Distribución Gratuita
Consérvela
Año 11 Nº20 2014

revista versión diferente

Salmón-Acuícola

ACTUALIDAD INFORMATIVA

Patologías branquiales en salmónidos

Cataratas en salmones

El rol en la prevención del ISA

Caligus-SEQ

Calidad de agua por Floculación

Rickettsiosis del Abalón

El Dorado *(Seriola lalandi)*

Investigaciones de Importantes Universidades Chilenas

D&C Logistics

Terminal
Puerto Montt

Depósito de 40.000 m² y oficinas administrativas en la ciudad de Puerto Montt agilizan la operatoria y nos permite ofrecer los siguientes servicios:

- Frigorífico con la mejor capacidad de almacenamiento de producto congelado en la Región con un total de 3.000 toneladas.
- Operamos bajo la normativa ISO:9001, 2008, estando certificados por organismos nacionales e internacionales.
- Traslado de carga en contenedores refrigerados desde y hacia nuestros depósitos y/o puertos.
- Arriendo y Energizado de contenedores refrigerados por día, poseemos una capacidad de 4.000 toneladas en Reefers.
- Administración de inventario de carga refrigerada.
- Servicios especiales a la carga dentro del depósito.
- Servicio técnico a contenedores.

SGS UKAS

Contáctenos: 800 380 000 • www.dycsa.cl

Año 11 Nº 20
1er Semestre 2014

Distribuición Gratuita a nivel Nacional
Semestral
3.000 unidades

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

DISEÑO Y DIAGRAMACION
Verónica Etcheverry Riquelme
verdisgraf@gmail.com

FOTOGRAFÍAS PORTADA
Gentileza de:
- Transcoser Ltda.
- Alfonso Mardones, UCT
- Federico Winkler, UCN
- Choppers Helicópteros
- Salmones Trusal S.A.

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

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

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

Porque somos diferentes, publique con nosotros

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

Avisadores

7 Plagas	93	Hotel Solace	21
Acuasesorías	56	Ice Market	46
Aislapol	47	IST	72
Anasac	17	Kaufmann	55
Aquagestión	52	Kaweshkar	63
Aquaservice S.A.	04 / 05	Lota Protein	T4
Asmar	59	Opción Comunicaciones	11
ASN	103	Rilab	29 / 41 / 71/ 88 / 99
Bioengineering	82	SAAM	50
D&C	34 / T2	Seguridad y Promociones	83
Entel	48 / T3	Spa Fish Austral	38
Envases Roble Alto	22	VeHiCe	16
Grupo Saesa	28	Virbac Centrovet	23
Hotel Manquehue	33		

Contenidos

Indice de Universidades	02
Editorial	03
Ferias Internacionales	04
Fases Lunares	05
Feriados Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Patologías Branquiales en salmónidos.	12
Actualización respecto a la Biología de ISA: El rol de la Prevención	24
Tratamiento preventivo de agua por floculación hidráulica.	39
Aplicación de floculación hidráulica y mecánica como alternativas de estabilización y corrección de calidad fisicoquímica de agua para la industria acuícola en Chile.	42
Reporte de caso: Análisis del impacto de la actividad acuícola en sedimento, variaciones temporales en una concesión.	52
Gobernanza en la acuicultura chilena: situación actual, oportunidades y desafíos.	56

Indice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Causas de las cataratas en salmónidos. 18

Hacia la mejora de la eficiencia alimentaria en la industria acuícola nacional mediante el uso de fitasa para suplementar dietas de peces. Aislamiento y selección de microorganismos productores de fitasa activa a bajas temperaturas. 30

Efecto de los procesos térmicos sobre la concentración de Cadmio y Arsénico en productos pesqueros. 60

Desde la ciencia a la innovación: ¿Qué ocurre en la mitilicultura? 64

Aplicación experimental de lodos crudos de piscicultura sobre suelos. 68

Programa Doctorado en Ciencias de la Acuicultura. 74

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
Immunetrack®I e Immunetrack®A
Kits para evaluar la respuesta innata y adaptativa de peces salmónidos 76

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
Doctorados UCN 78

La Rickettsiosis del abalón o Síndrome del marchitamiento del pie. 79

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA
El “dorado” (Seriola lalandi): El motor que podría impulsar el desarrollo de la acuicultura en el norte de Chile. 84

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
Postgrados 89

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
Desarrollo de un modelo de negocios, para la explotación y comercialización de algas marinas, caso aplicado en la comuna de Pichilemu. 90

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
CALIGUS-SEQ, Avances, desafíos y perspectivas sobre proyecto de secuenciación masiva de última generaciín en *Caligus rogercressey* 94

Centro de Microscopía Avanzada: Un centro ubicado en el sur de Chile que ofrece análisis de punta en microscopía de fluorescencia, microdisección láser, microscopía FT-IR y citometría de flujo. 100

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
Cultivo de “huiro” en el sur de Chile 104

Técnicas de repoblamiento para el alga parda *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh 1820 (Laminariales). 105

VICTORIA UNIVERSITY OF WELLINGTON
Evaluando el desempeño de las reservas marinas en Nueva Zelandia y su potenciales efectos sobre áreas no protegidas. 106

Como en la edición anterior 2º semestre 2013, hemos mantenido el cambio de fecha de publicación de la primera edición 2014. Para facilitar a nuestros panelistas estables, proveedores e investigadores, el despacho de sus respectivos artículos. Desde ya agradecemos su comprensión y los invitamos a recoger como habitual las nuevas fechas de publicación, de esta manera buscamos mejorar nuestras publicaciones futuras.

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

Para esta edición los temas a tratar son: "Patologías branquiales en salmónidos"; "Cataratas en salmónidos"; "Actualización respecto a la biología del ISA"; "Gobernanza en la acuicultura Chilena"; "Uso de la fitasa para suplementar dietas"; "El Dorado (Seriola lalandi)"; "Caligus-SEQ"; "Calidad de agua por Floculación"; "Rickettsiosis del Abalón"; "Innovación en la mitilicultura"; "Centro de Microscopía avanzada"; "Desempeño de las reservas marinas en Nueva Zelandia"; "Un modelo de negocios para la explotación y comercialización de algas marinas".

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

Los invitamos a participar en nuestra próxima edición: Segundo Semestre 2014.

opción® comunicaciones

Al servico de la Industria Salmón Acuícola

Próximamente inauguración de nuestro sitio web

www.opcioncomunicaciones.cl

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

Ferias Internacionales 1º semestre 2014

ENERO

8th Indian Ocean Ports and Logistics
Le Meridian Hotel, Isla Mauricio
23 y 24 Enero

Fish Cánada Workboat
Moncton Coliseum New Brunswick, Cánada / 24 y 25 Enero

FEBRERO

MSE -Seafood & Processing Mediterranean Seafood Exhibition, Rimini - Italia
2 al 5 Febrero

Aquaculture Russia
All-Russian Exhibition Centre (VVC), Moscow - Rusia / 4 al 7 Febrero

Fish International
Messe Bremen - Alemania
9 al 11 Febrero

Aquaculture America 2014
Seattle, Washington - Estados Unidos
9 al 12 Febrero

China Fish 2014 New China International Exhibition Center, Beijing - China
10 al 12 Febrero

IAI AquaCulture Expo New Delhi, India
20 al 22 Febrero

MARZO

INTERNORGA 2014, Hamburg - Alemania 14 al 19 Marzo

Seafood Expo North America Boston
Estados Unidos / 16 al 18 Marzo

ABRIL

Alimentaria Fira Barcelona's, Gran Vía - España / 31 Marzo al 3 Abril

Sial Cánada, Montreal - Canadá
2 al 4 Abril

Seoul Seafood Show, Seoul - Korea
3 al 5 Abril

Alimentaria Puerto Rico - Puerto Rico
5 y 6 Abril

Food Safety Summit Baltimore Convention Center, Maryland - USA / 8 al 10 Abril

Offshore Mariculture Conference 2014
Naples - Italia / 9 al 11 Abril

InterFood Astana, Astana - Kazakstán
16 al 18 Abril

MAYO

Seafood Expo Global and Seafood Processing Global, Brussels - Bélgica
6 al 8 Mayo

Sial China Shanghai New International Expo Centre (SNIEC), Shangai - China
13 al 15 Mayo

World of Seafood IMPACT Exhibition and Convention Center, Bangkok - Tailandia
21 al 25 Mayo

XVI International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, Queensland - Australia / 25 al 30 Mayo

Aquaculture UK 2014, Aviemore Scotland - Reino Unido / 28 y 29 Mayo

Fases Lunares 1º semestre 2014

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
NUEVA	01 | 30 07:14 hrs. | 17:39hrs.	No hay Lunas	01 | 30 04:00 hrs. | 14:45 hrs.	29 02:14 hrs.	28 14:40 hrs.	27 04:08 hrs.
CRECIENTE	07 23:39 hrs.	06 15:22 hrs.	08 09:27 hrs.	07 04:31 hrs.	06 23:15 hrs.	05 16:39 hrs.
LLENA	16 00:52 hrs.	14 19:53 hrs.	16 13:08 hrs.	15 03:42 hrs.	14 15:16 hrs.	13 00:11 hrs.
MENGUANTE	24 01:19 hrs.	22 13:15 hrs.	23 21:46 hrs.	22 03:52 hrs.	21 08:59 hrs.	19 14:39 hrs.

En hora Oficial de Chile Continental, Z + 4

Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Feriados 2014 Internacionales

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

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

Mareas Puerto Montt 1º semestre 2014

ENERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0100	6.70	16 J	0143	6.30
	0728	0.62		0806	1.15
	1333	6.22		1408	5.68
	1937	0.81		2005	1.48
02 J	0150	6.95	17 V	0213	6.26
	0816	0.40		0835	1.21
	1421	6.37		1437	5.63
	2025	0.68		2035	1.55
03 V	0237	7.00	18 S	0242	6.13
	0902	0.37		0902	1.33
	1507	6.36		1506	5.53
	2112	0.71		2104	1.67
04 S	0323	6.86	19 D	0310	5.94
	0948	0.51		0930	1.48
	1553	6.22		1534	5.40
	2159	0.89		2134	1.83
05 D	0409	6.53	20 L	0338	5.71
	1033	0.79		0957	1.66
	1640	5.96		1602	5.26
	2247	1.21		2205	2.02
06 L	0457	6.06	21 M	0407	5.46
	1120	1.18		1026	1.85
	1730	5.64		1632	5.13
	2340	1.60		2239	2.21
07 M	0549	5.54	22 MI	0439	5.20
	1212	1.61		1058	2.03
	1828	5.33		1708	5.02
				2318	2.39
08 MI	0043	1.99	23 J	0518	4.96
	0653	5.05		1137	2.22
	1315	1.98		1755	4.92
	1939	5.12			
09 J	0203	2.25	24 V	0010	2.57
	0814	4.73		0612	4.72
	1432	2.21		1231	2.41
	2059	5.10		1900	4.87
10 V	0333	2.23	25 S	0124	2.69
	0942	4.70		0730	4.54
	1552	2.20		1347	2.54
	2213	5.30		2024	4.95
11 S	0448	1.98	26 D	0303	2.60
	1054	4.90		0909	4.58
	1657	2.02		1521	2.47
	2312	5.59		2151	5.26
12 D	0543	1.67	27 L	0434	2.21
	1148	5.17		1037	4.90
	1747	1.81		1644	2.12
	2359	5.89		2305	5.76
13 L	0627	1.41	28 M	0541	1.64
	1230	5.41		1145	5.39
	1827	1.63		1749	1.63
14 M	0038	6.12	29 MI	0005	6.33
	0704	1.24		0636	1.05
	1306	5.58		1240	5.89
	1903	1.52		1843	1.13
15 MI	0112	6.26	30 J	0057	6.83
	0736	1.15		0724	0.57
	1338	5.66		1328	6.30
	1935	1.47		1931	0.73
			31 V	0144	7.14
				0808	0.28
				1412	6.55
				2017	0.52

FEBRERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0227	7.22	16 D	0221	6.27
	0850	0.20		0839	1.07
	1454	6.60		1443	5.80
	2100	0.51		2045	1.35
02 D	0309	7.06	17 L	0249	6.13
	0931	0.34		0905	1.18
	1535	6.47		1509	5.74
	2142	0.72		2115	1.46
03 L	0350	6.67	18 M	0317	5.91
	1010	0.67		0931	1.34
	1616	6.19		1537	5.64
	2225	1.09		2145	1.62
04 M	0431	6.14	19 MI	0346	5.67
	1050	1.12		0959	1.53
	1659	5.81		1605	5.52
	2310	1.56		2218	1.83
05 MI	0515	5.53	20 J	0417	5.39
	1133	1.64		1030	1.77
	1749	5.39		1639	5.37
				2255	2.07
06 J	0004	2.07	21 V	0454	5.08
	0610	4.94		1106	2.05
	1226	2.14		1722	5.20
	1854	5.04		2344	2.35
07 V	0120	2.47	22 S	0545	4.75
	0729	4.49		1157	2.36
	1343	2.53		1825	5.01
	2019	4.88			
08 S	0305	2.56	23 D	0059	2.60
	0915	4.37		0706	4.46
	1522	2.61		1316	2.63
	2148	5.02		1958	4.94
09 D	0434	2.30	24 L	0249	2.60
	1041	4.60		0901	4.46
	1639	2.41		1508	2.61
	2255	5.34		2141	5.21
10 L	0531	1.93	25 M	0430	2.17
	1136	4.94		1036	4.87
	1731	2.11		1641	2.18
	2342	5.70		2300	5.76
11 M	0612	1.58	26 MI	0535	1.54
	1216	5.26		1141	5.46
	1811	1.84		1744	1.57
				2358	6.37
12 MI	0020	5.99	27 J	0626	0.92
	0647	1.32		1231	6.03
	1250	5.50		1835	0.99
	1845	1.61			
13 J	0053	6.20	28 V	0047	6.87
	0717	1.14		0710	0.45
	1320	5.68		1315	6.48
	1916	1.45		1920	0.56
14 V	0123	6.32			
	0745	1.05			
	1348	5.78			
	1946	1.34			
15 S	0152	6.34			
	0812	1.03			
	1416	5.82			
	2016	1.31			

MARZO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0131	7.16	16 D	0125	6.23
	0752	0.18		0739	0.92
	1356	6.73		1345	6.04
	2003	0.35		1951	1.03
02 D	0211	7.20	17 L	0155	6.24
	0830	0.15		0807	0.89
	1434	6.77		1412	6.11
	2043	0.37		2022	0.98
03 L	0250	6.99	18 M	0225	6.16
	0907	0.34		0835	0.95
	1512	6.60		1441	6.11
	2122	0.61		2054	1.03
04 M	0328	6.58	19 MI	0256	5.99
	0943	0.71		0904	1.09
	1549	6.29		1510	6.04
	2201	1.01		2127	1.17
05 MI	0405	6.05	20 J	0328	5.75
	1019	1.20		0935	1.31
	1627	5.87		1542	5.90
	2241	1.50		2203	1.39
06 J	0445	5.46	21 V	0404	5.46
	1057	1.74		1009	1.61
	1710	5.42		1619	5.69
	2328	2.02		2244	1.68
07 V	0534	4.89	22 S	0446	5.11
	1143	2.28		1051	1.96
	1805	5.00		1706	5.42
				2337	2.02
08 S	0033	2.47	23 D	0544	4.76
	0646	4.42		1147	2.33
	1252	2.72		1812	5.13
	1927	4.72			
09 D	0216	2.68	24 L	0054	2.30
	0835	4.25		0710	4.51
	1441	2.88		1313	2.61
	2105	4.74		1947	5.00
10 L	0358	2.48	25 M	0240	2.29
	1012	4.47		0858	4.61
	1611	2.67		1505	2.51
	2221	5.02		2128	5.23
11 M	0459	2.11	26 MI	0411	1.90
	1109	4.82		1024	5.07
	1706	2.33		1631	2.01
	2312	5.37		2245	5.73
12 MI	0541	1.75	27 J	0514	1.34
	1148	5.17		1123	5.65
	1746	1.97		1731	1.39
	2351	5.69		2341	6.27
13 J	0615	1.44	28 V	0604	0.82
	1220	5.47		1211	6.19
	1820	1.65		1820	0.85
14 V	0024	5.95	29 S	0029	6.68
	0644	1.20		0647	0.44
	1250	5.72		1253	6.58
	1851	1.37		1904	0.47
15 S	0055	6.13	30 D	0111	6.89
	0712	1.02		0727	0.26
	1317	5.91		1333	6.78
	1921	1.16		1945	0.31
			31 L	0151	6.88
				0805	0.30
				1410	6.78
				2023	0.37

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 1º semestre 2014

ABRIL

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 M	0229	6.67	16 MI	0159	6.10
	0841	0.53		0804	0.84
	1446	6.60		1412	6.43
	2101	0.62		2032	0.69
02 MI	0305	6.32	17 J	0235	6.00
	0915	0.91		0839	0.95
	1520	6.28		1447	6.38
	2137	0.99		2110	0.79
03 J	0342	5.87	18 V	0313	5.81
	0948	1.37		0916	1.17
	1555	5.89		1525	6.22
	2214	1.43		2152	1.00
04 V	0420	5.39	19 S	0356	5.53
	1024	1.86		0957	1.48
	1633	5.46		1608	5.97
	2255	1.89		2239	1.30
05 S	0505	4.91	20 D	0446	5.22
	1105	2.34		1046	1.83
	1720	5.04		1700	5.65
	2349	2.30		2336	1.62
06 D	0607	4.51	21 L	0549	4.93
	1203	2.76		1148	2.17
	1826	4.70		1808	5.33
07 L	0109	2.58	22 M	0050	1.86
	0739	4.30		0710	4.78
	1338	2.98		1312	2.36
	1957	4.55		1934	5.17
08 M	0251	2.56	23 MI	0218	1.88
	0917	4.41		0840	4.91
	1521	2.86		1448	2.24
	2124	4.68		2104	5.28
09 MI	0404	2.30	24 J	0339	1.64
	1021	4.71		0956	5.30
	1625	2.53		1608	1.82
	2225	4.96		2218	5.62
10 J	0452	1.98	25 V	0443	1.26
	1104	5.05		1055	5.77
	1709	2.14		1709	1.32
	2308	5.27		2316	5.99
11 V	0528	1.66	26 S	0535	0.89
	1138	5.38		1145	6.21
	1744	1.76		1759	0.89
	2345	5.55			
12 S	0600	1.37	27 D	0006	6.28
	1208	5.69		0620	0.64
	1817	1.40		1228	6.52
				1844	0.60
13 D	0018	5.80	28 L	0050	6.43
	0630	1.13		0701	0.54
	1238	5.97		1308	6.67
	1849	1.09		1925	0.49
14 L	0051	5.99	29 M	0130	6.42
	0700	0.94		0739	0.62
	1308	6.21		1346	6.66
	1922	0.85		2004	0.56
15 M	0124	6.09	30 MI	0208	6.27
	0731	0.84		0814	0.83
	1339	6.36		1421	6.50
	1956	0.71		2040	0.76

MAYO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 J	0244	6.01	16 V	0216	6.01
	0848	1.14		0818	0.88
	1454	6.24		1429	6.65
	2115	1.06		2057	0.58
02 V	0319	5.69	17 S	0301	5.90
	0921	1.52		0902	1.04
	1528	5.92		1513	6.52
	2150	1.41		2143	0.73
03 S	0356	5.34	18 D	0349	5.71
	0955	1.91		0949	1.28
	1602	5.57		1601	6.27
	2227	1.76		2233	0.96
04 D	0437	4.99	19 L	0442	5.48
	1033	2.29		1042	1.56
	1642	5.20		1655	5.95
	2311	2.09		2330	1.24
05 L	0528	4.67	20 M	0542	5.26
	1121	2.65		1143	1.84
	1733	4.86		1758	5.62
06 M	0009	2.36	21 MI	0034	1.48
	0636	4.45		0652	5.13
	1228	2.89		1256	2.03
	1841	4.61		1912	5.37
07 MI	0124	2.49	22 J	0147	1.60
	0759	4.42		0808	5.18
	1358	2.94		1419	2.03
	2003	4.54		2031	5.29
08 J	0242	2.43	23 V	0301	1.56
	0912	4.59		0922	5.40
	1519	2.73		1538	1.81
	2115	4.66		2146	5.39
09 V	0342	2.21	24 S	0408	1.38
	1004	4.88		1025	5.73
	1614	2.39		1644	1.47
	2210	4.89		2249	5.60
10 S	0428	1.93	25 D	0504	1.17
	1044	5.22		1118	6.06
	1657	2.00		1739	1.15
	2254	5.18		2343	5.80
11 D	0506	1.62	26 L	0553	1.01
	1120	5.58		1205	6.33
	1735	1.59		1826	0.93
	2334	5.47			
12 L	0543	1.33	27 M	0029	5.94
	1155	5.95		0636	0.94
	1812	1.20		1247	6.48
				1908	0.82
13 M	0013	5.73	28 MI	0111	5.98
	0619	1.07		0715	0.97
	1230	6.27		1325	6.50
	1851	0.88		1947	0.85
14 MI	0052	5.92	29 J	0149	5.93
	0657	0.90		0751	1.11
	1308	6.52		1400	6.42
	1931	0.65		2022	0.98
15 J	0133	6.02	30 V	0224	5.79
	0737	0.83		0824	1.32
	1347	6.65		1433	6.25
	2013	0.55		2056	1.18
			31 S	0258	5.60
				0857	1.58
				1505	6.02
				2128	1.41

JUNIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0333	5.37	16 L	0339	6.02
	0929	1.86		0941	0.99
	1537	5.75		1553	6.61
	2202	1.67		2222	0.70
02 L	0409	5.12	17 M	0429	5.85
	1004	2.15		1032	1.22
	1612	5.45		1644	6.28
	2239	1.92		2313	0.96
03 M	0450	4.87	18 MI	0523	5.63
	1044	2.43		1128	1.51
	1653	5.15		1740	5.87
	2322	2.15			
04 MI	0539	4.66	19 J	0009	1.26
	1133	2.67		0624	5.44
	1741	4.87		1231	1.79
				1843	5.48
05 J	0013	2.32	20 V	0111	1.53
	0639	4.55		0733	5.33
	1235	2.81		1346	1.97
	1842	4.67		1957	5.19
06 V	0113	2.40	21 S	0222	1.70
	0747	4.58		0846	5.37
	1348	2.80		1507	1.97
	1951	4.61		2115	5.09
07 S	0217	2.34	22 D	0333	1.71
	0849	4.76		0955	5.56
	1459	2.62		1621	1.78
	2058	4.71		2226	5.19
08 D	0316	2.17	23 L	0437	1.60
	0941	5.06		1055	5.83
	1558	2.29		1722	1.51
	2156	4.93		2325	5.38
09 L	0408	1.90	24 M	0531	1.44
	1028	5.45		1146	6.10
	1649	1.89		1812	1.27
	2248	5.22			
10 M	0457	1.60	25 MI	0013	5.57
	1114	5.86		0617	1.32
	1737	1.47		1229	6.30
	2337	5.53		1854	1.12
11 MI	0544	1.30	26 J	0055	5.70
	1159	6.26		0656	1.28
	1824	1.06		1307	6.40
				1932	1.07
12 J	0026	5.80	27 V	0132	5.75
	0630	1.05		0732	1.30
	1244	6.60		1341	6.41
	1911	0.74		2005	1.11
13 V	0114	6.00	28 S	0206	5.72
	0717	0.87		0804	1.40
	1330	6.82		1413	6.33
	1958	0.53		2037	1.21
14 S	0202	6.11	29 D	0238	5.63
	0804	0.80		0835	1.55
	1417	6.90		1444	6.18
	2045	0.46		2107	1.36
15 D	0250	6.11	30 L	0309	5.48
	0852	0.84		0906	1.73
	1504	6.83		1514	5.97
	2133	0.52		2137	1.55

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 1º semestre 2014

ENERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0057	2.97	16 J	0131	2.75
	0716	0.10		0752	0.50
	1331	2.41		1402	2.26
	1914	0.34		1942	0.75
02 J	0142	3.04	17 V	0201	2.69
	0800	0.07		0822	0.54
	1416	2.43		1432	2.22
	2000	0.33		2013	0.78
03 V	0227	3.02	18 S	0230	2.59
	0846	0.11		0851	0.60
	1503	2.41		1503	2.18
	2046	0.39		2044	0.83
04 S	0314	2.93	19 D	0300	2.49
	0932	0.21		0920	0.67
	1554	2.36		1535	2.15
	2133	0.51		2117	0.88
05 D	0402	2.78	20 L	0332	2.37
	1021	0.37		0951	0.75
	1649	2.30		1613	2.13
	2226	0.68		2156	0.95
06 L	0455	2.58	21 M	0410	2.23
	1113	0.56		1026	0.82
	1747	2.26		1658	2.12
	2329	0.85		2244	1.02
07 M	0557	2.37	22 MI	0457	2.08
	1213	0.75		1109	0.91
	1849	2.24		1750	2.12
				2350	1.08
08 MI	0047	0.97	23 J	0559	1.95
	0710	2.20		1207	0.99
	1324	0.88		1850	2.14
	1957	2.27			
09 J	0215	0.99	24 V	0115	1.08
	0829	2.11		0715	1.87
	1435	0.93		1322	1.02
	2107	2.37		1959	2.21
10 V	0335	0.90	25 S	0242	0.97
	0947	2.10		0838	1.86
	1535	0.92		1436	0.98
	2208	2.50		2109	2.34
11 S	0437	0.76	26 D	0351	0.78
	1052	2.16		0957	1.93
	1627	0.87		1537	0.88
	2300	2.63		2210	2.51
12 D	0526	0.64	27 L	0445	0.56
	1142	2.23		1100	2.07
	1713	0.81		1632	0.74
	2344	2.73		2304	2.70
13 L	0607	0.54	28 M	0531	0.35
	1223	2.28		1150	2.22
	1756	0.75		1723	0.59
				2353	2.87
14 M	0023	2.79	29 MI	0615	0.18
	0645	0.49		1235	2.36
	1259	2.30		1813	0.45
	1834	0.73			
15 MI	0058	2.79	30 J	0040	2.99
	0719	0.48		0659	0.08
	1331	2.30		1318	2.47
	1910	0.73		1900	0.35
			31 V	0126	3.04
				0743	0.04
				1402	2.53
				1947	0.32

FEBRERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0211	3.01	16 D	0203	2.54
	0827	0.08		0818	0.54
	1448	2.54		1435	2.31
	2033	0.36		2023	0.74
02 D	0257	2.90	17 L	0234	2.46
	0911	0.19		0848	0.57
	1536	2.52		1508	2.33
	2122	0.48		2059	0.75
03 L	0344	2.71	18 M	0308	2.36
	0956	0.36		0919	0.61
	1628	2.47		1546	2.33
	2214	0.64		2140	0.78
04 M	0436	2.48	19 MI	0348	2.23
	1044	0.58		0955	0.69
	1721	2.42		1628	2.33
	2315	0.81		2228	0.84
05 MI	0537	2.25	20 J	0435	2.08
	1137	0.79		1035	0.78
	1818	2.37		1717	2.32
				2328	0.91
06 J	0030	0.94	21 V	0535	1.94
	0649	2.07		1126	0.90
	1242	0.97		1813	2.31
	1922	2.35			
07 V	0156	0.98	22 S	0044	0.94
	0807	1.97		0650	1.84
	1356	1.07		1236	0.99
	2030	2.38		1920	2.33
08 S	0318	0.93	23 D	0211	0.88
	0927	1.96		0813	1.82
	1502	1.07		1357	1.01
	2135	2.45		2033	2.40
09 D	0419	0.83	24 L	0327	0.72
	1035	2.02		0936	1.90
	1558	1.03		1510	0.93
	2230	2.53		2142	2.53
10 L	0506	0.72	25 M	0424	0.53
	1124	2.10		1043	2.06
	1647	0.97		1611	0.79
	2316	2.60		2242	2.69
11 M	0545	0.64	26 MI	0512	0.34
	1204	2.17		1134	2.24
	1731	0.90		1707	0.62
	2356	2.64		2335	2.85
12 MI	0620	0.58	27 J	0557	0.19
	1237	2.23		1219	2.41
	1810	0.85		1758	0.47
13 J	0031	2.65	28 V	0024	2.95
	0652	0.54		0640	0.10
	1308	2.27		1302	2.55
	1846	0.81		1847	0.36
14 V	0103	2.64			
	0721	0.53			
	1337	2.29			
	1918	0.77			
15 S	0133	2.60			
	0750	0.53			
	1406	2.30			
	1950	0.75			

MARZO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 S	0110	2.99	16 D	0107	2.51
	0723	0.06		0718	0.52
	1346	2.65		1339	2.40
	1935	0.31		1929	0.68
02 D	0155	2.94	17 L	0139	2.49
	0806	0.11		0747	0.49
	1430	2.69		1409	2.46
	2022	0.35		2005	0.62
03 L	0240	2.80	18 M	0212	2.43
	0849	0.22		0818	0.48
	1517	2.68		1442	2.51
	2111	0.45		2043	0.59
04 M	0327	2.61	19 MI	0249	2.35
	0932	0.39		0852	0.51
	1604	2.64		1520	2.54
	2203	0.59		2125	0.61
05 MI	0418	2.38	20 J	0330	2.22
	1015	0.61		0929	0.58
	1654	2.56		1603	2.54
	2300	0.76		2212	0.66
06 J	0517	2.16	21 V	0418	2.08
	1103	0.83		1010	0.69
	1746	2.48		1650	2.50
				2309	0.74
07 V	0008	0.90	22 S	0518	1.95
	0624	1.98		1059	0.82
	1159	1.03		1745	2.46
	1843	2.40			
08 S	0128	0.99	23 D	0018	0.80
	0738	1.87		0631	1.85
	1310	1.16		1204	0.95
	1948	2.36		1850	2.42
09 D	0250	0.98	24 L	0141	0.79
	0856	1.85		0751	1.84
	1423	1.20		1326	1.01
	2055	2.36		2004	2.44
10 L	0354	0.92	25 M	0301	0.69
	1009	1.90		0913	1.92
	1526	1.18		1446	0.96
	2155	2.39		2117	2.53
11 M	0441	0.84	26 MI	0402	0.54
	1102	1.99		1022	2.08
	1620	1.12		1553	0.83
	2245	2.43		2221	2.65
12 MI	0518	0.76	27 J	0451	0.38
	1141	2.09		1116	2.27
	1706	1.04		1652	0.66
	2327	2.46		2317	2.77
13 J	0551	0.68	28 V	0536	0.25
	1213	2.18		1202	2.47
	1747	0.95		1746	0.50
14 V	0003	2.49	29 S	0008	2.85
	0621	0.62		0620	0.17
	1243	2.26		1245	2.64
	1823	0.86		1836	0.38
15 S	0036	2.51	30 D	0055	2.86
	0649	0.56		0702	0.15
	1310	2.33		1328	2.76
	1856	0.77		1924	0.32
			31 L	0141	2.80
				0745	0.19
				1412	2.83
				2011	0.33

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 1º semestre 2014

ABRIL

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0226	2.67	16	0153	2.40
M	0826	0.29	MI	0752	0.43
	1456	2.82		1418	2.69
	2059	0.41		2026	0.43
02	0312	2.50	17	0232	2.33
MI	0908	0.45	J	0828	0.44
	1540	2.76		1457	2.72
	2148	0.54		2109	0.43
03	0400	2.30	18	0315	2.23
J	0948	0.64	V	0907	0.50
	1625	2.67		1540	2.71
	2241	0.70		2157	0.49
04	0454	2.10	19	0405	2.11
V	1030	0.85	S	0950	0.61
	1712	2.55		1628	2.65
	2339	0.87		2251	0.58
05	0554	1.93	20	0505	1.99
S	1117	1.04	D	1039	0.76
	1802	2.42		1723	2.57
				2355	0.67
06	0048	0.99	21	0614	1.91
D	0659	1.82	L	1142	0.90
	1216	1.20		1827	2.49
	1859	2.31			
07	0208	1.05	22	0112	0.72
L	0811	1.77	M	0729	1.90
	1332	1.29		1301	0.99
	2004	2.24		1939	2.46
08	0318	1.03	23	0232	0.68
M	0929	1.81	MI	0847	1.97
	1446	1.30		1424	0.97
	2110	2.22		2053	2.49
09	0408	0.96	24	0336	0.58
MI	1030	1.90	J	0958	2.13
	1549	1.25		1537	0.86
	2207	2.24		2200	2.56
10	0446	0.88	25	0428	0.46
J	1112	2.02	V	1055	2.33
	1641	1.15		1640	0.70
	2254	2.27		2301	2.63
11	0518	0.79	26	0514	0.37
V	1144	2.14	S	1143	2.55
	1723	1.02		1735	0.53
	2334	2.32		2354	2.69
12	0547	0.69	27	0558	0.30
S	1213	2.27	D	1227	2.73
	1800	0.87		1826	0.40
13	0010	2.37	28	0043	2.70
D	0615	0.60	L	0641	0.27
	1241	2.39		1309	2.86
	1834	0.73		1913	0.33
14	0043	2.41	29	0128	2.65
L	0645	0.52	M	0723	0.30
	1311	2.51		1352	2.92
	1909	0.59		2000	0.32
15	0118	2.42	30	0212	2.56
M	0717	0.46	MI	0804	0.38
	1343	2.62		1433	2.91
	1946	0.48		2045	0.38

MAYO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0256	2.42	16	0218	2.33
J	0844	0.51	V	0808	0.40
	1515	2.84		1437	2.86
	2130	0.50		2054	0.28
02	0340	2.25	17	0303	2.26
V	0922	0.67	S	0850	0.45
	1555	2.72		1521	2.83
	2216	0.66		2141	0.34
03	0426	2.08	18	0353	2.17
S	1000	0.85	D	0935	0.55
	1635	2.58		1610	2.75
	2304	0.83		2233	0.45
04	0517	1.93	19	0452	2.08
D	1038	1.03	L	1024	0.70
	1717	2.42		1703	2.64
	2358	0.99		2332	0.57
05	0612	1.82	20	0557	2.01
L	1122	1.20	M	1125	0.85
	1804	2.27		1805	2.52
06	0106	1.09	21	0041	0.67
M	0715	1.76	MI	0706	2.00
	1227	1.33		1241	0.96
	1902	2.15		1916	2.43
07	0223	1.12	22	0158	0.70
MI	0829	1.77	J	0819	2.06
	1354	1.37		1405	0.97
	2011	2.07		2030	2.40
08	0322	1.08	23	0306	0.66
J	0941	1.85	V	0931	2.20
	1513	1.32		1523	0.88
	2119	2.06		2142	2.41
09	0404	0.99	24	0402	0.59
V	1031	1.98	S	1031	2.40
	1612	1.20		1630	0.73
	2216	2.10		2247	2.46
10	0438	0.89	25	0450	0.52
S	1108	2.13	D	1121	2.61
	1657	1.03		1726	0.56
	2303	2.17		2343	2.51
11	0509	0.77	26	0536	0.46
D	1139	2.29	L	1207	2.79
	1736	0.85		1816	0.42
	2344	2.25			
12	0541	0.65	27	0032	2.54
L	1210	2.46	M	0620	0.43
	1813	0.66		1249	2.91
				1901	0.34
13	0021	2.31	28	0116	2.53
M	0614	0.54	MI	0702	0.43
	1243	2.62		1330	2.96
	1850	0.48		1945	0.33
14	0059	2.35	29	0157	2.47
MI	0650	0.46	J	0743	0.48
	1318	2.75		1410	2.94
	1929	0.35		2027	0.38
15	0137	2.36	30	0237	2.37
J	0728	0.40	V	0821	0.57
	1356	2.83		1448	2.86
	2010	0.28		2108	0.49
			31	0316	2.24
			S	0856	0.70
				1524	2.73
				2147	0.63

JUNIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0356	2.10	16	0341	2.27
D	0930	0.85	L	0921	0.49
	1559	2.57		1552	2.81
	2226	0.79		2214	0.34
02	0438	1.98	17	0437	2.21
L	1003	1.01	M	1012	0.63
	1633	2.41		1645	2.67
	2307	0.94		2308	0.49
03	0523	1.88	18	0537	2.16
M	1039	1.16	MI	1110	0.79
	1710	2.24		1744	2.50
	2353	1.07			
04	0614	1.82	19	0009	0.64
MI	1128	1.28	J	0641	2.14
	1758	2.09		1223	0.93
				1853	2.36
05	0056	1.14	20	0121	0.75
J	0716	1.81	V	0750	2.18
	1249	1.36		1348	0.97
	1903	1.98		2009	2.26
06	0211	1.15	21	0233	0.78
V	0828	1.86	S	0901	2.29
	1425	1.33		1512	0.89
	2020	1.94		2125	2.24
07	0307	1.08	22	0333	0.75
S	0933	1.98	D	1005	2.46
	1537	1.20		1621	0.75
	2131	1.96		2235	2.28
08	0350	0.98	23	0426	0.70
D	1021	2.14	L	1059	2.64
	1629	1.01		1716	0.59
	2231	2.03		2333	2.35
09	0429	0.85	24	0514	0.64
L	1101	2.33	M	1145	2.79
	1712	0.79		1803	0.45
	2319	2.13			
10	0507	0.72	25	0020	2.40
M	1138	2.52	MI	0559	0.59
	1751	0.58		1228	2.90
				1846	0.38
11	0002	2.22	26	0101	2.42
MI	0546	0.59	J	0641	0.56
	1215	2.70		1308	2.93
	1831	0.38		1927	0.36
12	0042	2.30	27	0139	2.40
J	0626	0.48	V	0721	0.58
	1255	2.84		1346	2.90
	1911	0.24		2005	0.40
13	0123	2.35	28	0216	2.34
V	0708	0.40	S	0757	0.64
	1336	2.93		1421	2.82
	1954	0.17		2042	0.49
14	0205	2.36	29	0251	2.25
S	0751	0.37	D	0831	0.73
	1419	2.95		1453	2.69
	2038	0.16		2116	0.60
15	0251	2.33	30	0326	2.16
D	0835	0.40	L	0903	0.84
	1505	2.91		1524	2.54
	2124	0.22		2148	0.73

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

opción®
comunicaciones

Revista Técnica Semestral

Calendarios Técnicos de Escritorio

Agendas Técnicas Corporativas

Cuadernos Técnicos Corporativos

Artículos de Escritorio

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

Próximamente Inauguración de nuestro sitio web
www.opcioncomunicaciones.cl

Patologías Branquiales en salmónidos

VeHiCe
Veterinary Histopathology Center
www.patologia-veterinaria.com / www.vet-pathology.com

Carlos Sandoval Hurtado M.V.
Laboratorio Biovac
carlos.sandoval@histopathology.cl - carlos.sandoval@biovac.cl

Enrique Paredes Herbach M.V., Dr. Med. Vet.
Universidad Austral de Chile, Instituto de Patología Veterinaria
eparedes@uach.cl

**Las imágenes histológicas sin referencia de autor pertenecen a los autores del artículo.*

Branquias

Las branquias de un teleósteo típico comprenden dos conjuntos de cuatro holobranquias, formando los lados de la faringe. Cada holobranquia consta de dos hemibranquias que se proyectan desde el borde posterior del arco branquial. Las hemibranquias están compuestas por una hilera de filamentos largos y delgados, las "laminillas primarias". El área de superficie de cada laminilla primaria se incrementa aún más por la formación de pliegues semilunares regulares a través de su superficie dorsal y ventral, las "laminillas secundarias" (Roberts, 2012). Las laminillas secundarias están compuestas por capilares lamelares, células pilares, células epiteliales, células mucosas y células de cloro. Las branquias cumplen una función de oxigenación de la sangre, regulación osmótica e iónica.

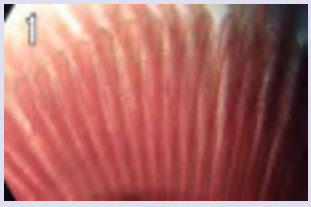


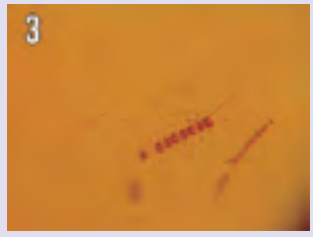
Figura 1. *Branquia Normal. Imagen: Marcelo Vera Gaedicke.*

Figura 2. *Branquia Normal. H&E.*

Floraciones algales nocivas (FAN) *Chaetoceros convulutus*

Antecedentes: El Fitoplancton corresponde al componente vegetal del plancton, formado por organismos en su mayoría fotosintéticos. La mayor parte de este actúa y sirve como productor primario de energía en la cadena trófica, sin embargo bajo ciertas condiciones medioambientales tales como temperatura de la columna de agua, luminosidad, oxígeno disuelto, salinidad, puede multiplicarse en forma explosiva provocando las FAN. A nivel branquial se observa hemorragia posiblemente por el daño físico causado por los fragmentos de proyecciones de silicato, observándose además infiltración neutrofílica y una reacción a cuerpo extraño rodeando el organismo y envuelto por el epitelio lamelar hiperplásico (Ferguson, 2006).

Concentración Nociva de *Chaetoceros convulutus*: 2- 5 Cél/mL.
Categoría: Diatomea.



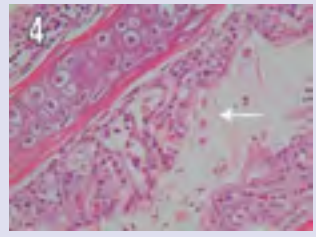
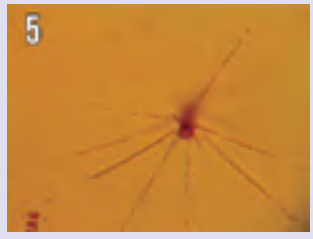


Figura 3. Bloom de algas. *Chaetoceros convulutus.* *Frotis fresco.*
Se observa la presencia de *Chaetoceros convulutus* en frotis fresco.
Imagen: Pablo Lovera I.

Figura 4. Bloom de algas. *Chaetoceros convulutus.* *Branquia H&E.*
Se observa la presencia de *Chaetoceros convulutus* a nivel lamelar con destrucción de laminillas secundarias.



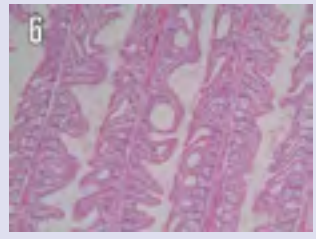


Figura 5. Bloom de algas. *Chaetoceros convulutus.* *Frotis fresco.*
Se observa *Chaetoceros convulutus* con múltiples espículas de sílice.
Imagen: Pablo Lovera I.

Figura 6. Bloom de algas. *Chaetoceros convulutus.* *Branquia H&E.*
Se observa una reacción a cuerpo extraño a nivel lamelar con hiperplasia epitelial interlamelar, fusión lamelar y formación de vesículas.

Amebiasis branquial

Antecedentes: Es una enfermedad branquial producida por amebas de la especie *Neoparamoeba perurans*, siendo en salmónidos el Salmón del Atlántico (*S. salar)* y la Trucha Arcoiris (*O. mykiss*) las especies susceptibles. Los brotes de Amebiasis branquial, están influenciados por la salinidad y temperatura del agua (Adams y Nowak, 2001), siendo de mayor duración y severidad a altas concentraciones salinas (Munday *et al*., 2001). Las amebas tienen una forma de trofozoito de 41-56 μm poseen pseudopodios digitiformes cuando están libres y de tipo mamilliforme cuando están adheridas (Young *et al.*, 2007). A nivel branquial se observa hiperplasia focal y multifocal de laminillas primarias y secundarias, con fusión de éstas y la formación de vesículas interlamelares conteniendo en su interior los ejemplares de *Neoparamoebas perurans*.

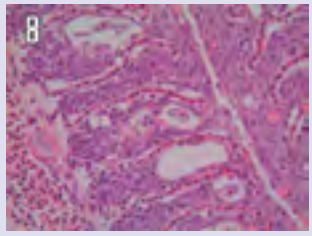


Figura 7. Amebiasis branquial. *Branquia.* Se observan manchas blancas *(hiperplasia lamelar)* sobre superficie lamelar consistentes con una infestación por *Neoparamoeba perurans.*

Figura 8. Amebiasis branquial. *Branquia H&E.* Se evidencia hiperplasia epitelial interlamelar formación de vesículas en cuyo interior se observa la presencia de *Neoparamoeba perurans.*

Enfermedad del Punto Blanco (ICH) *Ichthyophthirius multifilis*

Antecedentes: Es un parasitismo producido por el protozoo ciliado *Ichthyophthirius multifilis*, de forma redonda a oval con núcleo en herradura y de un tamaño de 0,5 a 0,8 mm, posee cilios cortos distribuidos por toda su superficie, siendo un parásito obligado que afecta piel y branquias. La aparición de la enfermedad está asociada a altas densidades de cultivo, en asociación a los aumentos de las temperaturas en periodos estivales. Los peces evidencian disnea y a nivel branquial se encuentran hemorragias y exceso de mucus.

Figura 9. *Ich. Ichthyophthirius multifilis.* *Frotis fresco Branquia.* Se observa presencia del parásito entre las laminillas branquiales. Imagen: Marcelo Vera Gaedicke.

Figura 10. *Ich. Ichthyophthirius multifilis.* *Branquia.* Se observan pequeñas nodulaciones blanquecinas a nivel de laminillas branquiales. Imagen: Marcelo Vera Gaedicke.

Parasitismo por *Trichodina* sp

Antecedentes: Parasitismo producido por *Trichodina* sp. un protozoo ciliado externo circular, aplanado, de 100 μm de diámetro, con un espiral de cilios orales en el polo anterior, el polo aboral está rodeado por un anillo dentricular. Tiene un ciclo de vida directo en el hospedador. Parásito común y ocasionalmente patogénico en branquias y superficie de la piel de peces de agua dulce y de mar. Se alimenta de partículas en suspensión y de la superficie de los peces. La enfermedad muestra signos típicos del ectoparasitismo, como el exceso de la producción de mucus, las aletas roídas y erosión de la piel. Los brotes se asocian a menudo a pobres calidad del agua y a estrés. El control se basa en los ectoparasiticidas estándares y la mejora ambiental (Brown, 1993). A nivel branquial se observan signos de distrés respiratorio, con aumento de mucus.

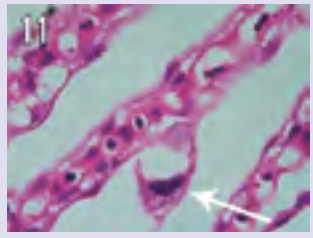


Figura 11. ***Trichodina sp. Branquia H&E.*** Se observa entre las laminillas secundarias la presencia de organismo parasitario consistente con *Trichodina sp.* (flecha).

Degeneración Hidrópica por exceso de Amonio

Antecedentes: La "Hipertrofia Epitelial" de células epiteliales lamelares se define con mayor precisión como "Degeneración Hidrópica" de células epiteliales y células de cloro debido al aumento de alta amplitud de las mitocondrias y el retículo endoplasmático (Ferguson, 2006). La hipertrofia lamelar puede ser producida por condiciones tóxicas en el agua. La prolongada exposición a altos niveles de amonio produce degeneración hidrópica de células epiteliales y células de cloro de las laminillas branquiales (Roberts, 2012).

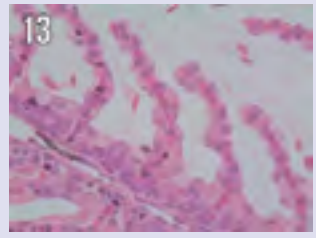


Figura 12. *Exceso de Amonio. Branquia H&E.* Se observa degeneración hidrópica también llamada hipertrofia a nivel lamelar en peces con exposición a exceso de amonio en el transporte.

Figura 13. *Exceso de Amonio. Branquia H&E.* Se observa degeneración hidrópica lamelar en peces con exposición a exceso de amonio en el transporte.

Sobresaturación de gases

Antecedentes: La enfermedad de la burbuja de gas comprende un rango de signos clínicos y lesiones y ocurre cuando hay exceso de gases disueltos en el agua. El gas disuelto sale de la solución en la sangre, de este modo, forma émbolos en algunos tejidos (Bruno & Poppe, 1996). La presencia de grandes burbujas de gas en los vasos de los filamentos causan erosión endotelial, exposición del tejido conectivo subendotelial y de este modo una activación local de la cascada de coagulación conduciendo a la formación de trombos (Ferguson, 2006). Se observa edema de laminillas secundarias con degeneración del epitelio respiratorio, necrosis e isquemia de tejido de los lechos capilares (Bruno & Poppe, 1996).

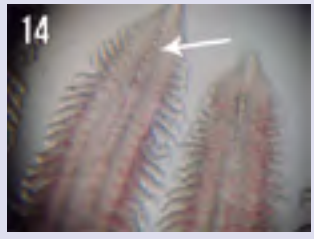


Figura 14. *Exceso de Amonio. Branquia H&E.* Se observa degeneración hidrópica también llamada hipertrofia a nivel lamelar en peces con exposición a exceso de amonio en el transporte.

Figura 15. *Exceso de Amonio. Branquia H&E.* Se observa degeneración hidrópica lamelar en peces con exposición a exceso de amonio en el transporte.

Telangiectasia branquial

Antecedentes: Los aneurismas de vasos branquiales también referidos como telangiectasias, se han asociado a traumas físicos o químicos (Ferguson, 2006), siendo encontrado comúnmente en graduaciones y transferencias de estanques, en condiciones parasitarias, en asociación a desechos metabólicos y polución química (Roberts, 2012). Estos son reconocidos como pequeños puntos rojos sobre las laminillas secundarias, correspondiendo a una pérdida de la integridad vascular debido a la ruptura de las células pilares, por lo cual los capilares se dilatan y la sangre se estanca, a menudo forma trombos, para posteriormente ser reabsorbido (Ferguson, 2006).

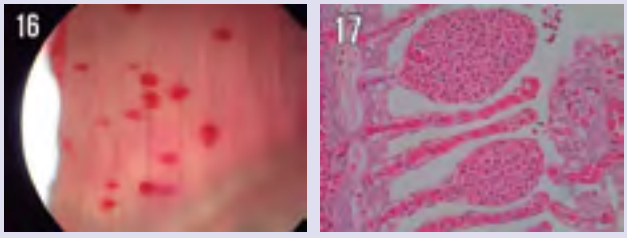


Figura 16. ***Telangiectasia branquial.*** *Frotis Fresco Branquia.* Se observan múltiples focos rojos consistentes con aneurisma vascular.

Figura 17. ***Telangiectasia branquial.*** *Branquia H&E.* Se observan vasos sanguíneos lamelares con telangectasia.

Edema branquial

Antecedentes: La separación capilar epitelial es de hecho un edema intersticial del espacio entre las dos capas del epitelio lamelar (Ferguson, 2006). El edema lamelar es más frecuente posterior a exposiciones de contaminantes químicos tales como metales pesados, mareas rojas, ciertos pesticidas, formalina terapéutica y sobredosis de peróxido de hidrogeno (Roberts, 2012).

Figura 18. ***Edema lamelar.*** *Branquia H&E.*
Se observa marcada dilatación lamelar producto de edema.

Figura 19. ***Edema lamelar.*** *Branquia H&E.* Se observa edema lamelar.

Hiperplasia Lamelar

Antecedentes: La hiperplasia lamelar es una respuesta de evolución más crónica, a menudo a niveles más bajos de irritación. El engrosamiento del epitelio lamelar es generalmente debido a un aumento en el número y migración de las células de Malpighi de la lámina primaria. La fusión lamelar secundaria puede tener lugar como resultado final de la hiperplasia lamelar masiva, causando una fusión sólida de muchos o todos los capilares lamelares dentro de una masa de epitelio hiperplásico, como resultado el área respiratoria se reduce en gran medida (Roberts, 2013).

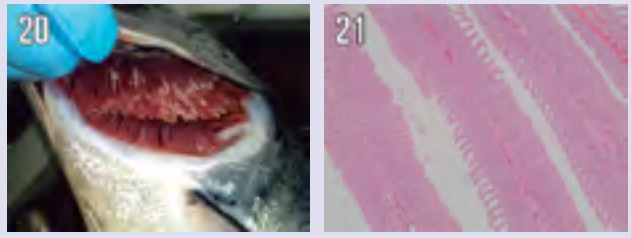


Figura 20. ***Hiperplasia lamelar.*** *Branquia.*
Se observan áreas multifocales de hiperplasia lamelar.

Figura 21. ***Hiperplasia lamelar.*** *Branquia H&E.* Se observan hiperplasia interlamelar severa difusa con fusión de filamentos secundarios.

Saprolegniasis

Antecedentes: *Saprolegnia* sp. fue por mucho tiempo considerado un hongo, el cual actualmente se ha incluido en el reino Chromista, filogenéticamente más cerca de las algas y del reino vegetal que de los hongos y animales (Alexopoulus *et al.*, 1996; Guarro *et al.*, 1999), considerada hoy como un pseudohongo. La mala calidad del agua, manejos a los peces, altas densidades de carga, estrés, niveles bajos de oxígeno y altos contenidos de amonios, maduración sexual, entre otros, contribuyen al establecimiento de *Saprolegnia* sp. (Bruno & Wood, 1994; Poppe, 1999). *Saprolegnia parasitica* es considerada un parásito facultativo oportunista el cual es saprófito y necrotrófico, caracterizándose por ser ubicuitario, ampliamente distribuido en agua dulce a nivel global (Klinger y Francis-Floyd, 1996). El daño en el tejido es atribuido a la producción de enzimas extracelulares secretadas por las hifas, observándose necrosis branquial y las regiones infartadas de color café (Avendaño, 2011).

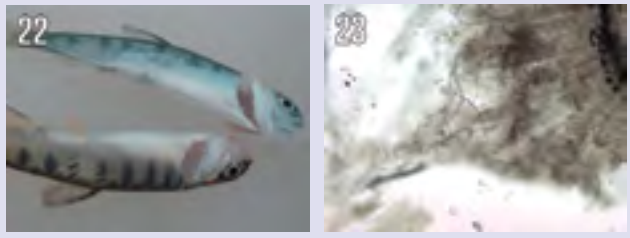


Figura 22. ***Saprolegnia* sp.** *Branquia.* Se observan estructuras algodonosas en cavidad branquial.

Figura 23. ***Saprolegnia* sp.** *Frotis Fresco Branquia.* Se observan abundantes hifas no septadas en superficie branquial consistentes con *Saprolegnia sp.* acompañado de necrosis branquial.

Flavobacteriosis a nivel branquial

Antecedentes: La flavobacteriosis es el nombre genérico que reciben las enfermedades causadas por microorganismos Gram-negativos del grupo Cythophaga-Flavobacterium-Flexibacter. *Flavobacterium columnare* produce congestión de las branquias, áreas dispersas de hemorragia, llevando a adhesión, necrosis y destrucción de los filamentos branquiales (Bruno & Poppe, 1996). *Flavobacterium psychrophilum* se adhiere a branquias, opérculo y piel de salmónidos (Madetoja *et al.*, 2002). *Flavobacterium* sp. produce una hiperplasia epitelial severa difusa a nivel branquial lo que conlleva a un compromiso respiratorio considerable.

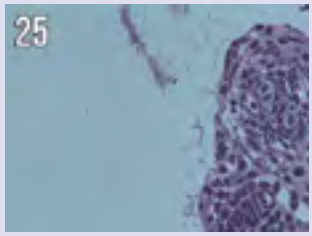
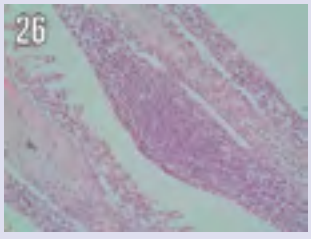


Figura 24. ***Flavobacteriosis en Branquia.*** Se evidencia necrosis y pigmentación amarilla a nivel de laminillas braquiales.

Figura 25. ***Flavobacteriosis en Branquia.*** *Branquia H&E.* Se observan abundantes bacilos filamentosos consistentes con Flavobacterium sp. en cavidad branquial y superficie epitelial asociado a una hiperplasia epitelial severa. Imagen: Cristian Sauterel.

ISAV HPR0

Antecedentes: La anemia infecciosa del salmón es una enfermedad viral altamente patogénica para el cultivo del salmón del Atlántico, causada por el virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAV), clasificado dentro de la familia Orthomyxoviridae (Jørgensen y Dyveke, 2007). El genoma viral presenta una región altamente polimórfica (HPR) que ha sido sugerida como marcador de virulencia. Los grupos HPR0 son partículas no cultivables y son considerados por la mayoría de los autores como no patógenos. Ocasionalmente la presencia de HPR0 ha sido relacionada con presencia de inflamación proliferativa de las branquias. La posibilidad de que estos hallazgos clínicos pueden representar una nueva manifestación clínica de ISAv no está aún definida (Markussen *et al*., 2008).



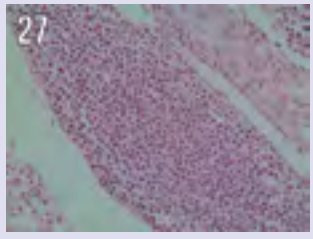


Figura 26 y 27. ***HPR0 ISAv.*** *Branquia H&E.* Se observa una inflamación focal moderada de una laminilla primaria en un *S. salar* que cursa con una infección por ISAv HPR0.

Deformación de arco branquial

Antecedentes: Las malformaciones de arcos branquiales pueden estar relacionadas con diversas causas. Algunos autores indican que las dietas deficientes en vitamina C causan el debilitamiento del cartílago, conduciendo a la distorsión de los filamentos de la branquia (Halver, 1972. Citado por Brown & Núñez, 1998). Venegas et al., (2003) observaron en Salmón del Atlántico (Salmo salar) adultos deformaciones mandibulares, sugiriendo que el origen puede ser multifactorial y la causa primaria puede ser genética o una alteración congénita del cartílago dentario (cartílago de Meckel), indicando que su expresión es gatillada por un déficit de fósforo en el alimento de origen animal. Muchas de las deformaciones en peces, son influenciadas por el reemplazo en la alimentación de proteína animal por proteína vegetal, presentando esta última, disminución de ácidos grasos esenciales (Omega 3 y 6) o una menor proporción de algunos aminoácidos esenciales.

Figura 28. ***Deformación de arco branquial.*** Se observa una deformación del cartílago del arco branquial con torsión hacia lateral. Imagen: Marcelo Vera Gaedicke.

Figura 29. ***Deformación de arco branquial.*** Se observa una deformación del cartílago del arco branquial. Imagen: Jaime Santana Almonacid.

Referencias

Adams. M and Nowak. B. (2001). Distribution and structure of lesions in the gills of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., affected with amoebic gill disease. Journal of Fish Diseases 2001, 24, 535-542.
Alexopoulus. C.J *et al*., (1996). Introductory Mycology.
Avendaño. R. (2011). Enfermedades Infecciosas del Cultivo de Salmónidos en Chile y el Mundo.
Bruno and Poppe. (2006). A Colour Atlas Of Salmonid Disease.
Bruno and Wood (1994). *Saprolegnia* and other Oomycetes. Fish Diseases and Disorders. Viral, Bacterial and Fungal Infections.
Brown L. and Nuñez J. (1998). Disorders of development. In: Leatherland J. & Woo P., ed., Fish disease and disorders. Vol 2. Cabi. UK. pp 1 - 18.
Edward. J. Noga. (2000). Fish Disease. Diagnosis and Treatment.
Ferguson. H. W. (2006). Systemic Pathology of Fish.
Guarro *et al*. (1999). Developments in Fungal Taxonomy. Clinical Microbiology. Reviews 12. 450-500.
Intesal. (2010). Informe final antecedentes de patogenicidad y virulencia asociados al virus de la Anemia Infecciosa del Salmón. Grupo HPR0.
Jørgensen. S., Dyveke. L. (2007). Effect of early infectious salmon anaemia virus (ISAV) infection on expression of MHC pathway genes and type I and II interferon in Atlantic salmon Fish & Shellfish Immunology 23 (2007) 576-588.
Klinger and Francis-Floyd. (1996). Fungal Disease of Fish. Institute of Food and Agricultural Sciences.
Madetoja J., *et al*. (2002). Ocurrence of *Flavobacterium psychrophilum* in fish farming environments. Diseases of Aquatic Organisms. 52: 109-18.
Markussen. T., Jonassen, C., Numanovic, S., Braaen, S., Hjortaas, M., Nilsen, H., Mjaaland, H. 2008. Evolutionary mechanisms involved in the virulence of infectious salmon anaemia virus (ISAv), a piscine orthomyxovirus. Virology 374 (2008) 515-527.
Poppe. T. (1999). Norges veterinaerhogskole. Oslo. Soppinfeksjoner hos laksefisk. From Kultiveringsmotet. 1999.
Roberts. R. J. (2012). Fish Pathology.
Venegas. F., Montiel. E., Forno. P., Rojas. M. (2003). Histología de la deformación mandibular en salmones del sur de Chile (*Salmo salar*). *Int. J. Morphol.* 21, (3): 211-219.
Young. N., Crosbie. P., Adams. M., Nowak. B., Morrison. R. *Neoparamoeba perurans n.* sp., an agent of amoebic gill disease of Atlantic salmon (*Salmo salar*). International Journal for Parasitology 37 (2007) 1469-1481.

VeHiCe

Veterinary Histopathology Center

Centro Histopatológico Veterinario

FUNCIONALIDAD

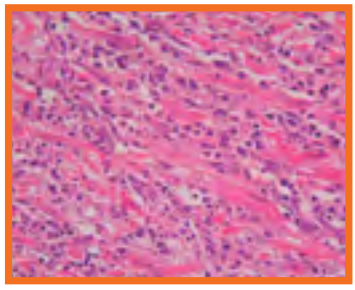
La histopatología es la rama de la patología que trata el diagnóstico de enfermedades a través del estudio microscópico de los tejidos. A través de los cambios morfológicos de las células y tejidos podemos identificar la presencia de enfermedades infecciosas de alto impacto productivo, de tipo bacteriano,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

APLICACIONES Y BENEFICIOS

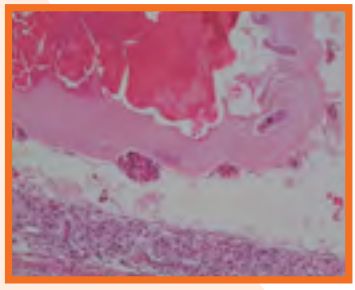
La histopatología entrega un diagnóstico oportuno y preciso del cuadro patológico, el cual permite tomar decisiones productivas eficaces en el momento pertinente, minimizando y eliminando los impactos productivos causados por diferentes patologías de etiología incierta.

SERVICIOS

Se realiza procesamiento, inclusión y corte de tejidos en parafina, tinciones histológicas en Hematoxilina & Eosina y tinciones histológicas especiales para la detección de distintos componentes celulares, bacterias, hongos, entre otros. Lectura y diagnóstico histopatológico de peces, moluscos y otras especies.



Inflamación del Músculo Esquelético y Cardíaco (HSMI) en *Salmo salar*



Coagulación de Saco Vitelino en *Salmo Salar*

Manthoscyphydia sp. en Abalon

QUIÉNES SOMOS

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

Carlos Sandoval Hurtado

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

Enrique Paredes Herbach

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

Carlos Sandoval Hurtado
carlos.sandoval@histopathology.cl

Enrique Paredes Herbach
enrique.paredes@histopathology.cl

Gabriela Vera Gaedicke
gabriela.vera@histopathology.cl

Contacto: (09) 7 809 6490

www.patologia-veterinaria.com

anasac

Una nueva dosis de salud para sus salmones

Providean® AQUATEC 1·2·3·4·5

Nueva Línea Veterinaria Anasac

Ponemos a su disposición una completa línea de vacunas, formuladas en base a cepas locales actualizadas y testeadas con pruebas de seguridad ampliadas (120 días). **Anasac cuida la salud de sus salmones y de su negocio.**

Vacunas contra IPN, ISA, SRS, Vibrio y Aeromonas.

1 Monovalente | **2** Bivalente | **3** Trivalente | **4** Tetravalente | **5** Pentavalente

Visítanos en nuestra versión móvil: **m.anasac.cl**

www.anasac.cl

Causas de las cataratas en salmónidos

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

Cataratas es el nombre común que se le da a cualquier forma de opacidad del cristalino del ojo (reversible o irreversible). Las cataratas pueden afectar la visión en un amplio rango que va desde una visión borrosa hasta la total ceguera. Esta anormalidad ha sido descrita para numerosas especies de peces, predominantemente cuando las condiciones de cultivo son subóptimas. Cataratas fueron frecuentemente registradas en salmón del Atlántico de cultivo en los inicios de la salmonicultura en Europa, también en los años 1990 y a principio del 2000. En 1998 la prevalencia de cataratas en 49 centros de cultivos en Noruega fue del 82% (Ersdal *et al.* 2001), la cual fue atribuida a desordenes nutricionales provocada por déficit de histidina en la dieta.

Los peces que exhiben cataratas son fácil presa de predadores, presentan bajas tasas de crecimiento y son más susceptibles a enfermedades secundarias debido a la malnutrición provocada por la perdida de competencia por el alimento frente a los peces normales. Por otro lado, las cataratas representan un problema ético para la industria del salmón, considerando el creciente interés del consumidor en el bienestar de los peces. Además, los problemas de cataratas pueden ocasionar pérdidas económicas considerables cuando involucran a una fracción importante de la población en cultivo. El costo promedio anual estimado por efecto de cataratas en salmón del Atlántico en Noruega entre los años 1996 y 1998 fue de 27.865.000 Euros (Menzies *et al.* 2002). De acuerdo a la información científica disponible, se sugiere que una gran variedad de factores de riesgo están asociadas al desarrollo de cataratas en peces, entre los que se destacan factores toxicológicos, nutricionales e infecciosos.

Condiciones ambientales

Se ha reportado que fluctuaciones en la salinidad del agua causan severo y repetido estrés osmótico, lo que puede ocasionar cataratas (Bjerkås *et al.* 2003); también se han reportado cataratas por cambios en la temperatura del agua (Bruno & Raynard 1994; Bjerkås *et al.* 2001); supersaturación de gases en el agua (Krise & Smith 1993); hiperoxigenación del agua (Waagbø *et al.*, 2008) y radiación UV (Cullen *et al.* 1994), entre otros.

Tratamientos por baños

Se han reportado cataratas por efecto de baños con nuvan (organofosfatos) (Fraser *et al.* 1990).

Daño mecánico

Cataratas han sido registradas como resultado de daño mecánico provocado durante operaciones de selección, traslado y bombeo entre otros manejos. Por lo general, en estas situaciones, el daño ocular es registrado en solo un ojo. Siempre que un traumatismo rompe la cápsula, penetra humor acuoso y se produce una opacidad que puede ser total en minutos.

Infestación por parásitos

Los trematodos digeneos del género Diplostomum se caracterizan por provocar ceguera en peces de agua dulce. Esto se ha reportado en Finlandia (Valtonen & Gibson, 1997) y también en Argentina (Semenas, 1998), en pisciculturas con estanques construidos en tierra. En Chile, considerando que las pisciculturas en su mayoría están habilitadas con estanques de fibra de vidrio y sistemas de filtración y desinfección de agua, no se ha reportado hasta ahora este tipo de parásito que se caracterizan por tener un ciclo de vida que involucra a más de un hospedador. Los resultados arrojados en un catastro epidemiológico realizado en Finlandia en 1998, arrojó que la infestación por el tremátodo digeneo *Diplostom spataceum*, era la causa predominante de cataratas en trucha arcoiris de cultivo, con una prevalencia del 67% en agua dulce y 47% en agua estuarina (FAIR PL 97-3963, 2000).

Diplostomum spp. se reproduce sexualmente en el intestino de aves que consumen peces, por lo que los huevos de este parásito son liberados a través de las fecas al agua. La larva (miracidio) emerge desde el huevo, infectando a caracoles. El parásito se reproduce asexualmente en el caracol, dando origen a larvas de natación libre (cercarias) que son liberadas al agua hasta hacer contacto con al pez. La cercaria penetra la superficie del pez, transformándose en metacercaria, y migrando hacia el ojo (Figura 1). La metacercaria puede causar diferentes grados de pérdida de visión hasta ceguera total, debido a la destrucción del lente provocada por las excreciones metabólicas del parásito (Shariff *et al.* 1980).

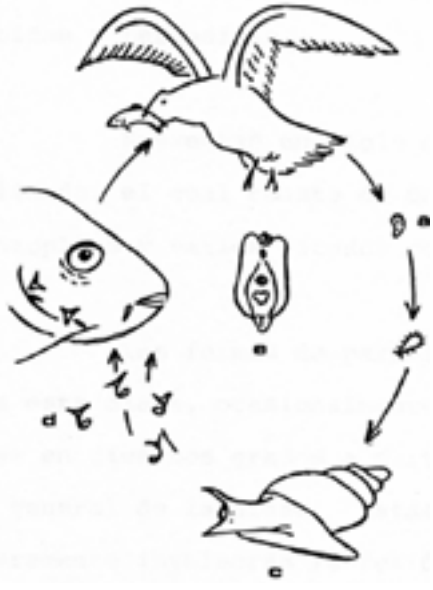


Figura 1: Ciclo de vida de Diplostomum (Volf & Havelka, 1958): **a:** huevos; **b:** miracidio; **c:** hospedador intermedio; **d:** cercaria; **e:** metacercaria

Piojo de mar

Cataratas también han sido registradas frente a la infestación severa por estados juveniles del piojo de mar (chalimus), los cuales se adhieren a través del filamento frontal a la cornea de los peces parasitados, provocándoles ceguera.

Infección intraocular

Problemas oculares han sido también atribuidos a infecciones causadas por Aeromonas salmonicida atípica (aAS) (Bjerkås *et al.* 2001).

Predisposición genética

Evidencia documentada para salmónidos, sugiere que la descendencia de padres con cataratas presentan una mayor incidencia de cataratas con respecto a padres sanos (Breck *et al.* 2005).

Problemas nutricionales

Este ha sido uno de los factores más estudiados y han sido la principal causa de cataratas registradas en salmones en la fase de engorda en el mar. Cuando las cataratas son inducidas por deficiencias nutricionales, éstas se desarrollan simultáneamente en ambos ojos (Hughes, 1985).

En estudios realizados con truchas se determinó que al menos tres tipos de nutrientes están relacionados con lesiones en los ojos de salmónidos. La deficiencia de histidina provoca cataratas; la deficiencia de riboflavina induce lesión en la cornea y cristalino; y la deficiencia de vitamina A causa lesiones en la cornea y retina, pero no en el cristalino (Poston *et al.*, 1977). También se han reportado cataratas en salmón del Atlántico por deficiencias de metionina y triptófano (Poston *et al.* 1977; Hughes 1985) manganeso (Yamamoto *et al.* 1983) y zinc (Ketola 1979).

Con el desarrollo de alimentos balanceados, la mayoría de los problemas nutricionales listados anteriormente desaparecieron con la acuicultura moderna. Sin embargo, con el cambio en los componentes de la dieta, los problemas de cataratas volvieron a emerger. A principios de 1990 la omisión de harina de sangre como fuente de proteína en el alimento para salmónidos, provocó severos problemas de cataratas en salmones de cultivo en Europa, especialmente en Irlanda (Wall 1998). La harina de sangre contiene alta cantidad de histidina y fierro, y la carencia de estos elemento fueron los que gatillaron la presentación de cataratas, de acuerdo a los resultados arrojados por el proyecto "Importancia de las concentraciones de histidina, fierro y zinc en la dieta sobre el desarrollo de cataratas en dos cepas de salmón del Atlántico", financiado por el NRC (Norwegian Research Council No.134965/120). El incremento de histidina en la dieta por otra parte redujo los riesgos de desarrollo de cataratas en salmón del Atlántico y ha sido identificado como uno de los factores claves en la prevención de cataratas (Breck *et al.* 2003; Breck *et al.* 2005).

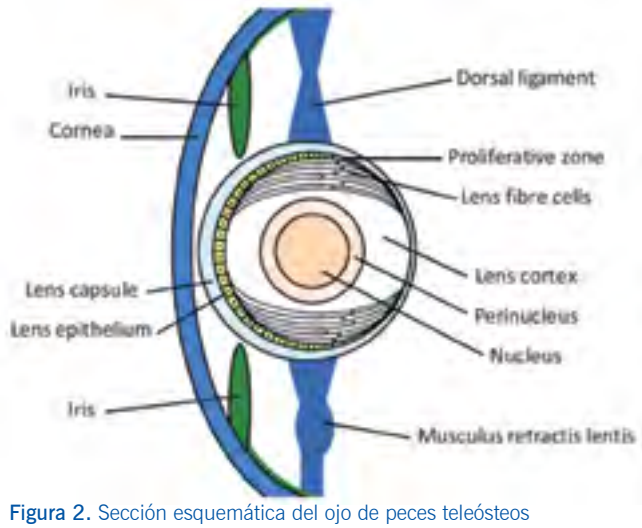


Figura 2. Sección esquemática del ojo de peces teleósteos
(Fuente: Christiane Tröße; PhD thesis)

Al contrario de la mayoría de los mamíferos, la histidina es un aminoácido esencial para los peces, el cual no puede ser sintetizado por éstos, por lo que debe ser suplido en la dieta. Una concentración mínima de 7 g de histidina por kilo de dieta es corrientemente recomendada para cubrir los requerimientos del salmón del Atlántico.

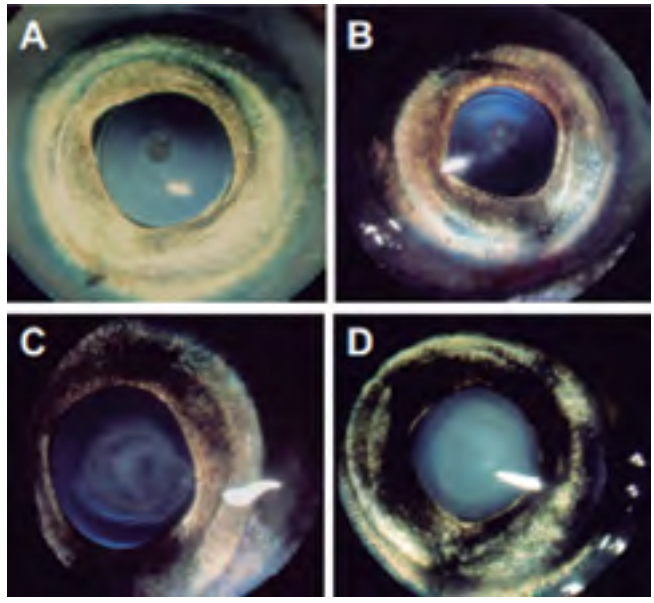


Figura 3. Diferentes grados de severidad de cataratas en salmón del Atlántico, usando el score desarrollado por Wall & Bjerkås (1999). (A) Score 1. (B) Score 2. (C) Score 3. (D) Score 4.

Score 1. (Fig. 2 A). La catarata cubre menos del 10% del cristalino, situada en la parte anterior del cristalino.

Score 2. (Fig. 2 B). Se observa una opacidad leve a mediana. La catarata compromete entre el 10 y 50% del área del cristalino.

Score 3 (Fig. 2 C). La catarata compromete entre el 50 y 75% de la superficie del cristalino.

Score 4 (Fig. 2 D). La catarata compromete más del 75% de la superficie del cristalino. En algunos casos se puede observar una zona periférica clara.

Anatomía del ojo en peces

Los ojos de los peces carecen de párpados y de glándulas lagrimales. El eje axial está constituido por la cornea, humor acuoso, cristalino, humor vítreo y retina. Los ojos al estar ubicados a ambos lados de la cabeza, lo que le permiten al pez ampliar su campo visual. Para enfocar la imagen sobre la retina, en vez de modificar la curvatura del cristalino como en el caso del humano,

los peces lo hacen acercando o separando el cristalino mediante el ligamento que lo sostiene (Figura 2). En general, los peces están adaptados a una visión cercana y de poca luz.

Cuantificación del nivel de cataratas en peces

Wall & Bjerkås (1999), desarrollaron un escore para medir los diferentes grados de severidad de cataratas en salmón del Atlántico (Figura 3), y así poder medir la incidencia y progresión de las cataratas en condiciones de terreno. Esta medición se desarrolló en base al área del cristalino afectado, medido desde la pupila del ojo, sin tomar en cuenta la densidad de la catarata, solamente el área comprometida. Este método ha sido exitosamente usado en Noruega, Irlanda y Escocia en estudios dirigidos a conocer las causas del desarrollo de cataratas en peces de cultivo. La estructura básica del ojo es similar en todas las especies de peces, de forma redondeada o horizontalmente oval, con una cornea relativamente plana. La pared externa de la cornea, el epitelio, es el principal regulador del paso del fluido al estroma corneal. El cristalino es esférico y está rodeado por los fluidos de la cámara del ojo, el humor acuoso anteriormente y el gelatinoso humor vitreo posteriormente. El cristalino es avascular, y los nutrientes son tomados desde y los metabolitos liberados en los fluidos de la cámara del ojo por las células epiteliales del cristalino. El cristalino en los peces sobresale por la pupila y prácticamente toca el endotelio corneal, resultando en una cámara anterior muy superficial. La cornea regula el movimiento de los fluidos dentro de la cámara del ojo y así contribuye a mantener constante la osmolaridad. A través de la estrecha ubicación de la cornea, el cristalino en los peces es más susceptible a la opacidad inducida osmóticamente que en los mamíferos (Midtlyng *et al.* 1999).

La estructura básica del cristalino consta del núcleo, el perinucleo y la corteza, las tres formadas de células fibrosas, así como el epitelio del cristalino y la capsula del cristalino (Figura 3). La cápsula, conformada por una gruesa lamina basal, sirve como protección física al cristalino y es totalmente permeable al agua y a moléculas orgánicas pequeñas. La monocapa de células epiteliales ejecuta la principal actividad metabólica y osmorregulatoria en el cristalino. El cristalino crece constantemente porque su epitelio no se elimina, sino que se transforma en fibras y se desplaza hacia adentro, compactándose. El cristalino se nutre del humor acuoso, líquido que lo baña constantemente. La cápsula selecciona y ejerce un efecto barrera mediante proteínas y canales específicos. La principal fuente de energía para el cristalino es la glucosa, principalmente metabolizada por la glucólisis anaeróbica. Para que el cristalino mantenga su estructura proteica regular depende del abastecimiento de ciertos aminoácidos, identificándose la metionina, cisteína e histidina como los de mayor relevancia en la prevención de cataratas. Cambios estructurales en las fibras del cristalino conducen a cataratas, pudiendo presentarse como una destrucción irreversible de las fibras del lente y una proliferación del epitelio alrededor del polo anterior del cristalino.

Conclusiones Las cataratas provocadas por deficiencias nutricionales siguen siendo las de mayor impacto y preocupación para la industria salmonicultora, lo que además está asociado a problemas éticos y de bienestar animal.

Referencias Bibliograficas

Bjerkås, E., Bjørnestad, E., Breck, O.,Waagbo, R. (2001) Water temperature regimes affect cataract development in smolting Atlantic salmon, *Salmo salar L.* J. Fish Dis. 24:281–291.

Bjerkås, E., Holst, J. C., Bjerkås, I., Ringvold, A. (2003) Osmotic cataracts causes reduced vision in wild Atlantic salmon postsmolts. Dis. Aquat. Org. 55:151–159.

Bjerkås. E., Kuukka, H., Sørum, H., Koppang, E. O. Aeromonas spp. as possible causes of endophthalmitis and cataract in Arctic charr *(Salvelinus alpinus L.)*. Submitted ma-nuscript.

Breck, O., Bjerkås, E., Campbell, P., Arnesen, P., Haldorsen, P., Waagbø, R. (2003) Cataract preventative role of mammalian blood meal, histidine, iron and zinc in diets for Atlantic salmon *(Salmo salar L.)* of different strains. Aquacult. Nutr. 9, 341-350.

Breck, O., Bjerkås, E., Campbell, P., Rhodes, J. D., Sanderson, J., Waagbø R (2005) Histidine nutrition and genotype affect cataract development in Atlantic salmon, *Salmo salar L.* J. Fish Dis. 28:357–371.

Bruno, D. W., Raynard, R. S. (1994) The effect of water temperature on eye opacity in Atlantic salmon, *Salmo salar L.* Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 14:86–88.

Cullen, A. P., Monteith-McMaster, C. A., Sivak, J. G. (1994) Lenticular changes in rainbow trout following chronic exposure to UV radiation. Curr. Eye Res. 13:731–737.

Ersdal, C., Midtlyng, P. J., Jarp, J. (2001) An epidemiological study of cataracts in sea-water farmed Atlantic salmon *Salmo salar.* Dis. Aquat. Org. 45:229–236.

FAIR PL 97-3963 project (2000) Final report. Cataracts in Farmed Fish: a multidisciplinary initiative for scientific progress. pp24.

Fraser, P. J., Duncan, G., Tomlinson, J. (1990) Nuvan and cataracts in Atlantic salmon *(Salmo salar)*. Exp. Eye Res. 50: 443–447.

Hughes, S. G. (1985) Nutritional eye diseases in salmonids: a review. Prog. Fish-Cult. 51:189–193.

Ketola, H.G., 1979. Influence of Dietary Zinc on Cataracts in Rainbow Trout *(Salmo gairdneri)*. J. Nutr. 109, 965-969.

Krise, W.F., Smith, R.A. (1993) Eye Abnormalities of Lake Trout Exposed to Gas Supersaturation. Prog. Fish-Cult. 55, 177-179.

Menzies, F. D., Crockford, T., Breck, O., Midtlyng, P. J. (2002) Estimation of direct costs associated with cataracts in farmed Atlantic salmon *(Salmo salar)* Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 22:27–32.

Midtlyng, P. J., Ahrend, M., Bjerkås, E., Waagbo, R., Wall, T. (1999) Current re-search on cataracts in fish. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 19:299–301.

Poston, H.A., Riis, R.C., Rumsey, G.L., Ketola, H.G., 1977. The effect of supplemental dietary amino acids, minerals and vitamins on salmonids fed cataractogenic diets. Cornell Vet. 67, 472-509.

Semenas L (1998) Primer registro de diplostomiasis ocular en trucha arco iris cultivada en Patagonia (Argentina). Archivos de Medicina Veterinaria 30 (2) 165-170.

Shariff, M., Richards, R.H., Sommerville, C., 1980. The histopathology of acute and chronic infections of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson with eye flukes, *Diplostomum* spp. J. Fish Dis. 3, 455-465.

Valtonen, E. T., Gibson, D. I. (1997) Aspects of the biology of diplostomid metacercarisl (Digenea) populations occurring in fishes in different localities of northern Finland. Ann. Zool. Fennici 34:47–59.

Waagbø, R., Hosfeld, C.D., Fivelstad, S., Olsvik, P.A., Breck, O. (2008) The impact of different water gas levels on cataract formation, muscle and lens free amino acids, and lens antioxidant enzymes and heat shock protein mRNA abundance in smolting Atlantic salmon, *Salmo salar L.* Comp. Biochem. Physiol. A: Mol. Integr. Physiol. 149, 396-404.

Wall, A. E. (1998) Cataracts in farmed Atlan-tic salmon (Salmo salar) in Ireland, Norway and Scotland from 1995 to 1997. Vet. Rec. 142:626–631.

Wall, T., Bjerkås, E. (1999) A simplified method of scoring cataracts in fish. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 19:162–164.

Yamamoto, H., Satoh, S., Takeuchi, T., Watanabe, T., 1983. Effects on rainbow trout *[Salmo gairdnerii]* of depletion of manganase or trace elements from fish meal diet. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 49, 287-293.

SOLACE
HOTEL
PUERTO VARAS

www.solacehotel.cl

- 86 Habitaciones
- Salones de Eventos para 230 personas
- Internet Wi - Fi por fibra óptica
- Business Center
- Estacionamiento

Imperial 0211, Fono: +56 (65) **2224100** | Puerto Varas, CHILE.

ENVASES
ROBLE ALTO

Desde **Osorno** *...más cerca de usted...*
Envases de **Cartón Corrugado**
para la industria del **Salmón**

La solución
más conveniente

- **Resistencia**
- **Calidad**
- **Servicio**
- **Cercanía**

www.roblealto.cl

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

Santiago: Camino Lo Echevers 221 - Quilicura
Fono: 02-24442400

Por la boca
se vacuna
el pez
Vacuna Oral
Contra ISA
Virbac
CENTROVET
Ciencia en Salud Animal®
www.centrovet.com
(562) 2583 7700

Actualización respecto a la biología de ISA: EL ROL DE LA PREVENCIÓN

El virus ISA representa uno de los patógenos de salmón más estudiado en la literatura, y representa un serio problema para la industria salmonicultora mundial. Los recientes brotes de este virus en nuestro país, y la implementación de metodologías de análisis más robustas, han generado un mayor conocimiento respecto a la biología de ISAv, la cual permite entender mejor su evolución y por lo tanto diseñar mejores estrategias para su prevención desde un punto de vista industrialmente sustentable.

ISAV y HPR0

Las principales proteínas del virus ISA son dos, la Hemaglutinina-Esterasa (HA), encargada de la unión al receptor y liberación desde el mismo al momento de la salida del virus; y la Proteína de fusión (F), responsable de la entrada de virus por parte de células hospederas a través de la fusión con las membranas celulares (Falk y cols., 2004).

Las proteínas HA son los principales elementos de variación entre diferentes aislados de ISA, principalmente determinadas por el tamaño de la región altamente polimórfica o HPR, la cual se reduce en tamaño producto de deleciones en la secuencia precursora de largo completo, o HPR0 (Mjaaland y cols., 2002).

Los aislados ISA HPR0 son no-virulentos, no-cultivables y se encuentran predominantemente en las branquias. En terreno, se han encontrado en peces aparentemente sanos, tanto cultivados como silvestres, en la mayoría de los países donde se cultiva Salmón del Atlántico (McBeath y cols. 2009, Christiansen y cols. 2011, Lyngstad y cols., 2011). Dada la poca presencia de brotes de ISA virulento en regiones con alta prevalencia de HPR0, se sugiere que la transición de aislados no-virulentos a virulentos es un fenómeno poco frecuente (Lyngstad y cols., 2012).

Las principales diferencias entre aislados HPR0 y los otros HPR se muestran en la Tabla 1.

Características	HPR0	Otros HPR	Ref.
Virulencia	No virulento	Virulencia Variable	Lyngstad y cols., 2012
Replicación	Principalmente branquias	Infección sistémica	Cunningham y cols., 2002
Largo de HA	Largo completo	Largo variable	Mjaaland y cols., 2002
Proteína F	Glutemina en posición 266 (Q266)	Leucina en posición 266 (L266) y otros cambios menores	Kibenge y cols., 2009

Tabla 1. Diferencias reportadas a nivel fenotípico y genotípico entre diferentes aislados de HPR.

Co-existencia de variantes virulentas y HPR0 asociados a brotes de ISA: nueva evidencia que refuerza necesidad de protección.

Dadas las diferencias anteriormente expuestas, y la presencia de cuadros de ISA virulentos en regiones previamente prevalentes con HPR0, cómo aparece un aislado virulento?

Los virus RNA, como el caso de ISA, son conocidos por existir dentro del hospedero como una población de diferentes secuencias muy similares entre sí, conocidas como *"Quasiespecies"* (Domingo y cols., 2012). Esto, debido fundamentalmente a la gran tasa de error que presente su maquinaria replicativa. Este hecho, sumado a la posibilidad de hacer rearreglos genéticos y recombinaciones, los hacen ver como maquinarias replicativas con una alta tasa de adaptabilidad a las presiones selectivas a las que son sometidos.

Un estudio Noruego, realizado en 2012, estudió las relaciones filo-geográficas y ambientales de la distribución de aislados de ISA HPR0 y virulentos. En el análisis estadístico de estos grupos, determinado por el test de Mantel, muy común en este tipo de estudios, sugieren que la población de HPR0 está geográficamente estructurada, ya que se encontró una correlación positiva entre la distancia genética y distancia geográfica de las secuencias estudiadas. Más importantemente, al analizar las relaciones entre las secuencias virulentas y no-virulentas de HPR, se encontró una asociación espacial entre los grupos de peces con una y otra secuencia, apoyando la hipótesis que el aislado ISA HPR0 puede sufrir una transición a ISA virulento (Lyngstad y cols., 2012). Esta conclusión indica explícitamente el riesgo de ser portador a HPR0, pues aumenta la probabilidad de que ese aislado cambie a HPR virulento. Es por esto, que los autores concluyen que la detección temprana y la implementación de medidas de protección y de restricción a la diseminación viral son estrategias fundamentales para controlar la infección por ISA.

El estudio citado anteriormente, además de evidenciar la necesidad de medidas preventivas constantes, sugiere que los brotes de ISA provienen fundamentalmente de HPR0 preexistentes, necesitando por lo tanto individuos infectados que en algún momento podrían presentar más de una variante viral, como indicadora de la transición del virus HPR0 a un virus HPR virulento. Esta coexistencia de variantes virales puede significar

una transición de un estado a otro, o incluso, la coexistencia de ambos virus en un mismo individuo dada por doble infección viral.

Profundizando la hipótesis anterior, en Noviembre del año recién pasado, un grupo multidisciplinario Noruego demostró por primera vez la existencia de aislados de carácter no virulento y virulento en un mismo pez, utilizando el método conocido como Ultrapirosecuenciación en Profundidad (UDPS, Markussen y cols., 2013). Este método, es capaz de identificar múltiples versiones de una secuencia similar (por ejemplo, múltiples secuencias de HPR) en una muestra única, la cual es ordenada y agrupada de acuerdo a las diferencias o semejanzas entre sí. Dada la robustez del método, pues analiza miles de secuencias dentro de una misma muestra,es posible incluso eliminar errores de la técnica misma, diferenciando así los errores técnicos de secuenciación versus las verdaderas variaciones biológicas (Figura 1).

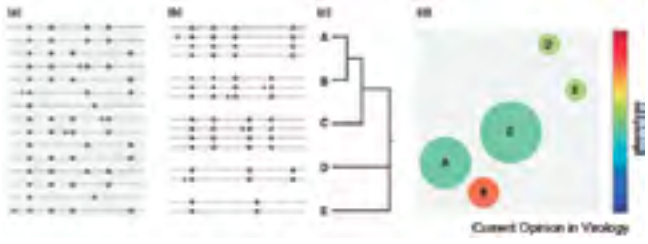


Figura 1. Esquema del análisis por UDPS. Gracias a la alta capacidad de realizar secuenciación independiente de una misma muestra conteniendo miles de copias de RNA viral (a), es posible generar un orden de estas secuencias (b), las cuales producto de la frecuencia estadística de cambios permiten separar los cambios debido al error de la técnica (x) de las mutaciones biológicamente relevantes (triángulos, círculos y cuadrados). Esta agrupación permite generar árboles de relación entre estas secuencias (c) y finalmente asociar fenotipos, como virulento y no-virulento en el caso de ISA, y su frecuencia respectiva en una misma muestra de tejido (d). Tomado de (Beerewinkel y Zagordi, 2011).

El estudio fue realizado utilizando muestras de un mismo sitio geográfico, utilizando tejidos primeramente positivos para HPR0 producto de un programa de screening (muestras de screening), y también muestras en pleno brote de ISA, obtenidas tres semanas después del screening HPR0 (muestras de brote). La riqueza de este estudio radica en que son muestras de un mismo sitio de cultivo de peces, en el tiempo, donde se encontraba una pre-infección de HPR0 y posteriormente una infección con un aislado virulento.

Los resultados del análisis de UDPS revelaron interesantes hallazgos, entre ellos (1) la presencia tanto en los muestreos de screening como de brote, de variantes virales HPR0 y no-HPR0, en diversa abundancia y secuencia, (2), el genotipo HPR virulento no necesariamente está ligado al HPR0 preexistente, y (3) las mutaciones encontradas muestran una fuerte preferencia de mutaciones en la región HPR versus otras regiones, incluyendo la mutación característica de la proteína F, siendo menos importante en la transición a la virulencia que las secuencias HPR.

Análisis profundo de las secuencias encontradas permitieron establecer la hipótesis que los mecanismos de adquisición de virulencia serían fundamentalmente producto de mutaciones no dirigidas por el mecanismo de recombinación, sino fundamentalmente por deleciones secuenciales que alteran la estructura del RNA viral y por ende su susceptibilidad a sufrir estas mutaciones.

Este estudio reciente, de alta sofisticación y riqueza en el tipo de muestras, no sólo demuestra por primera vez la presencia de una co-infección de una variante virulenta y una avirulenta de ISA, sino que también establece las siguientes conjeturas, importantes desde el punto de vista productivo:

- Dado que las muestras del plan de screening estaban positivas a ambas variantes virales, es posible que durante el mismo programa de vigilancia, ya existan peces clínicamente sanos y positivos a HPR0 y simultáneamente positivos en menor abundancia a otros HPR virulentos.

- De la misma forma, la infección con HPR0 no protegería de la infección con una variante virulenta, reforzando la necesidad de prevención contra esta última.

- Lo anterior, también explica porqué las vacunas contra ISA muestran una mínima protección contra HPR0 (Christiansen, 2010).

- Finalmente, la presencia de una infección mixta de variantes virulenta y avirulentas permite entender la presencia de diagnóstico HPR0 en peces clínicamente afectados con ISA.

Investigaciones en Chile apoyan la hipótesis de ISA HPR0 como precursor de HPR-virulento

Un estudio reciente publicado por un equipo multidisciplinario de investigadores, laboratorios de diagnóstico y productores, muestra que en nuestro país la situación no difiere de lo observado en otras latitudes (Godoy y cols., 2013).

En este estudio, se analizaron múltiples secuencias de HPR0 provenientes de casos de todo el mundo, encontrándose tres grupos o “clusters”, que se caracterizaban por poseer una secuencia única y distintiva en una región de HPR. Es decir, si bien todas las secuencias vienen de aislados fenotipo HPR0 (Tabla 1), es posible encontrar diferencias entre secuencias de HPR0, y por lo tanto es posible catalogar grupos de HPR0, los cuales pueden compararse con las secuencias de aislados virulentos predecesores o posteriores en el tiempo en un lugar geográfico determinado.

El análisis de este estudio realizado por investigadores Chilenos y extranjeros incluyó secuencias de HPR pertenecientes al brote de 2007 (HPR7b), secuencias del reciente brote de Abril 2013 (HPR3 y HPR14), y secuencias HPR0 detectadas temporalmente entre ambos brotes.

Los resultados mostraron que las secuencias HPR0 encontradas entre 2011 y 2013, presentan relación con las secuencias virulentas de Abril de 2013, tanto en la proteína HA como F (Figura 2). Esto es consistente con lo reportado previamente en la industria Noruega e Islas Faroe, y apoya la hipótesis de que los peces HPR0 pueden sufrir una transición a HPR-virulento. Además los resultados sugieren que los recientes brotes de ISA HPR3 y HPR14 no provienen de una nueva introducción viral, más bien de cambios en las cepas preexistentes. Si bien este estudio no menciona la posibilidad de que co-existan quasiespecies como el estudio Noruego mencionado anteriormente, de todas formas pone de manifiesto la necesidad de mejorar las medidas preventivas en casos de alta prevalencia de ISA HPR0.

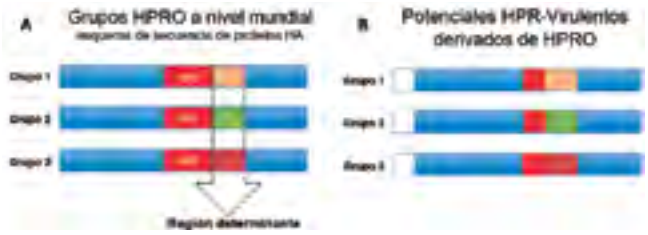


Figura 2. Esquema estudio de relación HPR0/HPR-virulento en casos Chilenos. Esquema simplificado elaborado a partir de (Godoy y cols., 2013), que muestra primeramente un análisis de secuencias HPR0 a nivel mundial (A), que permitió identificar tres grupos o "clusters" basados en diferencias puntuales de secuencia dentro del segmento HPR0 (cuadros de color, o "región determinante de clúster"). B. Esquema teórico de potenciales deleciones en la región HPR de aislados virulentos de ISA, evidenciados por la línea punteada. Dada la secuencia de la región determinante de clusters (cuadros de color), es posible inferir si la cepa virulenta secuenciada proviene de uno u otro clúster preexistente de HPR0. Puesto que el aislado de ISA HPR3 y HP14 detectados en Abril de este año presentaron la misma región determinante de clúster que los aislados HPR0 previos en la misma región geográfica, es posible sugerir que los aislados virulentos provienen de un HPR0 predecesor local y no de un nuevo evento de infección viral.

La función de la prevención frente a estos nuevos hallazgos

Lo mostrado hasta ahora, reflejo de las más recientes investigaciones respecto a la epidemiología y genética del virus ISA, indica esencialmente tres puntos importantes:

- La presencia de HPR0 indica mayor riesgo de contraer HPR-virulento.
- La presencia de HPR0 no significa ausencia de HPR-virulento.
- Las vacunas ISA no presentan una protección relevante contra HPR0.

Estas conclusiones son fundamentales a la hora de tomar decisiones frente a la necesidad de vacunación como medida preventiva, ya que como medida de reducción de riesgo, refuerzan la necesidad de tener peces vacunados en la etapa de engorda con una vacuna capaz de proteger al menos contra ISA virulento.

Bien es sabido que a la fecha ninguna vacuna inyectable es capaz de proteger a los peces durante todo el período de cultivo, dejando a los peces susceptibles a reinfecciones a partir de las 1800-2000 UTA post vacunación aproximadamente. Para el caso de ISA esta no es la excepción, y queda demostrado en base a la evidencia epidemiológica de brotes de la enfermedad. Así por ejemplo, los brotes con alta mortalidad registrados durante el año recién pasado se manifestaron en peces grandes, sobre los 2 kilogramos de peso, estando fuera del período de protección de una primera vacunación.

La mantención de un nivel de protección contra el virus ISA en el tiempo es, por lo tanto, una medida que ayuda eficazmente a reducir el riesgo de contraer la enfermedad, y la vacunación oral en peces que han recibido una primo-vacunación inyectable es la medida disponible por excelencia en nuestra industria. Estudios realizados por Laboratorio Virbac-Centrovet han manifestado que esta es una opción favorable para reducir el riesgo, en la medida que se realice en los tiempos recomendados y en centros completos, con la finalidad de obtener no sólo una buena inmunidad a nivel individual, sino también inmunidad de masas para el centro completo (Figura 3).

Figura 3. Esquema de vacunación, respuesta inmune y reducción de riesgo a brotes de ISA virulentos. La vacunación oral representa una importante ayuda en períodos posteriores a los cuales la primovacunación entrega una respuesta protectora, ayudando a reducir el riesgo de contraer enfermedad y brotes asociados a la misma.

Vacunación contra ISA y su balance costo-beneficio: La ausencia de inmunidad estéril

A la fecha, no existe ninguna vacuna en peces que pueda entregar una inmunidad estéril, es decir, que impida la infección o positividad respecto al agente patógeno. En el amplio campo de la vacunación, existen muy pocas vacunas que puedan realizar esto, siendo en el campo de la veterinaria algunas vacunas contra Parvovirus y Distemper, y para humanos, existen estudios

en Rubeola, Malaria y el Sarampión (Schultz y cols., 2010; Plotkin, 2008).

Este hecho, que representa una gran oportunidad de mejora de los productos veterinarios para la acuicultura, es un importante punto a considerar en las estrategias sanitarias y las expectativas productivas de un determinado centro de cultivo: Frente a una infección de campo con virus ISA, es muy probable que la vacuna represente un importante punto de contención de la patología, clínica y viremia dentro de la población, con eventos de mortalidad muy inferiores a los esperados por el mismo agente viral en un centro de cultivo no vacunado.

Considerando lo anterior, si el período en que la protección contra el virus es crítico en términos del rendimiento del centro de cultivo, por ejemplo en el caso de peces de talla sobre los dos kilos, o por ejemplo, existe una serie de centros vecinos positivos a HPR0, la vacunación representa una estrategia de contención viral importante y valiosa, pues permite tener en cultivo los peces por una mayor ventana de tiempo, aumentando así el peso a cosecha. En situaciones de menor talla, si bien el beneficio no es tan directo como en el caso anterior, la vacunación representa una estrategia sanitaria a largo plazo, que permite, a través de la inmunización eficiente y prolongada en el tiempo (booster), llegar a tallas mayores. En resumen, este sistema representa una estrategia sanitaria de reducción de riesgo clínico, patológico, de mortalidad y a la larga, productivo.

El disponer de vacunas inyectables y orales, representa una ventaja comparativa con otros mercados y, junto con otras medidas como bioseguridad, mejora en técnicas de diagnóstico y manejos adecuados, ayudarán a mantener controlada esta endémica patología que afecta a la industria salmonera nacional.

Referencias

Beerenwinkel N, Zagordi O (2011) Ultra-deep sequencing for the analysis of viral populations. Curr Opin Virol 1: 413–418.

Christiansen DH, Østergaard PS, Snow M, Dale OB, Falk K (2011) A low-pathogenic variant of infectious salmon anemia virus (ISAV-HPR0) is highly prevalent and causes a non-clinical transient infection in farmed Atlantic salmon (Salmo salar L.) in the Faroe Islands. J Gen Virol 92: 909-918.

Cunningham CO, Griffiths S, Black J, Simpson I, Raynard RS (2002) A novel variant of the infectious salmon anemia virus (ISAV) haemagglutinin gene suggests mechanisms for virus diversity. Bull Eur Assoc Fish Pathol 22: 366-374.

Domingo E, Martin V Perales C, Grande-Perez A, Garcia-Arriaza J et al. (2006) Viruses as quasispecies: biological implications. Curr Top Microbiol Immunol 299: 51-82.

Falk K, Aspehaug V, Vlasak R, Endresen C (2004) Identification and characterization of viral structural proteins of infectious salmon anemia virus. J Virol 78: 3063-3071.

Godoy MG, Kibenge MJ, Suarez R, Lazo E, Heisinger A et al. (2013) Infectious salmon anaemia virus (ISAV) in Chilean Atlantic salmon (Salmo salar) aquaculture: emergence of low pathogenic ISAV-HPR0 and re-emergence of virulent ISAV-HPRΔ: HPR3 and HPR14. Virol J. 10: 344.

Kibenge FS, Godoy MG, Wang Y, Kibenge MJ, Gherardelli V et al. (2009) Infectious salmon anaemia virus (ISAV) isolated from the ISA disease outbreaks in Chile diverged from ISAV isolates from Norway around 1996 and was disseminated around 2005, based on surface glycoprotein gene sequences. Virol J 6: 88.

Lyngstad TM, Hjortaas MJ, Kristoffersen AB, Markussen T, Karlsen ET et al. (2011) Use of molecular epidemiology to trace transmission pathways for infectious salmon anaemia virus (ISAV) in Norwegian salmon farming. Epidemics 3: 1-11.

Lyngstad TM, Kristoffersen AB, Hjortaas MJ, Devold M, Aspehaug V et al. (2012) Low virulent infectious salmon anaemia virus (ISAV-HPR0) is prevalent and geographically structured in Norwegian salmon farming. Dis Aquat Organ 101: 197-206.

Markussen T, Sindre H, Jonassen CM, Tengs T, Kristoffersen AB et al.(2013) Ultra-deep pyrosequencing of partial surface protein genes from infectious Salmon Anaemia virus (ISAV) suggest novel mechanisms involved in transition to virulence. PLoS One. 8: e81571.

McBeath AJ, Bain N, Snow M (2009) Surveillance for infectious salmon anaemia virus HPR0 in marine Atlantic salmon farms across Scotland. Dis Aquat Organ 87: 161-169.

Mjaaland S, Hungnes O, Teig A, Dannevig BH, Thorud K et al. (2002) Polymorphism in the infectious salmon anemia virus hemagglutinin gene: importance and possible implications for evolution and ecology of infectious salmon anemia disease. Virology 304: 379-391.

Plotkin SA. (2008) Vaccines: correlates of vaccine-induced immunity. Clin Infect Dis. 47: 401-9.

Schultz RD, Thiel B, Mukhtar E, Sharp P, Larson LJ. (2010) Age and long-term protective immunity in dogs and cats. J Comp Pathol. 142: S102-8.

Energía para que
el sector salmonero
siga creciendo

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

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

grupo saesa

Tenemos una respuesta para cada una de sus necesidades.
Escríbanos a: **gerenciacomercial@saesa.cl**
Contáctenos al **600 401 2030**

www.rilab.cl

Rilab Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Inocuidad Alimentaria

Soluciones tecnológicas de vanguardia

ATP - Higiene

SystemSURE Plus

Luminómetro de tres pasos.

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

SureTrend 100% amigable

- SureTrend descarga los resultados a un PC.
- Genera gráficos de análisis en colores (semáforo), visualiza tendencias y genera reportes.
- La información se puede exportar a Excel.
- Identifique las áreas problemáticas, tome medidas correctivas en tiempo real.
- Realice los seguimientos de los HACCP y SSOP.

Controle las variables que harán que su plan sea eficiente.

Control de Higiene ATP, Proteínas y Microbiológico

Tórulas Universales para equipos Hygiena y de otras marcas.

Snapshot® es compatible 100% con equipos 3M y Lightning

EnSURE®

Enterobacteriacae
E.coli

Ensure es la única prueba de ATP + Microbiología Enzimática, aprobado por AOAC. Es una prueba rápida para la enumeración de Enterobacteriacae y E.coli. El sistema usa una nueva reacción de bioluminogénica que genera luz cuando las enzimas que son características de la bacteria específica reaccionan con sustratos especializados para producir luz. La señal de luz que se genera es entonces cuantificada en un sensible luminómetro portátil.

Los resultados están disponibles entre 1 a 7 horas dependiendo del nivel requerido de sensibilidad. Los organismos pueden ser detectados en 7 horas permitiendo al Micro-snap dar resultados en el mismo día de trabajo.

Cintas para Control de Sanitizantes

SINGLE FACTOR TEST STRIPS

TEST FACTOR	RANGE (ppm)	# OF TESTS PER FACTOR/PKG/VIAL	VALUES (ppm)
CHLORINE DIOXIDE	0-10	50	0, 0.25, 0.5, 1, 3, 10
CHLORINE DIOXIDE	0-500	50	0, 10, 25, 50, 100, 250, 500
CHLORINE, FREE, LOW RANGE	0-10	25	0, 0.25, 0.5, 1, 3, 5, 10
CHLORINE, TOTAL, LOW RANGE	0-10	25	0, 0.25, 0.5, 1, 3, 10
CHLORINE, FREE, HIGH RANGE*	0-800	50	0, 50, 100, 250, 500, 800
CHLORINE, TOTAL	0-5	50	0, 0.5, 1, 3, 5
HARDNESS, LOW RANGE	0-180	50	0, 30, 60, 120, 180
IODINE			
pH, WIDE RANGE	4-10 (pH)	50	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
PERACETIC ACID, LOW RANGE	0-50	50	0, 5, 10, 20, 30, 50
PERACETIC ACID	0-160	50	0, 10, 20, 40, 60, 85, 160
PERACETIC ACID, HIGH RANGE	0-1,000	50	0, 50, 100, 250, 500, 1000
QAC			
HYDROGEN PEROXIDE	0-50	25	0, 1, 3, 10, 30, 50
HYDROGEN PEROXIDE HR	0-90	25	0, 15, 30, 50, 90

LaMotte VICAM OAKTON sdix

Representante exclusivo:
Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.
E-mail: rilab@adsl.tie.cl - Fono/Fax: (56-2) 2688 2010

YO CUIDO EL AGUA

Hacia la mejora de la eficiencia alimentaria en la industria acuícola nacional mediante el uso de fitasa para suplementar dietas de peces

AISLAMIENTO Y SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE FITASA ACTIVA A BAJAS TEMPERATURAS

Paula Pozo[1], Marcia Costa[1], Francisco Palma[2], Alejandro Reyes[2], Alexandra Álvarez[2], Boris Castillo[2].

[1]Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

[2]Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Fondef
FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Introducción

El uso de proteína vegetal en la alimentación de animales monogástricos, especialmente peces, ha tenido consecuencias graves para éstos y su ambiente. El ácido fítico (inositol-hexakisfosfato) constituye la principal forma de almacenamiento de fosfato en vegetales. Dado que los peces son incapaces de degradarlo, su presencia en altos niveles en proteínas de origen vegetal genera problemas económicos y de contaminación ambiental en la industria acuícola. El ácido fítico se acompleja con otros componentes de la dieta (sales minerales, proteínas) y al no ser bioabsorbido por los peces, produce problemas de mal nutrición. Por otra parte, el ácido fítico presente en la dieta y que no es asimilado por el pez, es eliminado en sus heces. Esto conlleva su liberación al ambiente y la consecuente acumulación de fosfato tanto en los fondos acuáticos como en las aguas superficiales. Esta acumulación tiene un fuerte impacto ambiental, pues al ser degradado por microorganismos conduce a la eutrofización de los recursos hídricos y contribuye a la aparición de episodios de crecimiento explosivo de algas neurotóxicas, fenómeno conocido como marea roja [1]. La inclusión de fuentes vegetales en la dieta de peces genera además la paradoja que a pesar de la presencia de fitato, (con un consiguiente elevado contenido de fósforo no biodisponible), la dieta se debe suplementar con fosfato inorgánico libre, que es requerido por los peces, suplemento que constituye uno de los costos más altos en la formulación de esta dieta.

El ácido fítico es degradado biológicamente por la acción de enzimas, denominadas fitasas, que exhiben la capacidad de hidrolizar los grupos fosfatos del ácido fítico, para obtener fosfato inorgánico y productos menos fosforilados como inositol-trifosfato [2,3]; o inositol-monofosfato [4,5,6]. Estas enzimas están ausentes en animales monogástricos, incluyendo peces, aves y cerdos. Entonces, el suplementar el alimento con fitasas que degraden el ácido fítico, tiene el beneficio de, por una parte, evitar los costos nutricionales y ambientales de su presencia, y por otra, volver disponible el fosfato almacenado en el ácido fítico. En la alimentación de aves y ovinos se emplean hace años fitasas como suplemento y existe una activa industria de producción de enzimas.

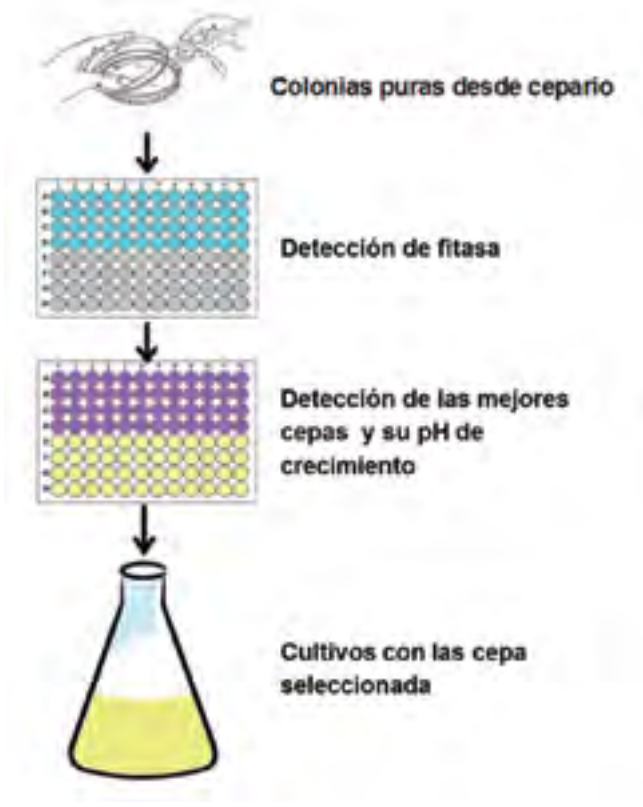


Figura 1. Protocolo de selección de las mejores cepas.

En el caso de peces, el uso de estas fitasas comerciales no es efectiva, pues las enzimas disponibles funcionan entre 40-60°C, acordes con las temperaturas fisiológicas de aves y cerdos, pero muy superiores a las propias de peces o a las presentes en las zonas de crianza. Regularmente estas enzimas comerciales muestran solo una actividad residual (<10%) a las temperaturas propias de la digestión en peces (10-16°C). No existe en el mercado mundial un preparado de fitasa con las características requeridas para que permita la digestión in vivo del ácido fítico en el tracto digestivo de peces. Nos propusimos identificar microorganismos productores de fitasas que sean activas a bajas temperaturas (10-16°C),

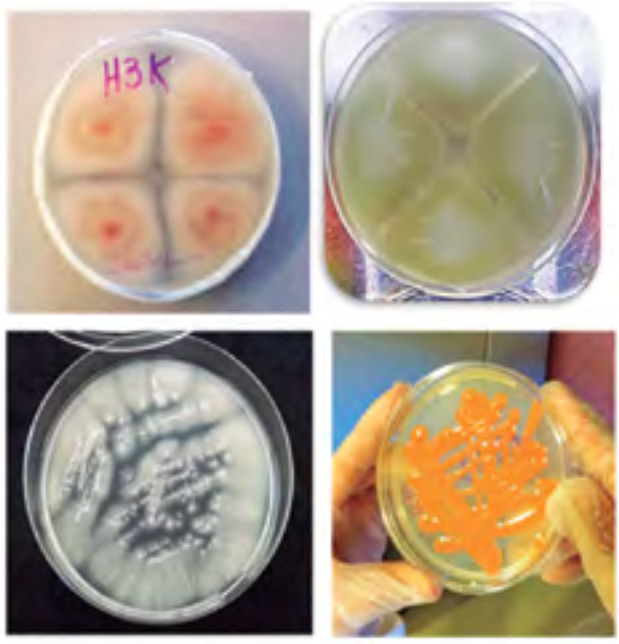


Figura 2. Hongos y levadura que presentaron mejor desarrollo en medio fítico.

los que pudieran servir como fuentes productoras de enzima para elaborar dietas funcionales para peces. Realizamos un rastreo de muestras de microrganismos aislados desde diferentes localidades costeras de las regiones X y XIV y probamos su capacidad de crecer, a baja temperatura, en un medio de cultivo que contienen ácido fítico como única fuente de fostato. En este trabajo describimos el aislamiento de microorganismos que crecen en estas condiciones y mostramos que ellos generan una fitasa activa a bajas temperaturas.

Metodología

Lugares de muestreo

Durante el año 2012 y hasta el mes de marzo del año 2013 se muestrearon superficies de algas en descomposición, superficies de roqueríos y aguas estancadas en diversas localidades de la región X y XIV. El muestreo se realizó empleando tórulas estériles con las cuales se frotaron las superficies.

Siembra y aislamiento

Cada muestra fue diluida y posteriormente se sembró en Agar Papa Dextrosa (Cloranfenicol 0,1 g/L) para el desarrollo de hongos y levaduras, y Agar Plate Count para el desarrollo de bacterias. Las placas fueron incubadas a 25°C por 72 y 48 h respectivamente.A partir de los microorganismos que crecieron en las placas con medios sólidos, conforme a la morfología de las colonias, se procedió a efectuar el aislamiento hasta obtener colonias puras.

Selección de cepas productoras de enzima fitasa según crecimiento a distintos pH

Se realizó un rastreo de bacterias, levaduras y hongos.

Para realizar los cultivos se utilizó un medio de cultivo líquido que contenía ácido fítico como única fuente de fosfato (medio fítico), en presencia de diferentes pH, entre 3,0 y 6,5. Los cultivos fueron incubados a 25°C por 5 días y se realizaron lecturas de absorbancia a 620 nm cada 24 horas.

Los microrganismos seleccionados en base a su mejor crecimiento en estas condiciones fueron posteriormente seleccionados por su capacidad de crecer en medio fítico, a 14°C y al pH respectivo para cada microorganismo. Los cultivos de 5 días fueron centrifugados (8.000 rpm, 15 min a 4°C), los extractos obtenidos fueron filtrados (0,22 μm) y concentrados (membrana 30 kDa).

Determinación de la actividad enzimática

La determinación de la actividad de fitasa se realizó mediante un ensayo que mide la cantidad de fosfato inorgánico liberado desde ácido fítico.Este método considera el uso de un reactivo colorimétrico (CRS) que al estar en contacto con fosfato inorgánico torna la mezcla de color amarillo al generar un complejo fosfomolíbdico que puede ser directamente detectado en un espectrofotómetro a 400 nm. Para la reacción se agregaron 5 uL de solución de ácido fítico 100 mM al pH necesario y 45 uL de muestra por triplicado en placa de ELISA, esto fue incubado a 14°C, posteriormente se agregó 200 uL del CRS y se leyó la absorbancia.

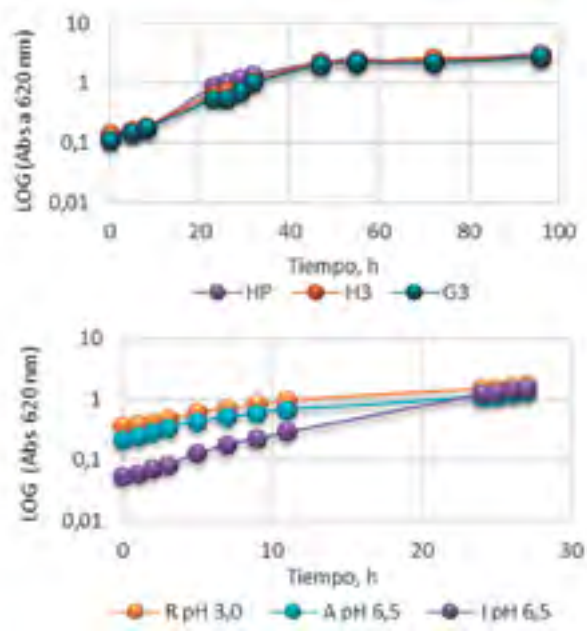


Figura 3. En la gráfica superior se presenta el crecimiento de los 3 mejores hongos en medio fítico, pH 4,5 a 14°C y en la gráfica inferior el crecimiento de mejores cepas de bacterias (A y I) y levadura (R) en medio fítico, 14°C y a sus respectivos pH.

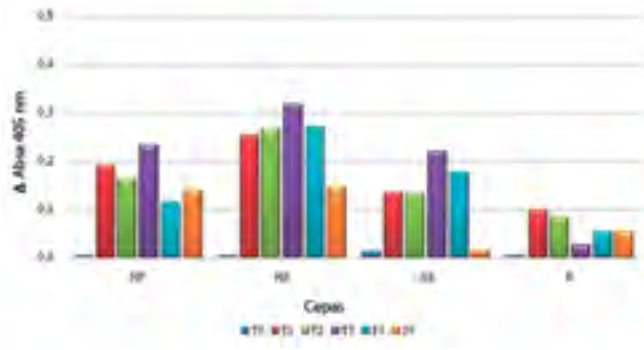


Figura 4. Niveles de producción diaria de la fitasa a 14°C (T0, TI, T2, T3, T4, T5, T6 corresponden al día 0 hasta el día 6).

Resultados

A partir de 208 muestras se lograron aislar 27 microorganismos a través de 4 protocolos de selección realizados de manera independiente (Figura 1). Entre estos microorganismos hubo 3 hongos, 1 levadura y 2 bacterias que presentaron mejor crecimiento en las condiciones de cultivo, usando el medio fítico (Figura 3). Cada uno de estos microorganismos mostró una morfología característica en cultivo sólido en placas de agar medio fítico (Figura 2).

Los organismos seleccionados, fueron evaluados por su capacidad de liberar la enzima fitasa en el medio de cultivo. Las mejores cepas productoras de enzima corresponden a los hongos HP, H3 y G3 y a la levadura (R).

La Figura 4 muestra que el tiempo de cultivo necesario para observar la máxima tasa producción de la enzima, fue de 3 días para los hongos seleccionados HP,H3 y G3, en tanto que para la levadura se obtuvo en el primer día. Luego de cultivar el hongo HP en medio sólido complejo, la filtración del extracto muestra que la proteína con actividad fitásica exhibe una masa molecular mayor a 30 kDa (Figura 5).

Discusión

Los principales avances de este trabajo se basan en que a partir de un repertorio amplio de muestras extraídas de ambientes diversos, hemos logrado identificar algunos microorganismos que son capaces de crecer usando ácido fítico como única fuente de carbono y energía. Hemos caracterizado condiciones para aislar estos organismos y para cultivarlos en condiciones de medio líquido, sólido en agar y sólido en medio complejos. Estos organismos expresan una enzima con la capacidad de hidrolizar ácido fítico a baja temperatura. La enzima muestra una masa molecular mayor que 30 kDa. Datos preliminares sugieren que este enzima tiene una masa molecular menor que 100 kDa, lo que la distingue de la masa descrita para la fitasa de *A. ficuum*, que es la enzima comercialmente más utilizada para alimentación animal (aves y cerdos). Resultará importante desarrollar la caracterización bioquímica de la enzima producida por los organismos seleccionados en esta etapa, con el objetivo de optimizar su comportamiento para su futuro uso como suplemento alimentario.

Conclusiones

- Hemos aislado cepas de organismos productores de fitasa activa a bajas temperaturas.
- Hemos caracterizado condiciones de cultivo de los organismos y de producción de la enzima.
- La enzima muestra actividad a baja temperatura y una masa molecular menor a la de fitasa de *A. ficuum.*

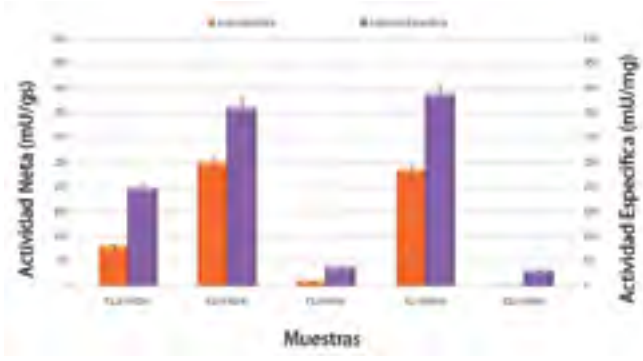


Figura 5. Ultrafiltración a través de cartuchos de 30 KDa (F= permeado; R= retenido; D = diafiltrado).

Referencias

[1] Baruah, K., Sahu, N. P., Pal, A. K., Debnath, D., 2004. Dietary phytase: an ideal approach for a cost effective and low polluting aqua feed. NAGA world Fish centre Quarterly, 27, 15-19.

[2] Kerovou, J., Lappalainen, I., y Reinikainen, T. 2000. The metal dependence of *Bacillus subtilis* phytase. 268: 365-369.

[3] Quan, C.S, Tian, W.J., Fan, S.D. y Kikuchi, J. 2004. Purification and properties of a low-molecular-weight phytase from *Cladosporium* sp. FP-1. 97:260-266.

[4] Wyss, M., Brugger, R., Kronenberger, A.,Remy, R., Fimbel, R.,Oesterhelt, G., Lehmann, M. y Van Loon, A.P.G.M. (1999). Biochemical Characterization of Fungal Phytases (myo-Inositol Hexakisphosphate Phosphohydrolases): Catalytic Properties. 65: 367-373.

[5] Casey, A. y Walsh, G. 2004. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. 110: 313-322.

[6] Sajidan, A., Farouk, A., Greiner, R., Jungblut, P., Muller, E.C. y Borriss, R. 2004. Molecular and physiological characterization of a 3-phytase from soil bacterium *Klebsiella* sp. ASR1. 65:110-118.

UN CONCEPTO DIFERENTE

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

Esteban Dell'Orto 6615
Las Condes, Santiago, Chile.
Tel: + 56 (2) 2430 1100

Av. Seminario 252
Puerto Montt, Los Lagos, Chile.
Tel.: +56 (65) 2331000

www.manquehuehoteles.cl

MANQUEHUE
HOTELES
SANTIAGO - PUERTO MONTT

Arriendo y Venta de Módulos

• Módulos Habitables • Módulos Oficina
• Baños y Salas de Cambio • Bodegas especializadas
• Instalaciones de faenas • Proyectos modulares especiales
• Módulos prearmados importados

Arriendo y Venta de Contenedores Marítimos

• Contenedores Refrigerados
• Contenedores 20"/40"

D&C Logística

Contáctenos:
ventas@spacewise.cl
800 380 000 • Spacewise.cl

SpaceWise.cl
Soluciones Modulares

THE ON LINE EXPERTS

D&C Group fue fundada hace más de 38 años, compañía dedicada a la logística, sus servicios y productos están orientados a aumentar la productividad y eficiencia en la administración de inventarios tanto de carga congelada como de containers marítimos a través del uso de alta tecnología en todos sus procesos internos y sistematización de las funciones de servicio al cliente, cuenta con un equipo humano altamente calificado y proactivo en beneficio de un servicio de alta calidad.

D&C Group a través de todos estos años, siempre ha mantenido el impulso por la innovación y excelencia, como toda empresa pionera ha experimentado éxitos y adversidades las cuales se han aprovechado para el crecimiento y fortalecimiento, aplicando permanentemente mejoras a todos sus procesos para alcanzar los desafíos que requieren todos sus clientes y el mercado en general.

Especial mención tiene el desarrollo de servicios para cargas sensibles que demandan control de temperatura como las refrigeradas, particularmente en el sur del país y en la zona central lo que se denomina como el Triángulo Logístico de la zona central y en la cadena logística lo que concierne con la administración de Inventarios y servicios logísticos tanto a exportadores como importadores de nuestro país.

La extensa red de terminales D&C cubre desde Arica hasta Puerto Montt, incluyendo instalaciones en Arica, Iquique, Antofagasta, Valparaíso, San Antonio, Santiago, Talcahuano y Puerto Montt, con oficinas comerciales en puntos intermedios como Chillán, Temuco y pronto en La Serena, Talca, Valdivia y Chiloé.

Depósitos

D&C Group posee una amplia red de depósitos ubicados en los principales puertos y ciudades del país desde Arica hasta Puerto Montt, enfocados en brindar servicios de almacenaje, manipulación y mantención de contenedores marítimos, junto con servicios de apoyo logístico como son: shipkits, gen set y servicios a reefer. Los cuales están orientados a propietarios y operadores de contenedores dry o reefer.

Logística

El área de Logística de *D&C Group* permite al cliente dejar a cargo de sus operaciones a personal experto en el área, con el fin de mantener una disponibilidad óptima de sus productos y una operatividad en sus procesos de abastecimiento y mantención de inventario, otorgando servicios de consolidado, transporte y manejo de carga en sus distintas etapas.

Bodegas

D&C Group ha establecido centros de distribución propios ubicados en distintas ciudades del país; además de un centro especialista en el manejo de carga refrigerada en Puerto Montt. Estas Unidades poseen personal técnico altamente calificado en el manejo y administración de inventarios, junto con brindar servicios de valor agregado a la carga tanto seca como refrigerada

Soluciones Modulares

D&C Group ha desarrollado unidades de negocio especializadas en la transformación de contenedores marítimos y producción de estructuras modulares, a fin de entregar respuesta a los requerimientos de instalaciones temporales o construcciones definitivas, logrando desarrollar proyectos modulares de forma rápida y flexible, con el objetivo de satisfacer de la mejor forma los requerimientos del mercado.

JOINT VENTURE

D&C Group con el objetivo de ampliar los servicios logísticos a sus clientes y responder a la fuerte demanda del mercado *D&C Group* y *Agility Logistics* han generado un *joint venture*, ambas compañías con Certificación ISO 9001-2008 líderes del mercado logístico y una amplia experiencia en el manejo de cargas perecederas han unido fuerzas, creando una nueva unidad de negocios dedicada a la operación y administración tanto de cargas sensibles a la temperatura como *Dry*, de esta forma garantizamos la cadena completa de servicios para este tipo de *comodities* con un alto nivel de compromiso y seguridad, con una variada gama de servicios y un staff de profesionales altamente capacitados.

Agility es una compañía multinacional con más de 150 años de experiencia en el mercado y ubicados entre los diez más importantes operadores logísticos del mundo, cuenta con más de 550 oficinas en más de 100 países a nivel mundial y ha estado presente en el mercado nacional por más de 45 años y desde el año 2006 bajo el nombre *Agility,* cuenta con oficinas en Santiago, Puerto San Antonio, Aeropuerto internacional de Santiago, Iquique, Antofagasta y actualmente presente junto a D&C en Puerto Montt. Ambas empresas se han unido para ofrecer un servicio único para optimizar los tiempos y costos, logrando entregar a los clientes una gran ventaja competitiva a sus productos, desde sus plantas o frigoríficos a todos los destinos en el mundo que requieran sus clientes.

FLUJO LOGISTICA INTEGRAL DYCSA AGILITY

SERVICIOS

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

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.

PRÓXIMAMENTE
Centro de Investigación de Desarrollo para la Calidad del Agua

SERVICIOS

Automatización para el control de calidad de aguas ▪ Medición, dosificación y control de pH ▪ Tecnología en floculación
CONTROL Y ELIMINACIÓN DE MINERALES: FIERRO, COBRE, ALUMINIO, ZINC Y MATERIA ORGÁNICA DEL AGUA
Tecnología en UV ▪ Tecnología en ozono

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

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

E-mails:
servicios@dinotec.cl
ventas@dinotec.cl

SpaFish Austral

by Dinotec Chile Ltda.

Tratamiento preventivo de agua por floculación hidráulica

Hernán Chacón Cañas

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 Acuicultura, 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.

www.rilab.cl

Rilab Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Soluciones tecnológicas de vanguardia

Ambiente

AdvantEdge series™

scientific

Electródos de medición en línea

Sensor de sólidos suspendidos totales. Conecte este sensor de sólidos a un PLC para integrarlo, sin problemas, con sistemas de control industrial. Utilice cualquier computador para datos de visualización, calibración y personalizar la medición sin un analizador intermedio (caja electrónica). Este sistema versátil es ideal para el seguimiento de todos los sólidos y sus concentraciones en una planta de tratamiento de aguas residuales.

Medidores en línea para:

- Ozono
- Cloro libre
- Sólidos suspendidos
- pH
- Temperatura
- Turbiedad
- Oxígeno disuelto
- UV
- ORP
- Conductividad
- Plug and Play
- Aqua Select de hasta cuatro canales

LaMotte · VICAM · OAKTON · IUL · sdix

Representante exclusivo:
Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.
E-mail: rilab@adsl.tie.cl - Fono/Fax: (56-2) 2688 2010

YO CUIDO EL AGUA

Aplicación de floculación hidráulica y mecánica como alternativas de estabilización y corrección de calidad fisicoquímica de agua para la industria acuícola en Chile

Carlos Pessot y Hernán Chacón
carlos.pessot@aquaknowledge.cl
servicios@dinotec.cl - ventas@dinotec.cl

Introducción

El inicio de la industria acuícola en Chile, trajo consigo un importante desarrollo e incorporación de tecnologías orientadas a optimizar o satisfacer la necesidad de aumentar la eficiencia productiva, actualmente incluyendo compatibilidad con el ambiente y sustentabilidad. En este proceso, el aporte de conocimiento local y extranjero ha permitido también, establecer líneas base sobre las cuales implementar mejoras asociadas a operación y procesos. En este marco uno de los ámbitos de importancia al que aún la industria debe apuntar con atención y visión de sustentabilidad, es el agua. Diversos estudios, traducidos en publicaciones han permitido determinar la alta variabilidad que presentan las aguas dulces en nuestro país. Esta variabilidad, sigue un patrón estacional, y también posee un componente geográfico y geológico. Este último menos predecible y poco estudiado.

En los últimos años (2006 en adelante), importantes levantamientos y caracterizaciones se han llevado a cabo que han permitido en un número acotado de casos establecer el comportamiento en el tiempo de cuerpos de agua que son utilizados para la producción de peces (1, 2, 3, 4). Igualmente se ha ahondado en el conocimiento del control, manejo de la calidad del agua y su efecto sobre la fisiología de los peces en sistemas de recirculación (5). Estos avances si bien, han permitido abordar y/o sobre llevar esta condición a aquellas empresas que han realizado levantamientos, aún son insuficientes y no han incorporado un factor que se hace cada vez más evidente y se hará muy pronunciado en los próximos años.

Efectivamente el efecto del cambio climático, se sumará a los factores anteriores, incidiendo no solo sobre aspectos cuantitativos (cuadales, disponibilidad), sino también sobre la composición fisicoquímica del agua.

Ante tales desafíos, se vuelve necesario, por un lado conocer aún mejor en cantidad y detalle las tendencias anuales, desarrollar modelos predictivos que incorporen el efecto de cambio climático y desarrollar o poner a disposición de la industria tecnología robusta y versátil, que permita estabilizar la condición del agua en las instalaciones productivas de agua dulce.

En la actualidad existen estudios en proceso de publicación que fueron diseñados para el desarrollo de tecnologías que utilizan matrices minerales de origen natural con capacidad de modular y estabilizar la condición de las aguas de ingreso. Estas tecnologías permiten, como se indica, reducir las fluctuaciones de calidad de agua de ingreso en relación a la composición mineral, particularmente reduciendo concentración de metales y mejorando el aporte de calcio y en algún grado magnesio.

A la alternativa anterior se suman tecnologías existentes con alto grado de eficiencia, que aún no son totalmente conocidas por la industria y que resultan una solución efectiva para ser implementada en sistemas (pisciculturas) que requieren de estabilización y corrección de composición fisicoquímicas. Estas solo requieren ser adaptadas a las exigencias de caudal utilizado en cada piscicultura en particular y basan su efecto en los conceptos de floculación hidráulica y floculación mecánica resultando de un alto nivel de eficiencia particularmente en pisciculturas de recirculación. Estando su efecto sustentado en conceptos simples relacionados con la dinámica del movimiento del agua y el control de pH resultan ser altamente robustas, efectivas y de fácil manejo.

Antecedentes que demuestran la variabilidad del agua dulce en Chile

La posibilidad de realizar espectros de absorción en el rango UV-Vis (190 – 700 nm) en aguas dulces de origen natural resulta una herramienta de gran utilidad para conocer el comportamiento de un cuerpo de agua. Utilizando esta alternativa ha sido posible establecer correlaciones entre algunas variables fisicoquímicas de importancia y longitudes de onda específicas para un mismo cuerpo de agua. Las figuras 1 y 2 muestran los perfiles de absorción de 6 y 3 cuerpos de agua diferentes ubicados en macro zonas distintas (zonas 1 y 2 respectivamente), (estudios desarrollados por Aquaknowledge). En la figura 1 se puede ob-

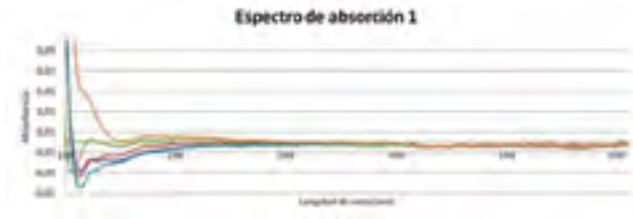


Figura 1. Espectros de absorción de 6 cuerpos de agua diferentes ubicados en una misma zona (zona 1).

Figura 2. Espectros de absorción de 3 cuerpos de agua ubicados en una misma zona (zona 2).

servar que los espectros de absorción aun siendo para una sola zona presentan diferencias importantes, particularmente en el rango del espectro de emisión entre 190 y 390 nm. Lo mismo se observa en la figura 2, muestras obtenidas de una misma macro zona (zona 2), diferente a la anterior. Entre si presentan importantes variaciones dentro del mismo rango de longitudes de onda.

Por otro lado si se comparan los espectros de absorción entre las zona 1 y 2 es posible ver que las diferencias se hacen aun mayor mostrando al menos 2 órdenes de magnitud de diferencia. Como se indica anteriormente se ha podido establecer, que existen fuertes correlaciones entre ciertas longitudes de onda y variables fisicoquímicas de importancia para la producción de peces. La figura 3 muestra como la concentración de Carbono Orgánico Total presenta un alto coeficiente de correlación (R2 = 0,9586) con una longitud de onda determinada. De la misma forma la figura 4 muestra como la concentración de Calcio, presenta un alto coeficiente de correlación (R2 = 0,9229) y una relación inversa con una longitud de onda determinada.

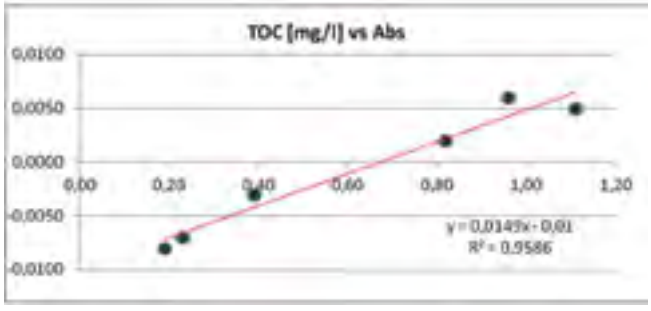


Figura 3. Muestra un gráfico de regresión y el coeficiente correlación (R2 = 0,9586) entre la concentración de Carbono Orgánico Total y una absorbancia determinada para 6 cuerpos de agua ubicados en una misma zona (zona 1).

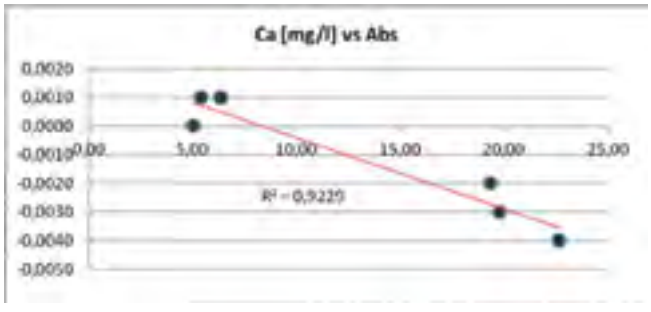


Figura 4. Muestra un gráfico de regresión y el coeficiente correlación (R2 = 0,9229) entre la concentración de Calcio y una absorbancia determinada para 6 cuerpos de agua ubicados en una misma zona (zona 1).

De la misma forma la figura 5 muestra un gráfico de regresión entre el Carbono Orgánico Total (TOC) y absorbancia a una longitud determinada para la zona 2. Igual que en el caso anterior el coeficiente de correlación es alto (R2 = 0,935). Este tipo de correlación no solo se mantiene para cuerpos de agua dentro de una misma zona, sino también cuando se incorporan en la regresión cuerpos de agua de distintas zonas. La figura 6 muestra como se mantiene un alto coeficiente de correlación (R2 = 0,9731) cuando se realiza un análisis de regresión con todas las muestras.

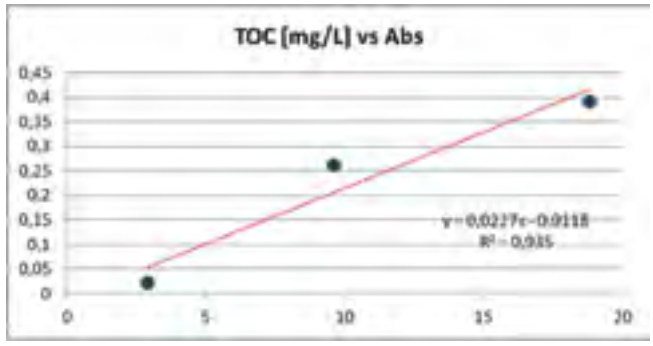


Figura 5. Muestra una regresión entre concentración de Carbono Orgánico Total (TOC) y absorbancia a una longitud de onda determinada para la zona 2.

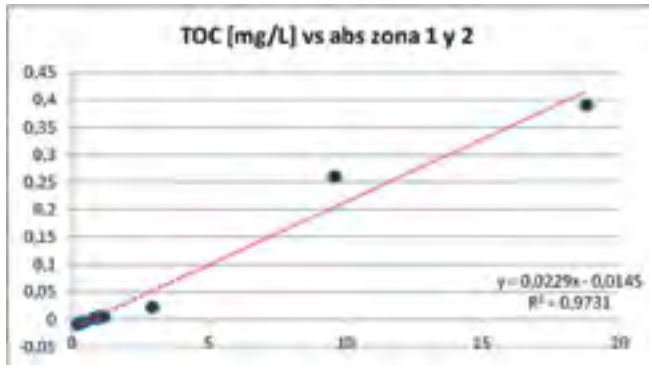


Figura 6. Muestra una regresión entre concentración de Carbono Orgánico Total (TOC) y absorbancia a una longitud de onda determinada para muestras de la zona 1 y 2.

Utilizando este el criterio basado en la dependencia del espectro de absorción de la composición fisicoquímica del agua Aquaknowledge ha podido confirmar, basándose en un número importante de cuerpos de agua, la alta variabilidad entre cuerpos de agua y la alta variabilidad de un mismo cuerpo de agua en un régimen estacional.

La información a la fecha deja ver que tratándose de sensibilidad de peces y en especial especies salmonídeas las fluctuaciones de composición fisicoquímica del agua dulce en las zonas en las que se desarrolla la acuicultura en Chile pueden ser un factor incidente sobre la calidad de los peces que ingresan al mar. Lo anterior permite plantear la posibilidad de que exista heterogeneidad en los grupos que llegan al mar luego de smol

tificación. Esto puede ser aún más relevante si se considera que las fluctuaciones observadas tienen efectos adversos sobre la calidad fisiológica en los peces (5). Esta realidad puede presentarse en otros lugares del planeta, sin embargo, las tecnologías que puedan resolver el problema solo pueden ser desarrolladas e implementadas internamente dado que Chile es el único país que combina una gran industria acuicultura (la más grande de America, incluida America del sur y America del Norte, siendo el segundo o primer productor de especies salmonideas del globo) con cuerpos de agua dulce altamente fluctuantes.

Floculación Hidraúlica y Floculación mecánica como una solución a la estabilización de aguas

Reducción de solubilidad de elementos

El uso de la floculación hidráulica y mecánica como una forma de estabilizar el agua dulce en sistemas productivos (piscicultura) se vuelve una forma efectiva para apuntar al objetivo de lograr procesos productivos homogéneos y de buena calidad.

En este contexto, el uso del pH es la herramienta fundamental para apuntar a estabilizar y modular la composición mineral del agua. La figura 7 muestra la dependencia de la solubilidad de diferentes metales en función del pH. Esta propiedad es una de los fundamentos utilizados por por DINOTEC Chile Ltda en la aplicación de sus sistemas de estabilización de aguas. La solubilidad de un elemento (metal) puede reducirse hasta en 4 órdenes de magnitud como resultado solo de la modulación del pH cuando se obtiene especies con carga neutra.

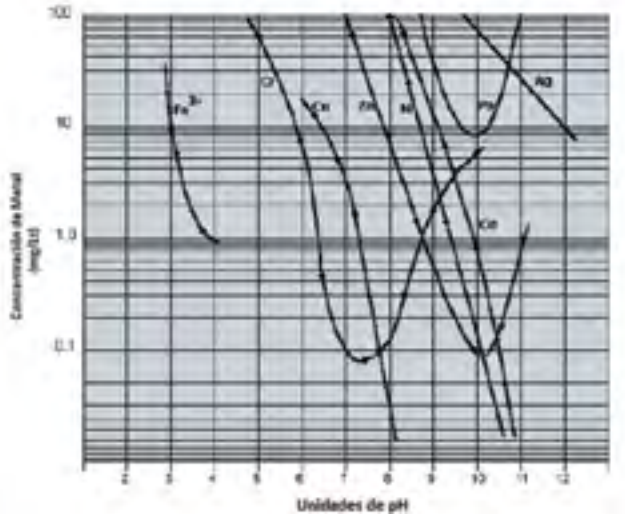


Figura 7. Concentración de metal disuelto en una solución acuosa en función del pH

Para representar lo anterior, un buen ejemplo a mostrar es el caso del Aluminio. Este metal puede ser el que esté produciendo mayores efectos adversos en etapas de agua dulce en la industria acuícola en Chile. Su presencia es ubicua y el aporte en cuerpos de agua dulce es altamente variable dependiendo de factores estacionales (climáticos) y posiblemente geológicos (temblores, terremotos). Los efectos del aluminio en concentraciones que afectan a los peces van desde efectos adversos crónicos asociados a reducción de la capacidad respiratoria y osmorregulatoria, hasta eventos de mortalidad aguda por obstrucción total de la función branquial respiratoria.

La figura 8, muestra las especies de aluminio presente en función del pH. En este gráfico se puede observar como el Aluminio total (línea café) se iguala al hidróxido de aluminio (línea azul) en torno a pHs entre 6,8 y 7,4. Esta condición ideal en una solución acuosa pura es desplazada en aguas de origen natural dada la presencia de otros componentes (condición presentada en la primera parte de este documento).

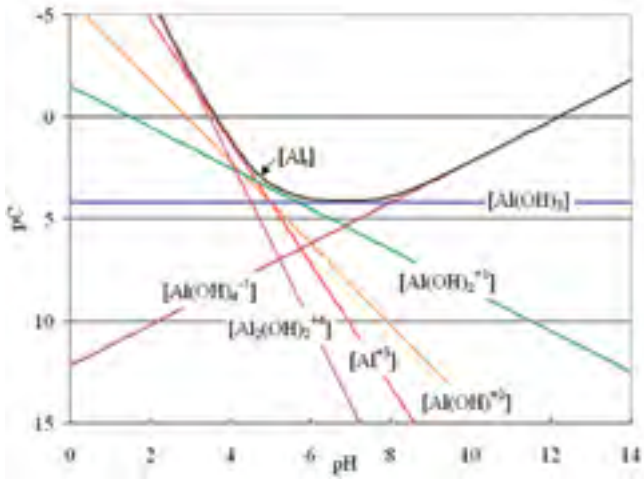


Figura 8. Muestra la proporción de especies de aluminio en función del pH, normalizando a concentración constante de hidróxido de aluminio (Al(OH)3) especie insoluble.

La alta variabilidad de la calidad natural del agua en dulce expone el agua a variaciones importantes de pH dependiendo de los niveles de Calcio que presente, en este marco es que las especies de aluminio presentes pueden ser muy diversas y lo que es más importante en el contexto de salud de peces, pueden estar sucediendo en el entorno donde los peces se desarrollan. La tabla 1, muestra los equilibrios y especies de aluminio que pueden estar presentes dependiendo de factores como el pH y otros que modulan el desplazamiento de estos equilibrios (Calcio, Materia Orgánica. Por ejemplo).

Dado que la composición del agua en distintos cuerpos de agua natural, mantiene disueltos una gran cantidad de elementos y compuesto químicos (de origen inorgánico y orgánico), la aplicación de un sistema de floculación basado en la modulación del pH, requiere de conocer la composición química del agua que será estabilizada, de la misma forma las fluctuaciones de pH.

Floculación hidráulica y separación mecánica

La tecnología de los sistemas para estabilización de agua de DINOTEC Chile Ltda (6) posterior a la aplicación de la modulación de pH como una forma de reducir la solubilidad de metales, aplican en una segunda etapa conceptos de hidráulica y mecánica

Equilibrio de Aluminio Metálico

$3e^- + Al^{3+} = Al$

$3e^- + Al(OH)_3 + 3H^+ = Al + 3\ H_2O$

$6e + Al_2O_3.H_2O + 6H^+ = 2Al + 4H_2O$

$3e^- + AlO_2^- + 4\ H^+ = Al + 2\ H_2O$

$3e^- + Al(OH)^{2+} + H^+ = Al + H_2O$

$3e^- + Al(OH)_2^+ + 2\ H^+ = Al + 2\ H_2O$

Equilibrio de formas sólidas y oxidadas

$Al(OH)_3 + H^+ = Al(OH)_2^+ + H_2O$

$Al_2O_3.H_2O + 2H^+ = 2\ Al(OH)_2^+$

$Al(OH)_3 + H^+ = Al(OH)^2 + + H_2O$

$Al_2O_3\text{-}H2O + 4\ H^+ = 2\ Al(OH)^{2+} + 2\ H_2O$

$Al(OH)_3 + 3\ H^+ = Al^3 + + 3\ H_2O$

$Al_2O_3.H_2O + 6\ H^+ = 2\ Al^{3+} + 4\ H_2O$

$Al(OH)_3 = AlO_2^- + H^+\ H_2O$

$Al_2O_3.H_2O = 2\ AlO_2^- + 2\ H^+$

Equilibrio de formas solubles de aluminio oxidado

$AlO_2^- + 4\ H^+ = Al^{3+} + 2\ H_2O$

que permiten retirar los elementos que deben ser estabilizados o reducidos en concentración.

Para lo anterior, posterior a la modulación de pH para reducir solubilidad (partículas sólidas), la aplicación de física hidráulica permite activar el proceso de floculación que apunta a aumentar el tamaño de partículas insolubles. En esta fase, la aplicación de flujos laminares no turbulentos activan el aumento de tamaño de partícula que sigue una dinámica exponencial. Contrario a lo que habitualmente se busca, el aumento de tamaño de compuesto que se insolubiliza, no es para generar sedimentación. La sedimentación favorece la formación de biofilms que finalmente tienen otro tipo de implicancias y efectos no deseados.

En la fase de floculación y uso de dinámica hidráulica se logran mantener en suspensión los elementos insolubilizados permitiendo mantener un sistema limpio, que en forma permanente reduce el nivel de metales, estabiliza la composición química del agua y evita la sedimentación reduciendo la producción de biofilm. Como resultado el sistema presenta en forma permanente un aspecto visual cristalino y eliminación de metales tóxicos en el agua.

En una tercera fase los elementos que han sido floculados se retiran por medio de filtración sobre una fracción del volumen total de agua del sistema. El manejo hidráulico de todo el volumen de agua del sistema, permite que solo una fracción de este permanezca con material floculado en suspensión. Lo anterior evita, por un lado la sedimentación (y generación de biofilm) y por otro lado la aplicación de filtración, solo a una pequeña fracción del volumen del agua que es la que arrastra el material particulado (floculado) en suspensión.

Discusión

Los antecedentes existentes en relación a esta problemática, permiten proyectar que las soluciones ante los desafíos existentes en los sistemas productivos de agua dulce guardan relación con el desarrollo interno de soluciones. Sin embargo, estas están sujetas a un entendimiento holístico de la dinámica hidrológica en paralelo con la dinámica fisicoquímica del agua. Lo anterior debe ser la base para la aplicación de tecnologías que permitan resolver o corregir fallas actuales del sistema que tienen su origen en las fluctuaciones de la calidad del agua dulce. Las tecnologías a aplicar deberán o podrán ser innovadoras, pero también conociendo el fundamento del problema podrán aplicarse tecnologías ya existentes, como son las que se mencionan.

En este contexto, las tecnologías que se exponen en el presente trabajo, resultan una alternativa viable eficaz, si se complementa con los sistemas productivos existentes en Chile que están expuestos a fluctuaciones fisicoquímicas como las que han sido expuestas.

Bibliografía

1 Pessot, C., Aatland, Aa., Skryseth, L., Rosten, T. y Kristensen, T. (2010) "Calidad de agua para producción de peces en una industria acuícola sustentable". Versión Diferente, año 7, N° 12: P 88-91.

2 Pessot, C. y Kristensen, T. (2011). "Presencia de metales y efecto subletal en peces durante producción de agua dulce" Versión Diferente, año 8, N° 14: P 131-134.

3 Pessot, C. (2011). "Discusión de los efectos dados por la variación en concentraciones de aluminio y calcio causados por factores naturales, sobre etapas tempranas de desarrollo en sistemas productivos de agua dulce en Chile y población silvestre de peces". Versión Diferente, Año 8, N°15.

4 Pessot, 2012. Efectos de Cobre y Aluminio en etapas tempranas de desarrollo de Salmón del Atlántico *(Salmo salar L.)*. Revista Versión Diferente 17(9): 34-36.

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

6 Chacón, H y Enriquez, R (2012) Spa Fish Austral. Tratamiento de agua por recirculación para floculación, medición, regulación y control de pH en forma autoamtizada en agua de cultivo para peces salmónidos. Versión Diferente 15: 26-17.

ICE MARKET®

Con certificación HACCP que garantiza la inocuidad del producto

Producción de Hielo en Escamas de 280 toneladas por día

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

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

Estanques de almacenamiento para 110 metros cúbicos

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

Pedidos o consultas comunicarse a :

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

www.icemarket.cl

aislapol®

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

CAJAS TERMICAS

PANELES FRIGORIFICOS

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

AUTO EXTINGUIBLE

RECICLABLE

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

ProntoForms: La solución para las empresas que brinda eficiencia y movilidad

Esta nueva aplicación de Entel Empresas permite completar en terreno y desde cualquier dispositivo, formularios de venta, inspecciones, auditorías, encuestas y reportes.

Quienes realizan labores en terreno saben que es todo un desafío ingresar datos en papel y luego regresar a una oficina a traspasar toda esa información a un computador o a las bases de datos de la empresa. Este extenuante trabajo toma varias horas y no está exento de errores, debido a problemas de digitación, entre otras fallas que puede tener el proceso.

Para facilitar esta tarea Entel Empresas ofrece ProntoForms, una solución móvil world class que captura información en terreno fácilmente, ya sea desde un smartphone o desde una tablet. Esta herramienta permite obtener datos en tiempo real de manera completa y estandarizada, lo cual minimiza eventuales errores de transcripción y mejora la toma de decisiones.

Con esta aplicación también se pueden tomar imágenes, capturar una firma, leer códigos de barra o hacer cálculos automáticos, entre otras múltiples funcionalidades, lo que se traduce en un uso más eficiente de tiempo y recursos.

ProntoForms opera con cualquier sistema operativo Android, iOS, Windows Phone o BlackBerry. Entrega información estructurada, en documentos formateados y no requiere infraestructura, ya que como es un servicio en la nube, no es necesario invertir adicionalmente en instalaciones. Los formularios se pueden construir mediante el acceso a una página web de administración, desde donde también es posible monitorear a los trabajadores en terreno mediante la recepción de formularios electrónicos.

"Como Entel Empresas siempre estamos buscando nuevos servicios que agreguen valor a nuestros clientes. ProntoForms es una solución transversal al tamaño de las empresas y se adapta a todo tipo de industrias. Esta herramienta permite realizar múltiples acciones, desde auditorías a determinados procesos, inspección en puntos de ventas, completar solicitudes de un servicio, realizar ventas en terreno, hasta entregar mercadería", explica el gerente de Marketing de Productos de Entel Empresas, Gustavo Larraín.

Una herramienta a la medida

Para poder personalizar la aplicación, el mismo cliente puede generar sus formularios de uso y adaptarlos a la información que necesita recopilar. Así, puede darle un enfoque más preciso y mejorarlo continuamente.

Entre sus ventajas, ProntoForms no requiere de conectividad para operar, porque la aplicación guarda la información de manera local y la envía una vez que recupera la señal. Por esta razón es que esta herramienta ha tenido gran acogida por parte de las compañías, tanto en Santiago como regiones.

"Nuestros clientes actuales usan esta solución principalmente para hacer de las ventas un proceso mucho más eficiente, lo que permite aminorar costos de tiempo, trabajo y respaldo de información. Además, es una solución muy fácil de usar, entonces tampoco hay que invertir recursos para que la organización aprenda a utilizarla", señala Larraín.

ProntoForms nació el año 2002 y rápidamente tuvo una gran expansión en Estados Unidos, en Canadá y ahora parte su expansión junto a Entel para Latinoamérica. A lo largo de su trayectoria se ha unido a empresas de gran tamaño y a otras más pequeñas pero siempre poniendo el foco en la optimización del proceso del trabajo en terreno.

Las ventajas de ProntoForms

En la nube

ProntoForms es una solución que opera en la nube, por lo tanto, permite a las empresas obtener un mayor retorno en menos tiempo. Se pueden conectar con servicios alojados en el cloud e integrarlos con el back office, además de realizar subidas automatizadas a través de FTP o HTTP. Tiene conectividad con servicios Cloud como Google Docs, Office 365, Evernote, SkyDrive, Dropbox y Box.net y notificación de emisión de formulario vía email, Facebook y Twitter. También se pueden exportar PDF, CSV, DOCX y XML.

Mayor control

La recolección móvil de datos entrega a las empresas mayor control sobre las actividades de sus trabajadores en terreno, ya que se puede saber en línea lo que están haciendo en todo momento. De esta forma, es posible organizar y monitorear de mejor manera las actividades de los trabajadores en terreno, enviar órdenes de trabajo a las personas en terreno, individuales o grupales, a través del portal web de ProntoForms, y eliminar viajes innecesarios a la oficina. Tiene opción de pre rellenado de los formularios, permite no repetir el ingreso de información y se pueden compartir formularios con todos los trabajadores.

Seguridad

Para resguardar la seguridad y confidencialidad de los datos, el administrador y el usuario móvil tienen credenciales de acceso como primera barrera. Además, la información nunca queda en el dispositivo, este sólo contiene la plantilla por lo tanto si el teléfono o tablet se pierde, se lo roban o se echa a perder, la información no se pierde ni se filtra. Adjunto a esto hay un protocolo de confidencialidad muy estricto y estándares de seguridad "world class" que se actualizan constantemente.

ALLI DONDE NOS NECESITE

Incrementa su participación en la Zona Sur

Para nadie es desconocido el repunte en términos de volumen de la industria del salmón. Durante los últimos años se ha evidenciado como la industria se ha vuelto aponer de pie y nuevamente demandar los diferentes tipos de servicios que su cadena logística requiere.

Es por ello que SAAM, empresa que en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, ofrece servicios integrales a la industria acuícola en general, y en su afán de ir al ritmo que demandan sus clientes, ha optado por ampliar sus instalaciones en la ciudad de Puerto Montt.

Actualmente, se encuentran en etapa de construcción dos cámaras de frigoríficas de 630 m^2, cuya capacidad en conjunto alcanzarán las 1800 toneladas de productos congelados, además de una antecámara de 270 m^2.

Dentro de las principales características de estas dos nuevas cámaras de frío podemos mencionar lo siguiente:
Racks: 1680 posiciones Pushback, sistema de almacenamiento de carga de alta velocidad en operación que permite una óptima gestión de carga de productos con alta 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 en sistema LIFO y FIFO a la misma vez.

Sala de máquinas: Sistema de frío respetuoso con el medio ambiente en base a refrigerante Amoniaco 100% ecológico (no daña la capa de ozono), con monitoreo remoto. Incorpora compresor tornillo con bajo impacto auditivo. Capacidad de -25°C de temperatura ambiente, con temperaturas de contacto al producto en torno bajo los 20 grados bajo cero.

La puesta en marcha de esta nueva infraestructura está prevista para el mes de Abril del presente año.

Con esta inversión, SAAM contará con un total de 3600 toneladas de almacenaje en cámaras frigoríficas y con 290 conexiones para contenedores reefer, lo que constituye 6500 toneladas adicionales a la capacidad en cámaras.

Leonardo Palomo, Agente de SAAM en Puerto Montt, comenta que dentro de los principales objetivos de SAAM en Puerto Montt, está en prestar servicios integrales de calidad que se enmarquen en las necesidades de cada cliente. Para ello, brindamos servicios desde las plantas de procesos hasta los puertos de embarque, servicios dentro de los cuales podemos destacar, Almacenaje en Cámaras, Consolidación y Desconsolidación de Contenedores Reefer, Clasificación y Selección de Cargas, Transporte, etc.

Respecto del manejo de carga de nuestros clientes, trabajamos con un control de stock caja a caja, lo que nos permite disponer de la completa trazabilidad de la carga durante todo el proceso de almacenaje (Recepción, Almacenaje, Selección y Despacho). Para lo anterior, contamos con sistemas de clase mundial, como es el caso del sistema SAP, implementado en el año 2013 recién pasado, lo que conlleva no solo al control de stock sino que también en la disminución en los tiempos de recepción y despachos de la carga en nuestro terminal.

Otro de nuestros servicios que hemos implementado en los últimos años y que está a disposición de nuestros clientes, es el transporte de cosecha de salmones mediante la utilización de equipos TankTainers, unidades que poco a poco han ido desplazando la utilización de bins plásticos que se utilizaban para dicho fin.

Nuestros equipos están construidos en acero inoxidable, con aislación térmica y cuyas medidas corresponden a las dimensiones de un contenedor marítimo de 20 pies. Con ellos, podemos asegurar y garantizar un sin número de ventajas durante el traslado del producto hacia las plantas de proceso, como son: menores costos en insumos, evita las pérdidas de producto, por su hermeticidad permite un mayor control sanitario durante el transporte como también un mejor control de temperatura.

Integrar la industria acuícola a través de nuestros servicios, es los que nos motiva día tras día a trabajar intensamente, optimizando procesos, contar con moderna infraestructura, con tecnología de punta, para satisfacer y responder de la mejor forma a los requerimientos y necesidades de cada uno de nuestros clientes.-

Leonardo Palomo Buccelloni
Agente SAAM Puerto Montt

REPORTE DE CASO: Análisis del Impacto de la Actividad Acuícola en Sedimento, Variaciones Temporales en una Concesión

Aquagestión
Una empresa CFR

P. Santibáñez[1], H. Cares[2], A. Rojas[1], J. Toro, E. De la Fuente
[1]Departamento de Innovación y Desarrollo, Aquagestión S.A.
[2]División Medio Ambiente, Aquagestión S.A.
pablo.santibanez@aquagestion.cl

Introducción

En Chile, la acuicultura ha tenido un desarrollo explosivo en los últimos años, relacionado directamente al crecimiento en la producción acuícola, particularmente la salmonicultura. Esto conlleva a una creciente preocupación por los impactos ambientales generados por la actividad acuícola. Pese a la amplitud y magnitud de los efectos ambientales que la acuicultura tienen sobre el medio ambiente, el conocimiento que tenemos del impacto real es vago, fragmentario y en la mayoría de los casos, está basado en estudios que no cumplen con estándares técnicos que permitan dar una cuenta real de la situación.

Los impactos ambientales producidos por prácticas acuícolas se categorizan en los efectos producidos por la generación de desechos (fecas, productos nitrogenados y alimento no ingerido), alteraciones producidas por la introducción de especies y los efectos sobre la conservación de especies endémicas como consecuencia de las actividades de la acuicultura, impactos relacionados a cambios físicos, químicos y biológicos, tales como el incremento en la cantidad de materia orgánica, materias sólidas, tasa de mineralización de nitrógeno, menor tamaño de partículas y desarrollo de bacterias y diatomeas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la actividad acuícola en un centro de cultivo sobre el sedimento, entre los periodos 2011-2012.

Materiales y métodos

Toma de muestras

La concesión utilizada como lugar de estudio, está ubicada en la comuna de Quellón, Provincia de Chiloé, X Región (Figura 1).

La profundidad en ambos períodos fueron registradas a través de un GPS con ecosonda incorporado (GPSMAP 421s, Garmin). En terreno, la obtención y medición de las variables relativas al sedimento fue realizada a través de una draga tipo Van Veen modificada de 0,1 m^2 y un equipo de medición portátil y multiparamétrico pH/mV(model 967901, ThermoOrion).

Para analizar las variables requeridas sobre la columna de agua se utilizó un CTDO (modelo 6600-D,YSI) junto a un navegador, el cual permitió georreferenciar las estaciones de monitoreo.

Fueron consideradas 30 muestras, las cuales corresponden a 10 puntos: 8 estaciones con 3 réplicas cada una en el área de sedimentación distribuida uniformemente en el perímetro de los módulos y 2 estaciones de referencia o Control con 3 réplicas cada una situadas en los vértices con profundidades menores del área concesionada.

Figura 1. Lugar de estudio. Se indica el lugar geográfico donde fueron tomadas las muestras.

Análisis de muestras

El análisis de las muestras de materia orgánica, granulometría y Macrofauna, fue realizado conforme los procedimientos descritos en la Res. Exe. Nº 3612/09, la cual fija las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la InformaciónAmbiental (INFA).

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron efectuadoscon el software XLSTAT 2013 v.6.03. Se aplicó un ANOVA para evaluar las diferencias significativas ($p < 0,05$), entre períodos (2011-2012) y entre las estaciones muestreadas. Posteriormente, se aplicó un análisis de componentes principales (ACP), para determinar las variables más importantes.

Resultados

El análisis ANOVA determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de materia orgánica monitoreados entre los años 2011 y 2012 ($\alpha = 0,05$) y entre las estaciones muestreadas. (Fig. 2). La figura 3, muestra que los datos obtenidos y graficados en el ANOVA se agrupan con una buena correlación, tanto del año 2011 (Fig. 3A) como del año 2012 (Fig. 3B), con excepción de algunos puntos outlier, atribuibles a efecto del análisis de la muestra o bien del muestreo en sí. Se observó un grupo homogéneo de datos de materia orgánica del año 2011 entre las estaciones y los controles, lo cual es esperable teniendo en cuenta que en ese periodo el área de estudio aún no estaba operativa. El Test deTukey para el análisis entre estaciones de muestreo y los controles para datos del año 2011 y 2012 no mostró diferencias estadísticamente significativas (Tabla I), lo que valida el estudio.

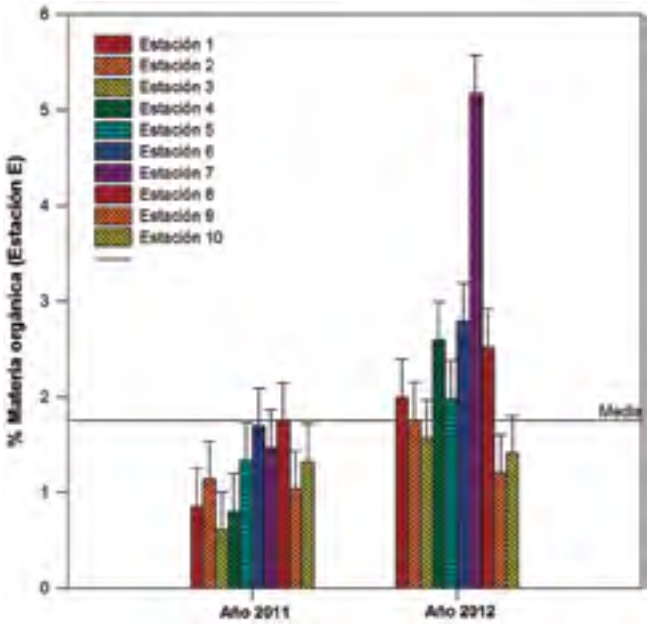


Figura 2. Análisis ANOVA de doble vía para la Estación E y sus estaciones de muestreo medidas.

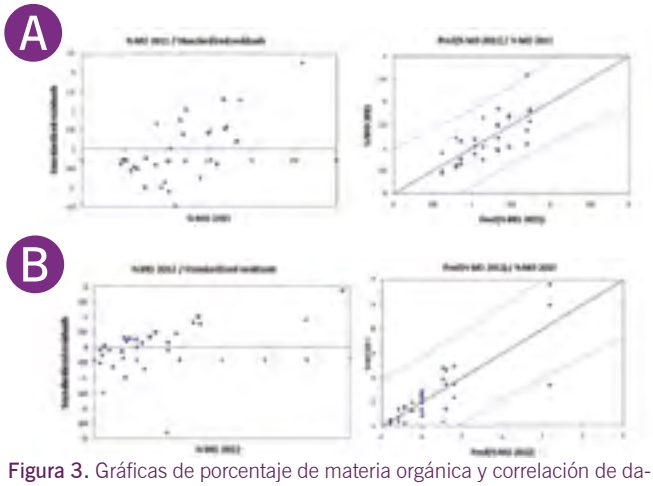


Figura 3. Gráficas de porcentaje de materia orgánica y correlación de datos para la estación estudiada. A) Porcentaje de materia orgánica (%MO) y su correlación para el año 2011. B) Porcentaje de materia orgánica (%MO) y correlación para el año 2012.

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical Value	Pr>Diff	Yukey'S d critical value	significant
Estación Vs Control (Año 2011)	0,420	1,277	2,086	0,216	2,95	NO
Estación Vs Control (Año 2011)	1,111	1,538	2,086	0,140	2,95	NO

Tabla I. Test de Tukey para los periodos evaluados y los controles utilizados en las estaciones.

El análisis de Componentes Principales muestra una relación negativa entre los valores de Materia orgánica y las variables biológicas (Diversidad y Uniformidad de especies), valores REDOX y pH del sedimento, es decir, que ante un aumento de la materia orgánica, disminuyen tanto las variables biológicas como los valores de REDOX y pH. Además, se observó que existe una relación directa y significativa entre el porcentaje de materia orgánico con el año de muestreo, asimetría del sedimento y dominancia de especies, es decir, se observó que un aumento en el porcentaje de materia orgánica implica un aumento en los valores de las variables mencionadas anteriormente (Tabla II).

Variables	%MO	Estación	Año	Asimetría	Nº de taxa	Diversidad (H´)	REDOX EH (NEH)	Valor químico pH
%Materia orgánica	**1**	0,121	**0,489**	**0,411**	-0,051	**-0,410**	**-0,575**	**-0,424**
Estación	0,121	**1**	0,000	0,157	0,05	0,071	0,134	0,115
Año	0,489	0,000	**1**	0,131	**0,478**	-0,062	**-0,757**	**-0,751**
Asimetría	0,411	0,157	0,131	**1**	-0,133	-0,199	-0,192	**-0,276**
Nº de taxa	-0,051	0,005	**0,478**	-0,133	**1**	**0,698**	-0,118	**-0,315**
Diversidad d(H´)	-0,410	0,071	-0,062	-0,199	**0,698**	**1**	**0,319**	0,121
REDOX EH (NEH)	-0,575	0,134	**-0,757**	-0,192	-0,118	**0,319**	**1**	**0,655**
Valor químico pH	-0,424	0,115	**-0,751**	**-0,276**	**-0,315**	0,121	**0,655**	**1**

Tabla II. Análisis de Componentes Principales. Matriz de correlación de variables ($p < 0,05$)

Se observó que el año 2011 *Capitella capitata*, poliqueto oportunista indicador de contaminación, no estuvo presente en las estaciones muestreadas (incluyendo control). Sin embargo, el año 2012, se observó *C. capitata* como especie dominante en las muestras de fauna en todas las estaciones analizadas alcanzando el 97,98% de la muestra total en la estación 6 y en el caso de los controles, esta especie estuvo presente pero no fue dominante (Fig. 4).

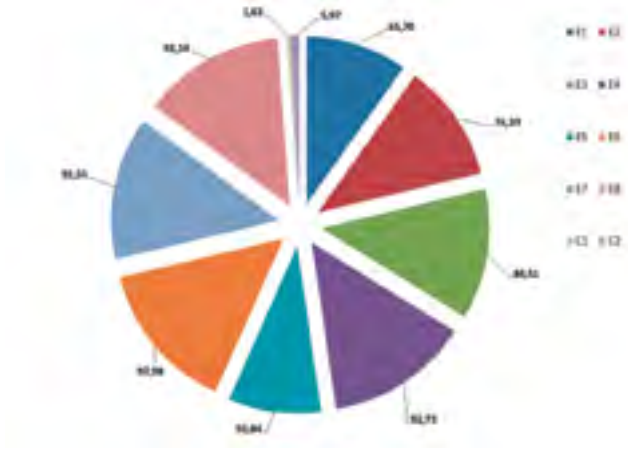


Figura 4. Porcentaje de Capuetta capitata en las muestras analizadas del año 2012 con respecto al total de la fauna (E1 - E8: Estaciones; C1 - C2: Controles).

Discusión

El impacto medioambiental en una zona está determinado por el monitoreo del sedimento directamente debajo de las balsas jaulas, en lugar de las condiciones de la totalidad de la columna de agua (Carroll *et al.*, 2003). Esta actividad determina que las tasas de sedimentación sean mayores y la recuperabilidad a plazos más largos (López & Buschmann, 1991). Normalmente, el impacto ambiental de la acuicultura ha sido determinado por la comparación de cambios en la columna de agua, sedimento, características físico-químicas y biológicas, a varias distancias del centro de cultivo considerando, en algunos casos, variaciones temporales en el sitio de cultivo (Bushmann *et al.*, 1996).

La instalación de centros de cultivo de invertebrados o peces produce una acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimento y por materia fecal producida por estos organismos (Kautsky & Evans, 1987; Ervik *et al*., 1997). Buschmann (Buschmann, 2001), reportó que los productos de la excreción de los organismos en cultivo son dispersados por las corrientes, en tanto que los sólidos, como el alimento no ingerido y heces, se depositan en el fondo de lagos y zonas costeras. Estos productos de depósito tienen un gran contenido de carbono, nitrógeno y fósforo, lo cual produce que los fondos bajo los sistemas de cultivo puedan tener un alto contenido de materia orgánica y nutrientes (Eley *et al*., 1972).

La materia orgánica acumulada estimula la producción bacteriana, cambiando la composición química, la estructura y funciones de los sedimentos (Berg *et al*., 1996), lo que trae como consecuencia una disminución en las concentraciones de oxígeno libre y aumento de la demanda biológica de este, produciendo una alteración en los ciclos normales de los nutrientes, incrementando el ingreso de nitrógeno y fósforo desde los sedimentos hacia la columna de agua (Buschmann, 2001).

En este trabajo, demostramos que existe una diferencia significativa en el porcentaje de materia orgánica en la concesión evaluada, mostrando un aumento desde la pre- INFA realizada el 2011 hasta la INFA analizada el año 2012, siendo la estación 7 en la que se ha generado un mayor impacto, observable al comparar el aumento de la materia orgánica de este punto con respecto a las demás estaciones y al control.

Además informamos que el aumento de la materia orgánica en el sedimento entre el año 2011 y 2012 produce una disminución de la diversidad de especies presentes en el sedimento, aumentando la abundancia de especies oportunistas (mayor dominancia) y, por ende, menor uniformidad en la comunidad bentónica del sitio de estudio. Esto concuerda con lo descrito por Carroll (Carroll *et al*., 2003) quienes demostraron que la fauna presente en un estudio realizado en jaulas de cultivo en Noruega, parece sufrir cambios considerables en respuesta al enriquecimiento orgánico. Cabe señalar, que las variables hidrodinámicas del sito estudiado deben ser consideradas al momento de analizar los datos, ya que estas podrían explicar la presencia de materia orgánica en las estaciones control.

Los resultados demuestran que en este ambiente perturbado se ha establecido la especie oportunista *Capitella capitata*, reconocida por su presencia en lugares contaminados, dominando en abundancia sobre las especies tradicionales. Esto concuerda con reportes previos (Brown, 1987; Tsutsumi, 1991; Weston,1990) que demostraron que la fauna es sensible al enriquecimiento generado por la actividad acuícola y que los patrones reflejan la integración de los efectos de enriquecimiento, indicando que los índices biológicos utilizados muestran cambios graduales de fauna en un ambiente altamente enriquecido al reducir la riqueza de especies por área, reducción en la biomasa de la macrofauna; un aumento en magnitud y densidad de *Capitella capitata*, y ligera disminución en la abundancia total de la macrofauna. Es importante señalar que el análisis de macrofauna no es utilizado, actualmente, sólo es referencial, debido a que para determinar medidas de mitigación e impacto de la actividad acuícola en un sito de muestreo se considera si el sedimento es aeróbio o anaeróbico, aunque éste parámetro debería ser considerado.

Las consideraciones dirigidas a minimizar el impacto medioambiental de los sistemas acuáticos chilenos, pueden ser exitosos si otras actividades humanas, tales como descargas urbanas, fertilización intensiva de la agricultura, aplicación de pesticidas y deforestación están incluidas en las regulaciones oficiales para obtener una perspectiva integral del problema y así poder tomar mejores decisiones.

Bibliografía

Berg, H., Michélsen, P., Troell, M., Folke, C. & N. Kautsky (1996). Managing aquaculture for sustainability in tropical Lake Kariba, Zimbawe.Ecological Economics.18: 141 – 159.

Brown, J., Gowen, R. & D. McLusky (1987). The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 109 (1): 39 - 51.

Buschmann A., López, D. y A. Medina. (1996). A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine Aquaculture in Chile. Aquacultural Engineering, 15: 397-421.

Buschmann, A.H., (2001). Impacto Ambiental de la Acuicultura: El Estado de la Investigación en Chile y el Mundo, Registro de Problemas Públicos N°4, Terram Publicaciones.

Ervik, A., Hansen, P., Aure, J., Stigebrandt, A., Johannessen, P. & T. Jahnsen (1997). Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming.I.The concept of the MOM System (Modelling- Ongrowing fish farm-Monitoring). Aquaculture. 1: 99 – 110.

Carroll ML, Cochrane S, Fieler R, Velvin R & White P (2003). Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. Aquaculture 226: 165–180.

Eley, R., Carrol, J. & D. De Woody (1972). Effect of cage catfish culture on water quality and community metabolism of a lake. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science. 52: 10 – 15.

Kautsky, N. & S. Evans. (1987). Role of biodeposition by Mytilusedulis in the circulation of matter and nutrients in a Baltic coastal ecosystem. Marine Ecology Progress Series. 38: 201 – 212.

López, D. & A. Buschmann. (1991). Acuicultura: Beneficios y Riesgos Ambientales de una Actividad que se Expande. Ambiente y Desarrollo. 7: 109 – 115.

Tsutsumi, H., Kikuchi, T., Tanaka, M., Higashi, T., Imasaka, K. & M. Miyazaki. (1991). Benthic faunal succesion in a cove organically polluted by fish farming.Marine Pollution Bulletin. 23: 233 - 238.

Weston, D. (1990). Examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. Marine Ecology Progress Series. 61: 233 - 244.

KAUFMANN
PowerSystems
GRUPOS ELECTRÓGENOS
Y MOTORES MARINOS
EL IMPULSO QUE LA INDUSTRIA PESQUERA ESTABA ESPERANDO.
• Grupos de 10 a 1100 KVA de potencia de stock (consultar otras potencias).
• Grupos con y sin cabina insonorizada.
• Sistema de sincronismo y paralelismo opcional.
• Proyectos a medida del cliente.
• Motores Marinos de 100 a 500 HP.
Servicio
Repuestos
Amplio stock
Cobertura
36 sucursales en todo Chile
Confiabilidad
Productos hechos a tu medida
Menor costo operacional
Crédito directo
HASTA 3 AÑOS DE GARANTÍA
KAUFMANN
Post Venta KAUFMANN
Contacto: (+56 2) 2927 3656
powersystems@kaufmann.cl
www.kaufmann.cl

GOBERNANZA EN LA ACUICULTURA CHILENA:
Situación actual, oportunidades y desafíos

Acuasesorías
Trayectoria en acuicultura

Marcelo Campos Larraín, Maureen Alcayaga Godoy, Francisca Farías Fuenzalida

La acuicultura chilena se basa preferentemente en el cultivo de salmónidos, el cual ha tenido un creciente y sostenido desarrollo desde la década de 1980, llegando en pocos años a transformar a Chile en el segundo productor mundial, después de Noruega.

No obstante lo anterior, en el año 2007 este desarrollo se vió severamente afectado a consecuencia de la aparición de un brote provocado por el virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISAv). Esta enfermedad no sólo generó importantes mortalidades, sino que -entre otros- provocó diversos problemas sanitarios, comerciales y sociales, que condujeron a una crisis de la industria salmonicultora nacional.

Las consecuencias de esta crisis, generaron una sobre reacción por parte de las autoridades gubernamentales. La intervención del Estado en pro de la eficacia, calidad y buena orientación, principios básicos de la gobernanza, primero se tradujo en introducir modificaciones a la Ley General de Pesca y Acuicultura y luego en reforzar el marco reglamentario diseñando y estableciendo mayores restricciones y controles para el desarrollo de la acuicultura en general y de la salmonicultura en particular, tanto en el ámbito productivo, como territorial. Todo esto ha generado que en la actualidad se tenga una compleja normativa que no diferencia especies, ambientes, ni ciclos productivos. La industria está notablemente sobrerregulada y soportando una significativa alza de los costos de producción debido a la aplicación de dichas normas, que además cambian periódicamente, modificando la estructura de costos de su implementación y generando incertidumbres al momento de invertir.

En Chile, el tipo de organización política y económica vigente, descrita como una economía social de mercado o también como un capitalismo democrático, permite que los derechos y libertades individuales puedan prosperar mejor que en una economía altamente centralizada o socializada, debiendo este concepto ser considerado como el punto de partida para las regulaciones gubernamentales, sin transformarse en un factor de incremento en la lentitud, complejidad y discrecionalidad para la ejecución de un proyecto productivo. La mera instauración de mayor reglamentación no necesariamente significa que los problemas se solucionen; las normas no modifican el ecosistema acuático, ni las características biológicas y fisiológicas de los organismos cultivados.

Como una materia de filosofía política, las autoridades en este tipo de gobierno- actúan desde la premisa del "dejar hacer", lo que es preferible que a una sobre estructurada regulación gubernamental.

Sin embargo, el "dejar hacer" es más un ideal que una realidad. La realidad es que cuando el "sistema falla" -incluidos el mercado y otros-, como lo ocurrido en la salmonicultura chilena con el brote de ISAv del año 2007, ante el masivo pánico, las regulaciones gubernamentales aparecen y son usadas para intentar corregir el defecto hasta que las mismas regulaciones también fallan. Por tanto, el proceso de generación de regulaciones gubernamentales, puede ser visto como un "ciclo de vida" que se desarrolla en seis etapas identificables, conforme se puede apreciar en la Figura 1.

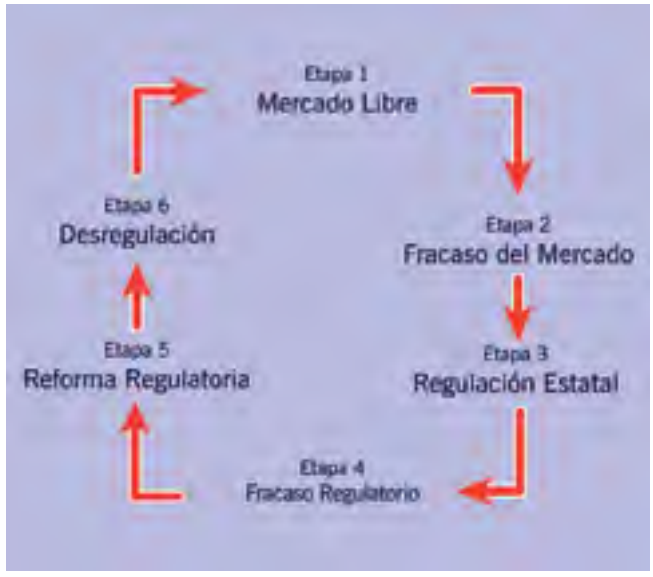


Figura 1. Ciclo de vida de las regulaciones estatales (Adaptado de Jan G. Laitos. Natural Resources Law. Chapter 1: Economics & Natural Resources Market, 2002).

Este ciclo de vida de las regulaciones, permite entender el comportamiento que ha sufrido, en los últimos años, la normativa aplicada a la acuicultura y específicamente a la salmonicultura chilena. En Chile la salmonicultura se inició en la década de 1980 bajo el esquema de lo que hoy sería una PYME y por tanto con un marco regulatorio sencillo y facilitador del desarrollo de la actividad. Dicho marco normativo fue rápidamente sobrepasado por un creciente y asincrónico incremento de los requerimientos de la industria acuicultora (concesiones de acuicultura, derechos de aprovechamiento de aguas, infraestructura, producción de alimentos, medicamentos y mano de obra especializada, entre otros). A su vez, la demanda del mercado generó sobrexplotación, sin la adecuada atención a los parámetros ambientales, sanitarios y sociales que ella modificó. No se efectuó un debido análisis de

costos y beneficios de la actividad, lo cual fundamenta en gran medida la crisis sanitaria provocada por el ISAv.

Siguiendo el proceso de este ciclo, bien conocido a nivel mundial en diversas otras industrias, en el último tiempo los salmonicultores chilenos se han visto afectados por un sostenido incremento en los costos de producción, derivados además del alto precio del alimento, por el costo asociado al cumplimiento de la estricta normativa que regula a la industria salmonicultora chilena. No se puede dejar de reconocer los esfuerzos realizados por la autoridad para prevenir y controlar la situación sanitaria, sin embargo las medidas impuestas han provocado que la actividad esté actualmente sobre regulada. Asimismo, hay que reconocer que lamentablemente algunas normas vigentes son imperfectas y de muy difícil aplicación. Solo para ejemplificar lo anterior, cabe hacer presente que son más de 10 los organismos reguladores y fiscalizadores que tienen competencia en la actividad, existiendo más de 50 reglamentos, en distintas áreas, a los que se debe dar cumplimiento. Conforme a lo anterior, surge la misma pregunta de siempre: ¿Deben los costos de las regulaciones ser contrapesados por los beneficios?

Es preciso evitar la sobrerregulación y tener una normativa diferenciada por región y especie en producción, que se ajuste a las reales necesidades de la industria, que justifique los costos de su implementación y mantención. Adicionalmente, se ha detectado una falta de tipificación de las infracciones; la sobre regulación se traduce en mayores y más complejas fiscalizaciones, que pueden generar sanciones las cuales no diferencian la gravedad de las infracciones. Para solucionar éstos y muchos otros inconvenientes, se requiere generar una normativa eficiente y moderna, que sea de fácil aplicación y cumplimiento.

A todo lo anterior, tal como lo han aseverado diversos personeros de la acuicultura nacional, es preciso destacar que la salmonicultura chilena está perdiendo competitividad ante la competencia internacional debido al peso económico de las normativas y su complejidad. A su vez, los robos y el efecto de los lobos, hace necesario que cada centro de cultivo mantenga una planta de personal significativamente mayor que el de sus competidores europeos, lo que también redunda en mayores costos de producción.

El análisis de esta compleja situación, permite constatar que se están dando las primeras señales del fracaso regulatorio y la necesidad de iniciar un proceso de reforma. Ante esto, surge la hipótesis de la oportunidad para que productores, inversionistas, académicos, políticos y autoridades comiencen a replantearse frente a las condiciones no sólo del mercado, sino fundamentalmente de la materia prima, esto es -entre otros- agua, suelo, ovas, smolts, alimento e infraestructura. Surgen desafíos científicos, tecnológicos, comerciales, económicos, territoriales, legales y sociales, que deben ser ampliamente debatidos y servir de ejemplo para otras naciones. Chile no debe ser sólo un líder en producción, sino que también en investigación, donde los diversos actores sociales tienen un rol fundamental. Los proyectos de ley tendientes a modificar el régimen de Administración del Borde Costero del Litoral, entregándola a la competencia del Ministerio de Bienes Nacionales, como asimismo el proyecto de creación de un Ministerio de Agricultura, Alimentos, Pesca y Recursos Forestales, que a su vez crearía el Sistema Nacional de Inocuidad Alimentaria, tampoco pueden estar ajenos a la discusión.

En el primer caso, se está frente a la oportunidad de establecer un régimen expedito, transparente, moderno y sencillo, que proteja tanto los intereses marítimos como las proyecciones de desarrollo y crecimiento económico del borde costero. Sin

embargo, no se puede desconocer que la acendrada burocracia que tradicionalmente ha regido este sector, no se puede modificar o borrar por el solo imperio de la ley; es necesario que se aunen voluntades, recursos y esfuerzos, tanto del sector público como del privado para producir un traspaso eficiente, incuestionable, oportuno y seguro, permitiendo con ello la preservación de los derechos existentes, la optimización de los derechos emergentes y la consolidación de un patrimonio marítimo que nuestra legislación ha estado restringiendo durante décadas. Es necesario también señalar, que este proceso no estará ajeno a imperfecciones y medidas que dilatarán su puesta en marcha, con lo cual se dará un nuevo ciclo de la regulación.

En el segundo caso, se crearía una cartera de gobierno con atribuciones tan amplias y variadas, que complejizaría aún más el actual panorama de administración y gestión de los recursos vivos renovables. A su vez, esto generaría una concentración de la históricamente alta demanda social representada por agricultores, ganaderos, cazadores, silvicultores, pescadores (artesanales, industriales y deportivos) y acuicultores, entre otros. Sería necesaria la integración de los recursos humanos, materiales y reglamentarios de todos los servicios y agencias del Estado que actualmente operan en estas áreas y la creación de nuevas estructuras solamente con el fin de absorber esta demanda que será difícilmente respondida.

Bajo este esquema, la situación de la acuicultura no sólo retrocede sino que se vuelve aún más compleja. Recientemente, se reconoció legalmente la importancia de la acuicultura, al cambiar la denominación del organismo regulador en Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y del organismo fiscalizador en Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Sin embargo, en la estructura propuesta, vuelve a desaparecer la acuicultura de las denominaciones de los órganos del Estado más directamente asociados a ella. Lo lógico y natural, sería seguir la tendencia de naciones modernas, donde se reconoce, con la existencia de un Ministerio de Pesca y Acuicultura, la importancia de este rubro industrial por su indiscutible aporte a la economía y desarrollo.

Referencias

www.papeldigital.info/negocios/2013/06/16/01/paginas/006.pdf

www.papeldigital.info/negocios/2013/09/15/01/paginas/010.pdf

www.impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2013-10-12&dtB=30-01-20140:00:00&PaginaId=5&bodyid=2

www.pulso.cl/noticia/empresa-mercado/empresa/2013/11/11-33588-9-pablo-baraona-y-nueva-crisis-del-sector-salmonero-hablamos-de-una-perdida-de.shtml

www.diario.latercera.com/2013/11/24/01/contenido/negocios/27-151544-9-el-acuerdo-que-negocian-los-salmoneros-con-el-gobierno.shtml

www.aqua.cl/2014/01/07/jose-ramon-gutierrez-sostiene-que-crisis-acecha-la-industria-del-salmon/

www.impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2014-01-20&dtB=30-01-20140:00:00&PaginaId=6&bodyid=2

Acuasesorías
Trayectoria en acuicultura

"Eficacia, Eficiencia, Oportunidad y Confidencialidad"

¿Que hacemos?

- Aplicación de programas sanitarios y ambientales
- Asesoramiento en tramitaciones para la obtención, transferencia, arriendo y operación tanto de concesiones de acuicultura como marítimas
- Asesorías en legislación marítima, pesquera y del uso de borde costero
- Tramitación y defensa en juicios
- Auditorías al sometimiento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- Cursos de capacitación en diversas materias relacionadas con el uso del borde costero

- Investigación para el cultivo de nuevos recursos
- Representaciones y comisiones de confianza
- Ubicación, posicionamiento, relocalización y demarcaciones territoriales y marítimas
- Tasaciones de concesiones marítimas y/o de acuicultura, además de pisciculturas y centros de acopio
- Tramitación de derechos de aprovechamiento de aguas
- Due dilligence
- Levantamientos geodésicos y elaboración de planos
- Productos y servicios de aplicación de tecnologías espaciales aplicadas a temáticas costeras y recursos hídricos.

Acuasesorías Ltda. | Avda. 1 Norte 1431 | Viña del Mar | Chile | acuasesorias@acuasesorias.cl | www.acuasesorias.cl

ASMAR

SOLUCIONES COSTO-EFECTIVAS

Productos y servicios que incorporan tecnologías de vanguardia con óptimos resultados para la industria salmón-acuícola.

Conversión de pesqueros a wellboats cerrados.

Transformación de wellboats abiertos a cerrados.

Barcazas modulares transportables autopropulsadas.

Botes plegables y semirrígidos PUMAR® para actividades de salvataje y faenas.

www.asmar.cl

Dirección Corporativa: Prat 856, Valparaíso • Teléfono: (32) 226 0509 / E-mail:jvarela@asmarcorp.cl

Efecto de los procesos térmicos sobre la concentración de Cadmio y Arsénico en productos pesqueros

Dr. Ociel Muñoz Fariña
Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos
Universidad Austral
ocielmunoz@uach.cl

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del cocinado sobre las concentraciones de Arsénico y cadmio en diferentes especies hervidas y horneadas, comparando resultados con las respectivas muestras crudas. Se analizaron cinco especies marinas: choritos, almejas, robalo, reineta y merluza, a todas se les midió el contenido de As y Cd en un equipo de espectrofotometría de absorción atómica. los contenido de ambos metales en productos frescos corresponde a valores normales, en cambio, en las muestras hervidas y horneadas, los contenidos varían según la especie, pero todas tienden a la disminución del contenido de estos metales. Los resultados indican que los procesos térmicos utilizados tienen distintos efectos sobre el contenido de metales en productos marinos y que depende de varios factores, entre ellos, la especie.

INTRODUCCIÓN

A través de los alimentos, pueden ser ingeridos un grupo de elementos metálicos en concentraciones habitualmente bajas, los que por su importancia en los diversos procesos biológicos necesarios para la mantención de la salud humana, son denominados como esenciales. No obstante, existe otro grupo de metales y metaloides, clasificados como no esenciales con efectos tóxicos. Es el caso del arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y estaño (Sn), entre otros. Estos elementos de interés toxicológico están presentes en el suelo, agua y en el aire en forma natural y también se producen debido a la actividad industrial, pudiendo llegar a algunos alimentos y por tanto al consumidor humano o animal a través de la ingesta de estos.

No cabe duda que en los últimos años, el medio ambiente marino se ha ido contaminando visiblemente como resultado de las actividades del hombre, grandes cantidades de sustancias llegan a los ecosistemas acuáticos, parte de ellas procedentes de residuos industriales, agrícolas y domésticos. Dentro de los contaminantes, los metales pesados ocupan una posición única, ya que ellos no pueden ser degradados posteriormente y, una vez depositados, permanecerán en el medio acuático, prácticamente sin ningún cambio.

Figura 1.
Diagrama de Flujo del proceso para la determinación del contenido de As y Cd.

La seguridad alimentaria desde hace algunos años ha sido la principal preocupación de organizaciones como la FAO, la OMS y principalmente del Registro Internacional de Sustancias Potencialmente Tóxicas (IRPTC), debido a que con frecuencia se han manifestado problemas a la salud debido a la presencia de estos metales tanto en agua como en alimentos, entre los que destacan el arsénico (As) y el cadmio (Cd), en quienes se enfocará esta investigación.

Especies de consumo frecuente en Valdivia

Actualmente en Valdivia, el mercado fluvial presenta una gran variedad de especies marinas a la venta y es el local de mayor concurrencia por la población para la obtención de pescados y mariscos frescos. En esta investigación se ha seleccionado cinco especies marinas (Choritos, Almejas, Robalo, Reineta, Merluza), para el análisis de metales sin considerar estadísticas de consumo debido a que las especies varían según la época del año.

Tratamientos térmicos

Esta investigación ha procurado hacer los tratamientos térmicos en forma similar a como ellos se consumen, es decir hervido y al horno. Hervido. Consiste en la cocción de un alimento sumergido parcial o totalmente en agua a 100° C. Horno. Los productos se someten a cocción en un recinto cerrado donde el calor se transfiere por conducción y convección en forma directa hacia el alimento.

Obtención y Preparación de muestras

En la figura 1, se muestra el diagrama de flujo de preparación y análisis de muestras. Cada muestra se divide en tres porciones, la primera será designada para los análisis de muestra fresca, la segunda porción de muestra se utiliza para el análisis de muestra hervida y la última para la muestra cocida al horno,

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de As en especies frescas evaluadas

Los resultados obtenidos del contenido de As de las especies evaluadas (Figura 2), son expresados en base seca (bs) con la finalidad de evitar distorsiones debido a las diferencias de humedad.

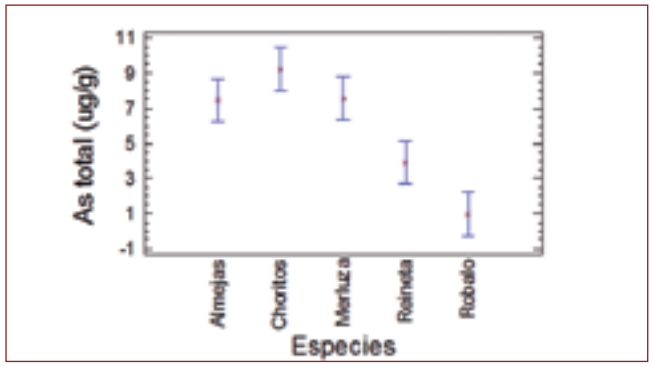


Figura 2. Concentración de As en las especies, en la gráfica se representación el valor medio con intervalo de confianza según Tukey.

Los contenidos de As de las especies de chorito, almejas, merluza, reineta y robalo se consideran dentro de los rangos encontrados en bibliografía, por lo tanto, se reconocen como contenidos normales de As.

Los choritos son los que poseen la mayor cantidad de As, en un intervalo de 4,5 – 12,9 μg/g, le siguen las almejas con una concentración que varía entre 3,7 y 10,9 μg/g. Estos valores podrían deberse a su mecanismo de alimentación por filtración y por habitar el fondo marino, donde se depositan los metales.
Las muestras de pescados contienen menos cantidad de As. El robalo es el que posee el intervalo más bajo (0,29 – 2,088 μg/g) comparado con la merluza (4,613 – 10,706 μg/g) y la reineta (1,095 – 7,297 μg/g). Las diferencias en los contenidos de As entre los peces puede deberse a las diferencias en sus hábitos alimenticios y su hábitat.

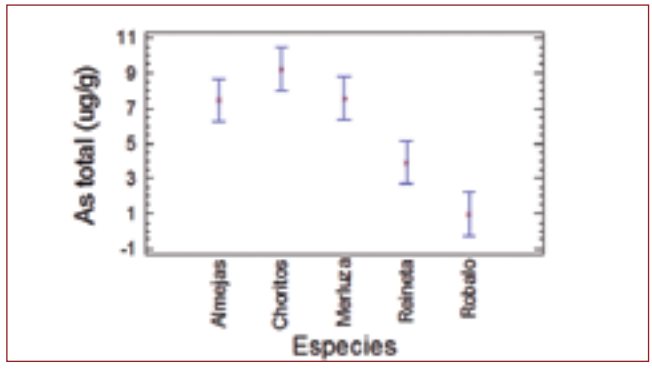


Figura 3. Concentración de Cd en las especies, en la gráfica se representación el valor medio con intervalo de confianza según Tukey.

Contenido de Cd en especies frescas evaluadas

Los contenido de Cd de las cinco especies analizadas en base seca se presentan en la figura 3. El mayor contenido de Cd se encuentra en bivalvos el cual se explica por ser seres que habitan el fondo marino donde se deposita este metal.

En bivalvos los contenidos de Cd son más altos en almejas (1,0 – 1,9 μg/g), seguido por los choritos con un intervalo de 0,62 – 2,06 μg/g. Comparado con las otras especies analizadas, los bivalvos presentan estos valores debido a su capacidad de filtración, sumado a las características de su hábitat. En los peces los rangos son relativamente homogéneos con valores que varían entre 0 y 0,407 μg/g , siendo la merluza la que posee en promedio la concentración más alta (0,121 μg/g). Al evaluar sólo el filete del pescado se reducen las posibilidades de encontrar Cd, debido a que éste se fija mayormente en el riñón, mediante una proteína conocida como metalotioneína. Los niveles de Cd informados en la figura 3 no influyen en el crecimiento normal de estas especies, debido a que poseen un mecanismo de desintoxicación al unirse a la metalotioneina (MT), lo que aumenta la concentración del metal en los tejidos, no obstante este Cadmio-MT no esta disponible para realizar sus efectos tóxicos. Por otra parte, los pescados analizados fueron eviscerados y se analizó sólo el músculo, lo cual explicaría los bajos contenidos de Cd. En cambio en los moluscos el Cd se acumula en el hepatopancreas en forma de complejo Cd-MT, probablemente en pescados se hubiesen encontrado valores más altos si se analizara el pescado entero, pero no sería representativo en este estudio, ya que se ha considerado el análisis de las partes comestibles de estas especies por la población.

Efecto del cocinado sobre los contenidos de As en las especies utilizadas para el estudio

Los resultados obtenidos de la comparación efectuada entre muestras frescas, hervidas y horneadas se muestran en la figura 4. Los cambios en los contenidos de arsénico en las muestras de choritos se explica debido a los cambios en las temperaturas de cocción, considerando que el proceso de hervido transcurre a 100° C y el horneado se efectuó entre los 200 y 250° C. Por lo tanto, la disminución del contenido de As podría deberse a

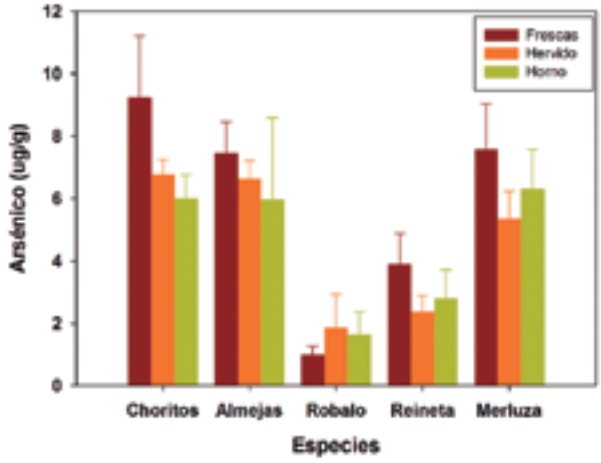


Figura 4. Efecto de los tratamiento térmicos sobre los contenidos de As en las especies, crudas y cocinadas.

lixiviación o volatilización junto con la evaporación del agua, y a la perdida de otros constituyentes como lípidos, proteínas y carbohidratos. Las almejas a pesar de no evidenciar diferencias estadísticas entre los tratamientos térmicos presentan la misma tendencia que los choritos, a disminuir el contenido de As al aumentar la temperatura durante el cocinado de los mismos.

A diferencia de las otras especies, el robalo presenta un aumento en el contenido de As al ser sometido a cocción. No obstante este aumento no es estadísticamente significativo. Esto puede deberse a la pérdida de peso del producto, produciendo una concentración de este metal. Este fenómeno fue apreciado en ciertas especies.

El patrón de comportamiento de la reineta es el mismo que el de la merluza, con un contenido alto en la muestra fresca (3,9 μg/g), intermedio en las horneadas (2,8 μg/g) y bajo en las hervidas (2,3 μg/g). La diferencia puede deberse a que las muestras horneadas al ser sometidas a mayor temperatura pierden más peso que las hervida (mayor exudación), por lo tanto, el contenido de As se concentra. Es posible que en las muestras hervidas el contenido de As sea inferior debido a que están en un medio acuoso y el analito pueda migrar hacia el exterior del tejido, en cambio, las muestras horneadas en la superficie de las misma se volatiliza el agua a causa de las altas temperaturas produciéndose un sellado superficial evitando perdida de arsenico.

En base a los resultados obtenidos el comportamiento es variable según la especie, existiendo una tendencia a obtener valores más altos en las muestras frescas e inferiores en las sometidas a cocción, entendiéndose que el hecho de someterlas a altas temperaturas implica exudación y vaporización del agua de las mismas.

Efecto del cocinado sobre los contenidos de Cd en las especies utilizadas para el estudio.

Los resultados obtenidos de la comparación efectuada entre muestras frescas, hervidas y horneadas se muestran en la figura 5.

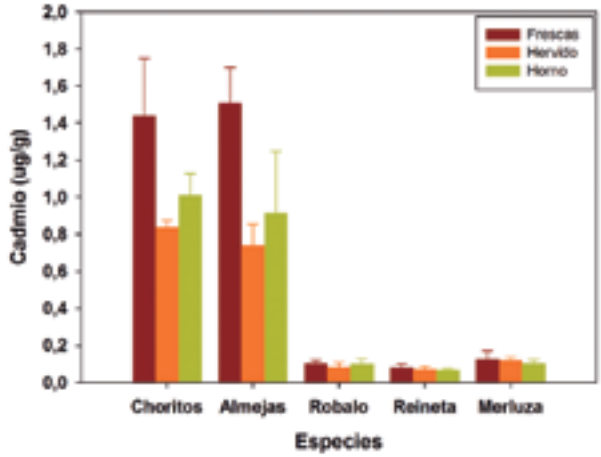


Figura 5. Efecto de los tratamiento térmicos sobre los contenidos de Cd en las especies, crudas y cocinadas.

Especies utilizadas para el análisis de metales de esta investigación

1. Pez Reineta *(Brama australis).*

2. Pez Robalo *(Eleginops maclovinus).*

3. Pez Merluza *(Merluccius gayi).*

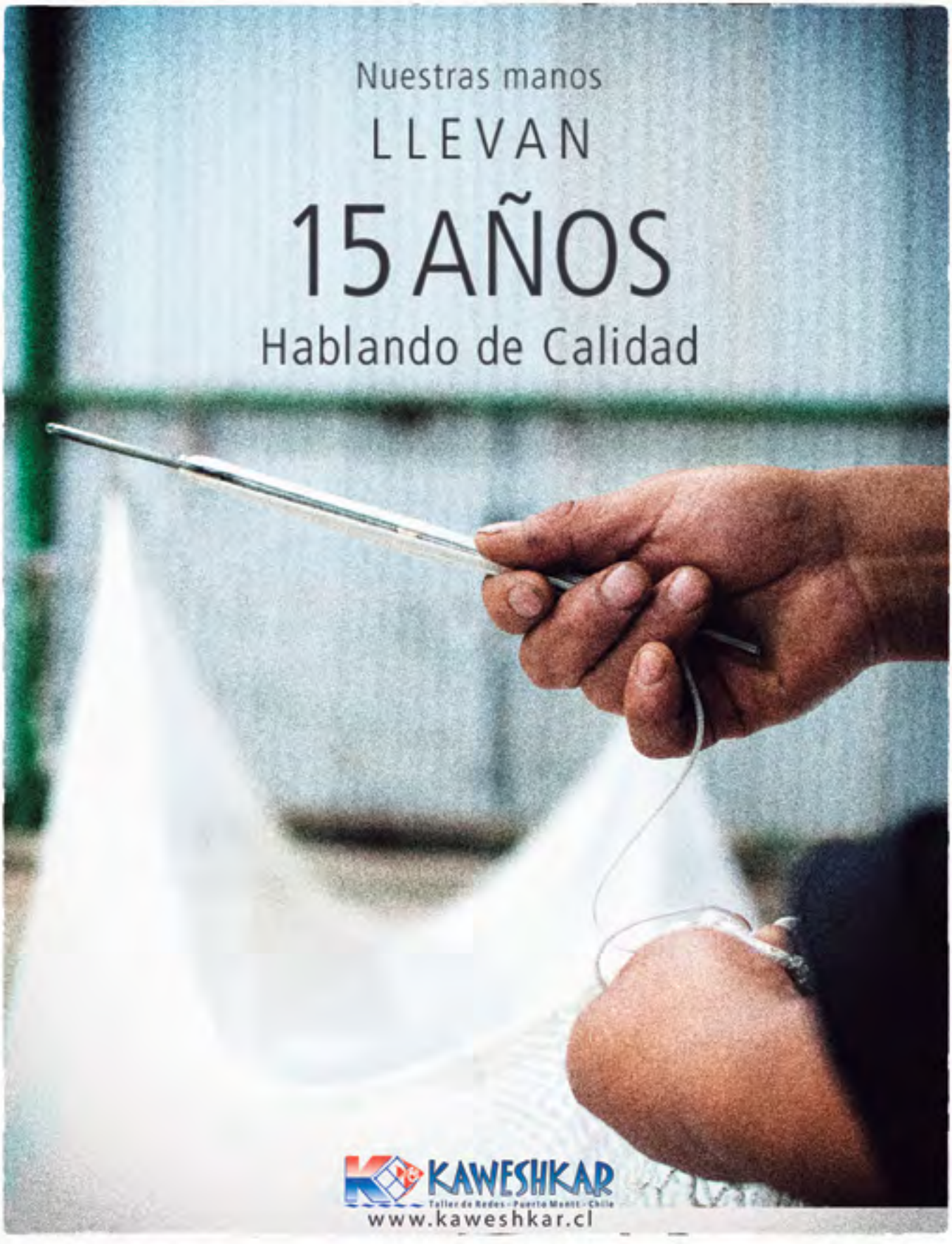
4. Valvas de Choritos *(Mytilus edulis chilensis).*

5. Valvas de Almejas *(Protothaca thaca).*

En choritos el análisis de varianza indica que en cuanto al contenido de Cd existen diferencias significativas entre las muestras, frescas, las cuales presentan una concentración notoriamente más alta que las otras dos. Las Almejas. Presentan un comportamiento similar a los choritos. Para el caso de los peces (Robalo, Reineta y Merluza), las muestras frescas y sometidas a cocción no presentan diferencias entre ellas.

En conjunto, las especies siguen un comportamiento muy parecido, en donde las muestras frescas son siempre las que poseen el mayor contenido de Cd, seguido por las muestras horneadas, finalmente las muestras hervidas presentan la menor concentración de cadmio, no obstante las diferencias son poco significativas. En pescados las muestras crudas y cocidas el contenido de Cd casi no varía. Las pequeñas variaciones se deberían a la pérdida de peso por volatilización y por el exudado de este metal junto con el agua evaporada en los procesos de cocción.

Finalmente, los resultados indican que los contenidos de arsénico y Cadmio encontrado en las especies analizadas son habituales y que los procesos térmicos utilizados tienen distintos efectos sobre el contenido de metales en productos marinos y que depende de muchos factores, entre ellos, la especie.


Nuestras manos
LLEVAN
15 AÑOS
Hablando de Calidad
KAWESHKAR
Taller de Redes - Puerto Montt - Chile
www.kaweshkar.cl

Desde la Ciencia a la Innovación:

¿QUE OCURRE EN LA MITILICULTURA?

Marcela Astorga; Estrella Hernández; Leny Cares
Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt.

Desde la ciencia

Algunos teóricos de las ciencias económicas señalan que la raíz del desarrollo de un sector productivo, de una región o de un país, se basa en la acumulación del conocimiento generado a través de la investigación científica. Es así que, en diferentes países se ha medido esta acumulación de conocimiento en base a su inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y su relación con el crecimiento económico de un país (Benavente 2005), sin embargo y como es de esperar esta inversión en I+D presenta un desfase entre su utilización en ciencia y su resultado en el crecimiento de un país, el cual ha intentado ser medido y en promedio puede ser de 5 años (Goto & Suzuki, 1989; Rouvinen, 2002) y comparaciones de esto, incluyendo Chile, muestran un ajuste a esta tendencia, como lo mostrado por De Gregorio (2004).

El tiempo en el traspaso del conocimiento, al mayor desarrollo productivo, en áreas asociadas a los recursos naturales y sus procesos biológicos, requieren de mayor tiempo que los analizados por los autores previos, basado en el tiempo de los ciclos de vidas de estos recursos, que en el área acuícola van desde los 2 a 4 años aproximadamente, lo cual nos lleva a que los resultados de la investigación científica y su aplicación en innovaciones tecnológicas podrían tomar por lo menos 8 años.

La innovación tecnológica en un país debe ser medida con un conjunto amplio de indicadores que permitan caracterizar su actividad innovadora, entre estos indicadores se considera el gasto en I+D, número de patentes concedidas, publicaciones en revistas internacionales o número de científicos por cada mil habitantes.

Hacia la innovación

Desde el inicio de la civilización humana y del paso del hombre nómade al hombre sedentario, el cual comienza a cultivar, este ha ido aplicando su intuición para la mejora de sus resultados en las cosechas. Este desarrollo se ha observado muy bien luego de la revolución industrial con la aparición de las tecnologías, las cuales se han aplicado fuertemente a la agricultura, sin embargo, la acuicultura por ser un área de desarrollo más nueva, ha tardado en la aplicación masiva de éstas. Dentro de la acuicultura, la actividad mitilicultora se realiza en forma muy intuitiva y la aplicación de innovación tecnológica, para el aumento de su eficiencia es la más atrasada dentro de este sector productivo. Las causas de esto pueden ser diversas, como, el gran desarrollo de pequeños mitilicultores originados desde anteriores agricultores, o bien la visión de que este cultivo no requiere de gran tecnología debido a que se obtiene lo que se desea sin su aplicación, o por último la idea que el retorno de ingresos por venta no es suficiente para aumentar su inversión, pueden ser algunas de las causas. Independiente de sus causas, para un adecuado desarrollo productivo, este sector debe promover la eficiencia en sus procesos, no solo para su rentabilidad económica, sino para su sustentabilidad, considerando a esta última en sus tres aspectos, es decir su sustentabilidad económica, pero también su sustentabilidad ambiental y social.

La sustentabilidad ambiental implica generar o aplicar tecnologías asociadas a mantener un medio que disponga de la capacidad de contener estos cultivos y en las condiciones adecuadas para su engorda, reproducción y generación de nuevos individuos, además de un ambiente libre de contaminantes. La sustentabilidad social por su parte debe permitir integrar a las comunidades que realizan alguna etapa del cultivo de estos recursos, como a su vez generar empleos que se mantengan en el tiempo y promuevan el desarrollo social y territorial.

Que ocurre en la mitilicultura

Para lograr la generación y aplicación de nuevas tecnologías en la mitilicultura, debemos usar el modelo o teoría moderna del crecimiento (Aghion & Howitt, 1992), que se basa en la generación de conocimiento, su acumulación y su transferencia, lo cual parte desde la investigación científica. Los tiempos que esto requiere tal vez son mucho mayores que los esperados por el pequeño, mediano o gran productor, por un problema de contingencia diaria. Sin embargo, esto ha sido posible en todo el desarrollo humano y por lo tanto también será posible en estas nuevas áreas productivas (nuevas en tiempo histórico) como son la mitilicultura.

Actualmente en la mitilicultura existe la aplicación de tecnologías bastante básicas y generadas de conocimiento antiguo, ya sea la generación de modificación en las redes de captación de semillas, mediante sistemas de mayor superficie, o en los sistemas de siembra de semillas, la utilización de líneas continuas para engorda y los sistemas de cosecha mecanizada. Toda esta tecnología ya lleva

varios años funcionando y a la fecha se observa poca aplicación de productos innovadores en esta área de la acuicultura.

La aplicación de productos generados a partir de la innovación tecnológica y su transferencia, se basan en la aplicación de experiencias exitosas, sabiendo que toda la investigación no siempre asegura este camino, debido a que se basa en el método científico y se debe poner a prueba o responder una pregunta, la respuesta a esta pregunta no siempre es la que sirve para aplicar. Por lo cual, la investigación realizada en mitilicultura ha sido amplia, varias exitosas, aunque muchas de estas exitosas aún no han sido aplicadas a la producción, por otro tipo de factores como el comportamiento del sector, sociológicos o surgimiento de otros problemas mayores. Parte de este conocimiento fue transferido mediante la elaboración del libro-folleto "Genetica de mitilidos y su impacto en la mitilicultura" de los autores Astorga, Toro y Martínez (2012). Entre esta acumulación del conocimiento, que aún es baja para todavía generar el giro hacia la innovación tecnológica en esta área, podemos destacar dos iniciativas:

- Programa de mejoramiento genético de la semilla del mejillón, donde se logró establecer que en una generación los individuos de una misma edad, mostraban una diferencia de 2 cm en talla, producto exclusivamente de sus genes. Esto proyectado a largo plazo presenta un tremendo potencial para la implementación de planes de mejoramiento genético, como se realiza en la salmonicultura o en el 100% de los productos terrestres, como agricultura y ganadería.

- Evaluación de manipulación cromosómica en choro zapato que permite la obtención de individuos de una misma coloración.

La utilización de la genética para la mejora de la producción tiene principalmente dos ámbitos de acción, uno, el más utilizado, corresponde al mejoramiento genético de las poblaciones mediante la selección de razas o cepas, ámbito que incluye necesariamente el manejo reproductivo de los individuos a mejorar, y el otro ámbito es la utilización de la genética como una herramienta de apoyo a generar información para la mejora de la producción, este ámbito no implica el manejo de reproductores ni del ciclo biológico de la especie, por lo cual no incluye intervención de los individuos en su desarrollo, sino que la generación de alguna herramienta genética que permita responder alguna pregunta, como por ejemplo los diversos test o kit de identificación de patógenos o diagnóstico de enfermedades, análisis de paternidad o pedigree, entre otros. Una vez más, este tipo de enfoque de investigación genética se encuentra altamente desarrollado para el área de la salud, ya sea humana o producción animal, pero de vertebrados (ejemplo: bovinos) o vegetales (ejemplo: pinos) y nulamente desarrollada en moluscos y mitílidos.

Investigación aplicada en la industria

En la investigación en las áreas de genética o biotecnología de los recursos naturales podemos observar una gran diferencia entre lo estudiado en el ambiente terrestre v/s el ambiente acuícola y dentro de este último observamos una brecha entre lo estudiado en salmonideos en relación a lo estudiado en mitílidos. Para efectos de este artículo, se analizaron las bases de datos de dos importantes fuentes de financiamiento en Chile (FONDEF e INNOVA CORFO), los cuales responden a investigación aplicada, cuyo énfasis es la resolución práctica de problemas.

Al analizar la base de datos de los proyectos financiados por FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT[1]), observamos que en los últimos 20 años (1993-2013) se han financiado en el área de la genética y biotecnología un total de 113 proyectos (de un total de 1.525 iniciativas en diversas áreas de estudio), de estos, 37 proyectos impactan el sector acuícola, alcanzando un monto cercano a los 8.280 millones de pesos, de este monto el 17% de los recursos fueron destinados a proyectos para la especies salmónidas, el 19% en proyectos que impactan el sector mitilicultor y el 64% a otras especies. Al analizar los proyectos acuícolas se observa que 9 proyectos impactan al sector mitilicultor, de los cuales 7 responden a la problemática de la Marea Roja y 2 se aplican directamente en los procesos productivos de la industria[2] , estos proyectos responden al análisis biotecnológico para detección de marea roja, biotecnología para el traslado de organismos vivos y producción de triploides en choro zapato.

Por otro lado, al analizar la base de datos suministrada por INNOVA CORFO, se observa que en los diversos instrumentos que administra, en el área de la biotecnología y la genética se han financiado en el periodo 2005 al 2013 (periodo en que se encuentra información digitalizada), un total de 535 proyectos, que en conjunto alcanzan un financiamiento cercano a los 127.000 millones de pesos, de estos, 103 proyectos impactan al sector acuícola, representando el 21,5% del total de recursos destinados a esta área del conocimiento. De los 103 proyectos, 50 impactan en la industria del salmón, 45 a otras especies y solo 8 al sector mitilicultor, con una representación del 3,2% del financiamiento a los proyectos acuícolas. Los 8 proyectos del sector, responden también a la problemática de la Marea Roja (3) y los 5 proyectos relacionados directamente con la industria, responden a la generación de semillas de mejillón genéticamente mejoradas; programa de selección genética y producción de semillas de *Mytilus galloprovincialis*, así como proyectos que evalúan la valorización de subproductos de la mitilicultura (bisos del mejillón y solubles proteicos de subproductos de bajo valor comercial).

Que hacemos para innovar

Actualmente, en el laboratorio de Genética Molecular de la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, nos encontramos desarrollando un proyecto FIC-Regional denominado: ***"IDENTIFICACION DE LARVAS DE MEJILLÓN MEDIANTE TÉCNICAS MOLECULARES: UN NUEVO SERVICIO PARA LA MITILICULTURA REGIONAL"***. Este proyecto tiene como objetivo general "Mejorar la competitividad de la industria mitilicultora, mediante la implementación de un nuevo servicio de análisis, que identifique larvas de mejillón a través de herramientas moleculares".

El proyecto contribuirá a la solución de un problema existente actualmente en la mitilicultura el cual corresponde a la identificación certera de la presencia de larvas de mejillón chileno diferenciándola de las restantes especies de mitílidos, como

[1]Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología
[2]Proyectos: (i) "Biotecnología aplicada a la producción de choro zapato (choromytilus chorus) para potenciar su cultivo en chile" (código D01I1110); (ii) "Investigación y desarrollo biotecnológico para la exportación de crustáceos y moluscos in vivo" (código D01I1127). Ambos ejecutados en el periodo 2002 y 2004, en conjunto alcanzan un financiamiento de 315 millones de pesos.

cholga o choro zapato. Este proyecto desarrollará las bases para la elaboración de un servicio de identificación genética de larvas de mejillón (*M. chilensis*) mediante técnicas moleculares de alta fidelidad. En la ejecución del proyecto, se plantea (i) Seleccionar una técnica molecular costo eficiente para la industria; (ii) Diseñar el paquete tecnológico para la instalación de un nuevo servicio de análisis y (iii) Generar una estrategia de difusión y promoción del servicio a agentes privados y públicos relacionados. La iniciativa se está ejecutando con el financiamiento del Gobierno Regional de Los Lagos y el apoyo de cuatro empresas con ardua experiencia en el sector.

La generación de un servicio de identificación de larvas, mediante técnicas moleculares, es una herramienta interesante para gestiones como: Solicitar concesiones, proyectar producción, diseño de proyectos técnicos, gestión territorial del borde costero, entre otros. De igual forma, el servicio permitirá a las autoridades de gobierno, acceder a información certera para definir políticas, programas y/o instrumentos en el uso del borde costero. La relevancia de este proyecto se basa en que entregará información que a la fecha solo se obtiene de una forma aproximada y no en forma exacta. La entrega de este tipo de información se hace altamente relevante en este momento en que se ha observado una baja considerable en la captación de semillas de este recurso, por lo cual a partir de la definición de esta técnica de alta certeza será posible utilizarla en la exploración de nuevos sectores con presencia de larvas de mejillón, los que podrían llegar a ser potenciales sectores de captación de semillas que promuevan la sustentabilidad de la industria regional.
La ventaja de la utilización de estas técnicas moleculares es que ellas permiten tener una certeza muy alta de la discriminación entre especies, lo cual a la fecha, se realiza solo en base a la experiencia de un experto que es capaz de discriminar larvas de diferentes especies de mitílidos a través de microscopia óptica.

A la fecha, en el proyecto se han evaluado 4 aproximaciones moleculares de discriminación larval, buscando aquella que sea

efectiva, pero además que presente una adecuada relación de costo-eficiencia. Entre estas aproximaciones hemos utilizado marcadores de regiones de ADN hipervariables (microsatélites) los cuales han sido definidos exclusivamente para la especie *Mytilus chilensis* (Ouagajjou et al., 2011) y que fue obtenido en trabajos previos realizados por el equipo del laboratorio de genética molecular en conjunto con la Universidad de Vigo. Estos marcadores han presentado buenos resultados de discriminación en larvas de mitílidos. Lo anterior, acorta los tiempos de investigación en un periodo relativamente corto (18 meses), debido a la acumulación de conocimiento previa que se ha generado en esta especie, por lo cual a la fecha existe una base de conocimiento generada por investigación básica o pura, que sienta las bases para la investigación aplicada y en un tiempo posterior para un mayor desarrollo del sector.

Este proyecto responde a la triple élice del sistema de innovación, por un lado es el Estado quien financia y promueve el desarrollo de un nuevo servicio, la Universidad la que investiga, desarrolla y transfiere y por su parte la empresa aplica este conocimiento en su sistema productivo o los servicios públicos relacionados con la industria lo utilizan para la toma de decisiones en sus ámbitos de competencia. Este nuevo servicio, utiliza el conocimiento generado a partir de este grupo de trabajo, desde el área de la genética en los últimos 7 años, para ahora aplicarlo en un sector productivo de importancia regional y con ello se promueve el desarrollo endógeno de nuestro territorio, a partir de la generación y acumulación del conocimiento para lograr la innovación en un sector productivo.

La identificación de larvas de mejillón, mediante técnicas moleculares, es un servicio innovador, dado que no se realiza en Chile, como tampoco se realiza oficialmente en grandes países mejilloneros como España. Información del servicio y del laboratorio de Genética Molecular de la UACh puede ser encontrada en la página web www.genuach.cl

Bibliografía

Aghion P & Howitt P. 1992. A model of growth through creative destruction. Econometrica 60 (2): 223-351.
Astorga MP., Toro J., Martinez V. 2012. Genética de Mitílidos y su impacto en la mitilicultura. Editorial Universidad Austral de Chile & Encubierta Editores. 57 pp.
Benavente H, JM. 2005. Innovación tecnológica en Chile: Donde estamos y que se puede hacer. Revista Economía Chilena. Volumen 8 Nº1: 53-74.
De Gregorio J. 2004. Macroeconomía intermedia. Mimeo, Banco Central de Chile.
Goto A & Suzuki K. 1989. R&D Capital rate of return on R&D investment and Spillover of R&D in Japanese manufacturing insdustrie. Review of economics and statistics 56 (4): 555-564
Ouagajjou Y, Presa P, Astorga M, Pérez M. 2011. New polymorphic microsatellite markers for the mussel Mytilus edulis chilensis and cross-priming testing in three Mytilus species. Journal of Shellfish Research, Vol. 30, Nº 2: 325-330.
Rouvinen P. 2002. R&D productivity dynamics: causality, lags and “dry holes”. Journal of applied economics 5 (1): 123-156.

AUSTRAL - omics
Innovación en Biotecnología

Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

Con financiamiento de Fondos de Innovación Académica (Mecesup 2) y recursos UACh, se ha creado **AUSTRAL-*omics***, una nueva Unidad de Innovación en Biotecnología de la Facultad de Ciencias UACh, la que realiza investigación y servicios con una plataforma integral en tres importante áreas: genómica, proteómica y bioinformática.

ÁREA GENÓMICA

Equipo de secuenciación para NGS MiSeq Illumina
Permite una secuenciación de 25 Millones de lecturas, con largo de 2X300 pb y una salida de 15 Gb de información.

Equipo de secuenciación Masiva 454 GS Jr Roche
Permite obtener 100.000 lecturas, con un largo promedio de 480 pb y una salida de 50 Mb de información.
Para ambos sistemas entre sus aplicaciones esta secuenciación de genomas, amplicones, transcriptomas y metagenómica.

Sistema de análisis de Biomoléculas
Plataforma completa para la cuantificación por Absorbancia y Fluorescencia de DNA y RNA, complementado con análisis de Integridad por Bioanalyzer (Agilent) y Fragment Analyzer (Advanced Analytical).

Sistema para Hibridización de DNA
Plataforma Agilent para la realización de microarreglos, los cuales son una poderosa herramienta para estudios de expresión génica.

ÁREA PROTEÓMICA

Análisis de Espectrometría de Masas
Contamos con dos importantes tecnologías **(1) triple Quadrupolo** (TSQ Vantage) capaz de medir pesos moleculares en el rango de 12Da a 1500Da. Este equipo es ideal para el análisis en las áreas de Toxicología, Agroalimentaria, Biomedicina, entre otras.

(2) Trampa de iones (TSQ VelosPro), que posee un rango de detección de 15Da a 4000Da, ideal para identificación de proteínas y modificaciones post-traduccionales.

Sintetizador de péptidos
Sintetizador automatizado de péptidos PTI Tribute con detector UV. Este equipo posee 4 escalas de síntesis (0.25, 0.5, 1.5 y 2.5 moles), con una pureza de péptidos desde 80 a 99 %.

Analizador Robotizado de ELISA (EvolizerTecan)
Plataforma para el análisis de ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) utilizando cromóforos en el rango de 400 a 700 nm. Esta tecnología presenta aplicaciones en el campo de la microbiología, parasitología o industria alimentaria, entre otros.

ÁREA BIOINFORMÁTICA

High Performace Computing Cluster
Plataforma para análisis y desarrollo de softwares Bioinformáticos. Compuesto por 156 procesadores de alto rendimiento, 416 GB de memoria y 8 TB de capacidad de alta velocidad (15000 RPM). Bajo esta arquitectura computacional se logran altos rendimientos con softwares de análisis de genómas, transcriptomas, amplicones y metagenómas. Además, se realizan estudios de modelamientos tridimensionales de estructuras proteicas, dinámicas y acoplamientos moleculares. identificación de proteínas y moléculas de interés científico.

Director Científico: Dr. Alejandro Yañez
Directora Ejecutiva: Dra. Andrea X. Silva
Encargada Área Genómica: Dra. Andrea X Silva
Encargado Área Proteómica: Mauricio Hernandez
Encargado Área Bioinformática: Cristián Molina

Contacto: andrea.silva@uach.cl

Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Teléfono: 56-63-293858 www.australomics.cl

APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE LODOS CRUDOS DE PISCICULTURA SOBRE SUELOS

Dr. Juan E. Schlatter[1], Dra. Sandra Madariaga[2], Gisela Romeny[1]

[1]Laboratorio de Nutrición y Suelos Forestales,

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile.

[2]Centro de Ciencias Básicas, Universidad Austral de Chile. Sede Puerto Montt.

Introducción

El desarrollo de la salmonicultura en el Sur de Chile ha sido vertiginoso, habiendo cambiado la dinámica económica de esta región, principalmente en la región alrededor de Puerto Montt y Chiloé. La primera etapa de esta cadena productiva es en pisciculturas, las que deben criar los alevines que darán inicio a lo que será la producción de salmones. Estas unidades de crianza producen además cantidades importantes de lodos, es decir residuos del metabolismo de los alevines y parte de los insumos que son necesarios de incluir en su alimentación y mantención. Hasta ahora estos lodos, parcialmente tratados, terminaban en vertederos, pero por su volumen creciente están siendo un problema en el tratamiento de residuos. Por eso es que es necesario buscar alternativas para su ubicación y neutralización, ojalá logrando un ciclo ambiental positivo. La Universidad Austral de Chile postuló para estos efectos el proyecto "Tratamiento de lodos residuales de pisciculturas de la región de los lagos y evaluación experimental de su desempeño en suelos" financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2012, del Gobierno Regional de Los Lagos y que cuenta con el apoyo de la Seremi de Medio Ambiente, Seremi de Salud y el Servicio Agrícola Ganadero de la Región de Los Lagos. (MADARIAGA, 2012)[1]. En este trabajo se presentarán algunos de los primeros resultados obtenidos en el estudio sobre el desempeño de lodos crudos en dos clase de suelos: uno de carácter areno-gravoso del sector de Ensenada, pobre en materia orgánica, y otro limoso, representativo de los trumao del área geográfica alrededor del Lago Llanquihue, del acceso a Pargua y de Chiloé.

Material y método

Los lodos crudos fueron obtenidos de dos pisciculturas, de flujo abierto (L1) y de recirculación (L2), los cuales fueron previamente analizados en sus contenidos, caracteres que se presentan en el cuadro 1. Debe indicarse además, que no se ha detectado presencia de antibióticos (florfenicol, ácido oxolínico, ciprofloxacino, enrofloxacino, flumequina u oxitetraciclina) en las muestras de lodo analizadas. En general este residuo presenta una reacción levemente ácida, casi neutral, es rico en materia orgánica, con altos contenidos de nitrógeno y fósforo. Su contenido de metales se encuentra por debajo de los valores exigidos por el DS04/20094[2]. De acuerdo a las condiciones de higienización (contenido de Coliformes fecales, Salmonella sp. y densidad de ovas helmíntica viable), las muestras de lodo de ambos tipos de piscicultura pueden ser clasificadas como LODO CLASE A. Es decir, en principio este tipo de residuo no constituye un riesgo para su aplicación sobre suelos con uso agropecuario.

Los suelos utilizados son presentados en cuadro 2 y corresponden a suelos areno-gravosos de un lahar del volcán Osorno, que se expande en el sector Ensenada y suelos limosos correspondientes a la serie Puerto Octay. La textura del suelo areno-gravoso está constituida por un 9% de gravilla, 50% de arena gruesa, 38% de arena media y sólo 3% de arena fina. En cambio la serie Puerto Octay es arena fina limosa con 31% de limo, 52% de arena fina, 12% de arena media y 5% de arena gruesa. El resto de sus características son expuestas en cuadro 2, donde destaca el bajo contenido de materia orgánico del primero y el alto en el segundo.

Los lodos crudos (82% agua), de ambos tipos de piscicultura, fueron aplicados sobre columnas de suelo de alrededor de 45cm

PARÁMETRO	RANGO	PARÁMETRO	RANGO
pH (h_20)	6,4 - 6,8	Arsénico Total (mg/kg, base seca)	1,74 - 30
Materia Orgánica (%) (base seca)	59,8 - 71,2	Cadmio Total (mg/kg, base seca)	1,65 - 3,4
Agua (%)	71,2 - 82,0	Mercurio Total (mg/kg, base seca)	< 1,00
Sólidos Totales (%)	18,0 - 22,7	Plomo Total (mg/kg, base seca)	< 1,20 - 4,8
Nitrógeno Total (g/kg)	72,1 - 96,4	Zinc Total (mg/kg, base seca)	735 - 1026
Fósforo Total (g/kg, base seca)	31,4 - 71,4	Selenio Total (mg/kg, base seca)	2,5 - 4,8
Salmonella spp.	Presencia	Ovas de Helmintos (huevos/4g)	< 1,0
Coliformes Fecales (NMP/g)	11,0 - 44,0		

Cuadro 1. Características de los lodos crudos de piscicultura

PARÁMETRO	UNIDADES	CLASE DE SUELO	
		ARENA	LIMOSO
pH (agua)		6,1	5,6
pH (KCl)		5,6	4,9
Ct	(%)	0,2	10.2
Nt	(%)	0,02	0.60
M.O.	(%)	0.41	17.7
C/N		14.5	17.0
P (Olsen)	(mg/kg)	3.6	2.8
K	(cmol+/kg)	0.03	0.2
Ca	(cmol+/kg)	0.3	4.7
Mg	(cmol+/kg)	0.0	0.2
Na	(cmol+/kg)	0.1	0.2
Al (extraíble)	(mg/kg)	104	1700
Al (intercamb)	(cmol+/kg)	0.1	0.2
Suma de Bases	(cmol+/kg)	0.4	5.2
CICE	(cmol+/kg)	0.4	5.4
Sat. Aluminio	(%)	16.3	3.2
Fe	(mg/kg)	11	269
Mn	(mg/kg)	1	19
Cu	(mg/kg)	2.4	7.3
Zn	(mg/kg)	1.0	4.3
S	(mg/kg)	0.9	5.8
B	(mg/kg)	0.1	0.2

Cuadro 2. Características de los suelos utilizados para la aplicación de los lodos

de alto, en tubos de PVC de cuatro pulgadas de diámetro. En cada suelo se aplicó tres dosis de cada lodo (D1, D2 y D3), replicadas tres veces y en comparación a un control sin lodo. Este esquema se replicó con lodos de un contenido de 30% de agua (=Lodo seco), acercándose a lo que pudiera ser un lodo relativamente seco, para facilitar su manipulación (ensacado, transporte, aplicación). El lodo fue incorporado superficialmente hasta una profundidad de alrededor de 5 cm, y después se les aplicó riego en forma periódica, imitando la pluviometría mensual promedio de Puerto Montt e iniciándose en abril 2013, por un período total de 6 meses. El agua aplicada percoló a través de la columna de suelo, goteando luego a través de una tapa perforada de PVC sobre un embudo y de este a un receptor de plástico. El agua de percolación se acumuló en bidones plásticos, cada mes, para así proceder a su análisis de contenido de elementos químicos. Las dosis de lodo aplicadas correspondieron a:

CONTENIDO DE AGUA	DOSIS BAJA T HA^{-1}	DOSIS MEDIA T HA^{-1}	DOSIS ALTA T HA^{-1}
82%	32,5	65	130
30%	11,9	23,8	47,6
0%	5,9	11,7	23,4

Resultados

A simple vista el agua de percolación bajo una columna de 45cm de suelo de arena, presenta una mayor intensidad de color y olor, especialmente en las dos dosis más altas de aplicación de lodos crudos, en comparación a un suelo más fino: en este caso particular un trumao areno-limoso, el que no presentó color, ni olor. En general el agua fue clara, sin turbidez, aunque con mayor arrastre de sedimentos bajo las columnas de arena.

El amonio y el nitrato son compuestos de alta solubilidad que son rápidamente lixiviados desde la columna del suelo enriquecida con lodo. Ambos muestran niveles muy altos, sobre la norma (10mg L^{-1}), en todas las muestras de agua de percolación, incluso con la dosis menor (figuras 1 y 2). La aplicación de lodos con menor contenido de agua (30%: considerados lodos secos en sentido experimental) muestra valores menos altos y su lixiviación es algo más tardía. La cantidad de amonio y nitrato lixiviados se relaciona cuantitativamente con las dosis aplicadas. Mientras mayor es la dosis, tanto más es el contenido en los percolados.

Desde estos resultados queda claro que todas las dosis, de lodo crudo o más seco, causaron aguas de percolación sobre la norma de 10mg L^{-1} y por lo tanto es necesario considerar que siempre deberán aplicarse dosis más bajas que la menor. Por otro lado,

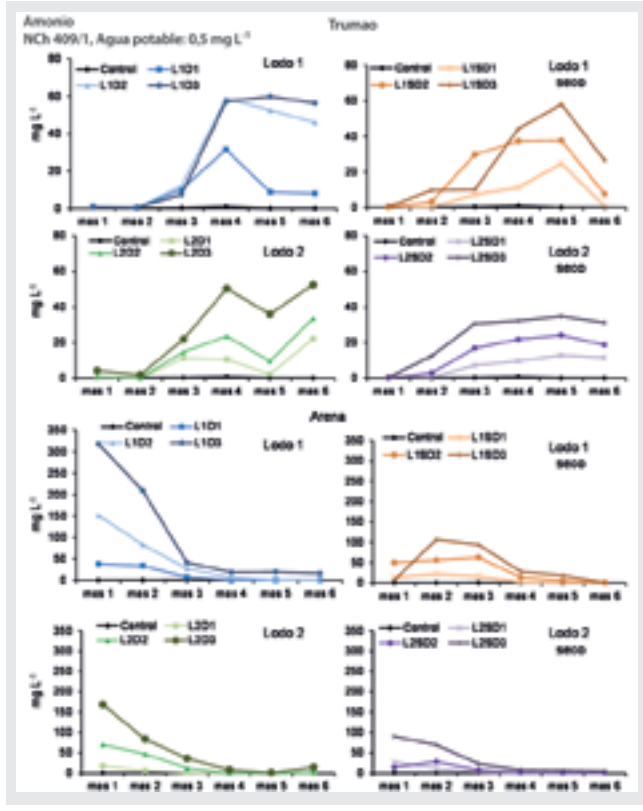


Figura 1. Tendencia del contenido de amonio en el agua de lixiviación bajo 45 cm de columnas de suelo trumao (serie Puerto Octay) y suelo de arena (lahar del Vn. Osorno), en comparación a un control.

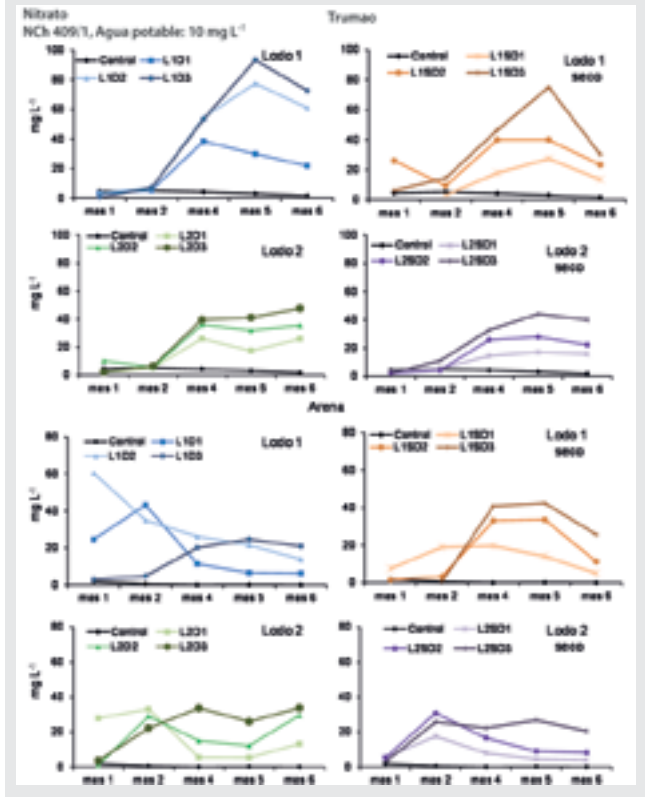


Figura 2. Tendencia del contenido de nitrato en el agua de lixiviación bajo 45 cm de columnas de suelo trumao (serie Puerto Octay) y suelo de arena (lahar del Vn. Osorno), en comparación a un control.

la aplicación debe hacerse con una distribución cuidadosa en el territorio, evitando así elevar excesivamente el contenido de nitrógeno en fuentes de agua superficial o subterránea. De acuerdo a los resultados, la cantidad de lodo a aplicar en suelos no puede superar a la dosis mínima utilizada en este estudio: 32.5t ha^{-1} como lodo crudo (82% de agua). Incluso con esta cantidad, los contenidos máximos de amonio y nitrato en el agua de lixiviación en suelos limosos (=trumao), entre el tercer y quinto mes después de la aplicación, lograron entre 10–35mg L^{-1} no debiendo superar los 10mg L^{-1} en cualquier agua superficial o subterránea. En el suelo de arena la lixiviación del amonio es más rápida, con máximos en los primeros tres meses, algo menor con nitrato.

Los demás elementos considerados en el estudio no superan, en general, la norma de agua superficial y de agua potable, por lo tanto las precauciones que se tomen con respecto al nitrógeno, serán suficientes para cualquiera de estos elementos.

El análisis del suelo del ensayo, extraído desde las columnas después de 6 meses de haber aplicado el lodo crudo, muestra que para algunos elementos contenidos en los lodos, se obtiene un claro aumento cuantitativo en ellos. El elemento que más modificó la cantidad existente en el suelo fue el fósforo, como se observa en la figura 3, la cual muestra que este aumento es mayor mientras la dosis de lodos es más alta. Sin embargo, basta con la dosis menor para lograr una disponibilidad óptima de fósforo (10 – 20 mg kg^{-1}) en los primeros 10 cm, en ambos suelos.

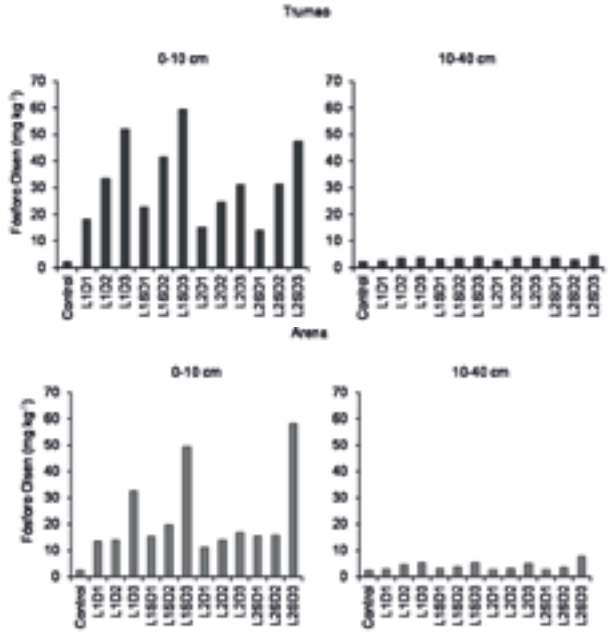


Figura 3. Cambios en el contenido de fósforo disponible en los primeros 10cm y entre 10 – 45cm de profundidad de suelo limoso (=trumao) y suelo de arena (lahar del Vn. Osorno), 6 meses después de aplicar lodos crudos de piscicultura, en comparación a un control.

Al extraer el suelo de las columnas de lixiviación después de seis meses de riego periódico, para obtener las muestras para su análisis, este sólo presenta restos de olor en la dos dosis más altas en los suelos de arena. La dosis más baja ya había sido neutralizada en estos suelos. En el suelo limoso o trumao, en cambio, no se percibía olor alguno, habiéndose neutralizado esa característica completamente en las tres dosis.

Conclusiones

Aunque los resultados obtenidos a la fecha son promisorios en relación al potencial uso de lodos de piscicultura como fertilizante orgánico, observándose que es posible contar con un sustrato ambientalmente seguro para aplicar en suelo, resulta relevante seguir evaluando las propiedades de este tipo de residuo obtenido en diferentes momentos del proceso productivo en piscicultura.

A simple vista el agua de lixiviación que se obtiene bajo una columna de 45 cm de suelo areno-gravoso presenta más intensidad de color y también olor, especialmente con dosis altas de más de 35t ha^{-1} de lodo crudo, en comparación a un suelo limoso rico en materia orgánica (=trumao). El suelo trumao claramente filtra y estabiliza mejor.

El contenido de elementos químicos en el agua de lixiviación, después de la aplicación de los lodos crudos, muestra en general un alza mucha mayor en los percolados bajo arena, y el proceso de lixiviación también se produce mucho más rápido, mayoritariamente en los primeros tres meses. En cambio el suelo limoso y rico en materia orgánica retiene mejor y entrega en forma más regulada los elementos solubles.

El único elemento que sobrepasa las normas de calidad de agua después de aplicados los lodos crudos es el nitrógeno, en ambas formas: amonio y nitrato, en todas las dosis ensayadas. El resto de los elementos y características químicas está dentro de las normas.

En consideración al contenido de nitrógeno (amonio y nitrato), en el agua de lixiviación, se recomienda que no se apliquen dosis superiores a 28t ha^{-1} de lodos crudos en suelos trumao (5t ha^{-1} lodo seco; 6.25t ha^{-1} con 20% de agua). En los suelos areno-gravosos, en cambio, debe bajarse la dosis a la mitad. Además, la aplicación debe ser limitada a un máximo de un 50% del territorio seleccionado, evitando en él contaminar las aguas superficiales y su contorno inmediato.

Los riesgos y precauciones anteriores se multiplican en suelos con menor capacidad de filtro o inundables, por este motivo no debieran aplicarse lodos en suelos de ñadi, turberas y vegas.

Bibliografía

[1]**MADARIAGA, S. 2012** Tratamiento de lodos residuales de pisciculturas de la región de Los Lagos y evaluación experimental de su desempeño en suelos. Proyecto FIC-R Los Lagos, BIP: 30128388-0

[2]**Decreto Supremo 004/2009,** Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas República de Chile, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

www.rilab.cl

Rilab Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Inocuidad Alimentaria

Soluciones tecnológicas de vanguardia

Medidor de pH en alimentos
Gran Pantalla LCD para mayor legibilidad, proporciona información completa de la medición.
Impermeable, a prueba de polvo y además ¡Flota!

Medidores de pH5+ y 6+ Acorn®

Medidores de pH 300 / pH 310

OAKTON INSTRUMENTS

PH metros-conductivímetros, medidores de oxígeno disuelto con sondas de 3 a 30 mts., termómetros HACCP a prueba de agua y polvo para uso en terreno y laboratorio.
Garantía, Servicio Técnico, Facilidades.

Medidor de DO 600

Medidores de pH 600 / pH 610

Medidores de pH 700

Medidor DO 6+

Medidor de pH/DO 300

EcoTestr® pH2

35 SriesTestr® Multiparámetro

Sondas DO y Kit de Accesorios

LaMotte VICAM OAKTON IUL sdix

Representante exclusivo:
Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.
E-mail: rilab@adsl.tie.cl - Fono/Fax: (56-2) 2688 2010

YO CUIDO EL AGUA

Nuestro centro
son las personas
Juntos construimos una mejor
calidad de vida y ambientes
laborales más seguros
www.ist.cl
ist
especialistas en prevención

ERGONOMÍA Y LA INDUSTRIA ACUÍCOLA

Por Juan Sebastián Ilardi Lazcano
Consultor en Ergonomía IST Zonal Sur Austral

En el trabajo industrializado, los avances en materia de seguridad han sido grandes, pero con una mirada centrada en la búsqueda de la relación de causalidad, lo evidente.

Desde un punto de vista sistémico, las enfermedades del trabajo no solo se explican a través de una relación causa efecto. Múltiples factores del trabajo contribuyen en el desarrollo de estos cuadros, haciendo difícil la identificación del agente causal o la magnitud de cada factor contribuyente. Para el caso de los Trastornos Músculo-Esqueléticos (TME) la realidad nacional muestra el año 2010 una tasa en la Región de Los Lagos, un número de licencias médicas por trastornos músculo-esqueléticos cerca de 30 veces el promedio nacional de 10,62 por 100.000 trabajadores (COMPIN, 2010).

Hoy los intercambios entre unidades y la valoración global del sistema se basan en indicadores cada vez más alejados de la realidad del trabajo (Daniellou, 2009).

Por otro lado un trabajador ausente no solo representa el costo del trabajador que no produce, significa su reemplazo (temporal o parcial), el costo de su formación, el tiempo de otros y sin considerar la curva de aprendizaje antes de alcanzar un estándar productivo esperado. Súmese además el tiempo que la persona que vuelve requiere para su reincorporación.

Un riesgo físico clásico en la actualidad son las tareas con manejos manuales de cargas livianas a alta frecuencia, conocidos como movimientos repetitivos. Estos representan un gran riesgo para la aparición de TME cuando más alta sea la frecuencia, menores los descansos, mayor sea la fuerza ejercida y más amplios los movimientos de las extremidades superiores. Tareas como el despinado manual de filetes de salmón, muestra una relación entre frecuencia de movimientos y la calidad del producto, a mayor frecuencia, menor calidad del producto, pudiendo generar pérdidas cercanas a U$2 por trabajador por hora (Ilardi, 2012).

También se ha visto como trabajar en ambientes fríos (bajo 10°C), genera respuestas vasculares como disminución del retorno venoso en extremidades inferiores y pérdida de la sensibilidad y la motricidad fina en extremidades superiores, ambas relacionadas con pérdidas de la productividad.

Otros factores como una distribución de las tareas inadecuada, exigencias por sobre las capacidades de las personas, un bajo nivel de control sobre la tarea y falta de apoyo, también se relacionan con la productividad y el bienestar de los trabajadores afectando la motivación, la atención y concentración, el nivel de estima, la confianza, etc.

El diseño de puestos de trabajo, tareas, sistemas de turnos, líneas de proceso entre otros, representa una oportunidad de mejora sustancial para el nivel de bienestar y productividad. La consideración de aspectos antropométricos, fisiológicos o incluso sociales no debiera ser postergada al momento de rediseñar sistemas de trabajo.

Es así como el IST no solo busca evaluar “puestos de trabajo”. Busca comprender los sistemas de trabajo donde interactúan las personas y los entornos entregando a nuestros clientes soluciones concretas y factibles, de acuerdo a sus recursos y capacidades técnicas, para mejorar el bienestar de los miembros de las organizaciones y el rendimiento global de sus sistemas de trabajo siempre dentro del marco regulatorio legal chileno.

Programa Doctorado en Ciencias de la Acuicultura

UNIVERSIDAD AUSTRAL CHILE, SEDE PUERTO MONTT

"Formación de científicos jóvenes en Chile es esencial para garantizar un programa productivo que evolucione y se mantenga a la vanguardia de la investigación de los ecosistemas marinos"

La Acuicultura como una disciplina transversal

El ecosistema acuático mundial (marino, estuarino, dulce), y en especial la extensa región sur-austral de la Patagonia, son actualmente áreas vulnerables dado el multiuso de actividades productivas realizadas en el borde costero y la exposición y sensibilidad de los glaciares y fiordos a los cambios atmosféricos relacionados con el Calentamiento Global. Tanto las perturbaciones naturales como antropogénicas pueden llevar a la pérdida de valiosos bienes y servicios de los ecosistemas como hábitat de refugio, ciclo de nutrientes, recursos genéticos y zona para actividades recreacionales. Por lo tanto, los bienes y servicios son cruciales para el funcionamiento de sistemas del borde costero, y que contribuyen significativamente al bienestar de las personas, representando una parte importante del valor económico total de los ambientes costeros.

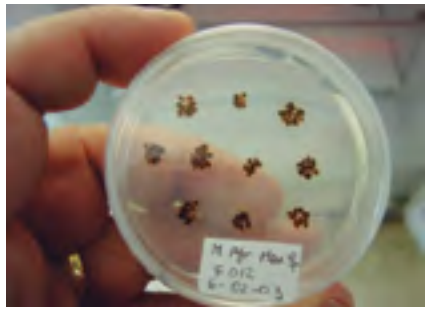
El Programa de Doctorado en Ciencias de la Acuicultura se inició el año 2010, con participación de académicos de la Vicerrectoría de Sede de Puerto Montt, Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile, a los que se unen Profesores invitados de universidades extranjeras (Bélgica, España, USA) y nacionales, y Profesores Colaboradores del sector privado. Las áreas de investigación vinculadas al este programa son variadas, entre ellas Genética de organismos acuáticos, Biotecnología acuícola, Reproducción, Desarrollo y Crecimiento de Recursos Acuícolas, Sustentabilidad Ambiental y Manejo de Recursos Marinos, Sanidad-Patología y Producción Animal y Nutrición acuícola. Cada una de ellas reforzadas con conocimiento básico en Fisiología, Bioquímica, Oceanografía, Ecología, Patología, Genética, Botánica y Estadística. El enfoque integrado y de disciplinas transvesales del perfil profesional que el nuevo profesional tendrá en la actividad de la Acuicultura y la aproximación metodológico científico que deberá ejecutar para responder las problemáti-

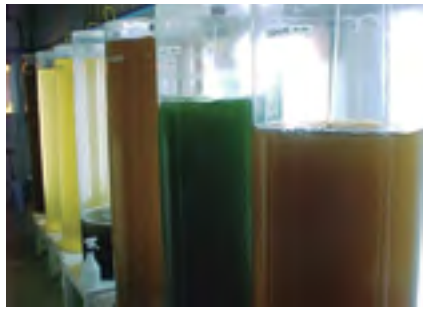
cas en Acuicultura, es determinado por sus académicos, sus cursos, sus líneas de investigación y su nivel de publicaciones. Debido a la complejidad de los procesos y actividades que ocurren de manera no lineal en el sistema natural, las prioridades en investigación y desarrollo sólo pueden alcanzarse a través de un enfoque transdisciplinario que busque la integración entre las disciplinas, especialmente desde las distintas ciencias naturales (Patología, Nutrición, Oceanografía, Fisiologia y Desarrollo, Genética, Ecología). Ciertamente la base para esta integración está dada por la experiencia en investigación y la docencia en Universidades. De este modo, el proceso de formar recursos humanos especializados a través de programas de postgrado acreditados (Magister y Doctorado) y profesionales postdoctorales, es de gran importancia para la UACh contribuyendo de esta manera al desarrollo nivel nacional e internacional que deseen priorizar la Acuicultura sustentable. Para ello el financiamiento del Estado es clave para el apoyo a investigadores jóvenes, con desafíos en problemáticas regionales, nacional e internacional, permitiendo la meta de introducir nuevos profesionales con grado de Doctorados y postdoctorados en universidades, industrias e instituciones de Gobierno.

Fortalezas del programa

El Programa de Doctorado en Ciencias de la Acuicultura de la UACh en estos 4 años se ha posicionado a nivel nacional, logrando la Acreditación en dos oportunidades. Ciertamente el logro de estas acrditaciones determinan que nuestros estudiantes y futuros postulantes se vean beneficiados con este procesos dado la posibilidad de acceder a becas del Estado (CONICYT) cada año. Otro hito académico importante del Doctorado fue la aprobación del proyecto MECESUP Fortalecimiento de la Sinergia de los Programas de Doctorado en Ciencias del Mar de la Universidad Austral de Chile, en conjunto con el Doctorado en Biología Marina de la UACh". El financiamiento ha permitido a los estudiantes durante el primer año a postular y acceder a apoyo económico para estadías de investigación en el extranjero (España), asistencia a congresos internacionales y cursos nacionales.

Otra fortaleza de nuestro programa, es la variedad de laboratorios in Campus tanto en la Sede Vadivia (Bioquímica, Patología, Nutrición, Fisiología) como en la Sede Puerto Montt (Ficohatchery, Hatchery de Invertebrados, Lab. de Nutrición, Lab. de Ciencias Biológicas, Lab. de Recursos Bentónicos) así como también laboratorios in situ como son los laboratorios de Macroalgas de Maullín, y en Yaldad, Chiloé. El tránsito de los estudiantes por estos distintos laboratorios con aproximaciones metodológicas permiten que el estudiante se familiarice y maduren a través de preguntas, formulación de hipótesis y diseños experimentales que dan origen a la generación de datos y su interpretación que ptencialmente darán respuestas a problemáticas en la Acuicultura.





Nuestros estudiantes

El perfil actual de los estudiantes actuamente 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 de la Acuicultura. Finalmente, los estudiantes actualmente se encuentran desarrollando sus trabajos de Tesis en diferentes temas de investigación tales aspectos bioquímicos a nivel celular de enfermedades comunes en salmonicultura, desarrollo y fisiología de recursos bentónicos, calidad de agua mediante nuevos indicadores bio-químicos, dinámica de parásito-huesped, aspectos bioquímicos de la nutrición en salmones, variabilidad genética en ambiemte costero de organismos bentónicos.

Immunetrack®I e Immunetrack®A

Kits para evaluar la respuesta innata y adaptativa de peces salmónidos

Carolina Pérez[1], Sebastián Reyes-Cerpa[2], Daniela Toro-Ascuy[2], Claudio Cappelli[2], Maria José Gonzalez[2], Sergio Guajardo[1], Matilde Jashés[1], Geraldine Mlynarz[1,§], Ana María Sandino[1,2], Mónica Imarai[2,#]

[1]ActivaQ, [2]CBA-USACH - Centro de Biotecnología Acuícola, Universidad de Santiago de Chile

[§]geraldine.mlynarz@activaq.cl | [#]monica.imarai@usach.cl

Financiado por: Innova-Chile de CORFO 07CN13BPT-90 y Fundación para la Innovación Agraria FIA PYT2011-0047

La salmonicultura es sin lugar a dudas una de las actividades económicas más importante de nuestro país. Esta actividad no está libre, sin embargo, de los problemas inherentes a cualquier cultivo intensivo, entre ellas de las constantes exposiciones a organismos patógenos (bacterias, virus y parásitos) que fácilmente pueden transmitirse causando enfermedades y muerte y, con ello, grandes pérdidas económicas. En este sentido es importante la existencia de una constante actividad de investigación y desarrollo que aporte, y en lo posible se anticipe, con conocimiento y soluciones tecnológicas para los diversos problemas de producción de la acuicultura. En este artículo mostramos un ejemplo de desarrollo tecnológico que puede aplicarse a evaluación de vacunas, dietas y otros tratamientos que buscan estimular la respuesta inmunológica de los peces.

Los organismos superiores han desarrollado diversos mecanismos de protección o inmunológicos contra la infección por microorganismos patógenos u oportunistas, mecanismos que son altamente complejos y han sido muy estudiados en los mamíferos. Los mecanismos de protección de los organismos superiores se pueden agrupar en innatos y adaptativos y se activan en respuesta a la presencia de microorganismos con el fin de eliminarlos. Hay evidencias de que los peces salmónidos presentan estos mecanismos de inmunidad y tipo de respuesta pero no se conoce suficiente respecto a su funcionalidad, especialmente, en cuanto a los mecanismos de respuesta adaptativa.

Suponiendo que los mecanismos de inmunidad operan de manera semejante a los mamíferos, se han desarrollado vacunas y terapias en base a inmunoestimulantes que buscan preparar a los salmones para responder mejor frente a las infecciones eliminando a los microorganismos antes que causen daño. De hecho, vacunas e inmunoestimulantes son ampliamente usados aún cuando es frecuente que no se alcancen los niveles de inmunización y protección deseados[1]. Para conocer mejor los potenciales efectos de estos productos en los peces y encontrar la manera de mejorar estos efectos logrando los esperados (inmunidad), se requiere de nuevas herramientas de análisis de la respuesta inmune en particular de los salmónidos que se sume a la oferta de evaluación rutinaria de vacunas que consiste en medir sobrevivencia post-vacunación y desafío o anticuerpos específicos. En el marco de esta necesidad, nosotros hemos desarrollado kits de evaluación de la respuesta inmune **ImmuneTrack®** que permite cuantificar los niveles de expresión de componentes claves de la respuesta inmune innata y adaptativa de los salmones.

ImmuneTrack® es una plataforma tecnológica que contiene biomarcadores de inmunidad innata y adaptativa de peces salmónidos para análisis de alto rendimiento. Tanto el kit de evaluación de inmunidad innata **ImmuneTrack®I** como el kit de evaluación de inmunidad adaptativa **ImmuneTrack®A** proveen para el laboratorio y la industria nuevas herramientas para el diseño, evaluación y selección de vacunas, dietas y tratamientos que estimulan o incluso estresan el sistema inmune de los peces.

ImmuneTrack®I cuantifica la expresión de 4 genes escogidos como biomarcadores de respuesta innata mediante PCR de tiempo real (qRT-PCR) en tejido de salmón (bazo y riñón) usando una curva estándar y determinando el número de copias de RNA mensajero (mRNA) de cada gen. Los genes analizados son: Interferón (IFN)-α y gen de la proteína antiviral Mx-1, cuyo incremento de expresión (mRNA) revela una respuesta destinada a inhibir la replicación viral; IFN-γ, cuya respuesta temprana indica inflamación probablemente producida por células tipo naturales asesinas (NK, Natural Killer); y la expresión del componente C3 del complemento que indica la participación activa de las barreras solubles desarrolladas para la eliminación de bacterias Gram negativas.

Para determinar si los niveles de mRNA de C3, Mx IFN-α and IFN-γ son buenos biomarcadores de la activación de respuesta innata en los salmones, se utilizaron peces estimulados con patrones moleculares asociados a patógenos (*Pathogen-associated molecular patterns, PAMPs*) que se sabe inducen la activación de los mecanismos de inmunidad innata. Los mRNAs fueron

Fuente: Laboratorio de inmunología-USACH

[1]Gomez-Casado *et al.* A comparative reviewon European-farmed finfish RNA viruses and their vaccines. Vaccine 29 (2011) 2657–2671

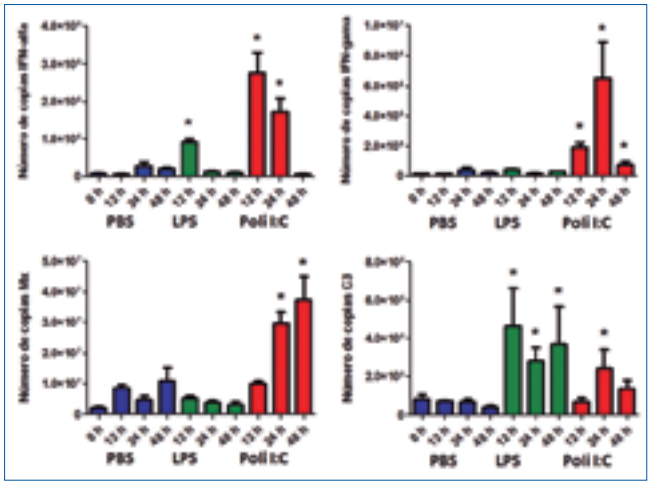


Figura 1. Cuantificación absoluta de mRNA en el bazo de peces inyectados con buffer fosfato salino (PBS, barras azules), lipopolisacáridos (LPS, barras verdes) o poli I: C (red bars). El número de copias de mRNA se cuantificó por PCR en tiempo real (RT-PCR) usando una curva estándar. (*) indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$, Mann-Whitney t test, $n = 5$) entre cada grupo y el control inyectado con PBS.

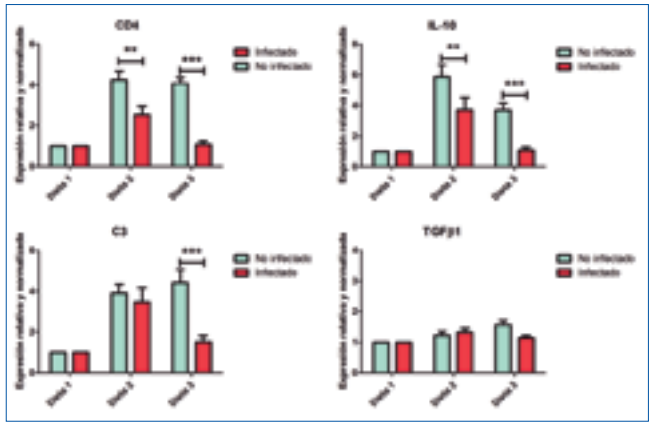


Figura 2. Análisis de la expresión génica de biomarcadores de respuesta inmune mediante RT-PCR de tiempo real en el bazo de salmones *(Salmo salar)*. Los salmones se alimentaron con las dietas por 20 días y luego fueron desafiados con *Flavobacterium psychrophilum* mediante inyección intraperitoneal del microorganismo. La dieta 1 corresponde a alimento con los requerimientos nutricionales básicos; la dieta 2 corresponde a la dieta 1 a la que se le ha adicionado una mezcla de anti-oxidantes de extractos de levaduras; la dieta 3 corresponde a la dieta 2 más ácido araquidónico.

por tanto cuantificados en el bazo de salmones estimulados con LPS, el componente principal de la pared de las bacterias Gram negativas, tales como *Piscirickettsia salmonis, Flavobacterium psychrophilum, Vibrio ordalii, Aeromona salmonicida*. Los resultados muestran un marcado incremento de la expresión de C3, mientras que no se observa estimulación de Mx y de IFN-γ; respecto a IFN-α se observó solo un pequeño aumento, coincidente con la respuesta descrita a LPS en otros modelos animales. Se midió también la respuesta al ácido poliriboinosínico-poliribocitidílico (poly I:C), que es estructuralmente similar a los virus RNA de doble hebra como el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) y el virus de anemia infecciosa del salmón (ISAV). En este caso, se observó activación de la expresión génica de IFN-α, IFN-γ y Mx; y solo un pequeño incremento de C3, también coincidente con lo esperado en algunos casos en respuesta a poly I:C en otros modelos animales. Se corrobora por lo tanto que en salmones, el incremento de los niveles de C3 es un buen marcador de los mecanismos de inmunidad contra bacterias Gram negativas mientras que el incremento de los niveles de Mx, IFN-α y IFN-γ está asociado a la inmunidad inducida contra virus, tal como ocurre en los mamíferos.

ImmuneTrack®A es el kit de evaluación de la respuesta adaptativa y de memoria inmunológica. Los análisis incluye aislamiento y cuantificación de la población de linfocitos T CD4+ usando anticuerpos específicos anti-CD4 y la determinación de la expresión de genes inmunológicos mediante cuantificación por PCR de tiempo real (qRT-PCR). Los biomarcadores en este caso son: IFN-γ, cuya expresión tardía indica la inducción de una respuesta tipo Th1, comúnmente eficaz contra patógenos intracelulares (virus y bacterias); Interleuquina (IL)-10, cuyo aumento de expresión indica una respuesta tipo Th2, importante en la protección contra patógenos extracelulares (bacterias y parásitos); y el Factor de crecimiento tumoral (TGF)-β1 en conjunto con IL-10 que regulan negativamente la respuesta para controlar y terminar un proceso inflamatorio. Los biomarcadores de respuesta adaptativa se utilizaron en la evaluación de dietas funcionales que se usan para mejorar la salud y la protección contra el estrés biótico y abiótico. Este tipo de dietas podría mejorar la protección de los salmones contra enfermedades infecciosas. Usando los biomarcadores de inmunidad innata y adaptativa determinamos si dos dietas basadas en extractos de levaduras y una adicionalmente suplementada con ácido araquidónico tenían efectos sobre los niveles de protección de salmones juveniles infectados experimentalmente con dosis letales de *Flavobacterium psychrophilum*. Los resultados (Figura 2) mostraron que las dietas suplementadas (dietas 2 y 3) reducen la mortalidad en un 20% en comparación con la mortalidad del grupo control que recibió dietas sin suplementos. Las dietas suplementadas además aumentaron los niveles de mRNA de CD4 e IL-10, y de C3, indicando que ellas favorecen una respuesta de tipo Th2 y antibacteriana a través del aumento de un factor clave del complemento. Es interesante que estos resultados pueden explicar la protección observada con el uso de estas dietas. De esta manera, es probable que la respuesta de tipo humoral y activación del complemento contribuyan a los mecanismos de protección de los salmones contra la infección por *Flavobacterium psychrophilum*.

La detección de los cambios en los niveles de expresión de estos biomarcadores de inmunidad innata y adaptativaen los órganos inmunes de los salmones, en forma específica y reproducible, tiene un valor predictivo respecto a los efectos de una terapia que busca producir inmunidad, ya que al conocer la función de estos genes marcadores, los incrementos en la expresión (incremento de los mRNA) revelan la activación de un grupo fundamental de mecanismos de inmunidad innata y adaptativa.Por ejemplo, se espera que una vacuna anti-viral produzca un importante aumento en los niveles de los tres marcadores anti-virales ya que esto asegura el establecimiento de la condición anti-viral en el huésped, a pesar de que algunos virus pudieran tener mecanismos de evasión contra algunos de (y probablemente no todos) estos mecanismos de protección. Por esto, el desarrollo de la plataforma **ImmuneTrack®** resulta altamente útil para evaluar y monitorearen forma masiva los efectos de la aplicación de vacunas y dietas en la salmoniculturae incluso estudiar la evolución de una enfermedad identificando también el tipo de respuesta inmunológica que resulta protectora frente a un determinado patógeno.

Universidad Católica del Norte
ver más allá
DIRECCIÓN GENERAL DE POSTGRADO

DOCTORADOS UCN

Antofagasta

Ciencias Mención Geología*
Ciencias Mención Matemática*

San Pedro de Atacama

Antropología*

Coquimbo

Acuicultura*

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

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

Biología y Ecología Aplicada*

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

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

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

postgrado@ucn.cl www.ucn.cl/postgrado +56 055 2 355 685
+56 055 2 355 760

La Rickettsiosis del abalón o Síndrome del marchitamiento del pie

Federico M. Winkler[1], María H. Avellanal[2] & Karin B. Lohrmann[1]
[1]Departamento de Biología Marina, [2]Doctorado en Acuicultura,
Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.

Chile ocupa el tercer lugar entre los países productores de abalones cultivados del mundo, con unas 794 TM en el año 2010, aproximadamente un décimo de lo obtenido por Corea (9.7% del total mundial), su inmediato predecesor, pero muy lejos de las aproximadamente 56.000 TM producidas por China (Fishtech 2012). Con todo, casi dobla la producción de Australia, su más próximo seguidor, y de la mayoría de los países en los que los abalones son especies nativas.

En Chile los abalones son especies introducidas, por lo que el riesgo de que adquieran enfermedades desde poblaciones silvestres es muy reducido y el cuidado del patrimonio sanitario de ellos debería ser un aspecto central de cualquier política para la mantención y el desarrollo del cultivo de estos moluscos. Tres son las enfermedades que se han introducido con las importaciones de abalones. De ellas, dos son causadas por gusanos perforadores de la concha, una por *Polydora uncinata* (Radashevsky & Olivares 2005), un gusano perforador de la concha que afecta preferentemente al abalón del Pacífico *(Haliotis discus hannai)*; y la otra por *Terebrasabella heterouncinata*, que también afecta a la concha, pero principalmente en el abalón rojo *(Haliotis rufescens)* (García y Winkler 2013). La tercera enfermedad es causada por una bacteria intracelular tipo rikettsial *(RLO)*, "Candidatus Xenohaliotis californiensis", responsable del síndrome del marchitamiento del pie del abalón o *Withering Syndrome (WS)*, que también afecta al abalón rojo (Enríquez & Villagrán 2008; Campalans & Lohrmann 2009). La susceptibilidad del abalón del Pacífico a esta enfermedad está en discusión, ya que si bien Friedman (2012) ha informado infección en ella, González *et al.* (2012) no obtuvo resultados similares en desafíos experimentales.

El *WS* está ampliamente distribuido en el país, con niveles de prevalencia variable entre centros de cultivo, que van de ausencia total hasta un 60% de animales positivos para la presencia del patógeno, como lo muestra el Programa de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo en Moluscos (Sandoval 2013). El uso de tests de diagnóstico más sensibles, como aquellos basados en técnicas moleculares, sugieren que la proporción de individuos infectados puede doblar aquella detectada por histología (Winkler *et al.* datos no pub.). Los individuos afectados por *WS* se ven descoloridos, no responden a estímulos y no se adhieren bien al sustrato (Bower & Campbell 2000), observándose letargo, retracción de los tejidos viscerales, disminución de la ingesta de alimento, atrofia de la musculatura del pie (Fig. 1) y, finalmente, la muerte. La enfermedad presenta un largo período de incubación, que puede llegar a siete meses o más, tiempo en que los abalones infectados por la bacteria no presentan signos clínicos externos. Cuando el letargo, la retracción del manto y la incapacidad de mantenerse adherido al sustrato son visibles, la enfermedad ya no es tratable, porque el animal presenta degeneración total de su glándula digestiva y musculatura del pie. La muerte del individuo generalmente ocurre un mes o dos después de la aparición de los primeros síntomas clínicos externos (Bower & Campbell 2000).

"*Ca.* Xenohaliotis californiensis" es una bacteria pequeña, intracelular obligada, Gram negativa y pleomórfica (Friedman *et al.* 2000). Se localiza en el citoplasma de las células epiteliales del postesófago, intestino, además de los epitelios de absorción y transporte de la glándula digestiva, formando inclusiones citoplasmáticas (Friedman *et al.* 2000) (Figura 2). En etapas más avanzadas aparece metaplasia en la glándula digestiva, en la que el tejido de secreción y absorción se transforma en un epitelio similar al del postesófago, con atrofia de los túbulos o acinos secretores, aumento del tejido conectivo e inflamación (Fig. 2). Estos cambios se observan junto con el consumo de las reservas de glicógeno del músculo y cambios en la histología del pie,

Figura 1. Abalón rojo sano (superior) y afectado con el síndrome de marchitamiento del pie (abajo).

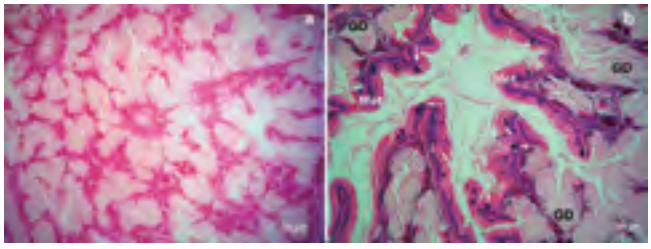


Figura 2. Micrografía de corte histológico de glándula digestiva de abalón rojo: (a) tejido normal y (b) infectado con "*Ca.* Xenohaliotis californiensis". GD: tejido normal de glándula digestiva Met: Tejido metaplásico. Flechas blancas señalan inclusiones bacterianas (Tinción Hematoxilina-Eosina).

en que las fibras musculares aparecen desorganizadas (Fig. 3) (Braid *et al.* 2005). Los cambios en la histología del músculo no se correlacionan con los niveles de metaplasia en la glándula digestiva (Avellanal 2013), lo que sugiere que las causas del deterioro del pie son más complejas que sólo una consecuencia de la pérdida en la capacidad para digerir el alimento y absorber los nutrientes. En los últimos años se ha observado la presencia de un tipo nuevo de inclusión caracterizada por presentar una superficie granulosa y teñirse de color violeta intenso (inclusión variante, *WS-RLPv)* (Fig. 4, flecha blanca), que corresponderían a la misma bacteria infectada por un baceriófago (Friedman & Crosson 2012).

"*Ca.* Xenohaliotis californiensis" es considerada endémica de la costa de California, en Estados Unidos y Baja California (México) (Moore *et al.* 2002), pero se ha identificado en Chile, China, España, Islandia, Irlanda, Nueva Zelanda, Taiwán y Tailandia (Balseiro *et al.* 2006; Bower 2003; Campalans & Lohrmann 2009; Ockert 2005; Wetchateng *et al.* 2010). La distribución de la bacteria desde California al resto del mundo se explica por el transporte de animales infectados (semilla y/o reproductores) (Friedman, 2012). Adicionalmente, *RLOs* similares a "*Ca.* Xenohaliotis californiensis" se han detectado en abalones en Sudáfrica, Nueva Zelandia, China y España (Mouton & Gummow 2011; Diggles & Oliver 2005; Cáceres-Martínez 2002; Azevedo *et al.* 2006).

El *WS* se ha asociado a altas tasas de mortalidad en abalones en la costa del Pacífico norteamericano y en cultivos de *H. rufescens* en California (USA) y Baja California (México) durante el evento de El Niño de 1997- 98 (Friedman et al. 2000; Moore et al. 2000). La bacteria es capaz de infectar diferentes especies del género *Haliotis,* como *H. corrugata, H. cracherodii, H. discus hannai, H. diversicolor supertexta, H. fulgens, H. tuberculata, H. sorenseni, H. rufescens y H. walallensis* (Friedman *et al.* 2007; Friedman 2012), tanto en ambiente natural como en cultivo.

La temperatura de cultivo y la especie de abalón juegan un rol mayor en la adquisición, diseminación y desarrollo de esta enfermedad. Así, en *H. diversicolor supertexta* se ha detectado la presencia de *WS-RLO*, pero a 28°C no se ha observado desarrollo del síndrome, no hay glándula digestiva metaplásica ni signos de degradación de ella o del músculo del pie (Wetchateng *et al.* 2010). En *H. fulgens*, por su parte, se observó que la enfermedad sólo se desarrolla por sobre los 25°C, mientras que a 20°C la prevalencia es muy baja (Moore *et al.* 2009). En el abalón del Pacífico *(H. discus hannai)* a 18°C no se ha observado infección (González *et al.* 2012) aunque se ha informado que es susceptible a la bacteria (Friedman 2012). Por su parte, el abalón negro *(H. cracherodii)* ha mostrado ser muy sensible a las alzas de temperatura del agua (Friedmann *et al.* 1997) y las variaciones de temperatura, por ejemplo en las pozas intermareales durante el día, incrementan la susceptibilidad de los abalones al patógeno, pero no la manifestación de la enfermedad (Ben-Horin *et al*. 2013).

En abalón rojo, el incremento de la temperatura del agua en verano o asociada al Fenómeno de El Niño, por ejemplo, aumenta la prevalencia de la infección (Braid *et al.* 2005), acelera la progresión de la enfermedad, e incrementa la mortalidad (Friedman *et al.* 1997; Moore *et al.* 2000; Braid *et al.* 2005). Los efectos de un alza de la temperatura sobre la supervivencia y el índice de condición de los animales pueden manifestarse durante meses después que ella ha vuelto a los niveles considerados no riesgosos. Así, Moore *et al.* (2011) informan que un alza de la temperatura en torno a 18ºC por aproximadamente 3 meses causó una mortalidad de apenas un 20% (10 % mayor que el control) en ese periodo, pero en los siguientes 5 meses murió un 40% adicional de los animales, mucho más que lo observado en los controles. Así, la presencia de este patógeno es un riesgo latente para los cultivos de abalones en caso de un evento intenso de El Niño, en especial en el norte del país.

La infección con *RLOs* no sólo afecta la supervivencia de los abalones. En un experimento de laboratorio, juveniles de abalón rojo no infectados con *WS-RLOs* cultivados a 15°C ganaron en cinco meses aproximadamente un 33% más de peso que los infectados, aunque no hubo ninguna manifestación de los signos clínicos típicos de la enfermedad en ninguno de los dos grupos (Avellanal 2013). Esto es coherente con lo observado por González *et al.* (2012), que encontraron un 49% menos de energía disponible para crecimiento, reproducción y defensa en los ejemplares de esta especie positivos para *WS-RLOs* que en los controles sanos. Adicionalmente, la presencia del patógeno causa una disminución en varios parámetros inmunológicos de los abalones (Avellanal 2013), lo que sugiere que ellos pueden estar más expuestos a ser afectados por otros patógenos.

Al presente, el único tratamiento efectivo informado para reducir la intensidad o eliminar la infección con *WS-RLO* es la administración del antibiótico oxitetraciclina (Friedman *et al.* 2007). Su aplicación se realiza por medio de una inyección intramuscular, mediante la administración de alimento medicado (Bower 2003; Friedman 2012) o a través de baño (García-Esquivel *et al.* 2011), y puede reducir la intensidad de la infección y las pérdidas causadas por mortalidad en periodos de altas temperaturas del agua. La presencia del antibiótico decae rápidamente en el músculo de los abalones, pero es retenido por largo tiempo (6

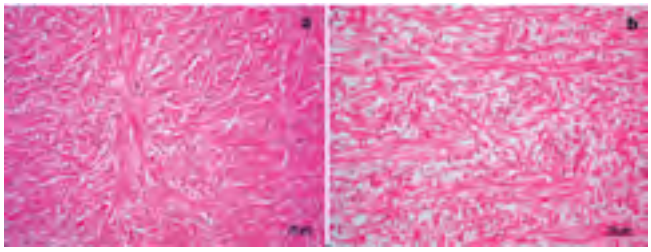


Figura 3. Micrografía de corte histológico de tejido muscular del pie de abalón rojo: (a) normal, (b) degradado en individuo afectado por *WS* (Tinción: Hematoxilina-Eosina).

meses o más) en la glándula digestiva, lo que podría ser un serio problema para las exportaciones de abalones.

La obtención de abalones con resistencia genética al *WS* es una prometedora línea de trabajo. Desde 2009 se desarrolla un proyecto de este tipo para el abalón negro en California (Lenihan 2009), pero no hay datos de un trabajo equivalente para el abalón rojo. Sin embargo, en grupos de abalones adultos de esta especie que han compartido estanques por largo tiempo se ha encontrado animales libres de *RLOs* usando diagnósticos que combinan técnicas histológicas y moleculares (Winkler *et al.* datos no pub.), lo que permite inferir la posible existencia de animales no susceptibles o más resistentes dentro de las poblaciones.

Así, los antecedentes disponibles sobre esta enfermedad en los abalones sugieren la existencia de un alto riesgo potencial para la industria en el norte del país, asociado a la ocurrencia de un evento de El Niño intenso que pudiese causar elevadas mortalidades. Por otra parte, también existe la posibilidad de mejorar los niveles de producción mediante el manejo de estados sanitarios de los planteles productivos. En cualquiera de las dos situaciones, es relevante incrementar el nivel de investigación para conocer y controlar esta enfermedad en los cultivos.

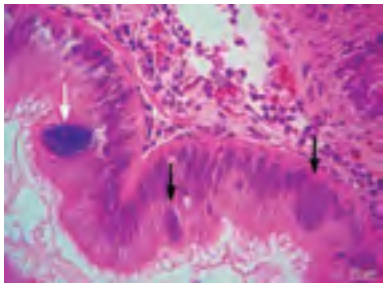


Figura 4. Micrografía de corte histológico del pst-esófago de *H. rufescens con inclusiones de "Ca.* Xenohaliotis californiensis" *mostrando dos tipos* de inclusiones: Flecha negra => Forma clásica *(WS-RLO)*, Flecha blanca => Forma variante *(WS-RLOv)*, infectada con fago. (Tinción: Hematoxilina-Eosina).

Bibliografía

Avellanal, M.H. 2013. Efecto de la temperatura y la infección con *"Candidatus* Xenohaliotis californiensis" sobre la respuesta inmune y expresión de Hsp70 en *Haliotis rufescens.* Tesis Doctor en Acuicultura. Universidad Católica del Norte.

Azevedo, C., Conchas, R.F., Tajdari, J. & Montes, J. 2006. Ultrastructural description of new Rickettsia-like organisms in the commercial abalone *Haliotis tuberculata* (Gastropoda: Haliotidae) from the NW of Spain. Diseases of Aquatic Organisms, 71:233–237.

Balseiro, P., Aranguren, R., Gestal, C., Novoa, B., Figueras, A. 2006. *Candidatus* Xenohaliotis californiensis and *Haplosporidium montforti* associated with mortalities of abalone *Haliotis tuberculata* cultured in Europe. Aquaculture, 258: 63-72.

Ben-Horin, T., Lenihan, H.S., Lafferty, K.D. 2013. Variable intertidal temperature explains why disease endangers black abalone. Ecology, 94: 161–168.

Bower, S.M. 2003. Update on emerging abalone diseases and techniques for health assessment. Journal of Shellfish Research, 22: 805-810.

Bower, S.M., Campbell, A. 2000. Infectious diseases of abalones *(Haliotis spp.)* and risks associated with transplantation. In: Campbel, A. (Ed.), Workshop on rebuilding abalone stocks in British Columbia. Cannadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, pp. 111-122.

Cáceres-Martínez, J. 2002. Sindrome de deshidratación del abulón o Rikettsiosis del abulón. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola de la Red de Diagnóstico UAM-SAGARPA, 2:6-9.

Braid, B.A., Moore, J.D., Robbins, T.T., Hedrick, R.P., Tjeerdema, R.S., Friedman, C.S. 2005. Health and survival of red abalone *Haliotis rufescens*, under varying temperature, food supply, and exposure to the agent of withering syndrome. Journal of Invertebrate Pathology, 89: 219-231.

Campalans, M., Lohrmann, K.B. 2009. Histological survey of four species of cultivated mollusca in Chile susceptible to O.I.E. notifiable diseases. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44: 561-569.

Diggles, B.K. & Oliver, M. 2005. Diseases of Cultured Paua *(Haliotis iris)* in New Zealand. In P. Walker, R. Lester and M.G. Bondad-Reantaso (eds). Diseases in Asian Aquaculture V, pp. 275-287. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila.

Enríquez, R. & Villagrán, R. 2008. La experiencia del desarrollo del cultivo de abalón (*Haliotis* spp.) en Chile: oportunidades y desafíos. Revue Scientifique et Technique del Office International des Épizooties, 27: 103-112.

Fishtech, USA. 2012. www.fishtech.com/2012abalonemarket.html. Rev. 13.03.2014.

Friedman, C.F. 2012. Infection with *Xenohaliotis californiensis.* Chapter 2.4.7. Manual of diagnostic tests for aquatic animals (Aquatic Manual). www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/2010/2.4.07_X_CALIF.pdf. Rev. 10.04.2013..

Friedman, C.S., Crosson, L.M. 2012. Putative phage hyperparasite in the rickettsial pathogen of abalone, "*Candidatus* Xenohaliotis californiensis" Microbial Ecology, 64: 1064-1072.

Friedman, C.S., Thompson, M., Chun, C., Haaker, P.L., Hedrick, R.P. 1997. Withering Syndrome of the black abalone *Haliotis cracherodii* (Leach): water temperature, food availability, and parasites as possible causes. Journal of Shellfish Research, 16: 403-411.

Friedman, C.S., Scott, B.B., Strenge, R.E., Vadoplas, B., McCormick, T.B. 2007. Oxytyetracycline as a tool to manage and prevent losses of the endangered white abalone, *Haliotis sorenseni,* caused by withering syndrome. Journal of Shellfish Research, 26: 877-885.

Friedman, C.S., Andree, K.B., Beauchamp, K.A., Moore, J.D., Robbins, T.T., Shields, J.D., Hedrick, R.P. 2000. *'Candidatus* Xenohaliotis californiensis', a newly described pathogen of abalone, *Haliotis spp.*, along the west coast of North America. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 50: 847-855.

García-Esquivel, Z., Cáceres-Martínez, J., Montes-Magallón, S. 2011. Oxytetracycline water bath treatment of juvenile blue abalone *Haliotis fulgens* (Philippi 1845) affected by the withering syndrome. Ciencias Marinas, 37: 191–200.

García, R. & Winkler, F.M. 2013.*Terebrasabella heterouncinata:* un problema relevante para la acuicultura nacional. Versión Diferente, 19: 93-95.

González, R., Brokordt, K., Lohrmann, K.B. 2012. Physiological performance of juvenile *Haliotis rufescens* and *Haliotis discus hannai* abalone exposed to the withering syndrome agent. Journal of Invertebrate Pathology, 111: 20-26.

Lenihan, H.S. 2009. Assessing withering syndrome resistance in California black abalone: Implications for conservation and restoration. UC San Diego: California Sea Grant College Program. Retrieved from: http://escholarship.org/uc/item/7c39q78n. Rev. 10.04.2013.

Moore, J.D., Robbins, T.T., Friedman, C.F. 2000. Withering syndrome in farmed red abalone *Haliotis rufescens:* Thermal induction and association with a gastrointestinal Rickettsiales-like prokaryote. Journal of Aquatic Animal Health, 12: 26-34.

Moore, J.D., Finley, C.A., Robbins, T.T., Friedman, C.S. 2002. Withering syndrome and restoration of Southern California abalone populations. CalCOFI Rep., 43: 112-117.

Moore, J.D., Ch.I.Juhasz, Robbins, T.T., Vilchis, L.I. 2009. Green abalone, *Haliotis fulgens* infected with the agent of withering syndrome do not express disease signs under a temperature regime permissive for red abalone, *Haliotis rufescens.* Marine Biology 156: 2325-2320.

Moore, J.D., Marshman, B.C. & Chun, S.Y. 2011. Health and Survival of ed Abalone *Haliotis rufescens* from San Miguel Island, California, USA, in a Laboratory Simulation of La Niña and El Niño Conditions. Journal of Aquatic Animal Health, 23: 78-84.

Mouton, A. & Gummow B. 2011. The occurrence of gut associated parasites in the South African abalone, *Haliotis midae*, in Western Cape aquaculture facilities. Aquaculture, 313: 1–6.

Ockert, C. 2005. Identification of molecular markers for the diagnostic identification of the intracellular prokaryote associated with the appearance of withering syndrome in the abalone *Haliotis midae.* Magister. University of Stellenbosch

Radashevsky, V.I. & Olivares, C. 2005. *Polydora uncinata* (Polychaeta: Spionidae) in Chile: an accidental transportation across the Pacific. Biological Invasions, 7: 489-496

Sandoval, C.H. 2013. Síndome de marchitamiento del pie del abalón *(Withering syndrome).* Versión Diferente, 18: 97-97.

Wetchateng, T., Friedman, C.F., Night, N.A., Lee, P.Y., Teng, P.H., Sriurairattana, S., Wongprasert, K. & Withyachumnarnkul, B. 2010. *Withering syndrome* in the abalone *Haliotis diversicolor supertexta.* Diseases of Aquatic Organisms, 90: 69-76.

BIOENGINEERING

Optimización en el uso de los recursos
a través de la Gestión por Procesos

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

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

Profesionales de la seguridad

SEGURIDAD & PROMOCIONES

- ✓ Confíenos la seguridad de sus instalaciones, tanto marítimas como terrestres
- ✓ Somos profesionales de la seguridad
- ✓ Capacitación en todos los rubros
- ✓ Sala clases propias
- ✓ Avanzada tecnología
- ✓ Radar alto Alcanze

Todos los cursos con código Sence

☆ *SEGURIDAD TERRESTRE* ☆ *SEGURIDAD MARÍTIMA*

☆ *SERVICIO DE TRANSPORTE* ☆ *CAPACITACIÓN*

☆ *EQUIPOS DE VIGILANCIA* ☆ *SERVICIOS DE GPS RADAR Y OTROS*

TRANSEG
transporte marítimo y terrestre

capaseg
Centro de Capacitación Integral

OSORNO	PUERTO MONTT	ANCUD
Mackenna 1434	Regimiento con Palena 298	Pudeto 438
Fono / Fax: (64) 2240 300	Fono / Fax: (65) 2437 457	Fono / Fax: (65) 2627 779
osorno@seguridadypromociones.cl	puertomontt@seguridadypromociones.cl	ancud@seguridadypromociones.cl

El "dorado" *(Seriola lalandi)*:
El motor que podría impulsar el desarrollo de la acuicultura en el norte de Chile

Rodolfo Wilson, Marcelo Abarca y Julián Plaza
Departamento de Ciencias Acuáticas y Ambientales
Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos
Universidad de Antofagasta
rodolfo.wilson@uantof.cl

Figura 1. Ejemplares de "dorado" *Seriola lalandi.*

Antecedentes generales sobre *Seriola lalandi*

El "dorado" *(Seriola lalandi)* es un pez miembro de la familia Carangidae, que se distribuye globalmente en aguas temperadas del Océano Pacífico, desde Estados Unidos de Norteamérica, Japón, Australia, Nueva Zelanda, Chile y también en el Océano Indico, cerca de África del Sur. Además de *Seriola lalandi*, en el mundo existen otras dos especies de importancia económica: *Seriola quinqueradiata* (especie endémica de Japón y norte de Hawaii) y *Seriola dumerili* (Mar Mediterráneo, Océano Atlántico y Pacífico). De las especies anteriormente mencionadas, *Seriola quinqueradiata* es la de mayor pesquería y producción acuícola en el mundo, principalmente en Japón (Lin y Shao, 1999).

Esta especie se caracteriza porque en los adultos, el dorso es generalmente azulado a aceitunado, flancos y vientre plateados a blancos, a veces con un tinte rosado; una estrecha franja bronceada se extiende desde el hocico a través del ojo y a lo largo de la línea medio-lateral del cuerpo, más oscura en la cabeza, amarillenta posteriormente; aleta dorsal espinosa de color ceniciento; segunda aleta dorsal y aleta anal ceniciento-aceitunadas en la base y amarillas distalmente; aleta caudal amarillo-aceitunada, pectorales y pélvicas amarillentas.

En Japón, el cultivo del "Hamachi" o "Yellowtail" *(Seriola quinqueradiata)*, constituye el primer producto de la acuicultura de ese país, con una producción anual de aproximadamente 160.000 toneladas y con un valor de U.S.$1,23 billones, cifra que se ha mantenido en los últimos años y que tiende a descender debido a que las granjas que cultivan esta especie, aun dependen en gran parte de la captura de juveniles desde la naturaleza (Nakada, 2008). Se estima que anualmente 67.511.000 juveniles son capturados para abastecer a las granjas cultivadoras, lo que representa cerca del 25% del stock natural de juveniles (Nakada y Murai, 2009).

Al analizar la acuicultura chilena es evidente que el desarrollo alcanzado por la salmonicultura no tiene precedentes, ya que en menos de 20 años se transformo en una industria gravitante, prestigiada a nivel nacional e internacional, llegando a ubicar a Chile como el segundo productor mundial de salmón. Como consecuencia del desarrollo de esta actividad, se destaca el impacto social y económico que ha tenido en la zona Sur de Chile. Una situación marcadamente opuesta a esta realidad se ha ido registrando en la zona norte del país, donde por décadas

la pesca extractiva industrial constituyó una de las actividades económicas más importantes, sin embargo en los últimos años debido a las marcadas fluctuaciones de la abundancia y sobreexplotación de los principales recursos pelágicos y bentónicos han puesto en crisis la actividad y por consiguiente una merma significativa de divisas y empleos para la zona norte. Si bien la minería ha generado una importante cantidad de empleos, existen grupos particulares que debido a la labor ancestral que desarrollan así como por su nivel educacional, no tienen acceso a desempeñarse en la minería. Al analizar el futuro del sector pesquero extractivo queda claro que la situación no volverá a tener el dinamismo y crecimiento de décadas pasadas, por esta razón en los últimos años son numerosas las iniciativas que señalan a la acuicultura como una alternativa de desarrollo para las regiones del norte del país, contribuyendo al progreso económico y social de ellas, siendo además una alternativa productiva y sustentable en relación a la minería.

En Chile, la pesquería del "dorado" o "palometa" *(Seriola lalandi)* se encuentra localizada principalmente entre la I y IV Región, aunque también se encuentra presente el Archipiélago de Juan Fernández, donde recibe el nombre de "vidriola" o "toremo" en Isla de Pascua. Esta especie pelágica, se acerca a la costa norte de Chile durante los meses estivales, representando una importante fuente de captura para los pescadores artesanales, además de tener un alto valor económico en los mercados locales, donde se puede llegar a comercializar a $ 5.000/kilo.

De acuerdo a las estadísticas del Servicio Nacional de Pesca, en la Segunda Región se capturaron 46 toneladas de esta especie entre febrero de 2011 y mayo de 2012, cifra que se repartió entre los puertos de Tocopilla (3 TM), Mejillones (13 TM), Antofagasta (6 TM) y Taltal (17 TM), cantidad importante considerando que su extracción es temporal y se realiza en el periodo que comprende desde noviembre a mayo. Sin embargo,si se compara con las capturas de los años 1988 y 1989 donde los niveles de extracción alcanzaron 1.339 y 1.554 toneladas respectivamente, se observa claramente una drástica disminución en los volúmenes capturados en los últimos años, fenómeno que puede estar asociado a condiciones oceanográficas particulares, si se considera que se trata de una especie pelágica y sobre cuyo ciclo biológico en la naturaleza no existen mayores antecedentes y también probablemente a la disminución de sus presas por sobreexplotación.

Durante los últimos diez años, la Universidad de Antofagasta, mediante el apoyo de Fondef de Conicyt e Innova Chile de CORFO, ha logrado generar información biológica relevante sobre cultivo del "dorado", producto de la engorda de ejemplares capturados en la naturaleza en estanques y en balsas jaulas en el mar, además de constituir un stock de reproductores y obtener por primera vez en Chile, los primeros desoves naturales con producción de huevos y larvas viables hasta la generación de juveniles aptos para ingresar a sistemas de cultivos en mar. Estos antecedentes dejan de manifiesto que la especie se adapta fácilmente a las condiciones del cultivo, tiene un rápido crecimiento y existe la posibilidad real de manejar un stock de reproductores para la producción de huevos, larvas y posteriormente alevines destinados a la engorda en una época del año que no es natural para la especie.

Antecedentes reproductivos y de cultivo

Esta especie, al igual que otras del mismo género, no presenta dimorfismo sexual entre machos y hembras y con un ciclo reproductivo en la naturaleza que se extiende por tres a cuatro meses durante el periodo primavera-verano. Durante el desarrollo ovárico, se observan cambios en la proporción y distribución por tamaños de los ovocitos, lo cual indica que las hembras de *S. lalandi* presentan un desarrollo asincrónico de múltiples grupos de ovocitos (Poortenar *et al.*, 2001). Esta presencia de ovocitos en todos los estados de desarrollo en los ovarios maduros, indica la capacidad de realizar múltiples desoves dentro de la estación reproductiva. La primera madurez sexual en las hembras es variable y depende en gran medida de las condiciones de crecimiento, como la temperatura del agua, comportamiento y diferencias fisiológicas entre las poblaciones (Fisheries Research Institute, 1988). Se ha observado que las hembras de *S. lalandi* en la costa de Nueva Zelanda, que el 100% alcanza su madurez sexual con una talla superior a los 1275 mm LS (Poortenaar *et al.*, 2001). En las poblaciones de *S. lalandi dorsalis*, Bexter (1960), reporta que la primera madurez sexual se alcanza a los 506 mm LS y el 100% a los 634 mm LS. Las hembras de *S. dumerili* llegan a su primera madurez sexual a los 800 mm LS y el 100% a tallas de 1090 mm LS (Marino *et al.*, 1995). Se estima en *Seriola lalandi* que una hembra puede producir alrededor de 200.000 huevos por desove y que estos desoves pueden tener una frecuencia de 2 a 3 veces por semana durante la estación reproductiva.

Figura 2. Ejemplar reproductor de "dorado" *(Seriola lalandi).*

En los machos se ha observado que alcanzan la madurez sexual a tallas menores que las hembras, considerándose como tal, la presencia de espermatozoides en el ducto espermático (Gillanders *et al.*, 1999 a,b). En las poblaciones de Nueva Zelanda, la madurez sexual se alcanza en un 100% a los 925 mm LS (Poortenaar *et al.*, 2001). Estas tallas son superiores a las observadas en las poblaciones australianas (Gillanders et al., 1999 a,b) donde los machos alcanzan su madurez sexual a tallas inferiores a los 300 mm LS (< de 1 año) y el 100% sobre los 471 mm LS (> de 1 año). En los ejemplares capturados en Antofagasta se observaron machos con espermatozoides con una talla de 496 mm LS.

En los reproductores de *S. lalandi* mantenidos en cautiverio en Antofagasta y con un peso que varía entre 12 y 18 Kg (12 machos y 11 hembras) los desoves se producen en forma espontánea a partir del mes de noviembre de cada año, desoves que se extienden hasta los meses de marzo o abril dependiendo de la temperatura y manteniendo un fotoperiodo de 15 horas luz/9 horas oscuridad y con una temperatura promedio de 23º C.

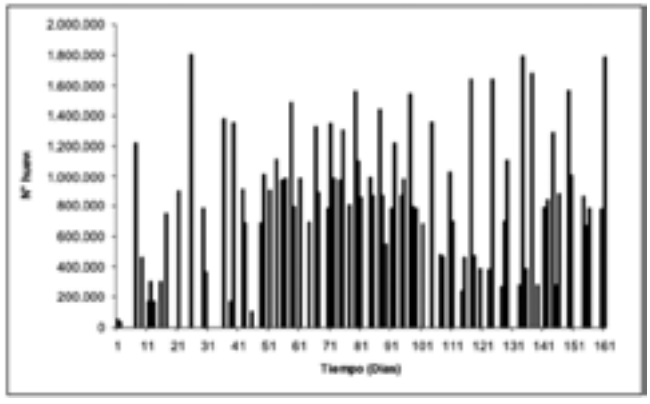


Figura 3. Número total de huevos viables producidos por 11 hembras y recolectados durante 161 días de posturas.

Alimentación de los reproductores

La alimentación de los reproductores, se ha basado en la entrega de peces de bajo valor comercial frescos o congelados, principalmente jurel, sardinas, anchoas y en algunos casos calamares. Estos alimentos son complementados con vitaminas y minerales, con una ración equivalente al 3% del peso corporal 2 o 3 veces por semana. Esta alimentación se complementa a partir del mes de julio de cada año, con una dieta semihúmeda, en base a una harina comercial formulada para peces reproductores, la cual es mezclada con aceite de bacalao y agua, mezcla que es embutida en una tripa de cordero y luego cortada en trozos de 6-8 cm, el que es posteriormente entregado a saciedad a todos los ejemplares reproductores.

En Japón se han desarrollado alimentos balanceados ya sea en forma extruida (50% proteínas, 23,9% lípidos) semihúmeda (33.5% proteínas, 9,2% lípidos) o húmedos (18,5% proteínas, 4,7% lípidos) destinados a los reproductores de *S. quinqueradiata*, observándose que los peces alimentados con el balanceado extruido, después de una inyección intramuscular de 600 UI HCG/kg pez, producían un mayor número de huevos, de mejor calidad y con mayor tasa de fecundación si se compara con los resultados obtenidos con los otros dos tipos de alimento (Watanabe *et al.*,1996).

Hatchery

Los huevos viables de *Seriola lalandi* son pelágicos, esféricos y tiene un diámetro de 1.27 a1.50 mm, con un sólo glóbulo de lípidos que mide entre 0.34 y 0.36 mm. Una vez desovados y fecundados, estos huevos son colocados en estanques de incubación con agua filtrada y esterilizada y con un leve burbujeo desde el fondo del estanque a una densidad de 2.000 a 5.000 huevos/l. A 20º C, se alcanza el estado de mórula en 3 hr. 56 min., y eclosionan en 49 hr. 33 min. A 15º C, la eclosión se produce a las 96 horas. La larva recién eclosionada mide 4.0 mm en promedio (Akazaki y Yoden, 1990 a). La boca se hace funcional el día 3 posterior a la eclosión y la pigmentación de la retina se completa el día 4, momento en el cual, las larvas comienzan a ser alimentadas con alimento consistente en presas vivas como los rotíferos y posteriormente con nauplios de Artemia hasta que alcanzan un tamaño adecuado para comenzar a recibir un alimento inerte. Esta es la etapa más delicada y de mayor costo en el cultivo de esta especie. La sobrevivencia al final de la etapa larvaria, varía entre un 2 y un 70%.

Los alevines generados en el hatchery son llevados a estanques de pre engorda hasta alcanzar los 50 g, momento en el cual se encuentran aptos para ingresar a los sistemas de cultivo de balsas jaulas en el mar.

Figura 4. Ejemplar juvenil de 50 g de "dorado" *(Seriola lalandi).*

Figura 5. Estanques de pre engorda de juveniles de "dorado" *(Seriola lalandi)* hasta los 50g.

Engorda de juveniles en jaulas

Considerando la variación anual de la temperatura del mar en la zona norte entre 12 y 22° C y teniendo presente que la especie requiere para un óptimo crecimiento temperaturas entre 18 y 22 ° C, es necesario que los juveniles de 50 g ingresen al mar en el mes de octubre, cuando comienza el incremento progresivo de la temperatura del agua de mar hasta alcanzar los 20-22° C en diciembre, condición que permanece por 3 a 4 meses, periodo en el cual los peces logran un crecimiento acelerado, el que disminuye significativamente durante los meses más fríos del año, para volver a repuntar una vez que las temperaturas del mar se incrementen al año siguiente.

Con este esquema de cultivo, se estima que los peces podrían alcanzar un peso de 3 a 4 kilos en 18 a 20 meses de cultivo, condición que ha sido evaluada en estanques en tierra y con densidades finales de 12 kilos/m3.

En ejemplares de "dorado" cultivados en un sistema de recirculación y a una temperatura anual constante de 21° C a partir de individuos de 50 g, se ha podido comprobar que alcanzan una talla de 3-4 kilos a los 13 meses. Esta condición permitiría proyectar el cultivo de la especie no solamente en mar, sino también en tierra en estanques con sistemas de recirculación de agua, donde la temperatura del agua se pueda mantener por sobre los 20° C utilizando energía solar para calentarla.

Del mismo modo, la utilización de las aguas de desecho de las Centrales Termoeléctricas y que son arrojadas al mar a una temperatura de 22 a 25° C durante todo el año, puedan ser utilizadas para abastecer los estanques de cultivo de *Seriola lalandi* y así transformar un pasivo ambiental en un activo para estas empresas.

Mercado

La información de mercado indica que este recurso presenta una importante demanda y precios atractivos en el mercado asiático y norteamericano donde se consume preferentemente con Sushi y Sashimi. A modo de ejemplo, se puede señalar que en Japón el precio de venta varía entre US$ 8,0 y 14,0 por kilo. En la costa oeste de Estados Unidos el valor del kilo de Seriola entero, alcanza los U.S.$ 12 y el kilo de filete puede variar entre U.S.$ 18 y 22. Existe un gran potencial en el mercado brasilero debido a la gran cantidad de población de origen japonés. También en el mercado europeo, especialmente en España, Portugal, Italia y Francia donde se comercializan pequeñas cantidades de Seriola dumerili. El dorado se vende preferentemente fresco refrigerado y también congelado, lo que permite utilizar la experiencia desarrollada para el salmón en su procesamiento, cadena de frio, empaque y transporte. De igual manera se pueden aprovechar los canales de comercialización, que están bien establecidos para el mercado asiático y norteamericano.

Proyecciones del cultivo del "dorado"

Actualmente se encuentran en tramitación más de 30 solicitudes de concesiones de acuicultura para la engorda de "dorado" en mar solamente en la Segunda Región y que abarcan desde Taltal hasta la desembocadura del río Loa por el norte, muchas de las cuales llevan algunos años en tramitación. Esta demanda de concesiones se generó producto de la crisis sanitaria que experimentó el salmón con el virus ISA y muchas empresas vieron a esta especie como una alternativa de diversificación de sus cultivos, sin que exista certeza de que a futuro vayan a concretarse la creación de centros de cultivo.

Varias instituciones además de la Universidad de Antofagasta, como Fundación Chile y la Universidad Católica del Norte han destinado recursos en la generación de planteles de reproductores y en optimizar y masificar la producción de juveniles y así poder satisfacer una eventual demanda por parte de los engordadores. Del mismo modo, la empresa privada, como Acuícola del Norte (Acuinor S.A.) ha realizado enormes inversiones económicas para la producción de juveniles, todos con la esperanza que en un corto plazo, el "dorado" pueda transformarse en una especie de salmón del norte.

Figura 6. Ejemplares de "dorado" *(Seriola lalandi)* dentro de una jaula de cultivo en la localidad de Mejillones.

www.rilab.cl

Rilab

Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Inocuidad Alimentaria

Soluciones tecnológicas de vanguardia

AflaTest®

VICAM

Test para el Análisis de Micotoxinas de la A a la Z. Análisis en terreno o en laboratorio.

Sensibilidad hasta niveles de partes por Trillón (ppt). Durante más de 20 años, VICAM ha sido el proveedor mundial de tecnologías de seguridad alimentaria, soluciones de métodos y kits de prueba para micotoxinas.

AFLA-V®

Resultados precisos, cuantitativos y rápidos.

Tiras reactivas que utilizan la sensibilidad y la selectividad de los anticuerpos monoclonales de VICAM para detectar con precisión y medir las aflatoxinas B1 total, B2, G1 y G2 en niveles tan bajos como 5 ppb y tan altos como 100 ppb.

QUICKING

Test para detección semi-cuantitativa de micotoxinas.

- Aflatoxina B1
- DON
- Fumonisina B1
- T2
- Vomitoxina
- Zearalenona
- Residuos de antibióticos

Alérgenos

ALERTOX™

Biomedal

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE ALÉRGENOS EN VINO MEDIANTE KITS ELISA SANDWICH

- AlerTox Ovoalbúmina
- AlerTox Lisozima
- AlerTox Caseína
- Alta Sensibilidad y Especificidad
- ELISA Sandwich (96 pocillos)
- Validado para cualquier tipo de vino (rosados, blancos y tintos)
- Método conforme con los requerimientos de la O.I.V. (Organización Internacional de la Viña y el Vino)

Kit	LOD	LOQ	Kit	LOD	LOQ
AlerTox Lupine	0.2 ppm	2 ppm	AlerTox Pistachio	0.13 ppm	2 ppm
AlerTox Sesame	0.2 ppm	2 ppm	AlerTox Egg	0.05 ppm	2 ppm
AlerTox Mustard	1 ppm	2 ppm	AlerTox Lysozyme	2 ppb	2 ppm
AlerTox Cashew	0.2 ppm	2 ppm	AlerTox Ovalbumin	4 ppb	2 ppm
AlerTox Soy (STI)	16 ppb	50 ppb	AlerTox Casein	0.05 ppm	0.20 ppm
AlerTox Walnut	0.6 ppm	2 ppm	AlerTox Milk	0.05 ppm	2 ppm
AlerTox Peanut	0.3 ppm	1 ppm	AlerTox BLG	1.5 ppb	1 ppm
AlerTox Hazelnut	0.3 ppm	1 ppm	AlerTox Crustacean	1 ppb	1 ppm
AlerTox Almond	0.2 ppm	0.5 ppm	AlerTox Fish	1.4 ppb	0.5 ppm

GlutenTox™ PRO

RÁPIDO Y FIABLE

Especialmente diseñado para cocinas industriales. Es un kit sencillo de detección de gluten en alimentos, bebidas y superficies. **GlutenTox® PRO** contiene el anticuerpo G12 anti-gliadina que reconoce especificamenete el péptido 33-mer, es decir, la fracción de gluten tóxica para los enfermos celíacos.

Oleo Test™

Es un ensayo colorimétrico que permite en 2 minutos determinar la totalidad de los compuestos polares de grasas y aceites para freír. Puede ser usado en industrias alimentarias, restaurantes, cocinas, hoteles e industria del catering, entre otros.

LaMotte · VICAM · OAKTON · tUL · sdix · AQUADIAGNOSTIC

Representante exclusivo:
Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.
E-mail: rilab@adsl.tie.cl - Fono/Fax: (56-2) 2688 2010

YO CUIDO EL AGUA

UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA

POSTGRADO
& ESPECIALIDADES
2014

6 PROGRAMAS DE DOCTORADOS
28 PROGRAMAS DE MAGÍSTER
21 PROGRAMAS DE ESPECIALIDADES

ACREDITADA
TODAS LAS ÁREAS
5 AÑOS 2013 2018

postgrado.ufro.cl

VD Primer Semestre 2014

Desarrollo de un modelo de negocios, para la explotación y comercialización de algas marinas CASO APLICADO EN LA COMUNA DE PICHILEMU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE TEMUCO

Alfonso Mardones Lazcano[1], José Zamorano Parraguez, Alberto Augsburger Bachmann, Alvaro Villa Ibarra, Abdon Fecci & Francisco Mardones Alfaro.

[1]Escuela de Acuicultura, Universidad Católica de Temuco. Núcleo Producción Alimentaria.

Autor de correspondencia: mardolaz@uct.cl

Explotación alguera en la región del libertador Bernardo O'Higgins

Dentro de las actividades relacionadas con la explotación de recursos marinos, la región del Libertador Bernardo O'Higgins se caracteriza por presentar una fuerte inclinación a la producción alguera, de los 1.124 pescadores artesanales registrados en el SERNAPESCA de la región, aproximadamente el 80% corresponde a la categoría Alguero, Recolector y Buzo Apnea, esto explica parte del constante movimiento de pescadores artesanales al sector alguero, remplazando los botes pesqueros por el traje de buceo y la cosecha de algas, siendo consecuencia directa de la escasez de peces y recursos bentónicos de los últimos años.

Los datos anteriores corresponden sólo a los pescadores artesanales registrados, pero en realidad las personas que trabajan directamente en el sector alguero, corresponde a un número mayor, entre los cuales se encuentran hombres, mujeres, niños y adultos de la tercera edad, ya que se considera una actividad de índole familiar.

El año 2011 se registró un desembarco de algas regional por sobre las 2.500 toneladas, distribuidas entre Chasca, Chascón o Huiro Negro, Cochayuyo, Huiro, Huiro Palo y Luga cuchara o corta, esta última aporta más del 40% de la recolección realizada ese año en la región en términos monetarios extractivos.

El proceso de recolección de algas es de carácter artesanal, los métodos de extracción y trajes utilizados, han sido perfeccionados y adaptados con el tiempo por los mismos algueros, y consta de 4 etapas principales:

El corte/separación: Consiste en cortar parte de la zona baja del tallo del alga para separarla del sustrato a la cual está sujeta. No se corta la totalidad del tallo, ya que se tiene la concepción que esto eliminaría la posibilidad de que el alga pueda volver a crecer, para ser cosechada en una futura temporada.

La recolección: Consiste en la extracción de las algas desde el medio marino hacia roqueríos, o sectores cercanos, para continuar con el proceso de secado.

El secado: Consiste en la exposición de la planta al sol, viento y humedad, con tal de buscar y entregar a la cosecha, las condiciones demandadas por el intermediario con el que se realizará la comercialización de la misma, y

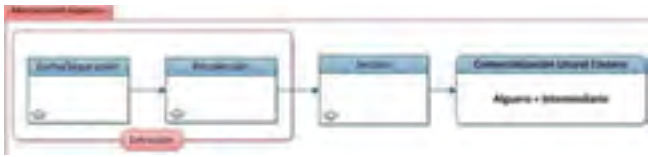
La comercialización: Luego que el alga fuera cosechada y secada, cada alguero comercializa su labor realizada con algún intermediario de la zona.

La comercialización es realizada directamente a intermediarios, quienes se encargan de llevar las algas desde la costa hasta las empresas procesadoras; en general el número de agentes involucrados como intermediarios es limitado, por ello el mercado existente es definido como tipo monopsonio, donde son los intermediarios quienes poseen el mayor poder de negociación, al punto de ser capaces de influenciar directamente en el precio de compra de las algas cosechadas.

Los siguientes dos diagramas de procesos en conjunto, explican la cadena de valor de las algas, desde su extracción del lecho marino, a la entrega en las empresas finales que la demandan.

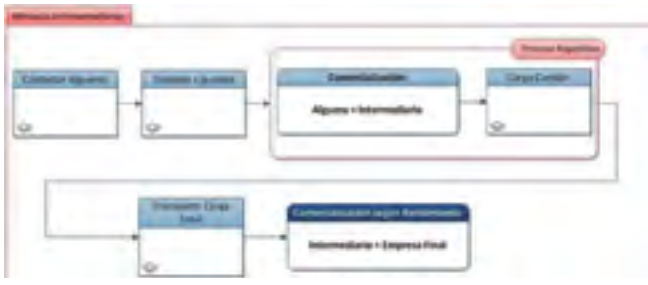
Se destacan dos vías de comercialización en donde el alga es transada en diferentes condiciones y lugares. La primera es realizada en el litoral costero de Pichilemu y sus alrededores, y los participantes son los algueros y el intermediario que recolecta las algas, es aquí donde el poder monopsónico ocupa su influencia al manejar a la baja el precio de las algas aquí comercializadas.

Ilustración 1: Diagrama de procesos, primera vía comercialización.



La segunda vía de comercialización ocurre generalmente en las plantas de procesos de las empresas finales, tras ser transportada por el intermediario, estos agentes acuerdan el pago según el llamado "rendimiento estimado de la carga de algas", variable determinada por la empresa final y tiene por objetivo estimar el rendimiento que tendrá la carga de algas en los procesos de la propia empresa, condicionando el pago de esta; comúnmente los valores de rendimiento en una carga de algas van desde el 30% al 70% en los peores y mejores casos respectivamente.

Ilustración 2: Diagrama de procesos, segunda vía de comercialización.



La comuna de Pichilemu cuenta con aproximadamente 50 km de costa, donde en distintos sectores se desarrolla la actividad de recolección de algas, pero que en general se subdivide en 3 zonas de trabajo, las que serían los sectores de Punta de Lobos, Alto Colorado y Cáhuil (Figura 1). Considerando que los algueros recolectan más de una especie, se estima que en la comuna existen unas 100 personas que laboran de forma directa en la extracción de cinco tipos de algas: La Chasca *(Gelidium spp)*, la Luga (Mazzaella laminarioides), el Huiro Negro *(Lessonia spp.)*, el Huiro Calabacillo *(Macrocystis pyrifera)* y el Cochayuyo *(Durvillaea antarctica)*.

En la comuna, existen numerosos sindicatos que abarcan agrupaciones de pescadores, buzos y recolectores de algueros, todos ellos se encuentran agrupados en la Federación de Pescadores Artesanales de Pichilemu, que correspondería a la máxima organización de los pescadores en la comuna.

Modelo de Negocio

Considerando lo descrito anteriormente, teniendo en cuenta las condiciones socio-económicas y culturales de los recolectores, así como las características de los agentes que participan en el mercado de compra y venta de algas marina, se elaboró y diseñó un modelo de negocio que representa la oportunidad real de llevar a cabo una explotación sustentable de este recurso marino, aplicándolo al sector de Pichilemu.

Cuyo objetivo fue elaborar la estructura y funcionamiento de un negocio relacionado a la compra y venta de algas marinas en el sector de Pichilemu, donde se especifique de forma clara y lógica, la forma en la cual esta nueva unidad comercial puede crear, entregar y capturar valor de mercado, dentro del entorno mencionado.

Figura 1: Ubicación Geográfica de desarrollo del proyecto.

Fuente Google Earth.

Metodología

Para el desarrollo de este modelo de negocio, se utilizó como base inicial el Análisis Canvas de Osterwalder & Pigneur (2009), en el cual se analizan distintos aspectos centrales de un negocio, con el fin de describir como se reconoce y ofrece a sus clientes los productos, la relación que tiene con ellos y sus proveedores, así como la forma en que recibirá lo ingresos y mantendrá su ventaja competitiva, mediante las actividades y recursos claves que pudieran asegurar dicha ventaja por parte de la empresa, dentro del mercado en el que se desenvuelve.

1. Cliente Objetivo

Considerando las distintas industrias que utilizan las algas como materia prima o bien, constituye un insumo intermedio dentro de sus procesos de manufacturación, podemos determinar que el cliente objetivo para este negocio son las empresas, organizaciones o personas naturales que requieren algas para obtener hidrocoloides o bien para la industria alimenticia nacional o exportación.

El servicio de ventas de algas queda abierto para cualquier agente interesado en estos productos y que posea capacidad transporte propio desde el punto de acopio del negocio. Por motivos logísticos y estratégicos, sólo son transportadas aquellas órdenes en las que se pueda asegurar una entrega efectiva, bajo los estándares de calidad establecidos entre los agentes involucrados y bajo un margen de utilidad mínimo determinado por la empresa.

Por lo anterior, se buscó satisfacer la necesidad de abastecimiento de algas mediante el servicio de compra y la venta, que según las restricciones descritas se realizaría para los clientes ubicados en el sector de Pichilemu y sus alrededores, siendo este un segundo criterio de segmentación correspondiente a las localidades geográficas.

Ya segmentado en términos industriales, en lo geográfico y debido a una demanda de pocos agentes, se identificaron como clientes específicos aquellas empresas cuyas localidades se encuentran en la región de O'Higgins o cercanas a esta; priorizando aquellas que presentaron las mejores condiciones de comercialización como factores logísticos de transporte, formalidad de su estructura organizacional, capital de riesgo invertido, estabilidad económica y seriedad. Existen 11 empresas que utilizan y demandan hidrocoloides o ficocoloides para sus procesos, o bien utilizan las algas para la exportación de las mismas hacia países asiáticos (Tabla 1).

Tabla 1: Empresas demandantes de algas marinas, cercanas a Pichilemu. Fuente: Proyecto INNOVA 11NTEC-11079 UC Temuco.

Empresa	Sector
Guangjin Ltda.	Paredones, VI
Seaweeds Chile Icsa	Chiguayante, VIII
Comercial Poseidon Ltda.	Hualpén, VIII
Terra Natur S.A.	Hualqui, VIII
Insdustrias Sea Chance y Cía. Ltda.	Hualqui, VIII
Alimex S.A.	Coronel, VIII
Comercial Lien Fa Hong Products Ltda.	Providencia, RM
Import. y Export. Guangjin Ltda.	Ñuñoa, RM
Insdustrial Pesquera Costa Azul S.A.	Viña del Mar, V
Comercial e Inversiones Las Delicias Ltda.	Concepción, VIII
Tecnoalimentos Chile	Rancagua, VI

Vemos la presencia de empresas de origen asiático, que mantienen sus operaciones en Chile para la exportación de las algas hacia sus países, es el caso de Guanjin Ltda y Comercial Lien Fa Hong Products Ltda.

2. Propuesta de Valor

El mayor problema de las empresas demandantes de hidrocoloides o ficocoloides, es la inestabilidad en el abastecimiento del insumo marino, la calidad y los volúmenes, a los que pueden acceder desde un mismo abastecedor. Hoy en día esta demanda se ve acrecentada debido al constante crecimiento de las industrias alimenticias y de diferentes industrias relacionadas, aumentando las dificultades por obtener buena calidad de materia prima.

Viendo las necesidades de las industrias descritas, este modelo de negocio ofreció la posibilidad de adquirir grandes cantidades de algas con la calidad deseada, gracias a una cercana relación a con los proveedores directos de la zona de Pichilemu, que son los pescadores artesanales dedicados a la recolección de algas.

Mediante un proceso de colaboración mutua con empresas interesadas, una adecuada gestión y planificación de cosecha con la organización de algueros, se buscó ofertar algas de calidad para los procesos productivos de diferentes industrias, con los requerimientos establecidos como la humedad y un bajo nivel de impurezas. A diferencia de los actuales intermediarios que existen en la zona, este negocio buscó la colaboración de los algueros de la costa de Pichilemu, ya que son ellos quienes proveen de las algas marinas y constituyen el miembro más importante en la cadena de valor de la empresa.

Buscando la fidelidad y un sentido de pertenencia de los algueros con la empresa, es que se recomendó vincularlos a esta, mediante la Federación de Pescadores de Pichilemu, integrándola como socio inversionista del mismo negocio (Ilustración 3).

Otra alternativa propuesta, fue la formalización de una Cooperativa de Trabajo, por parte de los algueros, en donde sean ellos quienes por medio de un crédito o financiamiento propio quienes inviertan en la empresa de compra y venta de algas marinas, adquiriendo las utilidades del ejercicio y el beneficio para los algueros de precios preferenciales (Ilustración 4).

Ilustración 3: Esquema de inversión considerando la Federación de Pescadores para el modelo de negocio.

Cabe destacar que el inversionista graficado, puede ser una o varias personas, naturales o jurídicas, el requerimiento básico es que desee y tenga el poder monetario para participar en este proyecto de negocio. Se recomienda que exista la participación de algún inversionista dentro de los modelos expuestos, ya que al arriesgar su patrimonio con la esperanza de obtener ganancias, deberá de mostrar un mayor compromiso y motivación por lograr una alta rentabilidad en el negocio descrito, a diferencia de intereses diluidos entre múltiples participantes que pudieran poner en riesgo la continuidad de la empresa, más aún si los integrantes.

Otro elemento diferenciador, fueron los esfuerzos enfocados a proporcionar una buena calidad de algas a los clientes finales. Esto asegura el rendimiento de las cargas entregadas y la personalización del servicio, entregando una mejor oferta al mercado existente en la zona.

Lo anterior se desarrolló concentrándonos en la disminución de los tiempos de reacción, aumento en la eficiencia de recolección-secado, la selección de la materia prima y la utilización de un centro de acopio adecuado que logre proteger las algas de las condiciones desfavorables que pongan en riesgo la calidad de las mismas. Lo anterior va acompañado de una diferenciación de los clientes claves según sus demandas, exigencias y precios convenidos a pagar.

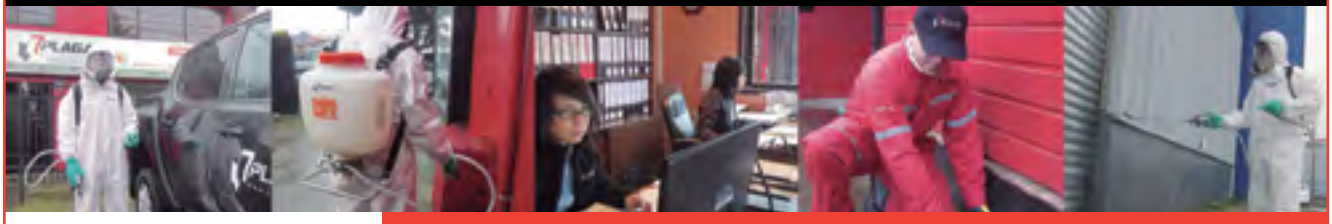
Ilustración 4: Esquema de inversión considerando una cooperativa de trabajo con un posible inversionista.

CONTINÚA EN NUESTRO PRÓXIMO NÚMERO

7PLAGAS
Pest Control

SERVICIOS

DESRATIZACION • DESINSECTACION • SANITIZACION
CONTROL DE AVES • CONTROL DE MURCIELAGOS



Empresa certificada ISO 9001:2008
Empresa acreditada SAG
Contamos con Seguro de Responsabilidad Civil

Fono Fax (65) 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

CALIGUS-SEQ: Avances, desafíos y perspectivas sobre proyecto de secuenciación masiva de última generación en *Caligus rogercresseyi*

Universidad de Concepción
CHILE

C. Gallardo-Escárate, V. Valenzuela-Muñoz, G. Nuñez-Acuña, J. Chávez-Mardones, W. Maldonado-Aguayo, A. T. Gonçalvez, R. Farlora y D. Valenzuela-Miranda
Laboratorio de Biotecnología y Genómica Acuícola, Centro Interdisciplinario para la Investigación en Acuicultura (INCAR), FONDAP-CONICYT, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
crisgallardo@udec.cl

INCAR

Resumen

Los copépodos parásitos son uno de los principales patógenos que afectan a la industria del salmón a nivel mundial. En Chile, *Caligus rogercresseyi* genera pérdidas anuales de alrededor de U$178 millones, siendo casi el 90% asociado al control de la enfermedad. Los daños que genera el parásito en el hospedador incluyen pérdida del epitelio, necrosis tisular y pérdida de la función protectora a nivel físico y antimicrobiana.

A pesar que esta enfermedad no está asociada a mortalidades en los hospedadores, la infección por *C. rogercresseyi* genera altos niveles de estrés en los peces infectados, lo que deriva en un bajo rendimiento productivo, depresión del sistema inmune y aumento de la probabilidad de contraer otro tipo de enfermedades. No obstante los impactos que genera esta especie parásita a la industria salmonera, los recursos genómicos disponibles que permitan comprender las interacciones moleculares hospedero/parásito, son aun limitados o bien escasamente comprendidos. El presente trabajo resume los avances, desafíos y perspectivas del proyecto CALIGUS-seq actualmente en desarrollo por el Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura – INCAR (FONDAP-CONICYT). A la fecha el proyecto ha generado información genómica desde los estadios nauplius (I-II), copepodito, chalimus (I-IV), hembras y machos adultos. A partir de esta información se han identificado genes relacionados a procesos biológicos claves como respuesta a estrés, resistencia a fármacos, desarrollo de sistema nervioso, respuesta inmune, crecimiento, desarrollo larval, metabolismo y reproducción. Adicionalmente, se han caracterizados 71.116 polimorfismos de único nucleótido (SNPs) contenidos en 22.675 transcritos. Dicha información es relevante a fin de buscar relaciones entre dinámica poblacional y patogenicidad de *C. rogercresseyi* sobre salmones de cultivos. Por otra parte, los SNPs pueden ser utilizados para evidenciar genes específicos responsables de resistencia/susceptibilidad a fármacos utilizados en la industria salmonera como antiparasitarios. Asimismo, la información generada representa un importante recurso genómico para la producción de nuevas moléculas con capacidad inmunogénica, y eventualmente su implementación en nuevos métodos terapéuticos frente a la caligidosis. El proyecto CALIGUS-seq representa un hito relevante en investigación científica de excelencia para la acuicultura en Chile.

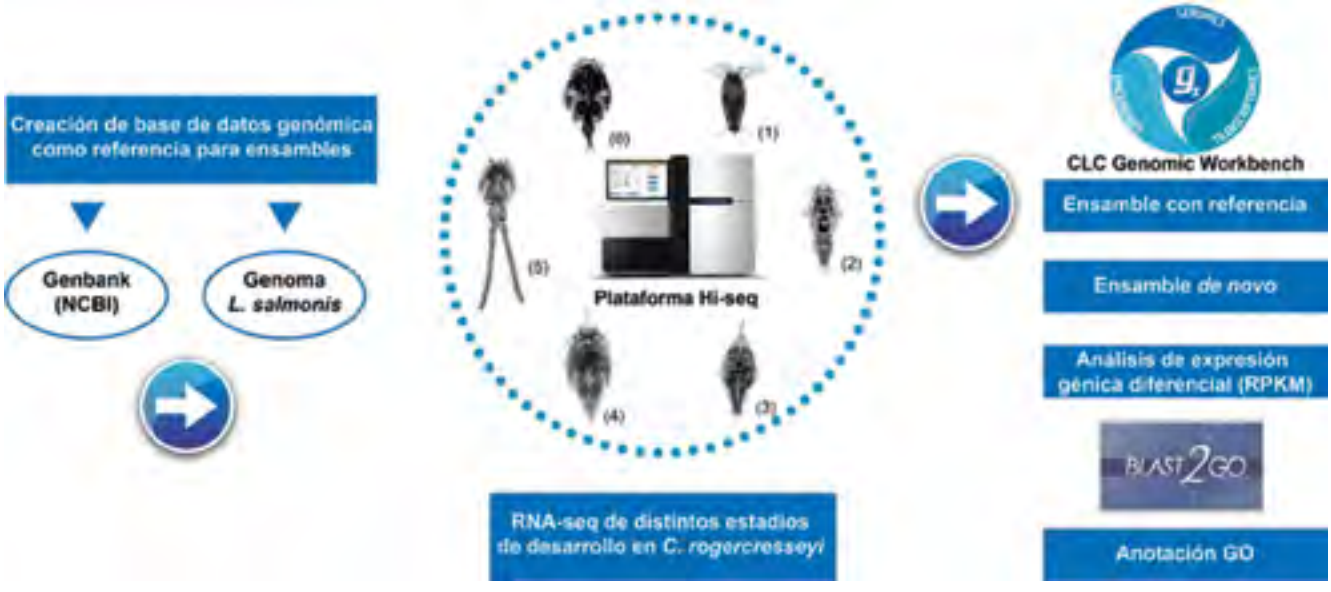


Figura 1. Flujo de trabajo para evaluar transcritos expresados diferencialmente en distintos estadios de desarrollo de *C. rogercresseyi*.

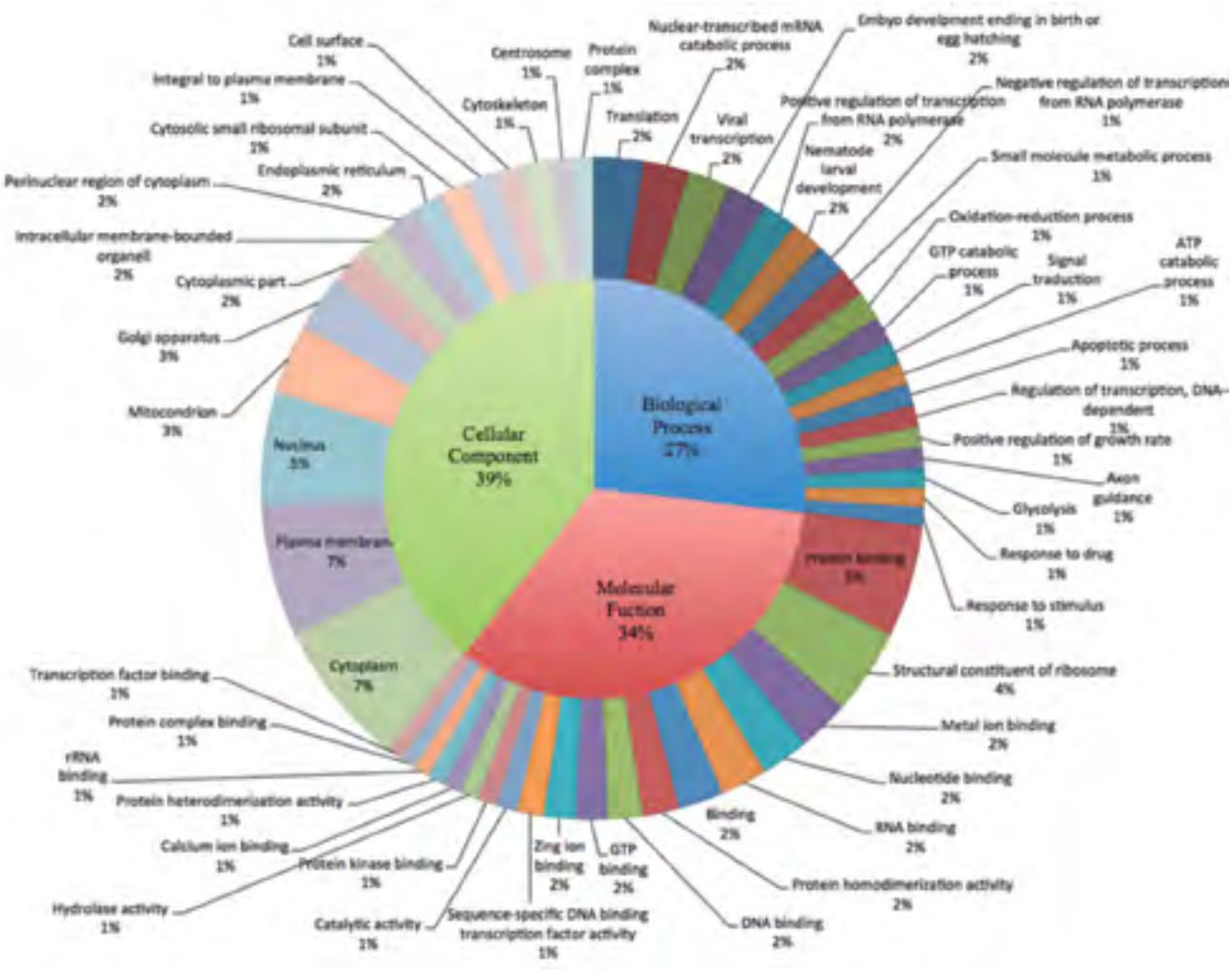


Figura 2. Análisis de distribución GO (Gene Onthology) desde transcriptoma de *C. rogercresseyi*. La categorías GO seleccionadas representa la clasificación superior para procesos biológicos, función molecular y componente celular.

RNA-seq: Caracterización transcriptómica de estados de desarrollo en *Caligus rogercresseyi*

La caracterización de genomas y en específico la búsqueda de patrones de genes implicados en procesos biológicos es una tarea compleja. No obstante los recientes avances en tecnologías de secuenciación masiva *(high-throughput sequencing)* y la mayor disponibilidad de plataformas NGS *(next generation sequencing)* han permitido que numerosos procesos biológicos complejos como la reproducción, crecimiento y resistencia a patógenos sean posibles de ser elucidados a nivel molecular. Dentro de las plataformas NGS disponibles a nivel comercial, es posible generar gran cantidad de transcritos (ESTs) a través de pirosecuenciación, secuenciación por síntesis de Illumina y secuenciación por ligación de Applied Biosystems. Como ejemplo, un proceso de secuenciación en un equipo Hiseq 2500 de Illumina genera 600 Gb (seiscientos mil millones de lecturas) en aproximadamente 11 días de análisis. Así, esta tecnología permite generar aproximadamente 3 billones de ESTs al finalizar el proceso de secuenciación. Si pensamos que el genoma humano posee aproximadamente 2.8 Gb, esto quiere decir que dicha plataforma de secuenciación genera una cantidad cercana a unas 220 veces la información genética contenida en humanos al término del análisis. Esta avance significativo en la forma de buscar y caracterizar a nivel molecular nuevos genes implicados en procesos biológicos complejos, permite abordar la problemática sobre la falta de soluciones tecnológicas o estrategias efectivas para el control de Caligidosis, de bajo costo y alta especificidad, basadas en la utilización moléculas inhibidoras que bloquen la expresión de genes claves para el desarrollo normal del organismo parásito. El flujo de trabajo para la caracterización transcriptómica de los distintos estadios de desarrollo de *C. rogercresseyi* contempla el desarrollo de librerías de cDNA, secuenciación masiva del transcriptoma en plataforma illumina y ensambles utilizando una base de datos genómica enriquecida para ser utilizada como referencia (Figura 1).

A la fecha el proyecto ha generado sobre 900 millones de secuencias transcritas obtenidas desde 8 estadios de desarrollo: nauplius (I-II), copepodito, chalimus (I-IV), hembras y machos adultos. A partir de esta información se han identificado sobre 84.000 genes. De ellos, 29.000 genes han sido relacionados a procesos biológicos claves como respuesta a estrés, resistencia a

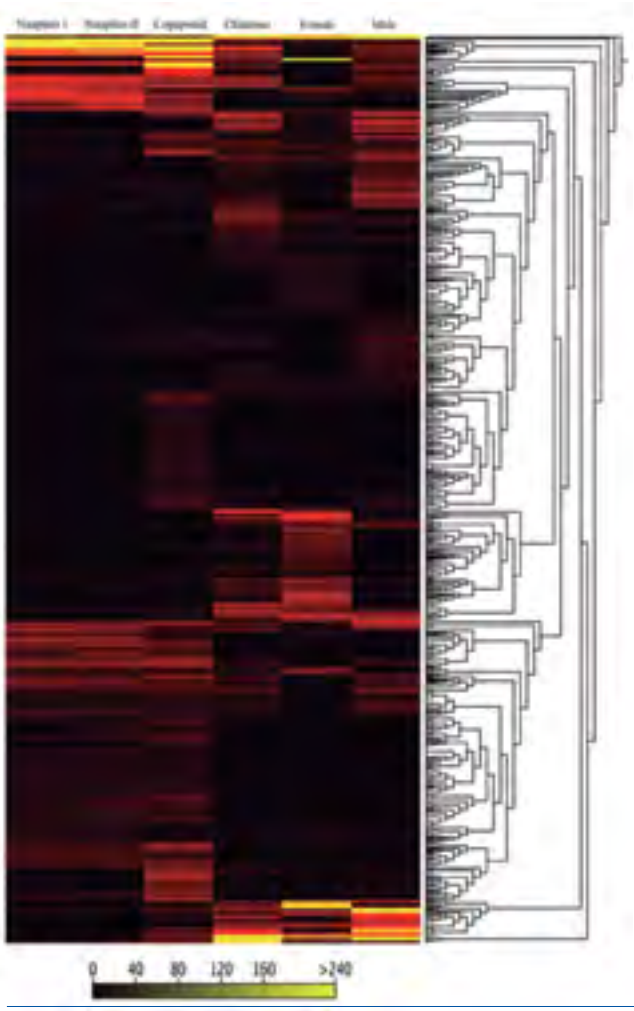


Figura 3. Heatmap desde el transcriptoma de estados de desarrollo en *C. rogercresseyi.* Los dendrogramas de los patrones de transcripción fueron estimados para 83,444 contigs generados por ensamble. Las barras de color reflejan el nivel de expresión génica, siendo negro una baja expresión y rojo/amarillo una mayor expresión, respectivamente.

fármacos, desarrollo de sistema nervioso, respuesta inmune, crecimiento, desarrollo larval, metabolismo y reproducción (Figura 2). Sin embargo, cerca de 55.000 genes no evidencian similitud con proteínas descritas previamente en base de datos públicas. Por otra parte, los patrones de expresión de transcritos evidencias cambios significativos a lo largo del desarrollo larval y entre sexos de *C. rogercresseyi* (Figura 3). Esta información es relevante a momento de identificar nuevos genes involucrados en el desarrollo de *C. rogercresseyi* y que eventualmente puedan ser aplicados en nuevas estrategias de control de éste ectoparásito.

TLR y IMD: Inmunogenómica para la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas

Las vías de señalización tipo Toll y IMD representan una de las primeras líneas de defensa inmune innata en invertebrados. Sin embargo, en crustáceos como *C. rogercresseyi* es escasa la información genómica que permita comprender su asociación con la respuesta inmunológica. A partir de datos obtenidos de secuenciación masiva desde tres estados de desarrollo de *C. rogercresseyi,* se evaluó *in silico* los patrones de expresión y presencia de variantes SNPs en genes involucrados en las vías Toll e IMD. Del análisis de RNA-seq utilizando 20 contigs que anotaron para genes pertenecientes a las vías Toll y IMD, se observó una sobreexpresión de genes vinculados a la vía Toll como Toll 3 and Dorsal, asociada al estado de copepodito, mientras que en el estado de chalimus y adultos se evidenció sobre-expresión de genes de ambas vías como Akirin y Tollip, así como AIP y Toll9, respectiva

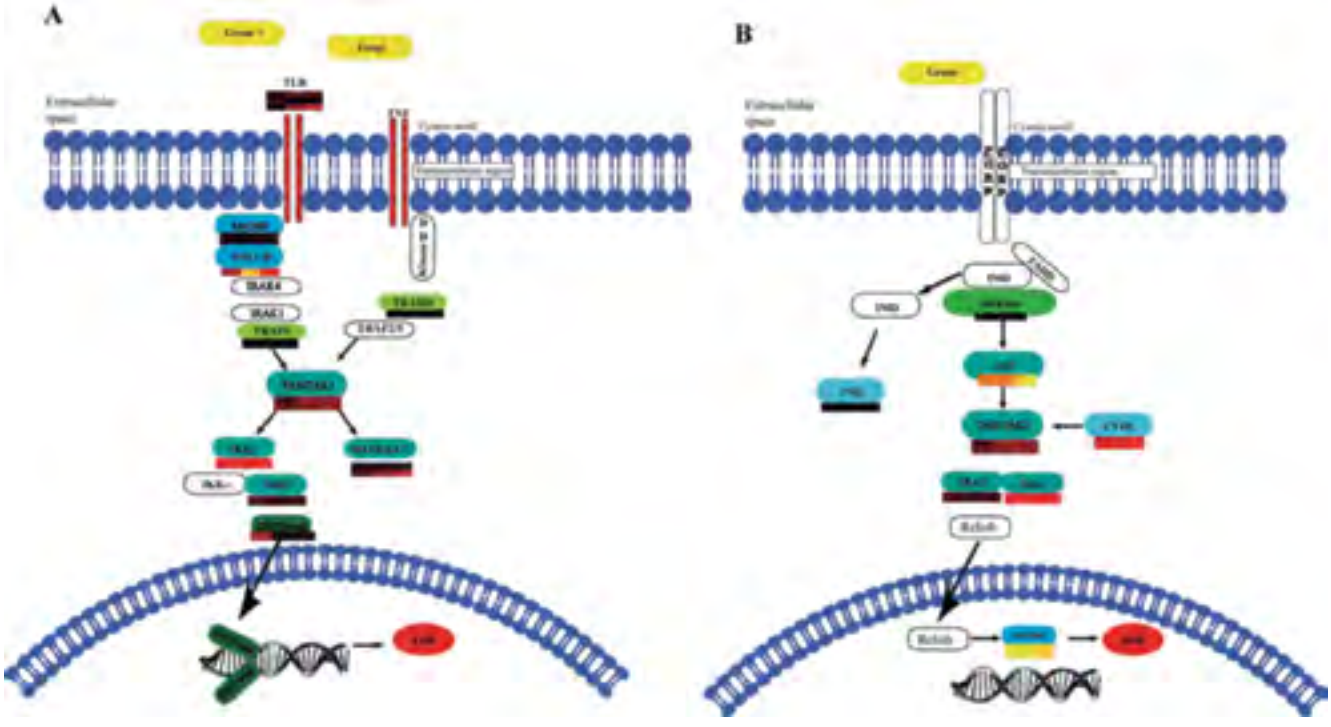


Figura 4. Vías de señalización identificadas por RNAseq asociadas a la respuesta inmunológica de *C. rogercresseyi.* A) Vía de señalización Toll, and B) Vía de señalización IMD. Las barras de color debajo de cada gen candidato indican los niveles de expresión para los estados de copepoditos, chalimus y adultos.

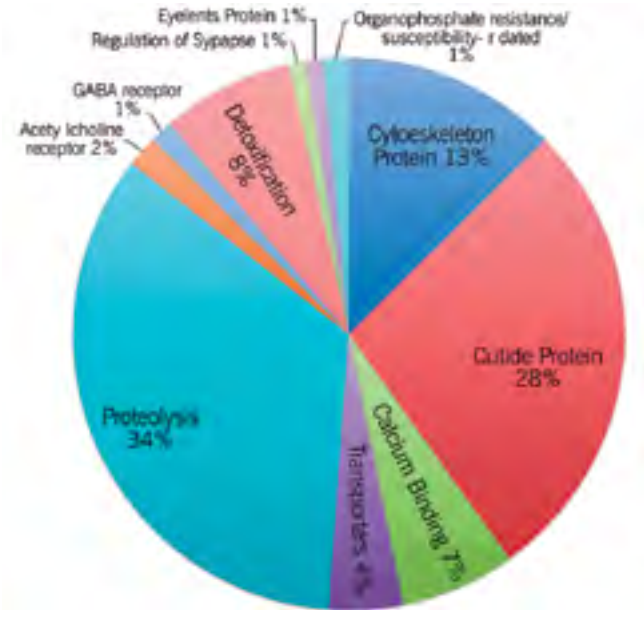


Figura 5. Porcentaje de contigs identificados and anotados con funciones moleculares asociadas a resistencia y susceptibilidad de piretroides y organofosforados en *C. rogercresseyi.*

mente. Por otra parte, desde el análisis estadístico PCA se infiere que en los estados chalimus y adultos el mecanismo de respuesta inmune se encuentra más desarrollado, ya que se observa una relación entre estos dos estados y los genes de ambas vías. Además se identificaron 136 SNPs en 20 de los contigs identificados tanto en genes de la vía Toll como IMD. El estudio aporta con información transcriptómica sobre el mecanismo de respuesta inmune de *C. rogercresseyi,* permitiendo generar nuevas estrategias de control mediante bloqueo de respuesta inmune innata (Figura 4).

Genes candidatos para la evaluación de efectividad de fármacos

Una de las mayores problemáticas en el control de ectoparásitos copépodos en la industria del salmón es el desarrollo de resistencia a fármacos o perdida de sensibilidad. Sin embargo, los mecanismos moleculares y genes implicados en la resistencia/susceptibilidad (R/S) han sido escasamente comprendidos en las especies de piojos de mar que infectan a salmónidos. El objetivo del presente estudio fue identificar y evaluar los niveles de transcripción de genes candidatos asociados a R/S en *C. rogercresseyi.* De esta forma, a partir de datos generados por RNA-seq desde machos y hembras adultos de piojos de mar, se obtuvieron 62.48 M de lecturas los que fueron ensamblados en 70,349 contigs. El análisis de Blastx contra UniprotKB/Swiss-Prot y ESTs disponibles para Crustacea en NCBI, identificó 870 transcritos previamente relacionados con genes de R/S en especies cercanamente relacionadas. Adicionalmente, 15 genes candidatos fueron validados por qPCR y evaluados en bioensayos para deltametrina y azametifos. Los resultados evidenciaron una sobre-regulación de genes involucrados en transporte de iones en copépodos adultos tratados con deltamethrin, mientras que en aquellos tratados con azamethiphos se observó una sobre regulación en genes como Citocromo P450, Carboxilesterasa y receptores de acetilcolina. El presente estudio aporta con información genómica relevante para el monitoreo de R/S frente a piretroides y organofosforados en una especia patógena de alta prevalencia en la industria del salmón en Chile (Figura 5).

Polimorfismos de un único nucleótido (SNPs): una herramienta para monitorear resistencia a fármacos y diversidad genética

A pesar que *C. rogercresseyi* es una de las especies patógeneas de mayor prevalencia en la salmonicultura en Chile, la información genómica disponible para la especies es escasa. Adicionalmente, marcadores moleculares de alta resolución, así como mutaciones puntuales asociadas a polimorfismo funcionales no han sido hasta la fecha descrito para esta especie de ectoparásito. El presente estudio, representa el primer esfuerzo en profundidad para la búsqueda y caracterización de polimorfismos de un único nucleótido (SNP) en *C. rogercresseyi.* Los resultados obtenidos han evidenciado un total de 69.466 SNPs presentes en transcriptoma, de los cuales cerca de un 52% fueron identificados en proteínas previamente descritas en base de datos públicas. Adicionalmente, los patrones de expresión *in silico,* revelaron una amplio rango de genes altamente regulados a través del desarrollo ontogenético de *C. rogercresseyi.* Interesantemente, vías de señalización KEEG asociadas a resistencia a fármacos fueron altamente anotadas en genes relacionados con el desarrollo de sistema nervioso y transportadores ABC (Figura 6).

Conclusiones

Las nuevas tecnologías de secuenciación masiva de ADN representan una oportunidad única para el descubrimientos de genes candidatos involucrados en el ciclo de vida del copépodo ectoparásito *C. rogercresseyi.* La información generada por el proyecto CALIGUS-seq representa uno de los mayores aportes al conocimiento de la genómica de *C. rogercresseyi.* Esta iniciativa posiciona a nuestro país dentro de los principales grupos de investigación en genómica aplicada a especies de interés en acuicultura a nivel mundial. Los resultados obtenidos a la fecha permiten avanzar en la comprensión de procesos biológicos complejos como la reproducción, el crecimiento, la respuesta inmune y la adaptación al ambiente de *C. rogercresseyi,* estableciendo las bases científicas para el diseño e implementación de nuevas estrategias de control de la caligidosis en Chile.

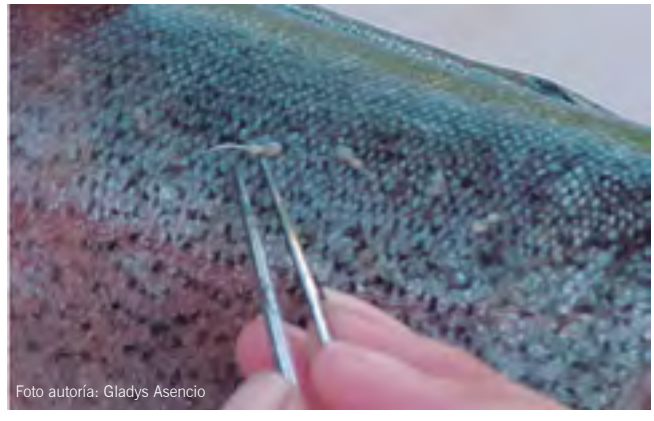


Foto autoría: Gladys Asencio

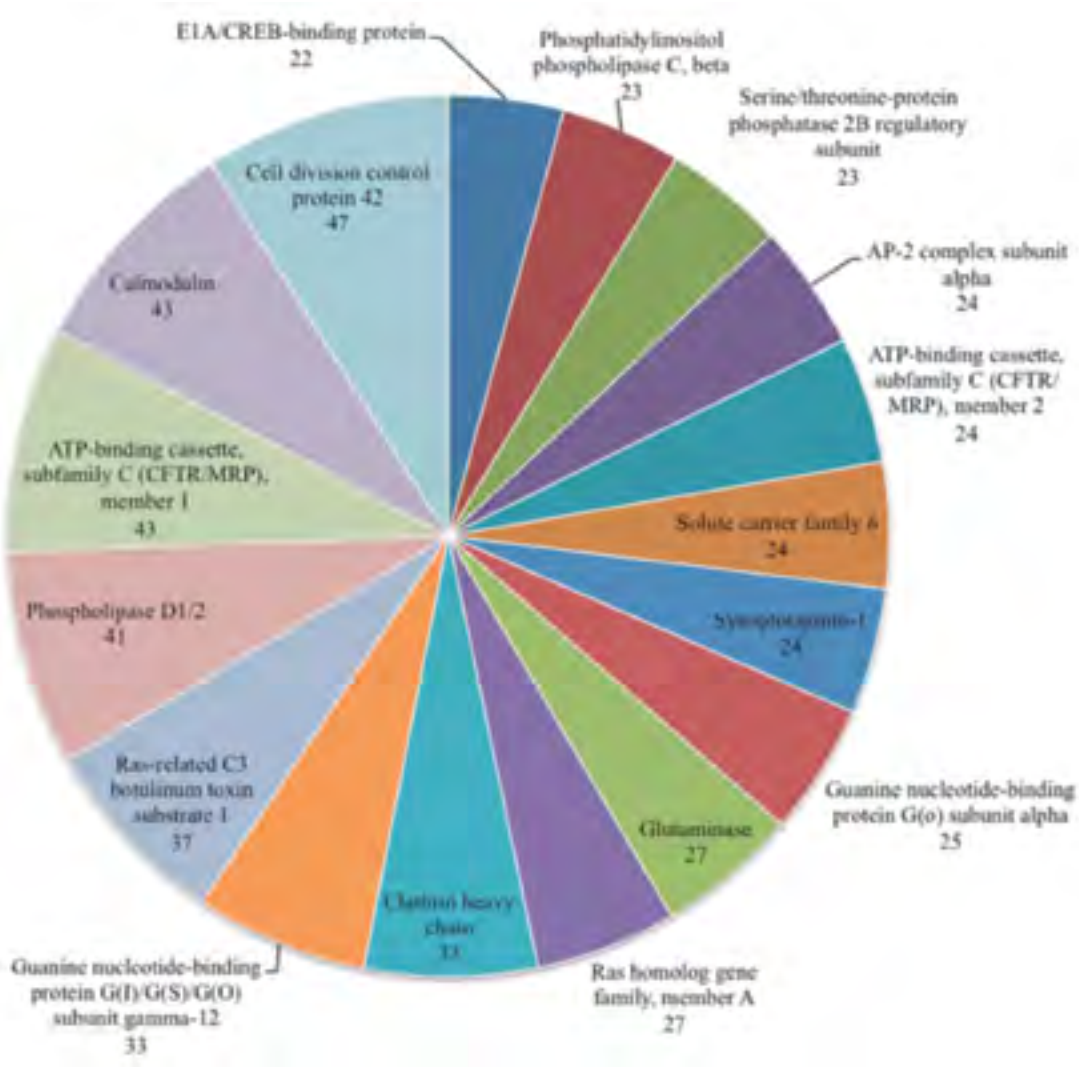


Figura 6.
Número de SNPs identificados en genes asociados a sistema nervioso y transportadores ABC.

Referencias Bibliográficas

Gallardo-Escárate. C., Valenzuela-Muñoz, V., Núñez-Acuña, G. (2013). RNA-seq analysis using de novo assembled transcriptome from salmon lice *Caligus rogercresseyi.* PlosOne. 10.1371/journal.pone.0092239.

Valenzuela-Muñoz, V. & Gallardo-Escárate. C. (2013). TLR and IMD signaling pathways from *Caligus rogercresseyi* (Crustacea: Copepoda): In silico gene expression and SNPs discovery. Fish and Shellfish Immunology. Doi.org/10.1016/j.fsi.2013.12.019.

Núñez-Acuña, G. & Gallardo-Escárate. C. (2013). High-throughput SNP discovery and transcriptome expression profiles from the salmon louse *Caligus rogercresseyi* (Copepoda: Caligidae). Comparative Biochemistry and Physiology D. Doi: 10.1016/j.cbd.2014.01.003.

Gallardo-Escárate. C., Valenzuela-Muñoz, V., Núñez-Acuña, G., Chávez-Mardones, J., Maldonado-Aguayo, W. (2013). Transcriptome analysis of couch potato (CPO) protein reveals expres sion pattern associated to early development in salmon lice *Caligus rogercresseyi.* Gene. 10.1016/j.gene.2013.11.100.

Farlora, R., Araya-Garay, J. & Gallardo-Escárate, C. (2014). Discovery of sex-related genes by high-throughput transcriptome sequencing from the salmon louse *Caligus rogercresseyi.* Marine Genomics. 10.1016/j.margen.2014.02.005.

Plataforma de secuenciación masiva de última generación (NGS) MiSeq de Illumina, Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura, INCAR.

www.rilab.cl

Rilab Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.

Ambiente

Soluciones tecnológicas de vanguardia

Microtox® M500

Sistema de medición para laboratorios basado en biosensores con tecnología de bioluminiscencia para controlar la toxicidad del agua potable o de los Riles.

- Prueba sensible a más de 2.700 diferentes productos químicos simples y complejos, orgánicos o mutogénicos.
- Resultados disponibles en sólo 15 minutos.
- Más de 2.400 instrumentos vendidos en el mundo.

MODERNWATER

DeltaTox® II

Sistema **Microtox®** de Testeo de Toxicidad. Equipo portátil para uso en terreno. Está diseñado para usarse en cualquier sitio de muestreo a través de la distribución del agua o del sistema de aguas residuales industriales. Es particularmente adecuado para sitios remotos tales como depósitos, tanques de almacenamiento, océanos, lagos o cualquier sitio de difícil acceso.

El primer sistema de Prueba Definitivo para Coliformes Totales y *E coli*

- Resultado en 24 horas o menos.
- Detecta simultáneamente Coliformes Totales y *E coli*.
- Detecta desde 1 UFC por 100 ml de muestra.
- Detecta *E coli Mug Positivas* y *Mug Negativas*.
- Resultados claros y fáciles de interpretar.
- Reactivo predosificado y listo para usar.
- Permite realizar pruebas de Presencia / Ausencia o Cuantificación.

colitag

Lo nuevo de Colitag®

iMPNplate™-1600

Es un sistema de fácil uso para el conteo de microorganismos en muestras líquidas. Es una aproximación moderna al método de dilución NMP publicado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APA, AWWA, WEF) y aceptado en todo el mundo. **iMPNplate™-1600** es una forma revolucionaria de conteo de microorganismos en muestras de aguas.

	iMPNplate™-1600	Competitivo
	✓	✓
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X
	✓	X

Termina con la necesidad de equipamiento altamente costoso. Se ejecutan los análisis en un corto tiempo.

El uso del nuevo **iMPNplate™-1600** se traduce en mayor disponibilidad del laboratorio en otros usos porque requiere menos tiempo de análisis, ocupa un espacio reducido y es menos costoso.

LaMotte IUL sdix VICAM OAKTON AQUADIAGNOSTIC

Representante exclusivo:
Carlos Rivas Padilla y Cía. Ltda.
E-mail: rilab@adsl.tie.cl - Fono/Fax: (56-2) 2688 2010

YO CUIDO EL AGUA

Centro de Microscopía Avanzada:

Un centro ubicado en el Sur de Chile que ofrece análisis de punta en microscopía de fluorescencia, microdisección láser, microscopía FT-IR y citometría de flujo

Director Científico: Dr. Francisco Nualart S. **Directora Ejecutiva:** Dra. Viviana Torres A.
contacto@cmabiobio.cl www.cmabiobio.cl

El Centro de Microscopía Avanzada en la Región del Bío-Bío (CMA Bío-Bío), ubicado en la Universidad de Concepción,contribuye a la investigación, desarrollo e innovación del país a través de la oferta de servicios y la transferencia de conocimientos científicos y tecnología de frontera. En concordancia con esto último el Centro en la actualidad sustenta con sus servicios a 45 proyectos de investigación (Fondecyt, Innova, Fondef, NIH, DIUC, Capital Semilla), 3 empresas, 34 tesis de pregrado y 56 tesis de postgrado a nivel nacional.

Los grandes desafíos productivos de la industria acuícola en Chile requieren investigación aplicada constante por medio de alianzas estratégicas con centros de investigación. En ese contexto CMA Bío-Bío está capacitado para apoyar la investigación en acuicultura a través de sus profesionales y equipamiento de alto nivel (Revista Versión Diferente Año 10 Nº 19, 2013).

Servicios

Asesoría y asistencia técnica

El CMA Bío-Bío cuenta con profesionales de alto nivel para brindar asistencia técnica y asesoría científica personalizada desde el procesamiento de la muestra en estudio hasta su análisis en cualquiera de los equipos del Centro.

Microscopía confocal

El centro cuenta con servicio de microscopía confocal del más alto nivel que permite observar muestras previamente teñidas con algún colorante fluorescente o bien muestras que en forma innata fluorecen como es el caso de tejidos vegetales. Para ello se cuenta con los microscopios LSM700 y LSM780 marca Zeiss, los que a través de un sistema de escaneo láser permiten construir punto por punto una imagen digital bien definida, eliminando la fluorescencia fuera de foco, lo que resulta en un aumento en la detección, contraste y resolución. El microscopio LSM780 posee un sistema de detección espectral que puede discriminar espectros fluorescentes no importando cuan traslapados estén y contiene además un láser infra-rojo que le permite generar imágenes profundas tridimensionales de tejidos y estructuras de hasta 0.5 mm de grosor. Las aplicaciones de estos equipos en biología marina es diverso como por ejemplo en la observación del contenido de lípidos en células de microalgas de interés comercial (Yang et al. 2013;Yoo G et al. 2014) y en acuicultura en el estudio de la patogénesis causada por el virus ISA Salmón Atlántico (Aamelfot et al. 2012). Los tipos de muestras pueden ir desde cultivos celulares, cortes de tejidos, embriones y ovas entre otros. En la figura 1 se ve una reconstrucción 3D de un huevo de sardina.

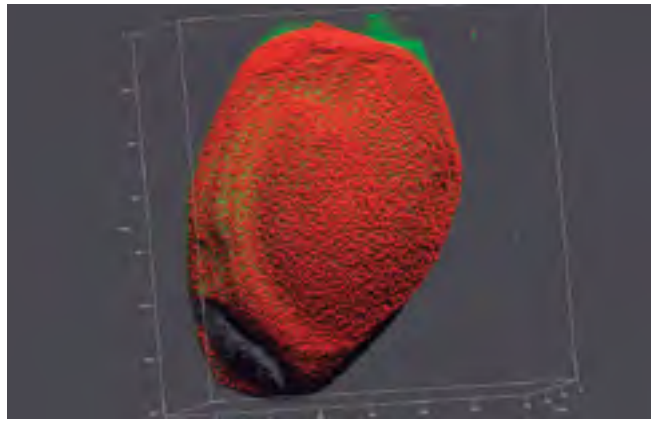


Figura 1. Reconstrucción 3D de un huevo de sardina. Observación de señal autofluorescente (verde) y marcador nuclear DAPI (rojo). Imagen de 283 micras de profundidad obtenida en microscopio confocal LSM780 con objetivo 20x.

Microscopía de Súper-resolución

Servicio dado por el equipo Elyra-SIM marca Zeiss que permite separar ópticamente moléculas y estructuras celulares con una resolución el doble comparado con el microscopio confocal convencional. La capacidad de este equipo se puede observar en la figura 2 en donde se compara imágenes en campo claro, confocal y súper-resolución de fibroblastos en cultivo. Se destaca desde estas imágenes que sólo por súper resolución se logra la separación óptica de dos fibras de actina.

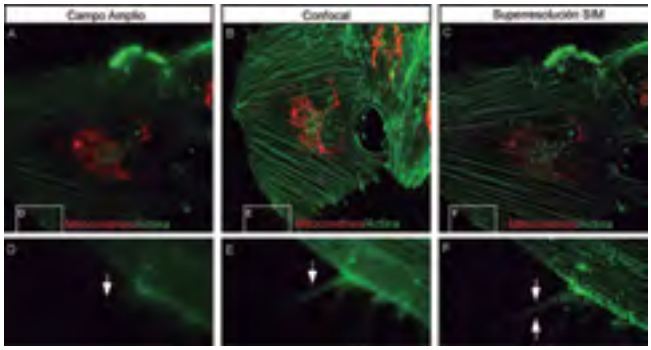
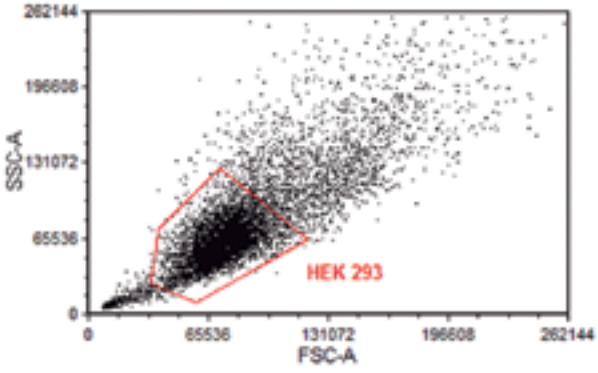


Figura 2. Imágenes de fibroblastos de rata tomadas por tres técnicas de microscopía fluorescente.

Citometría de flujo

El centro cuenta con un equipo Citómetro de Flujo con Cell Sorter BD FACSAria III. Este equipo permite el análisis y caracterización de partículas y/o células y sus subpoblaciones, teniendo la capacidad de detectar hasta 8 colores y 2 parámetros (tamaño y complejidad). Este equipo es muy utilizado en estudios de medición del contendido de ADN de células y ciclo celular (figura 3). En la industria acuícola es común inducir triploidía, una característica que puede medirse a través de citometría de flujo para determinar la tasa de éxito de los protocolos empleados (Juchno et al. 2010). Además este equipo en su modo Cell Sorting permite separación simultánea de hasta 4 poblaciones celulares o de partículas con un rango de tamaño de 0.2 a 50 micras.

Análisis Dot-plot de células HEK 293 y selección de población de interés



Histograma de ADN de células HEK 293

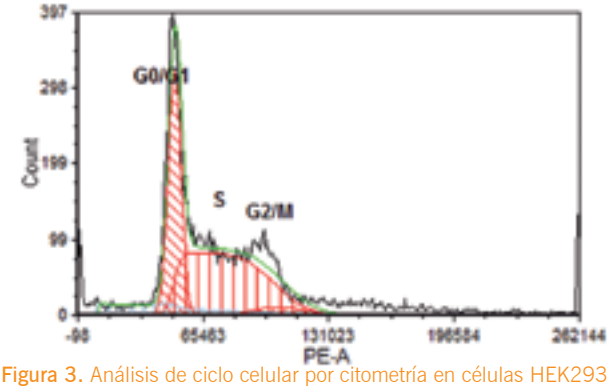


Figura 3. Análisis de ciclo celular por citometría en células HEK293.

Microdisección láser

A través del equipo LMD7000 de Leica y su potente láser UV se pueden extraer áreas microscópicas de una muestra para su posterior análisis molecular (ARN, ADN y proteínas). Las muestras pueden ser normales y/o patológicas (animal, vegetal) ya preparadas (fijadas, cortadas y/o teñidas). Un ejemplo gráfico simple de operación de este equipo se muestra en la figura 4, que muestra un corte de cerebro de rata fijado en formalina y embebido en parafina (FFPE) antes (A) y después (B) de la microdisección donde el área cortada desaparece, pero se recupera en microtubos (no mostrado) para su posterior análisis molecular. Un ejemplo de aplicación en biología marina es en patología marina para la identificación de parásitos (Small et al. 2008).

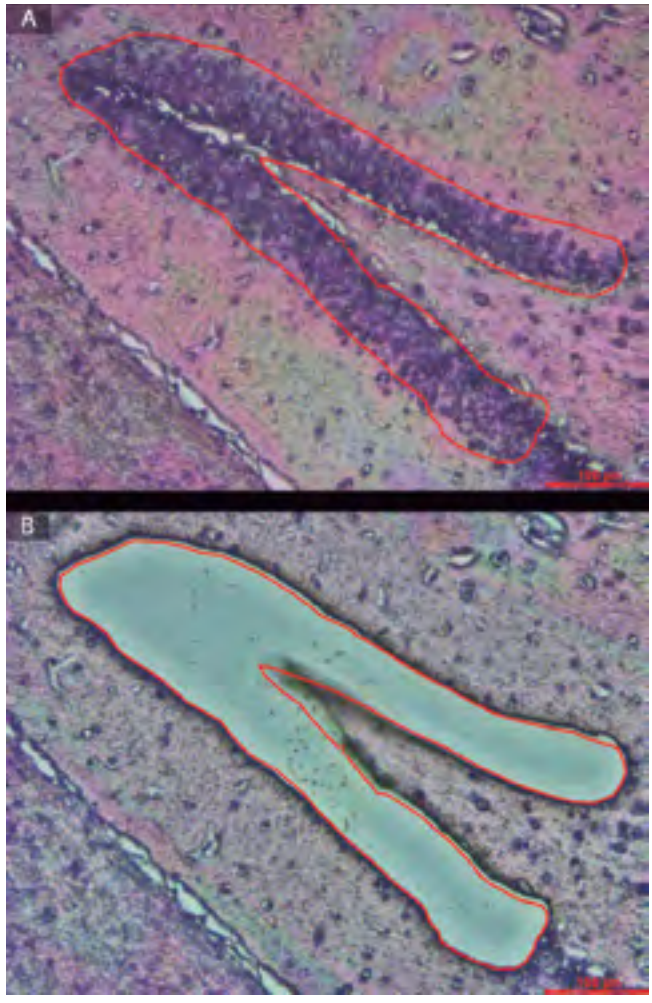


Figura 4. Cerebro de rata (giro dentado) antes y después de microdisección.

Microscopía de FT-IR

Utilizando luz infra-roja y transformación de Fourier, genera análisis espectral de muestras tan pequeñas como 10 micras, y es ideal para ser aplicado en el área farmacéutica, forestal, forense, biomédica y biomateriales. El equipo equipo Spotlight 400 de Perkin Elmer permite la detección de patógenos, hormonas, metabolitos e impurezas entre otros. Las muestras requieren un mínimo procesamiento antes del análisis.Microscopía FT-IR ha sido uti-

lizada para estudiar las características de filetes de Salmón en cuanto al contenido y estructura de sus proteínas, y contenido de sal (Böcker et al. 2008). La figura 5 representa un mapa de absorbancia específico para proteínas en un corte de riñón de rata, en donde la escala de la derecha indica que a mayor intensidad del color rojo mayor concentración de proteínas.

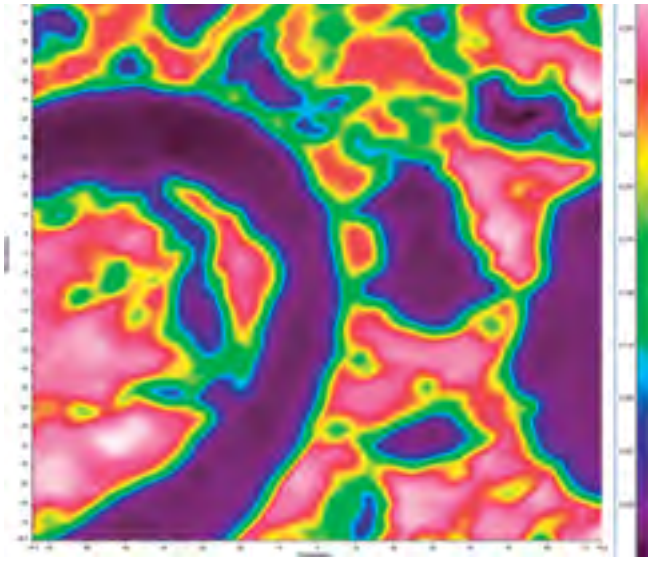


Figura 5. Corte de riñón observado en modo ATR de FT-IR. Intensidad de colores representa absorbancia típica de proteínas.

Procesamiento de muestras

Con el fin de facilitar el trabajo de los usuarios el centro cuenta con un vibrátomo y un criostato, dos equipos específicos para el corte de muestras gruesas o congeladas respectivamente.

Capacitación

El Centro continuamente está realizando cursos básicos y especializados en las diferentes tecnologías con las que cuenta. Estos cursos pueden ser abiertos o bien cerrados a grupos que así lo soliciten.

Referencias

Aamelfot M, Dale OB, Weli SC, Koppang EO, Falk K. Expression of the infectious Salmon anemia virus receptor on Atlantic Salmon endotelial cells correlates with the cell tropism of the virus. J Virol Vol 86: 10571-10578, 2012.

Böcker U, Kohler A, Aursand IG, Ofstad R. Effect of brinesaltingwith regard to raw material variation of Atlantic salmon (Salmo salar) muscle investigated by Fourier transform infrared microspectroscopy. J Agric Food Chem Vol 56 (13): 5129-5136, 2008.

Juchno D, Lackowska B, Boron A, Kilarski W. DNA content of hepatocyte and erythrocy tenuclei of the spined loach (Cobitistaenia L.) and its polyploidforms. Fish Physiol Biochem Vol 36 (3): 523-529, 2010.

Small HJ, Sturve J, Bignell JP, Longshaw M, Lyons BP, Hicks R, Feist SW, Stentiford GD. Laser-assisted microdissection: a new tool for aquatic molecular parasitology. Dis Aquat Org, Vol 82:151-156, 2008.

Yang ZK, Niu YF, Ma YH, Xue J, Zhang MH, Yand WD, Liu JS, Lu SH, Guan Y, Li HY. Molecular and cellular mechanisms of neutral lipid accumulation in diatom following nitrogen deprivation.Biotech Biofuel Vol 6: 67, 2013.

Yoo G, Yoo Y, Kwon JH, Darpito C, Mishra SK, Pak K, Park M, Im SG, Yang JW. Aneffective, cost-efficient extraction method of biomass from wet microalgae with a functional polymeric membrane. Green Chem Vol 16: 312-319, 2014.

Teléfonos:(56) 41-2661356 (56) 41-2204531
Barrio Universitario s/n. Edificio Ennio Vivaldi. 2º piso
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad de Concepción
Concepción, Chile.
contacto@cmabiobio.cl www.cmabiobio.cl

ASN

ARENADOS Y SERVICIOS NAVALES

- INSPECCIONES SUBMARINAS
- GRABACIONES SUBMARINAS
- INSPECCIÓN DE MUELLES Y CASCOS
- FONDEOS DE CENTROS DE CULTIVOS DE SALMONES O CHORITOS.
- REMOLQUE CAMBIO DE MALLAS.
- BAÑOS DE PECES.
- RECUPERACIÓN DE CENTROS.
- LEVANTAMIENTO DE MUERTOS.
- CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE ENSÍLAJES Y ARTEFACTOS NAVALES.
- CAMBIO DE JAULAS INSITU.
- REPARACIÓN Y ARENADOS DE MÓDULOS PARA ENVIAR A GALVANIZAR.

CONSTRUCCIÓN DE ARTEFACTOS NAVALES MONTAJE INDUSTRIAL Y OBRAS CIVILES

Serrania con grúa Pk 10500 y Guinche de 15 toneladasBarco Celenia II
Grua atlaz de 4500 kilos · Guinche de 40 toneladas

equipos de oxigeno para baños de peces

DISTRIBUCIÓN DE PINTURAS INDUSTRIALES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN EN MANTENCIÓN Y REPARACIÓN INDUSTRIAL

Celular: +56 9 7138 4520 Camino a Pargua Km. 1029 Puerto Montt
asn.servicios@gmail.com asn.ingenieriayservicios@gmail.com

Cultivo de "huiro" en el sur de Chile

Alfonso Gutiérrez, Alejandro H. Buschmann, Roberto Flores,
Tomas Correa, Pamela Leal, Ximena Vásquez
Centro i-mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile
agutierrez@ulagos.cl / www.i-mar.cl

El uso de algas marinas como alimento para humanos y organismos marinos tiene una larga historia en Asia (Ohno & Critchley, 1993). En países como Japón, China y Corea, las algas y sus derivados son productos comunes en las dietas de consumo humano desde hace siglos; así como también forman parte del alimento para animales, fertilizantes para plantas y fuente de varios productos químicos (Lembi & Waaland, 1988; Sahoo & Yarish, 2005).

En diferentes lugares costeros alrededor del mundo la extracción de algas desde bancos naturales ha sido reemplazada por el cultivo artificial (de Oliveira & Kautsky, 1990; Critchley & Ohno, 1998). Métodos de cultivo tradicionales para la producción de algas para alimentos y otros fines se iniciaron en China hace varios cientos de años. No obstante los métodos basados en estudios científicos aplicados a la acuicultura de las algas comenzaron en 1950, con el cultivo de *Saccharina japonica*, un alga parda endémica del mar de Japón (Tseng, 1987). La tecnología desarrollada ha sido la base del cultivo de otras algas pardas en distintas partes del mundo.

Siguiendo esta misma tendencia, en Chile se han evaluado el crecimiento y las condiciones de cultivo para esporofitos de M. pyrifera, usando tecnología similar a la empleada para el cultivo de Laminariales en países asiáticos. Así, en Chile se dispone de la tecnología para producir esporofitos a partir de esporas y el manejo de gametofitos. Además, en la Región de Los Lagos se han llevado a cabo experimentos en diferentes condiciones ambientales para determinar el efecto del origen de plantas parentales en la sobrevivencia y crecimiento de esporofitos de *M. pyrifera*, con rendimientos que van entre 14 y 80 kg m-1 lineal, en un período de entre 8 a 10 meses de cultivo en el mar (Gutiérrez et al., 2006; Westermeier et al., 2006). Mientras que en el norte del país, en la Región de Coquimbo, se han obtenido 22 kg m-1 lineal después de 120 a 150 días de cultivo en el mar (Macchiavello et al., 2010). Recientes investigaciones, realizados por el Centro i~mar, concluyen que es posible alcanzar sobre 25 kg m-1 m en el periodo de verano y más de 16 kg m-1 en invierno (Fig. 1 y 2). Así, la posibilidad de cultivar y cosechar esta especie en pleno invierno representa un aspecto de alto interés para las empresas que cultivan abalón, principal alimento de este gastrópodo (Fig. 3), puesto que la biomasa de las poblaciones naturales en ambientes protegidos tiende a desaparecer en el periodo invernal debido a una estrategia reproductiva estacional de esta alga parda (Buschmann et al., 2006).

En el marco de las nuevas iniciativas de emprendimiento como es la producción de biocombustibles, la investigación y desarrollo alcanzada en este cultivo se enfrenta a enormes desafíos, como la producción masiva de plántulas en hatchery y la ingeniería del diseño y manejo de sistemas de cultivo en el mar a gran escala.

REFERENCIAS

Buschmann AH, Moreno C, Vásquez J, Hernandez-Gonzalez MC (2006) Reproduction strategies of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) in Southern Chile: The importance of population dynamics. J. Appl. Phycol, 18: 575-582.

Critchley AT, Ohno M (1998) Seaweed Resources of the world JICA, Yokosuka.

Gutiérrez A, Correa T, Muñoz V, Santibáñez A, Marcos R, Cáceres C, Buschmann AH (2006) Farming of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in southern Chile for development of novel food products. J. Appl. Phycol. 18: 259-267.

Lembi CA, Waaland JR (1988) Algae and Human Affairs. Cambridge University Press, New York, 590 pp.

Macchiavello J, Araya E, Bulboa C (2010) Production of *Macrocystis pyrifera* (Laminariales; Phaeophyceae) in northen Chile on spore-based culture. J. Appl. Phycol. 22: 691-697.

de Oliveira E, Kautsky N (1990) Proceedings Workshop on Cultivation of Seaweeds in Latin America. Universidade de Sao Paulo - International Fundation for Science, Brazil, 141 pp.

Ohno M, Critchley A (1993) Seaweed Cultivation and Marine Ranching. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, Japan, 151 pp.

Sahoo D, Yarish C (2005) Mariculture of seaweeds. Pages 219-237 in R. Anderson Phycological Methods: Algal Culturing Techniques. Academic Press Elsevier Publ.

Tseng CK (1987) Some remarks on the kelp cultivation industry of China. In: Bird KT, Benson PH (eds), Seaweed Cultivation for Renewable Resources, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 147-153.

Westermeier R, Patiño D, Piel MI, Maier I, Mueller D (2006) A new approach to kelp mariculture in Chile: production of freee-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of Lessonia trabeculata and *Macrocystis pyrifera*. Aquaculture Research 37: J. Appl. Phycol. 37, 167-171.

Figura 1. Plantas de *M. pyrifera* al cabo de 3 meses de cultivo en el mar en el sur de Chile.

Figura 2. Plantas de *M. pyrifera* al cabo de 8 meses de cultivo en el mar en el sur de Chile.

Figura 3. Cultivo suspendido de *H. rufescens* alimentado con *M. pyrifera* en el sur de Chile.

Técnicas de repoblamiento para el alga parda *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh 1820 (Laminariales)

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Ximena Vásquez, Alfonso Gutiérrez, Alejandro H. Buschmann,
Roberto Flores y Pamela Leal
Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.
ximena.vazquez@ulagos.cl / www.i-mar.cl

El repoblamiento consiste en poblar aquellos lugares en los cuales ha desaparecido o disminuido la biomasa de un determinado recurso, ya sea, por causas antrópicas o por un agente natural de carácter catastrófico (Jerez y Figueroa 2008). Las primeras investigaciones y estrategias de repoblamiento de algas pardas se remontan a la década de los 60 en países como Japón, Estados Unidos y México, con la siembra directa de esporas en el mar y transplantes de plantas juveniles y adultas (North 1979, Hernández-Carmona et al. 2000 y Tarewaki et al. 2003). En Chile, las primeras acciones de repoblamiento se han emprendido en el norte y sur del país, a través de la siembra directa de esporas y transplante de esporofitos juveniles en sustratos, con especies como: *Sacothalia crispata, Lessonia nigrescens* y *Chondracanthus chamissoi* (Ávila et al. 1994, Vásquez y Tala 1995, Macaya 2001, Correa et al. 2006).

El Centro i-mar de la Universidad de Los Lagos, ha evaluado el uso de diferentes sustratos para la fijación de esporas de *Macrocystis pyrifera* "huiro" en ambiente controlado, a partir de técnicas descritas por Gutiérrez et al. 2006, y posterior siembra en el mar. Lo que representa un aporte al desarrollo de técnicas de repoblamiento en áreas de manejo. Los resultados indican que el uso de algunos tipos de sustratos como: cerámicas, esponja artificial y valvas de moluscos bivalvos, permiten proyectar un uso masivo de algunos de estos sustratos, donde las características físicas como la porosidad y el color son fundamentales para el asentamiento y crecimiento de las esporas en los primeros estadíos de desarrollo y posterior crecimiento en el mar (Fig. 1 y 2). Al cabo de 90 días de sembrar plantas de *M. pyrifera* en el mar, nuestros resultados señalan que es posible alcanzar longitudes de 120 cm y 1,2 kg en promedio por planta utilizando como sustrato valvas de almeja, destacando el hecho de que en el 100% de estos sustratos se logro asentamiento y posterior crecimiento de plantas en el mar (Fig. 3).

Figura 3. *M. pyrifera* a los 90 días de cultivo en el mar.

Numerosos factores intervienen en el crecimiento y sobrevivencia de plantas sembradas en el mar sobre sustratos artificiales, entre ellos el efecto del dosel flotante de plantas adultas que influencian el régimen de luz al interior de los bosques, produciendo un efecto pantalla que reduce la luz hasta en un 60% (Clark et al. 2004).

La investigación y desarrollo de técnicas de repoblamiento en algas pardas representa un amplio campo de estudio, especialmente por su aplicación en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

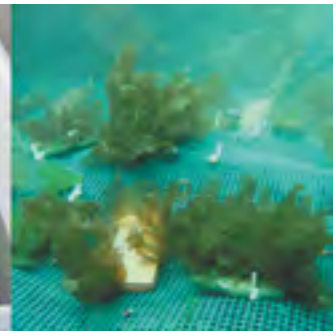


Figura 1. Sustratos de cerámica con plantas de *M. pyrifera* en laboratorio.
Figura 2. Sustratos de cerámica con plantas de *M. pyrifera* instalados en el mar.

Referencias

Avila, M., R. Otaiza, R. Norambuena, R. Núñez, M. Candia y A. Poblete. 1994. Desarrollo de tecnología de cultivo y repoblación de luga negra en la X región. Instituto de Fomento Pesquero- Corporación de Fomento de la Producción. Chile. SGI 94/9. pp. 97.

Clark, R. P., M. S. Edwards y M. S. Foster. 2004. Effect of shade from multiple Kelp canopies on an understory algal assemblage. USA. Ecol. Mar. Progr. Ser. 267: 107-119.

Correa J.A., Lagos N.A., Medina M.H., Castilla J.C., Cerda M., Ramírez M., Martínez E., Faugeron S., Andrade S., Pinto R. & Contreras L. 2006. Experimental transplants of the large *kelp Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae) in high-energy wave exposed rocky intertidal habitats of northern Chile: experimental, restoration and management applications. J. of Ex. Mar. Biology and Ecol. 335: 13-18.

Gutiérrez, A., T. Correa, V. Muñoz, A. Santibañez, R. Marcos, C. Cáceres and A. Buschmann. 2006. Farming of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in southern Chile for development of novel food products. Chile. J. Appl. Phycol. 18: 259-267.

Jerez, C. y M. Figueroa. 2008. Desafíos y perspectivas de la repoblación de bivalvos en Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, Chile, pp. 223-235.

Hernández-Carmona, G., O. García, D. Robledo and M. Foster. 2000. Restoration techniques for *M. pyrifera,* populations at the southerm limit of the distribution in México. Bot. Mar. 43: 273-284.

Macaya, E. 2001. Uso de carpoesporas para el cultivo de *Chondracantus chamissoi* (C. Agardh). Tesis Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo. Chile. pp. 68-91.

North 1979. Evaluación, manejo y cultivo de praderas de Macrocystis. En: B. Santelices (editor). Instituto de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Actas I Symp. Algas Marinas Chilenas. pp. 21-24.

Terawaki, T., K. Yoshikawa, G. Yoshida, M. Uchimura and K. Iseki. 2003. Ecology and restoration techniques for Sargassum beds in the Seto Inland sea, Japan. Mar. Pollut. Bull. 47: 198-201.

Vásquez, J. A. y F. Tala. 1995. Repopulation of intertidal areas with *Lessonia nigrescens* in northern Chile. J. Appl. Phycol. 7: 347-9.

Evaluando el desempeño de las reservas marinas

en Nueva Zelandia y su potenciales efectos sobre áreas no protegidas

Daniela Díaz-Guisado[1], James J. Bell[1], Jonathan P.A. Gardner[1].
[1]School of Biological Sciences, Victoria University of Wellington
Wellington 6140, New Zealand.
danieladiazg@gmail.com

Figura 1. Trabajo en terreno con apoyo del Departamento de Conservación en Wellington, Nueva Zelandia.

Introducción

Los ecosistemas marinos a nivel mundial han sido afectados por las actividades humanas, siendo la pesca, una de las actividades que más ha influído en el deterioro de estos ecosistemas (Claudet *et al.* 2010, Navarrete *et al.* 2010). Existe evidencia que sugiere que la sobre-explotación de los recursos marinos a ha causado cambios estructurales y funcionales importantes en los ecosistemas marinos a través del tiempo (Botsford *et al.* 1997). Mucho estudios a nivel global han sugerido que muchos stocks han sido sobre-explotados (e.g., Worm *et al.* 2009, FAO 2012). Sin embargo, los impactos de la sobre-explotación de los recursos marinos pueden ser muy diversos, incluyendo no solo el colapso de los stocks, sino también la destrucción de los hábitats marinos, la mortalidad incidental de especies no comerciales y cambios evolutivos en la demografía de las poblaciones, entre otros (Botsford et al. 1997, Harnik *et al.* 2012).

La gran cantidad de literatura informando sobre el estado de muchos recursos marinos ha provocado un descontento con las herramientas de manejo convecionales (i.e., aquellas basadas en el Rendimiento Máximo Sostenible). Si bien, en muchos países alrededor del mundo, muchos stocks han sido manejados de forma eficiente a través de la implementación de medidas de manejo convencionales aplicadas en conjunto con otras estrategias como por ejemplo las cuotas de captura, la efectividad de estas herramientas de manejo varía considerablemente (Hilborn 2007a). Mientras aún existe un desacuerdo acerca del estado de muchos

de los stocks a nivel mundial, es un hecho que muchos de ellos han sido sobre-explotados y que los niveles de explotación que se mantienen en la actualidad no son sostenibles. Esta situación ha derivado en un cambio de percepción que ha llevado a reafirmar la creencia de que existe un amplio rango de beneficios que pueden ser obtenidos al mantener a los stocks a niveles mayores a aquellos obtenidos a través del uso de herramientas de manejo basadas en el RMS y que persiguen objetivos enfocados a maximizar el rendimiento (Hilborn 2007a, b).

Así, durante las últimas décadas, ha surgido la necesidad de reducir los impactos de las actividades extractivas para lograr la protección de las especies y también los ecosistemas (Hilborn 2007b, Halpern *et al.* 2010). En este sentido, la atención ha estado focalizada en estrategias de manejo alternativas, incluyendo el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMPs). Las AMPs han sido definidas como "áreas geográficas definidas, reconocidas, dedicadas y manejadas a través de herramientas legales u otros medios, para lograr la conservación a largo plazo de los ecosistemas y los servicios asociados a éstas". Las AMPs han sido consideradas como una estrategia precautoria ante el fracaso de otras estrategias de manejo. Sin embargo, en muchos países, el concepto de AMPs es considerado amplio y tiene poco valor práctico en términos de planificación y manejo (Ballantine & Langlois 2008, FAO 2012). Es así, como a nivel mundial, estas áreas varían considerablemente en términos de regulación y su uso como estrategias de conservación también varía en base al nivel de protección que éstas proveen. En contraste con el amplio término 'AMPs', las reservas marinas (i.e., áreas del océano donde no está permitida ninguna perturbación), han surgido como un concepto más simple en el ámbito del manejo y planificación marina que puede ser fácilmente entendido por no expertos. Las reservas marinas ofrecen el mayor grado de protección para los recursos marinos representando un caso extremo de enfoque precautorio, no reemplazando a otras herramientas de manejo, sino siendo complementarias a éstas. Alrededor del mundo, las reservas marinas han sido establecidas por una variedad de motivos y han sido respaldadas por una variedad de legislaciones, y muchos científicos concuerdan en que ellas proveen un gran rango de beneficios (Roberts *et al.* 2005). En la actualidad, bajo una variedad de denominaciones, las reservas marinas existen en muchas partes del mundo, protegen un amplio rango de hábitats y operan eficientemente en un rango de culturas, economías y sistemas gubernamentales y, aún cuando se cree que éstas son solamente apropiadas para el manejo de ciertos tipos de pesquerías, hábitats particulares y solo funcionan para ciertas especies sedentarias, hay razones para creer que ellas pueden ser efectivas bajo diferentes tipos de circunstancias (Ballantine & Langlois 2008). En términos de conservación, las reservas marinas pueden permitir la recuperación, definida como el incremento en abundancia y/o talla, de la biodiversidad y mejorar la calidad de los hábitats protegidos dentro de éstas, favoreciendo el desarrollo de la comunidad y permitiendo la mantención de la estructura y función natural de los ecosistemas (Roberts & Hawkins 2000). La recuperación de especies explotadas comercialmente es uno de los beneficios comúnmente reportados por la literatura y parece ocurrir rápidamente, después de pocos años luego del establecimiento de la reserva (Ballantine & Langlois 2008). Aunque muchos estudios reportando los impactos de las reservas marinas a nivel global han sido publicados, es todavía difícil identificar tendencia generales en el desempeño de éstas áreas para diferentes especies, en diferentes locaciones geográficas y durante diferentes periodos de tiempo. También es dificil predecir la magnitud de sus efectos ya que éstos varían considerablemente en su alcance y dirección. Además, solo unos pocos estudios han reportado los efectos de las reservas marinas a gran escala o incluído evaluaciones a largo plazo (pero ver Babcock et al. 2010, Rife et al. 2013). Aún así, debido a que mucha de la evidencia teórica y práctica muestra que las reservas marinas pueden cumplir un rol vital en la protección del ecosistema, en muchos países se ha establecido la voluntad de establecer redes de reservas para proteger diversos tipos de hábitats marinos. Una red de reservas bien diseñada puede tener beneficios comparables a los obtenidos por un reserva única pero una red de reservas puede ser más flexible en términos de la distribución de los costos y beneficios económicos y sociales entre varios usuarios, aún alcanzando los objetivos de manejo en términos pesqueros y de conservación de la biodiversidad (FAO 2012).

Figura 2. Reserva marina Taputeranga, ubicada en la ciudad de Wellington, Nueva Zelandia.

Justificación del estudio

Aunque en muchos países, las reservas marinas no han sido establecidas con el objetivo de generar ganancias para el sector pesquero, con frecuencia se espera que éstas generen beneficios económicos a través de la exportación de biomasa (larvas y/o juveniles y adultos) denminada "spillover" (Gell & Roberts 2003). La ocurrencia del spillover puede jugar un rol crucial cuando se trata de conseguir apoyo para la creación y mantenimiento de las reservas. Actualmente, aunque existen numerosos estudios confirmando la ocurrencia de spillover para un amplio número de especies (e.g., Gell & Roberts 2003), es aún necesario conseguir evidencia más consistente.

Objetivos y enfoque metodológico

Este estudio fue llevado a cabo en Nueva Zelandia, entre los años 2008 y 2012. El principal objetivo de este estudio fue determinar los efectos biológicos de la protección que proveen las reservas marinas en Nueva Zealandia y los posibles efectos de éstas áreas en áreas no protegidas adyacentes a ellas.

El enfoque metodológico de este estudio es innovador ya que considera el uso de nuevas metodologías para la obtención y el análisis de datos, además constituye una oportunidad para la

Figura 3. Muestreo submareal en Taputeranga.

comparación de distintos enfoques metodológicos, lo que representa una valiosa contribución.

Este estudio incluye un meta-análisis de los efectos de la protección que proveen las reservas marinas en Nueva Zelandia a nivel nacional, incorporando datos de 13 de las 34 reservas establecidas en el territorio nacional, obtenidos a lo largo de un periodo de aproximadamente 30 años. En este análisis, se evaluó la respuesta de dos especies de alta importancia comercial y que también son recursos importantes para el sector recreacional y la comunidad indígena del país. Se realizaron dos análisis, utilizando una de las más comunes herramientas utilizadas en los meta-análisis (Hedges' g statistics) y un enfoque nuevo basado en el análisis de radios de respuestas (response ratio analysis o RR). Además, se evaluó el desempeño de una de las reservas marinas más recientes en el país (Taputeranga Marine Reserve o TMR) con el objetivo de determinar cambios tempranos en la comunidad protegida dentro de la reserva, analizando una serie de datos que constituye una de las más completas existente a nivel nacional y global ya que incluye datos obtenidos antes y después del establecimiento de la reserva. Para dicho análisis se realizaron múltiples muestreos y se utilizaron dos enfoques metodológicos y analíticos que fueron comparados entre sí i.e., análisis de sitios control versus sitios intervenidos y un análisis BACIPS (before–after control–impact paired series) reconocido como uno de los diseños de evaluación más potentes en el estudio del efecto de las reservas marinas pero es raramente utilizado Osenberg et al. (2006).

Resultados esperados

A través de este estudio se espera obtener información relevante para entender los efectos que conlleva el establecimiento de reservas marinas, especialmente al considerar la extensión de dichos efectos hacia áreas no protegidas cercanas a las reservas que pueden generar beneficios importantes no sólo en términos económicos sino que también constituyen en términos de gobernanza ya que pueden influir directamente en la disposición a cooperar en el establecimiento y manejo de áreas protegidas de parte del sector pesquero y gubernamental. Además, en términos metodológicos, este estudio pretende resaltar la importancia del uso de metodologías apropiadas para el análisis de los efectos de las reservas marinas que no han sido previamente aplicadas de manera consistente en éste campo.

Bibliografía

Babcock RC, Shears NT, Alcala AC, Barrett NS, Edgar GJ, Lafferty KD, McClanahan TR, Russ GR (2010) Decadal trends in marine reserves reveal differential rates of change in direct and indirect effects. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107: 18256–18261

Ballantine WJ, Langlois TJ (2008) Marine reserves: the need for systems. Hydrobiologia, 606: 35–44, DOI 10.1007/s10750-008-9347-7

Botsford LW, Castilla JC, Peterson CH (1997) The management of fisheries and marine ecosystems. Science, 277: 509-515

Claudet J, Osenberg CW, Domenici P, Badalamenti F, Milazzo M, Falcón JM, Bertocci I, Benedetti-Cecchi L, García-Charton JA, Goñi R, Borg JA, Forcada A, de Lucia GA, Pérez-Ruzafa A, Alfonso P, Brito A, Guala I, Le Direach, Sanchez-Jerez P, Somerfield PJ, Planes S (2010) Marine reserves: fish life history and ecological traits matter. Ecological Applications, 20(3): 830-839

FAO (2012) The state of world fisheries and aquaculture 2012. FAO, Rome.

Gell FR, Roberts CM (2003a) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. Trends in Ecology and Evolution, 18(9):448-455.

Halpern BS, Lester S, Kellner JB (2010) Spillover from marine reserves and the replenishment of fished stocks. Environmntal Conservation, 36(4): 268-276.

Harmsen BJ, Foster RJ, Doncaster CP (2011) Heterogeneous capture rates in low density populations and consequences for capture-recapture analysis of camera-trap data. Population Ecology, 53: 253- 259, DOI 10.1007/s10144-010-0211-z.

Hilborn R (2007a) Reinterpreting the state of fisheries and their management. Ecosystems, 10: 1362-1369.

Hilborn R (2007b) Defining success in fisheries and conflicts in objectives. Marine Policy, 31: 153- 158.

Navarrete SA, Gelcich S, Castilla JC (2010) Long-term monitoring of coastal ecosystems at Las Cruses, Chile: defining baselines to build ecological literacy in a world of change. Revista Chilena de Historia Natural, 83: 143-157.

Rife AN, Aburto-Oropeza O, Hastings PA, Erisman B, Ballantyne F, Wielgus J, Sala E, Leah G (2013) Long-term effectiveness of a multi-use marine protected area on reef fish assemblages and fisheries landings. Journal of Environmental Management ,117: 276- 286.

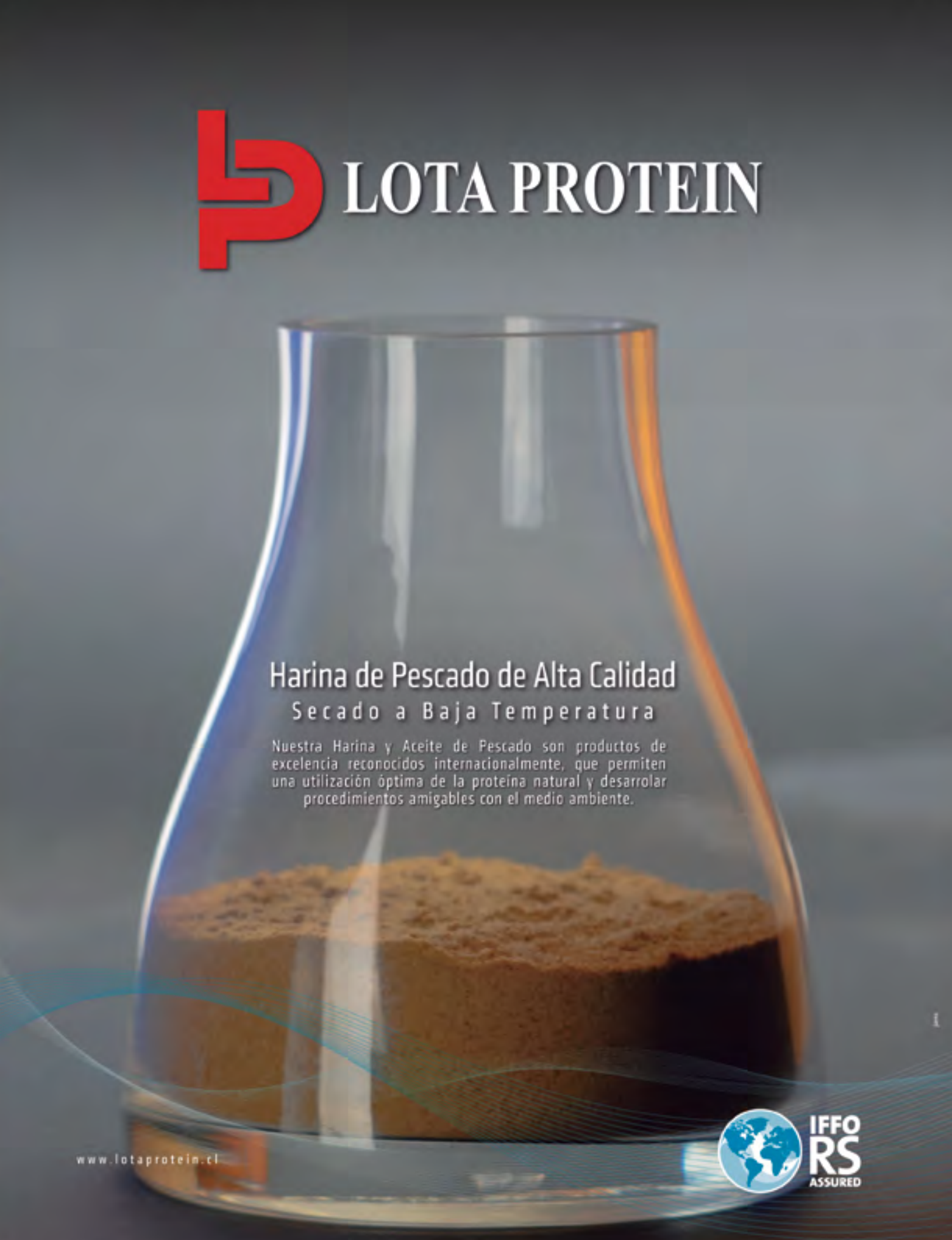
Roberts CM, Hawkins JP, Gell FR (2005) The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360: 123–132.

Worm B, Hilborn R, Baum JK, Branch TA, Collie JS, Costello C, Fogarty MJ, Fulton EA, Hutchings JA, Jennings S, Jensen OP, Lotze HK, Mace PM, McClanahan TR, Minto C, Palumbi SR, Parma AM, Ricard D, Rosenberg AA, Watson R, Zeller D (2009) Rebuilding global fisheries. Science, 325: 578-583, DOI 10.1126/science. 1173146.

Contrátalo llamando al **600 3600 030**
entel.cl/empresas @entel_empresas

PRONTOFORMS
MOBILE FORMS MADE EASY

El precio no incluye tráfico de datos, puede utilizar su plan de datos actual o contratar un plan adicional. Servicio sujeto a compatibilidad de equipos.


LOTA PROTEIN
Harina de Pescado de Alta Calidad
Secado a Baja Temperatura
Nuestra Harina y Aceite de Pescado son productos de excelencia reconocidos internacionalmente, que permiten una utilización óptima de la proteína natural y desarrolar procedimientos amigables con el medio ambiente.
www.lotaprotein.cl
IFFO RS ASSURED