Distribución Gratuita
Consérvala Año 12 Nº22 2015

revista

versión diferente

Salmón-Acuícola

Investigaciones de importantes Universidades Chilenas

ACTUALIDAD INFORMATIVA

Peces limpiadores para control del piojo de mar en Europa

Intoxicación por metales pesados en peces

Actualización al seguimiento inmunológico de salmónidos aplicado a SRS

Identificación de larvas de mejillón mediante técnicas moleculares

Desarrollo de cultivos heterotrópicos de microalgas

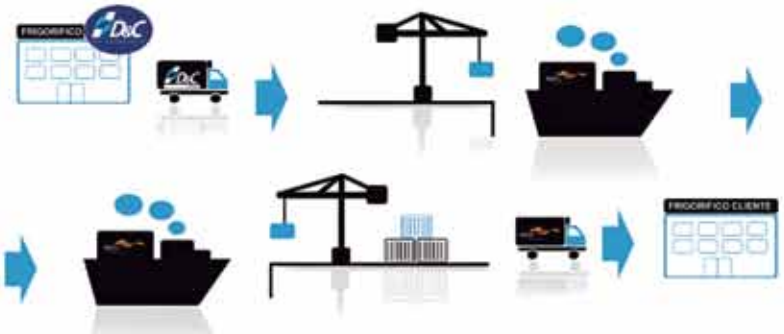
Clipesca

D&C Logistics

LOGÍSTICA INTEGRAL ZONA SUR

55.000 m² de infraestructura en las bahias de Concepción y Puerto Montt. Esto nos permite ofrecer una amplia gama de servicios a la carga refrigerada y seca:

- **3.000 Tons. de capacidad para carga congelada en Puerto Montt.**
- **2.000 m² de bodegas para cargas secas en Talcahuano.**
- **Transporte integral desde y hacia nuestros depósitos y/o puertos para todo tipo de cargas dry y refrigerada.**
- **Arriendo y energizado para contenedores refrigerados en Talcahuano y Puerto Montt.**
- **Arriendo y almacenaje de contenedores dry en nuestros terminales.**
- **Administración y control de inventario de carga, tanto refrigerada como seca.**
- **Servicios de transporte marítimo integral, puerta a puerta.**
- **Operamos bajo la normativa de ISO 9001. 2008, certificados por organismos nacionales e internacionales.**



D&C Logistic

Agility

Servicio logístico integral para cargas frescas y congeladas

CONTACTENOS
ventaslog@dycsa.cl
800 380 000 • dycsa.cl

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

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

Año 12 - Nº 22
1º Semestre 2015

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 DIAGRAMACIÓN
Verónica Etcheverry Riquelme
verdisgraf@gmail.com

FOTOGRAFÍAS PORTADA
Gentileza de:
- Salmones Trusal S.A.
- Carlos Sandoval, VEHICE
- Juan Guillermo Cárcamo, UACH
- Sandra Bravo, UACH
- Rubén Avendaño, UNAB

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	86	Hotel Solace	28
All & Pure Fish	98	KEBT Chile Spa	93
Aquaservice S.A.	04-05	Maryun	51
Aufiser	64	Opcion Comunicaciones	100
Cesmec	65	Plasticos Austral	23
Comercial Ecogroup	35	Postgrado UCN	62
Copec	74	Roble Alto	36
CordonVida	T3	SAAM	46-47
Danica	22	Salfa Sur	41-75-87
DyC	T2-76	Seguridad y Promociones	92
Econet-Ceresita	80	Sitrans	11
Efecto Visual	T4	Space Wise	79
Emaresa	63	Vehice	15
Empresas Gorbea	81	Virbac Centrovet	24
Hotel Manquehue	37		

Contenidos

Indice de Universidades	02
Editorial	03
Ferias Internacionales	04
Fases Lunares	05
Feriados Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Intoxicación por metales en peces	16
Actualización al seguimiento inmunológico de salmónidos aplicado a SRS.	25
Banco de Celulas Madres	70
Formación Veterinaria en Acuicultura y su impacto en las estrategias de control de las enfermedades en estos animales, en las Américas.	94

Indice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Peces limpiadores como alternativa para el Control Biológico del Piojo de Mar en Europa. 12

Dirección de Investigación y Desarrollo. 29

Desarrollo de prototipos de suplementos orales de origen vegetal capaces de revertir la Resistencia Farmacológica de Cáligus. 30

Un nuevo servicio para la Mitilicultura Regional: Identificación de larvas de Mejillón Mediante técnicas moleculares. 38

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

Un nuevo enfoque para el mejoramiento del bienestar de los peces en cultivo. 42

Base nacional de aislados bacterianos para la Industria Acuícola: Un nuevo servicio para el diagnóstico, tratamiento y prevención de Enfermedades de Salmónidos. 48

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO

CLIPESCA Sistema de pronósticos de Pesquerías Pelágicas Chilenas frente a diversos escenarios del Cambio Climático. 52

UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA

Biología del estrés en algas y su potencial uso como herramientas de biotecnología ambiental para la detección y seguimiento de contaminación por metales. 56

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE INTA - UNIVERSIDAD DE CHILE

Caracterización de la microbiota intestinal de lenguado Paralichthys adspersus silvestre y de acuicultura. 58

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

Doctorado 62

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Desarrollo de cultivos heterotróficos de microalgas para la obtención de biomasa rica en Astaxantina y ácidos grasos omega-3 Como materia prima para consumo humano. 66

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO

Estudio preliminar del envejecimiento de ovocitos de trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)* almacenados In Vitro. 82

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN

El problema del Antifouling (af) en la Acuicultura: Estudio *in situ* en sedimentos marinos en X Región de Los Lagos, Revisión de nuevas tecnologías y protocolo de regulación para el uso de las pinturas. 88

Como en la edición pasada seguimos manteniendo el cambio de fecha de publicación, siendo para esta edición Primer Semestre 2015. De esta manera damos más tiempo a nuestros panelistas estables, proveedores e investigadores que publiquen sus más recientes productos y servicios, además de proyectos de investigación más recientes. Lo que nos permite entregarles un material actualizado y relevante para la industria salmón-acuícola chilena. Desde ya agradecemos su comprensión y los invitamos a que nos sigan apoyando para las próximas ediciones futuras.

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

En esta edición Primer semestre 2015, nos hemos enfocado en buscar temas de interés que aporten a la industria acuícola soluciones a las problemáticas de enfermedades vigentes y emergentes como así también en materia de tecnología, nutrición, estudios, proyectos de investigación entre otros que buscan dar soluciones a la acuicultura en general.

En esta edición incluimos los siguientes temas de interés: Peces limpiadores para control biológico del Piojo de Mar en Europa; Intoxicación por metales pesados en peces; Actualización al seguimiento inmunológico de salmónidos aplicado a SRS; Desarrollo de prototipos de suplementos orales de origen vegetal; Identificación de Larvas de Mejillón mediante técnicas moleculares; Desarrollo de Cultivos Heterotrópicos de Microalgas; Clipesca, Sistema de Pronósticos de Pesquerías Pelágicas Chilenas frente cambio climático; Banco de Células Madre; Estudio Ovocitos de Trucha Arcoíris almacenados In Vitro; Problema del Antifouling en la acuicultura y Formación Veterinaria en Acuicultura.

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: 2º Semestre 2015.

Ferias Internacionales 1º semestre 2015

ENERO

Global Aquaculture Alliance
Normas de buenas prácticas de acuicultura
11 al 17 de Enero - Ann Arbor, Michigan USA

The 2nd International Conference Innovation in Feeling Technologies and Comercial Fish Farming
27 de Enero - All Russia Exhibition Center, Moscú.

División Sur AFS - Reunión de Primavera 2015
28 de Enero al 1 Febrero - Savannah, Georgia

FEBRERO

Sea Web Seafood Summit
9 al 11 de Febrero - Nueva Orleans, Louisiana, USA

Aquaculture America 2015
19 al 22 de Febrero - Hotel Marriot, Nueva Orleans, USA

China Fish 2015
28 de Febrero al 2 de Marzo - New China International Exhibition Center, Beijing- China

MARZO

China Fish 2015
28 de Febrero al 2 de Marzo - New China International Exhibition Center, Beijing- China

Seafood Expo North America 2015
15 al 17 Marzo - Boston Convention and Exhibition Center; USA

ABRIL

Foro de Acuicultura Oriente Medio
5 y 6 de Abril - Dubai World Trade Center; Dubai, Emiratos Arabes

Seoul Seafood Show
15 al 17 de Abril - Seúl, Corea del Sur

Aquamarine Aquaria India
15 al 18 de Abril - Andhra Prodesh, India

Seafood Lima 15 al 18 de Abril - Lima, Perú

Sinaval · Eurofishing 2015
21 al 23 de Abril - Bilbao, España.

5th European Tuna Conference
21 al 23 de Abril - Bruselas, Bélgica

European Seafood Exposition · Seafood Processing Europe 21 al 23 de Abril - Bruselas, Bélgica

MAYO

Was Aqua Forum
01 de Mayo - Isla Jeju, Corea

IAI Aquaculture Expo
03 al 05 de Mayo - Pragati Maidan; Nueva Delhi, India

VIV Rusia 2015
19 al 21 de Mayo - Moscú, Rusia

World Aquaculture 2015
26 al 30 de Mayo - Isla Jeju, Corea

Mundial de Acuicultura Aquaforum 2015
26 al 29 de Mayo, Corea

Polfish Fair 27 al 29 de Mayo - Galansh, Polonia

JUNIO

Polfish fair 09 al 11 de Junio - Galansh, Polonia

VIV Turquía 2015 11 al 13 de junio - Estambul, Turquía

Comercial Marine Exhibition and Conference
16 al 18 de Junio 2015 - México

Fases Lunares 1º semestre 2015

ENERO			
20 Nueva	27 Crec.	05 Llena	13 Meng.
09:14 hrs.	00:48 hrs.	00:53 hrs.	05:46 hrs.

FEBRERO			
18 Nueva	25 Crec.	03 Llena	11 Meng.
19:47 hrs.	13:14 hrs.	19:09 hrs.	23:50 hrs.

MARZO			
20 Nueva	27 Crec.	05 Llena	13 Meng.
05:36 hrs.	03:43 hrs.	14:05 hrs.	13:48 hrs.

ABRIL			
18 Nueva	25 Crec.	04 Llena	11 Meng.
14:57 hrs.	19:55 hrs.	08:06 hrs.	23:44 hrs.

MAYO			
18 Nueva	25 Crec.	03 Llena	11 Meng.
00:13 hrs.	13:19 hrs.	23:42 hrs.	06:36 hrs.

JUNIO			
16 Nueva	24 Crec.	02 Llena	09 Meng.
10:05 hrs.	07:03 hrs.	12:19 hrs.	11:42 hrs.

En hora Oficial de Chile Continental, Z + 4

Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Feriados 2015 Internacionales

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

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

Mareas Puerto Montt 1º semestre 2015

ENERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 J	0504	1.71	16 V	0407	2.65
	1112	5.42		1007	4.71
	1719	1.71		1611	2.50
	2333	6.04		2234	5.39
02 V	0600	1.42	17 S	0507	2.22
	1206	5.68		1108	5.07
	1810	1.50		1711	2.13
				2328	5.87
03 S	0022	6.31	18 D	0559	1.71
	0646	1.20		1201	5.49
	1251	5.88		1803	1.71
	1853	1.37			
04 D	0103	6.49	19 L	0018	6.35
	0726	1.09		0647	1.21
	1330	5.99		1250	5.89
	1931	1.34		1852	1.30
05 L	0140	6.54	20 M	0106	6.77
	0802	1.10		0733	0.79
	1405	5.99		1337	6.23
	2005	1.40		1939	0.97
06 M	0213	6.48	21 MI	0152	7.06
	0835	1.21		0817	0.51
	1437	5.90		1422	6.45
	2037	1.53		2025	0.76
07 MI	0243	6.33	22 J	0236	7.15
	0905	1.38		0901	0.41
	1507	5.74		1506	6.52
	2107	1.72		2111	0.73
08 J	0313	6.10	23 V	0321	7.03
	0934	1.59		0944	0.50
	1538	5.54		1550	6.43
	2138	1.95		2156	0.87
09 V	0343	5.83	24 S	0405	6.72
	1003	1.83		1028	0.76
	1609	5.32		1635	6.22
	2209	2.19		2244	1.18
10 S	0414	5.51	25 D	0452	6.25
	1034	2.08		1113	1.15
	1642	5.09		1724	5.91
	2244	2.45		2336	1.59
11 D	0448	5.19	26 L	0544	5.69
	1108	2.33		1204	1.62
	1721	4.87		1822	5.57
	2325	2.71			
12 L	0528	4.87	27 M	0039	2.04
	1148	2.56		0648	5.14
	1809	4.71		1307	2.08
				1935	5.31
13 M	0017	2.91	28 MI	0204	2.34
	0620	4.61		0815	4.79
	1239	2.74		1431	2.36
	1912	4.66		2102	5.28
14 MI	0127	3.02	29 J	0343	2.31
	0731	4.46		0953	4.79
	1346	2.82		1601	2.33
	2024	4.74		2224	5.51
15 J	0251	2.94	30 V	0502	2.00
	0853	4.49		1109	5.08
	1502	2.74		1710	2.08
	2133	5.00		2326	5.88
			31 S	0557	1.63
				1203	5.43
				1801	1.79

FEBRERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0013	6.22	16 L	0547	1.76
	0640	1.32		1150	5.46
	1245	5.72		1752	1.76
	1842	1.56			
02 L	0052	6.46	17 M	0006	6.39
	0717	1.13		0635	1.14
	1320	5.91		1239	6.01
	1918	1.42		1842	1.20
03 M	0126	6.58	18 MI	0055	6.91
	0749	1.06		0720	0.62
	1351	5.99		1324	6.46
	1950	1.39		1929	0.74
04 MI	0157	6.58	19 J	0140	7.25
	0819	1.09		0803	0.28
	1421	5.97		1407	6.76
	2020	1.43		2013	0.46
05 J	0225	6.47	20 V	0223	7.35
	0846	1.20		0844	0.17
	1448	5.88		1449	6.85
	2048	1.55		2057	0.41
06 V	0253	6.29	21 S	0305	7.20
	0912	1.37		0924	0.30
	1515	5.74		1530	6.75
	2116	1.72		2140	0.60
07 S	0320	6.03	22 D	0347	6.81
	0937	1.58		1005	0.64
	1542	5.56		1612	6.47
	2145	1.94		2224	0.98
08 D	0347	5.72	23 L	0430	6.26
	1003	1.84		1046	1.13
	1609	5.36		1657	6.07
	2214	2.19		2312	1.49
09 L	0415	5.40	24 M	0519	5.62
	1030	2.10		1133	1.70
	1638	5.16		1750	5.62
	2247	2.46			
10 M	0445	5.08	25 MI	0011	2.03
	1100	2.36		0620	5.01
	1712	4.98		1232	2.25
	2325	2.72		1901	5.23
11 MI	0522	4.77	26 J	0135	2.44
	1137	2.60		0750	4.60
	1759	4.84		1400	2.63
				2034	5.08
12 J	0019	2.94	27 V	0324	2.45
	0618	4.51		0939	4.62
	1232	2.82		1543	2.60
	1909	4.76		2204	5.28
13 V	0143	3.04	28 S	0446	2.12
	0748	4.35		1057	4.96
	1357	2.94		1655	2.28
	2041	4.88		2308	5.65
14 S	0330	2.86			
	0933	4.50			
	1537	2.77			
	2206	5.25			
15 D	0450	2.37			
	1052	4.92			
	1654	2.33			
	2312	5.80			

MARZO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0539	1.72	16 L	0425	2.24
	1147	5.36		1034	5.02
	1745	1.93		1639	2.28
	2354	6.01		2253	5.76
02 L	0619	1.38	17 M	0525	1.60
	1226	5.69		1132	5.63
	1824	1.62		1738	1.62
				2349	6.37
03 M	0031	6.29	18 MI	0614	0.98
	0654	1.14		1220	6.22
	1258	5.92		1827	0.99
	1858	1.40			
04 MI	0103	6.45	19 J	0037	6.89
	0724	1.01		0659	0.48
	1328	6.06		1304	6.69
	1929	1.28		1913	0.50
05 J	0133	6.50	20 V	0122	7.20
	0752	0.99		0741	0.19
	1355	6.10		1346	6.98
	1958	1.24		1957	0.24
06 V	0202	6.44	21 S	0205	7.26
	0818	1.05		0821	0.15
	1422	6.07		1427	7.05
	2026	1.29		2039	0.23
07 S	0229	6.29	22 D	0247	7.06
	0843	1.19		0901	0.34
	1448	5.98		1507	6.90
	2054	1.41		2121	0.46
08 D	0257	6.07	23 L	0328	6.66
	0908	1.39		0940	0.74
	1513	5.84		1547	6.56
	2122	1.60		2204	0.88
09 L	0324	5.79	24 M	0410	6.12
	0933	1.64		1020	1.26
	1539	5.66		1629	6.11
	2151	1.84		2250	1.40
10 M	0351	5.49	25 MI	0457	5.52
	0959	1.91		1104	1.84
	1606	5.47		1718	5.61
	2222	2.11		2344	1.94
11 MI	0421	5.18	26 J	0556	4.97
	1028	2.20		1201	2.39
	1637	5.28		1823	5.16
	2258	2.38			
12 J	0457	4.87	27 V	0100	2.36
	1103	2.48		0720	4.60
	1718	5.08		1326	2.76
	2347	2.64		1951	4.92
13 V	0550	4.59	28 S	0241	2.46
	1155	2.76		0905	4.60
	1823	4.90		1512	2.76
				2124	5.00
14 S	0105	2.82	29 D	0406	2.22
	0719	4.40		1023	4.91
	1322	2.95		1626	2.44
	2001	4.88		2232	5.31
15 D	0256	2.72	30 L	0502	1.86
	0911	4.54		1114	5.29
	1515	2.80		1716	2.05
	2141	5.20		2320	5.64
			31 M	0543	1.52
				1152	5.63
				1756	1.70
				2359	5.92

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 2015

ABRIL

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0617	1.27	16 J	0547	0.92
	1225	5.90		1155	6.36
	1830	1.42		1808	0.88
02 J	0032	6.11	17 V	0016	6.66
	0648	1.11		0633	0.53
	1254	6.08		1240	6.79
	1901	1.21		1854	0.46
03 V	0103	6.21	18 S	0102	6.90
	0716	1.03		0716	0.34
	1322	6.20		1323	7.02
	1931	1.09		1939	0.26
04 S	0133	6.22	19 D	0145	6.92
	0743	1.04		0757	0.36
	1349	6.24		1404	7.04
	2000	1.06		2021	0.30
05 D	0202	6.15	20 L	0227	6.74
	0810	1.12		0837	0.59
	1416	6.21		1444	6.87
	2030	1.12		2103	0.54
06 L	0232	5.99	21 M	0309	6.39
	0837	1.28		0916	0.97
	1443	6.12		1523	6.53
	2100	1.26		2144	0.92
07 M	0302	5.78	22 MI	0351	5.95
	0905	1.50		0955	1.44
	1511	5.97		1603	6.10
	2131	1.47		2227	1.38
08 MI	0333	5.52	23 J	0436	5.48
	0934	1.76		1038	1.95
	1541	5.78		1648	5.64
	2205	1.71		2316	1.84
09 J	0407	5.25	24 V	0530	5.03
	1007	2.06		1130	2.42
	1616	5.56		1743	5.20
	2245	1.98			
10 V	0449	4.97	25 S	0019	2.21
	1048	2.35		0641	4.72
	1701	5.32		1242	2.76
	2337	2.24		1857	4.89
11 S	0548	4.72	26 D	0141	2.40
	1146	2.63		0810	4.64
	1806	5.09		1417	2.84
				2023	4.81
12 D	0051	2.41	27 L	0305	2.32
	0712	4.61		0929	4.84
	1312	2.78		1539	2.62
	1937	5.02		2138	4.96
13 L	0226	2.34	28 M	0408	2.08
	0849	4.78		1026	5.14
	1455	2.60		1635	2.27
	2112	5.25		2234	5.21
14 M	0352	1.96	29 MI	0454	1.80
	1006	5.25		1108	5.47
	1616	2.08		1718	1.91
	2227	5.72		2317	5.46
15 MI	0455	1.44	30 J	0531	1.55
	1105	5.82		1143	5.76
	1717	1.45		1754	1.59
	2325	6.24		2354	5.68

MAYO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 V	0604	1.35	16 S	0607	0.79
	1215	6.01		1217	6.69
	1828	1.32		1837	0.69
02 S	0028	5.84	17 D	0042	6.47
	0635	1.21		0652	0.67
	1244	6.20		1302	6.88
	1859	1.13		1922	0.55
03 D	0100	5.93	18 L	0127	6.50
	0704	1.15		0735	0.71
	1314	6.33		1344	6.90
	1931	1.01		2005	0.59
04 L	0133	5.95	19 M	0210	6.38
	0735	1.15		0815	0.90
	1344	6.38		1424	6.76
	2004	0.99		2046	0.78
05 M	0206	5.90	20 MI	0251	6.14
	0806	1.23		0854	1.20
	1416	6.37		1502	6.49
	2038	1.04		2126	1.07
06 MI	0240	5.78	21 J	0331	5.83
	0840	1.39		0932	1.57
	1449	6.27		1540	6.14
	2114	1.18		2206	1.42
07 J	0317	5.60	22 V	0412	5.49
	0915	1.60		1012	1.96
	1524	6.10		1620	5.76
	2153	1.37		2248	1.77
08 V	0358	5.39	23 S	0458	5.16
	0955	1.85		1056	2.33
	1605	5.88		1705	5.37
	2238	1.59		2336	2.08
09 S	0446	5.18	24 D	0554	4.88
	1043	2.11		1152	2.64
	1655	5.62		1801	5.04
	2332	1.80			
10 D	0545	5.01	25 L	0037	2.31
	1143	2.34		0703	4.72
	1759	5.39		1304	2.83
				1911	4.81
11 L	0039	1.95	26 M	0148	2.40
	0659	4.95		0820	4.75
	1300	2.44		1428	2.80
	1917	5.27		2028	4.76
12 M	0157	1.95	27 MI	0258	2.32
	0820	5.09		0925	4.95
	1428	2.31		1538	2.58
	2041	5.36		2134	4.87
13 MI	0315	1.74	28 J	0354	2.14
	0934	5.44		1015	5.22
	1548	1.94		1630	2.27
	2156	5.64		2226	5.06
14 J	0421	1.40	29 V	0439	1.93
	1035	5.90		1056	5.52
	1652	1.46		1713	1.95
	2259	5.99		2309	5.27
15 V	0517	1.06	30 S	0517	1.71
	1129	6.35		1132	5.82
	1747	1.01		1750	1.64
	2353	6.29		2348	5.48
			31 D	0552	1.51
				1206	6.10
				1826	1.37

JUNIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 L	0025	5.66	16 M	0113	6.15
	0627	1.34		0718	1.05
	1240	6.33		1329	6.76
	1902	1.15		1953	0.90
02 M	0103	5.80	17 MI	0155	6.13
	0703	1.24		0758	1.15
	1316	6.50		1408	6.69
	1940	1.01		2032	1.01
03 MI	0141	5.86	18 J	0234	6.01
	0741	1.21		0835	1.34
	1353	6.58		1444	6.51
	2019	0.94		2108	1.21
04 J	0221	5.86	19 V	0310	5.82
	0820	1.25		0911	1.60
	1432	6.56		1518	6.25
	2100	0.97		2143	1.45
05 V	0303	5.79	20 S	0346	5.58
	0902	1.37		0946	1.88
	1513	6.45		1553	5.95
	2143	1.06		2218	1.71
06 S	0348	5.67	21 D	0424	5.32
	0947	1.53		1023	2.17
	1559	6.26		1630	5.61
	2230	1.22		2256	1.97
07 D	0437	5.53	22 L	0507	5.07
	1037	1.73		1105	2.46
	1649	6.01		1712	5.27
	2321	1.40		2340	2.21
08 L	0532	5.40	23 M	0558	4.87
	1134	1.93		1158	2.70
	1747	5.75		1805	4.96
09 M	0020	1.58	24 MI	0033	2.41
	0637	5.32		0702	4.76
	1241	2.08		1304	2.85
	1855	5.52		1910	4.74
10 MI	0127	1.70	25 J	0136	2.51
	0748	5.35		0811	4.80
	1359	2.11		1421	2.84
	2011	5.41		2022	4.67
11 J	0239	1.70	26 V	0241	2.48
	0901	5.54		0912	4.98
	1519	1.96		1531	2.66
	2127	5.46		2127	4.76
12 V	0350	1.58	27 S	0338	2.34
	1008	5.84		1004	5.26
	1631	1.66		1626	2.37
	2236	5.65		2222	4.95
13 S	0452	1.38	28 D	0428	2.12
	1108	6.19		1048	5.60
	1731	1.33		1713	2.03
	2336	5.87		2310	5.20
14 D	0546	1.19	29 L	0512	1.86
	1200	6.50		1130	5.95
	1824	1.06		1755	1.67
				2354	5.48
15 L	0027	6.05	30 M	0555	1.60
	0635	1.07		1211	6.30
	1247	6.70		1837	1.33
	1911	0.91			

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 2015

ENERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 J	0450	0.61	16 V	0433	0.84
	1106	2.30		1040	1.95
	1648	0.66		1615	0.91
	2321	2.76		2247	2.46
02 V	0540	0.46	17 S	0514	0.63
	1158	2.38		1128	2.07
	1736	0.59		1700	0.77
				2330	2.63
03 S	0006	2.89	18 D	0554	0.42
	0625	0.35		1210	2.20
	1242	2.44		1745	0.62
	1821	0.54			
04 D	0049	2.96	19 L	0013	2.79
	0708	0.31		0634	0.25
	1323	2.45		1250	2.31
	1903	0.53		1830	0.49
05 L	0129	2.97	20 M	0056	2.90
	0748	0.33		0715	0.14
	1401	2.42		1331	2.39
	1943	0.57		1914	0.39
06 M	0207	2.90	21 MI	0140	2.96
	0827	0.40		0757	0.09
	1439	2.35		1414	2.44
	2021	0.65		1959	0.35
07 MI	0243	2.78	22 J	0224	2.94
	0904	0.52		0841	0.12
	1517	2.25		1500	2.44
	2056	0.77		2045	0.39
08 J	0316	2.62	23 V	0310	2.85
	0939	0.66		0926	0.21
	1554	2.15		1550	2.42
	2130	0.91		2134	0.49
09 V	0348	2.44	24 S	0358	2.69
	1012	0.81		1013	0.35
	1633	2.07		1644	2.38
	2205	1.04		2228	0.64
10 S	0421	2.26	25 D	0452	2.49
	1045	0.94		1104	0.54
	1714	2.01		1741	2.35
	2247	1.17		2332	0.80
11 D	0500	2.09	26 L	0556	2.29
	1123	1.06		1204	0.72
	1800	1.97		1843	2.33
	2345	1.26			
12 L	0551	1.94	27 M	0051	0.90
	1215	1.14		0711	2.14
	1856	1.98		1315	0.86
				1951	2.37
13 M	0110	1.29	28 MI	0218	0.89
	0702	1.84		0831	2.07
	1328	1.17		1427	0.91
	2002	2.03		2100	2.46
14 MI	0240	1.21	29 J	0336	0.78
	0823	1.81		0949	2.10
	1435	1.13		1531	0.89
	2107	2.14		2204	2.59
15 J	0346	1.05	30 V	0437	0.64
	0939	1.85		1054	2.18
	1529	1.03		1626	0.82
	2201	2.29		2258	2.72
			31 S	0525	0.51
				1144	2.28
				1715	0.74
				2345	2.82

FEBRERO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0608	0.43	16 L	0532	0.38
	1227	2.36		1152	2.20
	1801	0.68		1726	0.64
				2352	2.79
02 L	0028	2.87	17 M	0614	0.22
	0648	0.39		1234	2.36
	1305	2.40		1814	0.48
	1844	0.65			
03 M	0107	2.86	18 MI	0038	2.90
	0725	0.40		0656	0.11
	1341	2.40		1316	2.48
	1923	0.66		1901	0.36
04 MI	0142	2.79	19 J	0123	2.95
	0801	0.45		0738	0.06
	1416	2.37		1359	2.56
	1959	0.70		1947	0.31
05 J	0216	2.68	20 V	0208	2.92
	0834	0.53		0821	0.08
	1449	2.32		1444	2.60
	2033	0.78		2034	0.34
06 V	0246	2.54	21 S	0254	2.81
	0904	0.63		0905	0.17
	1522	2.26		1532	2.60
	2106	0.86		2123	0.43
07 S	0316	2.39	22 D	0342	2.63
	0933	0.74		0950	0.33
	1556	2.21		1623	2.57
	2140	0.95		2217	0.57
08 D	0347	2.23	23 L	0436	2.41
	1001	0.84		1037	0.54
	1631	2.17		1717	2.52
	2219	1.04		2319	0.73
09 L	0424	2.08	24 M	0540	2.20
	1033	0.94		1132	0.76
	1712	2.15		1815	2.47
	2309	1.11			
10 M	0511	1.93	25 MI	0034	0.84
	1112	1.03		0653	2.04
	1800	2.14		1238	0.93
				1919	2.44
11 MI	0017	1.15	26 J	0159	0.88
	0615	1.82		0812	1.97
	1209	1.11		1354	1.02
	1858	2.15		2029	2.47
12 J	0145	1.12	27 V	0318	0.81
	0734	1.76		0931	2.00
	1328	1.13		1503	1.02
	2006	2.20		2135	2.53
13 V	0305	0.99	28 S	0419	0.71
	0858	1.79		1037	2.08
	1441	1.08		1602	0.97
	2114	2.31		2233	2.62
14 S	0403	0.79			
	1012	1.89			
	1542	0.97			
	2212	2.46			
15 D	0449	0.58			
	1107	2.04			
	1635	0.81			
	2304	2.63			

MARZO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 D	0506	0.62	16 L	0424	0.57
	1127	2.19		1045	2.05
	1655	0.89		1614	0.84
	2322	2.68		2241	2.60
02 L	0547	0.54	17 M	0510	0.38
	1208	2.29		1133	2.24
	1742	0.81		1709	0.65
				2333	2.75
03 M	0005	2.71	18 MI	0553	0.22
	0625	0.50		1217	2.43
	1245	2.36		1800	0.48
	1824	0.76			
04 MI	0043	2.70	19 J	0022	2.85
	0659	0.49		0635	0.11
	1319	2.40		1259	2.59
	1903	0.74		1848	0.34
05 J	0118	2.65	20 V	0108	2.89
	0732	0.51		0718	0.07
	1351	2.41		1342	2.70
	1938	0.74		1935	0.28
06 V	0149	2.56	21 S	0153	2.84
	0802	0.55		0801	0.09
	1421	2.40		1427	2.77
	2011	0.76		2023	0.29
07 S	0219	2.46	22 D	0239	2.72
	0830	0.60		0844	0.19
	1451	2.38		1513	2.78
	2044	0.78		2113	0.37
08 D	0249	2.34	23 L	0328	2.54
	0857	0.67		0927	0.36
	1522	2.37		1601	2.73
	2118	0.82		2206	0.50
09 L	0320	2.22	24 M	0421	2.33
	0925	0.73		1012	0.57
	1556	2.36		1652	2.66
	2157	0.87		2305	0.66
10 M	0357	2.08	25 MI	0523	2.14
	0957	0.81		1102	0.79
	1634	2.34		1746	2.57
	2243	0.93			
11 MI	0443	1.95	26 J	0013	0.80
	1034	0.91		0633	1.99
	1719	2.31		1203	0.98
	2341	0.98		1847	2.48
12 J	0544	1.83	27 V	0133	0.88
	1123	1.01		0747	1.92
	1814	2.29		1317	1.11
				1954	2.43
13 V	0057	0.99	28 S	0252	0.88
	0658	1.76		0904	1.92
	1234	1.09		1431	1.14
	1920	2.29		2103	2.43
14 S	0222	0.91	29 D	0355	0.82
	0822	1.77		1013	2.00
	1359	1.09		1537	1.10
	2033	2.34		2205	2.46
15 D	0331	0.75	30 L	0442	0.75
	0943	1.88		1106	2.11
	1512	0.99		1634	1.03
	2141	2.46		2257	2.49
			31 M	0522	0.68
				1147	2.23
				1723	0.94
				2341	2.51

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 2015

ABRIL

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 MI	0558	0.63	16 J	0530	0.28
	1222	2.32		1158	2.51
	1806	0.86		1747	0.48
02 J	0020	2.51	17 V	0006	2.74
	0630	0.59		0614	0.18
	1254	2.40		1241	2.70
	1843	0.80		1837	0.33
03 V	0053	2.49	18 S	0054	2.77
	0701	0.58		0657	0.14
	1324	2.45		1324	2.84
	1917	0.74		1925	0.25
04 S	0124	2.44	19 D	0140	2.73
	0729	0.57		0740	0.16
	1352	2.49		1408	2.91
	1949	0.70		2013	0.24
05 D	0154	2.38	20 L	0226	2.62
	0757	0.58		0823	0.26
	1421	2.52		1453	2.92
	2022	0.67		2101	0.31
06 L	0225	2.31	21 M	0315	2.47
	0825	0.60		0906	0.41
	1451	2.54		1539	2.86
	2056	0.66		2152	0.44
07 M	0258	2.21	22 MI	0406	2.29
	0855	0.64		0949	0.60
	1525	2.54		1627	2.75
	2135	0.68		2246	0.60
08 MI	0336	2.10	23 J	0504	2.12
	0929	0.70		1036	0.81
	1604	2.52		1717	2.62
	2220	0.73		2346	0.77
09 J	0423	1.98	24 V	0607	1.98
	1007	0.80		1129	1.00
	1649	2.47		1812	2.48
	2313	0.80			
10 V	0522	1.88	25 S	0057	0.90
	1055	0.92		0714	1.89
	1742	2.41		1236	1.16
				1915	2.36
11 S	0020	0.85	26 D	0216	0.96
	0633	1.81		0827	1.87
	1201	1.03		1355	1.23
	1846	2.36		2024	2.29
12 D	0142	0.83	27 L	0322	0.95
	0752	1.82		0941	1.94
	1326	1.07		1510	1.22
	2001	2.36		2131	2.26
13 L	0259	0.73	28 M	0413	0.90
	0913	1.91		1039	2.05
	1447	1.00		1613	1.15
	2114	2.43		2229	2.27
14 M	0357	0.57	29 MI	0452	0.83
	1020	2.09		1121	2.18
	1555	0.85		1704	1.05
	2218	2.55		2317	2.29
15 MI	0446	0.41	30 J	0527	0.77
	1112	2.30		1155	2.30
	1654	0.66		1746	0.93
	2315	2.66		2356	2.32

MAYO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 V	0558	0.71	16 S	0552	0.30
	1225	2.40		1222	2.80
	1822	0.82		1826	0.32
02 S	0029	2.33	17 D	0042	2.63
	0627	0.65		0636	0.26
	1254	2.49		1305	2.94
	1854	0.71		1914	0.23
03 D	0101	2.34	18 L	0129	2.62
	0656	0.60		0720	0.27
	1321	2.57		1349	3.01
	1926	0.61		2001	0.21
04 L	0131	2.32	19 M	0214	2.55
	0725	0.57		0803	0.34
	1351	2.64		1433	3.00
	1959	0.53		2047	0.27
05 M	0203	2.29	20 MI	0300	2.43
	0756	0.55		0846	0.46
	1423	2.68		1517	2.92
	2035	0.49		2134	0.40
06 MI	0239	2.23	21 J	0349	2.29
	0830	0.56		0928	0.62
	1459	2.69		1601	2.79
	2115	0.50		2223	0.57
07 J	0319	2.14	22 V	0440	2.14
	0907	0.61		1010	0.81
	1539	2.66		1645	2.62
	2159	0.55		2314	0.75
08 V	0407	2.05	23 S	0535	2.00
	0948	0.71		1057	1.01
	1625	2.59		1734	2.44
	2250	0.63			
09 S	0504	1.96	24 D	0013	0.93
	1037	0.83		0634	1.91
	1718	2.50		1155	1.18
	2351	0.71		1829	2.27
10 D	0612	1.90	25 L	0124	1.04
	1140	0.95		0740	1.87
	1821	2.41		1313	1.30
				1936	2.14
11 L	0106	0.76	26 M	0237	1.07
	0725	1.91		0854	1.90
	1301	1.02		1438	1.31
	1934	2.36		2048	2.07
12 M	0224	0.72	27 MI	0333	1.04
	0842	1.99		0959	2.00
	1425	0.98		1550	1.23
	2049	2.38		2155	2.06
13 MI	0328	0.61	28 J	0415	0.98
	0952	2.16		1046	2.13
	1539	0.85		1643	1.11
	2158	2.45		2248	2.09
14 J	0420	0.49	29 V	0450	0.91
	1049	2.38		1121	2.27
	1642	0.66		1724	0.96
	2259	2.53		2330	2.14
15 V	0507	0.38	30 S	0521	0.82
	1137	2.60		1152	2.40
	1736	0.48		1758	0.81
	2353	2.60			
			31 D	0005	2.19
				0552	0.73
				1221	2.52
				1830	0.65

JUNIO

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01 L	0038	2.24	16 M	0117	2.53
	0623	0.65		0702	0.39
	1251	2.64		1330	3.04
02 M	0110	2.27	17 MI	0201	2.50
	0656	0.57		0745	0.42
	1323	2.74		1412	3.02
	1937	0.40		2030	0.27
03 MI	0145	2.28	18 J	0244	2.42
	0731	0.52		0826	0.51
	1358	2.79		1453	2.92
	2015	0.34		2113	0.39
04 J	0222	2.26	19 V	0327	2.31
	0809	0.50		0906	0.65
	1437	2.81		1533	2.77
	2056	0.34		2156	0.56
05 V	0304	2.21	20 S	0413	2.18
	0849	0.53		0945	0.82
	1519	2.76		1613	2.58
	2140	0.39		2239	0.74
06 S	0353	2.15	21 D	0500	2.06
	0933	0.62		1027	1.00
	1605	2.67		1654	2.38
	2229	0.48		2324	0.92
07 D	0449	2.08	22 L	0551	1.97
	1023	0.74		1116	1.17
	1658	2.55		1740	2.18
	2325	0.60			
08 L	0551	2.04	23 M	0018	1.07
	1124	0.87		0647	1.92
	1759	2.43		1224	1.30
				1838	2.02
09 M	0032	0.69	24 MI	0128	1.16
	0659	2.04		0751	1.92
	1241	0.96		1355	1.34
	1910	2.33		1952	1.91
10 MI	0147	0.72	25 J	0235	1.16
	0812	2.11		0859	1.98
	1406	0.96		1517	1.27
	2026	2.29		2107	1.88
11 J	0256	0.68	26 V	0326	1.12
	0923	2.25		0955	2.10
	1525	0.84		1615	1.13
	2139	2.31		2212	1.92
12 V	0353	0.61	27 S	0406	1.03
	1024	2.46		1037	2.24
	1631	0.66		1656	0.96
	2246	2.38		2300	1.99
13 S	0443	0.53	28 D	0441	0.93
	1115	2.67		1113	2.39
	1726	0.47		1731	0.77
	2343	2.45		2340	2.08
14 D	0531	0.45	29 L	0516	0.82
	1202	2.86		1146	2.54
	1815	0.32		1804	0.59
15 L	0032	2.51	30 M	0016	2.17
	0617	0.40		0553	0.70
	1247	2.99		1221	2.68
	1902	0.23		1839	0.42

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

SITRANS

SOLUCIONES EN MOVIMIENTO

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

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

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

Peces limpiadores como alternativa para el control biológico del Piojo de mar en Europa

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

El piojo de mar es uno de los grandes problemas que enfrenta la industria del salmón en el hemisferio norte y también en Chile, debido al efecto económico que provocan, causado por la reducción del crecimiento, reducción de la calidad en el proceso y por los costos incurrido en la desparasitación. Los costos generados por el piojo de mar a nivel global, fueron en el 2006 del orden de los US$480 millones (Costello, 2009), equivalentes a US$0,1 y US$0,2 por kilo de pez, siendo Noruega y Chile los países que más contribuyeron a estas cifras. De hecho, Noruega en el 2012 utilizó 6.810 kilos de ingrediente activo (I.A.) para el tratamiento de 1.312.274 toneladas de salmón cosechado (5,19 g I.A./ton salmón), mientras que Chile utilizó para el mismo año 3.260 kilos de ingrediente activo para las 660.990 toneladas de salmón del Atlántico y truchas cosechadas (4,93 g I.A./ ton salmón), lo que no incluye los 2.538.000 litros de peróxido de hidrógeno utilizados ese año por Noruega. De acuerdo a las volúmenes de pesticidas declarados por Sernapesca y de acuerdo a los precios proporcionados por laboratorios farmacéuticos, los costos generados solo por el uso de pesticidas para el control de Caligus en el 2013, fueron del orden de los US$80 millones, lo que equivale a US$0,10/ kilo pez, cifra que fue 112% más alta que en el año 2012. Estos valores no consideran los costos generados por la aplicación de los tratamientos ni otros efectos causados por la Caligidosis. Intesal de SalmonChile por otro lado, reportó que la Caligidosis le genera a la industria del salmón en Chile pérdidas anuales del orden de los US$300 millones.

Además del costo económico, el uso de pesticidas tiene asociado un costo ambiental, estos pesticidas son inevitablemente liberados al ambiente acuático generando efectos adversos para la vida marina. Para el caso de los tratamientos orales, el pesticida es liberado a través del alimento medicado no consumido y también a través de la orina y fecas excretadas por los peces medicados. Para el caso de los tratamientos por baño, una vez finalizado el período de aplicación, el pesticida es liberado en el mismo sector, arrastrado por la corrientes y depositado en el fondo marino. En un estudio desarrollado en Escocia, se demostró que la liberación de piretroides aplicados por baño para el control del piojo de mar en salmones cultivados, puede potencialmente crear una pluma de hasta 1 km^2, manteniendo niveles de toxicidad relevantes por varias horas.

Actualmente, en el Manejo integrado del piojo de mar implementado en Noruega y Escocia, se incluye además del uso de tratamientos con químicos, el uso de peces limpiadores ("cleaner fish") para su control, con la finalidad de reducir el uso de antiparasitarios y minimizar los riesgos de resistencia. Peces limpiadores silvestres (wrasse) han sido usados como controlador biológico en Noruega desde 1989, método que fue posteriormente adoptado en Escocia e Irlanda. Este método de control declinó en popularidad a fines de 1990s con el desarrollo de nuevos antiparasitarios como la cipermetrina y el benzoato de emamectina, sin embargo, debido a la resistencia que estos piojos han desarrollado contra todos los antiparasitarios disponibles, y a que en los últimos quince años no han sido licenciados nuevos fármacos para su control, los peces limpiadores se han convertido nuevamente en una importante alternativa de control biológico en Europa.

Como controladores biológicos a la fecha se reconocen cinco especies de wrasse de la familia Labridae utilizadas en acuicultura, además de dos especies de cunner-fish *Tautogolabrus adspersus* y lumpfish (familia Cyclopteridae). Estos peces limpiadores al igual que los salmones, son peces nativos y endémicos en el hemisferio norte.

Debido a la creciente demanda por parte de la industria salmonera, en el último tiempo se han implementado programas de cultivo de ballan wrasse *(Labrus bergylta)* en Noruega y Escocia con la finalidad de proveer ejemplares para el control del piojo de mar, y así evitar la sobreexplotación de estos peces silvestres, además del riesgo de transmisión de enfermedades a los salmones cultivados.

Figura 1: Goldsinny wrasse predando sobre piojo de mar parasitando la superficie corporal de un salmón.

Como actúan los peces limpiadores?

Estos peces limpiadores son puestos en las jaulas junto a los salmones, lo cual los obliga a buscar su alimento, alimentándose preferentemente de los estados móviles de *Lepeophtheirus salmonis* (adultos y preadultos). Además de desparasitar a los salmones, los peces limpiadores también se alimentan del fouling adherido a las redes, consumiendo preferentemente mitílidos y algas, con lo cual se reduce la frecuencia en la limpieza y cambio de redes, pero también se reduce la eficacia como controladores de piojos, por lo que se recomienda mantener las redes limpias de fouling.

Figura 3: Ballan wrasse adulto

En los años 1990s una serie de estudios fueron realizados arrojando una amplia variedad de resultados, desde unos muy alentadores a otros muy poco efectivos. La explicación de estos variados resultados se fundamentó en que la efectividad de los peces limpiadores es dependiente de factores como: la aplicación de tratamientos químicos; del patrón de diseminación de estos parásitos entre centros de cultivos y de la temperatura del agua. Adicionalmente, se incluyeron factores locales que influenciaban el comportamiento de estos peces, tales como la cantidad de biofouling en las redes, a menudo fuente de alimento preferido por estos peces limpiadores; la forma y tamaño de la jaula, y la instalación de refugios dentro de la red jaula. Además de los diferentes criterios empleados en las densidades de wrasse, que fluctuaron entre 1:250 a 1:10 wrasse por salmones. Actualmente, la mejor relación recomendada es 1 wrasse por 25 salmones (Treasurer 2002). Sin embargo, frente a un aporte de larvas de piojos desde centros cercanos, el número de wrasse por salmones debiera verse incrementado, considerando que estos peces limpiadores no predan sobre los chalimus, estados juveniles adheridos al hospedador (Groner et al., 2012)

Recientemente y después de muchas observaciones realizadas en condiciones de laboratorio, se ha demostrado que el lumpsuckers *Cyclopterus lumpus* preda sobre los estados móviles de *L.salmonis*. Sin embargo, estudios realizados en condiciones de terreno también demostraron su preferencia sobre el alimento suministrado a los salmones, por lo que se concluyó que peces limpiadores mayores a 300 g pueden tener un efecto negativo sobre el crecimiento y conversión alimenticia de los salmones (Imsland et al., 2015). Los lumpsuckers, a diferencia del ballan wrasse son más activos en invierno y soportan menores temperaturas (Imsland et al., 2014).

Figura 2a: Ballan wrasse 30 días post-eclosión; **2b:** juvenil al año de cultivo (30 g). (Fuente: Dr. Jim Treasurer; FAI Aquaculture).

Porque el uso de peces limpiadores ha sido exitoso?

La industria del salmón en Europa ve a los peces limpiadores como parte de un manejo integrado sustentable en el largo plazo, combinado con medidas preventivas y tratamientos medicinales. Estos peces además, son considerados costo-efectivos al reducir significativamente el número de tratamientos con fármacos, lo que además tiene un efecto ambiental positivo.

A los peces limpiadores como control biológico del piojo de mar, se le atribuyen los siguientes beneficios:

- Efecto continuo al mantener una baja carga de parásitos en el tiempo
- No tiene efectos negativos para el medio ambiente
- No tiene efectos negativos para el consumidor
- No presenta riesgos en el desarrollo de resistencia
- Es económicamente atractivo
- Impide la reproducción del parásito al predar de preferencia sobre las hembras con huevos

Cultivo intensivo de peces limpiadores

Con la finalidad de evitar que las poblaciones silvestres de wrasse se vean amenazadas por la creciente demanda como controladores biológicos del piojo de mar, el desarrollo del cultivo de estas especies se ha convertido en un tema prioritario y también en un atractivo negocio. En Escocia en el último año la producción de wrasee ha sido del orden de los 100.000 ejemplares, surtidos por tres pisciculturas, lo que debiera verse incrementado en los próximos años.

Los principales desafíos que tiene el cultivo de estos peces limpiadores es determinar las óptimas condiciones de cultivo y mejorar la sobrevivencia y las tasas de crecimiento, principales cuellos de botella identificados. Actualmente en Escocia, el cultivo

Figura 4: Producción de lumpsucker en Ardtoe, Escocia. (Fuente: Dr. Jim Treasurer; FAI Aquaculture).

de wrasse tarda entre 18 y 24 meses para producir wrasse de 60 a 70 gramos (15-22 cm), talla considerada adecuada para introducirlos a las balsas jaulas. En tanto que el lumpsucker tarda seis meses en alcanzar la talla de 15 gramos, considerada adecuada para actuar como controlador para el piojo de mar.

El cultivo del wrasse se basa en la captura de reproductores silvestres que son mantenidos en cautiverio por varios años, con la finalidad de abastecer con huevos y larvas. Para 20 hembras se requiere solo de un macho. Después de la fecundación, los huevos se adhieren a un sustrato, lo que facilita su remoción y traspaso a estanques de incubación con flujo ascendente. El alevín con saco al eclosionar tiene un tamaño de 3,7 mm; al día cinco cuando la larva tiene una longitud de 4,7 mm el saco está totalmente absorbido. En la primera etapa las larvas de peces son alimentadas con alimento vivo constituido por rotíferos, reemplazado posteriormente por artemias. El destete es prolongado hasta que los peces son capaces de aceptar el alimento seco. El alimento seco es suplementado con crustáceos como principal ingrediente, lo que incrementa su costo. Para el caso de los lumpsuckers, la mantención y sobrevivencia de los reproductores ha sido más complicada, con altas mortalidades en cautiverio, lo que ha obligado a colectar los huevos desde reproductores silvestres capturados todos los años. A diferencia de los wrasse, las larvas de lumpsucker son más grandes al emerger del huevo y el destete es más temprano, registrándose tasas de 5% de crecimiento diario. Pero esta especie ha mostrado ser altamente susceptible a enfermedades bacterianas como Vibriosis. Furunculosis atípica y Pasturelosis, así como a enfermedades fungales (Treasurer, 2002).

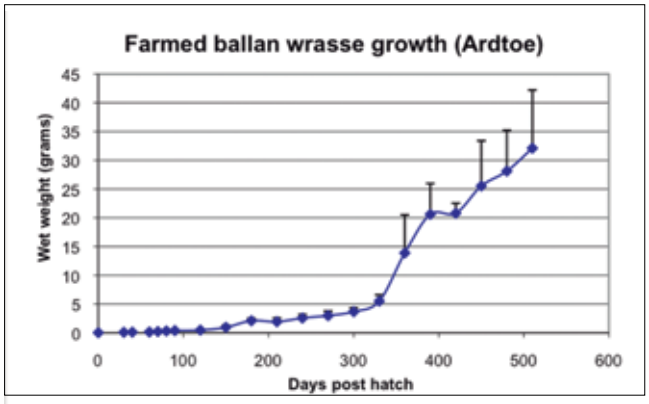


Figura 5: Curva de crecimiento de ballan wrasse en condiciones de cultivo. (Fuente: Dr. Jim Treasurer; FAI Aquaculture).

Figura 6: Refugios para wrasse instalados al interior de las jaulas con salmones. (Fuente: Dr. Jim Treasurer; FAI Aquaculture).

Manejo de los peces limpiadores en condiciones de cautiverio:

El manejo de los peces limpiadores y de los salmones que comparten una misma jaula, ha mejorado considerablemente en los últimos años. Estos peces son vacunados contra las enfermedades que afectan a los salmones antes de ser introducidos a las jaulas, las cuales cuentan con refugios para que puedan protegerse de las fluctuaciones ambientales y condiciones de marea. Además, se les provee de alimento cuando la carga de piojos es baja en los salmones. Los wrasse silvestres son sometidos a estricto control de calidad antes de ingresarlos a las jaulas. El RSPCA Freedom Foods provee también delineamientos y protocolos de buenas practicas para asegurar el bienestar de los wrasse en las jaulas de los salmones.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Dr. Jim Treasurer por su importante contribución con información generada en Ardtoe, Escocia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costello M.J. 2009. The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry. Journal of Fish Diseases 32: 115-118.

Groner M.L., Cox R., Gettinby G., Revie C.W. 2013. Use of agent-based modelling to predict benefits of cleaner fish in controlling sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation on farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Journal of Fish Diseases 36:195-208.

Imsland A.K., Reynolds P., Eliassen G., Hangstad T.A., Vikingstad A., Foss T.A., Vikingstad E., Elvegård T.A. 2015. Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). Aquaculture 436:47-51.

Imsland A.K., Reynolds P., Eliassen G., Hangstad T.A., Foss A., Vikingstad E. Elvegård T.A. 2014. The use of lumpfish *(Cyclopterus lumpus L.)* to control sea lice *(Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon *(Salmo salar L.)*. Aquaculture 425-426, 18-23.

Scottish Executive Central Research Unit - The Scotish Government. 2002. Review and synthesis of the environmental impacts of aquaculture - Chapter 3. Effects of discharges of medicines and chemicals from aquaculture. http://www.scotland.gov.uk/Publications/2002/08/15170/9409 (Acceso Julio 3, 2012).

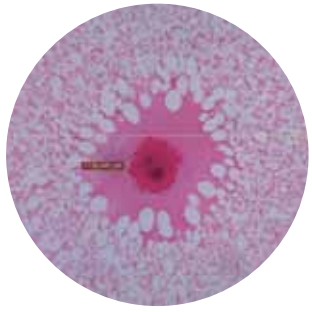
Treasurer J.W. 2002. A review of potential pathogens of sea lice and the application of cleaner fish in biological control. Pest Managem. Sci. 58, 546-558.

VeHiCe
Veterinary Histopathology Center

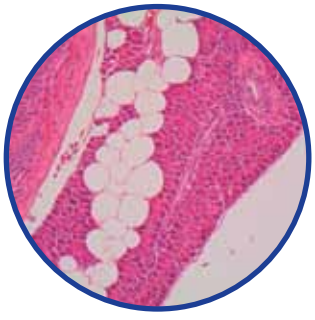
Centro de Histopatología Veterinaria

Quienes Somos

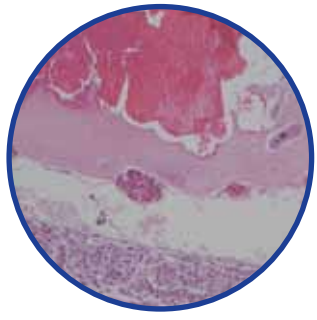
Nuestra empresa cuenta con histopatólogos reconocidos en el mundo académico y productivo de nuestro país, con interconsultas con prestigiosos histopatólogos europeos y norteamericanos.



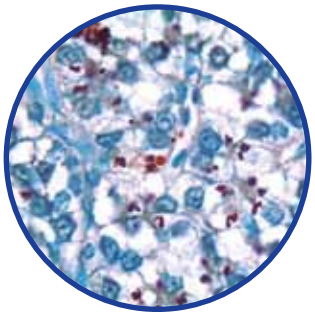
Evaluación de desarrollo gonadal.



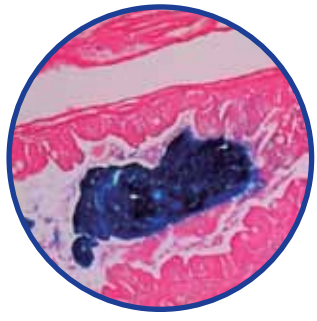
Score Histológico Páncreas.



Coagulación de Saco Vitelino en Salmo Salar.



Intoxicación por cobre



Intoxicación por Hierro.

Funcionalidad

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

Aplicaciones y Beneficios

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

Servicios

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

Carlos Sandoval Hurtado carlos.sandoval@histopathology.cl Fono: +56 9 75754923
Gabriela Vera Gaedicke gabriela.vera@histopathology.cl Fono: +56 9 84140421
Enrique Paredes Herbach eparedesherbach@gmail.com Fono: +56 9 98797549

www.patologia-veterinaria.com

Intoxicación por metales en peces

Carlos Sandoval Hurtado[1,2], Enrique Paredes Herbach[3], Manuel Ulloa Campos[2]

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

[2]Investigación & Desarrollo Laboratorio Veterquímica S.A. [3] M.V., Dr. med.vet. Instituto de Patología Animal, Universidad Austral de Chile

carlos.sandoval@histopathology.cl - csandoval@veterquimica.cl - eparedes@uach.cl - mulloa@veterquimica.cl

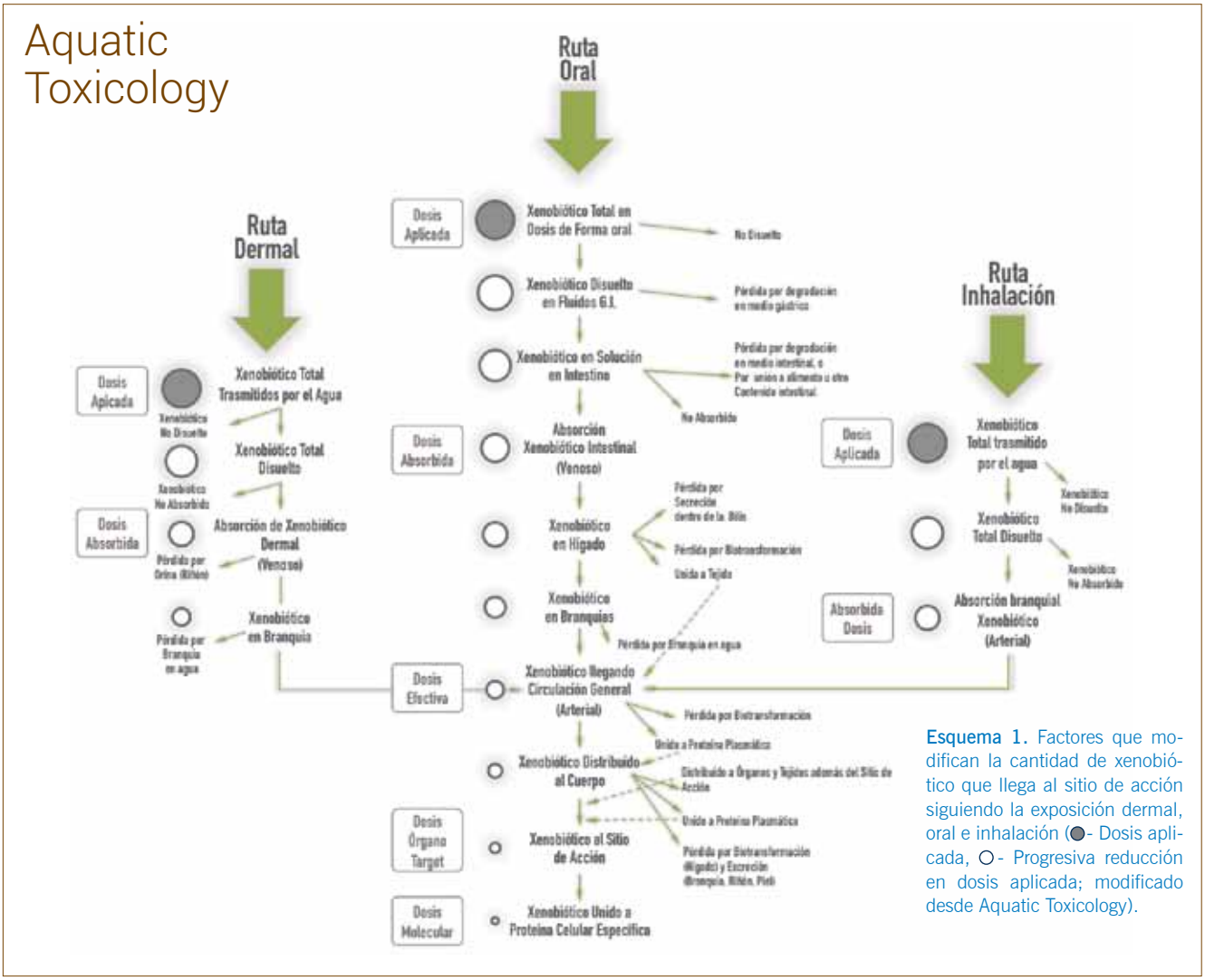
www.patologia-veterinaria.com

Antecedentes

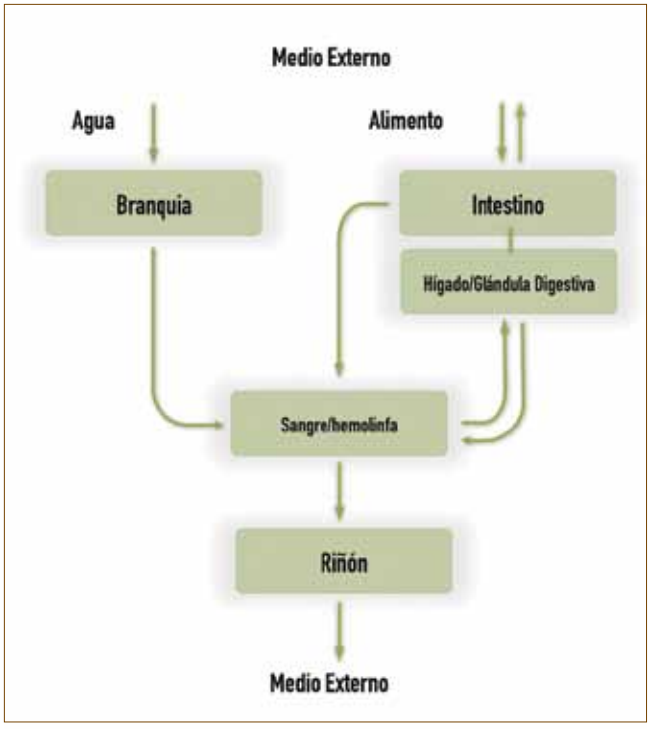
Los animales acuáticos están expuestos en forma natural a una variedad de metales cuyas formas y concentraciones químicas están determinadas por procesos geoquímicos naturales y actividades antropogénicas. Entre estos metales se incluyen a elementos esenciales requeridos para procesos de soporte biológico y metales no esenciales sin conocimiento de función biológica.

Las funciones celulares son críticas para los procesos envueltos en la absorción de metales, regulación, utilización y liberación.

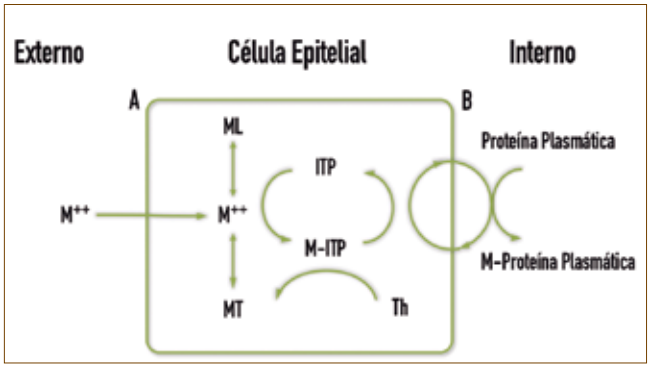
La toxicidad puede ser atribuida a su disfunción y la resultante interacción con estructuras celulares inapropiadas.



Esquema 1. Factores que modifican la cantidad de xenobiótico que llega al sitio de acción siguiendo la exposición dermal, oral e inhalación (●- Dosis aplicada, ○- Progresiva reducción en dosis aplicada; modificado desde Aquatic Toxicology).



Esquema 2. Esquema generalizado para la absorción, distribución y liberación de los metales en animales acuáticos, anteriormente absorbidos a través de las barreras epiteliales de la branquia o del sistema digestivo, los metales son distribuidos a órganos internos, siguiendo la redistribución a sitios para la excreción en el hígado/glándula digestiva o riñones, los metales son liberados desde el organismo por mecanismos excretorios. (From Roesijadi, modificado desde Aquatic Toxicology).



Esquema 3. Modelo de absorción de metales a través de la branquia e intestino/glándula digestiva basado sobre el reporte de comportamiento de CRIP y metalotioneína durante la absorción intestinal de zinc en mamíferos. CRIP es representado aquí como una proteína más de transporte intracelular genérica (ITP) que es envuelto en la normal absorción de metales a través de epitelio, transfiriéndolos a proteínas plasmáticas vía un sistema de transporte transmembrana de la membrana basolateral. La inducción de metalotioneína por altas concentraciones de metales resultará en un incremento de una piscina ligando de alta-afinidad que compite con el ITP y retarda la absorción del metal dentro del sistema circulatorio. La absorción de metal es regulada por la expresión coordinada de ITP y metalotioneína. (**A.** membrana apical de la célula; **B.** membrana basolateral de la célula; **ITP.** Proteína de transporte intracelular; **M.** metal; **ML.** metal y complejos nontioneína-ligando, exclusivo de ITP; **MT.** metalotioneína; y **Th.** apotioneína), (modificado desde Aquatic Toxicology).

Intoxicación por Hierro

El hierro es un metal esencial para todos los organismos vivos y el segundo metal más abundante de la tierra, esencial para los glóbulos rojos de todo ser vivo, su carencia en los individuos produce anemia, sin embargo cuando el hierro se presenta con una concentración demasiado alta en el agua, puede causar un fuerte daño branquial a los peces e incluso la muerte.

El hierro se puede presentar en diferentes estados como Ion ferroso (Fe^{2+}) e Ion férrico (Fe^{3+}). Cuando el Ion ferroso entra en contacto con el aire se produce su oxidación, reacción que está regulada principalmente por el pH, y se transforma en Ion férrico, que rápidamente precipita a hidróxido de hierro ($Fe(OH)_3$), adhiriéndose a la branquias del pez, sofocándolo (conocida como sofocación ocre) y produciendo la muerte.

La adherencia del metal a las laminillas va a depender de la salinidad, temperatura, materia orgánica y pH del agua. Se ha observado que desde 1000 μg/l se producen problemas de toxicidad para hierro en salmónidos, sin embargo otros autores señalan que valores sobre 150 μg/l pueden producir toxicidad.

Existen dos métodos para reducir la toxicidad del hierro sobre los peces de agua dulce, uno es oxidar el hierro y removerlo del agua antes de que este llegue al pez y el segundo es prevenir su oxidación bajando el pH.

Efecto de hierro en los peces

En intoxicaciones por hierro no solo se han observado daños a nivel branquial como la hiperplasia epitelial lamelar moderada a severa que provoca la llamada sofocación ocre, sino también se observa a nivel de tracto gastrointestinal, observándose en estómago una acumulación del metal en la superficie gástrica con depósito en lumen de las glándulas digestivas, lo que conlleva dilatación luminal y necrosis glandular. A nivel hepático se observa en ciertas ocasiones acumulación de hierro en su citoplasma y en canalículos biliares.

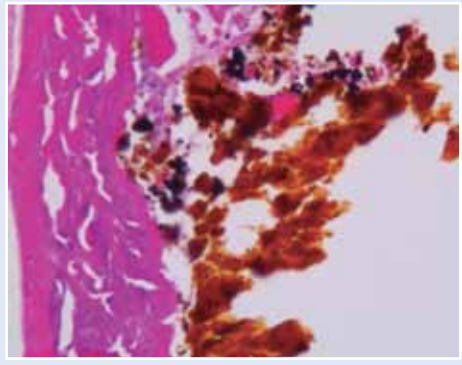


Imagen 1. Estómago. H&E. Se observan abundantes depósitos de hierro (color marrón) en lumen gástrico.

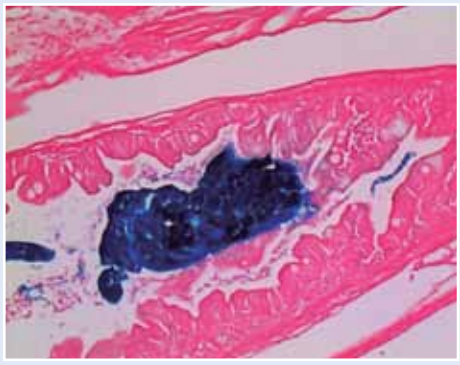


Imagen 2. Intestino. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) en lumen intestinal.

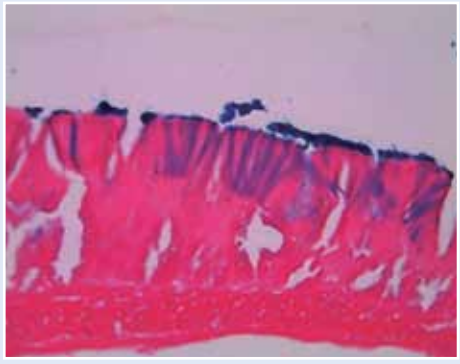


Imagen 3. Estómago. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) en superficie gástrica.

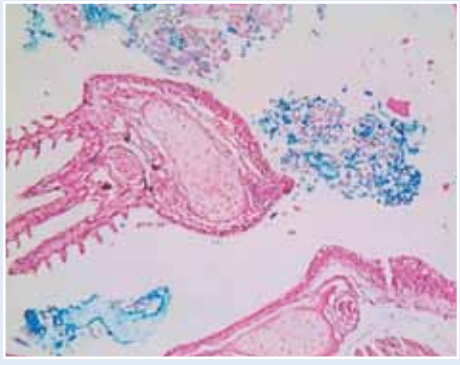


Imagen 4. Branquia. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) en cavidad branquial.

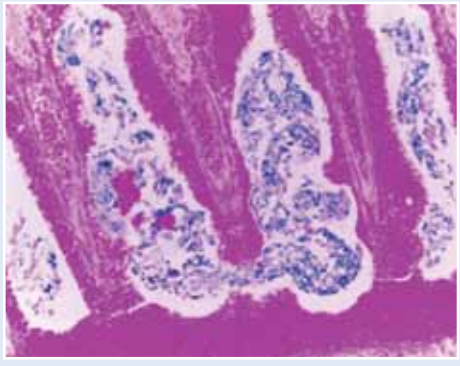


Imagen 5. Branquia. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) en cavidad branquial.

Intoxicación por Cobre

El cobre es considerado un elemento traza esencial para plantas y animales en pequeñas cantidades, siendo un componente de muchas metaloenzimas y pigmentos presentes en la sangre encargados del transporte de oxígeno (Demayo and Taylor 1981) y requeridos en la síntesis de hemoglobina, sin embargo se vuelve tóxico en la biota acuática cuando los requerimientos biológicos son excedidos. Si bien, los niveles críticos para salmónidos no están bien definidos aún, dado que su toxicidad está modulada por otras variables de calidad de agua, como dureza y materia orgánica, se citan niveles críticos entre 2 y 5 μg/l para aguas blandas (Aatland & Bjerknes, 2009). El Ion Cúprico es la principal forma tóxica del cobre, estando unido en agua a componentes orgánicos e inorgánicos puede reducir su concentración y toxicidad sustancialmente.

El consumo de cobre desde el agua es rápido. En Trucha Arcoiris (*O. mykiss*) el cobre es rápidamente trasferido al plasma sanguíneo (Zia and McDonald 1994).

Efecto de cobre en los peces

El efecto de la sobreexposición de cobre en los peces incluye cambios en el comportamiento, disminución del crecimiento, interferencia en la osmorregulación, capacidad reproductiva, interrupción de la actividad enzimática y mortalidad de alevínes y adultos en altas concentraciones.

El cobre tiene un pequeño efecto sobre el transporte de calcio a través de las branquias de *O. mykiss,* pero inhibe el influjo de sodio y estimula el eflujo de sodio (Lauren and McDonald 1986; Reid and McDonald 1988).

La exposición de cobre resulta en toxicidad respiratoria: ritmo cardiaco, incremento en la presión arterial y concentración de lactato y disminución en la tensión de oxígeno (Wilson and Taylor 1993). Afectando el consumo de oxígeno en periodos cortos en carpa común y decreciendo la excreción de amonio.

Exposición de 0.05 mg/L de cobre decrece significativamente valores de hemoglobina y hematocrito en bagre (*Saccobranchus fossilis*) (Khangarot et al. 1988). A nivel sanguíneo bajos conteos de glóbulos rojos, glóbulos blancos, hematocrito y una disminución gradual de la capacidad de transporte de oxígeno son el resultado de una exposición subletal de cobre en bagre asiático, esto puede desembocar en insuficiencia respiratoria (Khangarot y Tripathi 1991). La exposición de cobre daña la superficie de los eritrocitos (Ahmad y Munshi 1992).

El hígado y las branquias son los órganos que acumulan la mayoría del cobre en Trucha Arco Iris (Handy 1993), brown bullhead (Brungs et al. 1973) y carpa (Svobodova et al. 1994). El incremento de cobre fue también observado en músculos de *O. mykiss* (Handy 1993).

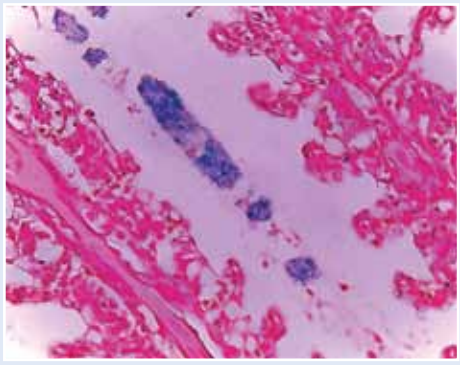


Imagen 6. Branquia. Azul de Prusia. Se observan abundantes depósitos de hierro (color azul) entre laminillas branquiales.

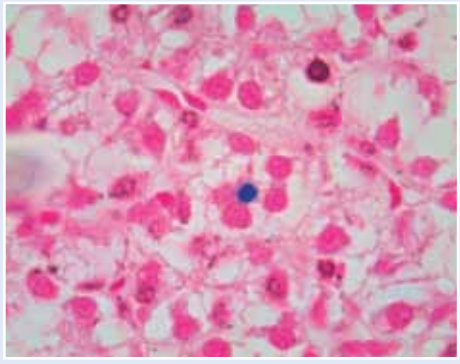


Imagen 7. Hígado. Azul de Prusia. Se observa depósito de hierro en canalículo biliar (color azul).

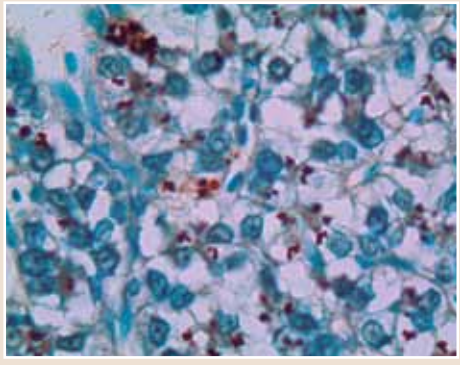


Imagen 8. *O. kisutch*. Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en hepatocitos en asociación a degeneración vacuolar.

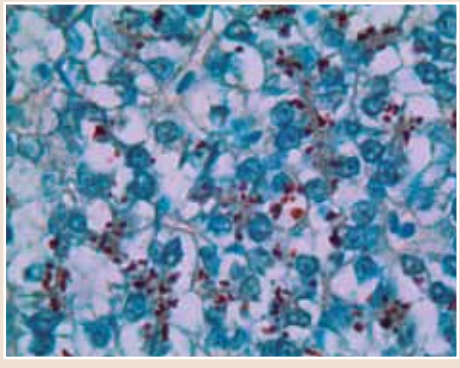


Imagen 9. *O. mykiss*. Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en hepatocitos en asociación a degeneración vacuolar.

El cobre reduce el consumo de alimento en algunas especies como Trucha Arco Iris (Waiwood & Beamish 1978) y alevines de Salmón del Atlántico (Grande 1967). Esta falta de alimentación podría resultar en pobre crecimiento.

A nivel histológico se ven depósitos de gránulos rojizos a marrones consistentes con depósitos de cobre en hepatocitos, acompañado en ocasiones con degeneración vacuolar (Imagen 8 y 9), evidenciándose solo con tinciones especiales para cobre, siendo esta acumulación inicialmente de patrón centrolobulillar. A nivel de riñón se piensa que provoca inclusiones hialinas en epitelio tubular, que es en donde se sospecha se deposita también este metal (Ferguson, 2006), lo que podría confirmarse por presencia de pequeños gránulos marrones en epitelio tubular en tinciones especiales para cobre (Obs. de Carlos Sandoval).

La exposición de cobre también provoca cambios a nivel de órganos olfatorios en *O. mykiss*, incrementando las células globet y células mucosas (Saucier et al. 1991).

Intoxicación por Aluminio

El aluminio es un metal común que se encuentra en el lecho rocoso, liberado al agua superficial debido a la corrosión ejercida por los efectos ambientales. Está disponible como sales insolubles de silicatos de aluminio sobre toda la superficie de la tierra (8%). Las fuentes de este metal pueden ser aguas subterráneas ácidas, aguas de alcantarillado tratadas con sulfato de aluminio como floculante y por corrosión de tubos de aluminio. En cuencas hidrográficas bajo episodios de fuertes lluvias se extraen del suelo cantidades considerables de aluminio, distribuyéndose a los sistemas fluviales y afectando a los peces (Aatland & Bjerknes, 2009).

La toxicidad del aluminio depende del material orgánico disuelto en el agua (TOC), temperatura, pH, concentración de calcio, entre otros. La toxicidad puede estar dada por la forma inorgánica llamado "Aluminio Lábil" (LAl) o aluminio inorgánico monomérico o por Aluminio No Lábil (NLAl) (Esquema 4).

Efecto de aluminio en los peces

En agua dulce formas lábiles (catiónica/inorgánica) de Al (LAl) se acumulan en las branquias de los peces, en donde altas concentraciones resultan en mortalidad debido a una disfunción ionoregulatoria y respiratoria. A más bajas concentraciones el Al puede aún tener efectos en la población por la inhibición de la actividad de la bomba Na^+ K^+- ATPasa a nivel branquial, de esta manera se reduce la capacidad hipo osmoregulatoria, la tolerancia al agua de mar y la supervivencia durante la primera etapa en el mar (F. Kroglund *et al.*, 2007; Aatland & Bjerknes, 2009).

Estudios realizados por NIVA Chile durante los últimos años, muestran que alzas de Al en diferentes cuerpos de agua dulce en el sur de Chile, se han relacionado con mortalidad de salmones, tanto en etapa temprana como avanzada del desarrollo (Gutiérrez et al., 2013a; Gutierrez y Aguilera, 2013b). Adicionalmen

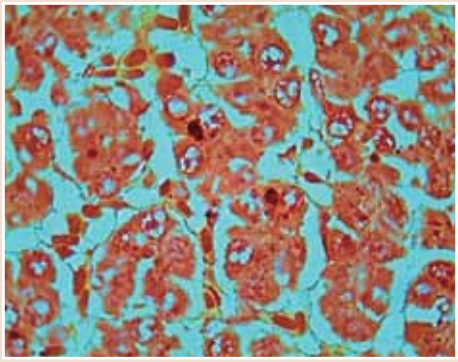


Imagen 10. *S. salar.* Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en citoplasma de hepatocitos.

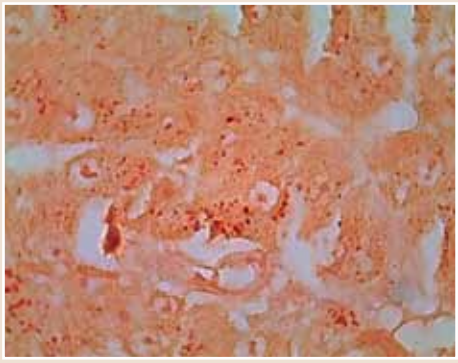


Imagen 11. *S. salar.* Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en citoplasma de hepatocitos.

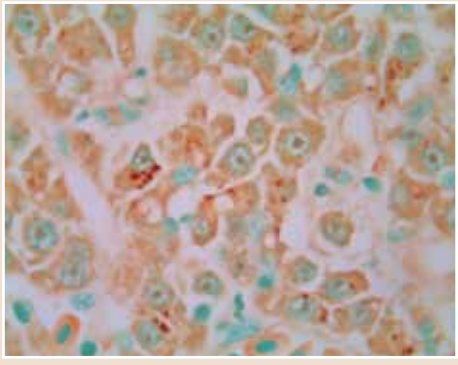


Imagen 12. *S. salar.* Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en citoplasma de hepatocitos.

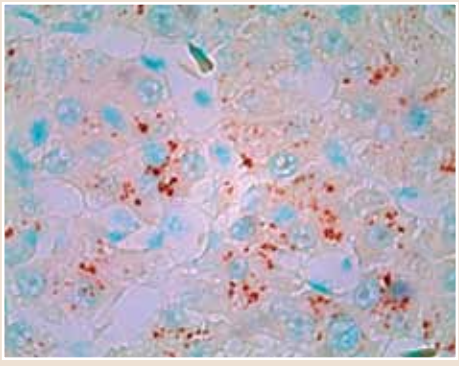
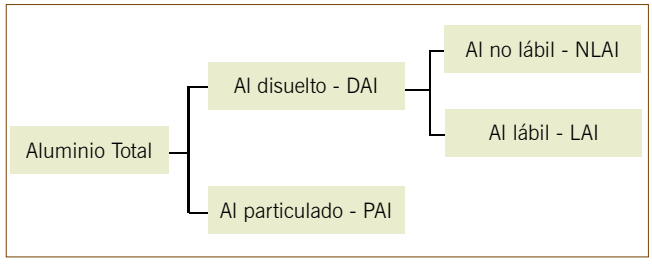


Imagen 13. *S. salar.* Hígado. Rodanina. Se observan moderados depósitos de cobre de color marrón en citoplasma de hepatocitos.

Imagen 14. Columna Vertebral. Aluminol. Se observan moderados depósitos de aluminio de color rojo en cuerpos vertebrales.



Esquema 4. Aluminio. Distintas formas químicas de presentación del aluminio.

te, existen investigaciones que indican que smolts de salmón afectados por altas concentraciones de aluminio en agua dulce quedan sensibles o mayormente expuestos a la parasitación por piojos de mar, indicando un debilidamiento del sistema inmunológico (Aatland & Bjerknes, 2009).

Concentraciones subletales de aluminio pueden afectar el crecimiento y la tolerancia al agua de mar. Los efectos negativos están relacionados con precipitación-enlace del metal con el epitelio branquial por diferencia de carga, irritando el tejido branquial y provocando distrés respiratorio.

Bajas concentraciones de aluminio labil (LAI) al largo plazo con pH alrededor de 6 pueden reducir el número de células mucosas y cambiar las propiedades del mucus, afectando la habilidad del smolt para regular iones (Berntssen *et al.*, 1997).

El aluminio puede causar una inhibición directa sobre las proteínas de trasporte en las células de cloro presenten en las lamelas y con ello reducir la capacidad de captación de iones en agua dulce (Rosseland *et al.* 1992) y la secreción de iones en agua de mar (Silva & Goncalves 2003), es decir afectaría el influjo de iones en agua dulce y el eflujo de iones en agua de mar.

Una concentración de 15 – 20 μg LAI/l se estima como rango limite perjudical para smolt en etapa de agua dulce (Staurnes *et al.*, 1996). Se deben tener concentraciones más altas para observar mortalidades agudas en la etapa de agua dulce.

Forma Tóxica	Forma Tóxica	Carbono Orgánico Total (TOC)	Temperatura	pH	Calcio	Oxígeno Disuelto	Alcalinidad
Cobre	Ion Cúprico (Cu^{2+}), $CuOH^{+}$, $Cu2(OH)_2^{2+}$	Menos Tóxico a mayor TOC	Mas tóxica a mayor temperatura	Mas tóxico a bajos pH	Menos tóxico alta concentración de calcio	Mas tóxico a bajo oxígeno disuelto	Incremento de la alcalinidad reduce su toxicidad
Aluminio	Aluminio Lábil LAl	Menos Tóxico a mayor TOC	Aguas frías más tóxico	Mas tóxico a pH acido	Menos tóxico alta concentración de calcio (>2-2.5 mg/l)		
Aluminio	No Lábil (NL-Al) (*)			Más tóxico a pH más básicos	Más tóxico a baja concentración de calcio		Incremento súbito o excesivo aumenta la toxicidad
Hierro	Ion férrico (Fe^{3+}) que precipita a hidróxido de hierro ($Fe(OH)_3$)	Menos Tóxico a mayor TOC	Aguas frías menos tóxico	Más tóxico a mayor pH (precipita)	Menos tóxico alta concentración de calcio		
Hierro	Ion ferroso (Fe^{2+}), frecuente en aguas subterráneas (*)	Menos Tóxico a mayor TOC		Mayor tiempo de vida a pH más ácidos	Menos tóxico alta concentración de calcio	La aireación promueve su oxidación	Incremento de la alcalinidad reduce su toxicidad

Tabla 1. Factores que influyen en la toxicidad de los metales. * Fuente: Gutierrez et al., 2003; Gutierrez y Aguilera, 2013; Aatland & Bjerknes, 2009.

Referencias

Arnal, N. (2010). Intoxicación por cobre. Efectos sobre la composición lipídica y el sistema de defensa antioxidante. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata.

Atland, A, Bjerknes, V. (2009). Calidad de Agua. Para el Cultivo de Smolt en Chile. Osorno, Chile. NIVA Chile.

Ferguson, H.W. (2006). Systemic Pathology of Fish. A Text Atlas of Normal Tissues in Teleosts and their Responses in Disease.

Gutiérrez, X., Aguilera, A., (2013b). "Avances en los estudios sobre detección de aluminio en afluentes utilizados en el cultivo de salmónidos en agua dulce en Chile." Salmonexpert 7: 49-52.

Gutierrez, X., Marinez, P., (2013a). "Variación de la concentración y formas de aluminio en ríos del sur de Chile y sus potenciales efectos en el cultivo de smolt. "Resúmenes del IV Congreso Nacional de Acuicultura: Ciencia y tecnología para una Acuicultura Sostenible: Ediciones UACH. Puerto Montt, Chile. 186-189.

Hansen, J., et al, (1999). Chinook salmon (*oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) exposed to copper: neurophysiological and histological effects on the olfactory system. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 18, No. 9, pp. 1979–1991, 1999.

Kvellestad, A. Possible iron intoxication in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) larvae reared in aerated ground water.

Malins, D and Ostrander, G. (1994). Aquatic Toxicology. Molecular, Biochemical, and Cellular Perspectives.

Noga, E.J. Fish Disease. (2000). Diagnosis and Treatment.

Sosová, T., et al. (2014). Impaired behavioural response to alarm substance in rainbow trout exposed to copper nanoparticles. Toxicology 152. 195–204.

Standards and guidelines branch, Environmental assessment division, Environmental regulatory service. (1996). Alberta water quality guideline for the protection of freshwater aquatic life.

Thornburgm, L. (1985). Histochemical demonstration of copper and copper associated protein in the canine liver. Vet. Pathol. 22.327-332.

Danica creando soluciones que agregan valor a su negocio

Con un Know -how de más de 40 años en el segmento, Danica tiene la más alta tecnologìa para desarrollo de proyectos, fabricación y montaje de sistemas termoaislantes, con soluciones adecuadas y que encajan perfectamente con las necesidades de sus clientes. Cámaras frigoríficas con calidad, durabilidad, tecnología y funcionalidad es lo que nuestra marca les ofrece.

56 2 784 6400 | ventas@danica.cl | www.danica.cl

Dānica®

La solución en sistemas termoaislantes.

Visítenos en nuestra nueva dirección

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

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

pcotapos@plasticosaustral.cl
www.plasticosaustral.cl

VACUNAS

BlueGuard

La protección de siempre tiene nuevo nombre

- VACUNAS INYECTABLES - VACUNAS ORALES - VACUNAS INYECTABLES - VACUNAS ORALES - VACUNAS INYECTABLES - VACU

VACUNAS ORALES - VACUNAS INYECTABLES - VACUNAS ORALES - VACUNAS INYECTABLES - VACUNAS ORALES - VACUNAS IN

Máxima Protección
de principio a fin!

Virbac

CENTROVET
Ciencia en Salud Animal®

www.centrovet.com / (562) 2583 7700

Actualización al seguimiento inmunológico de salmónidos aplicado a SRS

Actualmente existe un creciente interés por determinar el perfil inmunológico y el estado protectivo de los salmónidos vacunados con el fin de evitar brotes infecciosos. Desde hace más de 7 años, hemos iniciado un programa de seguimiento inmunológico de todos los centros acuícolas que utilizan vacunas de Centrovet. Este proyecto tiene como objetivo correlacionar datos epidemiológicos y el perfil inmune de los peces vacunados con el nivel de protección a lo largo de todo el ciclo productivo. Para esto, se ha creado una base de datos que agrupa los resultados de las distintas variables analizadas, dentro de las que se destacan los niveles de IgM específicos anti-patógeno, permitiéndonos evaluar la potencia y eficacia de las vacunas administradas en terreno. La investigación que se realiza pretende ampliar el conocimiento de la inmunidad de los salmónidos para crear un modelo predictivo que ayude a la toma de decisiones en los programas de vacunación de los centros de cultivo. Los resultados obtenidos a la fecha nos han permitido establecer una comunicación efectiva con los centros de cultivo para minimizar los potenciales problemas y optimizar los programas de vacunación futuros.

La producción comercial de salmónidos en Chile ha sido un importante aporte al crecimiento del país. Para continuar con la capacidad e intensidad de producción de peces por año, es de crucial importancia mantener controlados los riesgos que amenazan la salud y rendimiento de los salmónidos. Es por esto que la oportunidad y necesidad de desarrollar investigación para crear modelos que ayuden a predecir posibles problemas, comprender y/o ayudar a la mejora de procesos productivos en los centros de cultivo de salmónidos, se torna fundamental. Recientemente, varias publicaciones han aportado al entendimiento de la respuesta inmune de los salmónidos, demostrando que existe una correlación entre niveles de protección de anticuerpos contra el virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y *Piscirickettsia salmonis* (SRS).

En estudios independientes, técnicas de inmunoensayo han logrado cuantificar la potencia y eficacia de vacunas administradas a peces, determinando lo importante que ayuda a la protección y salud de los salmónidos (Lauscher et al. 2011; Wilda et al. 2012). Además, han surgido estudios retrospectivos de años de duración, que han permitido examinar y analizar distintos componentes para poder encontrar correlaciones lineares, que ayuden a encontrar variables predictivas de importancia en el bienestar de los peces (Kristensen et al. 2012).

Para continuar con la búsqueda de nuevos modelos que ayuden a mejorar las estrategias en la producción de cultivo de salmónidos, nos propusimos evaluar en terreno la respuesta inmune de los peces vacunados, además de la evaluación del estatus de infección en los mismos. Esto nos permitió generar un diagrama de los distintos factores que predisponen a brotes, conocer acerca de la mejor forma para minimizar los potenciales problemas, y además optimizar los programas de vacunación futuros. Para lograrlo se ha creado una base de datos que se incrementa cada día con la acumulación de resultados que se obtienen de los análisis de muestras de órganos y sueros recibidos de muestreos realizados a peces pre y post vacunados en centros de cultivo de pisciculturas, estuarios y centros de mar de empresas salmoneras chilenas (Fig. 1). A estas empresas se les monitorea y evalúa el estado de los peces pre y post vacunación, gracias a visitas periódicas por personal técnico especializado. De esta manera, se pueda tener registro del estado inmunológico de los salmónidos a lo largo de su crecimiento y así poder medir sus niveles de anticuerpo para dar aviso de cuándo los títulos alcanzados en el último muestreo realizado se acercan al nivel de riesgo. Con esta base de datos se ha podido realizar correlaciones entre distintas variables: tipo de centro de cultivo, especie, portación, vacunas, booster, UTAs, concentración de IgM, niveles protectivos y umbral de riesgo. Este estudio, pionero en la industria salmonera Chilena, ha permitido ayudar a la optimización de los programas de vacunación.

El programa de seguimiento inmunológico de vacunas, programa pionero e innovador en la industria, comenzó el año 2008 y ha ido creciendo a lo largo de los años (Fig. 2) proyectando unos 1500 seguimientos para finales del año 2015.

Figura 1. Esquema de Seguimiento inmunológico de salmónidos. La vacuna se inyecta en peces de piscicultura a las 0 UTA y cada 300 UTAs, se realizan muestreos de órganos y sangre de peces de los diferentes centros de cultivo. Los informes emitidos con los datos recabados se utilizan para la planificación de futuros procesos de vacunación.

Las especies analizadas han sido en mayor proporción salares, luego truchas y cohos (Fig. 3). Para cuantificar los niveles de anticuerpos séricos presentes en los peces vacunados, la proteína IgM del Salmon del Atlántico fue purificada con el propósito de generar un test de ELISA cuantitativo. Esta técnica, nos ha permitido asociar el nivel de anticuerpos específicos anti-P. *salmonis* con el grado de protección que promueven las vacunas inyectables y orales para SRS. Los resultados muestran que las muestras de sueros de peces inmunizados con vacunas comerciales inyectables presentan un alto nivel de anticuerpos específicos anti-P. *salmonis*, alcanzando una máxima concentración alrededor de las 800 UTAs post vacunación. Sin embargo, el grado del título de anticuerpos conferido por la primo-vacunación disminuye a partir de las 1800 UTA, aunque sin alcanzar a llegar a niveles similares a los de un pez no vacunado (Fig. 4). Los boosters, por otro lado, se comienzan a aplicar desde las 1700 UTA post vacunación.

En este período, los centros de cultivo puedan iniciar una segunda inmunización, esta vez por vía oral, para mantener un alto nivel de anticuerpos. Esta estrategia ha sido apoyada por diversos estudios previos, que han indicado que la vacunación oral es el método más ventajoso como inmunización de refuerzo en el estado de engorda de los peces (Bowden et al. 2002; Romalde et al. 2004). Alrededor de las 1700 UTA, los peces fueron vacunados por 10 días consecutivos por la vía oral, de acuerdo a las especificaciones del producto. Posterior a esta segunda inmunización, la concentración de IgM aumentó significativamente en comparación con el control. Sin embargo, y al igual que la primera vacunación, la ventana de inmunidad se mantuvo sólo por un periodo de 3 meses (Fig. 4).

Previamente nosotros y otros grupos han demostrado que una baja concentración de anticuerpos en la sangre aumenta el riesgo de contraer SRS (Tobar et al. 2011, Wilda et al., 2012). En este contexto, sucesivas inmunizaciones serán requeridas para proteger al salmónido a lo largo de todo su ciclo productivo, en forma proporcional al tiempo de cultivo en fase de engorda. Un ejemplo de esto, lo tenemos en nuestros estudios de terreno, los cuales han utilizado hasta cinco aplicaciones de vacuna oral, observándose un aumento en la población de IgM reactiva contra P. salmonis, correlacionado con un mejor desempeño sanitario a la cosecha (Figura 4).

Figura 2. Evolución del número de seguimientos. Desde el año 2008 hasta inicios de 2015 se han realizado 1202 seguimientos a peces vacunados.

El estudio de la respuesta inmune de los peces ha sido y continúa siendo un área de particular interés en acuicultura, especialmente respecto a especies cultivadas a gran escala y sometidas a manejos con impacto inmunológico, como la aplicación de vacunas y productos inmunoestimulantes.

En el caso de la salmonicultura, esta no es la excepción, y la necesidad de tener indicadores de protección se hacen muy necesarios no sólo a nivel científico, sino también a nivel productivo, con el fin de disminuir la razón costo/beneficio que significa la vacunación masiva de una partida de producción. Entre las principales dificultades para hacer este proceso una realidad, está la poca disponibilidad de herramientas validadas y específicas para ponderar parámetros del sistema inmune de los peces, lo que está actualmente en promisorio desarrollo por organizaciones nacionales y extranjeras.

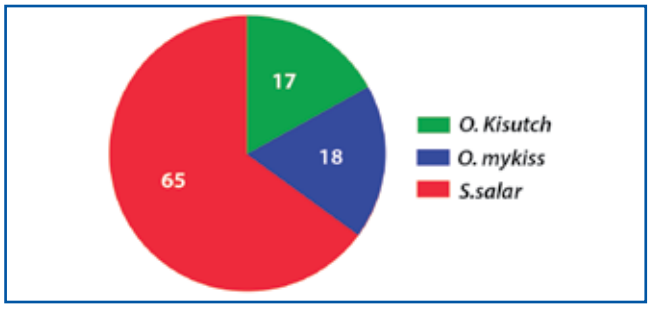


Figura 3. Especies por centro. Los peces analizados en los seguimientos en su mayor porcentaje han sido salares, luego truchas y cohos.

Dados los resultados anteriormente expuestos, y el potencial de esta herramienta como parte de un plan sanitario integral contra SRS, nuestro equipo postula que es posible prolongar los niveles protectivos de anticuerpos hasta el momento de cosechar a los salmónidos, con el fin de poder tener un mayor rendimiento en la producción al evitar las enfermedades que disminuyen su calidad.

A partir de la acumulación de resultados se ha podido establecer rangos de niveles de anticuerpo IgM post primo-vacunación y post booster, entre distintas especies de salmónidos, frente a distintos patógenos y distintas vacunas administradas, estableciendo además regiones de riesgo o susceptibilidad a enfermedades, que se ven atenuadas o anuladas al mantener un plan de vacunación integral (Fig. 5).

Esta herramienta, complementaria a futuros desarrollos, tales como la identificación y detección de poblaciones linfocitarias, perfil de citoquinas, polarización de respuesta celular y determinación de isotipos adicionales de inmunoglobulinas, como IgT, permitirán sin duda, mejorar las actuales condiciones sanitarias, y tomar mejores decisiones en términos productivos.

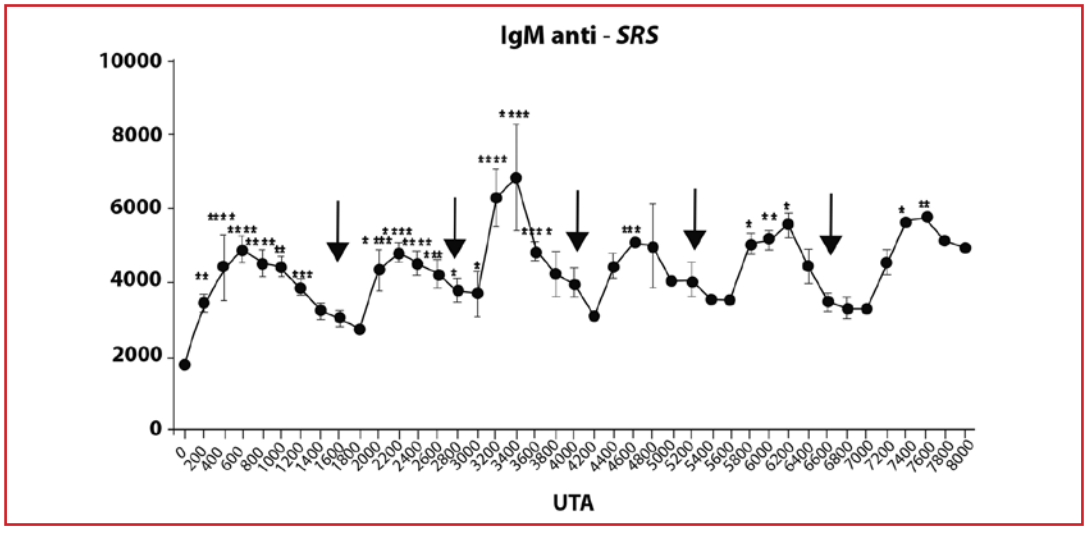


Figura 4. Hasta cinco inmunizaciones se han utilizado para mantener un nivel de protección inmunológica de largo plazo. Muestras de suero obtenidas a distintas UTA fueron utilizadas para determinar los niveles de anticuerpos específicos anti-P. salmonis, a través de un ensayo de ELISA cuantitativo. La significancia estadística fue determinada por ANOVA de una vía – Dunnet post test. *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001.

Referencias

WILDA, M., LAVORIA, M.A., GIRALDEZ, A., FRANCO-MAHECHA, O., MANSILLA, F., ERGUIZ, M., IGLESIAS, M. y CAPOZZO, A. 2012. Development and preliminary validation of an antibody filtration-assisted single-dilution chemiluminometric immunoassay for potency testing of Piscirickettsia salmonis vaccines. Biologicals, Nº40, 415-420.

KRISTENSEN, T., HAUGEN T.O., ROSTEN, T., FJELLHEIM, A., ATLAND, A. y ROSSELAND, B.O. 2012. Effects of production intensity and production strategies in commercial Atlantic salmon smolt (*Salmo salar L.*) production on subsequent performance in the early sea stage. Fish Physiol Biochem, Nº38, 273-282.

LAUSHER, A., KROSSOY, B., FROST, P., GROVE, S., KÖNIG, M., BOHLIN, J., FALK, K., AUSTBO, L. y RIMSTAD, E. 2011. Immune responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) following protective vaccination against Infectious salmon anemia (ISA) and subsequent ISA virus infection. Vaccine, Nº37, 6392-6401.

ROMALDE, J., LUZARDO-ALVAREZ, A., RAVELO, C., TORANZO, A., BLANCO-MENDEZ, J. 2004. Oral immunization using alginate microparticles as a useful strategy for booster vaccination against fish lactoccocosis. Aquaculture, N°236, 119-129.

BOWDEN, T., MENOYO-LUQUE, D., BRICKNELL, I., WERGELAND, H. 2002. Efficacy of different administration routes for vaccination against Vibrio anguillarum in Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.). Fish Shellfish Immunology, N°12, 283-285

TOBAR, J., JEREZ, S., CARUFFO, M., BRAVO, C., CONTRERAS, F., BUCAREY, S., Harel, M. 2011. Oral vaccination of Atlantic salmon (*Salmo salar*) against salmonid rickettsial septicaemia. Vaccine, N°29, 2336-2340.

www.centrovet.com - (562) 25837700

SOLACE
HOTEL
PUERTO VARAS

espacios que
invitan...

GANADORES
2015
TRAVELLERS' CHOICE
tripadvisor

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

Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

CONICYT Ministerio de Educación Gobierno de Chile
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

CORFO sueña emprende crece

INACH

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

Understanding larval dispersal and population connectivity in an economically and ecologically important marine tunicate in Chile: Empirical evaluation of the influence of seascape configuration and local oceanographic settings

Concurso FONDECYT Iniciación 2014 11140121
Pablo Saenz Agudelo
pablo.saenzagudelo@gmail.com
Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas.
Facultad de Ciencias

Ejaculate depletion and sperm limitation in decapods: causes and consequences for species under fishery exploitation

Concurso FONDECYT Regular 2015 1150388
Luis Miguel Pardo Suazo
luispardo@uach.cl
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas.
Facultad de Ciencias

From transcriptome to the biologic function: Identification and characterization of proteins associated to detoxification systems and drug resistance mechanisms in Caligus rogercresseyi

Concurso FONDECYT Regular 2015 1150934
Juan Guillermo Cárcamo Matus
gcarcamo@uach.cl
Instituto de Bioquímica y Microbiología.
Facultad de Ciencias

Un Componente perdido de biodiversidad: Evaluación de la Biodiversidad de la Parasitofauna en Peces Antárticos

Concurso Nacional de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica Antártica, INACH 2014 RT_22-14
Isabel Valdivia Rojas
isabel.valdiviarojas@gmail.com
Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas.
Facultad de Ciencias

Aplicando principios evolutivos para inferir adaptación climática en especies marinas: usando un enfoque genómico

Concurso Nacional de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica Antártica, INACH 2014 RT_27-14
Juan Diego Gaitán Espitia
juadiegaitan@gmail.com
Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas.
Facultad de Ciencias

Desarrollo de una vacuna contra Caligus Rogercresseyi basada en la informacióntranscriptómica del parásito

CORFO 6° Concurso 2014
Línea 2 - Proyecto I+D Aplicada 14IDL2-30112
Juan Guillermo Cárcamo Matus
gcarcamo@uach.cl
Instituto de Bioquímica y Microbiología.
Facultad de Ciencias

Paquete tecnológico de energías renovables no convencionales y eficiencia energética para pontones alimentadores de centros acuícolas

CORFO 6° Concurso 2014
Línea 2 - Proyecto I+D Aplicada 14IDL2-29122
Gonzalo Tampier Brockhau
gonzalo.tampier@uach.cl
Instituto de Ciencias Navales y Marítimas.
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Instituciones socias: Albatern Ltd.
y Smart Hydro Power GmbH

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

opción 09-443 3504

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

FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

Juan Guillermo Cárcamo, Alejandra Mancilla, Daniela Fuentes, Alejandro Yáñez.
Laboratorio de Bioquímica Farmacológica, Instituto de Bioquímica y Microbiología.
Centro FONDAP: Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR).
Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
gcarcamo@uach.cl

Proyecto Fondef D10I1128

Introducción

El piojo de mar, Cáligus (*Caligus rogercresseyi*), es el agente causal de una de las patologías más adversas que afecta a la industria nacional del salmón; durante el año 2014, las pérdidas directas e indirectas estimadas bordearon los US$ 100 millones. El efecto nocivo de este parásito se debe a que se fija traumáticamente a la superficie del pez para alimentarse de mucus y sangre, causando erosiones en la piel, lo que conlleva a debilitamiento general, inmunodepresión, reducción de crecimiento y alteración irreversible la calidad del producto *premium* de esta industria, el filete. De manera importante también, las erosiones en la piel podrían constituir una puerta de entrada para otros patógenos, también de alto impacto económico; por ejemplo, los virus ISA e IPN, y bacterias tales como *Piscirickettsia salmonis*, entre otros. Asimismo, reportes recientes sugieren que Cáligus actuaría también como vector de transmisión del virus ISA. Esta realidad, como un todo, ha constituido uno de los factores más determinantes en el aumento explosivo en las diversas patologías que afectan a nuestra salmonicultura. Hasta antes de fines del año 2006, benzoato de emamectina era el único fármaco autorizado contra la caligidosis. Probablemente la falta de rotación hacia otros antiparasitarios y su uso desmesurado generó irremediablemente la aparición de brotes resistentes al tratamiento. Como solución, en el 2008 se autorizó una rotación hacia el uso de piretroides, luego, a fines del 2009, se autorizó el uso de diflubenzuron y desde el año pasado se ha autorizó bajo receta controlada el uso del organofosforado azametifos. También se ha autorizado el uso tópico de peróxido de hidrógeno. Dada la naturaleza de los mecanismos de resistencia farmacológica presentes en organismos superiores, y por tanto íntimamente asociados a esta patología, en la actualidad, al igual que lo ocurrido con emamectina, ya se observa una disminución importante de la eficacia de los piretroides, y es esperable a futuro una situación similar para los otros antiparasitarios utilizados. Hasta el día de hoy, tanto la industria, como la academia no han sido capaces de generar nuevos fármacos eficaces para el tratamiento de la caligidosis resistente, ni tampoco herramientas tecnológicas para disminuir o suprimir la resistencia farmacológica observada en esta patología.

Numerosos estudios indican que entre los diversos mecanismos que explican la resistencia farmacológica se encuentra la expresión aumentada de proteínas asociadas a los mecanismos celulares de metabolización y detoxificación, tales como el complejo Citocromo P450, oxidasas como las FMOs, transferasas como GST y UDPGT, y proteínas de eflujo tales como los transportadores de membrana tipo ABC, especialmente aquellos denominados como “proteínas de resistencia a fármacos” o “transportadores MDRs”, descritos profusamente en la resistencia farmacológica observada en la quimioterapia contra el cáncer. En los tratamientos orales, el fenómeno de resistencia se produciría tanto en el pez, como en cáligus, debido a los mecanismos de inducción de la expresión de las proteínas de metabolización y de resistencia a fármacos en respuesta a tratamientos farmacológicos previos y a la selección histórica de cepas y poblaciones resistentes gracias a la presión farmacológica ejercida durante todos los años de aplicación de antiparasitarios. Por su parte, en la resistencia a los tratamientos por baño, predomina el efecto histórico de selección de cepas y poblaciones de cáligus resistentes. En nuestro laboratorio, hemos individualizado en cáligus y en tejidos de salmónidos algunas de las proteínas MDRs y de metabolización posiblemente involucradas en este fenómeno de resistencia farmacológica. Considerando estos antecedentes, las proteínas antes mencionadas participarían de manera importante en el fenómeno de resistencia farmacológica, no obstante siempre están presentes otros mecanismos, tales como aquellos asociados a modificaciones en los blancos moleculares y procesos celulares específicos en donde actúa cada fármaco. Entre las estrategias utilizadas para la reversión de resistencia farmacológica, destaca la utilización de compuestos naturales que inhiben la actividad y la expresión de estas proteínas de metabolización y resistencia. Se han descrito un número importante de estos compuestos (lactonas sesquiterpénicas, isoxazoles, pirazoles,

flavonoides y polifenoles en general) capaces de modular la actividad de proteínas asociadas a resistencia en diferentes modelos celulares, parasitarios y animales.

Basado en lo anterior, la hipótesis planteada es que la resistencia farmacológica observada en la caligidosis salmonídea se revierte en forma importante por medio de la administración oral de inhibidores específicos de las proteínas de metabolización y resistencia farmacológica en los peces infestados, tanto para actuar sobre los peces tratados oralmente, como también para llegar a nivel de mucus y actuar sobre los cáligus tratados con fármacos orales y de baño. Además del potencial inhibitorio de metabolización y resistencia de estas moléculas, muchas de ellas muestran propiedades antiparasitarias per se. Por tanto, en este proyecto se planteó como objetivo central, el desarrollo de prototipos de administración oral que permitan aumentar la eficacia de los tratamientos farmacológicos convencionales usados en la caligidosis, ya sea por inhibición de la resistencia, como también por actividad antiparasitaria directa.

Para ello, se aplicó el conocimiento teórico-experimental ya obtenido durante el avance de nuestra investigación en resistencia farmacológica, tanto en cáligus como en quimioterapia del cáncer, y se planteó entonces el desarrollo y búsqueda de suplementos dirigidos a inhibir la resistencia que cáligus presenta a los tratamientos farmacológicos autorizados en Chile, y de paso describir compuestos que a la vez tuvieran toxicidad directa sobre cáligus.

Como primer paso, se realizó una extensa búsqueda en todas las bases de datos bibliográficas al alcance, para luego seleccionar el máximo posible de moléculas de origen vegetal con actividad inhibitoria sobre las proteínas que han sido descritas como involucradas en la resistencia farmacológica. En este primer acercamiento se seleccionaron 180 compuestos con sus nombres de fantasía y tipo de compuesto, la proteína de metabolización y/o de resistencia a la cual afecta, el nombre científico de su fuente natural y las referencias en donde se describe su actividad y propiedades. Seguidamente, se realizó un refinamiento de esta primera búsqueda, utilizando criterios de filtro más estrictos en cuanto a efectividad y espectro inhibitorio sobre la actividad de proteínas de metabolización o de resistencia (valores de IC_{50} o K_i), accesibilidad a la fuente natural, precio del producto puro, posibilidad de compra a granel de producto semi-purificado o puro, y patentes asociadas. Este análisis más profundo permitió acceder a una lista más refinada de 15 compuestos inhibidores de resistencia y metabolización.

Los 15 compuestos inhibidores, en condiciones de alta pureza, fueron sometidos, de acuerdo a los objetivos del proyecto, a estudios de caracterización de su toxicidad sobre cáligus (efecto antiparasitario per se), citotoxicidad sobre dos líneas celulares de salmónidos, efecto sobre los niveles de expresión de mRNAs y proteínas de metabolización y resistencia a fármacos, tanto en cáligus como en las líneas celulares, efecto sensibilizador a antiparasitarios sobre cáligus y citotóxico sobre líneas celulares en aplicación conjunta con antiparasitarios.

Figura 1. Imágenes del Laboratorio de Cultivo de Cáligus, Instituto de Bioquímica y Microbiología. Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Para llevar a cabo el análisis del efecto antiparasitario y sensibilizador de los inhibidores sobre especímenes de cáligus, se montó un laboratorio de cultivo *in vitro* de cáligus en dependencias del Instituto de Bioquímica y Microbiología de la Universidad Austral de Chile. Este Laboratorio sirvió para desarrollar dos aproximaciones experimentales: (i) Sistema de cultivo del ciclo completo de cáligus sobre róbalos mantenidos vivos en el laboratorio; (ii) Sistema de mantención de cáligus adultos, tanto muestreados en terreno, como los producidos en el mismo laboratorio.

Estos sistemas de cultivo permiten la determinación de parámetros de viabilidad, sensibilidad y resistencia en cáligus vivos. En la figura 1, se muestran imágenes del laboratorio de cultivo cáligus, donde se realizó la producción del ciclo completo de parásitos crecidos sobre róbalos, además de adultos obtenidos desde los muestreos en terreno y mantenidos en el laboratorio, así como también imágenes de los distintos estadios de cáligus producidos en el laboratorio. Para la determinación del efecto de los compuestos inhibidores sobre la viabilidad de cáligus se usó el protocolo descrito en el manual de ensayos para determinación de resistencia farmacológica, en el piojo del hemisferio norte, *Sea Lice Resistance to Chemotherapeutants: A Handbook in Resistance Management*, el cual fue desarrollado por el consorcio europeo SEARCH. Este protocolo permite determinar valores de EC_{50}, que corresponden a la concentración de antiparasitario que inmoviliza o mata al 50% de los cáligus tratados, es decir, el conteo considera cáligus moribundos y muertos. También permite determinar el valor de LC_{50}, que corresponde a la concentración de antiparasitario que mata al 50% de los cáligus tratados, es decir, el conteo es sólo considera los cáligus muertos.

En forma conjunta al desarrollo del sistema de cultivo in vitro de cáligus, se implementó un sistema de ensayos de citotoxicidad de los inhibidores de resistencia y metabolización y de tratamientos antiparasitarios, utilizando cultivos de las líneas celulares de salmónidos CHSE-214 y SHK-1. En la figura 2a, se muestra a modo de ejemplo, el efecto de concentraciones crecientes del compuesto inhibidor que hemos denominado X, sobre la viabilidad de las dos líneas celulares, la figura también incluye los valores de IC_{50}, que corresponde a la concentración compuesto X que reduce la viabilidad poblacional de las células tratadas a la mitad. Por su parte, también se realizaron ensayos de viabilidad, sensibilidad y resistencia con los compuestos inhibidores en ausencia y presencia y de antiparasitarios, tanto en cáligus cultivados *in vitro*, como en cáligus obtenidos en terreno de diversos lugares de la Región de los Lagos. La figura 2b, muestra como ejemplo la viabilidad de cáligus cuando es expuesto a concentraciones crecientes del compuesto X. Como se puede observar, este compuesto tiene actividad antiparasitaria por sí mismo, con valores de LC_{50} y EC_{50} de 1,8 y 6,5 μM, respectivamente. Es importante destacar que a las concentraciones a las cuales la viabilidad de cáligus es afectada totalmente por el compuesto X (ej.: 10 μM), las células tratadas no evidencian efecto alguno sobre su viabilidad (figura 2a).

En la figura 3, se muestra, a modo de ejemplo, el efecto de concentraciones crecientes del compuesto X sobre la eficacia de los antiparasitarios benzoato de emamectina, deltametrina, cipermetrina y azametifos, a concentraciones fijas de ellos. Como se puede observar, la viabilidad de cáligus es fuertemente disminuida cuando el tratamiento antiparasitario se hace en presencia del compuesto X (figura 3, barras rojas) que en su ausencia (figura 3, barras azules). En los dos casos superiores, el efecto concentración dependencia de X es mucho más marcado.

Esta misma aproximación experimental se aplicó para analizar el efecto de los compuestos inhibidores en presencia de antiparasitarios sobre la viabilidad de las líneas celulares de salmónidos.

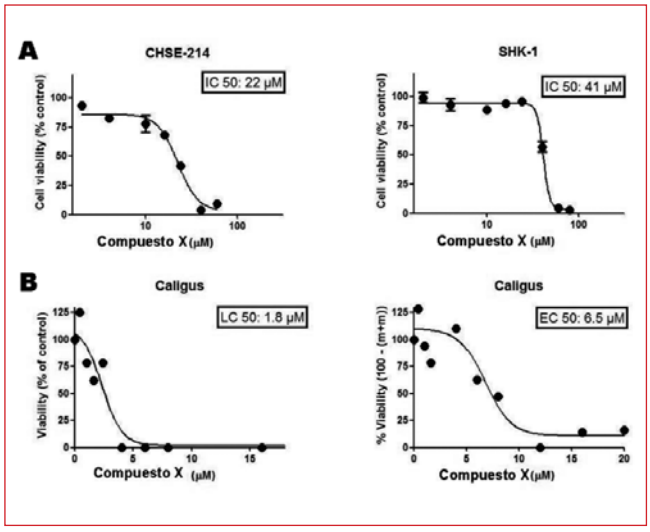


Figura 2. Efecto de compuesto "X" sobre la viabilidad de líneas celulares de salmónidos (CHSE-214 y SHK1) y en especímenes de cáligus. La viabilidad celular fue determinada a través del ensayo de MTT. La viabilidad de cáligus fue determinada usando el protocolo descrito en "*Sea Lice Resistance to Chemotherapeutants: A Handbook in Resistance Management*" desarrollado por el consorcio europeo SEARCH.

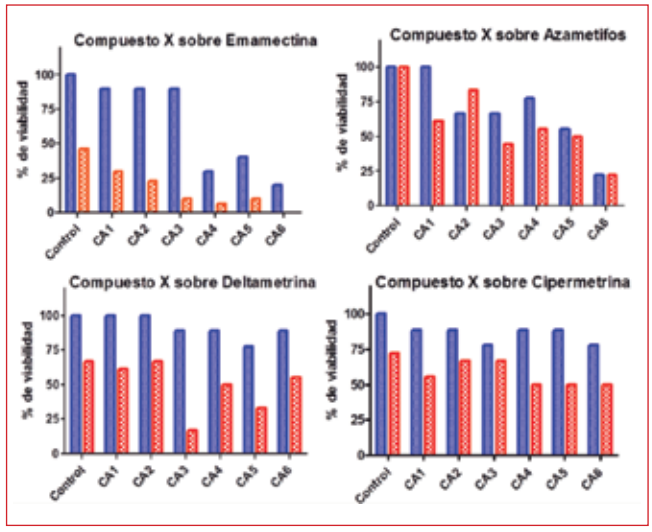


Figura 3. Efecto del compuesto "X" sobre la toxicidad de tratamientos antiparasitarios. Medidos como % de viabilidad de cáligus y cuantificados como valores de EC_{50} y LC_{50}. La viabilidad de cáligus fue determinada usando el protocolo descrito en "*Sea Lice Resistance to Chemotherapeutants: A Handbook in Resistance Management*" desarrollado por el consorcio europeo SEARCH.

En la figura 4, se muestra a modo de ejemplo, el efecto de una concentración fija del compuesto Y sobre la actividad citotóxica de concentraciones crecientes de benzoato de emamectina, deltametrina, cipermetrina y azametifos. Como se puede observar en este ejemplo, el efecto de la mezcla de compuesto inhibidor y antiparasitarios sobre la viabilidad de células CHSE-214 es prácticamente inexistente.

Por otro lado, en aquellos cáligus provenientes de los experimentos del tipo mostrados en las figuras 2 y 3, los cuales a pesar de los tratamientos realizados se mantuvieron vivos, se les midió por medio de RT-qPCR y Western blot, los cambios en los niveles de expresión de mRNAs y proteínas de metabolización y resistencia (CYP3A, FMO, GST, Pgp y MRP1). En las figuras 5, 6 y 7, a modo de ejemplo, se muestran los efectos por separado de tratamientos con los compuestos inhibidores W y Z en mezcla

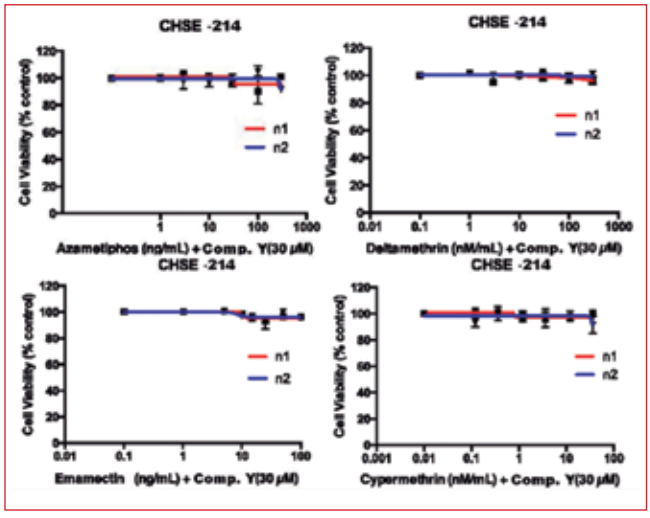


Figura 4. Efecto del compuesto "Y" en mezcla con antiparasitarios sobre la viabilidad de células CHSE-214. La viabilidad celular fue determinada a través del ensayo de MTT.

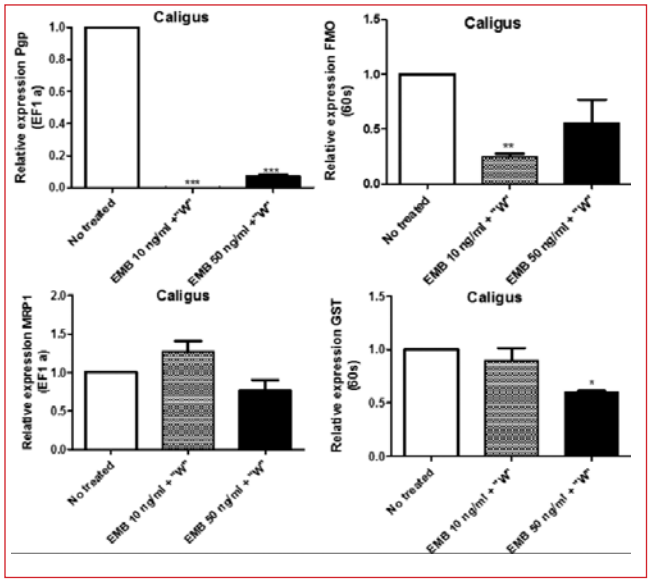


Figura 5. Efecto de compuesto "W" en mezcla con benzoato de emamectina sobre los niveles de expresión de mRNAs de proteínas/enzimas de metabolización y de resistencia a fármacos en cáligus. La cuantificación del efecto se realizó a través de RT-qPCR.

con antiparasitarios sobre la expresión de proteínas de metabolización y resistencia. Como se puede observar, tanto a nivel de expresión de mRNAs (figura 5) y de proteínas (figuras 6 y 7) el efecto de los compuestos inhibidores es marcadamente hacia la disminución de la expresión de estas proteínas y enzimas asociadas a resistencia farmacológica.

Asimismo, este enfoque experimental también fue aplicado en las líneas celulares de salmónidos, bajo la premisa de que los compuestos serán entregados en forma oral, y por tanto para los tratamientos orales con antiparasitarios se espera que la modulación de estos inhibidores también ocurra a nivel de los peces tratados con antiparasitarios, luego del tratamiento entonces, permitirán la llegada aumentada del antiparasitario a nivel de músculo/piel y mucus, en conjunto con el compuesto, y se producirá por ende efecto tóxico y de sensibilización sobre los cáligus presentes en el pez. En la figura 8, se muestra como ejemplo, el efecto del compuesto de los compuestos W, X, Y y Z sobre los niveles de expresión de la proteína de resistencia a fármacos Pgp en células de salmón SHK-1. Como se puede observar en la mayoría de los casos, estos compuestos provocan una disminución de los niveles de proteína de resistencia a fármacos, lo cual es esperable que también ocurra a nivel de tejidos metabólicos de peces.

Los resultados obtenidos para los 15 compuestos analizados, utilizando todas las aproximaciones experimentales descritas en los párrafos anteriores, se expresaron en listados ordenados de acuerdo a la capacidad modulatoria de cada uno de los compuestos para el parámetro medido, para así confeccionar un ranking final de los compuestos en relación a poder tomar decisiones en cuanto a su capacidad de efecto sobre los cuatro tratamientos antiparasitarios y sobre su toxicidad *per se*. Este listado

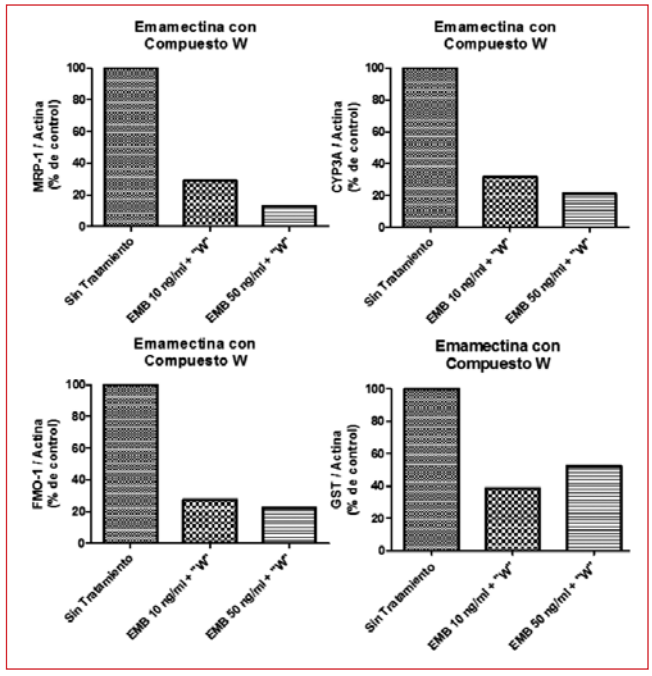


Figura 6. Efecto de compuesto "W" en mezcla con benzoato de emamectina sobre los niveles de expresión de proteínas/enzimas de metabolización y de resistencia a fármacos en cáligus. La cuantificación del efecto se realizó a través de western blot.

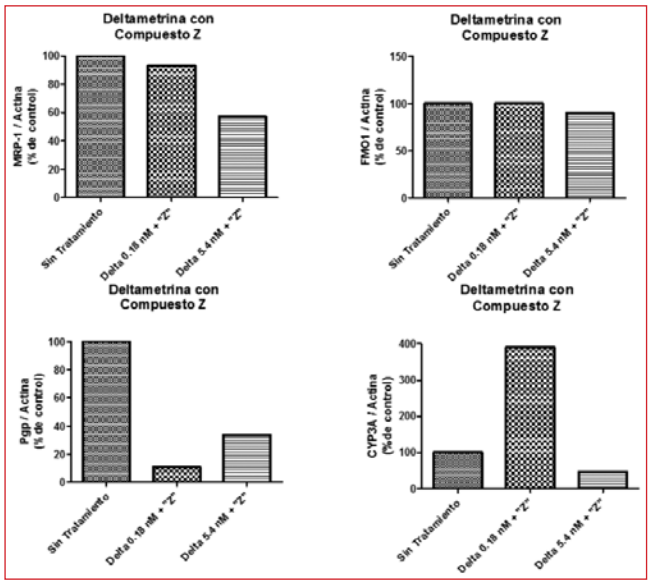


Figura 7. Efecto de compuesto "Z" en mezcla con deltametrina sobre los niveles de expresión de proteínas/enzimas de metabolización y de resistencia a fármacos en cáligus. La cuantificación del efecto se realizó a través de western blot.

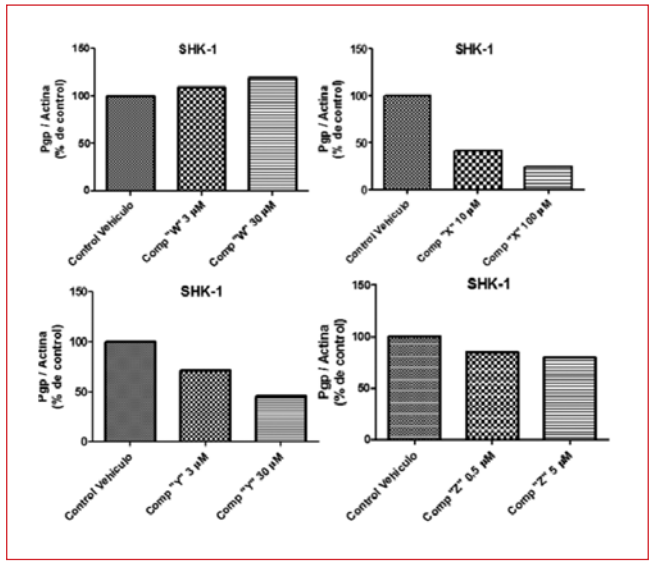


Figura 8. Efecto de los compuestos "W, X, Y y Z" sobre los niveles de expresión de la proteína de resistencia a fármacos Pgp en células de salmón SHK1. La cuantificación del efecto se realizó a través de western blot.

final combinó las siguientes características: actividad citotóxica per se sobre cáligus, capacidad de aumento de actividades antiparasitarias, mínima actividad citotóxica sobre las dos líneas celulares de salmónidos, tanto para compuestos inhibidores solos como en mezcla con antiparasitarios, capacidad de disminuir la expresión de mRNAs y de proteínas asociadas a metabolización y resistencia a drogas per se y también en mezcla con antiparasitarios, tanto en líneas celulares de peces como en los especímenes de cáligus. A partir de este análisis final, se seleccionaron varios compuestos inhibidores, de forma más destacable se puede decir que, el primero de ellos tiene actividad de inhibición de resistencia transversal, es decir, funciona en tratamientos con benzoato de emamectina, como con los piretroides deltametrina y cipermetrina. El segundo, es específico para tratamientos con piretroides. Y el tercero, es específico para tratamientos con benzoato de emamectina. De forma muy interesante, estos tres compuestos tienen actividad antiparasitaria *per se*.

En estos momentos, dos de los compuestos seleccionados fueron preparados en mezcla con alimento en la empresa Biomar SA., en tres dosificaciones, y están siendo sometidos a estudios de cinéticas de toxicidad en peces mantenidos en condiciones controladas por medio de análisis histopatológicos. Asimismo, se están realizando estudios de respuesta a nivel de expresión de proteínas/enzimas de metabolización y de resistencia a drogas en ensayos de la misma naturaleza, como también estudios asociados al ajuste de dosis y tiempos de tratamientos en conjunto con benzoato de emamectina, y por tanto, también poder medir aumentos de niveles de benzoato de emamectina en músculo y mucus de los peces tratados.

Una vez terminados estos estudios, se procederá a realizar las pruebas de desafíos con cáligus para determinar la capacidad de estos compuestos de mejorar la respuesta farmacológica en peces tratados con los antiparasitarios usados contra cáligus.

Conclusión

Hasta el momento, no existen en el mercado productos similares, los cuales no sólo mejoren la actividad antiparasitaria de los fármacos autorizados, sino que también tengan actividad antiparasitaria por sí mismos. El desarrollo de esta plataforma científico tecnológica permitirá disminuir el uso de antiparasitarios y generar investigación hacia un enfoque natural como plataforma de modulación de resistencias farmacológicas, situación actualmente inexistente en el país. En ese contexto, en estos momentos se está preparando un proyecto que cubre principalmente las pruebas en terreno con los moduladores de resistencia para tratamientos con piretroides y también mediciones específicas de sus capacidades antiparasitarias per se. Asimismo, se contemplan estudios con los extractos de vegetales en donde se encuentran altamente enriquecidos los compuestos seleccionados. Se espera que este tipo de desarrollos permitan disminuir fuertemente el alto costo de inversión en tratamientos antiparasitarios, tanto a nivel de dosis, como de frecuencia de tratamientos, así también, reducir las pérdidas productivas asociadas a las disminuciones de crecimiento y de la calidad del filete de salmón, y a su vez minimizar los costos asociados a infecciones secundarias. Además de lo anterior, y de forma no menos importante, las soluciones generadas a partir de este conocimiento provocarán una disminución en la contaminación química asociada a la necesidad masiva y voluminosa de las prácticas terapéuticas usadas contra esta parasitosis.

Finalmente, el desarrollo de estos proyectos permitirá también generar investigación de primera línea cuyos productos son exportables hacia otros sectores productivos que evidencian fenómenos de resistencia farmacológica.

Apoyo en la lucha contra la caligidosis

Con un mejoramiento continuo y que se adapta a cada cliente en particular, según sus procedimientos e infraestructuras.

COMERCIAL EcoGrup

PRODUCTOS

Faldones para baño de caligus

Lona cerrada para baño de caligus

Toldos y cubre alimentos

Ropa de Agua

Telas Industriales

Redes de Cultivo

BioLonas

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Resistencia a la tracción y al desgarro.
- Estructuraciones resistentes para cada cliente en particular.
- Herméticamente desarrolladas.
- Peso ideal para un fácil manejo.
- Flotabilidad Neutra muy fácil de operar.
- Sistemas de lastre de acuerdo a las características de cada centro.
- Velocidad de entrega.
- Servicios de reparaciones.
- Servicios de modificaciones de lonas.
- Porta BioLonas.
- Durabilidad garantizada mínima un ciclo de cultivo.
- Para cultivos de agua mar y dulce.

Fono: (65) 2 277 601 Celular: +56 9 9696122 Contacto: EdoTrujillo@biolona.com www.biolonas.cl

ENVASES IMPRESOS
ROBLE ALTO
60 AÑOS DE EXPERIENCIA EN
CARTÓN CORRUGADO
Teléfono de Contacto: (562) 2444 24 00 - Contacto@envases.cmpc.cl
Plantas: Til Til - Buin - Osorno.
www.cmpc.cl

ELEGANCIA Y CALIDEZ

Certificado de excelencia
GANADOR EN 2014
tripadvisor
Hotel Manquehue
Puerto Montt

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

Puerto Montt

Av. Seminario 252
Puerto Montt · Chile
Tel.: +56 (65) 2331000

Santiago

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

MANQUEHUE
HOTELES

www.hotelmaquehue.cl
reservas@manquehuehoteles.cl

UN NUEVO SERVICIO PARA LA MITILICULTURA REGIONAL

Identificación de larvas de mejillón mediante técnicas moleculares

Jaime Vargas; Valentina Prida; Estrella Hernandez; Marcela Astorga
Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile. Puerto Montt
www.genuach.cl

PROBLEMA

La base de la industria miticultora está sentada en la captación de semillas desde el medio natural mediante la puesta de colectores para la fijación larval, pero en el plancton marino también existen larvas de otras especies de mitílidos con menor importancia económica, como la cholga y el choro zapato. Por tratarse de dos especies de menor valor, puede llegar a ser de gran importancia identificarlas y poder discriminar aquellas zonas de abundancia de larvas de chorito, lo que resultaría útil para la industria mitícola, debido a que asegura una mejor producción en base a una mayor captación de semillas.

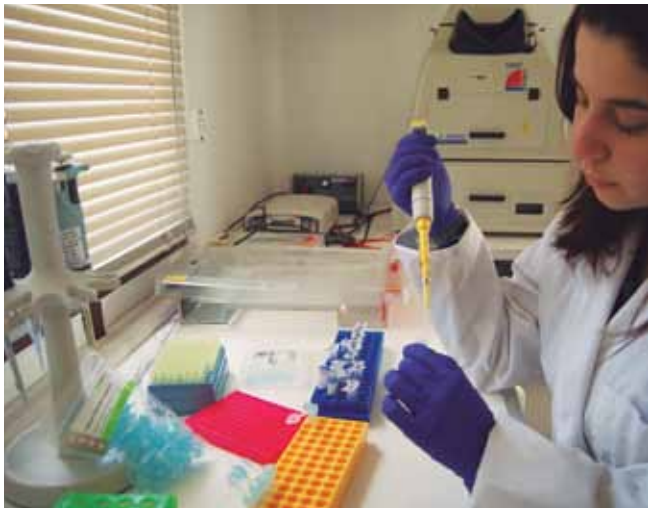
Actualmente la empresa procede a colocar colectores en los periodos que históricamente han presentado captación, sin perjuicio de esos conocimientos desarrollados en el sector, no siempre existe certeza de la presencia de larvas de mejillón en la columna de agua y mucho menos existe certeza en la identificación de la especie. El problema surge cuando disminuye la captación y se desconocen sus causas, generando incertidumbre y desfavoreciendo la sustentabilidad de la industria en el tiempo.

OPORTUNIDAD

Para establecer el momento preciso en la puesta de colectores para la captación de semillas, las empresas realizan análisis en muestras de agua, que permiten establecer la presencia (o ausencia) de larvas de mitílidos. La actual metodología de análisis se basa en la identificación morfológica de las larvas, en el cual las muestras de agua son visualizadas mediante microscopia óptica, e identificadas mediante caracteres morfológicos discriminantes, lo cuales pueden variar entre tamaño y grosor de la concha o largo de la línea charnelar entre otros (Lutz, 1982). El nivel de resolución de dicha técnica no permite discriminar claramente entre especies presentes si no se tiene un analista experto, lo cual disminuye la exactitud del resultado.

En base a esto, resulta interesante establecer métodos certeros y rápidos para la identificación larval de *Mytilus chilensis*, discriminando la presencia de otras larvas de mitílidos de menor valor comercial a través de análisis con técnicas moleculares eficientes, ya sea en resultado, rapidez y costos. De esta forma se integran otros tipos de tecnologías a la industria mitilicultora,

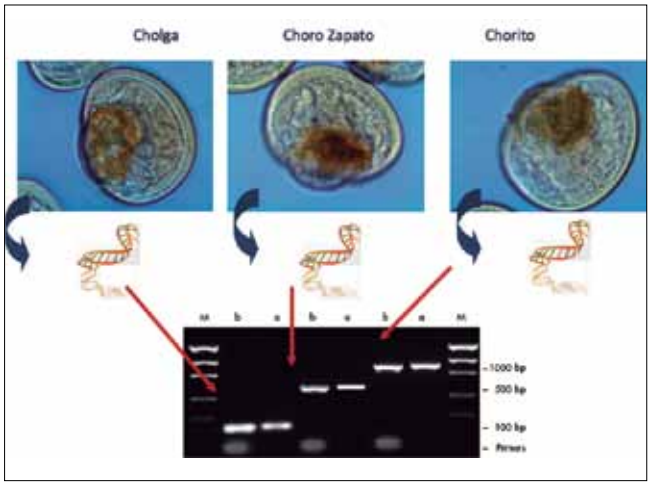
mejorando la capacidad tecnológica de la industria en pro de aumentar su sustentabilidad y entregar a los cultivadores información certera que apoye en la gestión productiva.

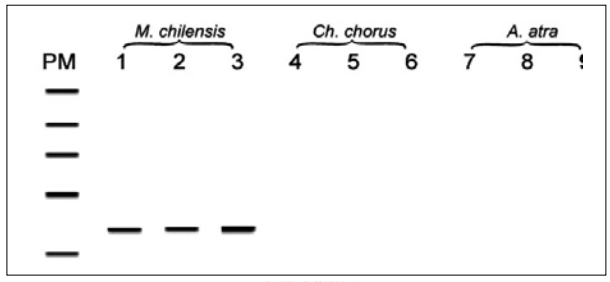


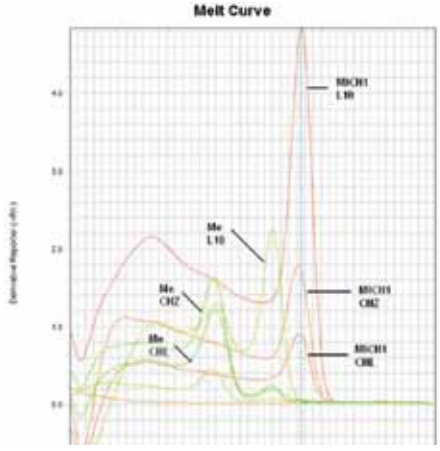
EL NUEVO SERVICIO

Con la llegada de las herramientas moleculares, se tiene la oportunidad de aplicar estas técnicas a cualquier estadio de moluscos, utilizando marcadores genéticos recientemente desarrollados. Los métodos de identificación de especies basados en el ADN pueden ser más costosos que las técnicas morfológicas tradicionales, sin embargo, éstas tienen la ventaja de ser fácilmente utilizadas entre las diferentes etapas de vida del individuo, debido a que estas no varían a lo largo del desarrollo. Así, los marcadores de ADN han sido desarrollados y usados para discriminar entre los estadios de vida de diferentes especies de mitílidos (Wood, 2003; Toro, 2004). Este interés en la diferenciación ha llevado al reciente desarrollo de métodos alternativos como PCR-RFLP para la identificación de especies del mejillón *Mytilus* (Fernández-Tajes, 2011) u otras técnicas para discriminar entre diversas especies de mitílidos.

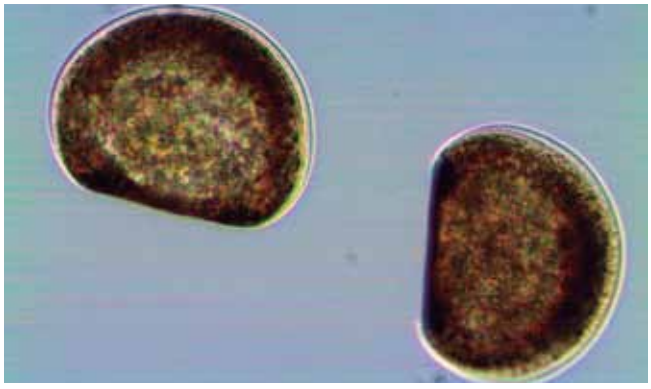
En base a esto, mediante el proyecto "IDENTIFICACION DE LARVAS DE MEJILLÓN MEDIANTE TECNICAS MOLECULARES: UN NUEVO SERVICIO PARA LA MITILICULTURA REGIONAL", financiado por el Fondo de Innovación y Competitividad FIC - del







Gobierno Regional de Los Lagos y ejecutado por la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt, a través de su Laboratorio de Genética Molecular, sentó las bases para la elaboración de un servicio de identificación genética de larvas de mejillón (*M. chilensis*) mediante técnicas moleculares de alta fidelidad, para ser usadas por agentes privados y públicos relacionados con la industria.



El objetivo del proyecto fue "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", identificación certera de la presencia de larvas de mejillón chileno en la columna de agua, diferenciándola de las restantes especies de mitílidos.

HERRAMIENTAS MOLECULARES

A través de la iniciativa se analizó el ADN de larvas y adultos de cada especie, y se evaluaron diferentes métodos moleculares; consistentes en PCR-RFLP con diversas enzimas de restricción, utilización de genes variables, micro satélites específicos de *M. chilensis* y qPCR.

Finalmente, a partir de la evaluación de estos cuatro métodos fue posible establecer una forma rápida de diferenciación molecular entre especies, definiendo dos técnicas moleculares, por ser las más efectivas y eficientes para colocar a disposición de la industria mitilicultora

SERVICIOS DEL LABORATORIO DE GENÉTICA MOLECULAR

1.- Identificación molecular de larvas de mitílidos.

Este servicio consta de la identificación molecular de larvas de chorito, determinando presencia o ausencia de larvas de *Mytilus chilensis.*

2.- Cuantificación de larvas de chorito en el plancton.

Este servicio permite cuantificar los porcentajes de larvas de chorito *Mytilus chilensis* desde muestras de agua con larvas de mitílidos en general. Además establece presencia y ausencia de esta especie determinando su porcentaje en relación a otras especies.

3.- Caracterización de semillas en colectores de choritos.

Cuantificación de porcentajes de cobertura de chorito *Mytilus chilensis* en colectores con semillas recién fijadas, mediante análisis genético molecular. Este servicio puede ser complementado con análisis microscópicos tradicionales.

4.- Caracterización genética de recursos marinos.

Es posible determinar el nivel de variabilidad genética de recursos de cultivo para establecer el nivel de "calidad genética" de un stock de cultivo, o de un grupo de reproductores para inicio de reproducción en laboratorio.

Ventajas de realizar un análisis molecular para la identificación de larvas y semillas de *mytilus chilensis* en la columna de agua

- Información más confiable y certera.
- Rapidez en la entrega de resultados.
- Desarrollo tecnológico para la industria.
- Servicio innovador, permite la generación y acumulación del conocimiento para lograr la innovación en el sector miticultor, dado que no se realiza en Chile y tampoco se realiza oficialmente en otros países mejilloneros como España.
- Sienta las bases para la investigación aplicada y por consecuencia un mayor desarrollo del sector.

PROYECCIONES FUTURAS

La implementación de procesos innovadores, como los generados a partir de esta investigación, permiten desarrollar un proceso de transferencia para aumentar la sustentabilidad de la industria, específicamente en este caso para la mitilicultura. A partir de estos resultados, a su vez es posible formular nuevas preguntas para resolver de forma eficiente problemáticas que presente la industria, todas estas con la finalidad de generar conocimiento que permita mayor sustentabilidad de los procesos industriales en la acuicultura.

BIBLIOGRAFIA

Fernández-Tajes, J., A. Longa, J. García-Gil, Y.W. Chiu, Y.S.Huang, J. Méndez & R.S. Lee. 2011. Alternative PCR-RFLP methods for mussel Mytilus species identification. Eur. Food Res. Technol., 233: 791-796

Toro J.E, A.C Alcapán, J.A Ojeda, A.M Vergara. 2004 A. Selection response for growth rate (Shell height and live weight) in the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupe, 1854).

Wood, A. R., Beaumont, A. R., Skibinski, D. O., Turner, G. 2003. Analysis of a nuclear-DNA marker for species identification of adults and larvae in the *Mytilus edulis* complex. J. Moll. Stud. 69: 61-66.

Rawson P.D., Joyner K. L., Meetze K., Hilbish T. J. 1996. Evidence for intragenic recombination within a novel genetic marker that distinguishes mussels in the *Mytilus edulis* species complex. Heredity 77. 699-607.

Leasing Operativo

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

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

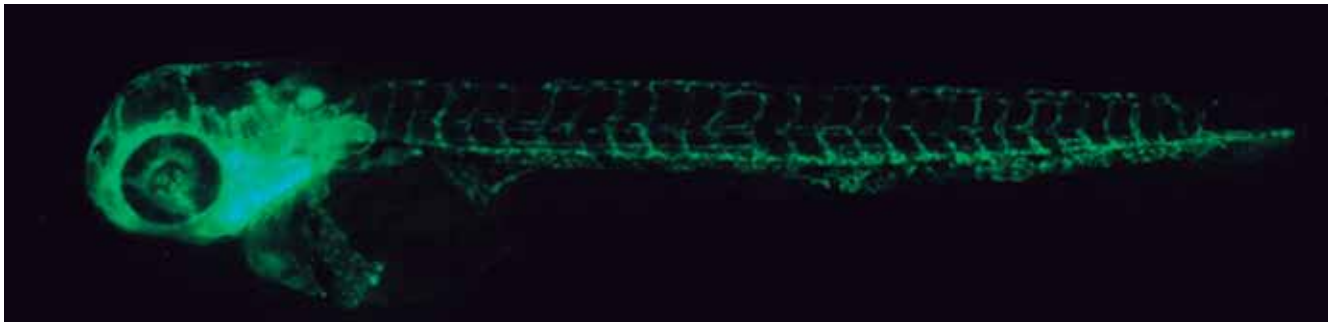
rentacar@salfasur.cl
www.salfasur.cl
Arriendo Diario · Semanal · Mensual · Anual

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

Un nuevo enfoque para el mejoramiento DEL BIENESTAR DE LOS PECES EN CULTIVO

Carmen G. Feijóo[1] y Ariel E. Reyes[1,2]

[1] Laboratorio de Biología del Desarrollo, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Andrés Bello.
[2] Interdisciplinary Center for Aquiculture Aquaculture Research, (INCAR) Concepción, Chile.



Situación sanitaria nacional del cultivo peces de importancia económica

Uno de los factores gravitantes en el desarrollo de la salmonicultura nacional ha sido el aumento sostenido en la intensidad del sistema productivo, reflejado principalmente en el incremento en las densidades de siembra de peces en cultivo. Esta situación permitió que durante la última década la industria nacional haya crecido a tasas de hasta 10% anual (SalmonChile, 2013). Sin embargo, esta estrategia ha demostrado no ser sustentable en el tiempo, ya que generó el deterioro de la condición sanitaria de la industria salmonera nacional (Gárate, 2008).

Actualmente, los niveles de producción de salmónidos en Chile han llegado a niveles previos a la crisis del virus ISA. Este aumento en la producción, más de 700.000 toneladas al año, ha generado también el incremento de diversas patologías. Esto se atribuye a un fenómeno complejo y multifactorial, por lo que la salmonicultura nacional ha recurrido al uso de distintas estrategias para minimizar el impacto de las enfermedades en los cultivos. El tratamiento de primera elección ha sido el uso de antibióticos, convirtiéndose en una modalidad de uso rutinario en el sector. Estos tratamientos farmacológicos han demostrado no ser suficientemente eficientes para los requerimientos de la industria salmonera. Por ejemplo, en enfermedades de lento progreso, como el *Caligus rogercresseyi* o *Flavobacterium psychrophilum*, se generan laceraciones en la piel que requieren de una respuesta inmune rápida y eficiente que evite el ingreso de otros patógenos, para así evitar aumentar el cuadro patológico. Existen antecedentes que indican que el uso masivo de antibióticos por la industria acuícola, ha generado selección de bacterias resistentes, eliminando también las bacterias benéficas. De esta forma se reduce la competencia contra microorganismos patógenos, comprometiendo la respuesta inmune a niveles terapéuticos (Lunden y Bylund., 2002; Serezlí y col., 2005), y generando efectos nocivos para el medio ambiente, en contraposición al concepto de acuicultura sustentable.

Otra estrategia utilizada desde hace más de una década en acuicultura, es la vacunación de peces como medida de protección, maniobra que no ha sido del todo exitosa como en la ganadería. Si bien para peces existen vacunas contra un pequeño número de bacterias, que permiten reducir la mortalidad en caso de infección, todavía no están cubiertas enfermedades de origen viral o parasitario. El método de vacunación más efectivo actualmente es la inyección intraperitoneal, que presenta desventajas importantes como: que los peces deben ser sedados y manipulados generando altos grados de estrés, no se puede usar en peces de menos de 15 gramos, y el procedimiento requiere más mano de obra.

Otro aspecto que condiciona la salud de los peces es la alimentación. Uno de los insumos principales en dietas para salmónidos y peces marinos de interés comercial es la harina de pescado, recurso que se encuentra desde hace más de una década en un máximo nivel de producción. En este escenario, la harina de pescado se ha convertido en una limitante debido a los incrementos en la demanda, aumento de precio y reducción de recursos pesqueros marinos. Dada esta situación, se está estudiando el efecto, en el crecimiento como en la salud de los peces, del reemplazo de la harina de pescado por proteínas de origen vegetal (Bakke-Mckellep et al., 2000; Refstie y cols., 2000; Krogdahl y cols., 2003; Uran y cols., 2008; Hedrera y cols., 2013; Lund y cols., 2013). En comparación con la harina de pescado, la mayor parte de la materia prima vegetal contiene poca proteína y altos niveles de hidratos de carbono. La soya, el poroto, el lupino, la arveja, el gluten de trigo y el maíz tienen relativamente alto contenido de proteínas, por lo que son considerados una buena fuente para la alimentación de peces de cultivo. Los productos derivados de la soya han sido los de primera elección debido a su contenido aminoacídico, bajo precio y alta disponibilidad. El problema que presenta esta alternativa, es que la soya contiene factores anti-nutricionales que

afectan el crecimiento y la salud de los peces. Actualmente, existen diversos estudios que muestran que la harina de soya genera inflamación intestinal (enteritis) en diferentes especies de salmónidos, principalmente en el salmón del Atlántico y en menor cuantía en la trucha arcoíris, entre otros peces (Romarheim y cols., 2001; Merrifield y cols., 2009; Krogdahl y cols., 2003; Bakke-McKellep y cols., 2000, Hedrera y cols., 2013).

Para resolver este problema el primer paso, es la identificación y evaluación de materias primas de origen vegetal disponibles en el país, que podrían ser utilizadas como fuentes proteicas alternativas a la harina de pescado, debido basados en sus características físicas, químicas, biológicas y económicas. La incorporación de nuevas materias primas en las dietas para peces no deben representar un riesgo para su salud, por lo tanto es necesario determinar previamente los posibles efectos negativos a través de métodos de la optimización del valor nutricional de los ingredientes. En peces de importancia comercial, la estrategia utilizada para determinar los efectos negativos de diferentes ingredientes presentes en la dieta, implica realizar ensayos de alimentación por largos períodos de tiempo (>30 días), monitoreando el estado de salud de los peces, principalmente mediante estudios histológicos y de función intestinal. Estos ensayos son costosos, consumen tiempo y requieren de equipamiento y personal especializado.

Con la idea de contribuir en la búsqueda de soluciones para la industria acuícola, estamos realizado estudios nutricionales utilizando al pez cebra (*Danio rerio*) como modelo de peces teleósteos, proyectamos que nuestros resultados podrían complementar los obtenidos de otros peces de importancia comercial, basados en que los peces teleósteos (p.e. salmónidos, merluza, atún, tilapia, congrio, seriola y lenguado), presentan similitudes fisiológicas y genéticas, por la alta conservación de sus genes.

El pez cebra como modelo de estudio

El pez cebra es uno de los modelos importantes en el estudio de la biología del desarrollo y genética en vertebrados. Este pez se ha utilizado como modelo en áreas tan diversas como el comportamiento animal, estudio de la dentición, enfermedades degenerativas y cáncer (Feierstein y cols., 2014; Blackburn y Langenau, 2014; Schlegel y Gut, 2015; Bruneel y cols., 2015; Cunliffe y cols., 2015). Entre sus ventajas está que la fertilización es externa y la disponibilidad diaria de un alto número de ovas (más de 200 por pareja). Gracias a esto, y al tamaño de los embriones y larvas, es posible realizar análisis a gran escala distribuyendo los embriones o larvas de forma individual o en grupos, en placas de multipocillo, utilizando pequeños volúmenes de agua o medio (0,5 a 2mL), reduciendo considerablemente los costos por ensayo.

El pez cebra presenta además, un desarrollo embrionario y larval cortos (Kimmel y cols., 1995). Al primer día post-fertilización (dpf) el embrión tiene el plan del cuerpo completo. Al segundo dpf el sistema inmune innato es funcional y se activa frente a estímulos de daño mecánico, presencia de patógenos o irritantes (Sullivan y Kim, 2008). Al quinto dpf el intestino es funcional y la larva es capaz de alimentarse (Ng y cols., 2005). Durante el estadio larval todos los órganos y sistemas se encuentran funcionales, lo que hace a estos individuos fisiológicamente equivalentes a un pez adulto. Actualmente, se ha alcanzado un alto conocimiento de la biología de este pez, tanto en la respuesta inmune como el desarrollo y funcionamiento del tubo digestivo (Sullivan y Kim, 2008; Ng y cols., 2005; Oehlers y cols., 2011). Este conocimiento nos ha permitido detectar y estudiar alteraciones generadas por componentes de la dieta, sobre procesos fisiológicos de interés para la acuicultura. Otro potencial uso de este modelo, es el estudio de los mecanismos usados por diferentes patógenos para superar las barreras del sistema inmune y generar la infección, ya que es posible analizar en detalle las diferentes respuestas gatilladas, por ejemplo, dependiendo de los agentes causantes de la patología como virus, bacterias o parásitos.

Otro atractivo de este modelo radica, en la posibilidad de realizar estudios *in vivo*, gracias a la transparencia de embriones y larvas, marcando células específicas con proteínas fluorescentes (por ejemplo GFP, *green fluorescent protein*), permitiéndonos identificar tipos celulares, tejidos u órganos distintos en el pez (Figura 1).

Finalmente, el genoma del pez cebra está secuenciado, facilitándonos el acceso a los componentes moleculares de la fisiología del animal, la manipulación de la expresión de genes, el análisis de la expresión espacial y temporal de genes, y muy importante, la búsqueda e identificación de genes con funciones nuevas o conservadas entre especies (genes ortólogos) (Fuentes y cols., 2008; Delgado y cols., 2008; Marcellini y cols., 2010; Escobar y cols., 2011; Galdames y cols., 2014).

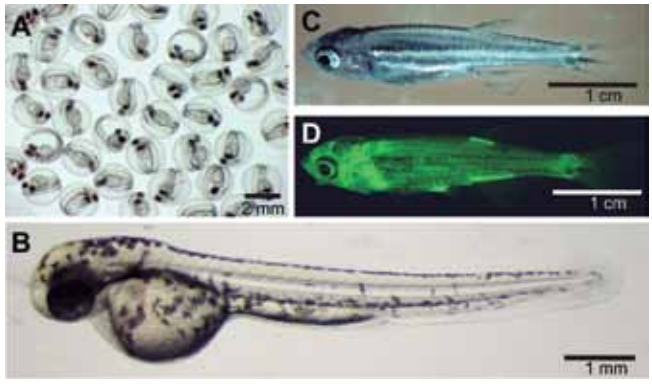


Figura 1. El pez cebra. A, embriones de pez cebra de 36 horas post-fertilización (hpf) antes de la eclosión. B, larva de 60 hpf. C y D, pez transgénico *fli1::eGFP* de 1 mes de vida observado en campo claro y bajo fluorescencia.

Inmunidad contra patógenos

El sistema inmune innato es esencial para la sobrevivencia de los peces, ya que es el primero en desarrollarse, en cambio, el sistema inmune adaptativo es rudimentario comparado con el de mamíferos. Esto se debe a que los peces son el primer *phylum* animal que presenta esta rama del sistema inmune.

El sistema inmune innato, está compuesto por la piel (barrera física); el componente humoral, formado por el sistema del complemento, enzimas antimicrobianas y citoquinas, entre otros; el componente celular, donde destacan neutrófilos, monocitos/macrófagos y células citotóxicas no específicas, que se piensa son equivalentes a las células asesinas descritas en mamíferos (Magnadottir, 2010).

Cuando los peces son atacados por un patógeno, rápidamente se activa la respuesta inmune innata, no específica, gatillando la liberación de moléculas señalizadoras que permiten la migración de células inmunes, produciendo la inflamación. Las primeras células en llegar al tejido inflamado son los neutrófilos, responsables de la destrucción de patógenos. Luego los macrófagos, otro tipo de células inmune, se encargan de eliminar (fagocitar) los restos celulares y de patógenos que aún persistan en el lugar afectado. Esta respuesta suele ser muy eficiente y dependiente de las condiciones de bienestar en que se encuentren los peces. Factores como hacinamiento, estrés, malnutrición, cambios en la temperatura y en los niveles de oxígeno reducen la respuesta inmune.

Actualmente, existe una gran diversidad de enfoques posibles para el control y tratamiento de enfermedades en peces. Alternativas como el uso de aditivos (pre y pro-bióticos, inmunoestimulantes), antibióticos y vacunas, centran su función en mejorar la respuesta inmune, con el fin de eliminar o reducir el efecto de los patógenos. Los antibióticos son una estrategia terapéutica, que se administra luego de la aparición de una enfermedad. Las vacunas son una estrategia preventiva y dependen de la estimulación del sistema inmune del individuo.

La generación de una vacuna considera etapas como la obtención del antígeno, que puede ser una proteína recombinante o bacterina. Luego, se elabora una emulsión, mezclando el antígeno con un adyuvante, para finalmente vacunar. En peces se debe esperar aproximadamente 300 UTA (unidades térmica acumuladas) para determinar el título de anticuerpo generado por los peces (IgM), para luego realizar el desafío y determinar su efecto final. Esta estrategia, permite evaluar la eficacia y eficiencia de la formulación en estudio, pero no siempre la vacuna generada es efectiva en el control del patógeno. En este sentido, la realización del proceso completo es riesgoso, además de largo y costoso. Como estrategia alternativa, en el laboratorio hemos comenzado a estudiar el proceso de generación de vacunas por etapas. Comenzamos con la selección de antígenos con alta capacidad inmunogénica, basados en que a mayor inmunogenicidad mayor será la presentación de éste y más potente la producción de anticuerpos específicos. Para seleccionar el antígeno se analiza su actividad inmunogénica de forma aislada y en mezcla con un adyuvante en períodos cortos de tiempo. Esta prueba es importante ya que muchos antígenos por si solos no generan respuesta inmune, pero si lo hacen en conjunto con un adyuvante, y en niveles superiores al adyuvante solo. Este punto es elemental, ya que se podría inducir la generación de una respuesta inespecífica producto del adyuvante y no de la vacuna (Figura 2) (Solis y cols., 2015). Usar al pez cebra en estos ensayos, reduce el tiempo de obtención de resultados. Las larvas se incuban con distintas las formulaciones a analizar por tiempos cortos (1 minuto) y luego se monitorea la migración de neutrófilos hacia una región de interés cada 1 ó 2 horas, por aproximadamente 8 horas (Figura 2). A mayor número de neutrófilos desplazados hacia la región de interés, mayor es la capacidad inmunogénica de la formulación.

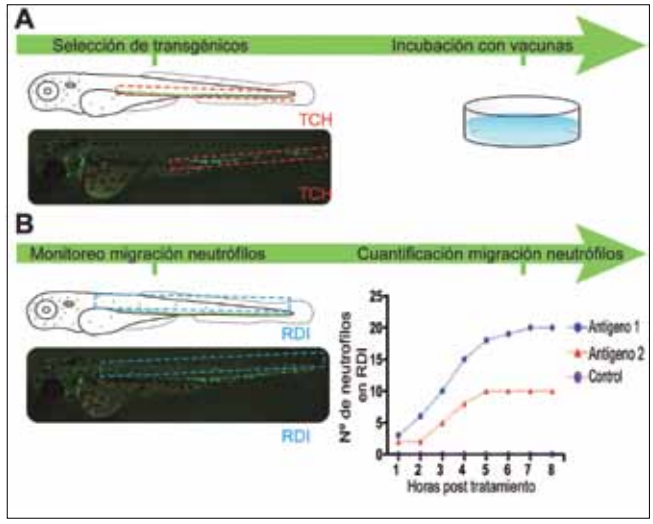
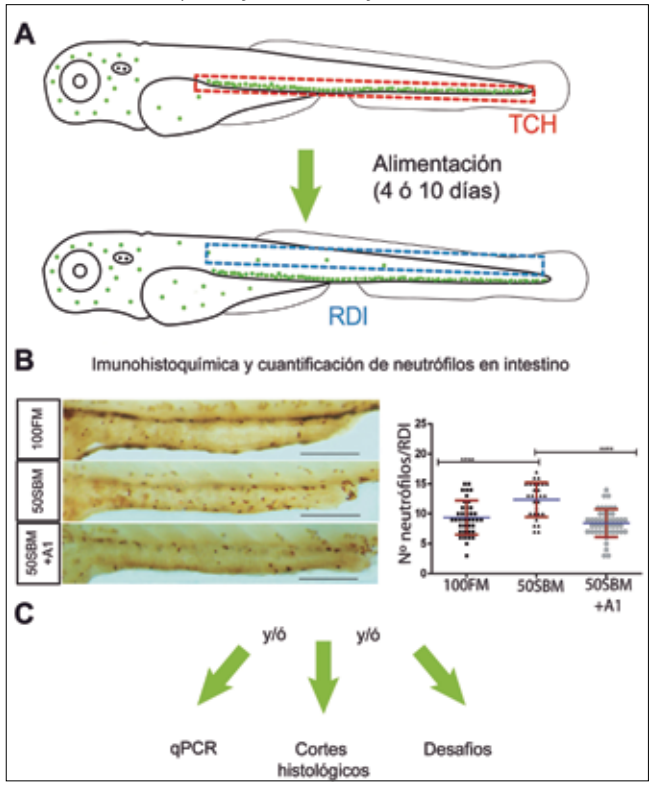


Figura 2: Estrategia utilizada para la identificación *in vivo* de antígenos altamente inmunogénicos. TCH, región caudal hematopoyética; ROI, región de interés.

Inmunidad nutricional

Actualmente se ha demostrado que la harina de soya genera inflamación intestinal en peces de cultivo (Knudsen y cols., 2007; Bakke- Mckellep y cols., 2000), y que la gravedad del efecto depende del porcentaje de inclusión en las dietas y de la especie de pez. La inflamación intestinal puede gatillar distintos efectos deletéreos en los peces como baja en la talla y peso, reducción de la respuesta contra patógenos o incluso la muerte.

Interesantemente, en el pez cebra es posible reproducir la inflamación inducida por soya (Hedrera y cols., 2013). Mostrando



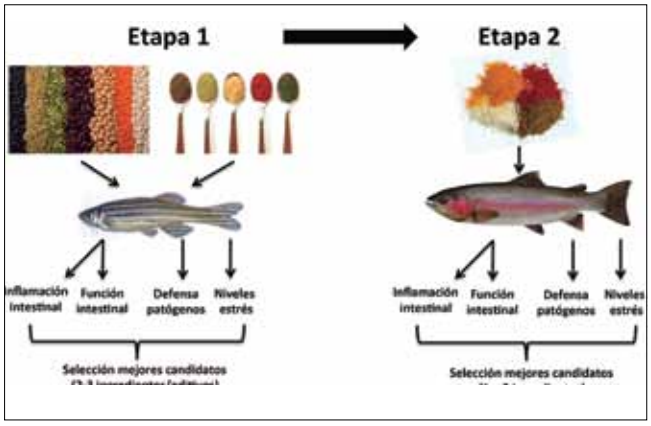


Figura 4: Nueva estrategia propuesta para el *screening* de ingredientes o aditivos para dietas de peces de importancia comercial.

que los efectos desencadenados por la harina de soya son los mismos reportados para peces de importancia acuícola. Larvas alimentadas con una dieta que contiene 50% harina de soya desarrollaron inflamación intestinal a dos días del inicio de la alimentación. Además, se determinó que la saponina y no el aislado proteico de soya, es el gatillante de la respuesta inflamatoria intestinal, mostrando que en este caso hay conservación de la respuesta fisiológica a la soya entre diferentes especies de peces. Existen diferencias entre especies en cuanto al nivel de enteritis que produce la adición de harina de soya en la dieta, por ejemplo entre salmón del Atlántico, trucha arcoíris y el pez cebra. Lo relevante es que en las tres especies la soya causa inflamación intestinal, la que se debe principalmente a la saponina. Más aún, se detectó el aumento de las mismas citoquinas pro-inflamatorias, sugiriendo que los mecanismos moleculares de este proceso también estarían conservados. Otros estudios muestran que la ingesta de una dieta que contiene harina de soya reduce la tasa de crecimiento de salmónidos, carpa, tilapia, besugo y el pez cebra (Pongmaneerat y cols., 1993; Medale y cols., 1998; Fontaínhas-Fernandes y cols., 1999; Gómez-Requeni y cols., 2004; Mundheim y cols., 2004; Ulloa y cols, 2013). Estos hallazgos sugieren que tanto estos procesos biológicos y sus mecanismos moleculares, serían comunes entre diferentes especies de peces, independientemente de la distancia evolutiva o las condiciones ambientales en que éstos se desarrollen. Lo anterior, nos permite pensar que es posible utilizar al pez cebra, en una primera etapa, para identificar nuevos ingredientes proteicos de origen vegetal, que conduzcan a generar dietas para especies nuevas de peces para cultivo, o bien para la reformular dietas actualmente en uso.

En el laboratorio realizamos estudios sobre el efecto de diferentes aditivos sobre la respuesta del pez cebra a patógenos y a distintas dietas (Figura 3). Estos ensayos son realizados en tiempos considerablemente menores que en los que se utilizarían en especies de importancia comercial y con un costo menor. Así, los análisis en pez cebra podrían ser usados para realizar una búsqueda (*screening*) a mediana escala, para jerarquizar aditivos según sus propiedades inmunoestimulantes, anti-inflamatorias o de resistencia al stress.

La estrategia propuesta para la identificación de nuevos ingredientes o aditivos para dietas que favorezcan el bienestar de los peces se muestra en la Figura 4. La primera etapa (preselección) se desarrollaría usando pez cebra, para evaluar un número elevado de ingredientes o aditivos de forma rápida. La segunda etapa (aplicación) considera la confirmación, de los efectos generados por los ingredientes/aditivos seleccionados, en la especie de interés. Esta metodología evitaría la evaluación de todas las alternativas disponibles directamente en peces de importancia comercial, como actualmente ocurre, reduciendo de esta forma los costos y tiempo experimentación.

Finalmente, es importante mencionar que los ensayos usando al pez cebra como modelo no pueden sustituir el análisis en peces de cultivo intensivo, ya que los resultados obtenidos en los estudios con pez cebra no pueden extrapolarse directamente a otras especies de peces. Nuestro énfasis está en que los ensayos usando al pez cebra, servirán para complementar la información con la que contamos proveniente del estudio en especies de interés comercial, con el objetivo de contribuir a la comprensión de cómo se orquesta la respuesta fisiológicas del pez en cultivo durante el crecimiento y la inflamación.

Bibliografía

1. **Bakke-McKellep AM., y cols (2000)** J. Fish Dis. 23: 115–127.
2. **Blackburn JS y Langenau DM. (2014)** Dis Model Mech. 7:755-762.
3. **Bruneel B., y cols (2015)** Zebrafish. 12:1-10.
4. **Cunliffe VT., y cols (2015)** Seizure. 24C:44-51.
5. **Delgado I., y cols (2008)** Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 151:197-202.
6. **Escobar S., y cols (2011)** Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 159:140-7.
7. **Feierstein CE., y cols (2014)** Neuroscience. doi: 10.1016/j.neuroscience.2014.11.046
8. **Fontaínhas-Fernandes, A., y cols (1999).** Aquacult. Int. 7:57–67
9. **Fuentes E., y cols (2008)** Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 150:93-102.
10. **Galdames JA., y cols (2014)** J Immunol. 193:372-8.
11. **Gómez-Requeni, P., y cols (2004).** Aquaculture 232:493–510.
12. **Hedrera, M., y cols (2013).** PlosOne 8(7):e69983
13. **Kimmel, y cols (1995).** Dev. Dyn. 203:253-310.
14. **Krogdahl Å., y cols. (2003).** Aquacult. Nutr. 9: 361–371
15. **Knudsen, D., y cols (2007).** J. Agric. Food Chem. 55:2261-2267.
16. **Lundén T and Bylund G. (2002)** Vet Immunol Immunopathol. 85: 99-108.
17. **Magnadóttir B. (2006)** Fish Shellfish Immunol. 20:137-51.
18. **Magnadottir B. (2010)** Mar Biotechnol (NY). 12:361-79.
19. **Marcellini S., y cols (2010)** BMC Evol Biol. 78:10-17.
20. **Médale, F., y cols (1998).** Aquat. Living Resow. 11: 239-246
21. **Merrifield DL., y cols (2009).** J Fish Dis. 32:755-766.
22. **Mundheim, H., y cols (2004).** Aquaculture 237:315–331.
23. **Ng AN., y cols (2005)** Dev Biol. 286:114-35.
24. **Oehlers SH., y cols (2011)** Dis Model Mech. 4:832-41.
25. **Pongmaneerat J, y cols (1993).** Nippon Suisan Gakk 59:1249–1257.
26. **Refstie S., y cols (2000).** Aquaculture 190: 49–63.
27. **Romarheim OH., y cols (2011).** J Nutr. 141:124-130
28. **Solis C., y cols, Journal of Immunology Research. 2015.** (In press).
29. **Sullivan C., y Kim CH., (2008)** Fish Shellfish Immunol. 25:341-50.
30. **Ulloa, P. E., y cols (2013).** Zebrafish. 1:99-109.
31. **Uran P., y cols (2008).** Fish Shellfish Immunol 25:751-760.

Servicio integral
PRODUCTOS CONGELADOS

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

• RECEPCIÓN Y DESPACHO
• ALMACENAJE
• TRANSPORTE

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

• LOGÍSTICA DE COSECHA EN TANKTAINERS

• ALMACENAJE EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS Y CONTENEDORES REEFER

Sistema integrado que permite medir la trazabilidad completa del servicio.

LLOYD'S REGISTER · LRQA
ISO 9001

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

saam
DONDE NOS NECESITE

cyk.cl

saam®

Servicio Integral a la Industria del Salmón y Productos Congelados

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

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

CICLO DEL SALMÓN

cyk.cl

SERVICIOS ASOCIADOS

- Almacenaje en cámaras y en contenedores Reefer
- Consolidado / Desconsolidado
- Clasificación de carga
- Etiquetado
- Movilización de cargas
- Sala de muestreo
- Transporte terrestre

INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA

- 9.400 toneladas de capacidad de frio entre cámara y contenedores
- 290 enchufes para conexión de contenedores Reefer
- Control de stock caja a caja y con actualización permanente
- Capturadores de radio frecuencia con operación on-line
- Tuneles de frío
- Tank Tainers
- Atención personalizada a través de ejecutivo asignado

www.saamsa.com

BASE NACIONAL DE AISLADOS BACTERIANOS PARA LA INDUSTRIA ACUÍCOLA:

Un nuevo servicio para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades de salmónidos

PROYECTO SE ORIENTA A DESARROLLAR TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS QUE PERMITAN COMBATIR TEMPRANAMENTE LAS INFECCIONES EN SALMONES

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

Fundación para la Innovación Agraria

Laboratorio de Patología de Organismos Acuáticos UNAB

La Universidad Andrés Bello con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria y el patrocinio del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) se encuentran desarrollando actualmente el proyecto titulado "Base nacional de aislados bacterianos para la industria acuícola: un nuevo servicio para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades de salmónidos" (código PYT-2013-0014).

La pesca y acuicultura es uno de los sectores más importantes dentro de la economía nacional y con mayor potencial de crecimiento en el mediano y largo plazo. Es la tercera actividad en generación de divisas, luego del sector minero y forestal, y la segunda sobre la base de recursos renovables. Por su parte, el cultivo de salmónidos se posiciona en el tercer lugar dentro del sector exportador chileno, luego del cobre y el molibdeno. La producción intensiva de trucha arcoíris y salmón del Atlántico ha experimentado un espectacular crecimiento, ubicando al país entre los mayores productores mundiales.

Pero a pesar de su buen posicionamiento y perspectivas de desarrollo, la industria salmonera chilena es constantemente desafiada en términos sanitarios, ya sea por el recrudecimiento de las patologías ya existentes, como *Piscirickettsia salmonis, Flavobacterium psychrophilum, Renibacterium salmoninarum, Vibrio ordalii y Aeromonas salmonicida* atípica, o la aparición de nuevas enfermedades.

Todas, en algún momento han provocado una significativa merma productiva debido a las altas mortalidades y/o morbilidad en las diferentes fases del ciclo de vida del salmón o la trucha, lo que trae como consecuencias una disminución de la productividad de los cultivos y por lo tanto importantes pérdidas económicas cada año.

Por otra parte, la aparición y recrudecimiento de patógenos bacterianos ha estado ligado al uso indiscriminado de antibióticos, lo que ha traído consigo consecuencias ambientales negativas, así

como también cuestionamientos a nivel de los países importadores, y en particular por parte de los consumidores.

La condición sanitaria actual de la industria salmonera y acuícola nacional, hace necesario conocer el estado real de los tipos de cepas bacterianas, sus niveles de patogenicidad, su susceptibilidad a antibióticos y la distribución geográfica de estos patógenos en los planteles chilenos. Asimismo, es necesaria la existencia a nivel nacional de una entidad responsable de generar y transferir a los diversos actores de la industria salmonera técnicas diagnósticas estandarizadas para la detección de patógenos bacterianos locales, así como realizar la caracterización de los mismos y mantener una colección de las cepas disponibles para estudios científicos y/o con fines productivos.

Sernapesca y las empresas del rubro han favorecido la implementación de programas de bioseguridad y vacunación, pero aún no han sido capaces de reducir las mortalidades de peces ocasionadas por algunas enfermedades (ej. Flavobacteriosis) ni dilucidar el origen del fracaso de los tratamientos terapéuticos y la limitada eficacia de las vacunas comerciales, las cuales no cubren todo el periodo de cultivo.

En consecuencia, se vuelve imprescindible desarrollar técnicas diagnósticas presuntivas y confirmativas específicas, sensibles y rápidas que no solo identifiquen presencia y ausencia de un patógeno, sino el conocimiento sobre los posibles orígenes y reservorios, rutas de transmisión y patogénesis que permitan combatir tempranamente las infecciones mediante tratamientos terapéuticos o medidas profilácticas.

Bajo la dirección de los doctores Rubén Avendaño y Rodolfo Paredes, se llevan a cabo distintas técnicas diagnósticas y líneas de desarrollo en el área de I+D+i, entre las que destacan:

- Patologías en organismos acuáticos dulceacuícola y marinos.
- Desarrollo de técnicas moleculares de diagnóstico de microorganismos patógenos.
- Caracterización bioquímica, serológica y genética de patógenos de acuicultura.
- Estudio de mecanismos de patogenicidad y virulencia de patógenos de la industria acuícola.
- Búsqueda y aplicación de microorganismos probióticos.
- Aplicación de herramientas biotecnológicas en prevención acuícola.
- Estandarización de procedimientos de control y validación del apropiado uso de antibióticos.
- Diseño de autovacunas para patologías emergentes.
- Análisis serológicos de enfermedades bacterianas en salmonicultura.
- Estudios histopatológicos y análisis proteico de enfermedades de origen infeccioso.

La realización de estos servicios y líneas de desarrollo se han concentrado en la empresa Patosalm SpA, la cual cuenta con la Unidad de Investigación y Colección de Patógenos (UICPOA), que dispone de las capacidades físicas y profesionales para la caracterización de patógenos bacterianos locales en salmónidos y servicios de asesoría a la industria acuícola.

El laboratorio Patosalm cuenta con la capacidad de desarrollar servicios para la identificación específica y clasificación de bacterias patógenas de salmónidos usando nuevas tecnologías moleculares, las que permiten detectar marcadores epidemiológicos y desarrollar indicadores de alerta temprana de las enfermedades, considerando el conocimiento de las propiedades de virulencia y clasificando los agentes infecciosos en distintos niveles de riesgo (bajo, moderado y alto).

También se encuentra a disposición una colección de cultivo de aislados chilenos, los cuales están caracterizados molecularmente y antigénicamente, estando disponibles para entregar cepas de los agentes patógenos y para realizar estudios que requieran de aislados representativos de la situación sanitaria del país.

Más información en
www.patosalm.com

MARYUN

TODO PARA LA INDUSTRIA

/maryunseguridad @maryunpuertom maryunindustrial

ventas@maryun.cl

PUERTO MONTT: (0652) 225705 - 259396 - 258644 - CASTRO: (0652) 532995
QUELLÓN: (0652) 680018 PUERTO VARAS: (0652) 591219 OSORNO: (0642) 278514

CLIPESCA
Sistema de pronósticos de Pesquerías Pelágicas Chilenas frente a diversos escenarios del Cambio Climático

Clipesca es financiado por CONICYT FONDEF (D11I1137) y FONDECYT (1130782)
Clipesca es patrocinado por la Sub Secretaría de Pesca y Acuicultura y el Ministerio del Medio Ambiente
Clipesca se ejecuta desde marzo 2013 a diciembre 2015

Proyecto Clipesca, liderado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y asociado con la Universidad del Bío-Bío (UBB), El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México (CICESE) y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

a. b. c. d. e. f. g.

Eleuterio Yáñez[a], Claudio Silva[a], María Angela Barbieri[a,b], Luis Soto[c], Gustavo San Martín[d], Peter Muck[e], Jaime Letelier[a], Felipe Sánchez[a], Gabriela Böhm[b], Antonio Aranis[b], Alejandro Parés[f], Juan Carlos Gutiérrez[g], Francisco Plaza[b] y Ricardo Bilbao[a]
clipesca@ucv.cl – www.clipesca.cl

Resumen

Una de las prioridades establecidas en la política pesquera nacional y mundial es la aplicación progresiva de un Enfoque Ecosistémico para la Gestión de la Pesca (EEGP) y así garantizar la sustentabilidad de los recursos acuáticos. El Cambio Climático (CC) afectará el desarrollo de la pesca en el marco del EEGP y es importante considerar estos efectos a escala regional y local. **El enfoque conceptual del proyecto Clipesca es vincular escenarios históricos y futuros del CC con forzantes externos ambientales (físicos y biológicos) y socioeconómicos (esfuerzo de pesca) para evaluar los impactos sobre la distribución y abundancia de los principales peces pelágicos (anchoveta, sardina, sardina común y pez espada) en Chile.** El objetivo general de Clipesca es desarrollar un sistema de predicción para explorar cómo el CC afectará la abundancia de los futuros recursos pelágicos a nivel nacional, regional y local.

Objetivos y módulos del proyecto

1. Actualizar y consolidar bases de datos históricas desde 1963 al 2010, reuniendo información de pesquerías: desembarques, esfuerzo de pesca, captura por unidad de esfuerzo (CPUE); biológica: abundancia de huevos y larvas desde 1993; ambiental: Southern Oscillation Index (SOI), Pacific Decadal Oscillation (PDO), Niño1-2, Niño3-4, temperatura del aire, nivel del mar, índice de turbulencia, transporte Ekman, profundidad termoclina, Lengua Fría (satelital, desde 1980), temperatura superficial del mar, viento, anomalía del nivel del mar; y legal: períodos de las vedas.

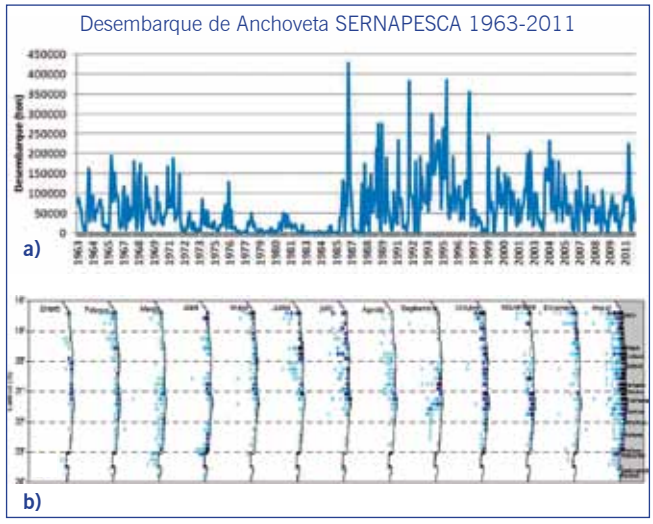


Figura 1. Ejemplo de a) series temporales y b) espacio-temporales de capturas de anchoveta en la zona norte de Chile. *Fuente: Sernapesca e IFOP.*

2. Regionalizar los Modelos Circulación Global Oceano-Atmosfera (OAGCM) mediante dos métodos: Regional Ocean Modeling System (ROMS) y Regionalización Estadística (Downscaling), se construyen los siguientes modelos:

ROMS: Pacífico Sur Oriental con resolución espacial de 10 km y ROMS de Zona Económica Exclusiva (1 a 5 km de resolución). El ROMS permite modelar temperatura, salinidad, corrientes,

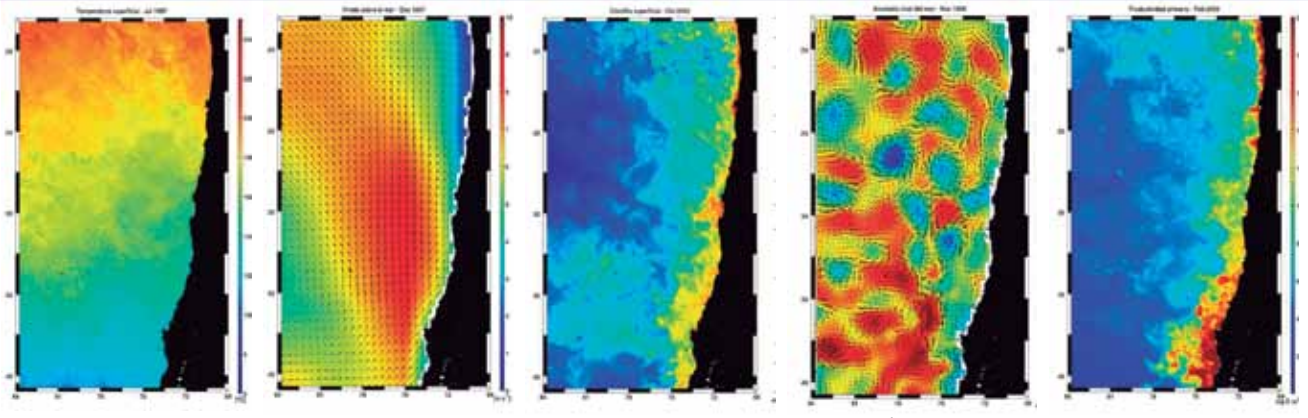


Figura 2. Ejemplo de datos ambientales satelitales. *Fuente: Clipesca.cl*

surgencia costera, y también ROMS forzados por salinidad, nivel del mar, temperatura y campos de vientos y mareas. Los escenarios de Cambio Climático de los OAGCM IPCC son usados como entrada para el modelo ROMS.

REGIONALIZACIÓN ESTADÍSTICA DE MODELOS OAGCM: A partir de modelos climáticos globales se regionalizan las SST mediante el método Delta para mejorar la baja resolución (111 km) de las salidas OAGCM a una alta resolución (4 km) para visualizar las características oceánicas (es decir, los frentes de surgencia costera) a los que responden los recursos marinos.

3. Análisis de relaciones entre abundancia y ambiente con información histórica y análisis estadístico. EN SERIES DE TIEMPO: correlaciones (cruzada, lineal, no-lineal), funciones ortogonales empíricas, análisis espectral, coherencia, fase, wavelets, RNA's. Y por **ESPACIO-TEMPORAL:** herramientas SIG, distribuciones de probabilidad, GLM, GAM, PCA.

4. Desarrollar modelos ecosistémicos conceptuales para los recursos pesqueros usando las relaciones estadísticas. Estos modelos conceptuales describen los efectos medio ambientales en las pesquerías pelágicas a diferentes escalas espacio-temporales. Yáñez et al. 2008

5. Desarrollar modelos ecosistémicos multivariados para predecir abundancia con variables ambientales usando Redes Neuronales Artificiales (RNA), modelos SIG de índices de aptitud de hábitat usando Fuzzy.

MODELOS RNA permiten la predicción de la abundancia de pesquerías pelágicas y analisis de las relaciones con ambiente (Gutierrez et al., 2009; Yáñez et al., 2010; Yáñez et al., 2014).

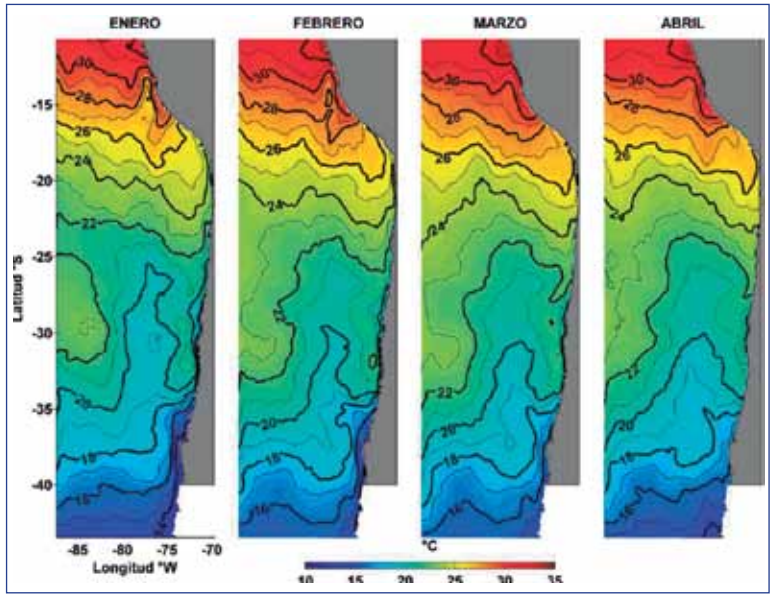


Figura 3. Ejemplo de salidas del modelo ROMS: temperatura superficial del mar promedio mensual. *Fuente: Clipesca*

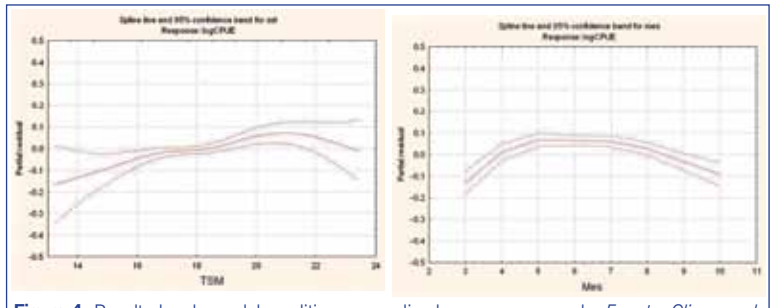


Figura 4. Resultados de modelos aditivos generalizados para pez espada. *Fuente: Clipesca.cl*

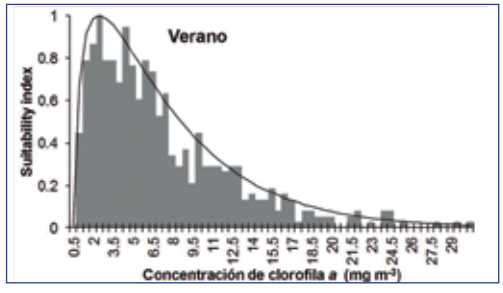


Figura 5. Ejemplo de perfil de preferencia o distribución de probabilidad de pesca dada un valor de clorofila a de la anchoveta en la zona norte de Chile. *Fuente: Clipesca.cl*

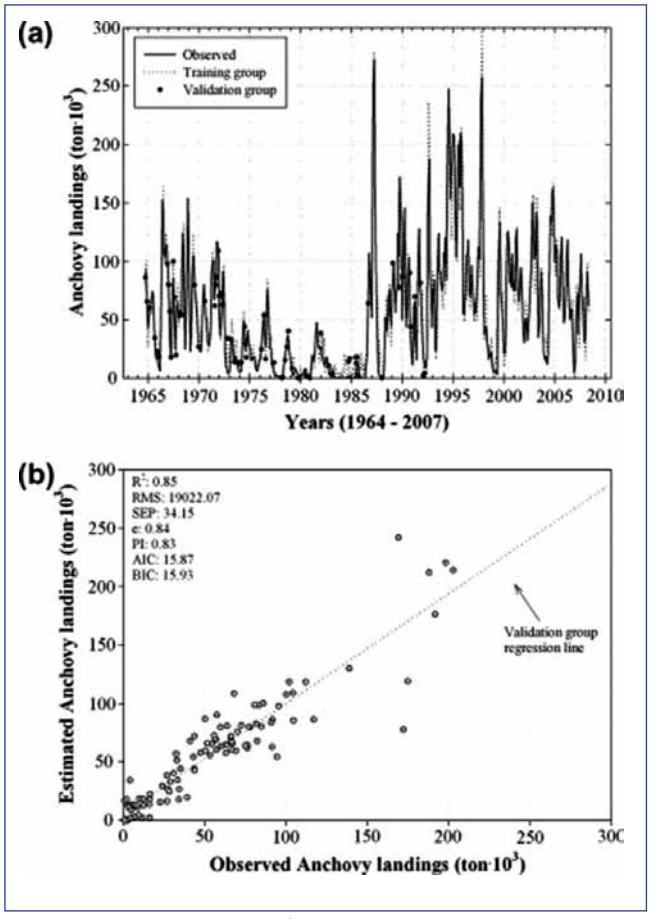


Figura 6. Ejemplo de a) predicción del mejor modelo de red neuronal artificial estimado para la anchoveta de la zona norte y b) Desembarques mensuales observados y pronosticados para calibración y validación. *Fuente: Yáñez et al., 2010.*

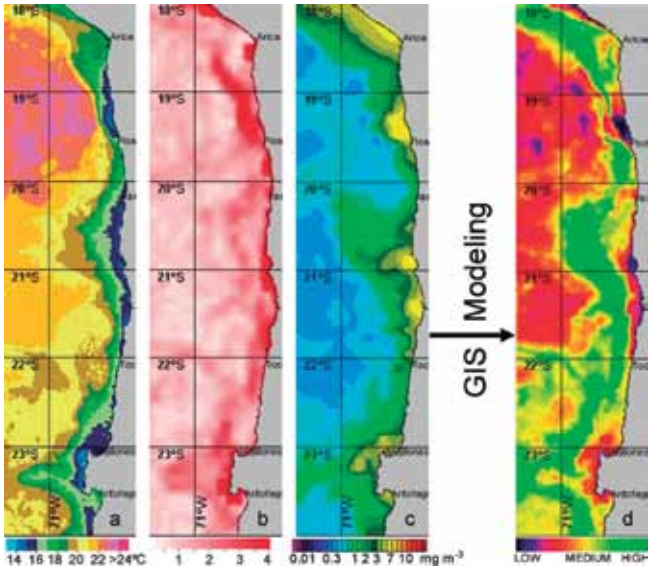


Figura 7. Ejemplo de imágenes satelitales diarias de (a) temperatura superficial del mar, b) gradiente térmico (b) y clorofila a (c) como indicadores ecosistémicos de entrada y mapa de PFG (d) como resultado de la modelación con SIG. Fuente: Yáñez et al. (2004).

MODELOS DE ÍNDICES DE APTITUD DE HÁBITAT O ZONAS PROBABLES DE ESCA (ZPP). Estimación de mapas de ZPP usando herramientas SIG(5)

6. Aplicación de modelos ecosistémicos para predecir y describir cambios espacio-temporales en la abundancia de recursos pelágicos aplicando de las pesquerías y escenarios temporales del CC.

7. Desarrollar una aplicación en Internet que permita el acceso a las bases de datos, modelos y predicciones, visualizando la información en el sitio web con posibilidad de descargarla en formatos adecuados. Esta aplicación requiere que se pueda visualizar óptimamente en todo tipo de dispositivos móviles y genere un mecanismo de comunicación con el usuario.

Resultados Preliminares del Proyecto

Impactos del cambio climático en las pesquerías de pez espada y sardina común.

El modelo predictivo barca desde 2015 hasta 2065 y los primeros resultados están relacionados con el pez espada (*Xiphias gladius*). Se trata de un pez oceánico que va a desovar a Isla de Pascua y se acerca a comer a la zona que va de Chiloé al norte entre marzo y octubre.

"Como va a aumentar la temperatura entre 1 y 2 grados, el pez espada se acercará a la costa. Hoy se lo encuentra habitualmente a unas 300 millas (unos 480 kilómetros), más o menos desde la altura de la isla de Juan Fernández hacia mar adentro. En el futuro podría alcanzar aguas situadas a no más de 60 millas (96 kilómetros), a lo largo de toda la costa del país" señala Claudio Silva (UCV), director alterno del proyecto Clipesca.

Esta, dice, es una buena noticia para los pescadores, especialmente artesanales, que antes tenían que recorrer largas distancias para encontrarlo. En contraste, la pesca industrial que lo captura mar adentro podría disminuir su extracción en 5%.

"Es poco probable que el pez espada se acerque aún más a la costa, ya que no es de aguas muy someras (menos de 200 metros de profundidad), y uno de sus alimentos preferidos es el calamar, que se encuentra a unas 50 millas mar adentro" comenta Silva.

Otro de los pronósticos que ya está disponible corresponde a la sardina común. Esta es una especie costera que es frecuente entre Valparaíso y Chiloé, no más allá de unas 60 millas costa afuera, y por lo tanto el aumento de la temperatura podría implicar su disminución.

"Afortunadamente, como se trata de un recurso que tiene alta tolerancia a los cambios de temperatura, su disminución no debería ser superior a cinco por ciento". En cuanto a la anchoveta, también una especie costera, todavía no se tienen resultados.

"Estamos recién con los modelos. En diciembre de 2015 vamos a tener las cinco especies". No obstante, extrapolando los datos de la sardina, Claudio Silva piensa que también la anchoveta, tanto del norte como del centro sur, podría mostrar una disminución leve, cercana al 3%.

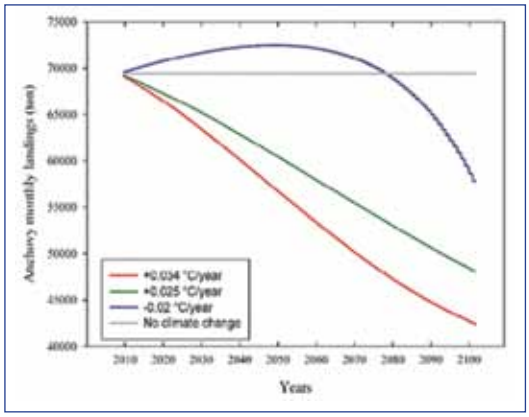


Figura 8. Predicción temporal de las capturas de anchoveta con un modelo de red neuronal artificial, considerando diversos escenarios de CC. Fuente: Yáñez et al. (2014).

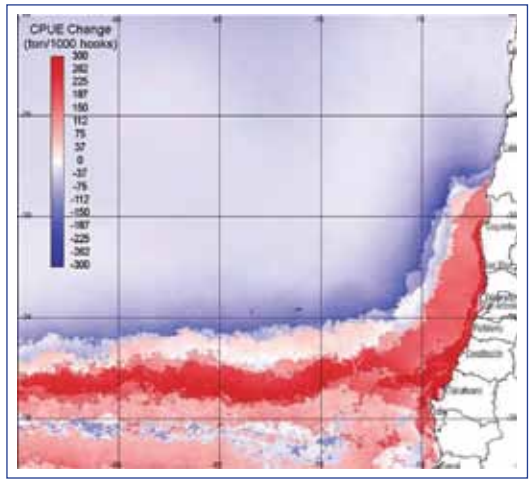


Figura 9. Impactos del cambio climático en la pesca del pez espada frente a las costas de Chile hasta el 2065. Las diferencias relativas entre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de pez espada en un escenario futuro de "alta emisión de CO2" (A2) y el año 2015 como año control. Fuente: Silva et al. (2015).

Aplicación Web

Se desarrolló una aplicación web en un servidor contratado con capacidad y características técnicas que permiten cargar un CMS (Content Manager System) moderno, robusto, estable y de Licencia General Pública GNU (software libre) en el sitio **www.clipesca.cl** con visualización tanto en monitores de pc como dispositivos móviles, publicando la información histórica recopilada, los modelos propuestos y los pronósticos hasta el año 2065.

Bibliografía

1. **Yáñez E., S. Hormazabal, C. Silva, A. Montecinos, M. A. Barbieri, A. Valdenegro, A. Ordenes, F. Gómez. 2008.** Coupling between the environment and the pelagic resources exploited off North Chile: ecosystem indicators and a conceptual model. Latin American Journal of Aquatic Resources 36(2): 159-181.

2. **C. Silva, Eleuterio Yáñez, María Angela Barbieri, Claudio Bernal and Antonio Aranis. 2015.** Forecasts of swordfish (Xiphias gladius) and common sardine (Strangomera bentincki) off Chile under the A2 IPCC climate change scenario. Progress in Oceanography. DOI:10.1016/j.pocean.2015.03.004.

3. **Gutiérrez-Estrada J.C., E. Yánez, I. Pulido, C. Silva, F. Plaza, C. Bórquez. 2009.** Pacific sardine (Sardinops sagax, Jenyns 1842) landings prediction. A neural network ecosystemic approach. Fisheries Research 100 (2): 116-125.

4. **Yáñez, E., F. Plaza, J.C. Gutiérrez-Estrada, N. Rodríguez, M.A. Barbieri, I. Pulido-Calvo, C. Bórquez. 2010.** Anchovy (Engraulis ringens) and sardine (Sardinops sagax) abundance forecast off northern Chile: A multivariate ecosystemic neural network approach. Progress in Oceanography 87: 242–250

5. **Yáñez E., C. Silva, K. Nieto, M.A. Barbieri & G. Martínez. 2004.** Using satellite technology to improve the Chilean purseine fishing fleet. Gayana 68(2): 578-585.

6. **Yáñez E., M.A. Barbieri, F. Plaza and C. Silva. 2014.** Climate Change and Fisheries in Chile. In: Mohamed Behnassi, Margaret Syomiti Muteng'e, Gopichandran Ramachandran & Kirit N. Shelat (Editors), Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies, Springer, Chapter 16, 259-270.

Biología del estrés en algas

y su potencial uso como herramientas de biotecnología ambiental para la detección y seguimiento de contaminación por metales

Universidad de Playa Ancha

Claudio A. Sáez[1,2]

[1] Laboratorio de Toxicología Costera, Departamento de Medio Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile

[2] Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Playa Ancha, Viña del Mar, Chile

claudio.saez@upla.cl

La contaminación marina por metales se ha convertido en una real preocupación y tema contingente para la población y los sectores público y privado en Chile. Por décadas, los protocolos de diagnostico de contaminación por metales se han basado en la medición de concentraciones de metales en sedimento y agua; si bien éstos proporcionan nociones básicas de concentraciones totales en el ambiente, no necesariamente representan la fracción biodisponible y, por lo tanto, el verdadero riesgo para las especies marinas y la salud humana (Sáez et al., 2012a; Sáez et al., 2012b). Así entonces, el llamado biomonitoreo se destaca como una mejor opción; éste se puede desarrollar a diferentes niveles de organización biológico, desde comunitario o poblacional, hasta individuo y metabolismo. Desde el punto de vista ecológico, el biomonitoreo persigue identificar patrones de estructura comunitarios o poblacionales y determinar especies bioindicadoras que, por su presencia o ausencia, indiquen la existencia de una perturbación ambiental; no obstante, la cantidad de factores ambientales que interactúan en el medio natural hace, a veces, difícil atribuir responsabilidad a un vector ambiental en específico de los fenómenos observados (Ortega et al., 2014; Sáez et al., 2012b).

Desde hace algunas décadas, las algas pardas han sido organismos de elección para el estudio de contaminación por metales en ecosistemas marinos costeros; observaciones como acumulación, crecimiento y señales de estrés en su metabolismo (biomarcadores) han sido utilizadas como herramientas de diagnóstico. La particularidad de utilizar algas pardas recae sobre su naturaleza sésil, relativa tolerancia a la contaminación por metales y su alta capacidad de acumulación de metales debido principalmente a la composición y estructura de sus paredes celulares (Sáez et al., 2012a). En este contexto, el enfoque se ha basado principalmente en un biomonitoreo pasivo; especies de algas de poblaciones locales en sitios contaminados y no contaminados por metales son muestreadas para después medir distintos parámetros fisiológicos, de acumulación y metabolismo en el laboratorio. Sin embargo, al igual en el biomonitoreo ecológico, la cantidad de vectores ambientales fluctuantes y en interacción, sumada a la observada variación inter-poblacional en la tolerancia en ciertas especies, pueden inducir a errores en la evaluación (Sáez et al., 2012a). En contraste, un más reciente enfoque, denominado biomonitoreo activo, donde especies de algas pardas son cultivadas en laboratorio y trasplantadas a sitios de interés, se ha presentado como una mejor alternativa. El biomonitoreo activo presenta una serie de ventajas por sobre el pasivo, como: poblaciones en específico pueden ser utilizadas; los individuos a trasplantar crecen y se desarrollar en las mismas condiciones en el laboratorio; el procedimiento puede llevarse a cabo aunque la especie trasplantada no se encuentre originalmente en los sitios de interés (Sáez et al., 2012b).

Nuestra investigación se ha desarrollado principalmente teniendo como foco al alga parda modelo *Ectocarpus siliculosus*. Esta es una pequeña especie filamentosa, nativa de Chile y distribuida mundialmente en zonas templadas; ha sido la primera alga parda a la cual su genoma ha sido completamente secuenciado. Experimentos de exposición a cobre en cepas de *E. siliculosus* en el laboratorio, han revelado que la tolerancia en esta especie se basa en mecanismos de exclusión celular, síntesis de quelantes de metales, como también en un eficiente metabolismo reactivo de oxígeno (Roncarati et al., 2015; Sáez et al., 2015b). En relación a esto último, se ha identificado que *E. siliculosus* incrementa la síntesis de los antioxidantes glutatión, ascorbato y compuestos fenólicos, como también aumenta la expresión y actividad de enzimas antioxidantes como ascorbato peroxidasa, catalasa y superóxido dismutasa; todo esto, de manera de contrarrestar el estrés oxidativo causado por el exceso de cobre (Sáez et al., 2015b). Si bien estos experimentos en laboratorio entregan información básica sobre los mecanismos de tolerancia, no necesariamente representan lo que ocurre en el, más complejo, ambiente natural. Para abordar esto, hemos desarrollado un novedoso método de biomonitoreo activo utilizando biomarcadores de estrés oxidativo de *E. siliculosus*, recientemente publicado en la prestigiosa revista Environmental Pollution (Sáez et al., 2015a). El alga es cultivada en el laboratorio hasta alcanzar biomasa suficiente; luego, es confinada dentro de una membrana de diálisis (permeable a metales biodisponibles y moléculas de diferentes tamaños), y ésta dispuesta dentro de una botella plástica protectora con 100 agujeros de 1 mm de diámetro para facilitar el flujo de agua con el exterior. La botella es adherida a una roca y ubicada a 5 m de profundidad de la marea más baja y dispuesta de esta forma por 10 días en sitios contaminados y no contaminados por metales (ver diagrama demostratorio en Figura 1). Terminados los experimentos, el alga es rápidamente congelada en nitrógeno líquido y llevada al laboratorio para mayores análisis. Al comparar nuestros resultados obtenidos en laborato

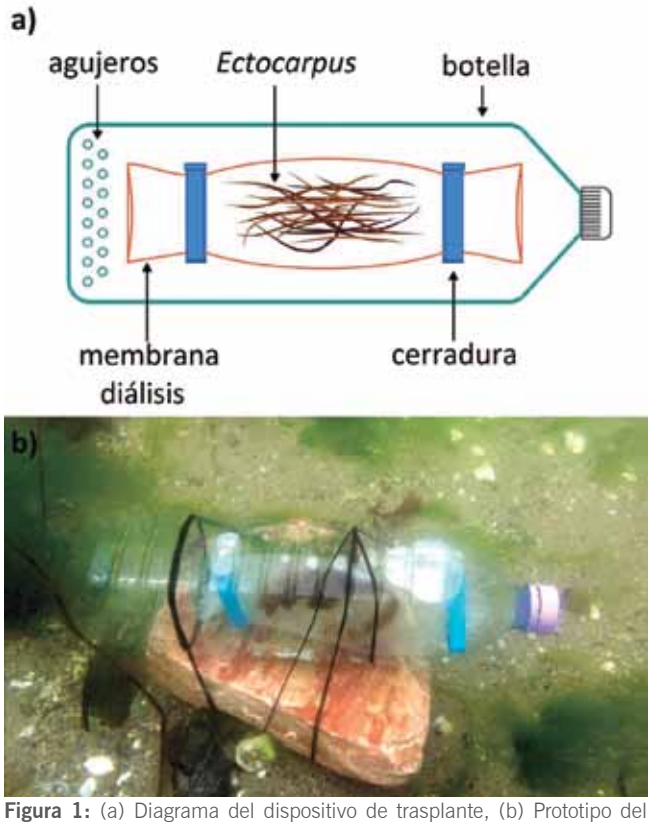


Figura 1: (a) Diagrama del dispositivo de trasplante, (b) Prototipo del dispositivo de trasplante en terreno.

rio y en terreno, los mejores biomarcadores observados para el diagnóstico de contaminación por metales fueron: acumulación de metales; concentración de antioxidantes glutatión, ascorbato y compuestos fenólicos; y la actividad de la enzima superóxido dismutasa (Sáez et al., 2015a). La congruencia entre los resultados obtenidos en experimentos de laboratorio y terreno ponen en evidencia que las respuestas observadas en *E. siliculosus* trasplantadas en zonas contaminadas son, en efecto, mediadas por la contaminación por metales. El protocolo puede ser aplicado globalmente en zonas costeras templadas, incluyendo todo Chile continental e insular, aún en localidades carentes de sustrato rocoso. El novedoso método representa fehacientemente la fracción biodisponible de metales en el ambiente, destacándose como una herramienta confiable para el diagnóstico y seguimiento de contaminación por metales en ecosistemas marinos costeros.

Nuestro Laboratorio

En el Laboratorio de Toxicología Costera (LATCOS) de la Universidad de Playa Ancha desarrollamos ciencia básica y aplicada en el área de la contaminación y perturbaciones ambientales costeras. El laboratorio se encuentra asociado a una de las carreras de Ingeniería Ambiental y Civil Ambiental más antiguas del país y existe interés en abordar problemáticas ambientales de la acuicultura. Los campos de investigación son diversos: se estudia el metabolismo de defensa bajo experimentos controlados en laboratorio (Dewir et al., 2015; Gómez et al., 2015; González et al., 2014; Greco et al., 2014; Roncarati et al., 2015; Sáez et al., 2015b); se desarrollan experimentos en terreno conducentes a la evaluación de biomarcadores y otras herramientas de biotecnología para la evaluación ambiental (Dewir et al., 2015; Sáez et al., 2015a); y se evalúan especies como bioindicadores ecológicos (Sáez et al., 2012b). Nuestra investigación es multidisciplinaria y a la vanguardia en metodologías que ayuden a entender la implicancia de los efectos de actividades antropogénicas sobre ecosistemas del litoral.

Referencias

Dewir, Y.H., El Mahrouk, M.E., Hafez, Y.M., Rihan, H.Z., Sáez, C.A., Fuller, M.P., 2015. Antioxidative capacity and electrolyte leakage in healthy versus phytoplasma infected tissues of Euphorbia coerulescens and Orbea gigantea. Journal of Plant Physiology & Pathology 3, 1.

Gómez, M., González, A., Sáez, C.A., Morales, B., Moenne, A., 2015. Copper-induced activation of TRP channels promotes extracellular calcium entry and activation of CaMs and CDPKs leading to copper entry and membrane depolarization in Ulva compressa. Frontiers in Plant Science 6, 182.

González, A., Moenne, F., Gómez, M., Sáez, C.A., Contreras, R.A., Moenne, A., 2014. Oligo-carrageenan kappa increases NADPH, ascorbate and glutathione syntheses and TRR/TRX activities enhancing photosynthesis, basal metabolism, and growth in Eucalyptus trees. Frontiers in Plant Science 5, 512.

Greco, M., Sáez, C.A., Brown, M.T., Bitonti, M.B., 2014. A simple and effective method for high quality co-extraction of genomic DNA and total RNA from low biomass Ectocarpus siliculosus, the model brown alga. PLoS ONE 9, e101190.

Ortega, K.J., Sáez, C.A., Macaya, E.C., 2014. Changes in invertebrate assemblages inhabiting Lessonia spicata (Phaeophyceae) holdfasts after the 2010 earthquake-mediated coastal uplift in Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 49, 129-134.

Roncarati, F., Sáez, C.A., Greco, M., Gledhill, M., Bitonti, M.B., Brown, M.T., 2015. Response differences between Ectocarpus siliculosus populations to copper stress involve cellular exclusion and induction of the phytochelatin biosynthetic pathway. Aquatic Toxicology 159, 167-175.

Sáez, C.A., González, A., Contreras, R., Moody, J., Moenne, A., Brown, M.T., 2015a. A novel field transplantation technique reveals intra-specific metal-induced oxidative responses in strains of Ectocarpus siliculosus with different pollution histories. Environmental Pollution 199, 130-138.

Sáez, C.A., Roncarati, F., Moenne, A., Moody, J.A., Brown, M.T., 2015b. Copper-induced intra-specific oxidative damage and antioxidant responses in strains of the brown alga Ectocarpus siliculosus with different pollution histories. Aquatic Toxicology 159, 81-89.

Sáez, C.A., Lobos, M.G., Macaya, E., Oliva, D., Quiroz, W., Brown, M.T., 2012a. Variation in patterns of metal accumulation in thallus parts of Lessonia trabeculata (Laminariales; Phaeophyceae): Implications for biomonitoring. PLoS ONE 7, e50170.

Sáez, C.A., Pérez-Matus, A., Lobos, M.G., Oliva, D., Vásquez, J.A., Bravo, M., 2012b. Environmental assessment in a shallow subtidal rocky habitat: Approach coupling chemical and ecological tools. Chemistry and Ecology 28, 1-15.

Caracterización de la microbiota intestinal de lenguado *Paralichthys adspersus* silvestre y de acuicultura

J. Salas-Leiva[1,2], R. Opazo[2], A. Velez[3], E. Uribe[4], J. Romero[2*].

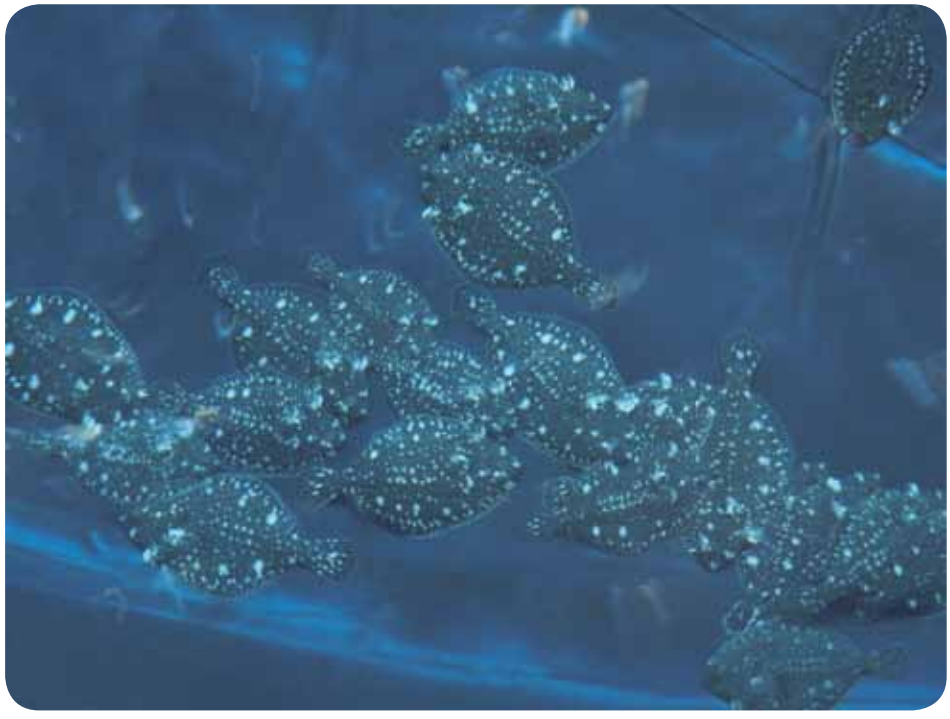
[1]Doctorado en Acuicultura. Programa Cooperativo Universidad de Chile, Universidad Católica del Norte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

[2]Laboratorio de Biotecnología, INTA, Universidad De Chile, Santiago, Chile.

[3]Cultivos Marinos Tongoy Fundación Chile, Tongoy, Chile.

[4]Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica Del Norte, Coquimbo, Chile.

*jromero@inta.uchile.cl



Introducción:

El lenguado (*Paralichthys adspersus*) es un pez plano con gran potencial en acuicultura chilena. Su alimentación está compuesta básicamente por peces, crustáceos y moluscos.

Actualmente, el despegue de cultivo de esta especie a escala comercial se ha visto limitado por las bajas tasas de crecimiento (Silva, 2010). Pese a ello, existen pocos antecedentes científicos relacionados con estudios de digestión, metabolismo de nutrientes y en ese contexto el examen de poblaciones bacterianas intestinales que faciliten o promuevan estas funciones, tales estudios podrían ayudar a mejorar el cultivo de esta especie.

Los tractos digestivos de los vertebrados son colonizados por grupos complejos de microorganismos, colectivamente llamados microbiota intestinal (MI). Investigaciones recientes han revelado importantes contribuciones de la MI a la nutrición y salud de los vertebrados (Wong y Rawls, 2012). La composición de la MI en peces está fuertemente asociada con el hábitat de la especie (ejemplo: salinidad), nivel trófico y factores filogenéticos (Sullam et al., 2012).

En la actualidad un creciente interés en el estudio de la variación de la MI de organismos en cautiverio (acuicultura) en comparación con los animales de vida silvestre. Este tipo de estudio se ha realizado en *Salmo salar, Gadus morhua L, Danio rerio y Penaeus monodon* (Rungrassamee et al., 2014). Sin embargo, en el género *Paralichthys*, dicha información se limita a *P. olivaceus* (Kim y Kim, 2013). La comparación de las bacterias intestinales de individuos silvestres y criados en cautiverio puede revelar cambios en la composición de las bacterias intestinales generadas por los sistemas de cultivo y que dichos cambios pueden tener implicaciones para la salud de los hospederos. Comparaciones de este tipo pueden constituir un primer paso hacia mejores prácticas en acuicultura, tales como la aplicación de probióticos.

Composición de la Microbiota intestinal de lenguado fino

Las bacterias presentes en lenguados de acuicultura (LA) y silvestres (LS), correspondieron a cuatro phyla: Proteobacteria, Fir

micutes, Actinobacteria y Bacteroidetes. El phylum Proteobacterias se constituyó como dominante en LS, mientras, que en LA ocupó el segundo lugar después de Firmicutes (Figura 1).

Las Proteobacterias son el *phylum* dominante en la MI de peces planos tales como *S. senegalensis* (Martin-Antonio et al., 2007), *P. olivaceus* (Sugita et al., 2002; Kim y Kim, 2013) y S. maximus (Xing et al., 2013). La mayoría de peces carnívoros marinos presentan a las Proteobacterias como el principal phylum en la MI (Sullam et al., 2012) y de acuerdo a Neulinger et al. (2008), este grupo cumple, al parecer, un rol importante en la nutrición animal.

Los géneros más representativos, pertenecientes a Proteobacterias fueron Vibrio y *Photobacterium* (ambos *Vibrionaceae*) en LA, y *Psychrobacter* y *Acinetobacter* en LS (Figura 2).

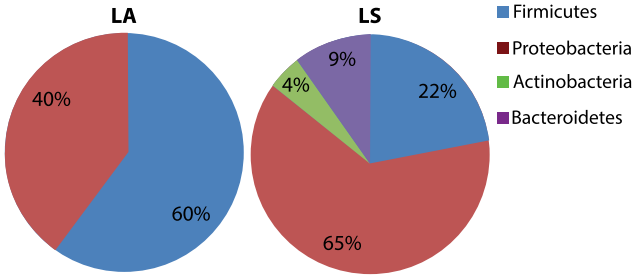
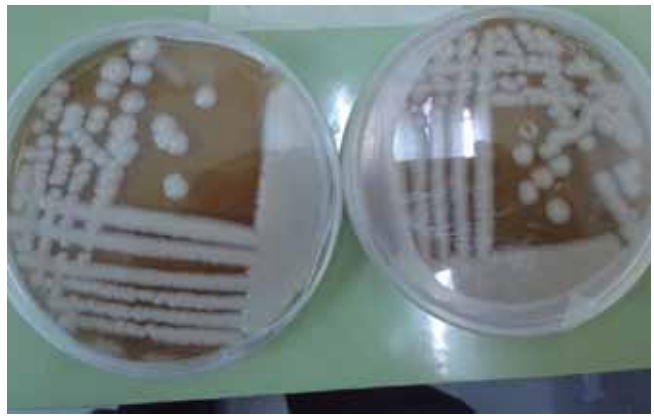


Figura 1: Estructura de la microbiota intestinal a nivel de phyla de aislados bacterianos en TSA. Lenguados de acuicultura (LA), Lenguados silvestres (LS).

Casualmente, se ha reportado que *Vibrio* es un género frecuentemente encontrado en el intestino de peces planos de acuicultura. En contraste, en los peces silvestres (LS) ningún *Vibrio* fue aislado. Esto podría deberse a que las dietas artificiales provocan un aumento en la carga de *Vibrio* spp, mientras que dietas naturales, reducen significativamente el porcentaje de los mismos, tal se ha observado en P. olivaceus y S. senegalensis (Tanasomwang y Muroga, 1988; Martin-Antonio et al., 2007). Sin embargo, es necesario considerar que el no aislamiento de *Vibrio* en LS puede deberse también a (i) una baja dominancia de este



género en la comunidad causada por la presencia de bacterias con efecto antagónico a *Vibrios* o (ii) la presencia de *Vibrio* spp en estado viable pero no cultivable (Silva et al., 2011).

Algunas especies de los géneros *Vibrio* y *Photobacterium* han sido catalogadas como patógenas oportunistas en peces planos de acuicultura (incluyendo *P. adspersus*) (Miranda y Rojas, 1996; Martin-Antonio et al., 2007) y en algunas especies, como E. coioides, se ha reportado que *Vibrios* spp forman parte de la MI de peces con bajo crecimiento (Sun et al., 2009). De acuerdo a lo anterior, es necesario realizar estudios para establecer el rol de los vibrios aislados de LA, que permitan conocer si cumplen una función beneficiosa (aporte de enzimas) o estarían repercutiendo negativamente en el crecimiento de *P. adspersus* de acuicultura.

Por su parte, *Psychrobacter* ha sido aislado del intestino de algunos peces marinos (Sun et al., 2009) mientras que *Acinetobacter* es un género común en peces planos (Sugita et al., 2002). Hasta la fecha, la presente investigación constituye el primer reporte de *Psychrobacter* en peces del género *Paralichthys*. La presencia de bacterias del género *Psychrobacter* en LS es destacable, puesto que se ha asociado con efectos fisiológicos positivos relacionados con el crecimiento y la salud de los hospederos (Sun et al., 2009; 2011). Además se ha señalado que en *E. coioides* la administración dietaria de *Psychrobacter* sp. inhibe el crecimiento de algunas bacterias patógenas (*Vibrio* spp) y be

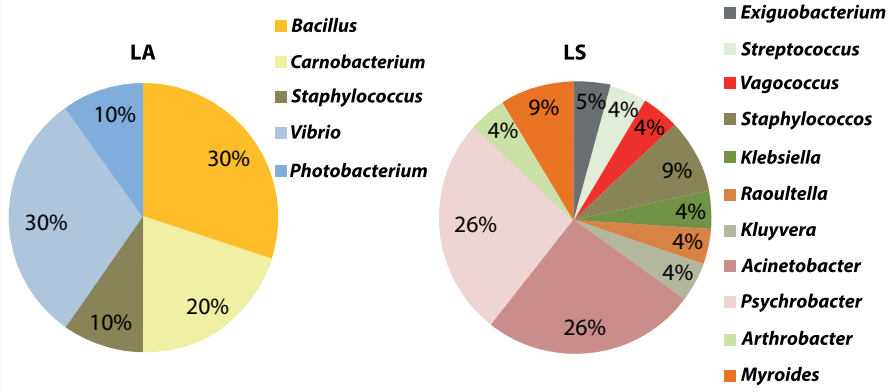


Figura 2. Estructura de la microbiota intestinal a nivel de género de aislados bacterianos en TSA de Lenguados de acuicultura (LA) y Lenguados silvestres (LS).

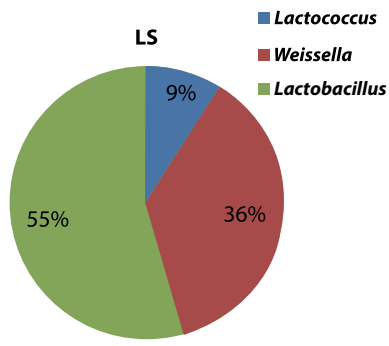


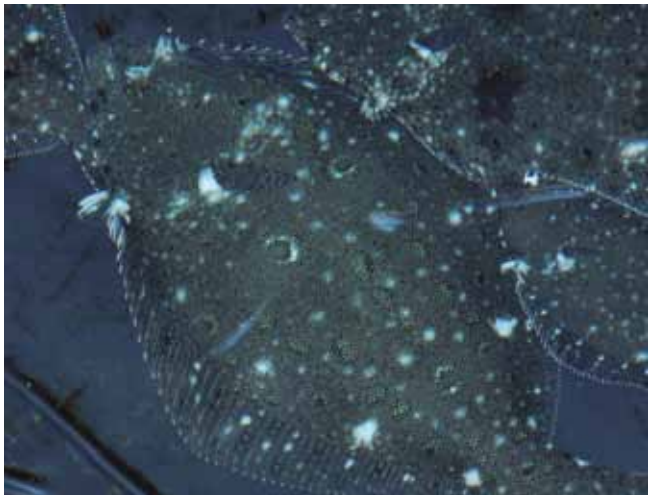
Figura 3. Bacterias lácticas aisladas en medio MRS de Lenguado silvestre (LS).

neficia el establecimiento de diversas bacterias potencialmente beneficiosas o neutras en el intestino (Yang et al., 2011). La presencia de *Psychrobacter* podría estar vinculada con la mayor diversidad observada en LS con respecto LA y pudiese ser un candidato de estudio como probiótico para LA.

Por otro lado, las bacterias pertenecientes al *phylum Firmicutes* ocuparon el primer y segundo lugar en términos de abundancia relativa en LA y LS, respectivamente. En las investigaciones de peces planos analizadas, los Firmicutes se presentan como el segundo phylum en términos de abundancia (Sugita et al., 2002; Martin-Antonio et al., 2007; Kim y Kim, 2013; Xing et al., 2013). La gran representatividad de Firmicutes en peces planos podría ser un indicativo de que juegan un papel importante en la interacción con el hospedero.

Un grupo importante de Firmicutes son las bacterias lácticas (BAL) que pertenecen a este phylum. Algunas BAL han recibido atención especial y en algunos casos han sido empleadas como probióticos por sus efectos benéficos sobre la salud y crecimiento de varios peces planos (Villamil et al., 2002). En LA se logró aislar *Carnobacterium*, mientras que en LS se aislaron *Lactobacillus, Weisella, Lactococcus, Vagococcus y Streptococcus* (Figura 2 y 3). La diversidad y la carga de BAL asociadas al tracto digestivo en peces se ven afectadas por factores nutricionales y ambientales, como la dieta, la salinidad entre otros. Kim y Kim (2013) mencionan que el alimento artificial comúnmente usado en la acuicultura de *P. olivaceus* es poco adecuado como sustrato para la colonización y diversificación de BAL en el TGI de esta especie. Por tal razón, las poblaciones de este tipo de bacterias son bajas o incluso nulas en *P. olivaceus* de acuicultura, mientras que dietas naturales, pueden aportar diversos factores nutritivos que facilitan el crecimiento y la colonización de este grupo de bacterias en el tracto intestinal. La presencia de un solo género de BAL en LA es consistente con lo esperado en peces alimentados con dietas artificiales.

Se ha observado que las bacterias probióticas aisladas de un determinado hospedador o de su ambiente son mucho más beneficiosas en él (o en similares especies) que bacterias aisladas de otras fuentes. Chen et al. (2006) observaron que la adherencia de Lactobacillus a la superficie de las células del tracto intestinal de *P. olivaceus* depende de la especificidad de la cepa y del huésped. Teniendo en cuenta lo anterior, se sugiere que la comunidad microbiana de *P. adspersus* silvestre ofrece un ambiente adecuado para la adhesión y colonización de este tipo de bacterias, y que las BAL aisladas en el presente estudio podrían ser estudiadas como potenciales probióticos específicos para mejorar las características productivas en LA.



En resumen, se observó que la MI a nivel de género, es más diversa en LS que en LA. Además, se identificó algunos grupos bacterianos presentes únicamente en la MI de peces silvestres, que podrían en un futuro ser estudiados como potenciales agentes benéficos para peces de acuicultura como son las bacterias lácticas (Lactobacillus, Lactococcus) y Psychrobacter spp. La mayor diversidad de la microbiota y la presencia de bacterias potencialmente beneficiosas en peces silvestres, puede atribuirse a diversos factores, siendo preponderante la alimentación natural.

Bibliografía

Chen Y., Wang L., An L., Li J. y Liu Q. 2006. Extraction, identification and primary investigation of adhesion specificity of *Lactobacillus* sp. Acta Microbiologica Sinica, 3: 397–400.

Kim D. y Kim D. 2013. Microbial diversity in the intestine of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.06.008

Martin-Antonio B., Manchado M., Infante C., Zerolo R., Labella A., Alonso C y Borrego J. 2007. Intestinal microbiota variation in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) under different feeding regimes. Aquaculture Research, 38: 1213 – 1222.

Miranda C. y Rojas R. 1996. Vibriosis en el lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) en cautiverio. Rev. Biol. Mar., 31(1):1-9.

Neulinger S., Järnegren J., Ludvingsen M., Lochte K. y Dullo W. 2008. Phenotype-specific bacterial communities in the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) and their implications for the coral's nutrition, health and distribution. Appl. Environ. Microb., 74: 7272-7285.

Rungrassamee W., Klanchui A., Maibunkaew S., Chaiyapechara S., Jiravanichpaisal P. y Karoonuthaisiri N. 2014. Characterization of intestinal bacteria in wild and domesticated adult black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). PLoS ONE, 9(3): e91853.

Silva A. 2010. Culture of Chilean flounder. En: Daniels HV y WO Watanabe (eds). Practical flatfish culture and stock enhancement, Wiley-Blackwell., pp. 30-45.

Silva F., Nicoli J., Zambonino-Infante J., Kaushik S. y Gatesoupe F. 2011. Infuence of the dieton the microbial diversityof faecal and gastrointestinal contents in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and intestinal contents in goldfish (*Carassius auratus*). FEMS Microbiol Ecol., 78: 285–296.

Sugita H., Okano R., Suzuki Y., Iwai D., Mizukami M., Akiyama N. y Matsuura S. 2002. Antibacterial abilities of intestinal bacteria from larval and juvenile Japanese flounder against fish pathogens. Fish Sci., 68: 1004-1011.

Sullam K., Essinger S., Lozupone C., O'connor M., Rosen G., Knight R., Kilham S. y Russell J. 2012. Environmental and ecological factors that shape the gut bacterial communities of fish: a meta-analysis. Molecular Ecology, 21: 3363–3378.

Sun Y., H. Yang, Z. Ling, J. Chang y Ye J. 2009. Gut microbiota of fast and slow growing grouper *Epinephelus coioides*. African Journal of Microbiology Research, 3(11): 713-720.

Sun Y., Yang H., Ma R., Zhang C. y Lin W. 2011. Effect of dietary administration of Psychrobacter sp. on the growth, feed utilization, digestive enzymes and immune responses of grouper *Epinephelus coioides*. Aquaculture Nutrition, 17(3): 733-740.

Tanasomwang V. y Muroga K. 1988. Intestinal Microflora of Larval and Juvenile Stages in Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fish Pathology, 23(2):77-83.

Villamil L., Tafalla C., Figueras A. y Novoa B. 2002. Evaluation of Immunomodulatory Effects of Lactic Acid Bacteria in Turbot (*Scophthalmus maximus*). Clinical And Diagnostic Laboratory Immunology, 9(6): 1318–1323.

Wong S. y Rawls F. 2012. Intestinal microbiota composition in fishes is influenced by host ecology and environment. Molecular Ecology, 21: 3100-3102.

Xing M., Hou Z., Yuan J., Liu Y., Qu Y. y Liu B. 2013. Taxonomic and functional metagenomic profiling of gastrointestinal tract microbiome of the farmed adult turbot (*Scophthalmus maximus*). FEMS Microbiology Ecology, 86(3): 432–43.

Yang H., Sun Y., Ma R., Li J. y Huang K. 2011. Probiotic *Psychrobacter* sp. improved the autochthonous microbial diversity along the gastrointestinal tract of grouper *Epinephelus coioides*. J Aquac Res Development, S1:001.

Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Católica del Norte

DOCTORADO EN ACUICULTURA*

Programa impartido en conjunto con la Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso 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 multidisciplinarios de vanguardia con honestidad, compromiso y responsabilidad social.

DOCTORADO EN BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA APLICADA*

Programa impartido en conjunto con la Universidad de La Serena y con la participación del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi (INIA Intihuasi).

Este Programa forma Doctores con una visión interdisciplinaria y holística, capaces no solo 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.

MAGÍSTER EN CIENCIAS DEL MAR MENCIÓN RECURSOS COSTEROS*

El Magíster tiene como finalidad la formación de un graduado o científico altamente especializado y capaz de integrarse, con solvencia y creatividad, a equipos de investigación y/o docencia superior en la especialidad.

A través de la formación de profesionales, pretende fomentar la innovación y responsabilidad social, para contribuir a la conservación del medio ambiente, desarrollando investigación científica y tecnológica.

MAGÍSTER EN ACUICULTURA

El programa tiene como objetivo contribuir a la formación de capital humano para el desarrollo de la actividad de la acuicultura en el país y en Latinoamérica, entregando las competencias necesarias para desempeñarse en la investigación, la innovación y la gestión en el ámbito de la acuicultura. Formar especialistas altamente calificados que generen nuevas estrategias de desarrollo para este sector productivo.

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

Para la acuicultura...

SEGURIDAD Y CONFIANZA A TODA PRUEBA

Compresores para buceo profesional

Con Motor Integrado

KOHLER. Engines

1

TAPA DE REGISTRO
Permite una fácil limpieza en el interior del cilindro.

2

HORÓMETRO
Cuenta las horas de funcionamiento para revisar oportunamente las mantenciones.

3

CERTIFICACIÓN SITEC
Certificamos cada uno de nuestros estanques según INN. (Instituto Nacional de Normalización).

4

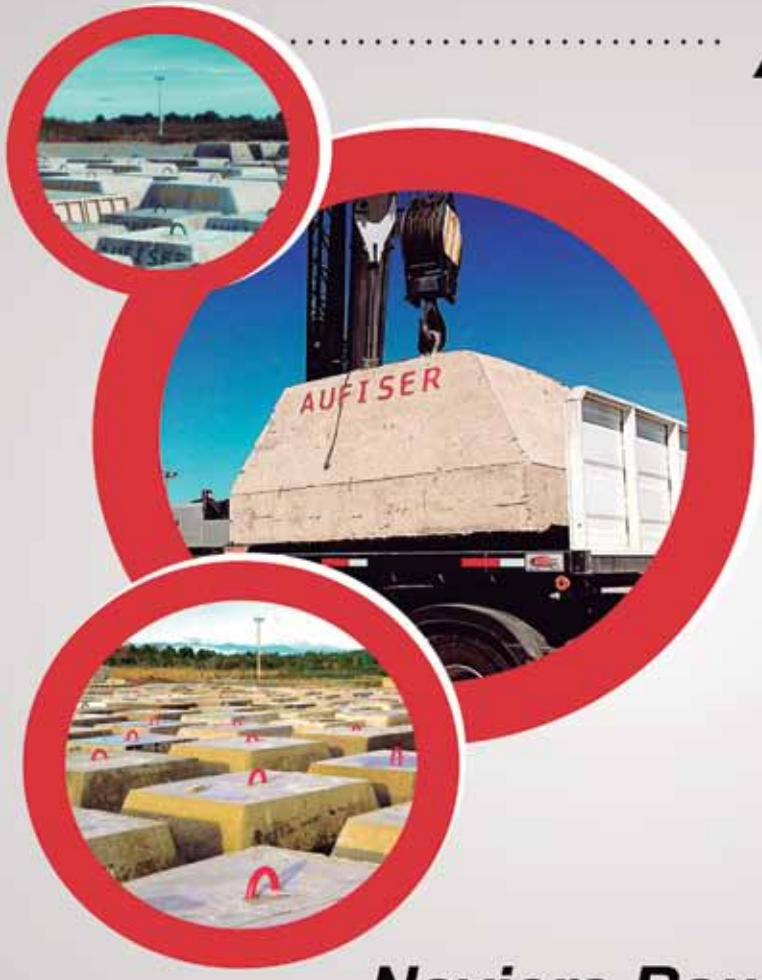
DOBLE CORREA DE TRANSMISIÓN
Entrega mayor confiabilidad y continuidad a las distintas labores de buceo.

Av. Santa Adela Nº9901 / Maipú - Santiago
Fono: (56-2) 2460 2020 / construccion@emaresa.cl
www.emaresa.cl

EMARESA

Aufiser

Anclajes de Hormigón



- Construcción de Anclajes en Planta Trapén (Puerto Montt) y Planta Pid Pid (Castro)
- Construcción de Anclajes In - Situ (Playa)
- Contrapesos en diversos Formatos (20 a 1.300 Kilos) Recubiertos de Plástico
- Construcción y Diseño de Muelles

Naviera Rauco

Transporte Marítimo

- Servicio de Transporte Marítimo y Cabotaje General

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

SERVICIOS

- Muestreo e Inspección
- Análisis Microbiológico para Exportación y Mercado Nacional
- Análisis de Residuos Farmacéuticos
- Análisis de Residuos de Antibióticos
- Análisis de Alimento para Salmón
- Análisis de Harinas de Aves
- Análisis de Metales Pesados
- Análisis de Aguas bajo diferentes Normas

- Análisis Foliar
- Etiquetado Nutricional
- Análisis de Aguas y Riles
- Análisis de agua según NCh 409, NCh 1333, D.S. 90 y otros
- Análisis de contaminantes
- Análisis de sustancias prohibidas
- Análisis de pesticidas
- Programas de Vigilancia Ambiental
- Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos

EQUIPAMIENTO DE ÚLTIMA GENERACIÓN

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

BUREAU VERITAS

cesmec
Una empresa Bureau Veritas

INSPECTORATE

ANDES CONTROL

GEOANALITICA

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

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

Desarrollo de Cultivos Heterotróficos de Microalgas para la obtención de Biomasa rica en Astaxantina y Ácidos Grasos Omega-3 COMO MATERIA PRIMA PARA CONSUMO HUMANO

Cristian Agurto[1], Sergio San Martin[1], Jorge Farias[1] y Nicolás Troncoso[1]
[1]Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina GIBMAR del Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción.
Email: c.agurto@gibmar.com / cagurto@udec.cl
www.gibmar.com / www.biotecnologiamarina.cl

El Proyecto 12IDL2-16163 financiado por el Programa Innova Chile de CORFO y ejecutado por el Grupo Interdisciplinario de Biotecnología Marina (GIBMAR) del Centro de Biotecnología de la Universidad de Concepción, está orientado a desarrollar y optimizar cultivos heterotróficos de microalgas para la obtención de biomasa rica en astaxantina y ácidos grasos omega 3 como materia prima para consumo humano. La ejecución de este proyecto situará a las instituciones participantes a la vanguardia en las técnicas de cultivo de microalgas, posicionando al país como un referente mundial en la producción de estos biocompuestos de alto valor comercial.

Los productos de microalgas poseen un amplio mercado internacional. Carotenoides, tales como Betacaroteno, Luteína, Cantaxantina, Licopeno y Astaxanina poseen un mercado estimado para el 2017 de US$1.300 millones de los cuales un 90% corresponde a formas sintéticas y un 10% a formas naturales (Global Industry Analysts Inc. 2015).

Actualmente existe una amplia demanda por las formas naturales de los productos ya mencionados, especialmente en Estados Unidos, Europa y Japón, dado que para el consumo humano solo estas son aceptadas. Por tal motivo el mercado de los carotenoides naturales presenta grandes posibilidades de desarrollo a nivel mundial, implicando una amplia gama de usos en la industria nutracéutica, cosmecéutica y de los alimentos funcionales. A modo de ejemplo, el precio de la Astaxantina para consumo humano varía entre US$10.000 a US$15.000 el Kg de pigmento, denotando un mercado en constante crecimiento. Según Frost & Sallivan (2008), se estima que para el año 2015 el mercado global de la Astaxantina será de US$ 200 millones de los cuales un 30% (US$ 60 millones) corresponden al mercado para consumo humano. La evidencia acumulada ha demostrado que, debido a su alta capacidad antioxidante, la Astaxantina es beneficiosa para la salud humana previniendo cáncer y fortaleciendo la respuesta inmunológica (Guerin et al, 2003).

Con respecto al Omega- 3, la demanda por formas vegetales de ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) que no provengan del aceite de pescado es cada vez más alta en Estados Unidos y Europa, debido a la reducción de los stocks pesqueros, bioacumulación de metales pesados en el aceite de pescado y a las fuertes características organolépticas de este aceite. El precio aproximado de 1Kg de biomasa con 20% de DHA es de US$ 60, estimándose que el mercado de Omega-3 para el año 2020 llegará a 241.000 toneladas a un valor de US$ 4.960 millones (Market Watch 2015).

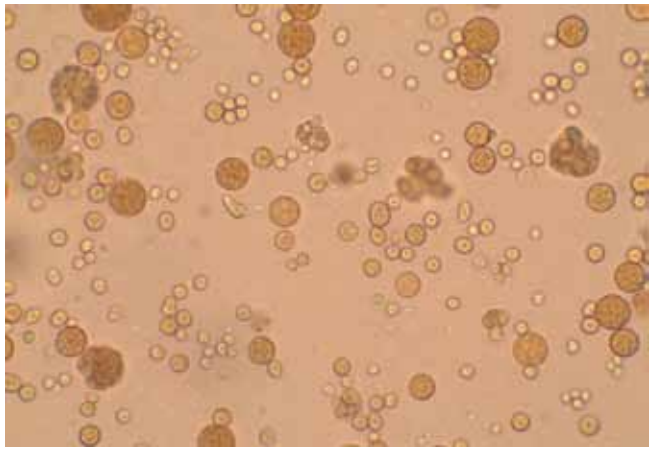


Figura 1. Cepa productora de Astaxantina en condiciones heterotróficas.

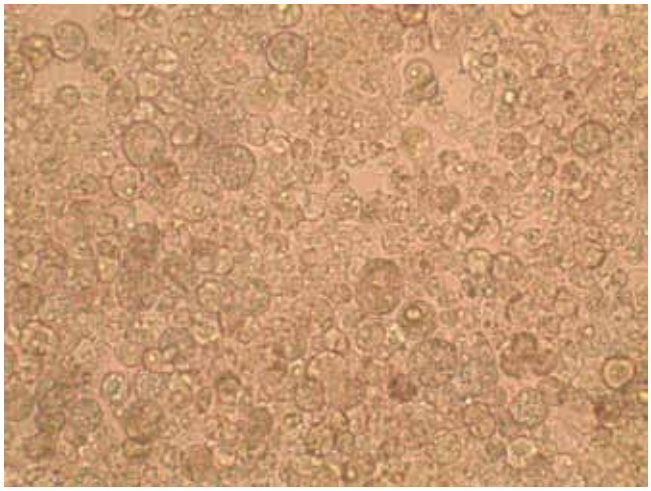


Figura 2. Cepa productora de Omega-3 DHA en condiciones heterotróficas.

La importancia terapéutica de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) Omega-3 se ha demostrado en diversos estudios clínicos y epidemiológicos. El DHA, que es uno de los más importantes Omega-3, junto con el EPA, proporciona beneficios para la salud asociados a su consumo, debido a que el DHA se acumula en las membranas de los tejidos nerviosos humanos, visuales, reproductivos y también es el ácido graso más abundante en la materia gris del cerebro. Por lo tanto, el DHA se considera particularmente importante en la alimentación infantil para el desarrollo cerebral (Chen et al, 1999).

A pesar de las significativas ventajas de las microalgas autotróficas o fototróficas (es decir microalgas que realizan fotosíntesis en presencia de la luz), con respecto a otras materias primas vegetales y animales para la producción de astaxantina y aceites tipo Omega, algunas microalgas pueden ser cultivadas en forma heterotrófica, esta condición de cultivo, no necesita CO_2, ni luz, genera 16 veces más biomasa algal (Kg m^{-3}) y triplica el contenido de aceites totales (>50%), aumentando la productividad con solo un 20% del costo total de un cultivo fototrófico o tradicional de microalgas. Por otro lado, una forma económicamente atractiva y sustentable de reemplazar la fuente de carbono (CO_2) en el proceso de este tipo de cultivo heterotróficos, es el uso de azucares de diversos subproductos agroindustriales.

En la actualidad existen empresas que obtienen Omega-3 de microalgas a partir de cultivos heterotróficos, es decir, en oscuridad y reemplazando el CO_2 por una fuente de carbono orgánico. Este proceso permite altas concentraciones de Omega-3 tipo DHA y los rendimientos de biomasa obtenidos aumentan desde 2 gL^{-1} a valores entre 30 a 100 gL^{-1} (Perez-Garcia, et al, 2011).

De acuerdo a la experiencia del GIBMAR en escalamiento de cultivos autotróficos de 200 m^3 en conjunto con la empresa coejecutora Pigmentos Naturales S.A. (Agurto et al 2012 a , b) y comparándolos con los resultados obtenidos en cultivos heterotróficos de 10 m^3 realizados por Li y colaboradores en 2007. Los resultados indican que los rendimientos del cultivo heterotrófico son significativamente mayores a los del cultivo autotrófico o tradicional. En 200 m^3 de cultivo autotrófico se puede llegar a producir en promedio 200 Kg de biomasa con un 20% de aceite mientras que en 10 m^3 de cultivo heterotrófico se puede producir 142 Kg con un 44% de aceites totales en solo un 5% del volumen utilizado en el cultivo autotrófico antes mencionado.

Estos datos reales avalan la preferencia por el cultivo heterotrófico que además requiere de una menor extensión de superficie. Este nuevo concepto y desarrollo tecnológico para la producción de Astaxantina y ácido grasos Omega-3, mediante el cultivo heterotrófico de microalgas está fundamentado en la capacidad de algunas especies de microalgas de aumentar significativamente su biomasa y el contenido de los metabolitos de interés comercial en condiciones heterotróficas.

Esta innovadora propuesta desarrollará e implementará una tecnología escalable y comercialmente viable para la producción de Astaxantina y ácidos Omega-3 como materia prima de nutracéuticos y alimentos funcionales para consumo humano a partir

Figura 3. Biorreactor automatizado con microalgas bajo condición heterotrófica para la producción de Astaxantina.

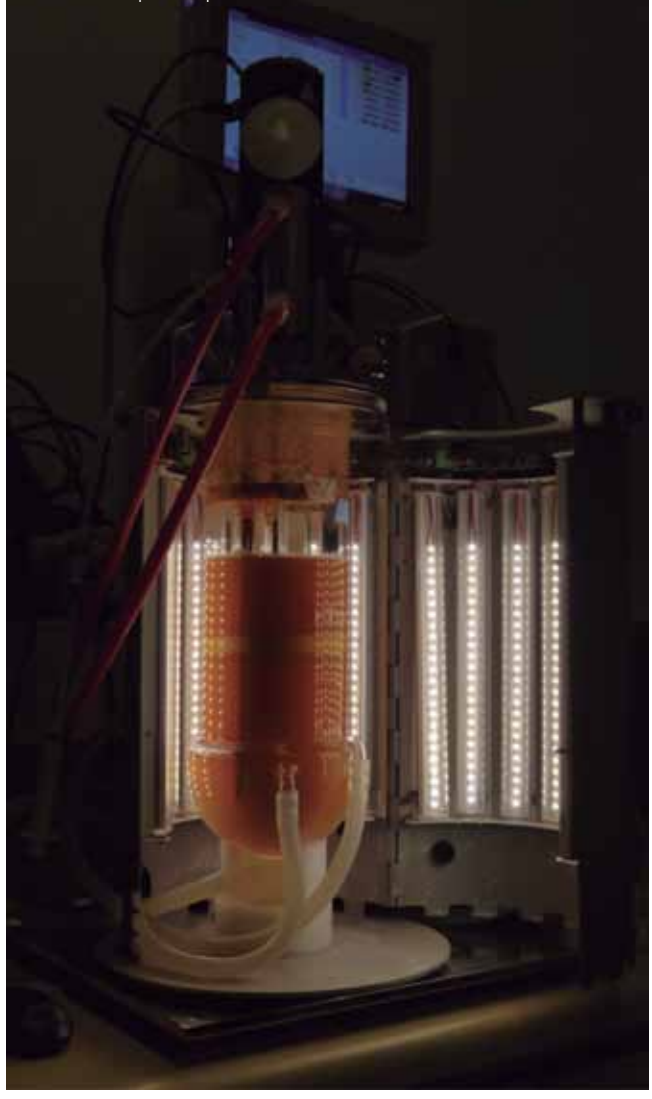


Figura 4. Biorreactor automatizado con cultivo de microalgas para la producción de Omega-3 en condiciones heterotróficas.

del cultivo heterotrófico, permitiendo la replicabilidad del escalamiento en todo el territorio nacional, sin limitaciones geográficas ni climáticas, reduciendo los impactos ambientales y los costos operacionales del cultivo industrial de microalgas.

Se estima que con esta tecnología heterotrófica se podría abordar, para el caso de astaxantina natural, un 50% del mercado para consumo humano, esto equivaldría a aproximadamente US$30 millones al año adicionales, y para el caso del omega-3 podría alcanzar el 1% del mercado equivalente a US$ 49 millones al año, diversificando los productos y permitiendo la apertura de nuevos mercados para las empresas participantes coejecutoras. La ejecución de este proyecto situará a Chile a la vanguardia en las técnicas de cultivo de microalgas, posicionando al país como un referente en la producción de estos biocompuestos de alto valor comercial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Evaluar y seleccionar cepas de microalgas productoras de astaxantina y ácidos grasos omega 3 en medio heterotrófico.
- Optimizar condiciones de cultivo heterotrófico cepa-específico para la producción de astaxantina y ácidos grasos omega 3.
- Analizar técnica y económicamente el ciclo productivo de microalgas para astaxantina y ácidos grasos omega 3 a partir del cultivo heterotrófico.
- Valorizar el mercado nacional e internacional de la astaxantina y omega 3 de microalgas para consumo humano.
- Proteger la propiedad intelectual e industrial de los resultados obtenidos del proyecto.

EL GIBMAR

Este proyecto Innova Chile de CORFO es ejecutado por el Grupo Interdisciplinario de Biotecnologia Marina “GIBMAR” siendo este constituido por jóvenes investigadores y profesionales lidera actualmente el desarrollo de 6 proyectos de Investigacion, Desarrollo e Innovacion en coordinacion con 15 empresas nacionales co-ejecutoras o asociadas, y cuenta con la colaboración de expertos internacionales.

Su misión es desarrollar e implementar una plataforma integrada de investigación, desarrollo e innovación, que fortalezca la asociatividad con el sector productivo con un fuerte impacto socio-económico, permitiendo la diversificación acuícola de los recursos marinos y agregando valor a través de la generación de nuevos productos. La visión de GIBMAR es trabajar para posicionarse como un referente nacional e internacional en el desarrollo de nuevos productos tecnológicos utilizando como materia prima organismos marinos.

Las principales líneas de investigación y desarrollo estan focalizadas en tecnologias de cultivos y cosecha, alimentos funcionales, nutracéuticos, farmacéuticos, cosmecéuticos, biomateriales, biorremediación y bioenergía, las que se abordan a través de equipos multidisciplinarios en Modelacion numérica, Cultivos hidrobiológicos, Extracción y purificación de compuestos químicos, Caracterización química, Ingeniería genética, y Desarrollo y validación de nuevos productos. Estos equipos estan constantemente apoyados por los equipos de Formulación y gestión de proyectos, Protección intelectual, Vigilancia y Transferencia tecnológica.

Figura 5. Biomasa obtenida por el GIBMAR luego del crecimiento heterotrófico de cepas de microalgas productoras de Astaxantina y ácidos grasos Omega-3.

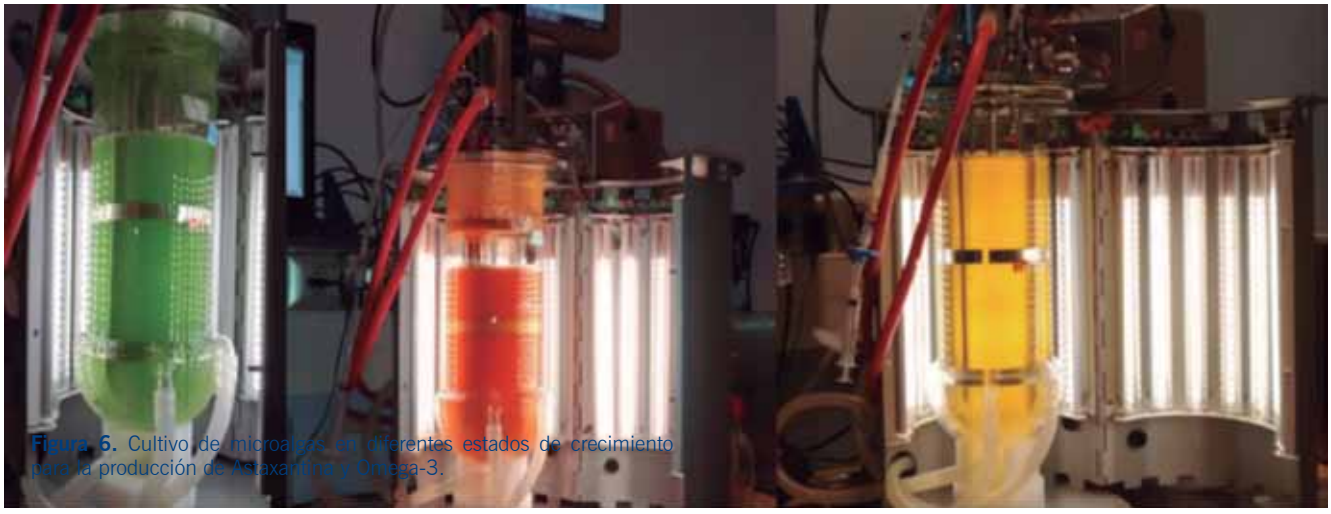


Figura 6. Cultivo de microalgas en diferentes estados de crecimiento para la producción de Astaxantina y Omega-3.

PROYECTOS EN EJECUCION

GIBMAR ejecuta los siguientes proyectos I+D+i en varias de sus lineas de investigacion:

- Innovachile 12IDL2-16163, Desarrollo de cultivos heterotróficos de microalgas para la obtención de biomasa rica en astaxantina y ácidos grasos omega-3 como materia prima para consumo humano.
- Innovachile 13IDL2-18275, Desarrollo de mallas espumadas (sleevits) antimicóticas y biodegradables para la protección de manzanas y peras de exportación.
- Innovachile 13IDL2-23425, Algaefilter - biofiltro de algas inmovilizadas en matriz polimerica para el tratamiento de aguas con alto contenido de metales pesados.
- Innovachile 13IDL1-25334, Evaluación de la capacidad antioxidante de tres algas rojas comestibles como ingredientes para la industria nutracéutica.
- Fondef D11I-1226, Desarrollo de papeles bioactivos en base a mezclas de pulpa de algas y fibras secundarias.
- Fondef D10I-1158, Desarrollo de materiales termoplásticos biodegradables a partir de biomasa macroalgal.

REFERENCIAS

Agurto CA, San Martín SR, Gómez PI. 2012. Diseño e implementación de sistemas de fotobiorreacción cerrados para el cultivo de microalgas de interés comercial. III Congreso Latinoamericano de Biotecnología Algal. 16 – 18 de enero de 2012a, Concepción-Chile.

Agurto CA, San Martín SR, Farias JO, Gómez PI. 2012. Evaluación del cultivo masivo de Phaeodactylum tricornutum para la producción de biodiesel. III Congreso Latinoamericano de Biotecnología Algal. 16 – 18 de enero de 2012b, Concepción-Chile.

Chen F, Liang SZ, Jiang Y. 1999. Production potential of docosahexaenoic acid by the heterotrophic marine dinoflagellate Crypthecodinium cohnii. Process Biochem. 34: 633-7.

Frost & Sullivan. 2008. U.S. Eye Health Ingredients Markets. Frost & Sullivan Research Service. USA.

Guerin M, Huntley ME, Olaizola M. 2003. Haematococcus astaxanthin: applications for human health and nutrition. Trends Biotechnol. 21:210–6.

Global Industry Analysts Inc. 2015. Carotenoids: A Global Strategic Business Report. A worldwide business strategy and Market Intelligence Source.

Li, X., Xu, H., & Wu, Q. 2007. Large-scale biodiesel production from microalga Chlorella protothecoides through heterotrophic cultivation in bioreactors. Biotechnology and Bioengineering, 98(4), 764–771.

Market Watch. 2015. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs) - A Global Market Overview.

Perez-Garcia, O., Escalante, F. M. E., de-Bashan, L. E., & Bashan, Y. 2011. Heterotrophic cultures of microalgae: Metabolism and potential products. Water Research, 45(1), 11–36.

CORDONVIDA SERVET

BANCO DE CELULAS MADRE

Una decisión para toda la vida

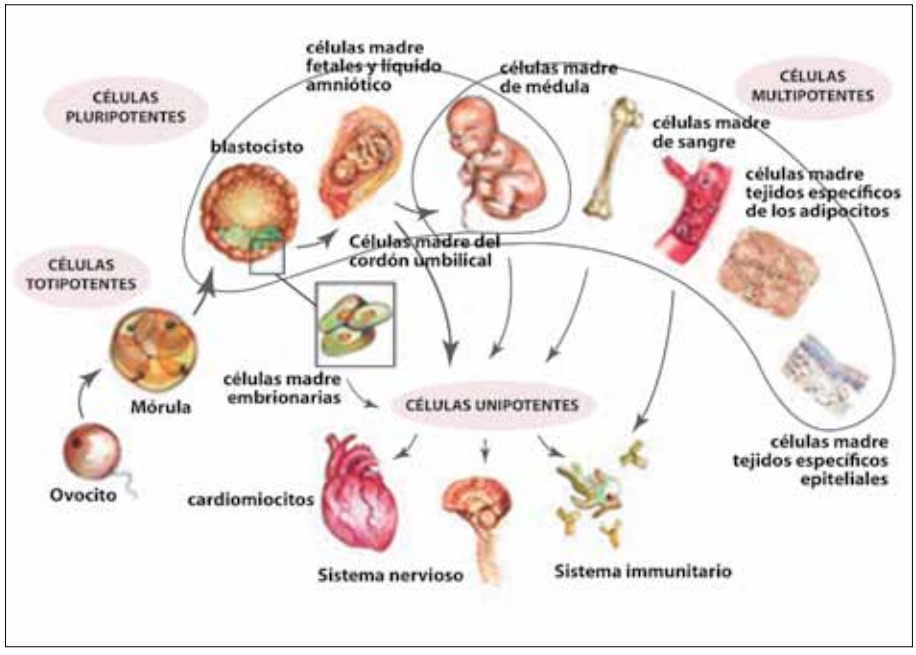
Somos un Banco Privado o Familiar de células madre, el concepto de "uso propio" implica la posibilidad de guardar, tomamos la muestra de células madre Hematopoyeticas (la sangre retenida en el cordón umbilical durante el parto) y Mesenquimaticas (Grasa de una minilipoaspiración, trozo de tejido de cordón umbilical), transportamos cuando es de regiones, vía aérea, la muestra en un kit con cadena de frío a Santiago, procesamos, criopreservamos en nitrogeno líquido a 196°C bajo cero hasta el momento de ser utilizada y almacenamos por si el dia de mañana tiene, él mismo o algún otro familiar (hermanos o padres), la necesidad de utilizarlas, en nuestro laboratorio de CordonVida Servet, Santiago, Chile, bajo normas internacionales acreditadas como es GMP las **buenas prácticas de fabricación** (en inglés *Good Manufacturing Practice*, GMP) son aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos, alimentos y drogas, y certificado por el Banco de células madre N°1 de Alemania, Vita 34 empresa líder, con más de 25 años en Europa.

Ellos nos auditan todos nuestros procesos una vez al año, y en cualquier momento, asegura Javier Sáez Fundador y CEO de CordonVida.

CordonVida es el único Banco de Células madre que está asociado a una clínica médica, como es Clínica Miguel de Servet, lo que le permite contar con el respaldo de los médicos y tener un campo clínico para realizar los tratamientos de medicina regenerativa. Adicionalmente estamos en alianza con más de 15 clínicas a nivel nacional para entregar asesoría de profesionales de la salud a las consultas que tienen los futuros padres y pacientes que requieren un tratamiento en medicina regenerativa. Nuestra alianza con la Isapre Mas Vida y la compañía de seguros de salud y vida MetLife nos permite entregar un servicio preferencial a sus afiliados y asegurados.

Cuál es nuestra proyección en Chile

Estamos trabajando y capacitando profesionales médicos de diferentes subespecialidades en aplicación de células madre mesenquimaticas para realizar tratamientos en medicina regenerativa. Estas capacitaciones están entregadas por médicos de USA, Europa que llevan muchos años trabajando en investigación y campo clínico. Adicionalmente estamos armando equipos de investigación para trabajar experimentalmente en aplicaciones de Diabetes Tipo I, Parkinson, Fibrosis pulmonar y Quemados. Contamos con una alianza clínica y de desarrollos de protocolos de GID Americas para nuestros proyectos en Chile.



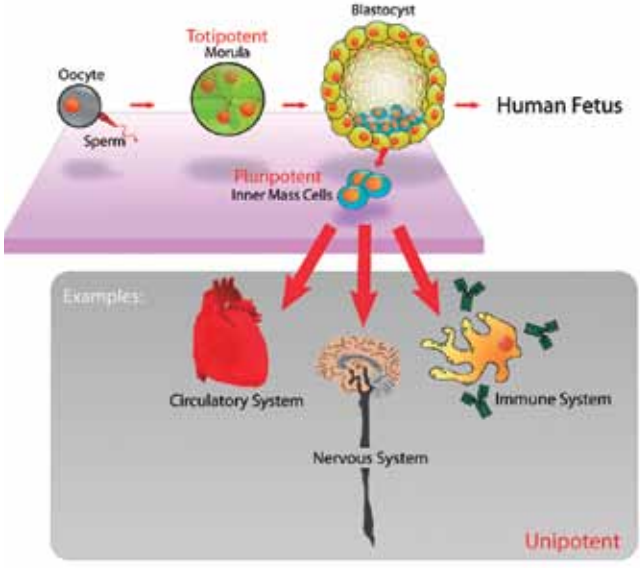
Qué son las células madre

Las células madre, en inglés stem cells (donde stem significa tronco, traduciéndose a menudo como «células troncales») tienen la capacidad de dividirse asimétricamente dando lugar a dos células hijas, una de las cuales tiene las mismas propiedades que la célula madre original (autorenovación) y la otra adquiere la capacidad de poder diferenciarse si las condiciones ambientales son adecuadas. La mayoría de los tejidos de un

organismo adulto poseen una población residente de células madre que permiten su renovación periódica o su regeneración cuando se produce algún daño tisular. Algunas células madre adultas son capaces de diferenciarse en más de un tipo celular como las células madre mesenquimales y las células madre hematopoyéticas, mientras que otras son precursoras directas de las células del tejido en el que se encuentran, como por ejemplo las células madre de la piel, músculo o las células madre gonadales (células madre germinales).

Las células madre embrionarias son aquellas que forman parte de la masa celular interna de un embrión de 4-5 días de edad. Éstas son pluripotentes lo cual significa que pueden dar origen a las tres capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo.

Tipos de células madre



Teniendo en cuenta su potencia, las células madre pueden dividirse en cuatro tipos:

LAS CÉLULAS MADRE TOTIPOTENTES pueden crecer y formar un organismo completo, tanto los componentes embrionarios (como por ejemplo, las tres capas embrionarias, el linaje germinal y los tejidos que darán lugar al saco vitelino), como los extraembrionarios (como la placenta). Es decir, pueden formar todos los tipos celulares. La célula madre totipotente por excelencia es el cigoto, formado cuando un óvulo es fecundado por un espermatozoide.

LAS CÉLULAS MADRE PLURIPOTENTES no pueden formar un organismo completo, pero sí cualquier otro tipo de célula correspondiente a los tres linajes embrionarios (endodermo, ectodermo y mesodermo). Las células madre pluripotentes más estudiadas son las células madre embrionarias que se pueden aislar de la masa celular interna del blastocisto. Las células madre germinales son células madre embrionarias pluripotentes, que dará lugar a los óvulos y espermatozoides. Hoy se pueden manipular células humanas de adulto y generar células con pluripotencialidad inducida (iPS), que se ha visto poseen el mismo potencial de crecimiento y diferenciación de las células madre embrionarias, e irán sustituyendo o ampliando con creces las posibilidades biotecnológicas soñadas para las embrionarias. El compromiso de Shinya Yamanaka, diseñador de esta tecnología y ganador del premio nobel por su descubrimiento, en relación con su uso hacia otros fines, es un ejemplo de la ética y la responsabilidad del investigador y supone asumir que la ciencia triunfa al servicio del hombre. Las ventajas técnicas de las iPS son muchas, las más importantes son: no inducen rechazo inmunológico lo que abre la posibilidad de crear fármacos específicos para un paciente determinado; no requiere la utilización de óvulos humanos, la técnica es muy fácil de realizarse y su costo es reducido.

LAS CÉLULAS MADRE MULTIPOTENTES son aquellas que sólo pueden generar células de su misma capa o linaje de origen embrionario (por ejemplo: una célula madre mesenquimal de médula ósea, al tener naturaleza mesodérmica, dará origen a células de esa capa como miocitos, adipocitos u osteocitos, entre otras). Otro ejemplo son las células madre hematopoyéticas - células madre de la sangre que puede diferenciarse en los múltiples tipos celulares de la sangre.

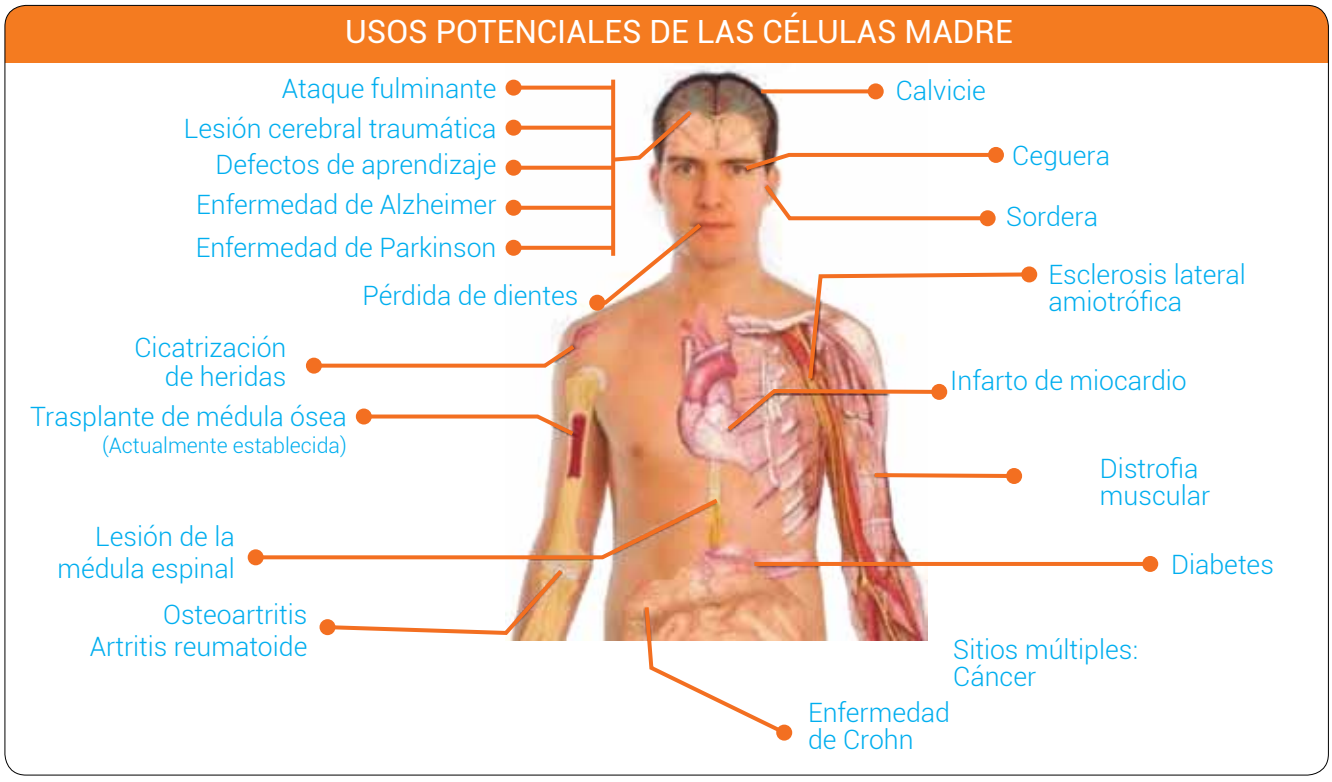
LAS CÉLULAS MADRE UNIPOTENTES también llamadas células progenitoras son células madre que tiene la capacidad de diferenciarse en sólo un tipo de células. Por ejemplo las células madre musculares, también denominadas células satélite sólo pueden diferenciarse en células musculares.

Además de por el criterio de potencia, las células madre también pueden clasificarse en cuanto a si se encuentran en el embrión o en tejidos adultos. Las células madre adultas se encuentran en tejidos y órganos adultos y que poseen la capacidad de diferenciarse para dar lugar a células adultas del tejido en el que se encuentran. En humanos, se conocen hasta ahora alrededor de 20 tipos distintos de células madre adultas, que son las encargadas de regenerar los tejidos en continuo desgaste (como la piel o la sangre) o tejidos que han sufrido un daño (como por ejemplo el hígado). En esta clasificación se incluyen células madre multipotentes, como las células madre hematopoyéticas de la médula ósea (encargadas de la formación de la sangre). En la misma médula ósea, aunque también en sangre del cordón umbilical, en sangre periférica y en la grasa corporal se ha encontrado otro tipo de células madre adultas, denominadas mesenquimales que puede diferenciarse en numerosos tipos de células de los tres derivados embrionarios (musculares, vasculares, nerviosas, hematopoyéticas, óseas, etc.).

Las células madre del cordón umbilical son relativamente fáciles de obtener y presentan una baja inmunogenicidad, debido a la baja expresión del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC), por lo que se han comenzado a utilizar en terapias para curar diversas enfermedades:

- Enfermedades autoinmunes como el lupus.
- Enfermedades hematológicas como la anemia falciforme.
- Diabetes.

Tratamientos con células madre



Las células madre podrían tener multitud de usos clínicos y podrían ser empleadas en medicina regenerativa, inmunoterapia y terapia génica. De hecho se han obtenido grandes éxitos con el empleo de células madre para tratar enfermedades hematológicas, como leucemias, anemias (Fanconi), linfomas (Hodkins), desordenes metabólicos (Krabbe), tumores (Neuroblastona, Retinoblastoma) lo que clasifica en terapias estándar. En terapias clínicas se está trabajando en diabetes de tipo 1, párkinson, destrucción neuronal como Esclerosis Lateral Amiotrofica (ELA), Esclerosis Múltiple, Artritis Reumatoide, Parálisis Cerebral e infartos. Pero aún en el 2015 no existían estudios en muchas enfermedades concluyentes en humanos debidos que están en etapa experimental como son Alzheimer, cirrosis hepática, lupus.

Algunos descubrimientos médicos permiten creer que los tratamientos con células madre pueden curar enfermedades y aliviar el dolor. Investigaciones médicas anticipan que en un futuro muy cercano con el uso de la tecnología, derivada de investigaciones para las células madre adultas, se podrá tratar el cáncer, diabetes, lesiones de la espina dorsal y daños en los músculos, entre otras enfermedades. Muchos tratamientos prometedores para enfermedades graves han sido aplicados usando células madre adultas. La ventaja de las células madre adultas sobre las embrionarias es que no hay problema en que sean rechazadas, porque normalmente las células madre son extraídas del paciente.

En los últimos años se está investigando en la proliferación in vitro de las células madre de cordón umbilical para aumentar el número de células madre y cubrir la necesidad para un trasplante. Estos estudios son muy prometedores y pueden permitir en un futuro utilizar células madre de cordón umbilical en terapia génica: podemos así tratar enfermedades causadas por la deficiencia o defecto de un determinado gen. Introduciendo un determinado gen en la proliferación de las células madre in vitro y trasplantar tales células en el paciente receptor. El uso de otros tipos de células como portadores de genes buenos en pacientes con enfermedades causadas por deficiencias o déficits genéticos, se está experimentando clínicamente.

Tratamientos del cáncer

Recientemente han sido utilizadas las células madre encontradas en la sangre del cordón umbilical para tratar pacientes con cáncer. Durante la quimioterapia, la mayoría de las células en crecimiento mueren por los agentes cito tóxicos. El efecto secundario de la quimioterapia es lo que los trasplantes de células madre tratan de revertir; la sustancia que se encuentra sana dentro del hueso del paciente, el tuétano, es remplazada por aquellas pérdidas en el tratamiento.

Inmunohematología

El trasplante de células madre hematopoyéticas se ha usado desde hace 50 años con éxito para tratar múltiples enfermedades: talasemias, anemia falciforme, anemia de Fanconi, errores congénitos del metabolismo, anemia aplásica grave, inmunodeficiencias combinadas graves (SCID). También han sido empleadas para el tratamiento de tumores: leucemias agudas mieloides y linfoides, leucemias crónicas mieloides, mielodisplasias, linfomas, mielomas, tumores sólidos de riñones, mama, ovario y neuroblastoma, etc.

Esto se consigue mediante el trasplante de médula ósea. La médula ósea contiene las células madre precursoras de las células sanguíneas y linfáticas. Se solía sacar del hueso de la cadera, pero actualmente se está sacando de la sangre periférica tras tratamiento con factores estimulantes del crecimiento. El éxito del trasplante de médula, al igual que en cualquier otro trasplante, depende de la compatibilidad HLA. Pero además de poder producirse rechazo del individuo al tejido trasplantado, el trasplante de médula ósea presenta la particularidad de que también puede darse en sentido inverso, rechazo del tejido trasplantado al individuo (GVHD: *graft versus host disease*).

Sin embargo el rechazo GVHD puede presentar una ventaja y ser de interés como inmunoterapia, ya que puede reconocer a las células malignas con las que compite como extrañas y permitir una remisión más rápida de la leucemia.

Tras destruir la médula por radiación o quimioterapia se realiza el trasplante. A las dos semanas aparecen nuevas células sanguíneas y tras varios meses (autólogos) o más de un año (alotrasplantes) se restituye la función inmune.

También es posible el empleo de células madre de cordón con la misma finalidad, menos traumática para el paciente, menor costo, disminución del riesgo de contaminación viral, y si almacenaron sus células madre tomadas durante el parto tendrá disponibilidad en 24 hr para que el médico tratante realice el trasplante.

Puntos de vista

Las investigaciones médicas señalan que las células madre tienen el potencial para producir un acercamiento a la comprensión y tratamiento de enfermedades, y para aliviar sufrimiento. En el futuro, la mayoría de las investigaciones médicas anticipan el uso de tecnologías derivadas de las investigaciones de células madre para tratar heridas en la espina dorsal y el párkinson son dos ejemplos que han sido reconocidos por personas famosas (por ahora, Christopher Reeve y Michael J. Fox).

En agosto de 2000, el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos dijo:

"[...] Investigaciones sobre células madre pluripotentes [...] prometen nuevos tratamientos y posibles curas para muchas enfermedades y lesiones, como párkinson, diabetes, problemas del corazón, esclerosis múltiple, quemaduras y lesiones de la espina dorsal. La NIH cree que el potencial médico de las células madre pluripotentes beneficiarán las tecnologías médicas y serán compatibles con la ética".

JAVIER SÁEZ
Founder & Executive Director
CordonVida Servet.

Referencias

Hans R. Schöler (2007). «The Potential of Stem Cells: An Inventory». En Nikolaus Knoepffler, Dagmar Schipanski, and Stefan Lorenz Sorgner. Humanbiotechnology as Social Challenge. Ashgate Publishing, Ltd. p. 28. ISBN 978-0-7546-5755-2.

What Are Stem Cells and Where Do They Come From? Lori P. Knowles. Stem Cell School.

Asymmetric Stem Cell Division: Precision for Robustness Inaba M, Yamashita YM. Cell Stem Cell. 2012 Oct 5;11(4):461-9.

How important are adult stem cells for tissue maintenance? Dor Y, Melton DA. Cell Cycle. 2004 Sep;3(9):1104-6.

Totipotency, Pluripotency and Nuclear Reprogramming Mitalipov S, Wolf D. Adv Biochem Eng Biotechnol. 2009;114:185-99.

Pluripotency and cellular reprogramming: facts, hypotheses, unresolved issues. Hanna JH, Saha K, Jaenisch R. Cell. 2010 Nov 12;143(4):508-25.

"TheNobel Prize in Physiology or Medicine 2012". Nobelprize.org.5 Dec 2012. Caulfield,T. & Rachul, C. (2012).

Science Spin: iPS Cell Research in the News. Clinical Pharmacology &Therapeutics, 89, 644-646 (May 2011) | doi:10.1038/clpt.2010.309

A family business: stem cell progeny join the niche to regulate homeostasis Hsu YC, Fuchs E. Nat Rev Mol Cell Biol. 2012 Jan 23;13(2):103-14.

Sun y col. [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/art.27548/abstract;jsessionid=A041219290709CF639357C691CEA8E6D.d03t04 Umbilical cord mesenchymal stem cell transplantation in severe and refractory systemic lupus erythematosus.] Arthritis Rheum. 2010 Aug;62(8):2467-75.

Grewal SS y col. Successful hematopoietic stem cell transplantation for Fanconi anemia from an unaffected HLA-genotype-identical sibling selected using preimplantation genetic diagnosis. Blood. 2004 Feb 1;103(3):1147-51.

Reversal of type 1 diabetes via islet β cell regeneration following immune modulation by cord blood-derived multipotent stem cells. Zhao y col. BMC Med. 2012 Jan 10;10:3.

COPEC®
Primera en servicio
BERGUECIO Y EBENSPERGER LTDA.
Mobil®
DISTRIBUIDOR LUBRICANTES
ESTACION DE SERVICIO - LUBRICENTRO - ARRIENDO DE VEHICULOS
Panamericana 200 / FonoFax (065) 2293838 - 2350273 / Puerto Montt
Combustible: contacto@jberguecio.cl / Lubricantes: salaventas@jberguecio.cl
Reparto de combustible a domicilio

CONOCE EL **NUEVO SERVICIO CHEVROLET** UN CONCEPTO ÚNICO EN SERVICIO

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

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

CÓMODO

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

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

CONVENIENTE

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

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

TRANSPARENTE

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

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

RÁPIDO

DESABOLLADURA Y PINTURA

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

AGENDE SU MANTENCIÓN AL 600 600 4004 Central de Atención Clientes O EN www.salfasur.cl

GARANTIA DE 120.000 ó 5 AÑOS

Beneficio exclusivo. Arriende un auto por $9.900 mientras reparamos el suyo.
*Sujeto a disponibilidad de modelos y condiciones de rent a car.

FIND NEW ROADS

La Modernización de Logística Reefers

La Industria Acuícola, una de las principales actividades de la Región de Los Lagos sigue creciendo; solo la salmonicultura ha superado las 550.000 Ton durante el año 2014, equivalente a un 7% más respecto al 2013. Este aumento paulatino de la producción en los últimos años ha comenzado a generar una fuerte presión sobre toda la cadena logística. Una de estas etapas corresponde al almacenamiento y administración de inventarios de carga sensible a la temperatura. Por este motivo se ha visto la necesidad de ampliar la oferta de espacios y modernizar la infraestructura disponible para esta prolífera Industria. En este escenario D&C Group ha entendido que esta necesidad es una prioridad para sus clientes. El espacio disponible de frío en la actualidad en la industria salmon-acuícola está a su máxima capacidad, la industria se ha visto obligada a requerir servicios de almacenamiento fuera de su zona.

Los próximos años serán claves para la industria acuícola y en especial para las salmoneras, debido a los procesos de fusión que se proyectan a mediano plazo, con el objetivo de lograr las sinergias y el ahorro esperado.

D&C Group ha decidido avanzar en la modernización y ampliación de sus diferentes áreas de negocio, los desafíos que se ha planteado la Compañía con la Industria Acuícola son avanzar en la integración de servicios que entreguen soluciones a las necesidades logísticas de la Industria. Es así que D&C Group ha planificado la modernización como una estrategia para proyectarse a largo plazo y ser sustentable en el tiempo a través de la aplicación y uso de nuevas tecnologías, transfiriendo todas estas ventajas competitivas a los clientes que ha atendido en la Región y a lo largo de todo Chile en sus 39 años de vida.

D&C Group

una solución logística integral en base a una amplia gama de productos y servicios.

Depósito de Contenedores

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

Transporte

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

Bodegaje

3 Centros ubicados en Antofagasta, Santiago y Talcahuano, totalizando más de 9.000 m^2.

Frigorífico

Más 3.000 Ton de capacidad en Frigorífico y 200 Plugs de conexión para contenedores refrigerados en sus depósitos.

Soluciones Modulares

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

D&C Group ha modernizado sus sistemas e infraestructura para potenciar y mejorar el nivel de respuesta que exigen los clientes en la actualidad, según los requerimientos de los nuevos mercados en el mundo. Paralelamente por tercer año consecutivo ha sido certificado con el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2008. Otro punto relevante es la renovación de toda su flota de Reefer los cuales tienen un estándar superior en cuanto a tecnología y sistemas de control siendo muy eficientes térmicamente y con un gasto energético muy por debajo de los modelos antiguos.

Como respuesta a los exigentes mercados, D&C Group desarrolló un área especializada llamada DYC LOGISTICS, generada a través de un *joint venture* con Agility Logistics, compañía FF líder en el mercado logístico internacional con más de 500 oficinas a nivel mundial, esta alianza estratégica permite una cobertura mundial para el manejo de cargas refrigeradas, especialmente orientada a la Industria Acuícola. Ambas Empresas cuentan con amplia experiencia y han creado una nueva unidad de negocios dedicada a la operación y administración de cargas sensibles a la temperatura. De esta forma garantizan la cadena completa de servicios para este tipo de comodities, con un alto nivel de compromiso, seguridad y con una variada gama de servicios destinadas a Empresas dedicadas al manejo integral de cargas secas, frescas o congeladas. En la actualidad DYC Logistics cuenta con la confianza de sus clientes que le han permitido crecer en forma paulatina logrando ser considerado un nuevo actor importante en este tipo de operaciones por su nivel de repuesta, cobertura y profesionalismo.

FLUJO LOGÍSTICA INTEGRAL **D&C - AGILITY**

El futuro de DyC Group es crecer fuertemente y consolidar lo que ha logrado a lo largo de los años. En la Zona Sur la compañía cuenta con nuevos depósitos en Valdivia y Castro, los cuales incluirán en una primera etapa los servicios de Spacewise (Soluciones modulares), Reefers y Transporte. En Castro además se inició la construcción de un frigorífico que considera en su primera etapa una capacidad de 2.500 Ton, el cual entrará en operaciones en el mes de Septiembre de 2015, siendo pioneros en brindar este tipo de servicio a la industria establecida en esa zona.

El depósito de Puerto Montt incluye en su plan de expansión el Proyecto de modernización de su oferta de frío, el cual incluirá un nuevo frigorífico de 7.500 Ton con tecnología de última generación, tanto en sus sistemas de control de inventario WMS, como sistema de almacenaje que incluye rack móviles de fabricación Europea que permitirá reforzar y aumentar en forma significativa tanto la capacidad, como el nivel de respuesta a los exigentes requerimientos de todos sus clientes. Esto irá directamente en beneficio de todos sus clientes con la disminución del uso de Reefers y alta capacidad de respuesta. El plan de expansión continuará con otras regiones estratégicas a nivel nacional.

FONO: 800 380 000

Valparaíso: Av. Bernardo O'Higgins 388, Placilla Oriente.

Puerto Montt: Camino a Pargua, KM. 1030.

www.dycsa.cl

SpaceWise.cl
Soluciones Modulares

Un mundo de soluciones en almacenamiento flexible

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

Y un mundo de soluciones para uso habitable

Desde un módulo oficina estándar hasta un proyecto especial personalizado.
Nuestro departamento técnico de vasta experiencia, nos permite desarrollar soluciones constructivas creativas, flexibles y de calidad, ajustándose a las exigencias de cada cliente.

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

Una empresa D&C Logística

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

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

VALDIVIA
Dirección: Ruta 205 con el Pasaje Carlos Toledo sector El Arenal, Valdivia.
Fono: 9 92260234

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

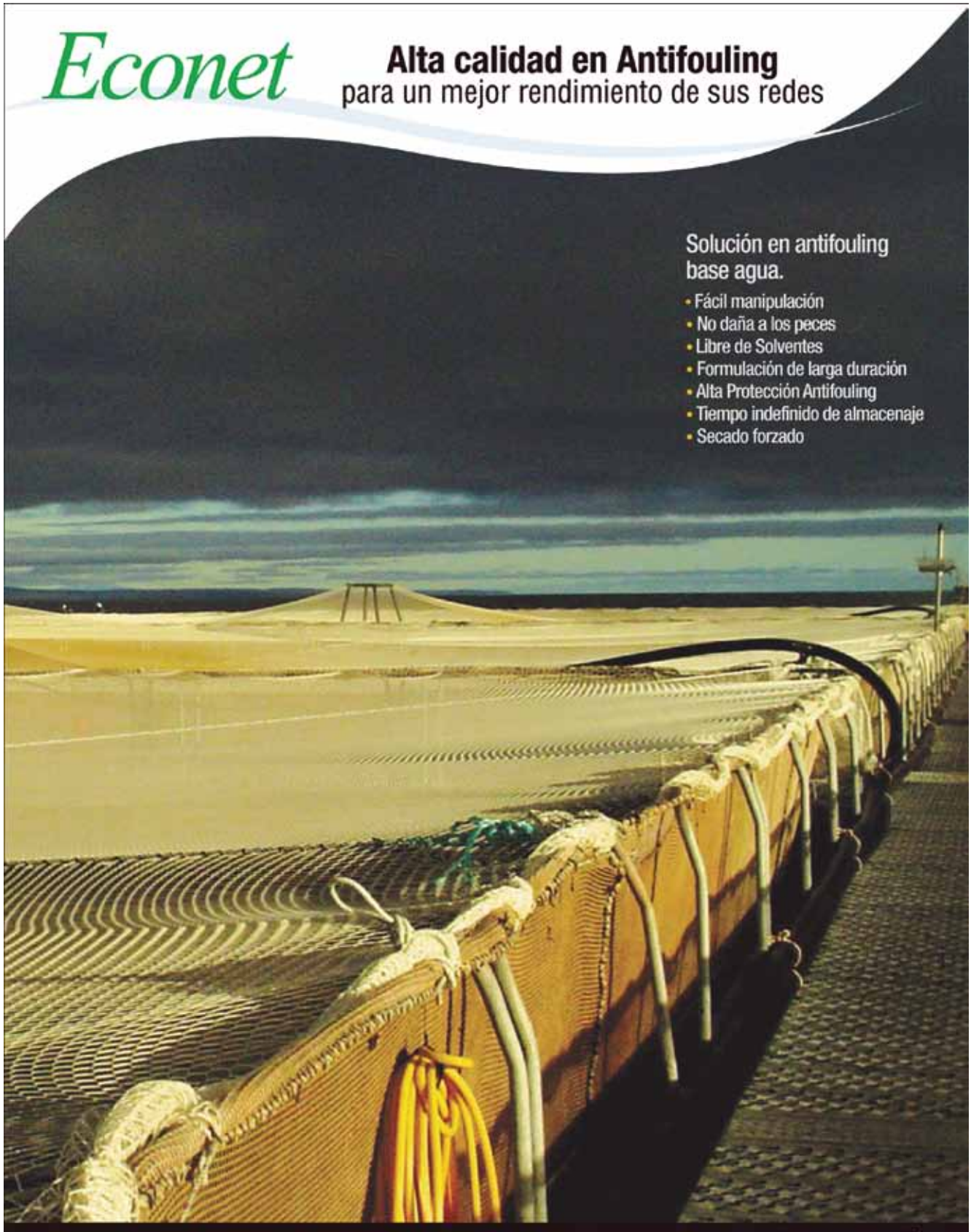
Contáctenos: ventas@spacewise.cl • 800 380 000 • Spacewise.cl

Econet

Alta calidad en Antifouling
para un mejor rendimiento de sus redes

Solución en antifouling
base agua.

- Fácil manipulación
- No daña a los peces
- Libre de Solventes
- Formulación de larga duración
- Alta Protección Antifouling
- Tiempo indefinido de almacenaje
- Secado forzado



AGENCIA PUERTO MONTT: Ruta 5 N° 1471, Camino a Pargua Km. 1022. Tel y Fax (56-65) 225 21 19.

INDUSTRIAS CERESITA S.A. Lo Echevers 801, Quilicura, Santiago. Tel (56-2) 2726 28 12, Fax (56-2) 2726 28 13.

Ceresita

Empresas
Gorbea
SELLO Pro Pyme
Mejorando para nuestros
20
años
Clientes & Proveedores
• Líder en producción de aceite de canola
• Mayor comprador de raps de la zona sur
• Atendemos al 100% de las empresas que producen alimento para la industria acuícola
WWW.EMPRESASGORBEA.CL
Aceitera Gorbea
Molino Gorbea
Avena Gorbea
Folimag
Foliadora de Maderas Gorbea
CEL: +56 45 2732500
CUARTA FAJA KM. 1 / GORBEA
CONTACTO@EMPRESASGORBEA.CL

Estudio preliminar del envejecimiento de ovocitos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) almacenados *In Vitro*

I. Valdebenito[1], P. Echeverría[1], R. Riffo[1], A. Ubilla[1], M. Valdebenito[1], J. Risopatrón[2], y E. Figueroa[1].
[1]Escuela de Acuicultura, Universidad Católica de Temuco-Chile.
[2]Centro de Biotecnología en Reproducción, Universidad de La Frontera.

Investigación financiada por Proyecto: FONDECYT N°1120705-Chile.

INTRODUCCIÓN

Los oocitos de salmónidos, se mantienen "*in Vitro*" a bajas temperaturas en fluido ovárico y, el semen, en el plasma seminal o un diluyente espermático artificial, lo que genera envejecimiento celular, reflejado en una disminución de la fertilidad y/o una deficiencia en la calidad de la progenie (Komrakova & Hotz, 2009, Lahnsteiner, 2009). En peces, la sobremadurez o envejecimiento de gametos se correlaciona positivamente con la frecuencia de malformaciones en alevines (Bonnet *et al*., 2007).

El fluido ovárico o líquido celómico que acompaña las ovas durante el desove, es un protector de oocitos y activador natural muy efectivo para el espermatozoide (Billard, 1983; Woolsey *et al.*, 2006). Dentro de sus componentes, posee un pH cercano a 8, sodio (Na), potasio (K) y calcio (Ca), además de glucosa, fructosa, colesterol, fosfolípidos, proteínas, aminoácidos libres y antioxidantes (Rime, 2004). Productivamente, las pisciculturas de especies salmonídeas instaladas en Chile, regularmente utilizan soluciones salinas o activadores espermáticos en una proporción cercana al 20-30% del volumen de las ovas, para realizar la fecundación. Con esto, se prolonga la duración de la motilidad espermática, la intensidad del movimiento flagelar y, finalmente, la capacidad fecundante del espermatozoide (Valdebenito *et al.*, 2009).

La fecundación, es seguida por una serie de rápidas y numerosas divisiones mitóticas. Los primeros blastómeros son grandes y fácilmente visibles, y para la mayoría de los peces son regulares en forma y tamaño (Shields *et al.*, 1997) en aquellos embriones de alta viabilidad.

Los blastómeros desiguales, se asocian a una baja viabilidad del embrión, por lo tanto, proporcionan una herramienta útil para la evaluación de su calidad (Kjorsvik *et al*., 2003; Valdebenito *et al.,* 2012 y 2013). Han sido registrados blastómeros desiguales en peces, en su mayoría a causa de contaminantes (Bobe & Labbé, 2010). Estudios toxicológicos han demostrado que los huevos con blastómeros desiguales, incluyendo embriones en etapa de blástula, no completan la embriogénesis (Von Westernhagen, 1988). Las aberraciones suelen adoptar forma irregular en las interacciones espaciales (asimetría), anomalías de división, tamaños desiguales, márgenes incompletos y números incorrectos (Shields *et al.,* 1997). Sin embargo, en salmónidos, el corion del huevo es opaco, por lo que se debe sacrificar al embrión para realizar una evaluación de la simetría de los blastómeros, esto dificulta el seguimiento y evaluación del efecto en la sobrevivencia embrionaria o larval. Avery *et al.,* 2009, han demostrado que observaciones de la morfología de células, mórulas y blástulas, pueden ser usadas como criterio temprano para la evaluación de la calidad de los gametos y embriones, ya que se ha confirmado que los defectos celulares ocurridos durante las primeras etapas del desarrollo, se correlacionan positivamente con bajas tasas de sobrevivencia embrionaria y larval (Kjorsvik *et al.*, 2003).

El objetivo de esta investigación es evaluar el porcentaje de fertilidad y simetría de los primeros blastómeros, en relación a la calidad de las ovas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) almacenadas en distintos medios, para así obtener un medio efectivo para el almacenamiento de gametos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de reproductores y gametos.

Los reproductores utilizados provenían de la piscicultura Belén del Sur, en la comuna de Curacautín. Se utilizó un *pool* de ovas de 4 hembras y el semen de 2 machos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Los oocitos fueron depositados en una bolsa de plástico y se procedió a oxigenarlos para transportarlos a las instalaciones de la Universidad Católica de Temuco, a 4°C y en ausencia de luz.

Almacenamiento de gametos.

En el Laboratorio de Reproducción de la Universidad Católica de Temuco, se separó el líquido celómico de los oocitos, usando un colador. Posteriormente, se formó un pool de oocitos, depositándolos en partes iguales con 3 tratamientos: control (C) o líquido celómico, T_1: Powermilt® y T_2: Stopmilt®.

Evaluación del nivel y duración de la motilidad.

El análisis del semen se realizó mediante la metodología propuesta por Sánchez-Rodríguez y Billard (1977), utilizando un microscopio Nikon Eclipse E400 con un objetivo de 40x (Figura 1A), y se agregó una alícuota de semen de 1μl más 10μl de activador espermático Powermilt®, observando el comportamiento de los espermatozoides, para luego clasificar la muestra según el nivel de movimiento que presentaron y el tiempo que se demoró la muestra en no presentar ningún espermatozoide en movimiento.

Fecundación.

A las 5 réplicas de cada tratamiento, con 30 oocitos cada una (n=150), se les agregó 5ml de activador espermático (Powermilt®). Luego, se procedió a usar una micropipeta, aplicando 10μl de semen a cada réplica para fecundar (Figura 1). Los oocitos ya fecundados, se dejaron reposar por alrededor de 5 min. A continuación, se incorporó agua en los recipientes para facilitar la hidratación de éstos (Figura 1). Luego, fueron colocados en microincubadores individualizados, para luego ser ubicados en la incubadora ZHICHENG modelo ZSD-A1160, a una temperatura promedio de 5,06±0,96°C, por un período de 12 horas y luego fijadas en solución de Stockard para extraer el blastodisco mediante decorionización (Figura 1).

Los oocitos fueron almacenados por un tiempo máximo de 120 horas. Sin embargo, después de 60 horas, no se presentó fertilidad en el medio Stopmilt®. Al no haber embriones para evaluar la simetría de los primeros clivajes, ésta se evaluó sólo hasta las 60 horas en todos los medios.

Evaluación de la morfología de los primeros blastómeros.

Después de 12 horas de incubación a 5,06±0,96°C, se determinó el porcentaje de fecundación, mediante un estereomicroscopio OLYMPUS SZX7 con lámpara de luz fría (Olympus LG – PS2), con una cámara Micropublisher 3.3 RTV conectada con el "software" de análisis de imágenes Q Capturepro 5.0, decorionizando los embriones con micropinzas y extrayendo el disco embrionario o evaluando en forma visual. Se clasificaron como fecundados, los embriones que presentaron blastodisco con al menos una división celular y, como no fecundados, aquellos que no presentaron división.

Análisis estadísticos

Se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 5.0® (GraphPad Sofware, San Diego CA). Se aplicó un ANOVA para datos no paramétricos y el test de comparaciones múltiples de Tukey para evaluar e identificar las diferencias estadísticamente significativas en relación a los tratamientos con el grupo control. Además, se realizó una correlación de Pearson. Se fijó el valor de p< 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la Fertilidad

Los resultados obtenidos, muestran que los oocitos almacenados en el medio Control (líquido celómico) y en Powermilt®, hasta las 24 h de almacenamiento, tenían una fertilidad promedio de 95,7±2,9% y un 98,01±1,14% respectivamente, sin mostrar

Figura N° 1. Metodología para la realización del experimento: Fecundación artificial (A), Almacenamiento de ovas (B) y Extracción de blastodisco por decorionización (C).

diferencias (p>0,05, Figura 2A). Posteriormente, la fertilidad de las ovas almacenadas en Powermilt®, se redujo gradualmente hasta las 120 h promediando un 32,5±3,9%, en comparación al control (19,74±6,71%; p> 0,05). Las ovas almacenadas en el medio Stopmilt® registraron una fertilidad a las 12 h de almacenamiento de 95,27±1,64% luego una disminución significativa al transcurrís 72 h de incubación (2,80±1,30%) en comparación al control (p<0,05) que se prolongo hasta 120 h de almacenamiento (Figura 2A). El descenso en la fertilidad de oocitos almacenados en los medios artificiales, se podría deber a la alta concentración de potasio de éstos o una alteración del potencial de membrana de los oocitos (Komrakova & Holtz, 2009)

Evolución de la morfología de los blastómeros

Del total de los oocitos almacenados hasta las 120 h en líquido celómico (control) un 39,1±5,23% de los embriones fueron si

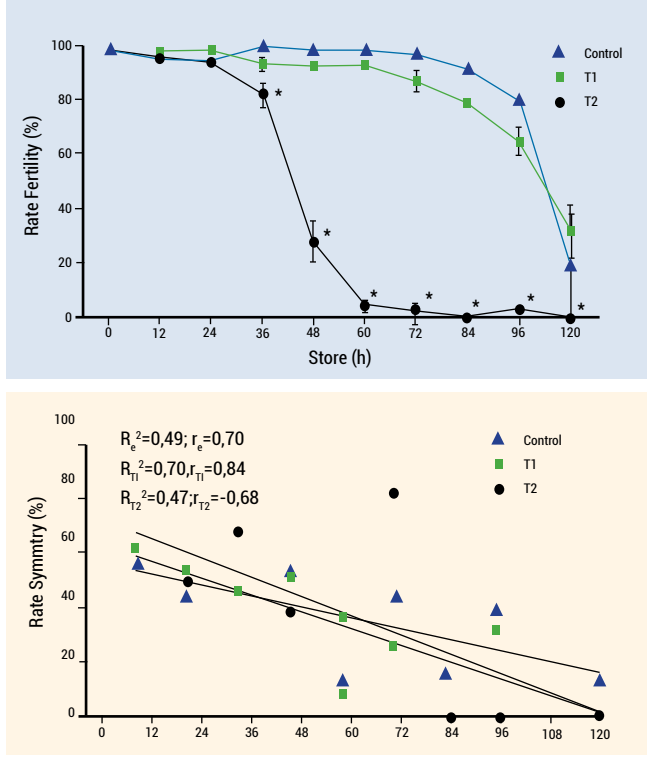


Figura 2: Porcentaje de Fecundacion (superior) y de simetría de blastómeros (inferior) registrada en embriones obtenidos de ovas de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) almacenadas en frío por 120 horas (h) en diferentes medios. **Figura Superior:** Tasa de fecundacion (media±DE). **Figura Inferior:** Tasa de simetría de blastómeros (media) y correlacion del tiempo de almacenamiento y simetría de los primeros blastómeros. T1: Powermilt y T2: Stopmilt. (*) Indican las diferencias estadísticamente significativas de los tratamientos con respecto al control (p<0,05).

métricos. Para Powermilt® un 40,35±6,09% y para Stopmilt® se registró un 50,11±6,69% de embriones simétricos sin diferencias significativas entre los tres tratamientos ($p>0,05$) con respecto a la simetría de los primeros blastómeros (Figura 2B). Esto podría deberse en parte, a que existe una capacidad de autocorrección en los primeros clivajes, siendo posteriormente el ambiente y el medio de cultivo el que pudiera gatillar un aumento en la mortalidad, debido a que la mayoría de la mortalidad de huevos anormales, ocurre durante el primer tercio de la embriogénesis, lo que sugiere que algunos huevos pueden corregir la simetría celular durante divisiones posteriores (Von Westernhagen, 1988, Effer et al., 2012). Se correlacionó el tiempo de almacenamiento con la tasa de simetría con los diferentes medios, presentado diferencias significativas (r_c= -0,70; r_p= -0,78; r_s= 0,68 $p<0,05$, respectivamente, Figura 2B).

Dentro de los embriones observados entre el tiempo 12 y 60, se identificaron para el control blastodiscos: normales 39,06±5,23%, desiguales con un 56,8±4,77%, y difusos con 0,07±0,73 %, con número impar de blastómeros 0,72±0,53% y amorfos un 2,72±0,88%. Para el caso del Powermilt®, se observaron blastodiscos: normales 40,35±6,09%, desiguales 53,8±5,81%, difusos 1,02±0,41%, con número impar 1,9±0,67% y amorfos 2,92±0,65%. Para el Stopmilt®, se pudo observar blastodiscos: un 50,11±6,69% de embriones normales, desiguales con un 40,49±5,0%, difusos en un 2,91±0,4%, con número impar un 3,13±0,65% y amorfos 3,36±0,45% (Figura 3).

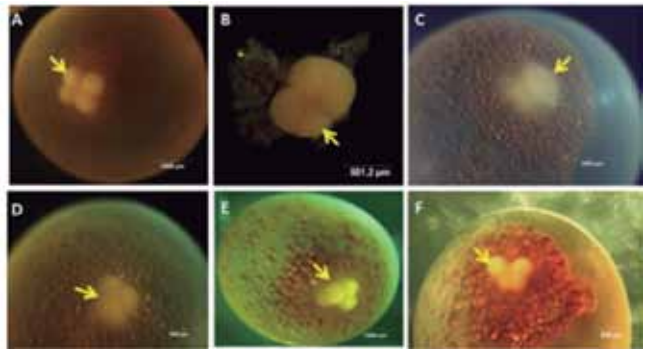


Figura 3. Blastodiscos de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss), obtenidos de ovocitos almacenados hasta por 120 horas a temperatura de 4°C. (A) Blastómeros simétrico con dos clivajes 4x, (B) Blastómeros desiguales 5.6x, (C) Blastómeros de márgenes difusos 4x, (D) Blastómeros impares 4x, (E-F) Blastómeros amorfos 3.5x.

CONCLUSIONES

El fluido ováricos o liquido celómico (C) y el medio Powermilt® (T_1) fueron los que presentaron mayor eficiencia en el almacenamiento de ovas de trucha arcoíris en relación a la tasa de fecundación y simetría de los primeros blastómeros, almacenados por 120 horas de incubación a 5°C.

REFERENCIAS.

Avery, T. S., Killen, S. S., & Hollinger, T. R. 2009. The relationship of embryonic development, mortality, hatching succes, and larval quality to normal or abnormal early embryonic cleavage in Atlantic cod, *G. morhua.* Aquaculture 289: 265 - 273.

Babiak I, Dobosz S, Goryczko K, Kuzminski H, Brzuzan P, & Ciesielski S. 2002. Androgenesis in rainbow trout using cryopreserved spermatozoa: the effect of processing and biological factors. Theriogenology 57:1229–1249.

Billard R. 1983. Effects of coelomics and seminal fluids and varius saline diluents on the fertilizing ability of spermatozoa in the rainbow trout, *Salmo gaidneri*. Journal of reproduction and fertility 68, 77-84.

Bobe J., & Labbé C. 2010. Egg and Sperm quality in fish. General and Comparative Endocrinology. 165, 535-548.

Bonnet, E., Fostier, A., & Bobe, J. 2007. Characterization of rainbow trout egg quality: a case study using four different breeding protocols, with emphasis on the incidence of embryonic malformations. Theriogenology 67: 786 - 794.

KjØrsvik E., Hoehne.Reitan K., & Reitan K.I. 2003. Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus L.*). Aquaculture. 227, 9-20.

Komrakova M., & Holtz W. 2009. Factors responsible for successful chilled storage of unfertilized rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. Aquaculture 286 (2009) 156-163.

Lahnsteiner, F. 2009. Factors affecting chilled storage of zebrafish (*Danio rerio*) embryos. Theriogenology 72: 333–340.

Rime, H. ; Guitton, N. ; Pineau, C. ; Bonnet, E. ; Bobe, J. & Jalabert, B., 2004: Post-ovulatory ageing and egg quality: a proteomic analysis of Rainbow trout coelomic fluid. Reproductive Biology and Endocrinology 2, 1-13.

Shields R.J., Brown N.P. & Bromage N.R. 1997. Blastomere morphology as predictive measure of fish egg viability. Aquaculture 155,1-12.

Valdebenito I., Fletcher C., Vera V. & Fernández J., 2009. Factores fisicoquímicos que regulan la motilidad espermática en peces: Aspectos básicos y aplicados. Una revisión. Temuco, Chile. Archivos Medicina Veterinaria 41, 97-106.

Valdebenito I., Rubén Sánchez, Brian Effer and Andrea Ubilla. 2012. Morphometric characterization of the first blastomeres of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Zygote. 1-5. Doi:10.1017/S0967199411000682.

Valdebenito I., Patricia Gallegos & Brian Effer. 2013. Gamete quality in fish: Evaluation parameters and factors that determine them. Zygote. doi:10.1017/S0967199413000506.

Von Westernhagen, H. 1988. Sublethal effects of pollutants on fish eggs and larvae. In: Hoar, W.S., Randall D.J. (Eds.), Fish Physiology, Vol. XI, The physiology of developing fish, Part A, eggs and larvae. Academic Press, pp. 253-346.

Woolsey J., Holcomb M., Cloud J. & Ingermann R. 2006. Sperm motility in the steelhead *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): Influence of the composition of the incubation and activation media. Aquaculture Research 37, 215-223.

7PLAGAS

Pest Control

Matamos por Encargo...

SERVICIOS

DESRATIZACION • DESINSECTACION • SANITIZACION

CONTROL DE AVES • CONTROL DE MURCIELAGOS

Empresa certificada ISO 9001:2008

Empresa acreditada SAG

Contamos con Seguro de Responsabilidad Civil

Fono Fax (65) 2 253203 / 2 480625 Cel. 6830 1662 / 6830 1647

Av. Presidente Ibáñez 352 - Puerto Montt

Info@7plagas.cl - www.7plagas.cl

Temuco Valdivia Osorno Puerto Montt

Chiloé Coyhaique Puerto Aysén

TECNOLOGÍA ISUZU

CHEVROLET

CAMIONES CHEVROLET. LOS ESPECIALISTAS EN LA ACUICULTURA

CHEVROLET SERIE N Y F : NPR 816 Y FRR 1119

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

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

FLOTAS Y EMPRESAS

GARANTIA DE 120.000 KM O 5 AÑOS

www.salfasur.cl

facebook.com/salfasur

@salfasur

600 600 4004
Central de Atención Clientes

SALFA SUR AUTOMOTRIZ

VALDIVIA: PICARTE 2225 · OSORNO: FUCHSLOCHER 1000 · PUERTO MONTT: PILPILCO 800 · CASTRO: RUTA 5 SUR 2853 · SECTOR TEN TEN

EL PROBLEMA DEL *ANTIFOULING (AF)* EN LA ACUICULTURA:
Estudio *in situ* en sedimentos marinos en X Región de Los Lagos, revisión de nuevas tecnologías y protocolo de regulación para el uso de las pinturas

Marcelo Pavez C., Luis Bustos E., Sergio Figueroa D., Pablo González S., Patricio Torres R., Claudio Espinoza M. y Dagoberto Arcos R.
Centro Regional de Estudios Ambientales, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile (CREA-UCSC). Contacto: mpavez@ucsc.cl

Antecedentes

El problema del *biofouling* ha acarreado grandes pérdidas a la industria salmonera debido a los problemas que generan la adherencia de estos organismos a las estructuras fijas de los centros de cultivo. El aumento de la superficie de contacto de la red, provoca entre otros problemas una disminución en el flujo de agua que pasa a través de esta y por ende una baja de oxígeno disponible para los peces en cultivo, además de actuar como reservorio de patógenos. Otros efectos mecánicos indeseables como el aumento en el peso de la red, cabos, boyas, entre otros componentes del sistema, hacen que éstas pierdan la flotabilidad y cambien las condiciones técnicas de fondeo con que fue diseñado. Por esa razón, las estructuras sumergidas en todo el mundo, se han visto obligadas a utilizar pinturas anti-incrustantes, las que con el paso del tiempo han sufridos cambios en sus componentes activos, debido a sus efectos adversos. Chile ha utilizado principalmente pinturas de este tipo, ya sea en base acuosa o en base solvente, en las redes contenedoras de peces. Diversos estudios demuestran que los organismos marinos varían en su acumulación y tolerancia a los metales trazas, debido en parte a las vías de captación, asimilación y capacidad de regulación. Es por esto que dentro del proyecto SUBPESCA 2014-124-DAC-62 *"Determinación y evaluación de los componentes presentes en las pinturas anti-incrustantes utilizadas en la acuicultura, sus efectos y acumulación en sedimentos marinos de la X Región de Los Lagos (Segunda Etapa)"*, hemos estudiado dos áreas donde se desarrolla cultivos de salmones para evaluar la potencial acumulación de los metales presentes en las pinturas en la matriz sedimentaria. Los resultados obtenidos se comparan con directrices de calidad de sedimentos internacionales para ver el estado de los sedimentos en el ambiente estudiado. Además hemos recopilado información bibliográfica con respecto a productos AF más amigables con el medio ambiente, con el objetivo de dar una señal en la dirección del cuidado del ecosistema y de la menor exposición de estos a sustancias potencialmente peligrosas. Finalmente con la información recopilada hemos propuesto un protocolo de acción para las pinturas y su uso en la industria salmonera el cual fue entregado a la autoridad correspondiente para su análisis y discusión, con el objetivo de conformar una guía para la toma de decisiones de la autoridad con respecto a esta importante temática ambiental.

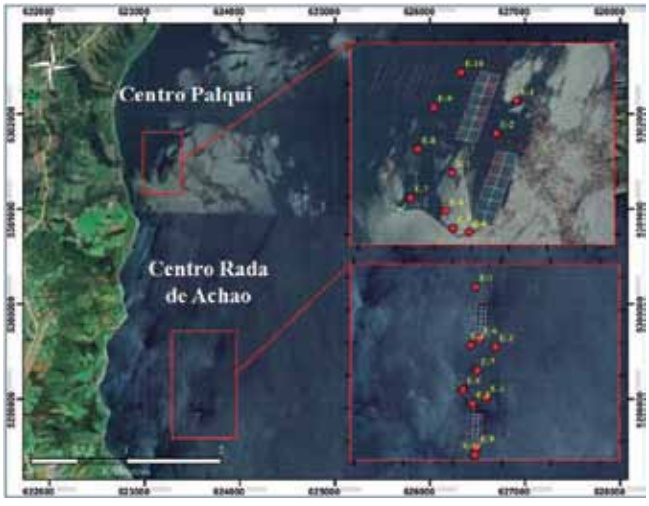


Figura 1. Ubicación de los centros de cultivo de salmones y ubicación de las estaciones de muestreo.

Metodología

El estudio contempló una fase de terreno para evaluar los sedimentos en un área utilizada para actividades de cultivo de salmones en la X región y una fase de revisión bibliográfica, la que apuntó a normativa y reglamentación existente tanto en Chile como en el extranjero que permita tomar decisiones a futuro con respecto de la problemática de las pinturas *AF.* La campaña de terreno se realizó en el mes de Julio de 2014. El área de estudio correspondió al sector de Achao, en la Isla grande de Chiloé, específicamente en dos centros de cultivo pertenecientes a la empresa *Marine Harvest* S.A. En ambos centros se realizaron mediciones en 10 estaciones distribuidas dentro de cada una de las concesiones (Fig.1). Las condiciones de la columna de agua se midieron utilizando un CTDO el cual registró la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del área. Para el muestreo de sedimen

tos se utilizó una draga tipo Van Veen de 0,025 m² de área de cobertura, con la cual se obtuvo una muestra la que fue almacenada para su posterior envío al laboratorio. En este se realizaron análisis de metales y se calculó un índice de geoacumulación (Müller, 1980) para ambos centros de cultivo. Por otro lado realizamos una exhaustiva revisión bibliográfica de la temática del *AF,* centrada en dar a conocer nuevas tecnologías que están siendo estudiadas y nuevos productos más amigables con el medio ambiente y que sean una alternativa a lo que existe masivamente hoy en día. Finalmente proponemos un protocolo para el uso de las pinturas *AF*, basándonos en el principio precautorio y en el cuidado de los ecosistemas, recursos biológicos y la salud humana.

COBRE	UPLA	Palqui	Rada de Achao
Limite Inferior	22,7	7*	9,9*
Limite Superior	200,0	16**	21,6**

ZINC	UPLA	Palqui	Rada de Achao
Limite Inferior	70,7	27,2*	25,9*
Limite Superior	350,0	39,1**	50,7**

EXTRANJERAS	LIMITE
TEL	18,7
PEL	108,2

EXTRANJERAS	LIMITE
TEL	124,0
PEL	271,0

Tabla 1. Comparación entre los límites de aceptabilidad para Chile (UPLA 2002) y el extranjero (TEL Y PEL) y los valores encontrados en este estudio en los Centros de cultivo de salmones de Palqui y Rada de Achao. *Valor mínimo encontrado; **Valor máximo encontrado.

Resultados

Los resultados en terreno muestran que el sector donde se realizó el estudio presenta una columna de agua bastante homogénea en cuanto a sus condiciones oceanográficas, lo que se observa en la figura 1 donde se muestra el promedio de las 10 estaciones y su desviación estándar, que en todos los casos fue baja. Los rangos de temperatura oscilaron entre 10.30 y 10.38ºC para el Centro Palqui y entre 10.33 y 10.35ºC para Rada de Achao. La salinidad presentó rangos entre 33.88 y 33.98 psu en Palqui mientras que en Rada mostró valores entre 33.92 y 33.93 psu. Finalmente el oxígeno disuelto presentó valores entre 6.5 y 7.3 mL/L y 6.5 y 7.0 mL/L, para Palqui y Rada de Achao, respectivamente (Fig. 2). En ambos centros de cultivo la columna de agua no mostró estratificación, lo que debiera ser típico en la estación de invierno y lo que se traduce en mayor estabilidad para los procesos de cultivo.

Las concentraciones de metales traza encontrados en los sedimentos, presentaron índices de geoacumulación bajo el valor "cero" (salvo la E4 que se encuentra entre 0 y 1), lo que indica un ambiente prácticamente no contaminado (Fig. 3). Por otro lado, el Cobre y el Zinc- los metales más utilizados en las pinturas *AF*- se encuentran en el rango entre 7 – 21,6 ug/g y entre 25,9 y 50,7 ug/g respectivamente. Ambos se encuentran bajo los criterios internacionales de TEL y PEL (Nivel de efecto bajo y nivel de efecto medio) determinados por McDonald (1994), y bajo los limites de aceptabilidad ambiental propuesto por UPLA (2002) para sedimentos en Chile (Tabla 1).

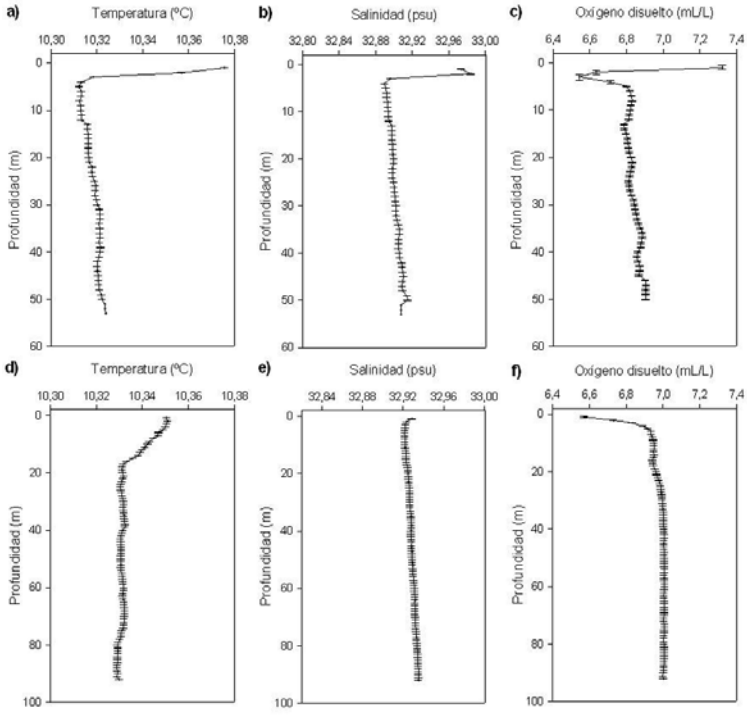


Figura 2. Perfiles verticales de las condiciones oceanográficas (con su desviación estándar) presentes en la columna de agua en los dos centros estudiados. Panel superior corresponde al centro Palqui y panel inferior al centro Rada de Achao: a) y d)Temperatura; b) y e) Salinidad y c) y f) Oxígeno disuelto.

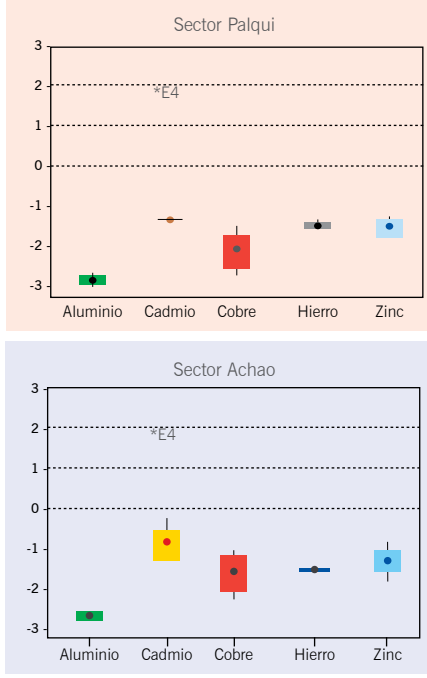


Figura 3. Índice de geoacumulación para el Centro Palqui y Rada de Achao, en Julio de 2014.

Nuevas tecnologías y productos amigables con el medio ambiente

La gran cantidad de problemas de contaminación e impacto en los ecosistemas marinos que generan las pinturas *AF* han obligado a la industria a estudiar y desarrollar nuevos productos que sean más amigables con el ambiente. Diversos estudios han incorporado sustancias biodegradables a la formulación de las pinturas AF. Uno de los conceptos más novedoso es el de las pinturas erosionables formuladas con poliéster biodegradable como aglutinantes y que combina dos modos de prevención del *biofouling*, el químico y el de repulsión física. Los resultados obtenidos por Carteau *et al.* (2014), destacan la mezcla de tales moléculas para obtener un recubrimiento óptimo, con menor toxicidad que los sistemas tradicionales. Pinturas con aglutinante biodegradable proporcionaron una extensa protección AF (meses) con un grado de toxicidad mucho menor al de los biocidas mas utilizados como piritionato de zinc o tiocinato de cobre, lo que abre inmensas posibilidades a la industria de los recubrimientos *AF.* Otros estudios han utilizado poliuretano como aglutinador de sustancias AF, sin embargo su degradación es muy rápida y su efectividad se reduce a cortos periodos de protección (Carbone-Howell et al. 2014). Sin embargo, pruebas con N (2,4,6-triclorofenil) maleimida (TCPM) han disminuido las tasas de degradación del poliuretano, permitiendo una acción AF más prolongada en el tiempo (Ma et al. 2014).

Varios estudios han demostrado la utilidad de los compuestos naturales y enzimas en la prevención y eliminación de *biofilms*, tales como bacterias heterotróficas (Wiese et al. 2009), cianobacterias (Burja et al. 2001; Kwan et al. 2011) y hongos (Zhang et al. 2012; Kwong et al. 2006). Las propiedades de estos organismos son reales, sin embargo, hasta la fecha estos compuestos no se utilizan ampliamente en el control de la contaminación biológica a escala industrial, ya que no se considera un método sostenible y rentable por su alto costo de producción. Además se requiere de una mayor cantidad de estudios para descartar potencial toxicidad de estos compuestos sobre otros organismos marinos no dañinos (Dobretsov et al. 2013).

Nuevos productos alternativos a las pinturas en Chile

Algunos nuevos productos que no utilizan pinturas AF para combatir el *biofouling* corresponden a mallas rígidas de cobre. Estas mallas han sido desarrolladas en Chile por distintas empresas, *Ecosea farming* S.A., *Aquaglobal* y por *Inchalam y Bekaert*, teniendo buenos resultados en pruebas de campo. Las ventajas de estas mallas por sobre las pinturas serían que proporciona una cubierta bactericida y fungicida, que son inoxidables y que evita el recambio continuo de las estructuras pintadas, disminuyendo el estrés en los animales de cultivo, los desechos del lavado de las redes y los costos de producción asociados a estos. Por otro lado, el Laboratorio de Polímeros de la Universidad de Chile ha desarrollado un polipropileno con nanopartículas de cobre, con el cual se pueden fabricar redes. Este material entrega una ventaja sobre las pinturas por contener el cobre dentro de su estructura y evitar la utilización de pinturas. Además las tasas de liberación del cobre al agua pueden ser controladas con el porcentaje de cobre que se agrega al polyester, lo que hace que este producto sea muy efectivo. Finalmente el uso de este polyester contribuye a disminuir la carga de metales en el ambiente, ya que se evita el lavado de las redes y su cambio constante durante el año, con los problemas de estrés que esto genera a los peces y con la disminución de los costos asociados a estos procesos.

Sugerencias de protocolo de regulación de las pinturas *AF* y su uso en la industria de la acuicultura

Los primeros pasos para generar un protocolo de uso de pinturas son: Generar la información en cuanto a las sustancias tóxicas que existen en el mercado y que forman parte de las pinturas *AF;* Clasificar estas sustancias con algún sistema de jerarquización según sus características químicas y de reactividad; y Entregar las regulaciones que debiera tener cada producto, las cuales deberían también estar claramente especificadas a nivel de ley o norma legal.

En lo que respecta específicamente a las pinturas, se deben cumplir los siguientes requisitos:

Identificación del producto y proveedor. Toda pintura *AF* deberá tener un certificado de origen, que especifique claramente al menos la siguiente información: Nombre del producto, proveedor, composición, principio activo utilizado como biocida y su concentración, tasa de desprendimiento o lixiviación.

Recopilación de información acerca de sus componentes. Cada producto deberá entregar a la autoridad ambiental una acabada revisión bibliográfica acerca de los componentes presentes en estas pinturas, sus características químicas, reactividad, biodisponibilidad, los efectos sobre la biota acuática y el medio ambiente y experiencias de uso (si es que las hay) en otras partes de mundo.

Pruebas de laboratorio. Cada producto deberá entregar a la autoridad ambiental la documentación con información acerca de las pruebas realizadas a los principios activos de las pinturas *AF* sobre la biota acuática. Estas pruebas deberán utilizar especies objetivo (salmones, mitílidos) y no objetivos (organismos adyacentes no considerados recurso), a fin de conocer los efectos del biocida a utilizar en un amplio espectro de la biota acuática.

Trazabilidad de la información. Los resultados de las pruebas de laboratorio indicadas en el punto anterior, deberán ser trazables y repetibles, con el objeto de poder ser comparables con estudios independientes o los que la autoridad solicite.

El uso de las pinturas *AF*, una vez cubierta las especificaciones técnicas de cada una de ellas, debe ser regulado mediante las siguientes acciones, las que serán competencia tanto de la industria de las pinturas, la industria salmonera y la autoridad ambiental. Estas serían las siguientes:

Base de datos actualizada. Se deberá mantener una base de datos actualizada y con información acerca de los proveedores-clientes, el tipo de pintura que utilizan en cada centro con sus especificaciones entregadas en los puntos anteriores. Además se deberá llevar un control del volumen de pintura utilizado en las redes de cada centro de cultivo y del tiempo de duración de las pinturas en las redes impregnadas (período).

Programa de monitoreo en centros de cultivo. Se deberán programar monitoreos ambientales periódicos para poder observar el comportamiento de los componentes activos de las pinturas en el medio acuático y en el sedimento. Esto con el fin de entregar una visión más amplia en la escala temporal ya que se podrían registrar efectos acumulativos en el tiempo, tanto en los sedimentos como en la columna de agua y los organismos que habitan en estas matrices, lo que no puede ser observado en bioensayos de laboratorio. La periodicidad de estos monitoreos debiese ser como mínimo una vez por cada ciclo productivo, pero idealmente por cada cambio de redes impregnadas.

Resultados liberados a consulta. Los resultados de los monitoreos ambientales deberán ser informados a la autoridad, la cual luego de revisarlos los hará públicos. Esto con el fin de incorporar a la población como un ente activo en la regulación del uso de sustancias nocivas para el medio ambiente y la salud humana.

Limpieza y mantenimiento de las redes impregnadas. Este punto seguirá rigiéndose por el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y por la Norma Chilena para los Riles.

Finalmente debemos recalcar que resulta clave desarrollar una línea base tanto técnica como legal. Esto nos permitirá poder exigir con claridad lo que se debe o no debe hacer, que compuestos usar, en que concentración y generar nueva información que será de gran utilidad para avanzar hacia una acuicultura amigable con el medio ambiente y con la salud de las personas.

Grupo de trabajo en terreno CREA-UCSC, en la zona de Achao, Julio 2014.

Investigadores CREA-UCSC.

Bibliografía

Burja, A.M., Banaigs, B., Abou-Mansour, E., Burgess, J.G., Wright, P.C. 2001. Marine cyanobacteria – a prolific source of natural products. *Tetrahedron.* 57: 9347–9377.

Carbone-Howell, A. L., Stebbins, N. D., and Uhrich, K. E. (2015). Poly (anhydride-esters) comprised exclusively of naturally occurring antimicrobials and EDTA: antioxidant and antibacterial activities. Biomacromolecules 15, 1889–1895.

Dobretsov, S., Abed, R.M. & Teplitski, M. (2013) Mini-review: Inhibition of biofouling by marine microorganisms, *Biofouling: The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*, 29:4, 423-441.

Kwan, J.C., Meickle, T., Ladwa, D., Teplitski, M., Paul, V., Luesch, H. 2011. Lyngbyoic acid, a "tagged" fatty acid from a marine cyanobacterium, disrupts quorum sensing in *Pseudomonas aeruginosa. Mol Biosystems.* 7:1205–1216.

Kwong, T.F., Miao, L., Li, X., Qian, P.Y. 2006. Novel antifouling and antimicrobial compound from a marine-derived fungus *Ampelomyces* sp. *Mar Biotechnol.* 8:634–640.

Ma et al. 2014. Biodegradable Polyurethane Carrying Antifoulants for Inhibition of Marine Biofouling. Ind. Eng. Chem. Res., 53 (32): 12753–12759.

McDonald, DD. (1994). Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters. Volume 1 - Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines. 140pp.

Müller, G. (1979). Schwermetalle in den sedimenten des Rheins -Veränderungen seit 1971. Umschau 79: 778-783.

UPLA (2002). Informe Final Contrato Nº 21-22-003/01. Antecedentes técnico-científicos para la generación de la norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres.

Wiese et al. 2009. Wiese J, Thiel V, Nagel K, Staufenberger T, Imhoff JF. 2009. Diversity of antibiotic-active bacteria associated with the brown alga *Laminaria saccharina* from the Baltic Sea. *Mar Biotechnol.* 11:287–300.

Zhang, X.Y., Bao, J., Wang, G.H., He, F., Xu, X.Y., Qi, S.H. 2012a. Phylogenetic survey and antimicrobial activity of culturable microorganisms associated with the South China Sea black coral *Antipathes dichotoma. FEMS Microbiol Lett.* 336:122–130.

opción 09 443 3504

SEGURIDAD & PROMOCIONES

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

★ SEGURIDAD TERRESTRE ★ SEGURIDAD MARÍTIMA

★ SERVICIO DE TRANSPORTE ★ CAPACITACIÓN

★ EQUIPOS DE VIGILANCIA ★ SERVICIOS DE GPS, RADAR Y OTROS.

TRANSEG
transporte marítimo y terrestre

capaseg
Centro de Capacitación Integral

Todos los cursos con código Sence

www.seguridadypromociones.cl

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

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

SERVICIOS EN LA ISLA GRANDE DE CHILOÉ

KEBT Chile SPA

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

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

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

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

PRODUCTOS

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

SERVICIOS

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

opción 09.443.3504

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

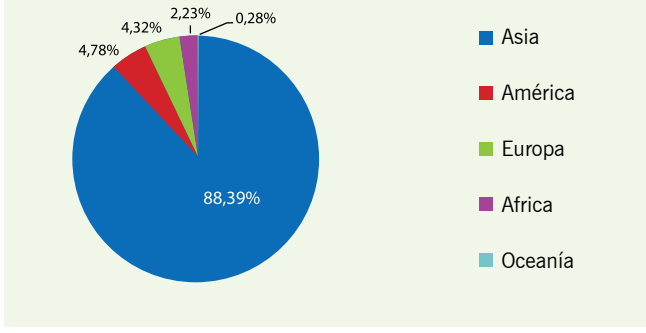
FORMACIÓN VETERINARIA EN ACUICULTURA y su impacto en las estrategias de control de las enfermedades en estos animales, en las Américas

Alicia Gallardo Lagno - Miembro de la Comisión de Estándares Sanitarios para Animales Acuáticos de la OIE - Subdirectora de Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) > agallardol@sernapesca.cl)
Marcela Lara Fica Jefa Departamento de Salud Animal, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura > mlara@sernapesca.cl
Rodolfo Reyes Quinteros > rreyes@sernapesca.cl
Mauricio Flores SENASICA, México > mauricio.flores@senasica.gob.mx
Ricardo Enríquez Universidad Austral, Chile > renrique@uach.cl

Introducción

La producción acuícola a nivel mundial para el año 2012 fue de 66.633.253 toneladas, donde Asia presenta el mayor porcentaje de producción a nivel mundial con un 88.39%. América en su conjunto, se posiciona como el segundo continente con mayor producción con un 4.78%.

Producción Acuícola Mundial a 2012 (FAO, 2014)



A nivel de Latino América y el Caribe, predomina una tendencia hacia la obtención de productos de exportación, en especial en países como Chile, Ecuador, Colombia, Honduras, Costa Rica, Perú y Panamá (OLDEPESCA, 2009). El crecimiento de la producción en la región, en los últimos diez años alcanzó el 22%, siendo el más alto registrado a nivel mundial.

Basado en las recomendaciones de la Organización Mundial de Salud Animal (OIE) sobre las competencias mínimas que se esperan de los veterinarios recién licenciados para garantizar servicios veterinarios nacionales de calidad, se elaboró un cuestionario con el objetivo de obtener información sobre la educación veterinaria en sanidad de animales acuáticos (inicial y continua) para identificar brechas y evaluar su impacto en las estrategias para el control de enfermedades en los animales acuáticos en las Américas

La OIE es una organización intergubernamental encargada de mejorar la sanidad animal a nivel mundial. Fue creada por un convenio internacional, firmado por 28 países el 25 de enero de 1924, denominándose como Oficina Internacional de Epizootias (OIE), convirtiéndose, a partir de mayo de 2003 en la Organización Mundial de Sanidad Animal, conservando su acrónimo histórico OIE. Hasta el año 2014, contaba con 180 países miembros y mantiene relaciones permanentes con 46 organizaciones internacionales y regionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), la Organización Mundial del Comercio (OMC), entre otras.

Entre estas relaciones permanentes, existe el acuerdo Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la OMC, el cual busca garantizar que estas medidas sanitarias y fitosanitarias no representen restricciones innecesarias, arbitrarias, injustificables desde un punto de vista científico o encubiertas del comercio internacional. Este acuerdo reconoce a 3 organizaciones internacionales, las cuales son referencia en la toma de decisiones, siendo estas la Comisión del Codex Alimentarius (FAO/OMS), OIE y CIPF.

La OIE cuenta con 5 comisiones regionales, las cuales, pueden crear programas regionales para reforzar la vigilancia y el control de las enfermedades. La comisión regional de las Américas, está compuesta por 30 países miembros (Brasil, Canadá, USA, México, Costa Rica, Cuba, Chile, entre otros), los cuales mantienen reuniones periódicas con el fin de tratar temas técnicos y organizar la cooperación regional para el control de las enfermedades animales.

Material y método

Se realizó un cuestionario que consideró aspectos de educación veterinaria inicial y continua en salud de los acuáticos (en comparación con la de animales terrestres) y de gestión de los Servicios de Sanidad de Animales Acuáticos en la región.

Para la realización de este cuestionario se utilizaron como referencia los documentos *"Recomendaciones de la OIE sobre las competencias mínimas que se esperan de los veterinarios recién licenciados para garantizar Servicios Veterinarios Nacionales de calidad"* (OIE, 2012) y el informe de la *"Reunión del grupo ad hoc de la OIE sobre educación veterinaria de julio de 2012"* (OIE, 2012). Las competencias mínimas que se espera de los médicos veterinarios recién titulados, tanto a nivel de educación inicial como continua son:

Competencias Específicas	Competencias Avanzadas
1. Epidemiología	
2. Enfermedades de la Lista OIE	1. Organización de los Servicios Veterinarios y de los Servicios de Sanidad de los Animales acuáticos.
3. Enfermedades que no están en la lista OIE.	
4. Enfermedades Emergentes	
5. Programas de Control y Prevención de Enfermedades.	2. Procedimientos de Inspección y Certificación
6. Inocuidad Alimentaria	3. Manejo de Enfermedades Animales
7. Productos farmaceúticos veterinarios	4. Inocuidad Alimentaria
8. Bienestar Animal	5. Aplicación de análisis de riesgo
9. Legislación y ética veterinaria	6. Investigación
10. Procedimientos generales de certificación	7. Normativa comercial Internacional
11. Habilidades de comunicación	8. Administración y gestión

Resultados

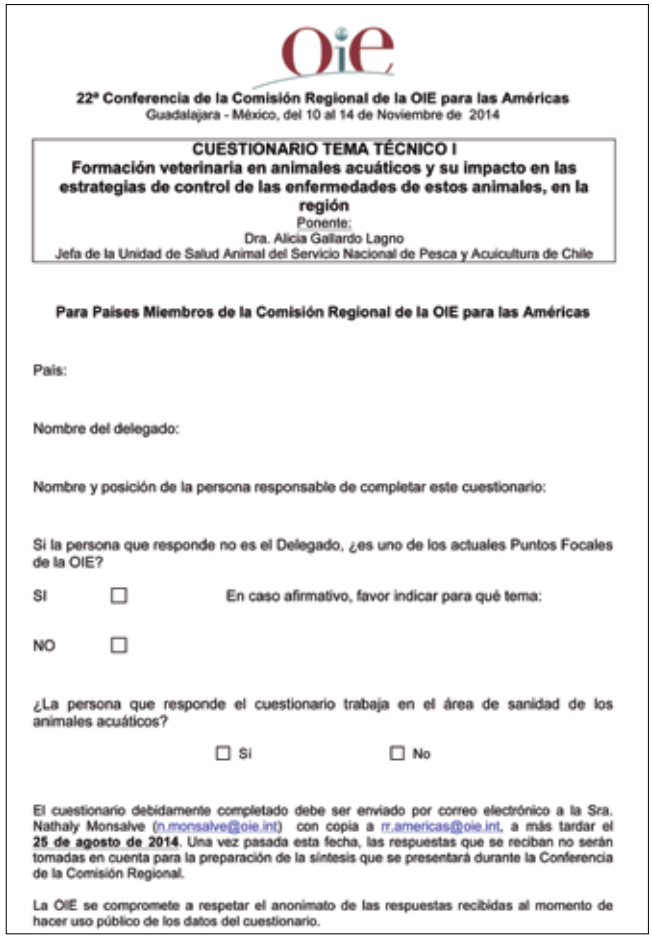
De la totalidad de países miembros de la región, un 90% respondió el cuestionario, lo cual refleja un alto nivel de interés por esta temática.

Del total de encuestados, el 73% indica ser punto focal de la OIE, de los cuales el 75% lo es para el área de animales acuáticos

Educación veterinaria inicial y acceso a la profesión

La mayoría de los países miembros de la región tienen conocimiento de las Recomendaciones de la OIE sobre competencias mínimas de los Médicos Veterinarios recién licenciados (96,5%, respuesta basada en las 27 encuestas contestadas).

Se observa una brecha en relación a las competencias cubiertas en la educación veterinaria inicial, tanto en animales acuáticos, como en animales terrestres. Evidenciándose que en el caso de los animales acuáticos, menos del 40% de estas competencias son cubiertas por la educación veterinaria inicial. La excepción es la competencia relativa a la inocuidad alimentaria (cubierta en el 63% de los países miembros que contestaron el cuestionario).



OIE

22ª Conferencia de la Comisión Regional de la OIE para las Américas
Guadalajara - México, del 10 al 14 de Noviembre de 2014

CUESTIONARIO TEMA TÉCNICO I
Formación veterinaria en animales acuáticos y su impacto en las estrategias de control de las enfermedades de estos animales, en la región
Ponente:
Dra. Alicia Gallardo Lagno
Jefa de la Unidad de Salud Animal del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura de Chile

Para Países Miembros de la Comisión Regional de la OIE para las Américas

País:

Nombre del delegado:

Nombre y posición de la persona responsable de completar este cuestionario:

Si la persona que responde no es el Delegado, ¿es uno de los actuales Puntos Focales de la OIE?

SI ☐ En caso afirmativo, favor indicar para qué tema:

NO ☐

¿La persona que responde el cuestionario trabaja en el área de sanidad de los animales acuáticos?

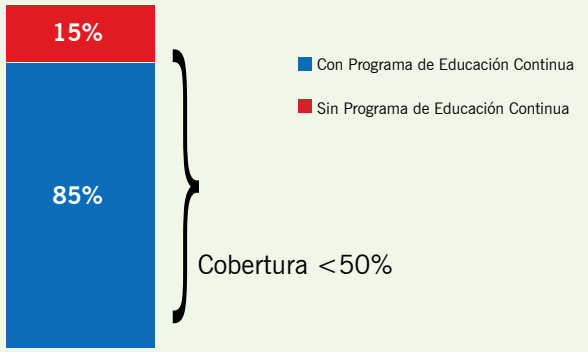
☐ Si ☐ No

El cuestionario debidamente completado debe ser enviado por correo electrónico a la Sra. Nathaly Monsalve (n.monsalve@oie.int) con copia a rr.americas@oie.int, a más tardar el **25 de agosto de 2014**. Una vez pasada esta fecha, las respuestas que se reciban no serán tomadas en cuenta para la preparación de la síntesis que se presentará durante la Conferencia de la Comisión Regional.

La OIE se compromete a respetar el anonimato de las respuestas recibidas al momento de hacer uso público de los datos del cuestionario.

Las competencias específicas mas cubiertas tanto en animales acuáticos como terrestres son epidemiologia, enfermedades de la lista OIE, enfermedades emergentes y programas de control y prevención de enfermedades. Siendo las menos cubiertas para animales acuáticos y terrestres, las habilidades de comunicación, procedimientos generales de certificación, bienestar animal y productos farmacéuticos veterinarios (solo en animales acuáticos).

Proporción de Educación Veterinaria Continua en Países Miembros



Respecto a las competencias avanzadas, las más abordadas son manejo de enfermedades animales, inocuidad alimentaria e investigación, siendo las menos cubiertas tanto en animales acuáticos como terrestres organización de los SV y de los servicios de sanidad de los animales acuáticos, aplicación de análisis de riesgo y normativa comercial internacional

Educación veterinaria continua

Un 85.1% de los países, tiene algún programa de educación continua para veterinarios, la cual a juicio de los encuestados (47.8%) cubre menos del 50% de los veterinarios.

Al igual que en la educación veterinaria inicial, se aprecia una diferencia en relación a las competencias cubiertas en los programas de educación en sanidad de animales acuáticos en relación a los animales terrestres en la región. Las competencias específicas mas cubiertas tanto en animales acuáticos como terrestres son epidemiologia, inocuidad alimentaria, enfermedad de la lista OIE y las que no aparecen en la lista. Las menos abarcadas para animales acuáticos y terrestres son: habilidades de comunicación, procedimientos generales de certificación, legislación y ética veterinaria.

En relación a las competencias avanzadas cubiertas por los programas de educación continua, las más abordadas son inocuidad alimentaria, manejo de enfermedades animales e investigación y las menos cubiertas tanto en animales acuáticos como terrestres son organización de los SV y de los servicios de sanidad de los animales acuáticos, administración y gestión y aplicación de análisis de riesgo.

Educación Veterinaria Continua

Organismos responsables de los programas de educación
Facultades / Escuelas de Ciencias Veterinarias
Asociación de Médicos Veterinarios
Ministerio de Educación Superior, Agricultura, Inocuidad Alimentaria
Institutos de investigación (CIRAD, IFREMER)
Organismos internacionales

En la mayoría de los países, los responsables de la educación continua, son la Escuelas o Facultades de Medicina Veterinaria. Sólo el 33,3% de las autoridades competentes establecen programas de educación continua obligatorios para los veterinarios que trabajan en sanidad de los animales acuáticos, tanto del sector público, como privado.

Sólo un 33.3% de la Autoridades Competentes, establecen algún requerimiento para la aprobación de veterinarios privados que trabajen en los Servicios Veterinarios en Salud de Animales Acuáticos. Entre los requisitos se encuentran, entre otros, experiencia mínima en acuicultura y/o epidemiología, formación en el área acuícola tanto en la parte sanitaria como en la parte de procesos de inspección y certificación, registro obligatorio en el consejo veterinario y acreditación por parte de la autoridad competente.

Destaca que en la mayoría de los países miembros (59,2%), la sanidad de animales acuáticos es abordada por veterinarios en conjunto con otros profesionales. En sólo 3 países (11,1%), la sanidad de animales acuáticos es liderada exclusivamente de veterinarios del ámbito público.

Diversidad de Profesionales que abordan Sanidad de Animales Acuáticos

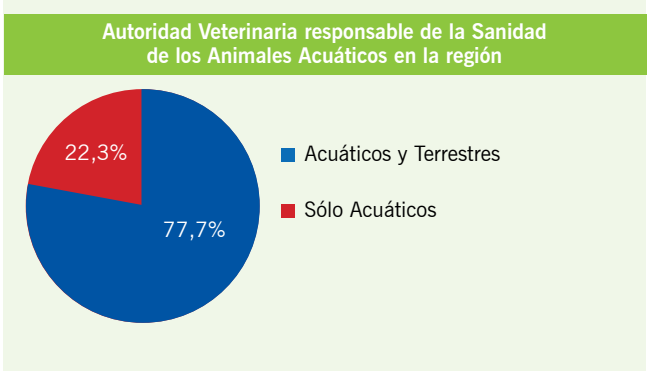
Respecto a las limitaciones que los países miembros declaran en la educación veterinaria inicial y continua en sanidad de anima-

les acuáticos, destaca mayoritariamente la ausencia de estas materias en la formación inicial y la falta de veterinarios especializados.

En general, un 51,8% de los países miembros de la región, considera que los *Servicios de Sanidad de los Animales Acuáticos, no* tienen las competencias necesarias para el control de enfermedades en animales acuáticos.

Gestión de los Servicios Veterinarios de sanidad de los animales acuáticos

En un 77,7% de los países entrevistados, la *Autoridad Veterinaria* es responsable tanto de los animales terrestres como acuáticos, siendo, específica para la sanidad de los animales acuáticos en Brasil, Chile y Ecuador y se encuentran en instituciones diferentes en relación a la Autoridad Veterinaria para animales terrestres.



Pese a tener implementados programas específicos de control, la mitad de los países de la región no han tenido emergencias sanitarias en animales acuáticos por concepto de brotes de enfermedades.

Finamente, la totalidad de los países miembros indicó que la OIE debería fortalecer su labor con respecto a la educación veterinaria en la sanidad de los animales acuáticos.

La mayoría de los países cree que hay que implementar planes de acción para perfeccionar la educación veterinaria en el ámbito de los animales acuáticos en Las Américas.

Conclusiones

Menos del 50% de las competencias recomendadas por la OIE, son cubiertas tanto por la educación veterinaria inicial, como por la continua en sanidad de animales acuáticos

Se concluye que existen deficiencias en la educación veterinaria inicial y continua en sanidad de animales acuáticos en la región, lo cual redunda en falta de veterinarios especializados con experiencia en sanidad de animales acuáticos. Aún cuando los países han implementado sistemas de prevención y vigilancia sanitaria en animales acuáticos, el crecimiento paulatino de la acuicultura y el fortalecimiento gradual de los servicios veterinarios en las competencias especificas en sanidad de animales acuáticos, no ha permitido el desarrollo masivo de capacidades de respuesta ante emergencias sanitarias en la región.

Referencias

FAO Fisheries and Aquaculture Department, March 2014. FAO Global Aquaculture Production Volume and Value Statistics Database Updated to 2012 [online]. Rome. [Cited 16 September 2014] ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/Overviews/AquacultureStatistics2012.pdf

FAO Fisheries and Aquaculture Department, March 2014 Aquaculture topics and activities. Aquaculture. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 30 July 2014. [Cited 17 September 2014]. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es

OIE Proceso PVS, Mayo 2012. Recomendaciones de la OIE sobre las competencias mínimas que se esperan de los veterinarios recién licenciados para garantizar Servicios Veterinarios Nacionales de calidad [online]. Paris. [Citado 01 de Mayo de 2014] http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Support_to_OIE_Members/Edu_Vet_AHG/day_1/DAYONE-B-esp-VC.pdf

OIE. Reunión del grupo ad hoc de la OIE sobre educación veterinaria 24-25 de julio de 2012[online]. Paris. [Citado 01 de Mayo de 2014]. http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Support_to_OIE_Members/Edu_Vet_AHG/reports/E_Vet_Edu_July_2012.pdf

OLDEPESCA, 2009. La Acuicultura y sus desafíos [online]. Lima. [Citado 15 de Septiembre de 2014]. http://www.oldepesca.com/userfiles/desafios%20de%20la%20acuicultura.pdf.

All & Pure Fish S.A.
From Chile to the world

PRODUCTOS DEL MAR

SALMÓN • TRUCHA • CHORITOS • MERLUZA • CONGRIO • CENTOLLA • PULPO
JAIBA • CAMARONES • OSTIONES • ALBACORA • TILAPIA • PANGASIUS

PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO

SLICE AHUMADO EN FRÍO • AHUMADO EN CALIENTE • CHORITOS JUGOSONES

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

COMERCIALIZACIÓN Y EXPORTACIÓN PRUDCTOS DEL MAR
PRECIOS AL POR MAYOR Y AL DETALLE / DESPACHO A SANTIAGO Y REGIONES

All & PureFish S.A.

From Chile to the world

Egaña 1151, Local 7,
Arena Puerto Montt
Fono 56 65 2236400
Puerto Montt - Chile

Puerto Montt, capital de la décima región de Los Lagos de Chile, con un crecimiento sostenido, que alberga una de las reservas de agua más grande y pura del planeta. Es aquí donde se generan importantes vínculos con Productores, Plantas de Proceso y Profesionales relacionados con la Industria Pesquera. Así nace All & Pure Fish S.A. una empresa estrechamente relacionada y comprometida con todas las áreas de la producción, logística y comercialización de nuestros productos, de esta forma podemos brindar a nuestros clientes la confianza necesaria que nos permita desarrollar alianzas a largo plazo.

All & Pure Fish garantiza a sus clientes que sus productos están sujetos a los controles sanitarios más estrictos para preservar su frescura y todas sus especificaciones de alta calidad. Todos nuestros productos llevan el sello de calidad de Sernapesca en Chile.

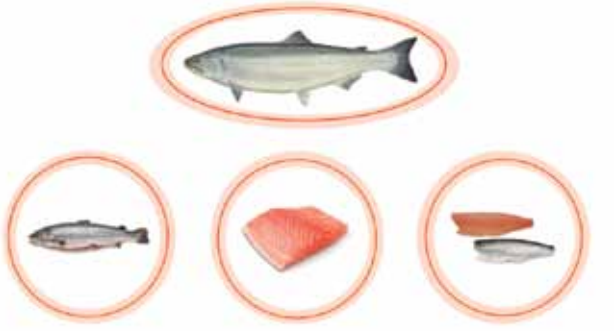
El éxito de nuestra empresa está basado en la calidad de la materia prima y un estricto control sanitario.

Contamos con un equipo de una amplia experiencia y conocimiento en la Industria Pesquera de Exportación, supervisando los productos desde su elaboración hasta la etapa final.

Ademas nuestra compañía tiene una amplia oferta de pescados y mariscos en diferentes formatos, los cuales podrán encontrar en nuestro store ubicado en un punto estratégico con amplios estacionamientos.

Byron Hemmelmann G.
Gerente General All&PureFish S.A.

Salmón Atlántico



La frescura de las aguas del Sur de Chile es ideal para el cultivo del Salmón Atlántico, un pez grande, de cuerpo alargado y con un característico color plateado con puntos negros en su cuerpo. Su carne es muy versátil para todo tipo de cortes, además de ser muy saludable por su alto contenido de proteínas y Omega-3.

Trucha

Chile es el principal productor del mundo de Trucha, una especie que necesita de aguas frías y frescas. Es un alimento sabroso, con un fuerte color anaranjado inconfundible que resalta por sobre otros salmónidos. Al igual que el salmón, cuenta con alto contenido en ácidos grasos Omega-3 y proteínas, lo que hace que sea una carne muy nutritiva.

Productos con Valor Agregado

Mariscos Moluscos y Crustáceos

opción®
comunicaciones

Calendarios Técnicos de Escritorio

Revista Técnica Semestral

Agendas Técnicas Corporativas

Cuadernos Técnicos Corporativos

Artículos de Escritorio

CONTACTOS

(09) 9 443 3504 (09) 9 443 3076

opcionaraya@tie.cl publicidad@opcionaraya.cl

www.opcioncomunicaciones.cl

Banco De Células Madre

CORDONVIDA

CHILE

EMPRESA ASOCIADA AL GRUPO SERVET

BANCO DE CÉLULAS MADRES

Una decisión para toda la vida

CordonVida ha desarrollado y validado un sistema que permite conservar las células madre mesenquimáticas procedentes del tejido del cordón umbilical, que son la base de la futura Medicina Regenerativa

Muchas enfermedades pueden ser tratadas hoy en día por medio de trasplantes de células madre

CordonVida, líder en conservación cryo-celular de células madre hematopoyéticas y mesenquimáticas

Tejido adiposo: las células madre mesenquimáticas son EL KIT de reparación propio del organismo

www.cordonvida.cl

Almirante Pastene 185, OF. 705, Providencia, Santiago

Fonos: 226 406 565 223 466 979 Móvil 8439 3330

info@cordonvida.cl

¡ya lo tenemos!
el más avanzado drone del momento.

SOLUCIONES AÉREAS
CON EL MÁS ALTO ESTANDAR

Powered by
OLITEC
SOLUCIONES AÉREAS & INGENIERÍA

LOGRE LO IMPOSIBLE

Impresione *a su audiencia, realizamos impactantes tomas aéreas, entregándole un producto de primera calidad.*
2 drones de ***alta gama*** *capaces de capturar fotografías de hasta 24Mpx y video de resoluciones hasta 4K.*
Somos expertos *audiovisualistas, contamos con todo el equipamiento para un* ***producto final excepcional.***

Contáctenos!
Tel. +56 63 2217805
Cel.: 9 6429634
bgonzalez@efectovisual.cl
www.efectovisual.cl
www.olitec.cl
Valdivia - Chile

efectovisual
Producción Audiovisual