figura 4. Patrón general de distribución de bancos de mitilidos en el Estero Pitipalena. Intermareal

tigadores de la Universidad Austral de Chile están enfocados en dar respuesta a esta problemática.

Bibliografía:

- Chaparro O., Winter J. (1983).** The effect of winter period, gametogenesis and spawning on the calorific content of soft parts in *Mytilus chilensis*. *Aquaculture* 32:419-422.
- Hanski I., Gilpin M. (1991).** Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biol J Linn Soc* 42:3-16.
- Leiva G., Santibañez C., Bartheld JL. (2007).** Definición de criterios biológicos, ambientales, sanitarios y operativos para la instalación de colectores de moluscos bivalvos en la X Región. Proyecto FIP N° 2005-18.
- Lorenzen S., Gallardo C., Jara C., Clasing E., Pequeño G., C.A. M. (1979).** Mariscos y peces de importancia comercial en el sur de Chile Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Molinet C., Gavilán M. (1994).** Diseño y Aplicación de una Plan de manejo Comunitario de bancos naturales de Chorito, Cholga y Almeja y Fomento a la Acuicultura en el Estero Pitipalena. Proyecto. Universidad de Los Lagos, Sede Coyhaique, Coyhaique.
- Molinet C., Gonzalez C., Mora O., Valencia J., Barra J. (2000).** Desarrollo de la Acuicultura en 4 localidades del litoral Norte, Aysen, XI Region. Proyecto FNDR Gobierno Regional de Aysen. Código BIP 20127592-0. Informe final Centro Universitario de La Trapananda, Universidad Austral de Chile, Coyhaique. 48pp.
- Molinet C., Díaz M., Arriagada C., Cares L., Marín S., Astorga M., Niklitschek E. (2015).** Spatial distribution pattern of *Mytilus chilensis* beds in the Reloncaví fjord: hypothesis on associated processes. *Revista Chilena de Historia Natural* 88:11
- Orensanz J., Jamieson G. (1998).** The assesment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management. In: Jamieson GS, Campbell A (eds) *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management*. Canadian Special Publication Fisheries and Aquatic Sciences, Nanaimo, British Columbia, Canada., pp 441-459.
- Pickard GL. (1971).** Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *Fish Res Board Can* 28:1077-1106.
- Ramorino L., Campos B. (1983).** Larvas y postlarvas de Mytilidae de Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 19(2): 143-192.
- Roughgarden J., Iwasa Y., Baxter C. (1985).** Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecology* 66:54-67.
- Silva N., Sievers H., Prado R. (1995).** Características oceanográficas y una proposición de circulación para algunos canales Australes de Chile entre 41°20'S y 46°40'S. *Rev Biol Mar Univ Católica Valpo* 30:207-254.
- Subpesca. (2006).** Informe Técnico Amerb N° 45/2006. Evaluación Estudio de Situación Base del Área y Propuesta de Plan de Manejo Amerb Brazos del Pillan. 11 pp.
- Toro JE, Alcapan AC, Vergara AM, Ojeda JA (2004)** Heritability estimates of larval and spat shell height in the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupe 1854) produced under controlled laboratory conditions. *Aquac Res* 35: 56-61 doi 10.1111/j.1365-2109.2004.00985.x
- Uriarte I. (2008).** Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Fariás e I. Uriarte (eds). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en America Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile.
- FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 61–75.**
- Valle-Levinson A., Sarkar N., Sanay R., Soto D., Leon J. (2007).** Spatial structure of hydrography and flow in a Chilean fjord, Estuario Reloncaví. *Estuar Coast* 30:113-126.
- Viviani C. (1979).** Ecogeografía del Litoral Chileno. *Stud Neotrop Fauna E* 14:65-123.
- Zagal C., Hermosilla C., Riedemann A. (2001).** Guía de invertebrados marinos del litoral Valdiviano. Quebecor World Chile S.A, Valdivia.



7 PLAGAS

Pest Control



Matamos por Encargo...

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

PESCARAUCO

NODO para el desarrollo comercial del sector pesquero artesanal de las áreas de manejo de la provincia de Arauco



Robinson Sáez Lazo, Daniel Saavedra Quezada, Sergio Acevedo Hernández, Carlos Arriagada, Mauricio Troncoso, Dagoberto Arcos Rojas.
Centro Regional de Estudios Ambientales de la Universidad Católica de la Santísima Concepción

Descripción del Objetivo General del NODO

El proyecto NODO PESCARAUCO, tiene como objetivo aumentar el desempeño comercial de las organizaciones de pescadores artesanales titulares de 5 Áreas de Manejo de la Provincia de Arauco: Tubul, Punta Lavapié, Laraquete, Llico y Arauco. Para el logro de este objetivo las acciones del Nodo están dirigidas a establecer un sistema de acompañamiento y capacitación que desarrolle en los beneficiarios sus capacidades individuales y colectivas, de asociatividad y vinculación con los actores de la cadena de producción y proceso de los recursos hidrobiológicos y que además pueda asegurar la sustentabilidad de los recursos naturales explotados. Este proyecto es cofinanciado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), por medio de su Agente Operador Intermediario (AOI) CORPARAUCO y ejecutado por el Centro Regional de Estudios Ambientales (CREA) de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC).

Detección de Necesidades

Estudios realizados en Chile sobre la situación de la pesca artesanal concluyen que ésta alcanza un desarrollo precario, el cual es generado por un conjunto de condiciones y problemas que, de persistir en el tiempo, impedirán el desarrollo sostenible de esta actividad económica (Inf. Tec. Subpesca 2013). El diagnóstico realizado por el NODO da cuenta de algunas de estas problemáticas como por ejemplo, que las organizaciones vinculadas a la pesca artesanal en la Provincia de Arauco, son en su mayoría sindicatos de trabajadores independientes y en un menor número, asociaciones gremiales. Pocas organizaciones se involucran en el negocio pesquero, dedicándose principalmente a la representación y defensa de intereses gremiales y secundariamente a la actividad comercial propiamente tal (FAO 2013). Al realizar un análisis por nivel de comercialización del recurso marino se detectan problemáticas puntuales en la cadena de comercialización de los productos extraídos. En el primer nivel de la cadena están los pescadores Artesanales y/o Recolectores de Orilla que comercializan productos que extraen o recolectan, estos son extractores y primera venta, los cuales conforman una cadena que excede los límites territoriales y temporales de la misma. Esta forma directa, corta y básica de comercialización se podría relacionar con la pre-

cariedad cultural y social que impide visualizar otros mecanismos un poco más complejos y técnicos que le permitan agregar valor a sus productos. Como resultado sus productos quedan sujetos a la venta inmediata y sin valor agregado, por lo que son totalmente dependientes del mercado y sus condiciones, y en el mayor de los casos, sujeto a intermediarios, los cuales perciben la mayor ganancia del recurso extraído. El NODO busca de algún modo revertir esta realidad, posibilitando que el productor, mediante un plan de negocios más complejo tenga la facultad de imponer precios y mejorar las condiciones comerciales.

Siguiendo con lo anterior, el diagnóstico acotó la problemática a las organizaciones de pescadores artesanales y a la cadena de comercialización de los recursos explotados desde sus Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), ya sea por concepto de cosecha o bien por sus potenciales actividades acuícolas. En esta línea los beneficiarios del NODO no sólo involucran al primer nivel de la cadena, sino que también a los siguientes niveles:

- a) Micro empresarios/as dueños de Plantas de proceso (Punta Lavapie: 3 plantas, Llico: 1 planta, Tubul: 1 planta). Son aquellas personas que realizan venta de productos adquiridos a los pescadores artesanales, con distintos niveles de procesamiento; se trata de emprendedores, que desarrollan algún proceso que le agrega valor al recurso, estableciendo mecanismos de intercambio mediante relaciones de mayor conocimiento con clientes definidos.
- b) Intermediarios, son pescadores artesanales que trabajan en la compra y venta de productos del mar. Este grupo, además de vender lo que recolecta y/o extrae, compra los productos a miembros de sus propios sindicatos o a otros pescadores artesanales, para luego comercializarlo a las plantas de procesos, restaurantes, ferías, etc.
- c) Dueños de Restaurantes o locales de comercialización de alimentos con productos del mar".

Cabe señalar que el principal recurso productivo dado la abundancia relativa de éstos (en comparación con otros recursos), es la jaiba, la cual se procesa en la mayoría de las plantas beneficiadas.

A modo de síntesis de los análisis y herramientas utilizadas para la caracterización de los beneficiarios directos del NODO, en la tabla 1 se presentan la identificación de 6 principales brechas; Comercial, Formación, Tecnología, Producto, Vinculación y Educación ambiental.

Resultados de la experiencia

Dado el trabajo de diagnóstico, el NODO comienza sus actividades en diciembre del 2013. Las actividades apuntan a desarrollar las capacidades emprendedoras y negociadoras de distintos beneficiarios a través de la vinculación entre ellos. De esta manera estos pueden ser los gestores de su propio desarrollo, a través de la formalización de oportunidades de negocios y futuras empresas, generando así ingresos, trabajos y mejora de la calidad de vida, además de la posibilidad de que los pescadores artesanales agreguen mayor valor a sus productos.

Las principales actividades articuladas en el programa NODO, fueron: capacitación al fortalecimiento organizacional, mesas de negocios y formalización de empresas con el objeto de vender sus recursos, y aplicar a futuro diversas formas innovadoras de comercialización, lo cual asegurara la sostenibilidad.

Se implementó el desarrollo de iniciativas comerciales para el fortalecimiento del capital humano, a través de transferencias y giras tecnológicas. Se promovió la creación de microempresas, buscando además la formación de un núcleo de emprendimiento asociativo, fortaleciendo las relaciones entre los actores vinculados a la cadena de comercialización; pescadores artesanales, comercio asociado, instituciones públicas y/o privadas, e institutos o liceos con potencial gastronómico y turístico, para aumentar la competitividad y poder introducirse al mercado de manera formal.

Durante el primer año del NODO se realizaron capacitaciones en conceptos generales de Marketing, entregando las herramientas óptimas en temáticas de comercialización, detallando la importancia de la correcta aplicación del Marketing Mix en sus productos. Se implementó una página web; www.pescarauco.cl, sitio virtual donde se espera que los beneficiarios puedan exhibir sus productos y promocionar sus marcas en todas las latitudes. Una actividad de relevancia en la formación de los beneficiarios, fue la realización de la Gira Tecnológica en noviembre del 2014 a la comuna de Navidad, para conocer a La Federación de Pescadores



Imagen 1. Gira Tecnológica a FEPANAV, Algueras de Navidad (noviembre 2014).



Imagen 2. Capacitación inocuidad de alimentos, Arauco (julio 2014)

Artesanales de Navidad (FEPANAV) con un proyecto exitoso de comercialización, llamado "Algueros de Navidad", los miembros de FEPANAV han logrado dar valor agregado a la comercialización del cochayuyo y el lucche, generando productos gourmet, que están siendo comercializadas con una excelente aceptación (Imagen 1).

Las capacitaciones de Marketing fueron una oportunidad de visualizar la importancia de agregar Marca a sus productos, por lo que en este año se pretende reforzar esa temática a través de nuevas capacitaciones, enfocadas en la marca, el diseño y envasado del producto, además de la denominación de origen e inocuidad.

Por otro lado, según lo identificado en la problemática, lo relacionado a las brechas, estas se atendieron de diversas formas, analizando su situación actual, generando propuestas y determinando un plan de acción propicio para minimizarlas, de esta forma en la tabla 1 se describe dicho flujo.

El segundo año del NODO se contemplan actividades como Visitas de expertos nacionales e internacionales con importante experiencia en comercio pesquero artesanal, como también el desarrollo de Planes de Negocios, generación de redes locales, mesas de acuerdos comerciales, implementación de sistemas de calidad e inocuidad alimenticia, además se está trabajando en la evaluación ecosistémica de los recursos explotados en las AMERB, con lo cual se pretende determinar y mapear la abundancia de los recursos explotados, así como también poder hacer llegar la información adquirida a los beneficiarios del NODO, con el fin de procurar la sustentabilidad de los recursos naturales y que este mismo concepto permitan mejorar la comercialización a través del valor agregado y la diferenciación con otros productos similares

Evaluación ecosistémica (en curso)

El objetivo de hacer una evaluación ecosistémica y posteriormente un manual es hacer accesible la información científica a los beneficiarios del NODO, para generar conciencia sobre la explotación de los recursos y las buenas prácticas de extracción, y con ello generar un valor agregado a sus productos.

En el estudio de sustentabilidad se hace referencia a los ciclos de vida de las principales especies comerciales en el NODO, tales como la jaiba remadora (*Ovalipes Trimaculatus*), jaiba limón (*Cancer porteri*), jaiba marmola (*Cancer edwardsi*) y la jaiba peluda (*Cancer setosus*), las cuales tienen una alta extracción anual según datos recogidos en terreno y los datos proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (Fig.1).

Tipo de Brecha	Situación Actual	Situación Propuesta	Acción
Comercial	Venta en Playa	Venta en Mercado Formal	Planes de Negocios, Formalización de Negocios y Joint Venture
Formación	No existe gestión comercial	Habilidades y competencias para la gestión comercial	Visita de Expertos, Formación y Capacitación, Gira Tecnológica
Tecnología	No hay tecnología en el proceso productivo y de comercialización	Incorporación de herramientas tecnológicas.	Desarrollo de Web www.pescarauco.cl , Vinculación con instituciones Técnicas (CREA, Joint Venture)
Producto	Venta producto en bruto	Venta con valor agregado del producto	Certificación de Calidad, Diversificación de producto, desarrollo de etiquetado nutricional
Vinculación	Nula vinculación con cadena de comercialización	Vinculaciones con redes de comercialización	Desarrollo de mesas de Negociación, Joint Venture, Acuerdos Comerciales
Educación Ambiental	Explotación de los recursos sin conciencia ecológica	Amenizar información científica	Confección de un manual ecosistémico

Tabla 1. Diagrama de flujo de identificación de (Brechas y niveles de acción).

Fuente: Elaboración propia.

Los datos extraídos aportan a la escasa información sobre los mecanismos y procesos que afectan la distribución y abundancia de estas especies frente a la costa central de Chile (Jesse & Stotz 2003; Muñoz *et al.* 2006). Se suma a esto la importancia a nivel ecosistémico ya que además de ser un importante recurso de extracción, éstos son fundamentales en las comunidades bentónicas, como depredadores y carroñeros (Cerde & Wolf 1993), y forman parte de la dieta de otras especies (Muñoz *et al.* 2006). Otro aspecto importante de mencionar es la fecundidad, ya que este puede dar una aproximación a la abundancia de individuos en una localidad en particular. Para ello Brantes *et al.* (2004), realizaron estudios latitudinales de aspectos reproductivos a lo largo de Chile, observando que la fecundidad no varía significativamente con la latitud.

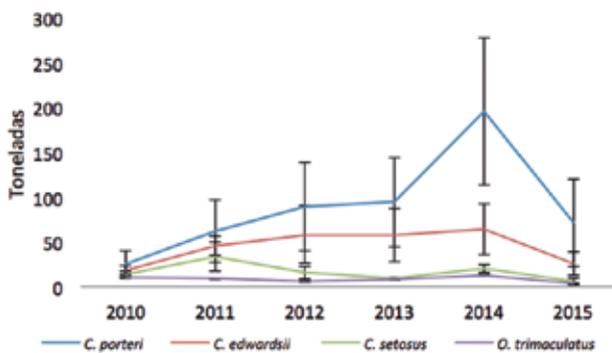


Figura 1. Toneladas del recurso jaiba extraídos en las localidades del Nodo \pm SD (calculada según la extracción por localidad)

En el presente estudio se realizó una aproximación de manera bibliográfica de los meses de desove de las especies nombradas, con lo cual se pretende bajar la información a los beneficiarios, especificando cuáles son los meses en los que se debe respetar la extracción de hembras y disminuir la captura de los machos.

Por consiguiente se determinara *in situ* la abundancia de la especie anteriormente mencionadas, acompañada de fotografías individualizadas por especie y relacionando ecológicamente todos los recursos explotados en las áreas de manejo que comprende el NODO, para finalmente entregar el valor agregado de sustentabilidad de los procesos comerciales.

Conclusión

La tecnología juega un rol importante en la comercialización de los productos extraídos, además se relaciona al rol ecosistémico, ya sea por cómo evaluar las comunidades bentónicas o como estos recursos son extraídos. Los mecanismos tecnológicos, como la incorporación de una plataforma web, hará visible las ventajas competitiva que poseen los beneficiarios del NODO, además de agilizar la gestión comercial, ya que a través de las estrategias de marketing se resaltarán atributos tales como sustentabilidad del producto y en la medida que el grupo consumidor esté dispuesto a pagar más por este atributo, enfocado principalmente en el desarrollo social y cuidado ambiental, también puede constituir una oportunidad para agregar valor, y al acompañarse de estudios científicos calificado esto asegura la sustentabilidad del producto.

Bibliografía

Brante A., Cifuentes S., Pörtner H., Arntz W. & Fernández M. 2004. Comparaciones latitudinales de aspectos reproductivos en cinco especies de braquiuros a lo largo de la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77: 15-27

Cerde G. & Wolf M. 1993. Feeding ecology of the crab *Cancer polyodon* in La Herradura Bay, Northern Chile. II. Food spectrum and prey consumption. *Marine Ecology*, 89: 213-219.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Proyecto de apoyo al desarrollo socio-económico y organizacional de la pesquería artesanal en la comuna de Arauco. (GCP/RLA/160/BR). <http://www.fao.org/docrep/field/009/as527s/as527s.pdf>

Jesse S. & Stotz W. 2003. Spatio-temporal distribution patterns of the crab assemblage in the shallow subtidal of the north Chilean Pacific coast. *Crustaceana*, 75: 1161-1200.

Muñoz C., Pardo L., Henríquez L. & Palma A. 2006. Seasonal variations in the composition and abundance of four *Cancer* species (Decapoda: Brachyura: Cancridae) trapped in San Vicente Bay, Concepción (central Chile). *Investigaciones Marinas*, 34: 9-21

Subsecretaría de Pesca 2013. Proyecto Estudio para la Determinación de una Propuesta de Política Pública de Desarrollo Productivo para la Pesca Artesanal. http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-80136_recurso_1.pdf



{ **¡ya lo tenemos!**
el más avanzado dron de del momento.

SOLUCIONES AÉREAS CON EL MÁS ALTO ESTANDAR



LOGRE LO IMPOSIBLE

Impresione a su audiencia, realizamos impactantes tomas aéreas, entregándole un producto de primera calidad.

2 drones de **alta gama** capaces de capturar fotografías de hasta 24Mpx y video de resoluciones hasta 4K.

Somos expertos audiovisualistas, contamos con todo el equipamiento para un **producto final excepcional.**



Contáctenos!

Tel. +56 63 2217805

Cel.: 9 6429634

bgonzalez@efectovisual.cl

www.efectovisual.cl

www.olitec.cl

Valdivia - Chile



Reforma Tributaria 2014

Período Transición 2015-2016



A casi un año de la Publicación de la Ley N°20.780 que modifica el sistema de tributación, donde se introducen cambios a la Renta, nos encontramos en el periodo de transición de la reforma.

Es así que el SII, en octubre del año 2014, publica la circular N° 55, en la cual se instruye sobre la vigencia y transición de las normas de la citada Ley y hace presente que impartirá oportunamente las instrucciones específicas sobre el sentido, alcance y aplicación de cada una de las materias comprendidas en la presente Circular, las cuales se incluirán en instrucciones separadas, atendiendo a la entrada en vigencia de cada una de ellas.

En este periodo de transición, ya asimilamos un cambio en la tasa de impuesto a la renta, que pasó de un 20% a un 21% para el año comercial 2014 y que para el próximo año comercial las utilidades se gravarán con un 22,5%, para el año comercial 2016 la tasa será de 24%, con el sistema de tributación vigente. Este aumento de tasas progresivos está asociado al reajuste de PPM mínimos obligatorios.

Lo trascendental de la reforma para los contribuyentes que determinan sus rentas en primera categoría con contabilidad completa, es la elección de un Régimen el cual puede ser Parcialmente Integrado (RPI) o de Renta Atribuida (RRA). El RPI es similar al actual, se suspende el pago de los impuestos finales para los socios en la medida que no existan retiros o distribuciones, mientras que en el RRA la utilidad tributaria de la empresa se atribuye a los socios en la proporción que establecen los estatutos sociales.

La elección se debe realizar en el año 2016 y por un plazo de 5 años. Si bien el contribuyente tiene la opción de elegir libremente, de no pronunciarse la Ley contempla una asignación directa, la cual no necesariamente será la que mas le acomode al contribuyente, y por otro lado no hay recetas, dependerá de múltiples factores a considerar como por ejemplo la Política de Retiros de

Utilidades, % participación de los socios, la tasa de impuesto (RPI 27%) y (RRA 25%), como se puede apreciar la decisión está en las manos de los socios.

Durante el año en curso, año comercial 2015 existen algunas opciones para determinados contribuyentes:

Ventana de Salida o limpieza del FUT.

Los contribuyentes que tengan saldo FUT positivo podrán realizar limpieza de este registro con un impuesto sustitutivo con una tasa de un 32%, pudiendo deducir el impuesto de 1era categoría, si el FUT tiene créditos con tasa 20%, el costo de salida sería una tasa efectiva de 12%.

Las empresas, comunidades y sociedades que desde el 1° de enero de 2014 y hasta la fecha en que se ejerza la opción, a lo menos, estén conformadas exclusivamente por personas naturales contribuyentes del IGC, podrán ejercer la opción con una tasa variable, pudiendo resultar una tasa de 0%.

¿Cuál es el incentivo?

Es cambiar el estado de la utilidad tributaria acumulada, pasarla de FUT a FUNT, es decir en el futuro cuando se generen excesos de retiros, se podrán imputar al fondo de Utilidades no tributables (FUNT), cabe señalar que en la nueva normativa tales excesos no quedarán pendientes de tributación como lo permitía el sistema actual.

Tributación de Utilidad por venta de Propiedades

La ley contempla que a partir del año 2017, el mayor valor por la venta de inmuebles, se gravará con la tasa de impuesto vigente. En el caso de las Personas Naturales, con domicilio o residencia en Chile sin contabilidad completa, tienen un monto tope exento de UF 8.000.- (\$200 MM aprox), por el cual las utilidades acumuladas obtenidas no pagarán impuesto. Opera como un fondo

de por vida, al cual se imputarán las operaciones, y una vez extinto, se gravarán las utilidades.

Tales contribuyentes también gozan de los siguientes beneficios:

1. Optar al valor de costo del inmueble a rebajar del precio de la venta.

- a. El Valor de adquisición reajustado a la fecha de la venta.
- b. El avalúo fiscal del bien raíz, al 01.01.2017 reajustado a la fecha de venta.
- c. El valor de mercado que acredite fehacientemente el contribuyente a la fecha de la publicación de la ley.

2. Inmuebles adquiridos antes del 01.01.2004

El mayor valor no tributará.



Si usted espera vender sus bienes inmuebles, es conveniente resolver las siguientes inquietudes: ¿Cuanto sería la utilidad de la operación?, ¿En cuanto disminuye si se retasa su propiedad?, ¿Estaría cubierta por la exención de las UF 8.000? Finalmente ¿Esta usted preparado para responder estas preguntas?



Fonos. +56 9 9273 8451 - +56 9 8888 2504

contacto@asesoria-gestion.cl

www.asesoria-gestion.cl

opción[®]

comunicaciones

Revista Técnica Semestral

Calendarios Técnicos de Escritorio

Agendas Técnicas Corporativas

Cuadernos Técnicos Corporativos

Artículos de Escritorio



www.opcioncomunicaciones.cl

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

La Modernización de Logística Reefers



La Industria Acuícola, una de las principales actividades de la Región de Los Lagos sigue creciendo; solo la salmonicultura ha superado las 550.000 Ton durante el año 2014, equivalente a un 7% más respecto al 2013. Este aumento paulatino de la producción en los últimos años ha comenzado a generar una fuerte presión sobre toda la cadena logística. Una de estas etapas corresponde al almacenamiento y administración de inventarios de carga sensible a la temperatura. Por este motivo se ha visto la necesidad de ampliar la oferta de espacios y modernizar la infraestructura disponible para esta prolifera Industria. En este escenario D&C Group ha entendido que esta necesidad es una prioridad para sus clientes. El espacio disponible de frío en la actualidad en la industria salmon-acuícola está a su máxima capacidad, la industria se ha visto obligada a requerir servicios de almacenamiento fuera de su zona.

Los próximos años serán claves para la industria acuícola y en especial para las salmoneras, debido a los procesos de fusión que se proyectan a mediano plazo, con el objetivo de lograr las sinergias y el ahorro esperado.

D&C Group ha decidido avanzar en la modernización y ampliación de sus diferentes áreas de negocio, los desafíos que se ha planteado la Compañía con la Industria Acuícola son avanzar en la integración de servicios que entreguen soluciones a las necesidades logísticas de la Industria. Es así que D&C Group ha planificado la modernización como una estrategia para proyectarse a largo plazo y ser sustentable en el tiempo a través de la aplicación y uso de nuevas tecnologías, transfiriendo todas estas ventajas competitivas a los clientes que ha atendido en la Región y a lo largo de todo Chile en sus 39 años de vida.

D&C Group ha modernizado sus sistemas e infraestructura para potenciar y mejorar el nivel de respuesta que exigen los clientes en la actualidad, según los requerimientos de los nuevos mercados en el mundo. Paralelamente por tercer año consecutivo ha sido certificado con el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2008. Otro punto relevante es la renovación de toda su flota de Reefer los cuales tienen un estándar superior en cuanto a tecnología y sistemas de control siendo muy eficientes térmicamente y con un gasto energético muy por debajo de los modelos antiguos.

D&C Group

una solución logística integral en base a una amplia gama de productos y servicios.



Depósito de Contenedores

9 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 9.000 m².

Frigorífico

Más 3.000 Ton de capacidad en Frigorífico y 200 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.



Como respuesta a los exigentes mercados, D&C Group desarrolló un área especializada llamada DYC LOGISTICS, generada a través de un joint venture con Agility Logistics, compañía líder en el mercado logístico internacional con más de 500 oficinas a nivel mundial, esta alianza estratégica permite una cobertura mundial para el manejo de cargas refrigeradas, especialmente orientada a la Industria Acuícola. Ambas Empresas 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, seguri-

dad y con una variada gama de servicios destinadas a Empresas dedicadas al manejo integral de cargas secas, frescas o congeladas. En la actualidad DYC Logistics cuenta con la confianza de sus clientes que le han permitido crecer en forma paulatina logrando ser considerado un nuevo actor importante en este tipo de operaciones por su nivel de repuesta, cobertura y profesionalismo.

El futuro de DyC Group es crecer fuertemente y consolidar lo que ha logrado a lo largo de los años. En la Zona Sur la compañía cuenta con nuevos depósitos en Valdivia y Castro, los cuales incluirán en una primera etapa los servicios de Spacewise (Soluciones modulares), Reefers y Transporte. En Castro además se ini-

FLUJO LOGÍSTICA INTEGRAL D&C - AGILITY



ció la construcción de un frigorífico que considera en su primera etapa una capacidad de 2.500 Ton, el cual entrará en operaciones en el mes de Septiembre de 2015, siendo pioneros en brindar este tipo de servicio a la industria establecida en esa zona.

El futuro de DyC Group es crecer fuertemente y consolidar lo que ha logrado a lo largo de los años. En la Zona Sur la compañía cuenta con nuevos depósitos en Valdivia y Castro, los cuales in-

cluirán en una primera etapa los servicios de Spacewise (Soluciones modulares), Reefers y Transporte.

En Castro además se inició la construcción de un frigorífico que considera en su primera etapa una capacidad de 2.500 Ton, el cual entrará en operaciones en el mes de Septiembre de 2015, siendo pioneros en brindar este tipo de servicio a la industria establecida en esa zona.



FONO: 800 380 000

Valparaíso: Av. Bernardo O'Higgins 388, Placilla Oriente

Puerto Montt: Camino a Pargua, KM. 1030

www.dycsa.cl



NUEVA HERRAMIENTA

FCp

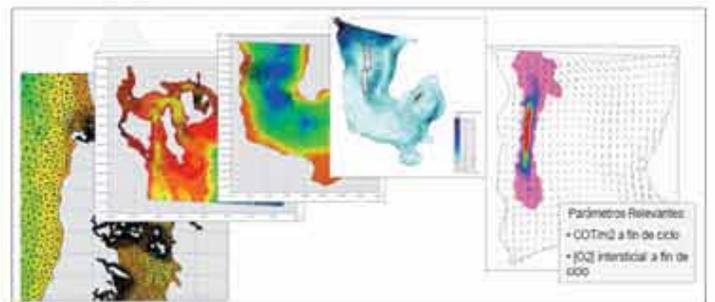
FARM CARE Program

SALMOFOOD

Desarrolla herramienta de **ALERTA TEMPRANA** que permitiría mejorar la situación sanitaria de sus clientes.

SALMOFOOD alineado con las sustentabilidad integral de sus clientes, ha desarrollado una herramienta de modelación hidrodinámica que simula la interacción sanitaria entre centros de cultivo en un mismo barrio, anticipando eficazmente el estado sanitario del sector, mejorando la oportunidad y estrategia de sus tratamientos.

Una respuesta anticipada ante problemas sanitarios hace la diferencia entre el éxito y el fracaso de las acciones preventivas en los centros de cultivo, mejorando la rentabilidad de los productores de salmón.



Oficina Comercial

Benavente 550, oficina 8A, Puerto Montt X Región de Los Lagos, Chile
Teléfono: +56 65 2225 500

Planta Salmofood

Ruta 5 Sur Km. 1170, casilla 339, Castro X Región de Los Lagos, Chile
Teléfono: +56 65 2534 110 - Fax +56 65 2534 124



WWW.SALMOFOOD.CL

PROYECTOS ESPECIALES Y ALMACENAMIENTO FLEXIBLE



Spacewise pone a su disposición una amplia gama de productos que, en su conjunto, entregan soluciones que se ajustan a sus exigencias. Es así como ofrecemos arriendo y venta de reefers, bodegas, oficinas, baños y salas de cambio. Y con nuestro Departamento de Proyectos Modulares usted puede implementar campamentos, oficinas, comedores y salas de clases.

Trabaje con los que más saben, trabaje con SpaceWise: Llámenos!

COBERTURA NACIONAL DESDE ARICA A CHILOÉ

TALCAHUANO
Av. Evangelista Torricelli 1764
Parque Empresarial del Bío-Bío
Fono: (+56 41) 2469220

TEMUCO
Ruta 5 Sur, km 682
Padre Las Casas
Salida Sur de Temuco
Fono: (+56 9) 8501 7333

VALDIVIA
Ruta 205 Esq. Pasaje Carlos
Toledo, Sector El Arenal
Fono: (+56 9) 9226 0234

PUERTO MONTT
Camino a Pargua, km 1030
Fono: (+56 65) 2220408