

Distribución Gratuita
Consérvela

Año 16 N°31 2019

versión®

diferente

revista
Salmón-Acuícola



ACTUALIDAD INFORMATIVA

- **Situación Mundial de Caligidosis**
- **Inmunidad de Mucosas en peces Teleósteos**
- **Floraciones Algales Nocivas (FAN)**
- **Tecnología producción de ácidos grasos HUFAs, Omega 3 y 6**
- **Hábitos Alimenticios de Trucha Arcoíris y Café ríos Puelo y Petrohué**
- **Línea base de Fitoplancton presente en costas de la Región de Los Ríos**
- **Problemas actuales en el cultivo del Pelillo en Región de Los Lagos**
- **Capturas permisibles de Jurel en el pacífico sur oriental**



50 años comprometidos con el
desarrollo e innovación en salud animal
para Chile y Latinoamérica

www.veterquimica.cl





Año 16 - Nº 31
2º Semestre 2019

Distribución Gratuita a nivel Nacional
Semestral - 3.000 unidades

EDITORES

Opción Comunicaciones
Cel: +56 9 9443 3504 +56 9 9443 3076
publicidad@opcionaraya.cl

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Verónica Etcheverry Riquelme
verdisgraf@gmail.com

FOTOGRAFÍAS PORTADA

Gentileza de:

- VeHiCe
- Centro i~mar, ULAGOS
- UNAP
- ULAGOS
- Veterquímica

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**

Celulares: +56 9 9443 3504
+56 9 9443 3076
publicidad@opcionaraya.cl

Avisadores

7 Plagas	62
Abastible	17
AquaService	4-5
Aufiser	63
Compass Group	T3
Corrupac	53
Hotel Cabaña del Lago	24
K+S	43
Opción Comunicaciones	69
Plásticos Austral	37
VeHiCe	11
Veterquímica	T2

Contenidos

Índice de Universidades	02
Editorial	03
Ferias Internacionales	04
Fases Lunares	05
Feridos Internacionales	06
Mareas Puerto Montt	07
Mareas Puerto Chacabuco	09
Situación Mundial de caligidosis	12
Inmunidad de mucosas en peces teleósteos	18
Biorobótica: Innovación y profesionalismo al servicio de todas las industrias	34

Índice de Universidades

SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Doctorado en Ciencias de la Acuicultura	21
Línea base de fitoplancton presente en las costas de la Región de Los Ríos	38
Hábitos Alimenticios de Trucha Arcoiris y Trucha Café en los Ríos Puelo y Petrohué	44

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Floraciones de <i>Alexandrium catenella</i> en el sur de Chile: ¿Estamos preparados para la predicción de este tipo de eventos?	26
6º Congreso de Oceanografía Física, Meteorología y Clima del Pacífico Sur Oriental	54
Una década de reproducción en cautiverio del esturión blanco. A diez años de un hito para la acuicultura sureña	66
CienciaUlagos: Redes Territoriales de Investigación	67
Conocimiento científico al servicio de una acuicultura sustentable	68

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Estimación de capturas permisibles de jurel en el pacífico sur oriental	56
---	----

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos	33
--	----

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

Problemas actuales y desafíos en el cultivo del pelillo en la región de Los Lagos	58
---	----

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES

Desarrollo de Tecnología de Producción de Ácidos Grasos altamente insaturados (HUFAs), Omega 3 y 6, a partir de microalgas y artemias Subantárticas	30
Evaluación del reemplazo en la dieta de <i>Salmo salar</i> , a partir de aceite vegetal rico en ácidos grasos precursores de EPA y DHA, para contribuir a la sustentabilidad de la Salmonicultura en Magallanes	48

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE - UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO - UNIVERSIDAD DE CHILE

Doctorado en Acuicultura, Nuestros Proyectos	T4 - 70
--	---------

Editorial

Para el segundo semestre 2019, seguimos en la búsqueda de contenidos de investigación relevantes con la contingencia del momento en la industria salmón-acuícola y acuicultura nacional. Para ello hemos contactado científicos de las diferentes zona del país en materia parásitos como el piojo de mar, Floraciones Algales Nocivas (FAN), Microalgas, Macroalgas, Dietas Insaturadas como HUFAs, Omega 3 y 6, Tecnologías en robótica submarina, Producción de ácidos grasos insaturados, Estadísticas en captura del Jurel, además de eventos como: Congreso, postgrados, magister y servicios y productos entre otros.

Seguimos manteniendo el cambio de fecha para cada edición semestral, para dar más tiempo a nuestros panelistas estables, proveedores e investigadores que están publicando para cada edición semestral. Lo que nos permite traerles temas actualizados en materia de investigación para las áreas Salmón-acuícola, Acuicultura, Bivalvos, Macroalgas y Pesquería.

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 salmón-acuícola, que hacen un importante aporte para cada edición semestral. Consolidando la revista "Versión Diferente" como un medio escrito científico de extensión de consulta diaria.

Seguimos en la búsqueda de información técnica relevante en materia de investigación para la industria Salmón-Acuícola, Mitilicultora y Pesquera de Chile. Buscando proyectos científicos de interés que aporten a la contingencia de problemas de la industria salmón-acuícola y acuicultura nacional nos enfocamos en llevar los siguientes temas como son: "Situación mundial de Caligidosis"; "Inmunidad de mucosas en peces teleósteos"; "Floraciones algales nocivas" (FAN); "Tecnología en producción ácidos grasos insaturados (HUFAs) Omega 3 y 6"; "Evaluación del remplazo en la dieta del salmo salar"; "Hábitos alimenticios de trucha arcoíris y café en los Ríos Puelo y Petrohué"; "Problemas actuales y desafíos en el cultivo del pelillo en la Región de los Lagos"; "Línea base de fitoplacton presente en las costas de la Región de Los Lagos"; "Capturas estimadas de jurel en el pacífico sur oriental"; "Doctorados, Postgrados y magister en acuicultura y pesquería"; "Congreso Oceanográfico, meteorológico y clima del pacífico sur oriental Puerto Montt mes de noviembre 2019"; Servicios y productos de empresas proveedoras de la industria salmón-acuícola.

Al igual que en ediciones anteriores, usted podrá encontrar materias de consulta diaria como son: Fases Lunares, Tablas de Mareas, Ferias Salmón-Acuícolas mundiales, Feriados Internacionales y novedades en servicios y productos de los principales proveedores de la industria.

..... Los invitamos a participar en próxima edición primer semestre 2020.

Ferias Internacionales 2º Semestre 2019

Agosto

- ✓ **AQUANOR**
20 al 23 de Agosto 2019,
Trondheim – Noruega
- ✓ **CHINA INTERNATIONAL
AQUACULTURE EXHIBITION**
23 al 25 de Agosto 2019
Guangzhou – China
- ✓ **WORLD SEA FOOD SHANGAI**
28 al 30 de Agosto 2019
Shangai – China

Septiembre

- ✓ **SEAFOOD EXPO ASIA**
3 al 5 de Septiembre 2019
Wanchai – Hong Kong
- ✓ **WORLDFOOD ESTANBUL**
4 al 7 de Septiembre 2019
Estambul – Turkia

- ✓ **AQUACULTURE INNOVATION EUROPE**
10 al 11 de Septiembre 2019
Londres – UK

- ✓ **4TH SEAFOOD INDUSTRY SHOW 2019**
15 al 17 de Septiembre 2019
Sao Paulo – Brasil

- ✓ **CANADIAN SEAFOOD SHOW**
25 al 26 de Septiembre 2019
Montreal – Canadá

- ✓ **10 TH INTERNATIONAL
CONFERENCE ON FISHERIES
AND AQUACULTURE**
27 al 28 de Septiembre 2019
Toronto – Cánada

✓ Octubre

- AQUACULTURE EUROPE 2019**
7 al 10 de Octubre 2019
Berlin – Alemania

- ✓ **DANSH INTERNATIONAL**
9 al 11 de Octubre 2019
Aalborg – Dinamarca

Noviembre

- ✓ **EXPO PESCA AND ACUIPERU**
6 al 8 de Noviembre 2019
Lima – Perú
- ✓ **1 ST INTERNATIONAL
CONFERENCE ON FISHERIES**
11 al 12 de Noviembre 2019
Tokio – Japón
- ✓ **LATIN AMERICAN AND
CARIBBEAN AQUACULTURE**
20 al 22 de Noviembre 2019
San José – Costa Rica



Arriendo de maquinaria y equipos para la acuicultura

La mayor variedad de equipos e implementos para la producción acuícola, con el mejor servicio de respaldo.

- 1 **COMPRESORES DE TORNILLO**
Atlas Copco - Mod: Xas 185
- 2 **CONTADOR DE PECES**
- 3 **NUEVA FISH PUMP AQUA 1080**
Bomba eléctrica para todo tipo de peces
- 4 **BOMBAS PARA PECES**
Bombas hidráulicas y eléctricas para peces desde 1gr hasta 3 kg
- 5 **SELECCIONADORAS**
Para peces desde 1gr hasta 10 kg
- 6 **WINCHES**



✓
Consulte por otros equipos

✓
Instalación y puesta en marcha

✓
Mantenimiento incluida

✓
Por semanas o meses

OFICINA CENTRAL: Ruta 5 Sur a Pargua Km 1029 • Casilla 1117 Puerto Montt, Chile • FONO: 56-65-2220033 • EMAIL: info@aquaservice.cl

Fases Lunares 2º Semestre 2019

2019	 NUEVA	 CRECIENTE	 LLENA	 MENGUANTE
JULIO	02/31 15:16/23:12 hrs.	09 06:55 hrs.	16 17:38 hrs.	24 21:18 hrs.
AGOSTO	30 06:37 hrs.	07 13:31 hrs.	15 08:29 hrs.	23 10:56 hrs.
SEPTIEMBRE	28 14:26 hrs.	05 23:10 hrs.	14 00:33 hrs.	21 22:41 hrs.
OCTUBRE	27 23:38 hrs.	05 12:47 hrs.	13 17:08 hrs.	21 08:39 hrs.
NOVIEMBRE	26 11:06 hrs.	04 06:23 hrs.	12 09:34 hrs.	19 17:11 hrs.
DICIEMBRE	26 01:13 hrs.	04 02:58 hrs.	12 01:12 hrs.	19 00:57 hrs.

EL TIEMPO EMPLEADO CORRESPONDE AL MERIDIANO 60°W, UTC - 4.

Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Bombas para Peces

AQUA 2020 · 4040 · 6060 · 1080 · 1210





Uso en agua dulce o salada sin sufrir daños

Construida en acero inoxidable y aleación de aluminio

Diseño ergonómico y amigable a los peces






MODELOS	AQUA 2020-E	AQUA 4040-E	AQUA 6060-E	AQUA 1080	AQUA 1210
Diametro salida	2"	4"	6"	8"	10"
Diametro entrada	2"	4"	6"	10"	12"
Tamaño Pez	1-35 grs	1-185 grs	1-300 grs	1-500 grs	1-1,800 grs
Flujo de descarga	650 l/min	1800 l/min	1800 l/min	4500 l/min	5200 l/min
Peces por hora*	3,9 ton/hour	7,5 ton/hour	9,8 ton/hour	16 ton/hour	20 ton /hr
Altura de transferencia Max	6 mts	6 mts	6 mts	6 mts	6mts
Distancia de transferencia Max	200 mts	250 mts	250 mts	250 mts	250 mts
Motor Eléctrico	2 hp / 1,5 kw	3 hp / 2,2 kw	5 hp / 3,7 kw	20 hp / 15 kw	30 hp / 22kw
Suministro eléctrico	220 v 380 v ac	220 v 380 V AC	220 v 380 V AC	380 V AC	380 V AC
Bomba autocebante	0.75 hp / 1"	1 hp / 1,5"	1 hp / 1,5"	1 hp / 1,5"	1 hp / 1,5"
Peso Bomba	125 kg	135 kg	230 kg	560 kg	550kg

*La cantidad de peces transferida dependiera de las condiciones y altura de las instalaciones. La información entregada es acorde al uso optimo de las bombas

NUEVA FISH PUMP AQUA 1080

Bombas para todo tipo de peces

- Transferencia de peces vivos a camiones.
- Para cargar seleccionadoras y moquinas contadoras.
- Fish Friendly.
- Facil uso en transferencia de smolt y alevines.
- Disminuye la mortalidad y tiempos usados en trasvasije.

www.aquaservice.cl · www.fishpump.cl

Feriados 2019 Internacionales



CHILE



CANADÁ



EEUU



NORUEGA



JAPÓN



ESCOCIA

Martes 1 Enero	Día de Año Nuevo	●	●	●	●	●	●
Miércoles 2 Enero	2 de Enero						●
Lunes 7 Enero	Día de la Entrada a la Edad Adulta					●	
Lunes 21 Enero	Día de Martin Luther King			●			
Lunes 11 Febrero	Día Nacional de la Fundación					●	
Jueves 14 Febrero	Día de San Valentín	●					●
Lunes 18 Febrero	Día del Presidente			●			
Martes 19 Marzo	Equinocio Vernal					●	
Jueves 18 Abril	Jueves Santo				●		
Viernes 19 Abril	Viernes Santo	●	●	●	●		●
Sábado 20 Abril	Sábado Santo	●			●		
Domingo 21 Abril	Pascua de Resurrección	●	●		●		
Lunes 22 Abril	Lunes de Pascua				●		●
Lunes 29 Abril	Día de Showa					●	
Miércoles 1 Mayo	Día Internacional de los trabajadores	●		●	●		●
Miércoles 1 Mayo	Asunción del Emperador					●	
Jueves 2 Mayo	Día del Memorial de la Consitución					●	
Sábado 4 Mayo	Día de la Naturaleza					●	
Domingo 5 Mayo	Día de la Infancia					●	
Viernes 17 Mayo	Fiesta Nacional de Noruega				●		
Viernes 24 Mayo	Día de la Victoria		●				
Martes 21 Mayo	Día de las Glorias Navales	●					
Lunes 27 Mayo	Día Festivo de Primavera						●
Sábado 29 de Junio	Día de San Pedro y San Pablo	●					
Lunes 1 Julio	Día de Cánada		●				
Jueves 4 Julio	Día de la Independencia			●			
Lunes 15 Julio	Día de la Marina					●	
Martes 16 Julio	Día de la Virgen del Carmen	●					
Lunes 5 Agosto	Civic Holiday		●				
Jueves 15 Agosto	Día de la Ascensión				●		
Viernes 6 Septiembre	Día del Trabajo		●	●			
Lunes 16 Septiembre	Día del Respeto a los Mayores					●	
Miércoles 18 Septiembre	Día de la Independencia de Chile	●					
Jueves 19 Septiembre	Día de las Glorias del Ejército	●					
Viernes 11 Octubre	Día de Acción de Gracias		●				
Lunes 14 Octubre	Día de la Salud y los Deportes					●	
Sábado 12 Octubre	Día del Encuentro de Dos Mundos	●					
Domingo 27 Octubre	Día de las Iglesias Protestantes y Evangélicas	●					
Viernes 1 Noviembre	Día de Todos los Santos	●					
Domingo 3 Noviembre	Día de la Cultura					●	
Lunes 11 Noviembre	Día de los Veteranos			●			
Lunes 11 Noviembre	Día del Recuerdo		●				
Jueves 28 Noviembre	Día de Acción de Gracias			●		●	●
Domingo 8 Diciembre	Inmaculada Concepción	●					
Miércoles 25 Diciembre	Navidad	●	●	●	●		●
Jueves 26 Diciembre	San Esteban				●		●
Martes 31 Diciembre	Nochevieja					●	

MAREAS Puerto Montt 2° Semestre 2019

JULIO						AGOSTO						SEPTIEMBRE					
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0601	1.46	16	0113	5.82	01	0124	6.19	16	0203	5.97	01	0237	6.86	16	0231	6.05
L	1215	6.49	M	0712	1.49	J	0726	1.01	V	0801	1.45	D	0846	0.39	L	0837	1.33
	1842	1.17		1324	6.53		1338	7.13		1408	6.47		1453	7.21		1440	6.10
				1950	1.17		2006	0.50		2030	1.15		2112	0.29		2053	1.30
02	0045	5.84	17	0149	5.85	02	0211	6.39	17	0231	5.90	02	0318	6.74	17	0257	5.91
M	0647	1.25	MI	0747	1.51	V	0814	0.80	S	0830	1.52	L	0929	0.57	M	0906	1.51
	1301	6.77		1358	6.51		1425	7.23		1437	6.31		1534	6.82		1507	5.82
	1929	0.89		2023	1.23		2051	0.39		2057	1.31		2151	0.65		2119	1.56
03	0133	5.99	18	0222	5.80	03	0257	6.46	18	0259	5.78	03	0358	6.46	18	0323	5.74
MI	0734	1.11	J	0819	1.60	S	0901	0.75	D	0900	1.66	M	1012	0.95	MI	0935	1.73
	1348	6.94		1429	6.40		1511	7.12		1505	6.07		1617	6.25		1535	5.51
	2017	0.72		2054	1.35		2135	0.47		2124	1.52		2231	1.16		2145	1.85
04	0221	6.06	19	0254	5.69	04	0341	6.39	19	0327	5.62	04	0442	6.05	19	0351	5.55
J	0822	1.07	V	0850	1.74	D	0947	0.86	L	0929	1.85	MI	1100	1.45	J	1007	1.99
	1435	6.97		1459	6.22		1556	6.82		1533	5.78		1704	5.61		1605	5.20
	2105	0.68		2125	1.53		2219	0.72		2151	1.77		2315	1.74		2214	2.15
05	0310	6.03	20	0325	5.53	05	0426	6.20	20	0356	5.44	05	0533	5.61	20	0423	5.35
V	0911	1.12	S	0921	1.92	L	1035	1.14	M	1000	2.07	J	1157	1.98	V	1044	2.25
	1523	6.86		1530	5.97		1642	6.36		1602	5.47		1804	4.99		1643	4.89
	2153	0.77		2155	1.74		2303	1.11		2219	2.04					2250	2.46
06	0359	5.94	21	0358	5.33	06	0514	5.92	21	0426	5.26	06	0011	2.30	21	0506	5.14
S	1001	1.25	D	0954	2.14	M	1126	1.52	MI	1034	2.31	V	0641	5.21	S	1135	2.51
	1613	6.61		1602	5.68		1733	5.81		1634	5.16		1319	2.38		1740	4.58
	2242	0.95		2227	1.98		2352	1.57		2250	2.30		1932	4.57		2346	2.76
07	0450	5.78	22	0433	5.13	07	0610	5.61	22	0501	5.11	07	0136	2.70	22	0614	4.96
D	1053	1.47	L	1030	2.37	MI	1226	1.94	J	1113	2.53	S	0813	5.04	D	1255	2.69
	1705	6.27		1636	5.37		1834	5.27		1713	4.88		1505	2.40		1915	4.40
	2333	1.21		2302	2.21					2328	2.53		2120	4.58			
08	0545	5.61	23	0511	4.96	08	0051	2.02	23	0547	4.99	08	0323	2.70	23	0119	2.94
L	1151	1.72	M	1110	2.60	J	0718	5.36	V	1206	2.71	D	0944	5.22	L	0753	4.95
	1802	5.88		1715	5.07		1344	2.25		1809	4.63		1627	2.07		1445	2.56
				2342	2.42		1954	4.88					2239	4.93		2109	4.59
09	0030	1.50	24	0558	4.84	09	0207	2.35	24	0023	2.74	09	0438	2.39	24	0311	2.73
M	0647	5.46	MI	1159	2.78	V	0840	5.29	S	0653	4.94	L	1049	5.58	M	0930	5.29
	1257	1.97		1804	4.82		1518	2.29		1322	2.80		1721	1.66		1614	2.06
	1907	5.50					2126	4.80		1934	4.51		2329	5.33		2228	5.11
10	0133	1.76	25	0029	2.58	10	0335	2.40	25	0143	2.85	10	0527	2.00	25	0431	2.17
MI	0757	5.41	J	0654	4.81	S	1000	5.47	D	0816	5.04	M	1135	5.95	MI	1042	5.88
	1414	2.11		1301	2.87		1639	2.03		1457	2.65		1801	1.30		1714	1.41
	2022	5.25		1907	4.67		2245	5.02		2113	4.63					2324	5.73
11	0244	1.91	26	0129	2.65	11	0447	2.21	26	0317	2.70	11	0007	5.68	26	0529	1.49
J	0910	5.50	V	0759	4.92	D	1104	5.78	L	0940	5.36	MI	0606	1.67	J	1138	6.51
	1534	2.06		1415	2.81		1737	1.67		1622	2.21		1213	6.25		1803	0.79
	2139	5.20		2022	4.67		2342	5.35		2234	5.03		1836	1.05			
12	0355	1.91	27	0237	2.60	12	0541	1.94	27	0436	2.29	12	0040	5.93	27	0011	6.31
V	1017	5.73	S	0904	5.16	L	1153	6.11	M	1050	5.87	J	0640	1.42	V	0617	0.86
	1646	1.84		1531	2.57		1822	1.37		1726	1.62		1245	6.43		1226	7.02
	2248	5.32		2136	4.84					2335	5.55		1906	0.91		1848	0.32
13	0457	1.80	28	0345	2.40	13	0025	5.64	28	0537	1.73	13	0109	6.09	28	0054	6.76
S	1116	6.01	D	1006	5.53	M	0623	1.70	MI	1148	6.44	V	0710	1.27	S	0702	0.40
	1744	1.57		1638	2.17		1233	6.36		1819	1.02		1315	6.50		1310	7.31
	2345	5.52		2242	5.14		1859	1.15					1934	0.88		1929	0.07
14	0550	1.65	29	0447	2.09	14	0101	5.85	29	0026	6.08	14	0137	6.15	29	0135	7.00
D	1205	6.27	L	1103	5.98	MI	0659	1.53	J	0630	1.17	S	0740	1.20	D	0745	0.17
	1832	1.34		1736	1.68		1307	6.51		1239	6.95		1344	6.46		1352	7.34
				2341	5.51		1932	1.05		1906	0.52		2001	0.94		2008	0.08
15	0033	5.71	30	0544	1.71	15	0133	5.95	30	0112	6.51	15	0205	6.13	30	0214	7.03
L	0634	1.53	M	1158	6.44	J	0731	1.45	V	0717	0.71	D	0808	1.22	L	0827	0.21
	1247	6.45		1829	1.20		1339	6.54		1326	7.29		1412	6.32		1432	7.09
	1914	1.21					2002	1.06		1950	0.21		2027	1.08		2046	0.33
			31	0034	5.88				31	0156	6.78						
			MI	0636	1.33				S	0802	0.43						
				1249	6.85					1410	7.38						
				1918	0.78					2031	0.13						

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, UTC - 4.
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

MAREAS Puerto Montt 2° Semestre 2019

OCTUBRE						NOVIEMBRE						DICIEMBRE					
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0253	6.84	16	0228	6.14	01	0349	5.92	16	0314	6.00	01	0414	5.56	16	0357	6.14
M	0907	0.49	MI	0842	1.21	V	1012	1.58	S	0939	1.49	D	1040	2.00	L	1027	1.40
	1512	6.65		1444	5.85		1617	5.39		1543	5.34		1646	5.07		1634	5.38
	2124	0.76		2051	1.40		2221	2.00		2146	1.86		2247	2.36		2237	1.80
02	0331	6.48	17	0256	5.98	02	0434	5.45	17	0357	5.75	02	0502	5.20	17	0451	5.90
MI	0949	0.94	J	0914	1.43	S	1103	2.05	D	1027	1.76	L	1133	2.32	M	1122	1.60
	1552	6.06		1515	5.56		1711	4.92		1633	5.05		1743	4.77		1732	5.23
	2202	1.31		2120	1.69		2313	2.47		2236	2.15		2344	2.66		2337	1.98
03	0412	6.02	18	0327	5.77	03	0535	5.03	18	0453	5.47	03	0603	4.90	18	0552	5.66
J	1034	1.48	V	0948	1.71	D	1212	2.43	L	1127	2.02	M	1240	2.54	MI	1224	1.77
	1638	5.44		1549	5.24		1827	4.58		1739	4.82		1857	4.59		1839	5.15
	2244	1.90		2153	2.01					2343	2.38						
04	0500	5.51	19	0403	5.53	04	0030	2.79	19	0605	5.26	04	0100	2.83	19	0046	2.09
V	1129	2.03	S	1029	2.01	L	0659	4.77	M	1243	2.16	MI	0721	4.73	J	0702	5.48
	1737	4.86		1632	4.91		1345	2.55		1902	4.77		1359	2.58		1333	1.87
	2339	2.46		2236	2.35		2003	4.52					2017	4.61		1952	5.19
05	0607	5.05	20	0451	5.25	05	0213	2.82	20	0108	2.42	05	0227	2.78	20	0204	2.09
S	1249	2.44	D	1125	2.31	M	0831	4.80	MI	0731	5.24	J	0840	4.75	V	0819	5.41
	1906	4.49		1736	4.61		1510	2.37		1409	2.07		1509	2.45		1445	1.85
				2339	2.66		2124	4.74		2028	4.97		2124	4.81		2105	5.39
06	0108	2.84	21	0606	5.01	06	0333	2.54	21	0237	2.19	06	0336	2.56	21	0322	1.93
D	0743	4.84	L	1250	2.49	MI	0942	5.05	J	0853	5.47	V	0943	4.92	S	0933	5.49
	1436	2.48		1913	4.48		1609	2.06		1525	1.77		1602	2.24		1554	1.72
	2055	4.52					2219	5.08		2139	5.37		2213	5.09		2211	5.69
07	0301	2.79	22	0118	2.78	07	0427	2.17	22	0350	1.76	07	0426	2.26	22	0431	1.66
L	0918	5.00	M	0746	5.01	J	1033	5.36	V	1002	5.84	S	1031	5.13	D	1039	5.67
	1558	2.16		1434	2.33		1652	1.74		1626	1.38		1643	2.02		1655	1.54
	2212	4.87		2056	4.74		2259	5.41		2236	5.84		2252	5.38		2309	6.02
08	0415	2.43	23	0302	2.48	08	0507	1.81	23	0449	1.29	08	0506	1.96	23	0531	1.36
M	1023	5.35	MI	0918	5.38	V	1112	5.64	S	1059	6.21	D	1110	5.35	L	1137	5.86
	1651	1.76		1555	1.86		1728	1.47		1717	1.03		1718	1.80		1748	1.37
	2300	5.27		2209	5.26		2333	5.70		2326	6.26		2326	5.68			
09	0503	2.01	24	0416	1.89	09	0542	1.50	24	0541	0.90	09	0542	1.67	24	0001	6.31
MI	1109	5.72	J	1026	5.93	S	1147	5.86	D	1149	6.48	L	1146	5.54	M	0624	1.13
	1731	1.40		1654	1.28		1759	1.27		1804	0.79		1751	1.60		1228	6.02
	2337	5.63		2303	5.86								2359	5.96		1835	1.26
10	0541	1.64	25	0511	1.24	10	0004	5.96	25	0012	6.57	10	0617	1.41	25	0047	6.50
J	1145	6.02	V	1120	6.49	D	0614	1.25	L	0629	0.65	M	1221	5.71	MI	0710	1.01
	1805	1.13		1742	0.76		1218	6.01		1235	6.61		1824	1.44		1314	6.09
				2349	6.39		1828	1.13		1847	0.70					1918	1.24
11	0009	5.91	26	0559	0.70	11	0033	6.15	26	0055	6.73	11	0033	6.20	26	0130	6.56
V	0613	1.34	S	1207	6.90	L	0645	1.07	M	0713	0.58	MI	0653	1.21	J	0753	1.01
	1218	6.23		1826	0.39		1249	6.09		1318	6.58		1257	5.82		1355	6.07
	1835	0.95					1857	1.07		1928	0.77		1859	1.33		1958	1.32
12	0039	6.10	27	0032	6.77	12	0102	6.28	27	0136	6.71	12	0108	6.38	27	0208	6.51
S	0644	1.13	D	0644	0.34	M	0716	0.98	MI	0756	0.69	J	0730	1.08	V	0832	1.13
	1248	6.34		1251	7.10		1320	6.09		1400	6.41		1334	5.85		1433	5.95
	1903	0.87		1907	0.25		1926	1.08		2007	0.98		1936	1.30		2034	1.48
13	0107	6.22	28	0113	6.96	13	0132	6.34	28	0216	6.55	13	0146	6.47	28	0244	6.35
D	0713	1.01	L	0727	0.22	MI	0748	0.97	J	0836	0.93	V	0810	1.04	S	0908	1.32
	1318	6.34		1333	7.06		1352	6.01		1440	6.13		1414	5.82		1509	5.76
	1930	0.89		1946	0.32		1957	1.17		2045	1.28		2015	1.34		2109	1.70
14	0134	6.27	29	0152	6.93	14	0203	6.31	29	0254	6.27	14	0226	6.45	29	0319	6.11
L	0743	0.99	M	0808	0.33	J	0822	1.07	V	0916	1.26	S	0852	1.09	D	0944	1.57
	1346	6.26		1413	6.80		1426	5.84		1519	5.80		1457	5.71		1545	5.52
	1956	0.99		2024	0.59		2029	1.34		2123	1.64		2058	1.46		2143	1.95
15	0201	6.24	30	0231	6.72	15	0237	6.20	30	0333	5.93	15	0309	6.33	30	0353	5.82
M	0812	1.05	MI	0848	0.64	V	0859	1.24	S	0956	1.63	D	0938	1.22	L	1019	1.84
	1415	6.09		1452	6.40		1502	5.61		1600	5.43		1543	5.55		1622	5.25
	2023	1.16		2101	1.00		2105	1.58		2202	2.01		2145	1.62		2219	2.23
			31	0309	6.36										31	0429	5.50
			J	0929	1.08										M	1057	2.12
				1533	5.91											1703	4.98
				2139	1.49											2300	2.51

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, UTC - 4.
Gentileza del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

MAREAS Puerto Chacabuco 2º Semestre 2019

JULIO						AGOSTO						SEPTIEMBRE					
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0024	2.21	16	0120	2.40	01	0130	2.35	16	0210	2.30	01	0242	2.55	16	0245	2.34
L	0602	0.62	M	0658	0.59	J	0709	0.44	V	0751	0.75	D	0828	0.36	L	0836	0.80
	1230	2.75		1324	2.98		1334	2.97		1409	2.71		1448	2.84		1443	2.37
	1850	0.33		1945	0.32		1956	0.09		2029	0.52		2103	0.18		2053	0.66
02	0103	2.27	17	0158	2.36	02	0213	2.39	17	0243	2.25	02	0329	2.55	17	0315	2.34
M	0643	0.52	MI	0737	0.62	V	0754	0.39	S	0824	0.81	L	0917	0.45	M	0910	0.83
	1309	2.87		1401	2.92		1419	2.97		1439	2.57		1535	2.65		1514	2.24
	1930	0.21		2023	0.39		2040	0.11		2100	0.62		2146	0.34		2121	0.72
03	0143	2.30	18	0234	2.29	03	0259	2.39	18	0315	2.20	03	0420	2.53	18	0349	2.34
MI	0725	0.46	J	0813	0.69	S	0840	0.42	D	0856	0.89	M	1010	0.59	MI	0949	0.86
	1351	2.93		1436	2.80		1504	2.88		1509	2.42		1627	2.42		1551	2.10
	2013	0.17		2100	0.50		2125	0.20		2128	0.73		2232	0.55		2152	0.80
04	0226	2.30	19	0310	2.20	04	0348	2.37	19	0348	2.16	04	0512	2.49	19	0427	2.34
J	0808	0.44	V	0846	0.80	D	0928	0.51	L	0929	0.96	MI	1112	0.75	J	1035	0.91
	1434	2.93		1509	2.65		1552	2.73		1540	2.27		1731	2.19		1637	1.95
	2057	0.19		2134	0.64		2211	0.35		2157	0.83		2324	0.78		2228	0.90
05	0313	2.26	20	0346	2.10	05	0441	2.33	20	0423	2.14	05	0609	2.45	20	0510	2.33
V	0852	0.49	S	0919	0.92	L	1020	0.66	M	1008	1.04	J	1227	0.86	V	1133	0.96
	1520	2.86		1540	2.48		1644	2.53		1616	2.11		1846	2.01		1737	1.82
	2144	0.28		2207	0.79		2301	0.54		2228	0.93					2314	1.01
06	0405	2.20	21	0423	2.01	06	0538	2.30	21	0503	2.12	06	0029	0.97	21	0603	2.31
S	0939	0.59	D	0951	1.05	M	1123	0.81	MI	1057	1.11	V	0712	2.44	S	1248	0.98
	1609	2.74		1612	2.30		1747	2.31		1703	1.95		1355	0.89		1853	1.73
	2235	0.41		2240	0.93		2359	0.73		2306	1.02		2008	1.92			
07	0502	2.15	22	0504	1.96	07	0638	2.30	22	0550	2.12	07	0145	1.08	22	0020	1.11
D	1032	0.73	L	1030	1.17	MI	1241	0.92	J	1204	1.15	S	0821	2.46	D	0707	2.30
	1704	2.58		1649	2.13		1901	2.13		1807	1.82		1516	0.82		1417	0.91
	2331	0.56		2317	1.04								2130	1.94		2019	1.73
08	0603	2.12	23	0550	1.93	08	0108	0.88	23	0000	1.10	08	0255	1.09	23	0146	1.13
L	1136	0.87	M	1124	1.27	J	0745	2.34	V	0646	2.14	D	0928	2.53	L	0821	2.34
	1807	2.41		1740	1.97		1411	0.92		1333	1.13		1617	0.71		1530	0.75
							2024	2.04		1926	1.75		2237	2.02		2144	1.83
09	0036	0.70	24	0008	1.13	09	0222	0.95	24	0115	1.14	09	0355	1.04	24	0303	1.05
M	0708	2.13	MI	0645	1.94	V	0855	2.43	S	0753	2.20	L	1026	2.62	M	0932	2.46
	1255	0.97		1250	1.31		1533	0.81		1459	1.00		1704	0.62		1624	0.56
	1920	2.28		1850	1.85		2146	2.05		2052	1.76		2327	2.13		2246	2.00
10	0149	0.78	25	0119	1.17	10	0325	0.95	25	0231	1.11	10	0448	0.96	25	0407	0.90
MI	0818	2.21	J	0750	1.99	S	0958	2.57	D	0902	2.30	M	1115	2.69	MI	1033	2.61
	1423	0.95		1428	1.24		1635	0.66		1600	0.80		1745	0.55		1709	0.38
	2038	2.20		2012	1.81		2254	2.13		2210	1.85					2334	2.18
11	0256	0.80	26	0228	1.13	11	0420	0.89	26	0333	1.01	11	0007	2.21	26	0503	0.71
J	0927	2.36	V	0856	2.10	D	1052	2.71	L	1003	2.45	MI	0535	0.88	J	1127	2.76
	1543	0.83		1539	1.08		1724	0.52		1648	0.59		1158	2.72		1752	0.23
	2156	2.20		2131	1.84		2344	2.22		2307	2.00		1822	0.51			
12	0353	0.77	27	0321	1.05	12	0510	0.81	27	0428	0.87	12	0042	2.28	27	0016	2.37
V	1026	2.55	S	0952	2.26	L	1139	2.82	M	1056	2.62	J	0617	0.83	V	0554	0.53
	1646	0.65		1629	0.86		1806	0.43		1730	0.38		1237	2.71		1216	2.87
	2303	2.26		2236	1.93					2353	2.16		1856	0.50		1834	0.12
13	0444	0.71	28	0408	0.94	13	0025	2.30	28	0519	0.70	13	0115	2.32	28	0057	2.53
S	1116	2.74	D	1039	2.44	M	0555	0.75	MI	1146	2.79	V	0655	0.80	S	0642	0.39
	1738	0.48		1711	0.64		1222	2.87		1812	0.22		1311	2.66		1302	2.91
	2356	2.33		2326	2.04		1845	0.39					1928	0.51		1916	0.08
14	0531	0.65	29	0453	0.81	14	0102	2.34	29	0034	2.30	14	0146	2.34	29	0140	2.65
D	1202	2.88	L	1123	2.62	MI	0637	0.71	J	0608	0.54	S	0730	0.79	D	0730	0.31
	1823	0.36		1751	0.43		1300	2.87		1233	2.91		1343	2.58		1348	2.86
							1922	0.40		1854	0.10		1958	0.55		1958	0.11
15	0040	2.38	30	0009	2.16	15	0137	2.34	30	0115	2.43	15	0216	2.34	30	0224	2.73
L	0616	0.61	M	0539	0.67	J	0715	0.71	V	0655	0.41	D	0803	0.79	L	0818	0.32
	1244	2.96		1206	2.78		1336	2.81		1318	2.97		1413	2.48		1433	2.73
	1905	0.31		1831	0.25		1957	0.44		1937	0.06		2026	0.60		2040	0.21
			31	0049	2.27				31	0157	2.51						
			MI	0624	0.54				S	0742	0.34						
				1250	2.91					1403	2.95						
				1913	0.14					2020	0.08						

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

MAREAS Puerto Chacabuco 2° Semestre 2019

OCTUBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0309	2.75	16	0245	2.52
M	0907	0.39	MI	0850	0.66
	1521	2.53		1453	2.22
	2122	0.38		2050	0.63
02	0357	2.72	17	0318	2.55
MI	1001	0.52	J	0929	0.67
	1614	2.31		1531	2.09
	2206	0.60		2123	0.70
03	0446	2.66	18	0356	2.54
J	1100	0.66	V	1014	0.71
	1716	2.10		1618	1.96
	2254	0.82		2200	0.80
04	0539	2.57	19	0440	2.50
V	1208	0.80	S	1108	0.77
	1828	1.94		1717	1.84
	2351	1.03		2245	0.93
05	0638	2.50	20	0531	2.44
S	1328	0.87	D	1215	0.83
	1943	1.86		1830	1.76
				2348	1.05
06	0104	1.16	21	0635	2.38
D	0744	2.45	L	1339	0.82
	1449	0.87		1951	1.76
	2102	1.86			
07	0220	1.20	22	0114	1.11
L	0853	2.44	M	0750	2.38
	1552	0.82		1458	0.72
	2213	1.93		2114	1.86
08	0327	1.17	23	0238	1.05
M	0956	2.46	MI	0905	2.44
	1640	0.75		1558	0.57
	2306	2.04		2221	2.03
09	0425	1.10	24	0348	0.90
MI	1049	2.49	J	1011	2.56
	1720	0.69		1646	0.42
	2346	2.15		2312	2.24
10	0515	1.02	25	0448	0.71
J	1134	2.51	V	1109	2.68
	1755	0.64		1729	0.29
				2356	2.45
11	0020	2.24	26	0541	0.53
V	0559	0.94	S	1200	2.75
	1213	2.51		1812	0.20
	1827	0.61			
12	0051	2.32	27	0039	2.65
S	0637	0.86	D	0631	0.38
	1247	2.49		1248	2.77
	1857	0.58		1854	0.16
13	0119	2.39	28	0121	2.80
D	0710	0.79	L	0720	0.29
	1319	2.45		1335	2.72
	1925	0.58		1936	0.20
14	0147	2.44	29	0204	2.89
L	0743	0.73	M	0808	0.27
	1349	2.39		1421	2.60
	1952	0.58		2018	0.29
15	0215	2.49	30	0249	2.91
M	0815	0.68	MI	0857	0.32
	1420	2.32		1509	2.43
	2020	0.60		2100	0.45
			31	0334	2.86
			J	0948	0.44
				1601	2.24
				2142	0.64

NOVIEMBRE

DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0420	2.77	16	0331	2.69
V	1042	0.59	S	0955	0.52
	1658	2.06		1603	2.01
	2226	0.85		2140	0.72
02	0508	2.64	17	0416	2.62
S	1141	0.76	D	1046	0.61
	1801	1.92		1702	1.91
	2316	1.04		2228	0.85
03	0601	2.51	18	0508	2.53
D	1251	0.89	L	1147	0.70
	1908	1.83		1810	1.85
				2329	0.98
04	0019	1.20	19	0611	2.44
L	0702	2.39	M	1303	0.75
	1411	0.96		1924	1.85
	2021	1.80			
05	0138	1.29	20	0049	1.05
M	0811	2.31	MI	0725	2.39
	1520	0.95		1424	0.72
	2139	1.85		2041	1.93
06	0256	1.29	21	0215	1.02
MI	0920	2.27	J	0840	2.40
	1611	0.91		1528	0.62
	2239	1.97		2151	2.10
07	0403	1.22	22	0331	0.90
J	1020	2.27	V	0950	2.46
	1650	0.85		1619	0.50
	2321	2.10		2247	2.32
08	0458	1.12	23	0435	0.72
V	1109	2.29	S	1052	2.53
	1724	0.79		1705	0.40
	2353	2.22		2334	2.55
09	0541	1.00	24	0531	0.53
S	1150	2.31	D	1148	2.58
	1754	0.72		1748	0.34
10	0022	2.34	25	0019	2.76
D	0617	0.87	L	0622	0.36
	1224	2.32		1238	2.60
	1823	0.67		1832	0.31
11	0049	2.44	26	0102	2.92
L	0649	0.74	M	0711	0.26
	1256	2.33		1325	2.57
	1851	0.62		1915	0.33
12	0116	2.54	27	0145	3.00
M	0721	0.63	MI	0758	0.23
	1327	2.31		1411	2.49
	1920	0.58		1958	0.40
13	0144	2.63	28	0228	3.01
MI	0754	0.53	J	0844	0.27
	1359	2.27		1456	2.37
	1950	0.56		2039	0.51
14	0216	2.69	29	0311	2.94
J	0831	0.48	V	0931	0.39
	1435	2.20		1544	2.23
	2024	0.57		2120	0.67
15	0251	2.71	30	0353	2.82
V	0911	0.48	S	1019	0.55
	1515	2.11		1634	2.08
	2100	0.63		2200	0.84

DIEMBRE

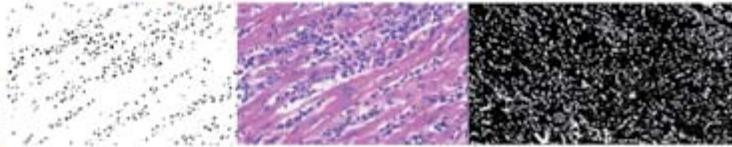
DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS	DIA	HORA H.M.	ALTURA METROS
01	0437	2.66	16	0358	2.71
D	1109	0.74	L	1026	0.47
	1727	1.94		1647	2.03
	2242	1.03		2215	0.76
02	0522	2.48	17	0450	2.59
L	1206	0.92	M	1122	0.59
	1825	1.84		1750	1.98
	2334	1.21		2314	0.89
03	0615	2.30	18	0551	2.46
M	1317	1.04	MI	1229	0.69
	1931	1.79		1857	1.98
04	0049	1.34	19	0030	0.99
MI	0720	2.16	J	0701	2.36
	1433	1.08		1345	0.73
	2048	1.82		2008	2.05
05	0221	1.37	20	0155	0.99
J	0835	2.07	V	0816	2.30
	1530	1.06		1453	0.70
	2158	1.93		2120	2.20
06	0341	1.30	21	0317	0.89
V	0945	2.05	S	0931	2.30
	1612	1.00		1550	0.64
	2244	2.06		2220	2.41
07	0438	1.17	22	0426	0.71
S	1041	2.08	D	1040	2.34
	1646	0.93		1639	0.57
	2318	2.21		2312	2.64
08	0520	1.01	23	0523	0.51
D	1124	2.12	L	1139	2.40
	1716	0.84		1726	0.51
	2347	2.35		2358	2.84
09	0554	0.84	24	0613	0.34
L	1200	2.17	M	1230	2.45
	1746	0.76		1812	0.47
10	0015	2.49	25	0042	2.98
M	0626	0.67	MI	0700	0.24
	1234	2.22		1315	2.46
	1817	0.67		1856	0.46
11	0044	2.62	26	0125	3.05
MI	0658	0.52	J	0744	0.21
	1307	2.24		1358	2.43
	1849	0.60		1939	0.49
12	0115	2.74	27	0207	3.04
J	0733	0.39	V	0827	0.27
	1341	2.24		1440	2.36
	1925	0.55		2019	0.56
13	0150	2.81	28	0247	2.95
V	0811	0.33	S	0910	0.38
	1419	2.22		1522	2.24
	2002	0.54		2057	0.69
14	0229	2.83	29	0326	2.81
S	0852	0.32	D	0951	0.55
	1501	2.16		1605	2.12
	2043	0.57		2134	0.85
15	0311	2.79	30	0404	2.62
D	0937	0.37	L	1033	0.73
	1550	2.09		1651	2.00
	2126	0.64		2212	1.02
			31	0442	2.42
			M	1117	0.92
				1740	1.90
				2255	1.19

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



Mejora el performance sanitario - productivo con información digital cuantitativa

SOLICITA NUESTROS SERVICIOS: **DATA Y SCORE**

A hand holding a microscope slide with a barcode and a grid of purple spots. The slide is partially overlapping another slide with a grid of pink spots. The background is a gradient of blue and purple.

www.vehicle.com

 
VETERINARY HISTOPATHOLOGY CENTER

 
PATOLOGÍA VETERINARIA

 
FISH PATHOLOGY

SITUACIÓN MUNDIAL DE CALIGIDOSIS



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



Carlos Sandoval^{1,2}, Paulina Moreno², Fernanda Molina², Bárbara Etcharren², Enrique Paredes³,
Paulo Salinas⁴, Jaime Santana⁷, Gladys Asencio⁵, Susana Latuz⁶

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

² Investigación & Desarrollo Veterinary Histopathology Center Spa (VeHiCe).

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

⁴ M.V., Msc., Dr. Ciencias, Instituto de Biología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

⁵ Investigadora Asociada, Centro i-mar, Universidad de Los Lagos.

⁶ Investigación & Desarrollo Centro de Bioingeniería y Bioproceso Aplicada Spa (CBBA).

⁷ M.V., Fish Health Manager, MOWI, Scotland Limited.

Situación mundial de Caligidosis

El Piojo de mar (Sea lice), es el nombre común dado a un grupo de copépodos parásitos que afectan tanto peces de cultivo como silvestres en su fase marina pudiendo causar graves daños a la piel. Actualmente, el piojo de mar es considerado uno de los parásitos económicamente más importantes para la industria del salmón a nivel mundial (Costello 2006, 2009). Debido a su biología, que incluye varios estadios de desarrollo con diferentes sensibilidades a quimioterapéuticos y su compleja interacción hospedero-parásito, el control del piojo de mar representa uno de los principales obstáculos para una acuicultura sustentable.

El piojo de mar más importante en Chile es *Caligus rogercresseyi*, afectando principalmente salmón Atlántico (*Salmo salar*), y trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) (Gonzalez *et al.*, 2000; Gonzalez & Carvajal 2003). En otros países productores de salmón como Noruega, Canadá, Irlanda y Escocia, la principal preocupación es *Lepeophtheirus salmonis* (Costello 2006; Burka *et al.* 2012; Torrissen *et al.*, 2013). Este parásito es considerado una amenaza en el salmón silvestre en British Columbia (Costa del Pacífico de Canadá) y en algunas regiones de Europa.

Actualmente, en Chile los tratamientos antiparasitarios con delta-metrina, cipermetrina, azametifos y peróxido de hidrógeno están autorizados para su uso en baños de inmersión además de tratamientos orales como diflubenzurón, lufenurón y benzoato de emamectina (SERNAPESCA, 2017).

Hoy en día, esta enfermedad impacta a más del 90% de la salmonicultura existente en Chile, parasitando a las 3 especies en cultivo en la Región de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes.

Impacto económico

El piojo de mar se ha convertido en uno de los principales problemas en el cultivo de salmónidos en todo el mundo amenazando la productividad de la industria del salmón (Burrige *et al.*, 2014).

Considerando que Chile y Noruega poseen más del 70% de la producción mundial de salmón, son también los países que más contribuyen a los costos globales de control del piojo de mar.

El impacto económico a nivel mundial de las infestaciones por piojo de mar a nivel de industria se ha estimado en US\$ 480 millones, lo que es equivalente a 4 – 10% del valor de la producción, dependiendo del país (Costello, 2009). Sin embargo, un reciente estudio estimó que el parasitismo por *L. salmonis* en Noruega produjo pérdidas de US\$ 436 millones solo el año 2011. Las pérdidas en el crecimiento de la biomasa, por ciclo de producción, debido a las infestaciones por el piojo de mar varían entre 3,62 a 16,55%, a pesar de las estrategias de control implementadas y también dependen de la ubicación del centro de cultivo (Abolofia *et al.*, 2017).

Antecedentes generales del parásito

Caligus rogercresseyi es un ectoparásito calígido, endémico de Chile, que habita en ambientes marinos y estuarinos, afectando las especies de salmónidos que se cultivan en Chile, y especies de peces nativos como el pejerrey (*Odonthestes regia*), el lenguado de ojo chico (*Paralichthys microps*) y el róbalo (*Eleginops maclovinus*) (Boxshall y Bravo, 2000., Sepúlveda *et al.*, 2004; Muñoz y Olmos, 2007). Este último hospedero sería el reservorio natural del parásito (Carvajal *et al.*, 1998) y en el cual se encuentra en mayor prevalencia y abundancia (Sepúlveda *et al.*, 2004).

También, se ha reportado que bajo condiciones experimentales y de óptima salinidad para el parásito, éste es capaz de reconocer e infestar al pez nativo *Galaxias maculatus* (Puye), ocasionando alteraciones en su conducta, pérdida de peso de los individuos infestados y finalmente la muerte (Marín *et al.*, 2009).

Antecedentes biológicos

Este ectoparásito pertenece al orden Copépoda cuya característica principal es presentar un cuerpo conformado por un cefalón,

tórax y abdomen, en forma de gota, con varios apéndices ventrales en la parte anterior denominada cefalotórax. En el caso de los calígidos adultos, la forma del cuerpo es aplanada dorsoventralmente, adaptada para adherirse a la superficie de los peces hospederos. Entre los apéndices y estructuras bucales se encuentra un cono oral en forma de sifón. En las etapas juveniles parasíticas se fija con un filamento a estructuras duras de los peces, como por ejemplo, cartílagos y escamas, por lo que se observan de preferencia en aletas y vientre de los hospederos, sin existir selectividad entre especies a parasitar (González, 2006).

La estrategia alimentaria de los juveniles incluye cortar piel, consumir mucus y tejidos de las zonas vecinas al halo de fijación (Valenzuela, 2009). Para alimentarse utilizan los artejos bucales denominados mandíbulas, maxilas y maxilípedos, los que presentan espinas modificadas como ganchos, capaces de cortar y manipular los tejidos, los que posteriormente son succionados por el cono oral.



Imagen 1. Salmón del Atlántico con severa infestación por *Caligus rogercresseyi*. Fotografía cortesía de Jaime Santana - M.V.

La conducta reproductiva de esta especie es muy similar a la de otros calígidos, presentándose apareamientos entre machos y hembras vírgenes durante gran parte del año (Osorio, 2007, Zagmat-Vergara *et al.*, 2005). Similar a *L. salmonis*, las hembras son monógamas y los machos polígamos (Osorio, 2007) por lo que las hembras presentan descendencia de un solo padre, y dichos padres pueden tener múltiples parejas. Esta diferencia permite inferir que los machos serían los que incrementarían la parasitosis, dado que son más móviles que las hembras entre peces hospederos (Osorio, 2007). Las estimaciones de fecundidad reportadas en la literatura varían. González (2006) reporta que en condiciones de laboratorio la fecundidad sería 87 ± 15 huevos por hembra, la cual se habría mantenido en esos valores desde el estudio de González y Carvajal (2003). Sin embargo, Bravo *et al.*, (2009) indicaron que la fecundidad promedio de esta especie al parasitar salmones es de 45 ± 16 huevos por saco ovífero, con un rango de 9–130 huevos/hembra, presentando variabilidad entre ambientes estuarinos y salobres. En róbalo, González *et al.*, (2011) señalaron para *C. rogercresseyi* una fecundidad menor que en salmones, entre 12 y 56 huevos/hembra para el pez nativo y 19 a 95 huevos/hembra en salmones.

Ciclo de vida

El ciclo de vida de *C. rogercresseyi* presenta 8 estadios de desarrollo, 3 planctónicos (fases de vida libre) y 5 parasitarias (fases parásitas al hospedero). En los estadios planctónicos se distinguen 2 nauplius y 1 copepodito, que es la fase infestante. Los estadios planctónicos corresponden a los estadios de dispersión del parásito, las que se alimentan de sus reservas corporales (vitelo) y no del fitoplancton (Fariás, 2005). El copepodito se asienta en el hospedero aferrándose mediante el segundo par de antenas y maxilípedos, y en caso de ser un hospedero adecuado para él, evierte su filamento rostral que lo fija definitivamente al pez (González, 2006). Luego, el parásito muda pasando por 4 distintos estadios de chalimus, siempre adherido al hospedero por dicho filamento, y aumentando progresivamente de tamaño mudando la cutícula que cubre su cuerpo e incrementando el tamaño del filamento (González & Carvajal, 2003). Posteriormente, tanto hembra como macho llegan al estado de adulto. Las hembras con sacos ovíferos alcanzan una longitud total de alrededor de 10 mm y los huevos maduros, en condiciones para eclosionar, toman la coloración oscura del nauplio. (Fig. 1).

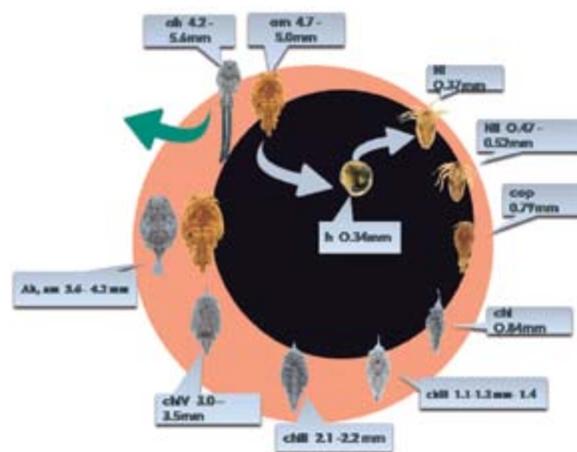


Figura 1. *Caligus rogercresseyi*, Estadios de desarrollo. Fuente González y Carvajal (2003). Imagen cortesía de Gladys Asencio.

Durante el desarrollo del parásito, la transición entre un estadio y el próximo depende directa y principalmente de la temperatura del agua (Fig. 2). De acuerdo a González y Carvajal (2003) y González (2006) existe una temperatura umbral mínima a la cual el parásito no se desarrolla ($4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en larvas; $5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ para chalimus 4 y adultos). González y Carvajal (2003) reportaron que la aparición de adultos móviles sobre salmones ocurre entre los 20 y 40 días posteriores a la fijación de los copepoditos. Las primeras fases larvales de *C. rogercresseyi*, nauplios I, nauplio II y copepodito, denominadas planctónicas, han sido cultivadas en condiciones de laboratorio, obteniéndose la fase infestiva (copepoditos) al cabo de 4 a 6 días, según la temperatura y salinidad de cultivo. La etapa infectiva ha sido mantenida en las mismas condiciones *in vitro* por lapsos de 6 a 10 días sin alimentación (Fariás, 2005; González, 2006).

En zonas de cultivo de salmónidos han sido registrados los 3 estadios larvales en el zooplancton del interior de las jaulas y en las aguas circundantes a los centros de cultivo, en los primeros 20 m de la columna de agua (Ascencio, 2015; Molinet *et al.*, 2011). Las etapas parásitas de esta especie, juveniles (chalimus I a IV) y adultos, se mantienen en la superficie de los salmones por períodos prolongados y dependientes de la temperatura del agua. Las 4 etapas fijas denominadas chalimus permanecen en la zona de fijación del filamento durante todo el desarrollo de cada fase, ocasionando lesiones en la piel o aletas, de profundidades correlacionadas con el tamaño del estadio, es así como las heridas causadas por chalimus IV son más profundas que las del chalimus I (Valenzuela, 2009). Osorio (2007) estudiando la conducta reproductiva de la especie, describe que los estadios adultos se encuentran en toda la superficie de los peces hospederos, observándose a los machos con mayor actividad que las hembras, y en algunas ocasiones se les encuentra nadando alrededor de los peces. Las parejas se encuentran en la zona superior de la cabeza y cola de los hospederos. Las hembras ovígeras permanecen en las zonas de apareamiento, observándose escaso desplazamiento.

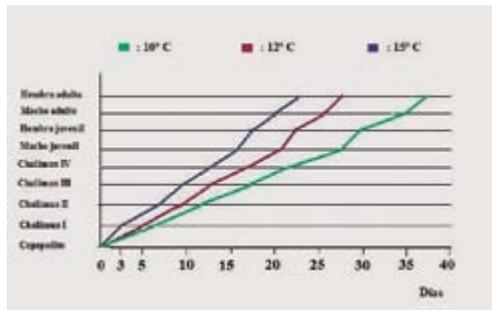


Figura 2. *Caligus rogercresseyi*. Días transcurridos por estadio a temperaturas de 10 °C, 12 °C y 15 °C. Fuente: González y Carvajal (2003)

Estas conductas se mantienen durante 20 a 40 días de vida de machos y hembras. La fecundación en esta especie ocurre en el interior del segmento genital de las hembras, ya que las hembras almacenan los espermatozoides del macho en una espermateca, formándose huevos que son expulsados al exterior para quedar incluidos en el saco ovífero (Levicoy, 2013). La eclosión de los huevos ocurre entre los 2 y 5 días después de la aparición de los primeros huevos en los sacos ovíferos de las hembras. De acuerdo con Osorio (2007), las hembras presentarían hasta 4 oviposiciones a partir de un apareamiento. Más recientemente, Bravo *et al.*, (2009) indicaron que una hembra presentaría hasta 11 oviposiciones. Junto a la temperatura y la salinidad, la densidad de cultivo de las especies hospederas es un factor determinante del éxito de *Caligus* en sus infestaciones de especies salmónidas en cultivo. Santana (2006) registró correlaciones positivas entre los aumentos en densidad de los centros de cultivo y las abundancias de *C. rogercresseyi*. Esta variable con sus incrementos sería la facilitadora de sustratos de fijación para las larvas presentes en el plancton circundante, mayor fuente de alimentación a un bajo costo energético de búsqueda, así como encuentros de pareja con menor esfuerzo de los machos.

Alteraciones macroscópicas e histológicas

En sitios de infestación se observan extensas y variables áreas de erosión de la piel y hemorragias preferentemente en la región de la cabeza, dorsal, e incluso áreas subepidérmicas de la región perianal, acompañada de hiperplasia epidérmica. En algunos casos crónicos, se observa, incluso, compromiso de la dermis subyacente al sitio de anclaje caracterizado principalmente por hiperplasia, presencia de células inflamatorias, heterogeneidad en la distribución y orientación de las fibras de colágeno y un aumento considerable en la densidad de melanóforos y células mucosas epidérmicas.

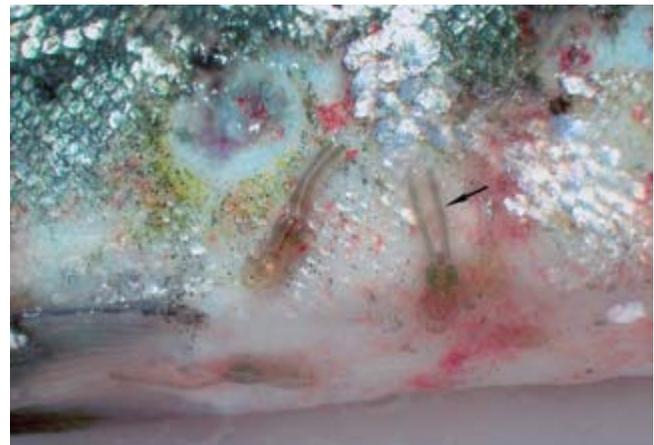


Imagen 2. Salmón del Atlántico con hembras adultas (*C. rogercresseyi*). Nótese las lesiones sobre la superficie de la piel y el par de sacos ovíferos de las hembras. Fotografía cortesía de Marcelo Vera - M.V.

Algunos reportes coinciden con el aumento de células mucosas, sin embargo, describen que la infestación por *Caligus sp.* no tendría efectos sobre el grosor de la piel (Roubal, 1996). En las branquias, ha sido reportada una respuesta inflamatoria leve a severa, aumento de la superficie y fusión lamelar parcial y completa (Rojas *et al.*, 2018). En el tejido subyacente al epitelio branquial ha sido observado un aumento en la densidad de células, tales como: macrófagos y linfocitos. En el epitelio lamelar (laminillas secundarias) ha sido reportado un aumento de células mucosas.

Este aumento en la densidad de células mucosas es característico de este tipo de infestación y refleja concomitantemente un aumento en la secreción de mucina, glucógeno y mucopolisacáridos neutros. La alta producción de mucus ha sido descrita previamente en otras especies teleósteas (González *et al.*, 2016) y es lógica considerando el rol inmunitario y mecánico del mucus a través de la secreción de glucoproteínas, glucolípidos y sus propiedades de modificar el pH (Fast *et al.*, 2002; González *et al.*, 2015). Como efectores de la inmunidad innata Rojas *et al.*, (2018) describen el reclutamiento de mastocitos y células eosinofílicas granulares, agrupadas en el tejido conectivo laxo y aumentadas en cantidad, especialmente en piel y arco branquial (similar a lo reportado en otras especies parasitadas por copépodos). Diversos autores coinciden que el producto de la secreción de mastocitos y células eosinofílicas granulares podrían jugar un rol en la respuesta inflamatoria, atrayendo así a otras células inmunes (Lauriano *et al.*, 2012; Rojas *et al.*, 2018).

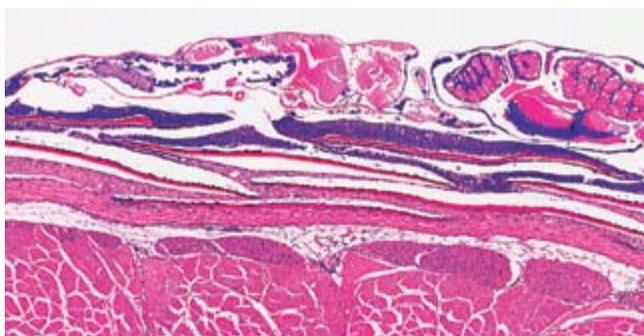


Imagen 3. Hembra ovígera (*C. rogercresseyi*) en superficie epidérmica. 4X. Tinción H&E.

Cambios del parásito

Caligus rogercresseyi, en los más de 20 años que lleva de parasitismo en la industria salmonera chilena, con alrededor de 250 generaciones (considerando una mensual) en salares y truchas en la Región de Los Lagos, un número menor en la Región de Aysén y 25 generaciones en la Región de Magallanes, ha mostrado una capacidad de adaptación a los cambios ambientales muy veloz. Al hablar de cambios, nos referimos a los adoptados por esta industria para mejorar el estado sanitario de sus cultivos, los que han incluido migración hacia aguas más frías (desde la Región de Los Lagos a Aysén y Punta Arenas), con menores salinidades (estuarios y canales con impacto de deshielos australes), flujos de corrientes más elevados (canales de la región de Melinka, Aysén y Punta Arenas), e incorporación de una batería de fármacos y antiparasitarios orales (benzoato de emamectina, diflubenzurón, lufenurón) y baños (peróxido de hidrógeno, deltametrina, cipermetrina, azametifos, hexaflumurón).

La figura 3 muestra la respuesta evidenciada por *Caligus*, con incremento numérico al momento de transcurrir 4 o 5 años, después de 50 generaciones de adaptación contra los nuevos estresantes (cambios) impuestos por el cultivo de salmones o mejoras ambientales para su crecimiento poblacional al incrementar las biomásas de peces en cultivo. Un primer ejemplo se observó a principios de la década del 2000, cuando la mayor biomasa estaba posicionada en la Región de Los Lagos, en aguas con temperatura moderada (10-15 °C), salinidades altas (28 a 32 psu), flujos de corrientes moderados a bajos, y se combatía al parásito sólo con tratamiento oral de benzoato de emamectina.

El mantener las condiciones ambientales adecuadas para sus infecciones, e incrementar paulatinamente la biomasa en cultivo para el 2005-2006, sin modificar las terapias con otros antiparasitarios, llevó a la primera gran emergencia sanitaria provocada por este piojo del salmón para el 2007. Una de las consecuencias de este parasitismo es la asociación a otros patógenos, como bacterias o virus con alta mortalidad para el pez portador (Oelckers *et al.* 2014, Meyer *et al.*, 2018; González *et al.*, 2016). Junto a la crisis por caligidosis, el 2008 ingresó el virus ISA (Infectious salmon anaemia) a la industria, llevando a una caída productiva de más del 60% de ésta.

El 2012-2013 se vivió una segunda crisis, en el mismo lapso considerado para la emergencia anterior (4 a 5 años), la que involucró a peces presentes en las regiones de Los Lagos y Aysén, así como centros situados en estuarios de la región de Los Lagos, ya que después de 2008, la industria creció hacia esos ambientes. Para este periodo, *Caligus* logró la sobrevivencia de sus estadios larvales y adultos en áreas con temperaturas más bajas, menores salinidades y corrientes más veloces, junto a resistir a los antiparasitarios emamectina, piretroides y diflubenzurón (Asencio, 2015).

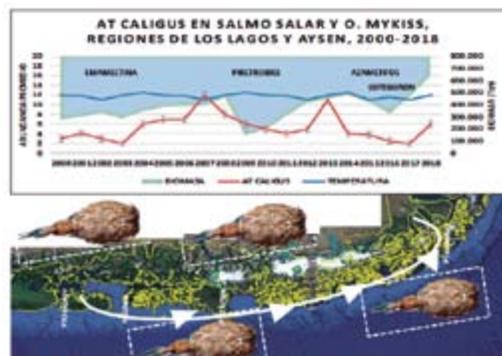


Figura 3. Abundancia promedio de *C. rogercresseyi* en peces de la especie *S. salar* y *O. mykiss*, Región de Los Lagos y Aysén, 2000 - 2018. Imagen cortesía de Gladys Asencio.

En la actualidad, estamos *ad-ports* de otra emergencia sanitaria por caligidosis, nuevamente al transcurrir un número similar de años de adaptación del piojo a nuevos cambios ambientales. En estos últimos 5 años, la industria incrementó sus actividades en la Patagonia Austral (Punta Arenas) y en estuarios de la Región de Aysén, manteniendo su estrategia de migraciones a aguas más frías y bajas salinidades. Sin embargo, se ha reiterado el uso de un solo fármaco (azametifos) como estrategia de control, aplicando baños de forma permanente en las tres regiones, lo que no solo provoca respuesta del parásito al estrés del tratamiento, sino también, afecta la condición sanitaria de los peces por tanto manejo, dejándolos más vulnerables al parasitismo y otros patógenos.

Entonces, ¿qué ha hecho *Caligus* para adaptarse permanentemente a estos agentes de estrés o solo se han gatillado respuestas incluídas en su código genético?. Similar a lo que ocurrió en la crisis del 2007, sabemos muy poco de las respuestas conductuales, biológicas y genéticas del parásito frente a tanto cambio. Lo que si hemos logrado vivenciar es que es una especie con una muy alta plasticidad ecológica y genética, ya que sobrevive, se reproduce, alimenta y disemina sus larvas en ambientes marinos y estuarinos, en centros de cultivo situados desde la Región de Los Lagos a la Región de Magallanes. Además, parasita a especies nativas de nuestras costas, permaneciendo en ellas como reservorios durante las crisis en la salmonicultura o períodos de descansos productivos. Por esto, urge desarrollar estudios profundos de biología, ecología, fisiología y genética de *C. rogercresseyi*, para tener herramientas más efectivas para su control o convivencia con los salmones.

Referencias

- Abolofia, J., Asche, F., Wilen, J.E., 2017.** The cost of lice, quantifying the impacts of parasitic sea lice on farmed salmon. *Mar. Resour. Econ.* 32, 1–21.
- Asencio G, V. Riquelme y J. Santana. 2011.** Compendio "La Caligidosis en Centros de Cultivo Marine Harvest Chile"; Historia, Investigaciones y Desafíos Futuros. Marine Harvest Chile. Puerto Montt. Chile.
- Boxshall y Bravo. 2000.** On the identity of the common *Caligus* (Copepoda: Siphonostomatoidea: Caligidae) from salmonid netpen systems in southern Chile. *Contributions to Zoology*, 69 (1/2): 137-146.
- Bravo S., F Erranz and C Lagos. 2009.** A comparison of sea lice, *Caligus rogercresseyi*, fecundity in four areas in southern Chile. *J. Fish Dis.* 32: 107-113.
- Burridge, L.E., Lyons, M.C., Wong, D.K.H., MacKeigan, K., VanGeest, J.L., 2014.** The acute lethality of three anti-sea lice formulations: AlphaMax®, Salmosan®, and Interlox®Paramove™ 50 to lobster and shrimp. *Aquaculture* 420-421, 180–186.
- Carvajal, J., González, L., George-Nascimento, M. 1998.** Native sea lice (Copepoda: Caligidae) infestation of salmonids reared in netpen systems in southern Chile. *Aquaculture* 66: 241-246.
- Costello, M.J. 2009.** The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry. *J. Fish Dis.*, 32: 115-118.
- Farías, D. 2005.** Aspectos biológicos y conductuales del estadio infectante de *Caligus rogercresseyi* Boxshall y Bravo 2000 (copépoda: Caligidae), en peces nativos y de cultivo en Chile. Tesis Biología Marina, Universidad Austral de Chile.
- Fast, M.D., D.E. Sims, J.F. Burka, A. Mustafa and N.W. Ross. 2002.** Skin morphology and humoral non-specific defense parameters of mucus and plasma in rainbow trout, coho, and Atlantic salmon. *Comp. Biochem. Physiol. A*, 132: 645-657.
- González, L. and J. Carvajal, 2003.** Life cycle of *Caligus rogercresseyi*, (Copepoda: Caligidae) parasite of Chilean reared salmonids. *Aquaculture*. 220: 101-117.
- González, M. 2006.** Selectividad del copepodito de *Caligus rogercresseyi* (Boxshall y Bravo, 2000) (Copepoda: Caligidae) frente a diferentes hospederos. Tesis Biología Marina, Universidad Austral de Chile.
- González, M.T., B. Arenas, G. Asencio, C. Molinet & J. Carvajal. 2011.** Fecundity of sea louse *Caligus rogercresseyi* on native host *Eleginops maclovinus*, and farmed salmon in Southern Chile. *Aquaculture Research* 2011: 1-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02900.x>.
- González, M.P., L. Vargas-Chacoff & S. Marín. 2016.** Stress response of *Salmo salar* (Linnaeus, 1758) when heavily infested by *Caligus rogercresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000) copepodids. *Fish Physiol. Biochem.*, 42: 263-274.
- González, M.P., S.L. Marín and L. Vargas-Chacoff. 2015.** Effects of *Caligus rogercresseyi* (Boxshall and Bravo, 2000) infestation on physiological response of host *Salmo salar* (Linnaeus, 1758): establishing physiological thresholds. *Aquaculture*, 438: 47-54.
- González, M.P., L. Vargas-Chacoff and S. Marín. 2016.** Stress response of *Salmo salar* (Linnaeus, 1758) when heavily infested by *Caligus rogercresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000) copepodids. *Fish Physiol. Biochem.*, 42: 263-274.
- González, L., Robles, C., and Cortez San Martín, M. 2016.** Management issues regarding caligidosis treatment on salmon farms in Chile affected by infection salmon anaemia virus (ISAV), *Piscirickettsia salmonis* and *Neoparamoeba perurans*. *Ocean and Coastal Management*, 123, 74-83. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.02.002
- Hamre, L.A., C. Eichner, C.M.A. Caipang, S.T. Dalvin, J.E. Bron, F. Nilsen, G. Boxshall and R. Skern Mauritzen. 2013.** The salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) life cycle has only two chalimus stages. *PLoS ONE*, 8: e73539.
- Lauriano, E.R., M. Calò, G. Silvestri, D. Zaccone, S. Pergolizzi and P. Lo Cascio. 2012.** Mast cells in the intestine and gills of the sea bream, *Sparus aurata*, exposed to a polychlorinated biphenyl, PCB 126. *Acta Histochem.*, 114: 166-171.
- Marín, S., J. Carvajal, A. Manriquez and M. Mancilla. 2009.** Effects of experimental infection by *Caligus rogercresseyi* (Copepoda: Caligidae) on the common jollytail, *Galaxias maculatus* (Osmeriforme: Galaxiidae) (Jenyns, 1842) in Chile. *Aquaculture*, 295: 138-141.
- Meyer, A., R. Sadler, B. Cowled, A. Cameron, J. Happold, A. Burroughs, C. Mackenzie. 2018.** Medición de los efectos de la carga de *Caligus* y los tratamientos de baños piojicidas sobre la piscirickettsiosis en la industria acuícola salmonera chilena. Reporte-4-Ausvet-2017-2018. <http://pgsa.sernapesca.cl/wp-content/uploads/2019/03/Informe-4-Ausvet-2017-2018.pdf>.
- Molinet C, Cáceres M, Gonzalez MT, Carvajal J and others. 2011.** Population dynamics of early stages of *Caligus rogercresseyi* in an embayment used for intensive salmon farms in Chilean inland seas. *Aquaculture* 312: 62-71.
- Muñoz, G. y Olmos, V. 2007.** Bibliographic revision of ectoparasite and host species from aquatic systems of Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(2): 89 – 148.
- Oelckers, K., S. Vike, H. Duesund, J. González, S. Wadsworth and A. Nylund. 2014.** *Caligus rogercresseyi* as a potential vector for transmisión of Infectious Salmon Anaemia (ISA) virus in Chile. *Aquaculture* 420-421: 126-132.
- Revie, C.W., Dill, L., Finstad, B., Todd, C.D., 2009.** Salmon aquaculture dialogue group report on sea lice. In: *Dialogue*, S.A. (Ed.), pp. 117.
- Rojas V, Sánchez D, Gallardo JA and Mercado L. 2018.** Histopathological changes induced by *Caligus rogercresseyi* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(4): 843-848.
- Roubal Fr. 1994.** Histopathology caused by *Caligus epidemicus* Hewitt (Copepoda: Caligidae) on captive *Acanthopagrus australis* (Günther) (Pisces: Sparidae). *Journal of Fish Diseases* 17(6):631 – 640.
- Santana, J. 2006.** Estudio de factores predisponentes en la infestación por copépodos del género *Caligus* en Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) cultivados bajo condiciones intensivas en la décima región, Chile. Tesis. Universidad Católica de Temuco.
- Sepúlveda, F., Marín, S.L., Carvajal, J., 2004.** Metazoan parasites in wild fish and farmed salmon from aquaculture sites in southern Chile. *Aquaculture* 235, 89–100.
- SERNAPESCA (2017)** Productos antiparasitarios para el control de caligidosis en salmonídeos con registro del Servicio agrícola y ganadero (SAG). In: (ed. by D.N. Departamento De Salud Animal), p. 1, Valparaíso.
- Valenzuela, T. 2009.** Alimentación de los estadios chalimus del piojo del salmón, *Caligus rogercresseyi* Boxshall y Bravo 2000 y su relación con el daño ocasionado sobre el pez. Tesis de grado de Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 63pp.
- Zagmutt-Vergara, F.J.; Carpenter, T.E.; Farver, T.B.; Hedrick, R.P. 2005.** Spatial and temporal variations in sea lice (Copepoda: Caligidae) infestations of three salmonid species farmed in net pens in southern Chile. *Dis. Aquat. Org.* 64:163-1.

Soluciones energéticas en la industria acuícola.

- Generación, Cogeneración y Trigeneración
- Central Térmica Ultra Eficiente
- Bombas de Calor
- Generación y Manejo de Vapor
- GLP
- Suministro de Energía Eléctrica



Conoce nuestros casos de éxito de nuestras soluciones en www.abastible.cl/testimoniales



Para más información escríbenos a solucionesenergeticas@abastible.cl



INMUNIDAD DE MUCOSAS EN PECES TELEÓSTEOS



VETERQUIMICA®
CREANDO SALUD ANIMAL

Beltrán Jaureguiberry (PhD), Harold Oliva (PhD), Samuel Valdebenito, Iván Valdés
Investigación y Desarrollo VETERQUIMICA.

El sistema inmune de los peces teleósteos, tiene como función distinguir y combatir lo ajeno en el contexto de lo propio, utilizando el sistema inmune innato y adquirido. Para ello, requiere de órganos especializados donde residen células en presentación antigénica (macrófagos y células dendríticas), células B y células plasmáticas secretoras de anticuerpos, células ayudadoras T y células efectoras citotóxicas, además de otras células como las Natural Killer, de memoria y receptores específicos y de una gama de linfoquinas.

Este tipo de peces son muy numerosos, y dentro de esta clase pertenecen casi todos los peces existentes, como truchas y salmones, quienes tienen un esqueleto parcial o totalmente osificado, con escamas y vejiga natatoria. Su principal característica es la de tener el esqueleto totalmente osificado y las branquias están recubiertas por una por una aleta de hueso duro llamada opérculo.

Los órganos linfoides primarios de los peces teleósteos son:

- **Timo:** es un órgano linfoide primario par, bilateral situado debajo del epitelio faríngeo, dorso lateral y alojado en la parte superior interna de las cavidades branquiales. El principal componente son timocitos en maduración (células T), además de macrófagos y células epiteloides y granulares eosinofílicas.
- **Bazo:** Está formado por elipsoides, paredes capilares compuestas por una trama de fibras reticulares y macrófagos. Las fibras atrapan complejos inmunes y antígenos particulados y los macrófagos son altamente fagocíticos.

- **Riñón anterior:** es el principal órgano hematopoyético de los peces, y el principal sitio de diferenciación de eritrocitos, granulocitos, linfocitos B, y monocitos. Es el principal órgano productor de anticuerpos, y de filtración que contiene macrófagos que fagocitan los diferentes antígenos.

En los peces, el tejido linfoide asociado a mucosas llamado (MALT)(ref.1), contempla los siguientes tejidos: intestino (GALT), piel (SALT), branquias (GIALT) y el recientemente descubierto tejido linfoide asociado a la nasofaringe (NALT).

Los peces están continuamente expuestos a un ambiente rico en microbios (agua dulce o salada), que circula a través de ellos y alcanza todas las barreras epiteliales del cuerpo, lo que los condiciona a que tengan un desafío mayor de microorganismos que bombardean las barreras epiteliales.

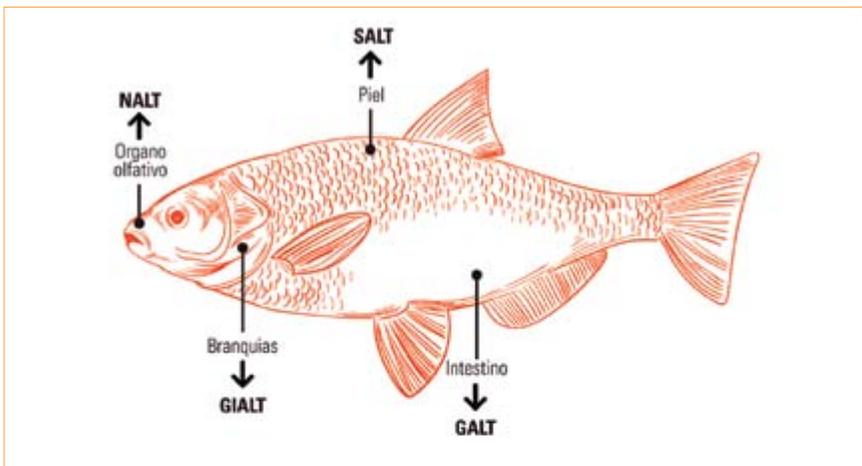


Figura 1: Diagrama ilustrativo de la red de tejidos inmunológicos asociados a mucosa de peces. **SALT:** "skin-associated lymphoid tissue" o tejido linfoide asociado a piel; **GALT:** "gut-associated lymphoid tissue" o tejido linfoide asociado a intestino; **GIALT:** "gill-associated lymphoid tissue" o tejido linfoide asociado a branquias; **NALT:** "nasopharynx-associated lymphoid tissue" o tejido linfoide asociado a la mucosa nasal.

El **MALT** de los teleósteos incluye células B y T difusas, con fenotipos específicos diferentes de sus contrapartidas sistémicas que han co-evolucionado para defenderse contra el medio ambiente rico en microbios de las mucosas. Ambas células, B y T responden a las infecciones mucosales o inmunización pues en las branquias, intestino y secreciones mucosales se pueden medir anticuerpos de la clase IgT e IgM, luego de infecciones o vacunación. Sin embargo, estudios en trucha arcoiris han demostrado que los anticuerpos IgT y las células IgT+ B son las predominantes en todo el MALT, y responden de una manera selectiva en ciertos tejidos a la infección mucosal.

La estimulación de un MALT a menudo resulta en respuestas de otros MALT distantes, existiendo algún nivel de inter conectividad entre los MALTs de los teleósteos. Sin embargo, este campo es de intensa investigación aún, por su relevancia para la vacunación.

Respuesta inmune adaptativa mucosal de peces teleósteos

Las infecciones mucosales son muy comunes en peces teleósteos, y llevan a la estimulación de ambas respuestas inmunes mucosal y sistémicas. Los impactos claros de patógenos de este tipo sobre la salud de los peces, han impulsado esfuerzos sustanciales para desarrollar vacunas de este tipo, para ser utilizadas en acuicultura, como IPEVAC inmersión, RICKEMUNE VAX INMERSION, entre otras.

BARRERAS DE PROTECCIÓN CONTRA PATÓGENOS: (ref.2)

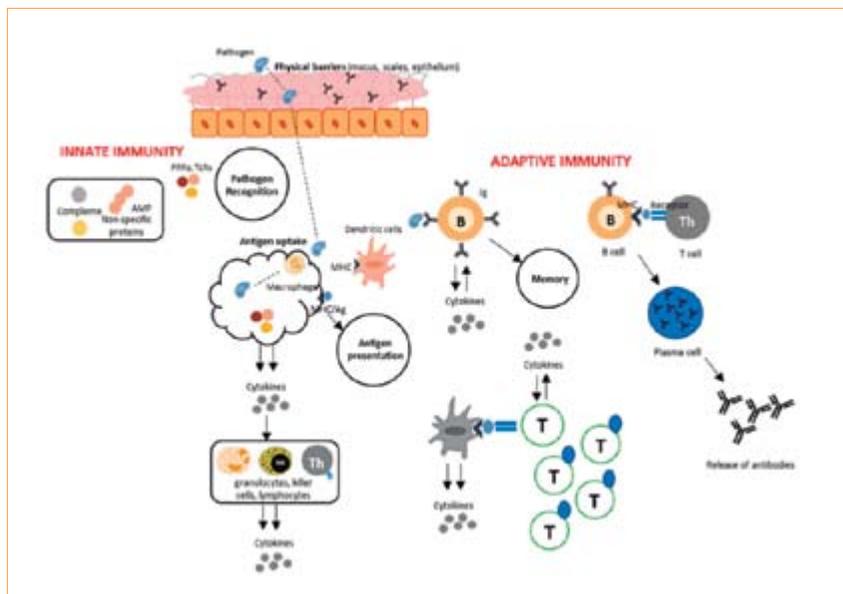


Figura 2. Respuesta inmune en la mucosa de los peces. Cuando los patógenos logran infiltrar la barrera física, el sistema inmune innato se dispara por la acción de receptores de reconocimiento de patógenos (PRRs). La entrada de antígenos resulta en la liberación de citoquinas que activan diferentes tipos de células involucradas en los procesos inflamatorios, y la presentación antigénica facilitada por linfocitos que contienen receptores los cuales desencadenan las respuestas subsecuentes así como la memoria. Este diagrama es la versión simplificada de Beck and Peatman (2015).

1. Respuesta inmune en la superficie mucosal (instantánea): incluye la acción concertada de barreras físicas, por ejemplo: mucus, escamas y epitelio, los cuales organizan la primera línea de defensa por atrapamiento y por eliminación directa de los patógenos.

2. Respuesta inmune innata (horas): una vez que los organismos patógenos infiltran las barreras físicas, los receptores de reconocimiento de patrones (PRR) de las células inmunes, detectan los agentes patogénicos a través de sus patrones asociados a los patógenos (PAMPs), gatillando la respuesta inmune innata. El ingreso de los antígenos puede tener diferentes vías:

- Comienzo del proceso inflamatorio iniciado por la liberación de mediadores de citoquinas y atrayentes correspondiendo al tipo de células.
- Presentación del antígeno que activa la acción de linfocitos específicos de antígenos que contienen receptores, los cuales reconocen moléculas específicas, características de cada patógeno.

3. Inmunidad adaptativa (días): el anterior proceso inflamatorio y activación de linfocitos inician esta respuesta secundaria con todos sus mecanismos posteriores.

En suma, la vacunación mucosal también tiene ventajas sobre las de inyección, particularmente porque induce inmunidad en el sitio donde entran los patógenos, y por la facilidad de administración, a un gran número de peces de cualquier tamaño, sin generarles estrés. Cabe señalar que las vías de administración mucosal probadas hasta la fecha, han sido oral, anal y nasal.

A la fecha, la migración de los linfocitos a la barrera mucosal no ha sido demostrada. Hay evidencia sustancial que el MALT de los teleósteos monta una respuesta B y T a la vacunación o infección. Aún no se sabe si las células migran al MALT desde la periferia, o hay expansión y diferenciación en las mucosas.

Indudablemente, la ruta de inmunización determinará la naturaleza, extensión y magnitud de la respuesta inmune adaptativa. Luego de la vacunación de salmónidos, se han detectado a nivel mucosal, transcritos de mRNA para las tres clases de inmunoglobulinas, IgT, IgM e IgD. A nivel de proteína, IgT es el isotipo predominante como ha sido reportado en el

intestino, branquias y piel. Pero en todas estas mucosas hay IgM e IgT independiente de si hay infección o vacunación. Faltan aún más estudios para indicar la existencia de lugares de inducción de anticuerpos y lugares efectores mucosales.

Hay estudios que demuestran que con la vacunación, las células T de las mucosas responden subiendo o bajando marcadores de células T como CD3, CD4 o CD8, dependiendo de la condición de infección o vacunación. Aún se requiere más investigación para conocer en detalle cómo es la presentación antigénica a nivel mucosal, y cómo educa a las subpoblaciones de células T y controlan la producción de inmunoglobulinas mucosales.

Ventajas de las estrategias de vacunación mucosal:

- El uso de la vía mucosal permite la inmunización por la misma vía de entrada de los patógenos, permitiendo una respuesta más rápida a los desafíos microbiológicos del medio acuático pues la inmunidad es local y focalizada.
- Permite la inmunización en estadios más tempranos del desarrollo de los peces que la inmunización por inyección, esto permite primovacunar los peces y luego darles refuerzos o boosters inyectables mejorando la duración de la inmunidad general de las vacunas.

- La administración de vacunas por vías mucosales, involucra menor manejo de los peces, especialmente por baño, y permite entregar la vacuna a peces de diferentes tamaños con muy bajo estrés.

Vacunas de Inmersión de Veterquímica, han demostrado una eficiente protección de peces, frente a patógenos como IPN; SRS, Aeromonas. La respuesta a inmunización vía mucosas, ha reforzado la protección que posteriormente se da a los peces vía inyección, y a la vez han protegido a poblaciones de peces en sus etapas de agua dulce.

Bibliografía

Nikko Alvin R. Cabillon 1,* and Carlo C. Lazado 2, 2019. Review Mucosal Barrier Functions of Fish under Changing Environmental Condition Fishes 2019, 4, 2; doi:10.3390/fishes4010002.

Irene Salinas, 2015. Review The Mucosal Immune System of Teleost Fish Biology 2015, 4, 525-539; doi:10.3390/biology4030525.

Página web Veterquímica - www.veterquimica.cl





Universidad Austral de Chile
Escuela de Graduados - Sede Puerto Montt

Doctorado en Ciencias
de la Acuicultura

Programa
ACREDITADO



3 años

Hasta noviembre 2020

Ve más allá **DOCTORADO** en Ciencias de la Acuicultura



CONTACTO
+ 56 65 2277142
marcelaastorga@uach.cl
www.doctoradoacuicultura.uach.cl



Dr. Gastón Vidal
gaston.vidal@ifop.cl
www.doctoradoacuicultura.uach.cl



DOCTORADO
en Ciencias de la Acuicultura

“El doctorado en mi significó la apertura de un proceso de cambios que me ha conducido a una maduración profunda en la conceptualización teórica y debate de ideas en materia de acuicultura, problemáticas que emergen y se discuten a diario en IFOP, institución en la cual trabajo.”

CARACTERIZACIÓN DE BIOMARCADORES DE LA RESPUESTA AL ESTRÉS POR DENSIDAD DE CULTIVO A MEDIANO PLAZO EN *Salmo Salar*.

Con el propósito de mejorar las técnicas de manejo de peces en la industria salmonera, durante mi tesis doctoral se realizaron experimentos con *Salmo salar* tendientes a evaluar potenciales efectos sobre la salud, reproducción y crecimiento en estos peces cuando son sometidos a estrés por alta densidad de cultivo. La evaluación se realizó midiendo la expresión temporal de 16 genes relacionados con estos procesos biológicos vitales y de importancia para la acuicultura en hipotálamo, pituitaria, riñón anterior e hígado por un periodo experimental de 15 días. Los resultados mostraron una alteración progresiva en la expresión de los genes, 40% de ellos al primer día, 50% al segundo y el 70% de los genes

evaluados al día 15 de experimentación, siendo pituitaria y riñón anterior los órganos más afectados. Por primera vez se observó la respuesta de citocromo P-450, somatolactina A, somatolactina B, metalotioneina y factor de transcripción de metalotioneina frente a estrés, especialmente metalotioneina que fue el gen más afectado y modulado en todos los tejidos estudiados. Como conclusión se puede afirmar que los genes evaluados en esta tesis combinados en un panel servirán como bioindicadores para evaluar estrés a mediano plazo y apoyar un desarrollo sustentable de la acuicultura de *Salmo salar*.



Dra. Danixa Martínez
correo@postgrado.uach.cl
www.doctoradoacuicultura.uach.cl



DOCTORADO
en Ciencias de la Acuicultura

“El programa de doctorado en ciencias de la acuicultura fue fundamental para mi desarrollo profesional y personal, pues haber elegido correctamente el programa de doctorado me ayudó a dar un enfoque a la línea de investigación que actualmente estoy desarrollando. Todos los cursos impartidos por investigadores de prestigio, no sólo fueron para adquirir conocimiento, sino también para adquirir experiencia y madurez a lo largo de todos estos años. Además, el programa siempre estuvo preocupado de apoyarnos en todo aspecto para asistir a congresos nacionales e internacionales donde nuestras investigaciones pudieron ser expuestas a la comunidad científica. Personalmente, yo entré al programa de doctorado con 24 años siendo muy incapaz de realizar una investigación y salí con 28 años con muchas más herramientas y habilidades para enfrentar el campo laboral.”

RESPUESTA TRANSCRIPCIONAL DEL NOTOTÉNIDO SUB-ANTÁRTICO *Eleginops maclovinus* FRENTE AL DESAFÍO DE *Piscirickettsia salmonis*: SEGUIMIENTO TEMPORAL DE LA INTERACCIÓN PATÓGENO-HOSPEDERO *IN VIVO*

La interacción en el ambiente natural entre los peces nativos y los peces de cultivo sugiere que los patógenos que afectan a la industria acuícola también pueden estar afectando a la fauna nativa. Por esta razón, el objetivo general de la investigación fue evaluar la interacción patógeno-hospedero, a través de la expresión de genes relacionados con el daño celular, metabolismo del hierro y respuesta inmune en los tejidos de *E. maclovinus* inyectados con *P. salmonis* y sometidos a estrés térmico. En el **Primer capítulo** se diseñó un transcriptoma *de novo* para *E. maclovinus* incrementando la disponibilidad de información genética en torno a esta especie. En el **Segundo capítulo** se identificó, caracterizó y se evaluó la expresión de ferritina-H en peces inyectados con *P. salmonis* cepa LF-89 y cepa Austral-005. En el **Tercer capítulo**

se identificó y evaluó la expresión de los principales genes implicados en el metabolismo del hierro en los tejidos de *E. maclovinus* desafiados con las dos cepas de *P. salmonis*. En el **Cuarto capítulo** se evaluó la expresión de genes involucrados en la respuesta inmune innata y respuesta inmune adaptativa en peces inyectados con las dos cepas de *P. salmonis*. En el **Quinto capítulo** se evaluó la expresión de los genes implicados en la respuesta inmune innata y adaptativa en los ejemplares de *E. maclovinus* inyectados con *P. salmonis* y sometidos a estrés térmico. En el **Sexto capítulo** evaluamos la expresión de genes implicados en la respuesta celular al estrés en hígado de *E. maclovinus* inyectados con *P. salmonis* y sometidos a estrés térmico. Los resultados sugieren que los tejidos de este pez nativo responden a la inyección de

P. salmonis activando a nivel transcripcional la expresión de genes implicados en la respuesta inmune innata, respuesta inmune adaptativa y metabolismo del hierro, con perfiles de expresión que fueron tejido específicos y dependientes de la cepa bacteriana inyectada y del tiempo experimental analizado. Además, un incremento en la temperatura ambiental no sólo puede afectar la transcripción de genes involucrados en la respuesta inmunológica y daño celular, sino que tam-

bién puede favorecer la producción de anticuerpos Anti-*P. salmonis* en el suero de *E. maclovinus*. *P. salmonis* no logró ser detectada en los tejidos de *E. maclovinus*, por lo que se presume que las respuestas fisiológicas observadas a nivel transcripcional son consecuencia de la detección de patrones moleculares asociados a este patógeno y que este pez podría eliminar eficazmente la bacteria de su sistema.



Dr. J. Max Blanc
jblanc@uach.cl
www.doctoradoacuicultura.uach.cl



DOCTORADO
en Ciencias de la Acuicultura

“Este doctorado es importante por que me hace feliz. Por que cierra un ciclo de aquellos que se anidaron en la infancia, entender el océano y las criaturas que lo habitan, un océano que lo viví intensamente en el puerto de Lebu, Provincia de Arauco –en aquel entonces-. Tenía una deuda conmigo y otra con él. Cada vez que lo estudio y lo entiendo mas globalmente -equilibrios y meta equilibrios- me comprometo más por que me doy cuenta de lo vital y tremendamente vulnerable que es. Entonces... estoy cumpliendo una promesa que solo la puedo resolver trabajando, viviéndolo con muy alto valor de compensación.”

CADMIO EN SESTON Y FRACCIÓN DE ENRIQUECIMIENTO [*CdM.chilensis*] / [*CdSeston*] EN EL MAR INTERIOR DE CHILOÉ

La industria mitilícola Chilena representa una actividad relevante para la economía y el desarrollo nacional, eminentemente exportadora es sometida a regulaciones internacionales que cautelan preferentemente los aspectos de inocuidad alimentaria. La presencia de metal cadmio—dependiendo de su concentración— provoca rechazos en productos de exportación, dilatación de cosechas, incertidumbre comercial y riesgos en la industria. No existe relación que permita reconocer y cuantificar adecuadamente las vías tróficas que expliquen enriquecimiento de Cd en *Mytilus chilensis*. Logrado resolver la restricción señalada, es posible hacer pronósticos asertivos en cuanto a reconocer los sustratos que transportan este metal, los ecosistemas marinos (canales, bahías, fiordos) y estaciones del año con características de susceptibilidad de transferir Cd a biofiltradores. El objetivo general fue estudiar la relación [Cd] en seston y en *Mytilus chilensis* para explicar el enriquecimiento (transferencia) en cultivos de choritos. Este objetivo se abordó en cuatro capítulos relacionados. El **Primer capítulo** describe una metodología de muestreo en *M.chilensis* que asegura una variabilidad de la [Cd] leída y que permite observar las relaciones y tendencias espacio/temporales de las transferencias de cadmio que incluye el análisis de tejidos blandos, contenido en hepatopáncreas y valvas. El **Segundo capítulo** describe la transferencia de cadmio a valvas de *M. chilensis*, en los ecosistemas señalados y estaciones del año, lo que dice relación con la disposición final de dichos subproductos y el

efecto que provocarían en los fondos de bancos naturales. El **Tercer capítulo** describe las relaciones de transferencia de cadmio en los ecosistemas estudiados considerando las condiciones espaciales para los tres ecosistemas típicos. El **Cuarto capítulo** describe el comportamiento de [Cd] en cuatro estaciones sucesivas para los tres ecosistemas seleccionados. Los resultados muestran que existe la posibilidad de bajar la variabilidad de los resultados lecturas de [Cd] en *M. chilensis* de forma poder observar las tendencias en el orden de décimas de mg Cd kg⁻¹ sustrato seco. La [Cd] en valvas es suficientemente baja para disponer de esos subproductos en aplicación agrícola y sugerir que no existe acumulación de Cd en bancos naturales con valvas de individuos muertos. Existe correlación interesante entre [Cd] de valvas y tejidos blandos. Canales y bahías marinas no tienen diferencia significativa en sus relaciones de transferencia de cadmio, y si fiordos. Seston nocturno (contiene micro zoo) logra tener una correlación positiva y significativa como elemento de transferencia del metal hacia *M. chilensis*. La transferencia de este metal es estacional y distinta dependiendo del tipo de tejido que se trata. Existe una modulación significativa en primavera y no así en época de verano avanzado. En otoño e invierno la [Cd] en contenido de hepatopáncreas incrementa y en tejidos blandos disminuye, para los tres ecosistemas. Además, la profundidad puede tener efecto incremental de [Cd] en cuanto la zona de cultivo sea más somera.



CONTACTO
+ 56 65 2277142
marcelaastorga@uach.cl
www.doctoradoacuicultura.uach.cl



Universidad Austral de Chile
Escuela de Graduados - Sede Puerto Montt



¡DESPIDE EL 2019 COMO TU EMPRESA SE MERECE!

Este hotel de Puerto Varas –con una vista espectacular al Lago Llanquihue– ofrece salones completamente equipados y un excelente servicio para la **realización de todo tipo de eventos: matrimonios, fiestas corporativas, reuniones de negocios, seminarios y capacitaciones.**

Si andas buscando un lugar para celebrar la fiesta de fin de año de tu empresa o bien necesitas hacer tu matrimonio o un evento más pequeño, te contamos que **Hotel Cabaña del Lago** se ha consolidado como la mejor alternativa de **Puerto Varas** debido a su ubicación privilegiada, a pasos del centro y a los pies del lago; **inigualable infraestructura, cálido servicio, con marcado sello sureño, y excelente gastronomía.**

Actualmente, este emblemático hotel –que data desde 1980, cuando **Don Luis Wellmann** decide emprender con un proyecto hotelero, que fue creciendo poco a poco hasta convertirse en el más grande de la ciudad, **con 157 habitaciones con vista al lago**– cuenta con varios salones para la realización de distintos eventos que se adecúan de acuerdo a las necesidades de cada cliente.



En el **Club House** del hotel, cuyo diseño arquitectónico se integra armónicamente con el paisaje del entorno ya que fue construido pensando en seguir la línea del **Cerro Philippi**, hay un magnífico **salón de 276 mts², con capacidad para 200 personas**, una vista espectacular al lago, terraza para cóctel y acceso privado a un precioso **jardín de lavanda.**

Además, está el **Salón Petrohué de 122 mts²** y el **Salón Calbuco de 75 mts²**, con todas las comodidades para el desarrollo de eventos medianos o pequeños.

Finalmente, el hotel dispone del Restaurante **Mirador del Lago** y la **Terraza Ailén 75**, perfectos para la realización de coffee breaks, almuerzos o cenas de trabajo y diversas celebraciones para un **total de hasta 120 personas** cuando se juntan ambos espacios.

LA PISCINA, IDEAL PARA QUIENES SE HOSPEDAN

Si el evento a realizarse es con alojamiento, nada mejor que **aprovechar la piscina climatizada de 200 mts²**, la más grande de la zona y con una **tinaja exterior con capacidad para 10 personas**. De seguro que tus invitados quedarán encantados con este espacio de relax.

Ya lo sabes, **Hotel Cabaña del Lago** procura ofrecer el mejor servicio, preocupándose de hasta el más mínimo detalle para que tu celebración resulte exitosa y quede en la memoria de cada uno de los asistentes, quienes no olvidarán su mágica estancia en un entorno inigualable, con el **Lago Llanquihue** como telón de fondo.

Reservas al 65 2200 100 · eventos@hcdl.cl · www.hcdl.cl



HOTEL
CABAÑA
DEL LAGO
Puerto Varas

DISTRICCIÓN
Turismo
Sustentable



SOMOS PUERTO VARAS, SOMOS SUSTENTABLES



ENERGÍA LIMPIA



RECICLAJE · REUTILIZACIÓN



COLABORADORES LOCALES



REFORESTACIÓN

La filosofía de nuestro hotel, además de brindar una excelente atención y ofrecer la más completa infraestructura y rica gastronomía de sello regional; está **comprometido con un turismo sustentable.**

Pioneros en adoptar tecnologías limpias como **geotermia y aerotermia**, **reutilización de materiales de descarte**, **practicar el compostaje y reciclaje**. También promovemos una **economía circular**.



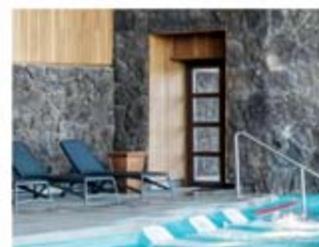
Gran piscina de 200 mts² con tobogán, climatizada vía aerotermia



Tinas calientes calefaccionadas vía aerotermia



Habitaciones decoradas con materiales reciclados



Revestimientos con materiales volcánicos (desechos de la erupción del Calbuco)

El Hotel está a pasos del centro de la ciudad, cuenta con todas sus habitaciones y áreas públicas **con vista privilegiada al Lago y volcanes.**

Además de una completa **infraestructura en servicios** y salones para tus próximas **reuniones, eventos de fin de año y matrimonios.**

Alojamiento en habitaciones hasta 6 personas

Reservas al 65 2200 100
Consulta por descuentos
eventos@hcdl.cl ·
www.hcdl.cl

Floraciones de *Alexandrium catenella* en el sur de Chile: ¿Estamos preparados para la predicción de este tipo de eventos?



Patricio A. Díaz^{1*}, Camilo Rodríguez-Villegas², Gonzalo Álvarez³, Pilar Riobó⁴, Araceli E. Rossignoli⁵, Andrés Marín⁶, Rosa I. Figueroa^{5,7}

¹ Centro i-mar & CeBiB, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

² Programa de Doctorado en Ciencias, mención Manejo y Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

³ Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Larrondo 1281, Coquimbo, Chile

⁴ Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC), Vigo, España

⁵ Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía, Vigo, España

⁶ Centro de Estudios del Desarrollo Regional y Políticas Públicas, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

⁷ Aquatic Ecology, Biology Building, Lund University, 22362 Lund, Sweden

*email: patricio.diaz@ulagos.cl

En las tres últimas décadas se ha observado a nivel global un incremento aparente de las Floraciones Algaes Nocivas (FAN), en parte justificado por el incremento paulatino de explotación de recursos costeros (acuicultura, actividades de ocio) y de un aumento exponencial de las observaciones a través de programas de seguimiento (Anderson *et al.*, 2008; Hallegraeff, 2010; Hallegraeff, 1993). La expansión e impacto creciente de las FAN, con mayor duración y nuevas áreas afectadas en las últimas décadas ya fue destacado por FAO en 2004 en su “Estudio de Alimentación y Nutrición sobre Biotoxinas Marinas” (FAO, 2004). Al igual que la tendencia observada a nivel global, las FAN en la región sur austral de Chile (fiordos patagónicos) han sido un problema recurrente durante las últimas décadas (Díaz *et al.*, 2014; Guzmán *et al.*, 1975; Guzmán *et al.*, 2002; Molinet *et al.*, 2010). En los últimos años se ha observado una expansión del rango de distribución de las FAN hacia el norte de las regiones australes de nuestro país, particularmente las asociadas al dinoflagelado *Alexandrium catenella* (Fig. 1), causante de la intoxicación paralizante de los mariscos (Díaz *et al.*, 2019; Guzmán *et al.*, 2002; Molinet *et al.*, 2003).

Alexandrium es uno de los géneros productores de FAN más importantes en el mundo, en términos de diversidad, distribución e impactos socio-económicos (Anderson *et al.*, 2012). En la región sur austral de Chile, las FAN de *Alexandrium catenella* (Fraga *et al.*, 2015), han constituido un problema recurrente desde 1972, cuando se registró el primer episodio de esta especie en la Región de Magallanes (Guzmán *et al.*, 1975). En la región de Aysén los primeros registros datan de 1992 (Muñoz *et al.*, 1992), observándose importantes episodios a partir de 1995 (Díaz *et al.*,

2019; Guzmán *et al.*, 2002; Molinet *et al.*, 2003) que alcanzaron incluso la Región de los Lagos durante los eventos excepcionales de 2002 (Molinet *et al.*, 2003), 2009 (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2011; Díaz *et al.*, 2014; Mardones *et al.*, 2010) y recientemente la Región de Los Ríos en 2016 (Álvarez *et al.*, 2019; Hernández *et al.*, 2016), evidenciando una clara tendencia de expansión geográfica hacia el norte (Fig. 2).

La alarma pública generada por las FAN no sólo obedece a razones asociadas con la salud humana, sino también a los efectos sobre los recursos marinos a lo largo de extensas áreas

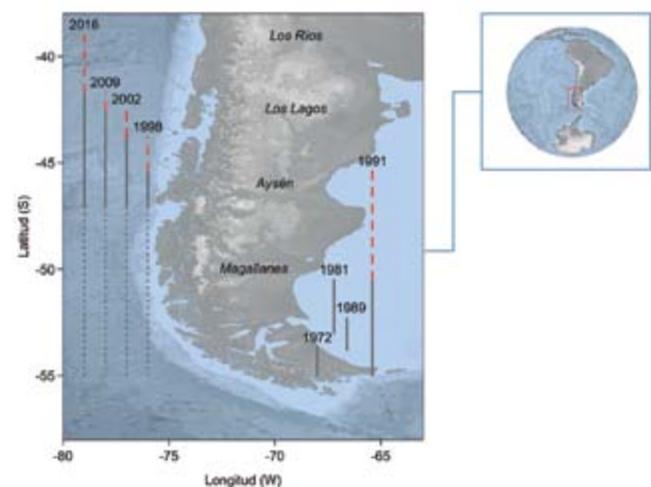


Figura 1. Expansión geográfica de *Alexandrium catenella* en las últimas décadas. Modificado de Guzmán *et al.* (2002).

costeras, las pérdidas económicas atribuidas a reducida actividad de las industrias que explotan estos recursos, los problemas sociales y alteraciones al estilo de vida causados a las comunidades costeras que dependen de los recursos afectados, el turismo gastronómico y los costos de mantener los servicios de información pública y los programas de monitoreo de toxina en moluscos y fitoplancton. Díaz *et al.* (2019) señalaron que el impacto de las FAN en el sur de Chile, durante el verano de 2016, habría alcanzado los US\$ 800 millones en pérdidas para la industria salmonicultora debido a la mortalidad masiva de salmones producto de una intensa floración de *Pseudochattonella verruculosa* cuya dinámica fue explicada en detalle por León-Muñoz *et al.* (2018). De igual forma, durante el mismo periodo de 2016 una intensa floración de *Alexandrium catenella* generó pérdidas cercanas a los US\$ 2 millones en la industria mitilicultora debido imposibilidad de exportar por elevadas toxicidades en los mejillones. Sumado a esto, las pérdidas no cuantificadas aún en la pesca artesanal de las regiones de Los Lagos y Los Ríos, por la imposibilidad de extraer mariscos debido a las elevadas toxicidades y los extensos cierres sanitarios (en tiempo y extensión geográfica), generó una crisis social sin precedentes.

Ante este tipo de eventos, cada vez más intensos y recurrentes en la región sur-austral, es necesario contar con herramientas predictivas que ayuden a la correcta aplicación de medidas de manejo antes y durante el evento, y posteriormente permitan una adecuada mitigación de los impactos. Sin embargo, predecir una floración de cualquier especie de microalga formadora de FAN sin conocer en detalle aspectos básicos de su biología es casi una utopía. En el caso de *A. catenella*, un tema que requiere especial atención en la dinámica de sus floraciones es determinar el origen de las poblaciones inóculos cuando desaparecen de la columna de agua en el sistema de fiordos patagónicos. El ciclo de vida de especies del género *Alexandrium* incluye una fase bentónica de latencia (quistes de resistencia), cuyo papel se ha descrito como un mecanismo de dispersión, resistencia frente a condiciones ambientales desfavorables, resiliencia de la población a través de recombinación sexual, así como también de inicio y término de una floración (Anderson *et al.*, 1982; Anderson & Keafer, 1987; McCulloch & Shanks, 2003). Diversos autores han descrito que los periodos de latencia en *A. catenella* son altamente variables, con valores entre 29 y 97 días (Hallegraeff *et al.*, 1998; Yoshimatsu, 1984). Un estudio reciente llevado a cabo en la Región de Aysén durante una floración excepcional, acontecida en el verano de 2009, sugiere que los periodos de latencia en el medio natural no superan los 90 días (Díaz *et al.*, 2014). De forma similar, experimentos de laboratorio llevados a cabo con cepas de *A. catenella* aisladas de la misma región y evento muestran periodos de latencia en torno a 69 días (Mardones *et al.*, 2016). En ambos casos (ambiente natural y laboratorio), los periodos de latencia observados para las cepas de *A. catenella* de la Patagonia chilena son cortos, lo cual plantea una serie de interrogantes respecto a si estas poblaciones de quistes representan el inóculo de futuras floraciones. Mardones *et al.* (2016) proponen un modelo conceptual donde explican los posibles mecanismos que dan origen a una FAN de *A. catenella*

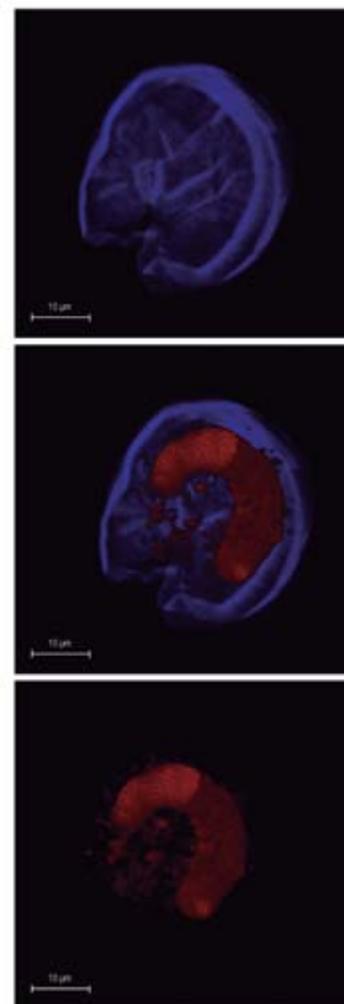


Figura 2. Micrografías de células de *Alexandrium catenella* tomadas con microscopía confocal mostrando el tamaño y posición del núcleo.

en el sistema de fiordos Patagónicos a partir de concentraciones bajas de quistes en los sedimentos, situación habitualmente observada en esta zona y que contrasta significativamente con los episodios altamente tóxicos.

Otro aspecto que llama la atención y que es aún poco conocido en *A. catenella* son los factores que influyen en la gran variabilidad en la toxicidad de los eventos registrados en el sur de Chile. Estudios recientes llevados a cabo con nueve cepas de *A. catenella* aisladas de las tres regiones más australes del país muestran una alta variabilidad en la toxicidad por célula. Los análisis revelaron un perfil de toxinas similar, caracterizado principalmente por C1, C2, GTX4, GTX1, GTX3 y NeoSTX (Fig. 3). Sin embargo, el contenido de toxina por célula, así como también la proporción de los análogos cambia de acuerdo a su origen geográfico, siendo más tóxicas las cepas del norte, específicamente una cepa aislada del sector Bahía Mansa (Fig. 3).

Esta gran variabilidad en la toxicidad entre cepas de una misma especie puede ser entendida a través de estudios de expresión génica centrando los esfuerzos en los genes que codifican para la producción de saxitoxinas (STX). Esto ha sido demostrado en otras especies del género *Alexandrium*, como es *Alexandrium minutum*,

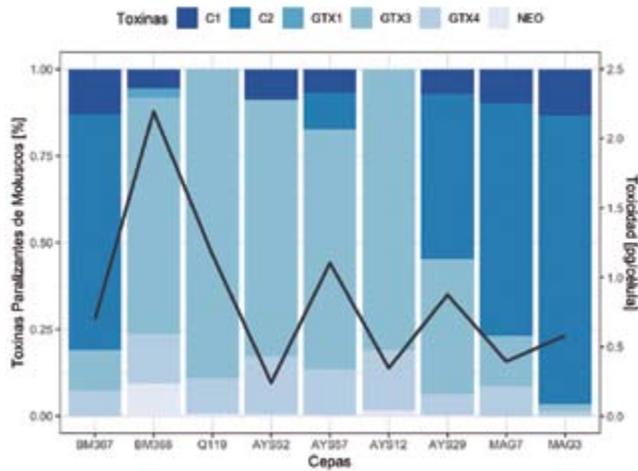


Figura 3. Perfiles de toxinas (barras) y toxicidad total por célula (línea) en las nueve cepas de *Alexandrium catenella* aisladas del sur de Chile.

donde se probó que el dominio STXA4 del gen que codifica la saxitoxina es imprescindible para la producción de toxina en esta especie y que de hecho, un mayor número de copias en una cepa se relaciona con una mayor toxicidad de la misma (Stüken *et al.*, 2015). El mismo tipo de regulación de la expresión génica podría estar ocurriendo en *Alexandrium catenella*, lo que explicaría la gran variabilidad en la toxicidad observada por célula.

Las fluctuaciones multidecadales relacionadas con ciclos climáticos de gran escala, tales como la Oscilación del Sur “El Niño” y la Onda Circumpolar Antártica afectan a los sistemas de fiordos patagónicos a través de la modificación de los patrones de viento local, precipitación y posiblemente la velocidad de derretimiento glaciar, una de las principales fuentes de agua dulce (y de estabilidad de la columna de agua) en este tipo de sistemas altamente estratificados. Los potenciales impactos de la variabilidad climática sobre las fluctuaciones multidecadales en la composición y abundancia de los diferentes grupos funcionales y niveles tróficos ha recibido gran atención en las últimas décadas ante la amenaza del cambio climático y el calentamiento global (Edwards & Richardson, 2004). De esta forma, las variaciones climáticas de largo término en algunas especies fitoplanctónicas han sido asociadas con eventos oceanográficos anómalos que ocurren periódicamente sobre escalas de tiempo decadal (Edwards *et al.*, 2002). La gran diversidad de respuestas que pueden presentar las especies FAN frente a determinadas condiciones ambientales, distintas incluso entre especies del mismo género (Escalera *et al.*, 2006), hace que la predicción de los impactos del cambio climático global sobre este tipo de especies sea muy complejo. Moore *et al.* (2011) sugirieron que la variabilidad interanual de *Alexandrium catenella* en la costa oeste de Norteamérica (Puget Sound) es modulada por la Oscilación Decadal del Pacífico. Estos autores propusieron que bajo un escenario de cambio climático moderado, hacia el final del ciclo XXI, las floraciones de *A. catenella* en esa zona podrían extender su periodo estacional, iniciándose antes y finalizando después de los periodos que lo hacen actualmente.

En este sentido, Hallegraeff (2010) sugirió algunas respuestas que se pueden esperar frente al escenario del cambio climático global y plantea la hipótesis de que algunas especies de FAN pueden llegar a ser más competitivas, mientras que otras pueden disminuir considerablemente en áreas donde generalmente son recurrentes, es decir, que habrá “ganadores” y “perdedores”. En este contexto, en la Patagonia Noroccidental, la tendencia de los últimos 70 años evidencia una disminución significativa de los caudales de ríos y las precipitaciones (Aguayo *et al.*, 2019), lo que se traduce en una menor incorporación de agua dulce al sistema de fiordos y canales interiores. Sumado a esto, las predicciones futuras (2030-2060) bajo el actual escenario de cambio climático global señalan que el sistema del mar interior se transformará cada vez más hacia condiciones más oceánicas (menor estratificación halina). Estas condiciones previstas son óptimas para el desarrollo de floraciones de *Alexandrium catenella*, cuyas tasas de crecimiento óptimas las alcanza con salinidades superiores a 30 psu (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2013). Aguayo *et al.* (2019) también advierten que la ocurrencia de eventos climáticos extremos, como el ocurrido el 2016, serán cada vez más frecuentes en el futuro, lo que incrementa el riesgo de ocurrencia de FAN en aguas interiores de la región de Los Lagos, cuyos impactos en la salud humana y en las actividades de pesca y acuicultura son ampliamente conocidos.

Considerando la gran variabilidad espacio-temporal en la que se desarrollan los diferentes procesos biológicos en los sistemas marinos, la principal recomendación del programa GEOHAB (Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms) fue que el estudio de las FAN debe abordarse a través de un enfoque multidisciplinar. Este exitoso programa de la UNESCO fue orientado al estudio multidisciplinar de FANs en diferentes sistemas acuáticos, incluidos los sistemas de fiordos y zonas costeras recluidas (GEOHAB, 2010) y desde el nivel celular hasta el ecosistémico (GEOHAB, 2001). Este tipo de aproximaciones ayudará sin duda a entender la dinámica y los impactos de las FAN en el sur de Chile, entre ellos *A. catenella*, donde la formación, mantenimiento y dispersión en este tipo de sistemas está supeditado a procesos de múltiple escala (macro, meso y microescala), aspectos claves que deben ser considerados para la correcta predicción de este tipo de eventos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto RED1170575 “Creación de una red de cooperación interdisciplinaria para el estudio de Floraciones Algales Nocivas” del Programa de Cooperación Internacional (PCI) para el apoyo a la formación de REDES internacionales para investigadores en etapa inicial de Conicyt. Los autores agradecen al Dr. Daniel Varela por facilitar las cepas de *A. catenella*. Patricio A. Díaz y Andrés Marín agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos por el apoyo a través del Área Prioritaria de Investigación (API) sobre “Perturbaciones y riesgos en sistemas socio-ecológicos costeros”.

REFERENCIAS

- Aguayo, R., León-Muñoz, J., Vargas-Baecheler, J., Montecinos, A., Garreaud, R., Urbina, M., Soto, D., Iriarte, J.L., 2019. The glass half-empty: climate change drives lower freshwater input in the coastal system of the Chilean Northern Patagonia. *Climatic Change*, doi:10.1007/s10584-10019-02495-10586
- Aguilera-Belmonte, A., Inostroza, I., Franco, J.M., Riobo, P., Gómez, P.I., 2011. The growth, toxicity and genetic characterization of seven strains of *Alexandrium catenella* (Whedon and Kofoid) Balech 1985 (Dinophyceae) isolated during the 2009 summer outbreak in southern Chile. *Harmful Algae* 12, 105-112.
- Aguilera-Belmonte, A., Inostroza, I., Saéz Carrillo, K., Franco, J.M., Riobo, P., Gómez, P.I., 2013. The combined effect of salinity and temperature on the growth and toxin content of four Chilean strains of *Alexandrium catenella* (Whedon and Kofoid) Balech 1985 (Dinophyceae) isolated from an outbreak occurring in southern Chile in 2009. *Harmful Algae* 23, 55-59.
- Álvarez, G., Díaz, P.A., Godoy, M., Araya, M., Ganuza, I., Pino, R., Álvarez, F., Rengel, J., Hernández, C., Uribe, E., Blanco, J., 2019. Paralytic Shellfish Toxins in *Mesodesma donacium* during an exceptional bloom of *Alexandrium catenella* associated to an intense mass mortality. *Toxins* 11, 188.
- Anderson, D.M., Alpermann, T.J., Cembella, A., Collos, Y., Masseret, E., Montresor, M., 2012. The globally distributed genus *Alexandrium*: Multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health. *Harmful Algae* 14, 10-35.
- Anderson, D.M., Aubrey, G., Tyler, M.A., Coats, D.W., 1982. Vertical and horizontal distributions of dinoflagellate cysts in sediments. *Limnol. Oceanogr.* 27, 757-765.
- Anderson, D.M., Burkholder, J.M., Cochlan, W.P., Glibert, P.M., Gobler, C.J., Heil, C.A., Kudela, R.M., Parsons, M.L., Rensel, J.E., Townsend, D.W., Trainer, V.L., Vargo, G.A., 2008. Harmful algal blooms and eutrophication: examining linkages from selected coastal regions of the United States. *Harmful Algae* 8, 39-53.
- Anderson, D.M., Keafer, B.A., 1987. An endogenous annual clock in the toxic marine dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*. *Nature* 325, 616-617.
- Díaz, P.A., Álvarez, A., Varela, D., Pérez-Santos, I., Díaz, M., Molinet, C., Seguel, M., Aguilera-Belmonte, A., Guzmán, L., Uribe, E., Rengel, J., Hernández, C., Segura, C., Figueroa, R.I., 2019. Impacts of harmful algal blooms on the aquaculture industry: Chile as a case study. *Perspectives in Phycology*, DOI: 10.1127/pip/2019/0081.
- Díaz, P.A., Molinet, C., Seguel, M., Díaz, M., Labra, G., Figueroa, R., 2014. Coupling planktonic and benthic shifts during a bloom of *Alexandrium catenella* in southern Chile: Implications for bloom dynamics and recurrence. *Harmful Algae* 40, 9-22.
- Edwards, M., Beaugrand, G., Reid, P.C., Rowden, A.A., Jones, M.B., 2002. Ocean climate anomalies and the ecology of the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 239, 1-10.
- Edwards, M., Richardson, A.J., 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature* 430, 881-884.
- Escalera, L., Reguera, B., Pazos, Y., Moroño, A., Cabanas, J.M., 2006. Are different species of *Dinophysis* selected by climatological conditions? *Afr. J. M. Sci.* 28(2), 283-288.
- FAO, 2004. Marine Biotoxin. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Fraga, S., Sampedro, N., Larsen, J., Moestrup, Ø., Calado, A.J., 2015. Arguments against the proposal 2302 by John et al. to reject the name *Gonyaulax catenella* (*Alexandrium catenella*). *Taxon* 64, 634-635.
- GEOHAB, 2001. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, Science Plan, In: Glibert, P., Pitcher, G. (Eds.). SCOR and IOC, Baltimore and Paris.
- GEOHAB, 2010. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, GEOHAB Core Research Project: HABs in Fjords and Coastal Embayments. A. Cembella, L. Guzmán, S. Roy, J. Diogène (Eds.), IOC and SCOR, Paris, France and Newark, Delaware USA, 57 pp.
- Guzmán, L., Campodonico, I., Antunovic, M., 1975. Estudios sobre un florecimiento toxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. IV. Distribución y niveles de veneno paralítico de los mariscos (noviembre de 1972 - noviembre de 1973). *An. Inst. Patagon.* 6(1/2), 209-223.
- Guzmán, L., Pacheco, H., Pizarro, G., Alárcon, C., 2002. *Alexandrium catenella* y veneno paralizante de los mariscos en Chile, In: Sar, E.A., Ferrario, M.E., Reguera, B. (Eds.), *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Instituto Español de Oceanografía, Madrid, pp. 235-255.
- Hallegraeff, G., 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *J. Phycol.* 46(2), 220-235.
- Hallegraeff, G., Marshall, J., Valentine, J., Hardiman, S., 1998. Short cyst-dormancy period of an Australian isolate of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella*. *Mar. Freshw. Res.* 49, 415-420.
- Hallegraeff, G.M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32, 79-99.
- Hernández, C., Díaz, P.A., Molinet, C., Seguel, M., 2016. Exceptional climate anomalies and northwards expansion of Paralytic Shellfish Poisoning outbreaks in Southern Chile. *Harmful Algae News* 54, 1-2.
- León-Muñoz, J., Urbina, M.A., Garreaud, R., Iriarte, J.L., 2018. Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (summer 2016). *Scientific Reports* 8, 1330.
- Mardones, J., Clément, A., Rojas, X., Aparicio, C., 2010. *Alexandrium catenella* during 2009 in Chilean waters, and recent expansion to coastal ocean. *Harmful Algae News* 41, 8-9.
- Mardones, J.I., Bolch, C., Guzmán, L., Paredes, J., Varela, D., Hallegraeff, G.M., 2016. Role of resting cysts in Chilean *Alexandrium catenella* dinoflagellate blooms revisited. *Harmful Algae* 55, 238-249.
- McCulloch, A., Shanks, A., 2003. Topographically generated fronts, very nearshore oceanography and the distribution and settlement of mussel larvae and barnacle cyprids. *J. Plankton Res.* 25(11), 1427-1439.
- Molinet, C., Lafón A., Lembeye, G., C.A., M., 2003. Patrones de distribución espacial y temporal de floraciones de *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985, en aguas interiores de la Patagonia noroccidental de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76, 681-698.
- Molinet, C., Niklitschek, E., Seguel, M., Díaz, P., 2010. Trends of natural accumulation and detoxification of paralytic shellfish poison in two bivalves from the Northwest Patagonian inland sea. *Rev. Biol. Mar. Ocenog.* 45(2), 195-204.
- Moore, S., Mantua, N., Salathe, E., 2011. Past trends and future scenarios for environmental conditions favoring the accumulation of paralytic shellfish toxins in Puget Sound shellfish. *Harmful Algae* 10, 521-529.
- Muñoz, P., Avaria, S., Sievers, H., Prado, R., 1992. Presencia de dinoflagelados toxicos del genero *Dinophysis* en el seno Aysén, Chile. *Rev. Biol. Mar.* 27(2), 187-212.
- Stüken, A., Riobó, P., Franco, J., Jakobsen, K.S., Guillou, L., Figueroa, R.I., 2015. Paralytic shellfish toxin content is related to genomic sxtA4 copy number in *Alexandrium minutum* strains. *Frontiers in Microbiology* 6, 404.
- Yoshimatsu, S., 1984. Sexual reproduction of *Protogonyaulax catenella* in culture. II. Mating type. *Bull. Plankton Soc. Jap.* 31, 107-111.

Desarrollo de tecnología de producción de ácidos grasos altamente insaturados (HUFAs), Omega 3 y 6, a partir de microalgas y artemias Subantárticas



Ali Rivero Meléndez^{1,3}, Gloria E. Sánchez^{1,2} & Pablo Gallardo^{1,3}

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas.

²Departamento de Ciencias y Recursos Naturales.

³Centro Cultivos Marinos Bahía Laredo, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
pablo.gallardo@umag.cl



INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos altamente insaturados de cadena larga (por sus siglas en inglés HUFAs), Omega 3 (EPA y DHA) y Omega 6 (ARA), son considerados actualmente de gran importancia nutricional, debido a los numerosos efectos positivos en la salud humana y animal, por lo que su suplementación es recomendada [1]. Sin embargo, las fuentes naturales para extraerlos y aportarlos como suplemento no son muchas, siendo principalmente el aceite de pescado en el caso de los humanos y la harina y el aceite de pescado en el caso de los animales la principal fuente de suplementación de HUFAs. Tanto el aceite como la harina de pescado son productos que han comenzado a disminuir su disponibilidad debido, principalmente, a la sobreexplotación del recurso pesquero, con lo cual ambos productos han aumentado mucho su valor.

Como una alternativa para la obtención de HUFAs, se encuentran las microalgas, que presentan como ventaja principal su gran aporte de EPA y/o DHA con un buen rendimiento de extracción. Estas pueden ser fácilmente cultivadas y procesadas, además que el aceite y/o los fosfolípidos extraídos, pueden ser utilizados para adicionarse a una variedad de alimentos. Por otro lado, las artemias, crustáceos braquiópodos, han sido ampliamente utilizados para la alimentación de especies en cultivo, por su alto contenido proteico y lipídico y su facilidad para su producción masiva.

En los ambientes Antárticos y Subantárticos se encuentran diversos tipos de microorganismos adaptados a condiciones extremas, que principalmente debido a las bajas temperaturas en las que habitan acumulan significativamente mayor cantidad de HUFAs que en otras regiones del país. Bajo este escenario, el presente estudio se centró en explorar microalgas y artemias de la región patagónica austral, como nuevas fuentes de ácidos grasos altamente insaturados para su uso potencial en la nutrición humana y/o animal.

METODOLOGÍA

Zona de muestreo:

Las muestras de microalgas y artemias fueron recolectadas en el Monumento Natural Laguna de los Cisnes, ubicado a 5 km al norte de Porvenir (53°15'S - 70°22'W) y en la Laguna Amarga al interior del Parque Nacional Torres del Paine (50°58'S - 72°44'W), en diciembre de 2017 y enero de 2019 (Figura 1). El muestreo consistió en la toma de muestra de agua con red de fitoplancton y la captura de artemias con una malla de 400 μ m.



Figura 1. Zona de recolección de las muestras de microalgas y artemias, (A). Laguna Amarga. (B). Laguna de los Cisnes.

Aislamiento y purificación de fitoplancton:

Para el aislamiento de las microalgas se empleó la técnica de dilución seriada con sembrado en placas de agar [2,3] (Figura 2). La identificación del fitoplancton se realizó con ayuda de un microscopio óptico Olympus CX31 con sistema de contraste de fase.

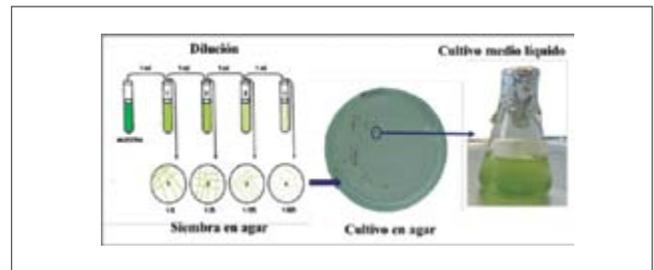


Figura 2. Aislamiento de cepas de microalgas.

Cultivo masivo en Centro de Cultivo:

El cultivo masivo de microalgas y artemias se realizó en el Centro de Cultivos Marinos Bahía Laredo (CCMBL), perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Magallanes, ubicado a 24,5 km al norte de la ciudad de Punta Arenas. (52° 57' S; 70° 51' W). Las artemias capturadas fueron clasificadas y dispuestas en estanques rectangulares de 200 litros, con agua de mar filtrada y a una temperatura de 12°C. La alimentación se realizó con zooplancton a saciedad todos los días (Fig. 3). Las microalgas aisladas fueron dispuestas en matraces de 250 mL y posteriormente transferidas a matraces de 3500 mL. Las condiciones de cultivo fueron de 12°C y con adición de F/2 como medio enriquecedor y adición de aire y CO₂ a una razón de 4% del volumen de aire por día.



Figura 3. Metodología de captura y cultivo de Artemia en CCMBL.

Análisis de ácidos grasos:

Las muestras de artemias y los cultivos de microalgas fueron centrifugados a 4400 rpm por 10 minutos, lavados con agua destilada, liofilizadas y preservadas a -80°C. Para la determinación del perfil de ácidos se realizó la transesterificación directa de las muestras aplicando la metodología de Lepage & Roy [4], para obtener sus correspondientes ésteres metílicos, que posteriormente fueron analizados a través de un sistema de cromatografía de gases marca Agilent, equipado con un detector de ionización de llama marca FID y una columna capilar de cianopropil HP-88 (60 m x 0.25 mm x 0.20 μm).

RESULTADOS

Se logró identificar la comunidad fitoplanctónica presente en las diferentes zonas de estudio, las mismas estuvieron dominadas por las cianófitas *Chroococcus* sp. (A), *Planktolyngbya contorta* (B) y *Aphanothece* sp. (C), seguidas por las clorófitas *Oocystis* sp. (D), *Chlorella* sp. y *Scenedesmus* sp.; también se registraron las diatomeas *Surirella tenera*, *Rhopalodia gibberula* (E), *Nitzschia* sp. (F), *Cymbella* sp. (G) y la charofita *Sirogonium* sp. (H) (Figura

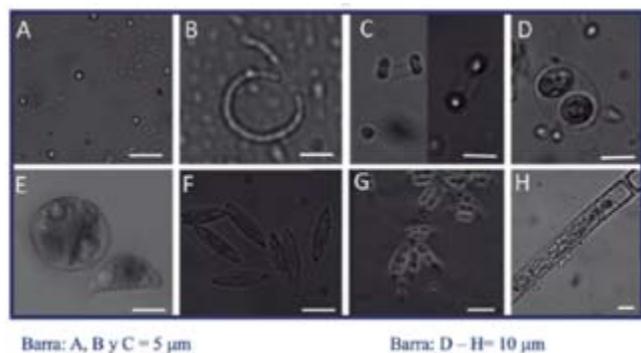


Figura 4. Comunidad fitoplanctónica identificada.

4). Se aislaron un total de 6 cepas, las cuales fueron cultivadas en las siguientes condiciones: Ciclo continuo de luz, iluminación 27 mmolm⁻²s⁻¹, temperatura 8 ± 2°C y medio de cultivo F/2.

La Figura 5 muestra que en las seis microalgas analizadas predominaron los ácidos grasos poli insaturados (PUFAS) y mono insaturados (MUFAS) por sobre los saturados, excepto en *Fragilaria* sp., que presenta el menor porcentaje promedio de PUFAS, por lo que, de usarse como alimento, podrían ser beneficiosas en términos de digestibilidad y de oxidación de las grasas [7].

En las seis microalgas analizadas el ácido graso predominante fue el 18:3 n-3 linolénico (ALA), presente a lo menos tres veces más que cualquier otro ácido graso. Además, de las dos restantes especies, *Phaeocystis antarctica* mostró el porcentaje más alto de ácido docosahexaenoico DHA 22:6 n-3. Por lo que se presentan como atractivas candidatas para desarrollar alimentos o componentes dietarios en la alimentación animal y/o humana, principalmente en las primeras etapas de vida, por sus propiedades como fuente energética y de modulación génica, durante la ontogénesis [8].

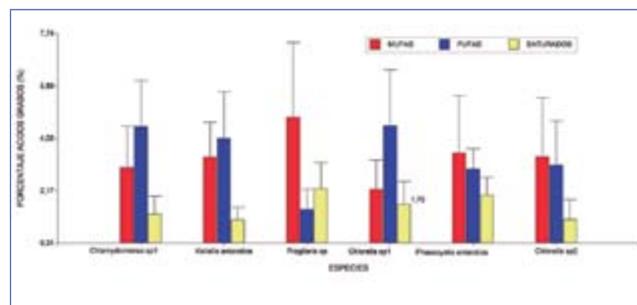


Figura 5. Composición de ácidos grasos en microalgas.

Las cepas obtenidas en este trabajo presentan características psicrófilas, lo que permite su cultivo durante todo el año en condiciones extremas como las de la Región de Magallanes, además, su desarrollo a baja temperatura favorece la producción de ácidos grasos de cadena larga (PUFAs) y menor cantidad de los de cadena corta (Saturados), lo que aumenta el balance insaturados/saturados que resulta beneficioso para la alimentación animal (Figura 6). Al mismo tiempo, muestran una alta relación n-3/n-6 que favorece la producción balanceada de eicosanoides y su relación con en la coagulación sanguínea, respuesta inmune, respuesta inflamatoria, tonificación cardiovascular, función renal, función neural y reproducción [9].

En cuanto al zooplancton, este fue identificado como *Artemia persimilis*, especie endémica de la Patagonia Chilena [5,6]. En términos generales, los grupos de ácidos grasos insaturados fueron levemente más altos en Laguna Amarga, como así también el grupo de los saturados fueron ligeramente superiores en Laguna de los Cisnes (Fig. 7 A). Sin embargo, al analizar el balance de ácidos grasos de cadena larga n-3/n-6, resalta de sobremanera la superioridad de la Laguna de los Cisnes por sobre Laguna Amarga (Fig. 7 B), principalmente debido a un mayor contenido del ácido eicosapentanoico 20:5 n-3 (17,3 ± 0,6%).

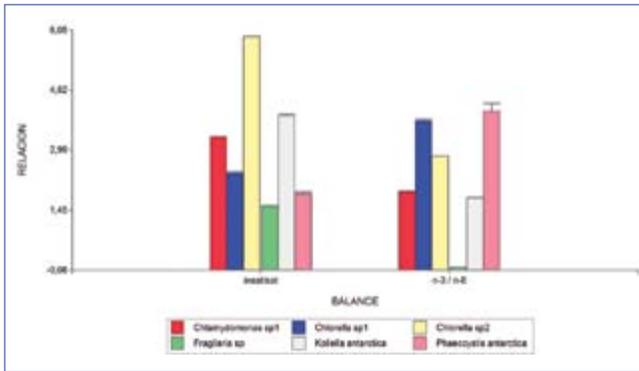


Figura 6. Relación de Ácidos Grasos de diferentes cepas de microalgas.

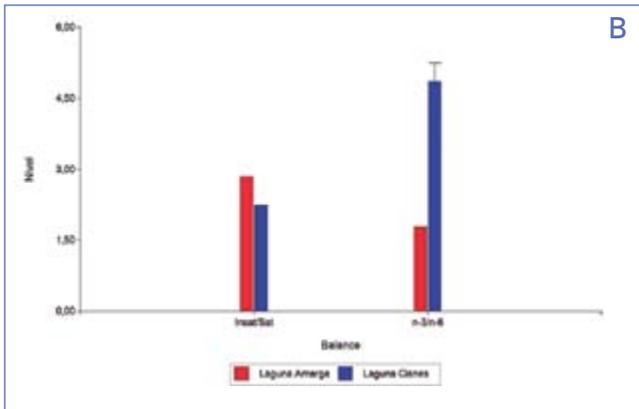
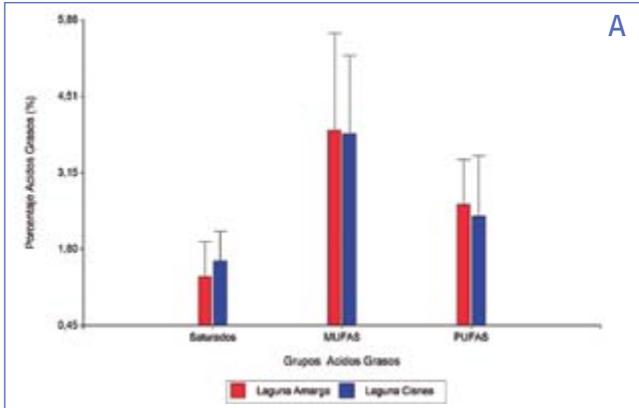


Figura 7. Relación de grupos de ácidos grasos en Laguna Amarga y Laguna de los Cisnes. MUFA=ácidos grasos mono insaturados. PUFAS=ácidos grasos poliinsaturados (A). Insat= ácidos grasos insaturados (incluye mono y poli insaturados). Sat= ácidos grasos saturados. n-3= ácidos grasos insaturados con su primer doble enlace en el carbono 3. n-6= ácidos grasos insaturados con su primer doble enlace en el carbono 6 (B).

CONCLUSIONES

Tanto las microalgas como las artemias son posibles de ser aisladas y/o seleccionadas desde los cuerpos de agua de ambientes extremos como son la Laguna Amarga y la Laguna de los Cisnes. En las seis microalgas analizadas el ácido graso predominante fue el 18:3 n-3 linolénico (ALA), presente a lo menos tres veces más que cualquier otro ácido graso. Además, *Phaeocystis antarctica* mostró un alto porcentaje de ácido docosahexaenoico DHA 22:6 n-3. En el caso de las artemias, en ambos cuerpos de agua los organismos presentan altos balances de ácidos grasos insaturados por sobre los saturados, superior a 2,5 veces en ambos casos y específicamente en la laguna de los Cisnes el balance n-3/n-6 es superior a 4,5 veces, por lo que, tanto las microalgas como las artemias cultivadas, se presentan como atractivas candidatas para desarrollar de ingredientes y/o componentes dietarios en la alimentación animal y/o humana.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fats and Oils in Human Nutrition. Report of a Joint Expert Consultation FAO/OMS. FAO Food and Nutrition Paper N° 57, 1994.
- [2] González, M., Parra, O. & S. Cifuentes. 1995. Técnicas de cultivo de microalgas en laboratorio. Manual de métodos ficológicos. 219-274.
- [3] González, M., Parra, O. & S. Cifuentes. 1995. Manual de métodos ficológicos. 219-274.
- [4] Lepage, G. & C. Roy. 1984. Journal of Lipid Research. 25: 1391-1396.
- [5] Gajardo, G., C. Mercado, J.A. Beardmore & P. Sorgeloos. 1999. International study on Artemia. LX: Allozyme data suggest that a new Artemia population in southern Chile (50°29'S, 73°45'W) is *A. persimilis*. Hydrobiologia, 405: 117-123.
- [6] De los Ríos, P. 2005. Richness and distribution of zooplanktonic crustacean species in Chilean altiplanic and southern Patagonia ponds. Pol. J. Env. Stud., 14 (6): 817-822.
- [7] Koloverou E., Esposito K., Giugliano D., and Panagiotakos D. 2014. Metabolism Clinical and Experimental 63: 903- 911.
- [8] Cahu Ch., Gisbert E., Villeneuve L., Morais S., Hamza N., Wold P & J. L Zambonino-Infante. 2009. Aquaculture Research, 40: 989 - 999.
- [9] Tocher D. 2003. Fishery Science, 11 (2): 107 - 184.





FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y RECURSOS BIOLÓGICOS

*Formando profesionales en Ciencias del Mar
que la región y el país necesitan*



PREGRADO

INGENIERIA EN BIOTECNOLOGÍA

Contacto: Jefe Carrera Dr. Fernando Silva A.
fernando.silva@uantof.cl

www.uantof.cl/carreras/detalle/Ingenier%C3%ADaenBiotecnolog%C3%ADa/6

BIOLOGIA MARINA

Contacto: Jefe Carrera Dr. Rubén Araya V.
ruben.araya@uantof.cl

www.uantof.cl/carreras/detalle/Biolog%C3%ADaMarina/30

POSTGRADO

MAGISTER ECOLOGIA SISTEMAS ACUATICOS MESA

Contacto: Directora Programa Dra. María Teresa González.
teresa.gonzalez@uantof.cl

Asistente Profesional Dra. Fabiola Sepúlveda
fabiolasepu@gmail.com

www.uantof.cl/magister/ecologia_sistemas_acuaticos

Acreditado 04 diciembre 2015 a 04 diciembre 2020.

DOCTORADO CIENCIAS APLICADAS MENCIÓN SISTEMAS MARINOS COSTEROS

Contacto: Director Programa Dr. Marcelo E. Oliva.
marcelo.oliva@uantof.cl

Secretaría: Katherine Maureira katherine.maureira@uantof.cl

Acreditado 11 julio 2018 a 11 julio 2020.

www.uantof.cl/doctorados/ciencias_aplicadas_mencion_sistemas_marinos_costeros

www.uantof.cl

Innovación y profesionalismo al servicio de todas las industrias

BioRobótica
Tecnología y Gestión

Más de 90.000 horas de experiencia avalan a la compañía, la que se especializa en la inspección submarina con ROV y en el desarrollo de tecnología para la solución integral de los procesos productivos de distintos rubros.



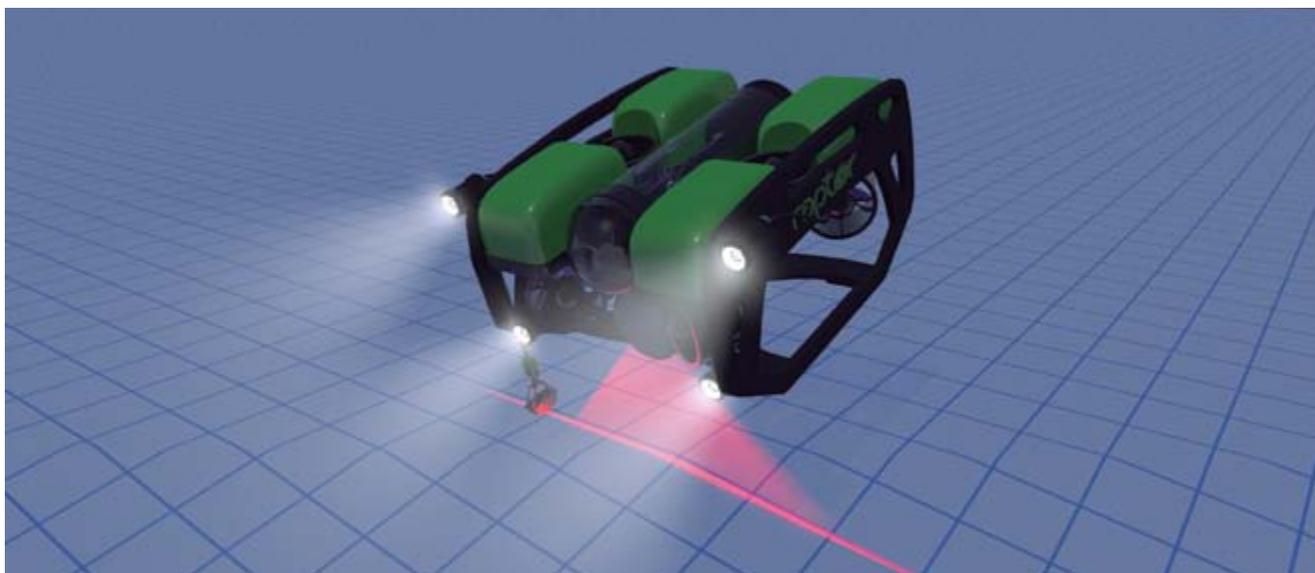
Con más de 20 años de experiencia en la industria salmonicultora, Francisco León Ahumada, gerente general de BioRobótica, define a su empresa con una palabra: innovación. Esto porque tras décadas inserto en el rubro, sabe de primera mano la importancia de la tecnología en los procesos productivos y por ende, conoce la obligación de estar siempre un paso adelante.

Por ello creo BioRobótica, una compañía local que presta servicios de inspección submarina con su más eficiente ROV, el Raptor, diseñado por la misma empresa y pensado en las exigencias de la acuicultura. Así lo explicó León, quien en sus inicios se dio cuenta “que el robot que podías adquirir en el mercado no era uno pensado para trabajar dentro de la industria salmonera, que es un trabajo donde todos los días del año hay inspecciones con un desempeño de 8 a 9 horas diarias, por lo que los equipos que existían no estaban pensados para eso. Por eso surge la posibilidad de crear nuestro propio equipo, concebido para los

reales requerimientos de la industria, las corrientes y profundidades con las que se trabajan y el detalle en imágenes y videos que necesita el cliente”.

En esa línea, el diseño a desarrollar debía estar orientado en la toma de decisiones y con la potencia para enfrentar ese desafío. Por eso, el ROV Raptor fue creado para desarrollar hasta 5.6 nudos, lo que le permite una gran fuerza y velocidad de desplazamiento, siendo el equipo más poderoso del mercado. Este ROV permite operar en canales donde las corrientes son fuertes en toda época del año, y que es donde están ubicados una cantidad importante de centros de cultivo –situación que se da en la región de Aysén y Magallanes-, pudiendo ser eficiente, llegar a lugares más profundos, con buenas imágenes y operando mientras hay condiciones climatológicas más adversas. Además, las imágenes que hoy entregamos –dicho por nuestros clientes- son las con mejor definición y claras comparado con todos los ROV que hay en el mercado”, señaló el gerente general.

Otro de los aspectos que valoran las empresas salmonicultoras es la facilitación en la comprensión de aspectos técnicos, instancia en la que la robótica ofrece una serie de posibilidades, sobre todo en lo que respecta a la entrega de datos. En BioRobótica, específicamente, existe un departamento de informática



que se encuentra de forma permanente buscando mejoras en el servicio, especialmente en el informe “porque sobre lo que ve el cliente, se toman decisiones que puede ser muy relevantes en lo que es operaciones de la industria, por lo que hemos logrado generar un documento que es muy fácil, muy intuitivo y que entrega información clara, concisa y clave”, lo que se complementa con la labor in situ del piloto, “ donde ellos saben qué tipo de información es la que se entrega y desde qué prisma entregas un buen informe, ya que puedes tener dos o tres eventos en un día y el piloto debe saber captar cuál de esos puede ser más relevante para resaltarlos y darle más urgencia. Eso ha dado por resultado la disminución de un un 98.8% en la mortalidad de peces en centros de mar por ataque de lobos, reduciendo además en más de un 90% las horas de buceo”.

Equipo de trabajo

Es evidente que la tecnología debe ser acompañada del trabajo humano y es ahí donde los pilotos juegan un rol vital. De acuerdo a León, la empresa les da el más alto valor a las personas y prepara a los pilotos de forma integral. “El primer filtro es psicológico, donde se miden diferentes capacidades y aptitudes del postulante. Pasando todo eso lo capacitamos durante al menos un mes en el área técnica, en centros de cultivo, junto a un piloto máster de mucha experiencia, donde la empresa usa sus recursos para tener un técnico con un nivel bastante elevado. Ahí aprenden a expresarse dentro de un centro de cultivo, a elaborar informes, cómo planificar e informar su trabajo, comunicar situaciones importantes de forma inmediata y por sobre todo, desarrollar el criterio para tomar decisiones, lo cual es muy importante estando en el lugar.

Seguridad

Otro de los pilares de BioRobótica es la seguridad. Es desde esta preocupación que surge el Raptor, buscando evitar los riesgos que la actividad del buceo conlleva en los centros de cultivo, reemplazando sus funciones de inspecciones diarias. Y así se ha desarrollado, logrando disminuir en un alto porcentaje las

horas de buceo, gracias a la identificación de las problemáticas mediante el uso de ROVs, por lo que el buzo baja a solucionar temas específicos.

Pero la preocupación no solo se dirige hacia los buzos sino que es transversal, pensando sobre todo en los trabajadores “y en ese sentido, con mis clientes estamos en una campaña por la seguridad de la gente y la prevención de accidentes, porque tenemos que estar en todos los puntos, donde como empresario no solo debo enfocarme en los números o la rentabilidad, sino que en las personas, porque puedes tener muchos equipos, pero lo que más debes cuidar es a tu gente. La vida de las personas no tiene precio y ante eso hay que tomar cartas en el asunto. Por eso mismo hemos decidido comenzar el proceso para implementar normas ISO en calidad, medioambiente y laboral, y creo que es una responsabilidad que tiene uno como empresario, de poder entregar eso a la industria, profesionalizarlo y hacerlo crecer a través de la seguridad que se la da a la gente”.

Innovación y reconocimiento

En ese sentido, la constante búsqueda de soluciones para la industria salmonera ha sido uno de los motores de Francisco León y eso se refleja en sus emprendimientos. Uno de ellos fue su empresa BioSistemas, donde inventó un nuevo sistema llamado Tecnología Ecológica Submarina (TES), “que consistía en una aspiradora submarina que permitía limpiar las redes de cultivo bajo el agua, succionando el fouling adherido, siendo tratado en superficie, separando la fase líquida de la sólida y desinfectando con Ultra Violeta (UV) la fase líquida para ser devuelta al mar.

Por esa idea fue reconocido, en el contexto de la celebración de los 70 años de CORFO el año 2009, otorgándome el premio al Empresario PyME más innovador de Chile “lo que me motivó para seguir adelante, porque creo que tengo la beta de generar soluciones y mejoras tecnológicas que pueden ser en varios ámbitos y no solo el productivo, sino también el medioambiental o la seguridad ocupacional como ejemplo”.

Esta inquietud y ansias de mejoras se amparan en la evolución que viven constantemente las industrias en el nivel normativo, medioambiental y productivo, donde las empresas no pueden mantenerse al margen. De hecho, BioRobótica ya se encuentra visualizando sus nuevas soluciones ante los nuevos escenarios “donde ya se habla del cultivo *off shore*, la que puede ser una tremenda oportunidad para nosotros porque en definitiva, se busca la automatización al máximo de una unidad de cultivo, donde todo funcionaría de manera automatizada y eficiente. Es ahí donde debe haber un robot de BioRobótica que preste una solución, y que no solo sea específica, sino una gama de soluciones en cuanto a inspecciones de peceras, manejo de mortalidad, medición de parámetros medioambientales y oceanográficos”, explicó el ejecutivo.

Sobre sus expectativas, León explicó que en materia de robótica hay mucho que hacer, no tan solo en la industria acuícola “y es ahí donde hacemos hincapié, ya que queremos entregarle soluciones al área portuaria, a las universidades para estudios oceanográficos, al sector forestal, etc., porque un ROV es una especie de lego, y al lego le puedes poner un sinfín de instrumentación, sensores, que te pueden permitir hacer muchas cosas y para nosotros es motivante ir a la vanguardia con esto”, añadió.

Y las proyecciones no tienen límite. Por eso BioRobótica se prepara para los nuevos desafíos en los distintos rubros donde se busque la mejora y eficiencia de sus procesos, automatizando, robotizando y entregando tecnología innovadora diseñada especialmente para cada cliente.





- *Rollos prepicado*
- *Mallas raschel*
- *Bolsas basura*
- *Malla faenera*
- *Bolsas vacio*
- *Bolsas bins*

- *Fundas - Laminas*
- *Bolsas net-bag para redes*
- *Insumos para selladoras*
- *Cintas de canalización*
- *Mangas polietileno e Invernadero*



PARCELA 22 ALTO LA PALOMA - PUERTO MONTT

☎ 652286420 652286416 +569 5411 9904

✉ PCOTAPOS@PLASTICOSAUSTRAL.CL MCARDENAS@PLASTICOSAUSTRAL.CL

WWW.PLASTICOSAUSTRAL.CL

Línea base de Fitoplancton presente en las costas de la Región de Los Ríos



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



Mario Montecinos¹, Patricio Sánchez^{2,3}, María Cecilia Rauch² y Alejandro Yáñez^{2,3}

¹ ECOLMAR SpA - ² Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile

³ Centro FONDAF: Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR)
ayanez@uach.cl

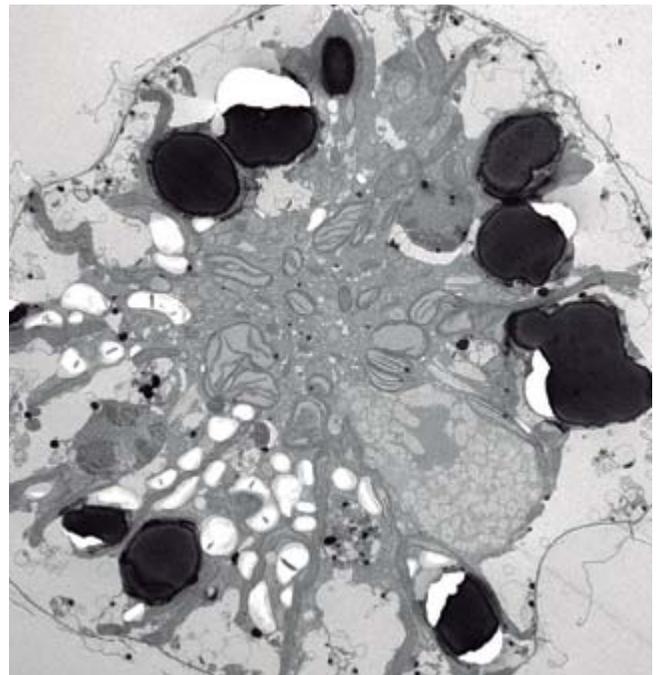
Introducción

Los Florecimientos de Algas Nocivas (FANs, también conocido por sus siglas en inglés como HABs de "Harmful algal blooms") se caracterizan por el crecimiento descontrolado de colonias microscópicas de algas que normalmente forman la base de las redes alimenticias (Irwin *et al.* 2015; Díaz *et al.* 2019), los que pueden provocar impactos negativos en la salud humana y animal, así como impactos negativos en las actividades económicas que se realizan en las áreas costeras y sobre los productos del mar.

Estos florecimientos en muchos casos inocuos, pueden producir un consumo excesivo de oxígeno presente en el agua, afectando la flora y fauna por sofocamiento y daños a peces y organismos filtradores principalmente por la obstrucción de sus branquias (Svendsen *et al.* 2018; Glibert *et al.* 2018). En tanto, otros de estos florecimientos presentan un incremento en toxinas dañinas tanto para peces, mamíferos y aves, causando incluso enfermedades en humanos, con resultado de muerte en casos extremos (Trevino-Garrison *et al.* 2015). Este peligroso cuadro es debido a la presencia de neurotoxinas, saxitoxinas y sus análogos que se acumulan en moluscos una vez que este tipo de animales consumen células fitoplanctónicas portadoras de este tipo toxinas, que en caso de ingesta por las personas producen una condición conocida como envenenamiento paralítico por mariscos (EPM, o bien PSP por sus siglas en inglés "Paralytic Shellfish Poisoning") (Pousse *et al.* 2018).

Las FAN son cada vez más frecuentes y las áreas geográficas afectadas en el mundo se han extendido en los últimos años (Yoo 1991; Molinet *et al.* 2003; Cortés-Altamirano *et al.* 1995; Eberhart *et al.* 2012), situación que se repite en Chile, donde el fenómeno es también conocido como Marea Roja (bloom de microalgas pertenecientes al grupo de los dinoflagelados de las especies *Alexandrium catenella*, *Dynophysis* etc. causan una discoloración de la masa de agua cuando las concentraciones de células son muy altas).

Algunos de estos florecimientos tóxicos están constituidos por el dinoflagelado *Alexandrium catenella*, que bajo determinadas



Corte histológico célula *Alexandrium catenella*, vista en microscopio electrónico.

condiciones ambientales alcanza altas concentraciones celulares, pudiendo producir elevados niveles de Veneno Paralítico de los Mariscos (VPM) en los organismos filtradores como los bivalvos (Kitts *et al.* 1992; Molinet *et al.* 2003). En el evento del 2002 por primera vez se observó un desplazamiento de las mareas rojas del tipo paralítico a la zona de Chiloé (hasta Castro) alcanzado concentraciones de 700.000 cél/L (Clement *et al.*, 2002) y con valores de toxicidad de hasta 20.000 μg de toxina equivalente a saxitoxina en 100 gramos de tejido (200 μg STX eq/100g; Servicio de Salud LLANQUIHUE, Castro, Chiloé), lo que se traduce en mariscos que no pueden ser comercializados ni consumidos, situación que en el evento del 2016 se extiende hasta la Región de los Ríos.

Una de las posibles causas del aumento explosivo de las microalgas observados los últimos años es el cambio en las condiciones

ambientales de temperatura, luminosidad y salinidad, que han sido más altas que en años previos (asociado al fenómeno de El Niño) (Garrido *et al.* 2012). Sin embargo, estos cambios no pueden explicar suficientemente el explosivo crecimiento de las microalgas. Aparentemente, también se producirían brotes de microalgas a temperaturas relativamente bajas gracias a condiciones de “estrés ambiental”, las cuales aún no han podido ser identificadas. El problema estaría lejos de acabar, puesto que, todos los reportes coinciden en afirmar que las FAN han ido aumentando en frecuencia, no solo en Chile, sino que alrededor de todo el mundo. Los fenómenos de marea roja (floraciones algales tóxicas) han sido observados en Chile hace décadas y ya desde 1972, por primera vez descrita en la Región de Magallanes (Guzmán *et al.*, 1975), se han sucedido cada vez con mayor frecuencia y extensión, en las zonas de Llanquihue, Aysén y Magallanes. Estas FAN no solo han ido en aumento en su frecuencia, sino que también ha ido aumentando la extensión del área afectada, por ejemplo el año 2002, se observó por primera vez la presencia de un florecimiento de gran magnitud de microalgas tóxicas en la zona de Chiloé, en ejemplares de *Mytilus chilensis* de la bahía de Yaldad. Respecto a lo que sucede en la Región de Los Ríos, no existía hasta este año (2016) el registro de la presencia de *Alexandrium catenella* ni de toxinas en esta zona del país. En estos eventos anteriores de marea roja era normal que ésta creciera rápidamente, pero también decreciera con la misma velocidad. El problema el año 2016, fue la gran zona del país que fue afectada por el fenómeno y secundariamente que se verificó que la expansión Sur Norte de las FANs continuo, llegando a nuestra Región de Los Ríos.

La Región no tiene un sistema permanente de monitoreo, solo en forma esporádica a través de proyectos de investigación que incluyen temas asociados a fitoplancton, sin embargo, hasta antes de este evento no se había descrito la presencia de *Alexandrium catenella* ni de toxinas en los moluscos en la costa de la Región de los Ríos, por lo tanto, este FAN ocurrido

por primera vez en nuestras costas es una alerta que será un problema futuro para nuestras costas y comunidades. Lo anterior, y tal como se ha mencionado anteriormente, se debe al hecho de que éstas y otras microalgas nocivas a través de sus quistes, pueden establecerse en el sedimento marino y volver a florecer en forma vegetativa en las próximas temporadas, sobre todo influenciado por el cambio climático que afecta a Chile y al resto del mundo (Lembeye & Sfeir 1996).

Debido a lo anterior el presente artículo, muestra los resultados de la caracterización Oceanográfica y de las Comunidades Fitoplanctónicas presentes en la Costa de la Región de los Ríos entre los años 2017 al 2019.



Figura 2: Botella Niskin de 2.5 Lts.

Metodología

Para la caracterización de las comunidades fitoplanctónicas presentes en la Región de los Ríos, se recolectaron mensualmente entre Agosto de 2017 - Junio de 2018 y entre Enero - Junio de 2019 muestras de agua en cuatro localidades de la costa de la Región de los Ríos (Figura 1), las cuales corresponden a los puntos más costeros que realiza el Instituto de Fomento Pesquero como parte de su “Programa de Manejo y Monitoreo Mareas Rojas”.

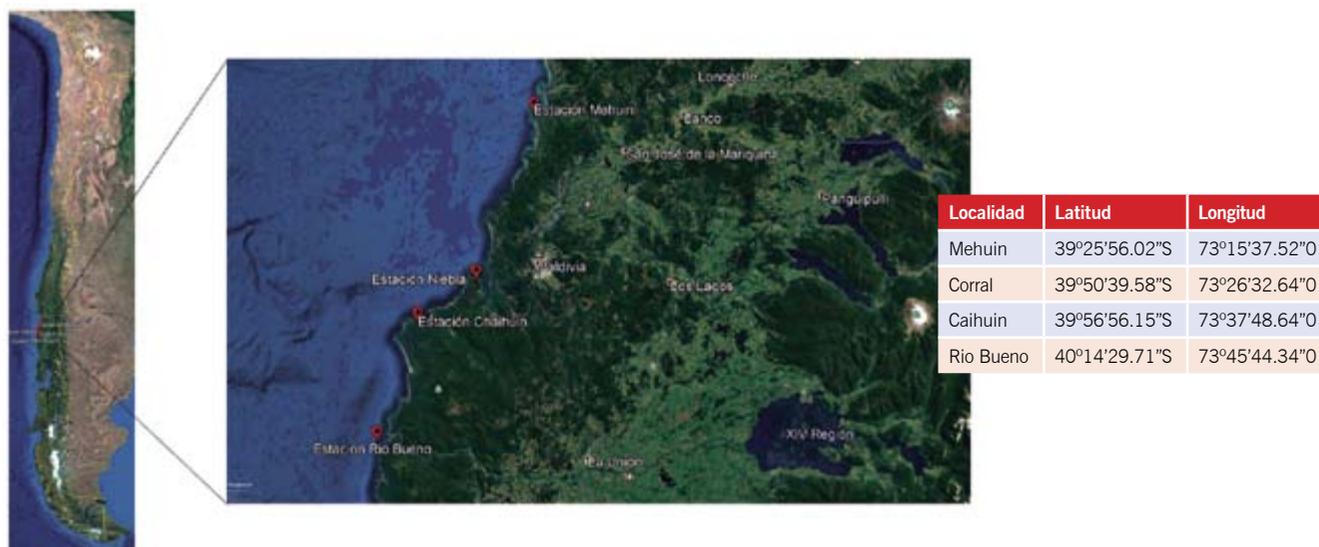


Figura 1: Ubicación estaciones Monitoreo FAN.

Dichas muestras fueron colectadas mediante un sistema de botella oceanográfica modelo Niskin de 2.5 litros (Figura 2). Las botellas oceanográficas son equipos diseñados para tomar muestras de agua a una profundidad específica de la columna de agua. La botella, que es un cilindro metálico o plástico con dos tapas, se sujeta a un cable con sus dos tapas abiertas y sujetas de forma que se disparen y cierren cuando se presione el dispositivo de cierre por el «mensajero». Así, se logra obtener la muestra de agua deseada a la profundidad que necesitamos para posteriormente proseguir con el almacenamiento, fijación y observación de cada muestra, con el fin de poder realizar el monitoreo ambiental en la Región de Los Ríos.

Las muestras de agua para análisis de fitoplancton y microzooplancton se guardan en frascos plásticos de boca ancha y tapón de rosca. Éstas serán posteriormente fijadas con Lugol; se recomienda que si estas no serán analizadas rápidamente (pocas semanas después de la toma de muestras), no utilizar plástico, pues el plástico absorbe el lugol y otros fijadores. Para la determinación de la abundancia y composición específica de las comunidades fitoplanctónicas presentes en la Región de los Ríos, se utilizó el método de Utermöhl (1958), el cual es el más empleado para la identificación y cuantificación de microalgas en muestras de agua. Está basado en la sedimentación de una alícuota, de volumen conocido (5, 10, 25, 50, 100 mL), de una muestra de agua en una cámara de sedimentación. Las células, fijadas con agentes conservantes (lugol, formol, etc.), caen por gravedad y sedimentan en el fondo circular de la placa de sedimentación. Se asume que las partículas sedimentan siguiendo una distribución de “Poisson”.

Las células sedimentadas se pueden identificar y enumerar al microscopio invertido. La concentración estimada se expresa en células por mL o por L.

Resultados

Se utilizaron mayoritariamente métodos gráficos por sobre los matemáticos, para realizar análisis comparativos, ya que el fitoplancton en una estación fija y cercana a cuerpos de agua dulce (Mehuín, Niebla, Chaihuín, Río Bueno), presenta dominancia de especies estuarinas, con irrupciones irregulares de aguas marinas y continentales con especies diferentes en cada ocasión, impidiendo correlacionar sus diferentes apariciones, dependiendo de la etapa de la sucesión poblacional en que se encuentre el fitoplancton.

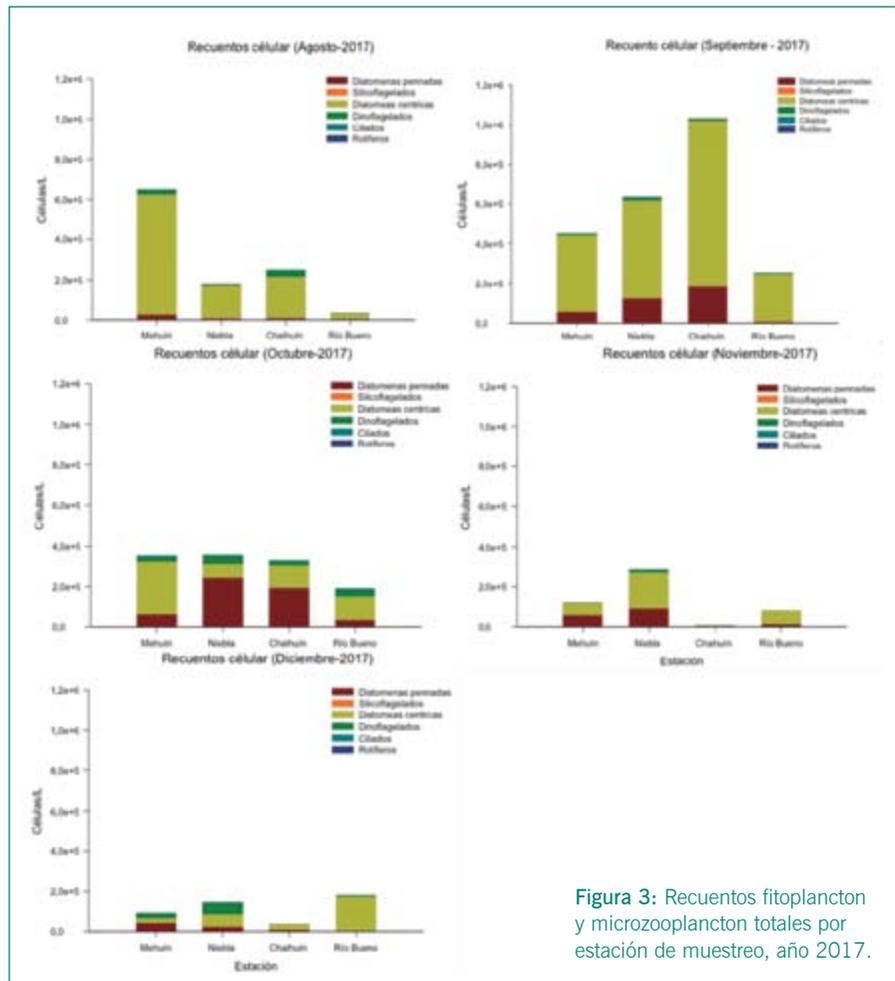


Figura 3: Recuentos fitoplancton y microzooplancton totales por estación de muestreo, año 2017.

Los recuentos totales de fitoplancton y microzooplancton revelan un incremento paulatino de la abundancia, desde septiembre a febrero 2018, particularmente en las zonas de Mehuín y Niebla. Lo cual es coincidente con el comienzo de primavera y término de verano en donde las condiciones ambientales, tales como luz y nutrientes son óptimas para su crecimiento. Mientras que los meses de agosto y los posteriores al mes de febrero presentaron menores valores ~ 400000 Cél/L por estación (Fig. 3-5).

El fitoplancton y microzooplancton se caracterizó por una fuerte predominancia de diatomeas céntricas principalmente sobre los demás grupos y en todas las estaciones de muestreo. Durante el análisis de las muestras se identificaron 14 géneros de diatomeas pennadas, 17 géneros con 35 especies de diatomeas céntricas, 1 género de Silicoflagelados, 12 géneros de dinoflagelado (tecados y atecados) y finalmente dos grupos de protozoos ciliados diferenciados en lorícos y alorícos. El seguimiento mensual de los cambios en la abundancias de estos grupos, se muestran en las Figuras 3 – 5.

Durante los meses de recuento las mayores abundancias de diatomeas céntricas observadas correspondieron a 5 géneros coincidentes en las cuatro estaciones de muestreo, siendo *Skeletonema spp*, *Detonula pumila*, *Thalassiorira rotula*, *Chaetoceros spp*

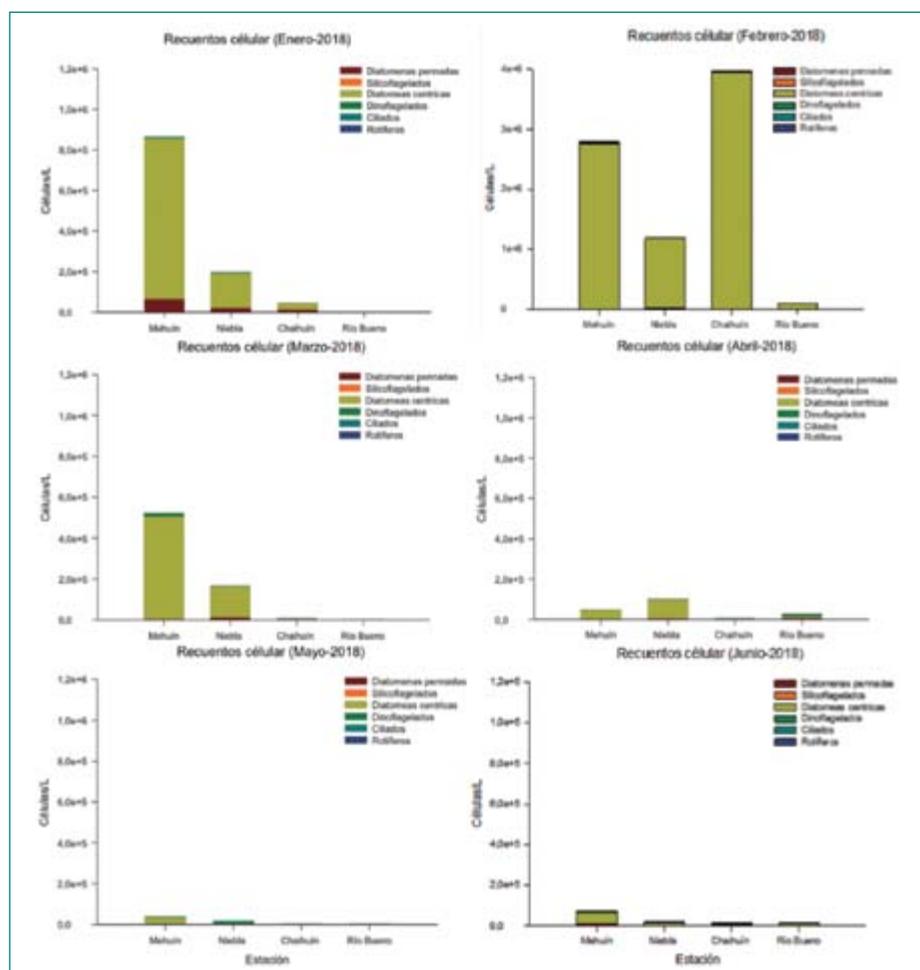


Figura 4: Recuentos fitoplancton y microzooplancton totales por estación de muestreo, año 2018.

y *Pseudonitzschia* spp (dentro del último género no se encontró la especie asociada al veneno amnésico, si no otras especies). También se observó para la estación de Río Bueno una especie más recurrente y particularmente asociada a esta zona la cual fue *Aulacoseira granulata*, la cual es descrita como especie asociada mayormente a cuerpos de agua dulce. Según se observa las mayores concentraciones celulares para todas las estaciones se suele encontrar entre los 0 y 10 metros de profundidad, lo cual no cambió a lo largo de todos los meses de muestreo (agosto 2017, junio 2018).

Observándose en las Muestras presencia de especies productoras de FAN's como *Dinophysis acuta* y *Pseudonitzschia* spp, pero siempre en muy bajas cantidades durante el periodo analizado.

Discusión

La productividad primaria en el ambiente marino es una propiedad comunitaria de compleja modelación debido a su regulación por múltiples factores, entre ellos la concentración de nutrientes y la intensidad de luz, a los cuales la Región de los Ríos no es la excepción.

Los macro y micronutrientes, tales como el nitrógeno, fósforo, sílice y hierro, han sido sugeridos como posibles factores limitantes del crecimiento del fitoplancton, lo que ha sido evidenciado

tanto en sistemas oceánicos (Dunne, 1999), como en sistemas costeros (Hutchins & Bruland, 1998). Es así, como podemos ver los cambios anteriormente mencionados en relación a los factores estudiados en la región y que nos demuestran la variabilidad temporal a lo largo del año en las distintas estaciones muestreadas. Debido a que los cuerpos de aguas adyacentes a los analizados en la Región de los Ríos reciben cantidades variables de agua dulce y nutrientes inorgánicos. Los ensamblajes fitoplanctónicos y microzooplanctónicos responden en condición a estos de igual manera. Respondiendo con incrementos en la abundancia celular biomasa autotrófica (clorofila-a) y cambios en la composición específica, destacando el cambio de dominancia de especies de diatomeas pennadas a céntricas formadoras de cadenas, lo cual se observó en la predominancia de especies céntricas cuando se encuentran mayores valores de nutrientes inorgánicos en el ambiente.

Cabe destacar, que durante el periodo estudiado no se detectó la presencia de *Alexandrium catenella* en las costas de la región, si otras especies productoras de FAN's como *Dinophysis acuta* y *Pseudo-nitzschia* sp, las cuales fueron detectadas en muy bajas concentraciones.

Proyecto financiado por FONDAP-INCAR 42731

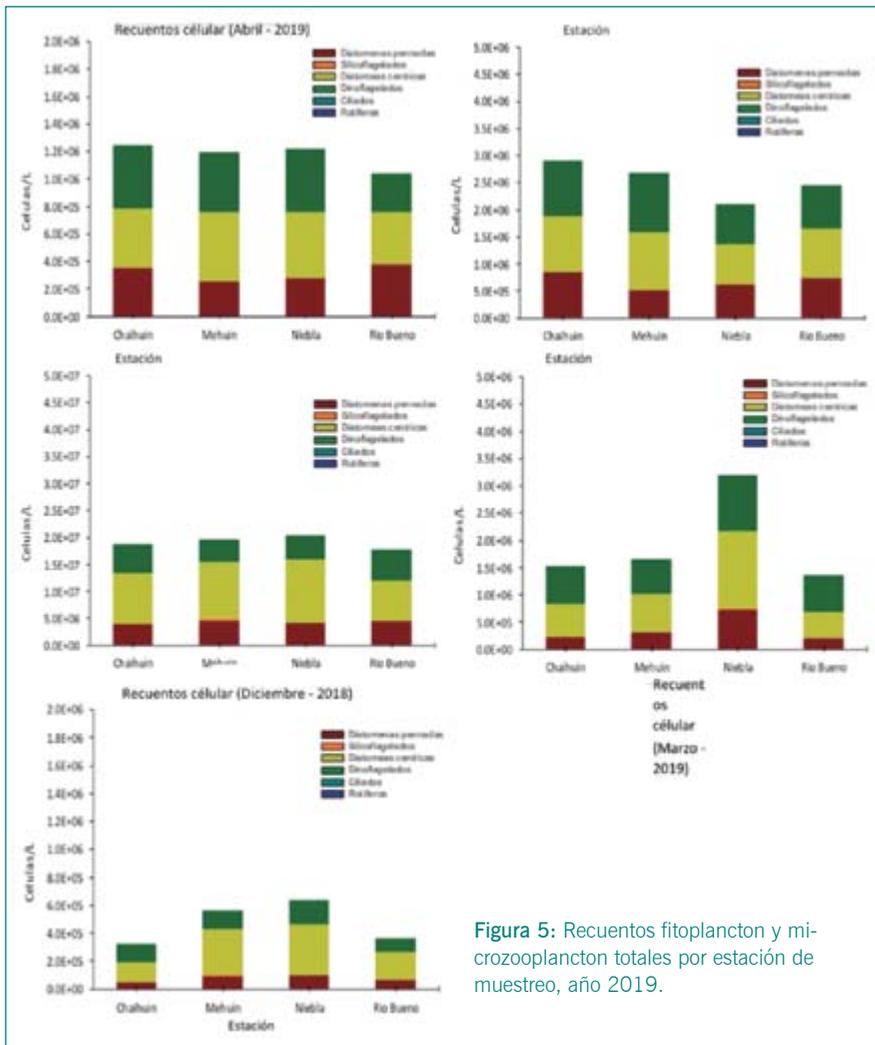


Figura 5: Recuentos fitoplancton y microzooplancton totales por estación de muestreo, año 2019.

Bibliografía

- Clement A., Aguilera A. & C. Fuentes. 2002. Análisis de marea roja en Archipiélago de Chiloé, contingencia verano 2002. XXII Congreso de Ciencias del Mar, 28 – 30 de mayo de 2002, Valdivia, Chile.
- Cortés-Altamirano R., Hernández-Becerril D.U. & R. Luna-Soria. 1995. Red tides in México: a review. *Revista latinoamericana de microbiología*, 37(4), pp.343–352.
- Díaz P.A., Molinet C., Seguel M., Díaz M., Labra G. & R. Figueroa. 2018. Species diversity and abundance of dinoflagellate resting cysts seven months after a bloom of *Alexandrium catenella* in two contrasting coastal systems of the Chilean Inland Sea. *European Journal of Phycology*, 53(3), pp.410–421. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09670262.2018.1455111>.
- Dunne P., Murray J.W. & A.K. Aufdenkampe. 1999. *Silicon-nitrogen coupling in the equatorial Pacific upwelling zone*. *Global Biogeochem. Cycles*, pp 715–726.
- Eberhart B., Bill B. & V. Trainer. 2012. Remote sampling of harmful algal blooms: A case study on the Washington State coast. *Harmful algae*, 19, pp.39–45.
- Garrido C., Frangópulos M. & D. Varela. 2012. Efecto de diferentes proporciones de nitrógeno/fósforo en el crecimiento y toxicidad de *Alexandrium Catenella* (Dinoflagellata). *Anales del Instituto de Patagonia*, 40(2), pp.113–123.
- Glibert, P.M., Berdalet E., Burford M.A., Pitcher G.C & M. Zhou. 2018. *Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms*. ECOLSTUD Vol. 232. 461 pp.
- Guzmán L., Campodónico I. & J. Hermsilla. 1975. Estudios sobre un florecimiento causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes IV. Distribución y niveles de toxicidad del 56 Veneno Paralítico de los Mariscos (noviembre de 1972- noviembre de 1973). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 6, 173- 183.
- Hutchins D.A. & K.W. Bruland. 1998. *Iron-limited diatom growth and Si:N uptake ratios in a coastal upwelling regime*. *Nature*, pp. 561-564.
- Irwin, A.J., Finkel Z.V., Müller-Krager F.E. & L. Troccoli. 2015. Phytoplankton adapt to changing ocean environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(18), pp.5762–5766.
- Kitts D.D., Smith D.S., Beitler M.K. & J. Liston. 1992. Presence of paralytic shellfish poisoning toxins and soluble proteins in toxic butter clams (*Saxidomus giganteus*). *Biochemical and biophysical research communications*, 184(1), pp.511–517.
- Lembeye G. & A. Sfeir. 1996. Distribución de quistes de *Alexandrium catenella* y otros dinoflagelados en sedimentos de canales y fiordos someros entre los 47° y 52° S. *Resultados del Crucero Cimar-Fiordo 2*: 64-69.
- Molinet C., Lafon A., Lembeye G. & C. Moreno. 2003. Patrones de distribución espacial y temporal de floraciones de *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985, en aguas interiores de la Patagonia noroccidental de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 76(4). Available at: <http://dx.doi.org/10.4067/s0716-078x2003000400011>.
- Pousse É., Flye-Sainte-Marie J., Alunno-Bruscia M., Hégaret H. & F. Jean. 2018. Sources of paralytic shellfish toxin accumulation variability in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology*, 144, pp.14–22.
- Svendsen M., Andersen N., Hansen P. & J. Steffensen. 2018. Effects of Harmful Algal Blooms on Fish: Insights from *Prymnesium parvum*. *Fishes*, 3(1), p.11. Available at: <http://dx.doi.org/10.3390/fishes3010011>.
- Trevino-Garrison I., DeMent J., Ahmed F., Haines-Lieber P., Langer T., Ménager H., Neff J, Van der Merwe D. & E. Carney. 2015. Human Illnesses and Animal Deaths Associated with Freshwater Harmful Algal Blooms—Kansas. *Toxins*, 7(2), pp.353–366. Available at: <http://dx.doi.org/10.3390/toxins7020353>.
- Yoo, K.I., 1991. Population dynamics of dinoflagellate community in Masan Bay with a note on the impact of environmental parameters. *Marine pollution bulletin*, 23, pp.185–188.

LOBOS

— INDUSTRIAL —
TECNOLOGÍA EN DISOLUCIÓN
BRINE SOLUTIONS

TECNOLOGÍA EN DISOLUCIÓN DE SAL QUE ENTREGA CONFIANZA

Control natural en el tratamiento contra hongos y bacterias en pisciculturas



PRODUCTO NATURAL



DE RÁPIDA DISOLUCIÓN



FUNGICIDA



BACTERICIDA



Contacto +569 9828 3127 +569 7749 6881

info@ks-chile.com

www.ks-chile.com



Hábitos Alimenticios de Trucha Arcoiris y Trucha Café en los Ríos Puelo y Petrohué



Universidad Austral de Chile

Conocimiento y Naturaleza

Sandra Bravo¹; M.T. Silva²; Ramiro Bahamonde¹; María José Paredes³ Nike Ponce¹

¹Universidad Austral de Chile; ²Universidad San Sebastián; ³Universidad de Los Lagos

Con la finalidad de conocer los hábitos alimenticios de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y trucha café (*Salmo trutta*), se realizaron capturas con pesca eléctrica y con línea de mano en seis sectores del Río Puelo y seis sectores del Río Petrohué entre Abril de 2016 y Febrero de 2017, en el marco del proyecto de Bien Público 15BP-45372 “Modelo de gestión para el desarrollo de la pesca recreativa como actividad turística sustentable”, financiado por CORFO.

En total se analizaron 175 estómagos de trucha arcoiris y 132 estómagos de trucha café en el Río Petrohué, en tanto que en el Río Puelo se analizaron 249 estómagos de trucha arcoiris y 301 estómagos de trucha café.



Figura 1: Ejemplares alevín parr y adulto de trucha arcoiris.



Figura 2: Ejemplares alevín parr y adulto de trucha café.

Tabla 1: Estómagos de truchas analizadas en los ríos Petrohué y Puelo.

Estado de desarrollo	Petrohué		Puelo	
	trucha arcoiris	trucha café	trucha arcoiris	trucha café
Adulto	22	23	55	61
Juvenil	56	66	102	118
Parr	97	43	92	122
Total	175	132	249	301



Figura 3: Contenido estómago trucha

Los ítems alimentarios más abundantes para las truchas capturadas en el Río Petrohué correspondieron a las ordenes Mesogastropoda (caracoles), Ephemeroptera, y Plecoptera para trucha arcoiris, en tanto que para trucha café fueron Ephemeroptera y Mesogastropoda. Los ítems alimentarios más abundantes para las truchas capturadas en el Río Puelo correspondieron a las ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera. También se registraron restos de insectos, ramas y hojas, lo cual no fue incluido en las tablas.

Tabla 2: Ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en las truchas capturadas en los ríos Petrohué y Puelo.

Item	Río Petrohué		Río Puelo	
	trucha arcoiris	trucha café	trucha arcoiris	trucha café
Araneae	3		2	2
Coleoptera	1	10	24	39
Decapoda	28	24	7	12
Diptera	37	25	10	28
Ephemeroptera	93	101	229	141
Hemiptera	4	2	1	1
Hymenoptera	1		3	5
Lepidoptera	6	4	2	3
Megaloptera	4	2	2	8
Mesogastropoda	115	64	53	167
Plecoptera	99	44	135	126
Trichoptera	50	21	158	149
Total	441	297	626	681

Abundancia Relativa de los ítems alimentarios en las truchas de los ríos Petrohué y Puelo

En el Río Petrohué la mayor abundancia relativa para trucha arcoiris, se registró para la orden Mesogastropoda en alevines-parr y adultos y Ephemeroptera para juveniles (Fig. 4a). Para la trucha café la mayor abundancia relativa se registró para la orden Decapoda (crustáceos) y Mesogastropoda en alevines-parr, Ephemeroptera en juveniles y Mesogastropoda en adultos (5a).

En el Río Puelo, la mayor abundancia relativa para trucha arcoiris, se registró para la orden Ephemeroptera para alevines parr y juveniles, y Trichoptera para adultos(Fig. 4b), en tanto que para la trucha café la mayor abundancia relativa se registró para la orden Ephemeroptera para alevines parr; Trichoptera para juveniles y Mesogastropoda en adultos (Fig. 5b).

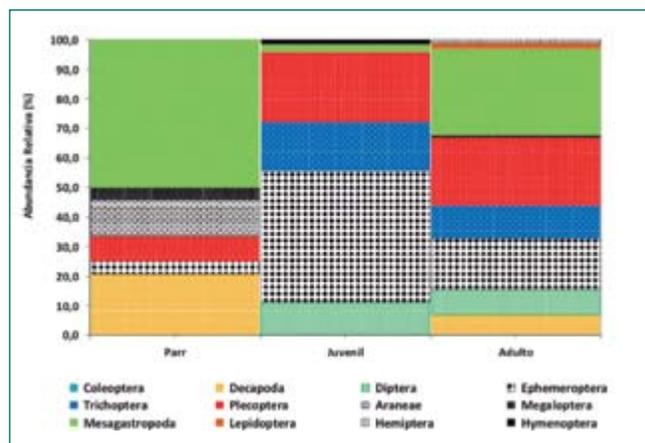


Figura 4a: Abundancia Relativa de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha arcoiris en el Río Petrohué, por estado de desarrollo.

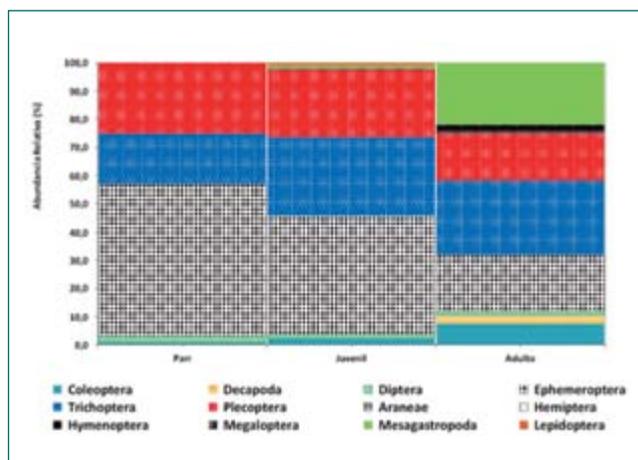


Figura 4b: Abundancia Relativa de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha arcoiris en el Río Puelo, por estado de desarrollo.

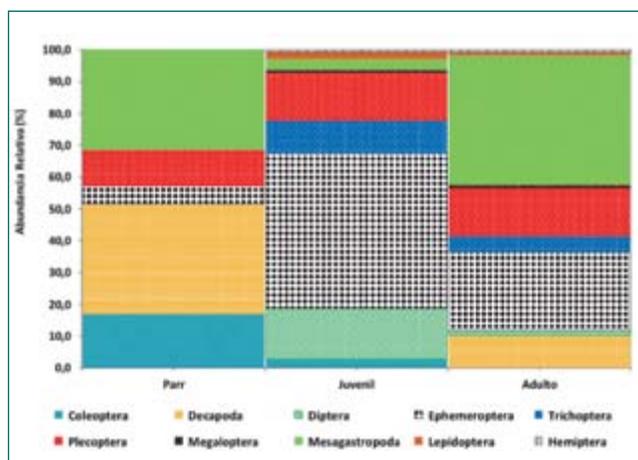


Figura 5a: Abundancia Relativa de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha café en el Río Petrohué, por estado de desarrollo.

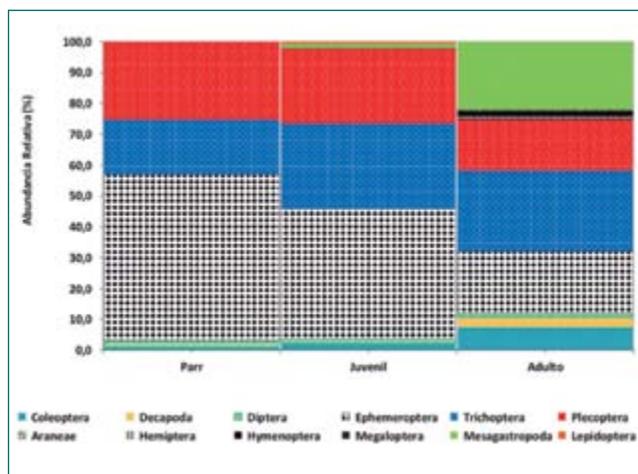


Figura 5b: Abundancia Relativa de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha café en el Río Puelo, por estado de desarrollo.

Frecuencia de ocurrencia de los ítems alimentarios en las truchas de los ríos Petrohué y Puelo

En el Río Petrohué, la mayor frecuencia de ocurrencia para la trucha arcoiris se registró para la orden Mesogastropoda en alevines-parr y adultos y Ephemeroptera para juveniles (Fig. 6a). Para la trucha café la mayor frecuencia de ocurrencia se registró en Decapoda para alevines-parr, Ephemeroptera en juveniles y adultos (Fig. 7a). En el Río Puelo, la mayor frecuencia de ocurrencia para todos los estados de desarrollo de trucha arcoiris se registró para la orden Ephemeroptera (Fig. 6b), en tanto que para la trucha café la mayor frecuencia de ocurrencia se registró para Ephemeroptera para alevines parr; Trichoptera para juveniles y Mesogastropoda para adultos (Fig. 7b).

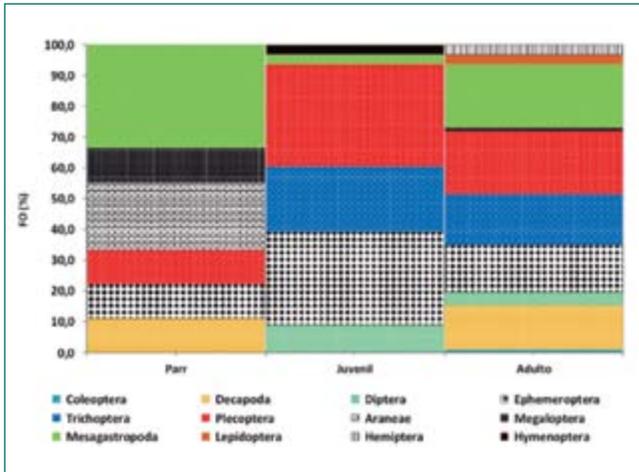


Figura 6a: Frecuencia de Ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha arcoiris en el Río Petrohué, por estado de desarrollo.

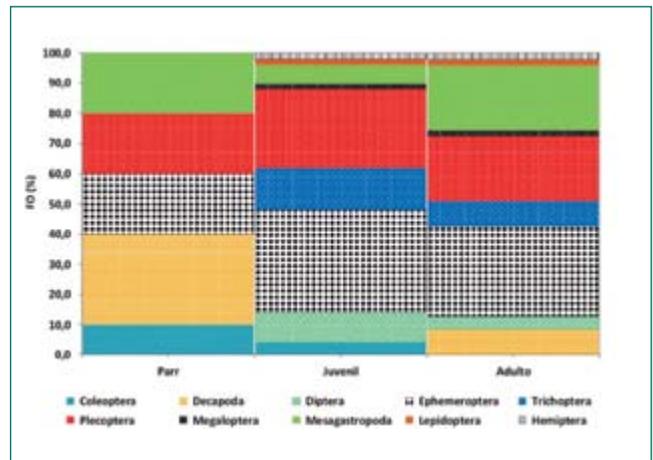


Figura 7a: Frecuencia de Ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha café en el Río Petrohué, por estado de desarrollo.

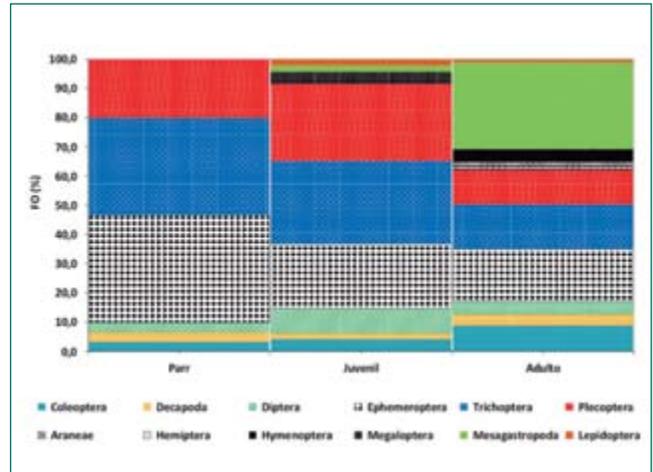


Figura 7b: Frecuencia de Ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha café en el Río Puelo, por estado de desarrollo.

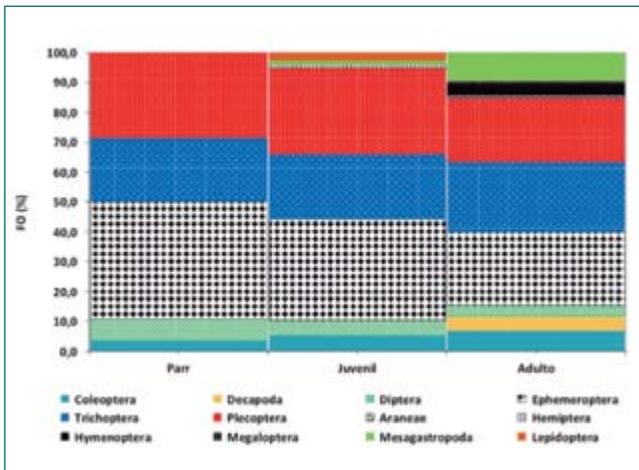


Figura 6b: Frecuencia de Ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en los estómagos analizados en trucha arcoiris en el Río Puelo, por estado de desarrollo.

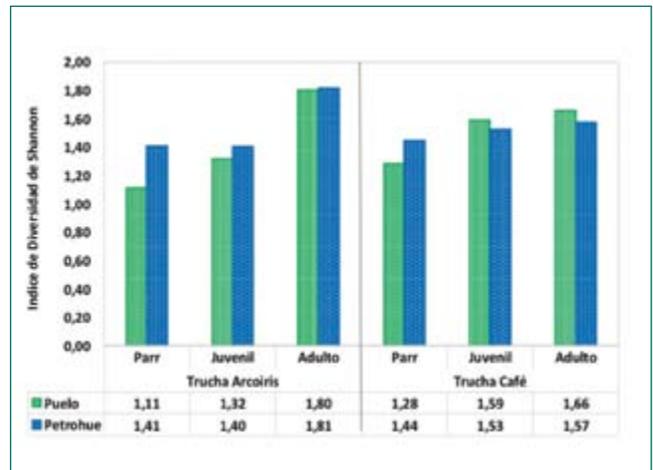


Figura 8: Índice de Diversidad de Shannon según estado de desarrollo para trucha arcoiris y trucha café para el Río Puelo y Río Petrohué.

Índice de Diversidad

En trucha arcoiris se registró mayor diversidad en los ítems alimentarios para los estados alevín-parr y juvenil en el Río Petrohué en comparación con el Río Puelo, lo mismo para trucha café en alevín-parr, registrándose mayor diversidad en el Río Puelo para la trucha café en los estados juvenil y adulto (Fig. 8).



Figura 9: Estómago trucha Arcoiris con ovas de salmón Chinook capturada en el Río Petrohué.

Conclusiones

- Ambas especies de truchas se encontraron compartiendo los mismos sectores en todas las campañas realizadas en el período de estudio, mostraron hábitos alimenticios similares, presentando diferentes requerimientos de presas de acuerdo al estado de desarrollo.
- En la campaña correspondiente a la estación de otoño, las truchas adultas se alimentaron preferentemente de huevos de salmón Chinook en el Río Petrohué (Fig. 8), registrándose también algunos ejemplares de trucha arcoiris y café con Puyes (*Galaxias maculatus*) en el estómago.
- Los ejemplares juveniles se alimentaron preferentemente de insectos, incrementándose la variedad de ítems en los ejemplares adultos.
- Para el Río Petrohué, los ítems alimentarios más abundantes correspondieron a las ordenes Mesogastropoda, Ephemeroptera, y Plecoptera para trucha arcoiris, en tanto que para trucha café fueron Ephemeroptera y Mesogastropoda.
- Para Río Puelo, los ítems alimentarios más abundantes para trucha arcoiris y trucha café correspondieron a las ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera.



Análisis contenido estomacal.



Insectos en contenido estomacal de truchas.

Evaluación del reemplazo en la dieta de *Salmo salar*, A partir de aceite vegetal rico en ácidos grasos precursores de EPA y DHA, para contribuir a la sustentabilidad de la Salmonicultura en Magallanes



Pablo Gallardo^{1,2}, Rodrigo Mancilla³ y Jurij Wacyk⁴

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes

²Centro de Cultivos Marinos Bahía Laredo, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes

³American Bioprocess Ltda., ⁴Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

pablo.gallardo@umag.cl



Tradicionalmente en la salmonicultura, la harina y el aceite de pescado han sido los principales ingredientes del alimento para salmón. Sin embargo, la pesquería de peces pelágicos que son la base para hacer estos ingredientes han venido en franco decrecimiento, lo que se suma al aumento por la demanda de productos marinos ricos en ácidos grasos altamente insaturados (HUFAS por sus siglas en inglés), para su consumo humano. Bajo este escenario, la industria productora de alimentos para peces se encuentra en permanente búsqueda de ingredientes sustitutos para las materias primas marinas, que posean perfiles de aminoácidos y ácidos grasos similares a la harina y aceite de pescado, pero que al mismo tiempo sean sustentables.

En este contexto, varias semillas de oleaginosas terrestres, tales como linaza, soya, canola, entre otras, se utilizan comercialmente en alimentos para peces, sin embargo, la mayoría de ellas carecen de algunos HUFAS, como el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5 n-3) y el docosahexaenoico (DHA; 22:6 n-3), que son considerados esenciales para el crecimiento y salud del salmón. Además, estos HUFAS le otorgan al filete de salmón un sello de calidad, pues presentan efectos beneficiosos en una amplia variedad de patologías humanas. Específicamente, los aceites vegetales utilizados por la industria salmonera, son ricos en ácidos grasos de dieciocho carbonos, tales como el ácido alfa linolenico (ALA; 18:3 n-3) el cual es un precursor metabólico de EPA y DHA, sin embargo la eficiencia de elongación y desaturación de ALA a EPA y de ahí a DHA es limitada, debido a competencia de las propias enzimas de los aceites por el sustrato, la naturaleza insaponificable del aceite que muchas veces es rica en factores anti-nutricionales como también por el ambiente marino en el que viven los peces (Bell, et al., 2001; Gu, et al., 2014). Por otro lado, se han reportado efectos negativos de los aceites vegetales, tales como; acumulación excesiva de grasa visceral, enteritis, así como lesiones de hígado, corazón y necrosis muscular en el salmón del Atlántico entre otras patologías (Sahlmann, et al., 2013).

En este escenario es que recientemente se ha estudiado el potencial agronómico del aceite de Camelina en Chile (Camelina sativa) y el mundo, no obstante su principal área de estudios y aplicación es el mercado de los biocombustibles (Obour, et al., 2015). Sin embargo, en los últimos 5 años han aparecido estudios donde se ha visto su potencial en la industria salmonera de otros países, observándose excelentes resultados a nivel productivo como en la salud del salmón (Xue, et al., 2015).

Principalmente el aceite de camelina posee mayor cantidad de 18:3 n-3 (ALN) y menor cantidad de 18:2 n-6 (AL) que otros aceites vegetales (Tabla 1), dicho mayor balance n-3/n-6 le otorga una ventaja competitiva a camelina debido a que los ácidos grasos de cadena corta de 18 átomos de carbono AL y ALN obtenidos en la dieta, precisan de la enzima delta-6-desaturasa (FAD6) para desarrollar sus derivados de cadena más larga y a pesar de que la afinidad de la FAD6 por los ácidos grasos n-3 (ALN) es mayor que para los n-6 (AL), una elevada ingesta de AL interfiere en la desaturación y elongación de los ALN (Bell et al., 2011).

Tabla 1. Perfil de ácidos grasos (% de ácidos grasos totales) de algunos aceites vegetales.

Ácido Graso	Camelina	Canola	Soya
16:0	5,2	4,7	9,7
18:0	2,5	2,1	3,5
18:1 n-9	14,1	58,3	22,5
18:3 n-3 (ALN)	36,5	7,3	6,4
18:2 n-6 (AL)	14,6	21,6	55,2
20:1 n-9	15,8	1,1	0
Otros	11,3	4,9	2,7
ALN/AL	2,5	0,3	0,1
Lípidos (%)	31	30-35	20

Fuente: elaboración propia, 2017.

Metodología

Se diseñaron las dietas con tres niveles de inclusión de aceite de camelina, considerando peces esmoltificados de 100 gramos. Cada una de las dietas diseñadas tuvo un 16% de inclusión total de aceites con respecto al peso total, y su porcentaje específico por dieta se presenta en la Tabla 2:

Tabla 2. Diseño de dietas para *Salmo salar* con diferentes niveles de inclusión (%) de aceite de Camelina sativa.

COMPONENTES	DIETA 1 (*)	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Aceite pescado (%)	40	40	40	40
Aceite canola (%)	60	45	30	0
Aceite camelina (%)	0	15	30	60
Total (%)	100	100	100	100

(*) Dieta 1, correspondió a la dieta control

La elaboración de las dietas (aceitado al vacío y/o extrusión) fue realizado por la empresa Ceus-Llanquihue. Las bases de dietas secas sin aceitar así como el aceite de pescado y canola fueron obtenidos por una empresa de alimentos de salmón. El aceite de camelina fue obtenido de la empresa AGM Latam S.A. El análisis proximal y perfil de ácidos grasos de las dietas confeccionadas fue realizado por la empresa ABIO limitada. Los peces fueron obtenidos desde una salmonera de la región de Magallanes. El experimento tuvo una duración de 97 días y para lo cual se utilizaron estanques de fibra de vidrio cuadrados de 500 litros de capacidad y las cuatro dietas fueron evaluadas en grupos de 40 peces en triplicado y cada uno de los estanques tuvo fotoperíodo de 18:6 (luz: oscuridad) y un flujo constante de agua de 25 litros x min⁻¹ con una densidad de <10 Kg/m³. Todos los grupos de peces fueron alimentados manualmente dos veces al día a saciedad aparente. Los peces fueron pesados y medido al inicio y al final del experimento. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: Tasa de alimentación específica (%SFR), Tasa de crecimiento específica (%SGR), Factor de conversión (FCR), % de crecimiento y mortalidad diaria y además los parámetros abióticos medidos fueron; temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Además al inicio y al final del experimento se tomaron muestras de hígado, riñón, intestino y filete.

La composición de la dieta se realizó siguiendo las recomendaciones de la AOAC (1990). La muestra se puso en estufa de secado a 105°C por un período de 5 horas para determinar el porcentaje de humedad. La proteína cruda fue determinada (nitrógeno total x 6,25,) usando un analizador de nitrógeno LECO Tru-SPEC (LECO Instruments, St. Joseph, MI USA). Los lípidos totales fueron extraídos del alimento, homogenizando en 20 volúmenes de una mezcla fría de cloroformo y metanol (2:1 v/v) y usando un disruptor de tejido Ultra-Turrax (Fischer Scientific Loughborough, UK). La preparación de las muestras fue realizada de acuerdo con el método de Folch (1957), removiendo las impurezas con KCl 0,88% (w/v). (Salze et al., 2005). La ceniza se determinó por incineración en mufla a 550°C. La energía total se determinó usando una bomba calorimétrica Parr (Parr Ins-

trument Co., Moline, IL USA). Para la determinación de ácidos grasos, se realizó por medio de cromatografía de gas con detector FID. Todos los análisis antes mencionados fueron realizados en el Laboratorio de Abio limitada.

Resultados

Parámetros productivos.

El análisis proximal y perfil de ácidos grasos de las cuatro dietas elaboradas se puede ver en la Tabla 3 y principalmente se destaca que las dietas 3 y 4 son las que tuvieron el mayor balance n-3/n-6, inclusive de los precursores C:18: 3 n-3 y C18:2 n-6.

Tabla 3. Análisis proximal y perfil de ácidos grasos de las dietas utilizadas.

Ítems (%)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Proteínas	45,1	44,9	45,4	45,1
Lípidos	25,0	25,1	25,3	24,9
Cenizas	7,0	6,9	7,0	7,2
Humedad	5,4	5,4	5,3	5,0
Perfil de ácidos Grasos				
C:14:0 Mirístico	1,6	0,0	1,6	0,0
C:16:0 Palmítico	5,6	5,9	6,2	6,9
C:18:0 Esteárico	1,5	1,6	1,7	1,9
C:20:0 Araquídico	0,0	0,0	0,0	1,2
C:16:1 n-7 Palmitoleico	2,3	2,4	2,6	2,6
C:18:1 n-9 Oleico	53,1	47,8	40,4	27,0
C:20:1 n-9 Eicosanoico	0,0	4,0	6,8	11,5
C18:2 n-6 Linoleico	18,6	18,9	18,9	19,8
C20:2 n-6 Eicosadienoico	0,0	0,0	0,0	1,4
C:18:3 n-3 Linoléico	3,3	5,2	7,1	11,6
C:20:5 n-3 EPA	8,9	8,9	9,4	10,1
C:22:6 n-3 DHA	5,1	5,4	5,4	6,0
∑ Sat	8,7	7,5	9,5	10,0
∑ Mono Insat	55,4	54,2	49,8	41,1
∑ Pufas	35,9	38,4	40,8	48,9
Balance n-3/n-6	0,9	1,0	1,2	1,3
Balance Pufa/Sat	4,1	5,1	4,3	4,9
Balance C18:3 n-3/C18:2 n-6	0,2	0,3	0,4	0,6

Fuente: Laboratorio Abio Ltda.

Se realizaron dos muestreos de los peces, uno al inicio y otro al final del ensayo, los resultados de peso, longitud total e índice de condición se pueden ver en Tabla 4, donde se puede resaltar que no existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables analizadas ($p > 0,05$).

Tabla 4. Peso, Longitud total e índice de condición promedio de peces, separados por grupos.

Dietas	Peso promedio inicial (g)		Peso promedio final (g)		Longitud promedio inicial (cm)		Longitud promedio final (cm)		Índice de condición inicial (K x 1000)		Índice de condición Final (K x 1000)	
Dieta 1	101,8	±1,6 ^a	238,6	±2,7 ^a	22,0	±0,0 ^a	28,7	±0,1 ^a	9,5	±0,1 ^a	10,1	±0,0 ^a
Dieta 2	103,3	±0,9 ^a	243,1	±4,5 ^a	22,2	±0,1 ^a	28,9	±0,1 ^a	9,4	±0,2 ^a	10,1	±0,1 ^a
Dieta 3	101,8	±2,7 ^a	230,6	±6,5 ^a	22,2	±0,3 ^a	28,3	±0,5 ^a	9,3	±0,2 ^a	10,1	±0,3 ^a
Dieta 4	103,3	±2,2 ^a	237,4	±6,2 ^a	22,3	±0,1 ^a	28,9	±0,0 ^a	9,3	±0,1 ^a	9,9	±0,2 ^a

Durante el desarrollo del ensayo se midió la mortalidad de los estanques en forma diaria, el promedio para todo el grupo fue de un 0,2% por día y las causas de la mortalidad fueron por desadaptación y/o daño mecánico, solo se registró la pérdida total del estanque 1 correspondiente a la Dieta 1 producto de una falla humana en el control del caudal de agua de entrada, por lo que dicho estanque no fue considerado en los análisis posteriores. En la Figura 1, se muestra que a pesar de descontar el estanque donde murieron todos los peces de la Dieta 1, se obtienen diferencias significativas entre la dieta 4 y la dieta 1.

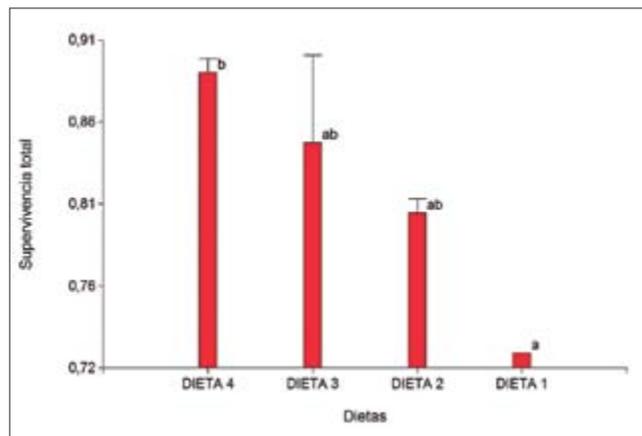


Figura 1. Supervivencia total por cada grupo de peces alimentados.

En términos de crecimiento, se midió la tasa instantánea de crecimiento en peso diaria (SGR por sus siglas en inglés) y no se obtuvieron diferencias significativas, sin embargo la tendencia indica que la Dieta 3 fue la que menos creció (Fig. 2A), lo anterior se reforzó al analizar el crecimiento de los grupos a través de

la tasa de crecimiento en longitud por cada unidad de temperatura (CUT), donde se obtuvieron diferencias significativas entre la Dieta 3 y las Dietas 1 y 2 (Fig. 2B).

La tasa de alimentación fue realizada a saciedad aparente y se analizó el alimento suministrado diariamente con respecto a la biomasa inicial y no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los grupos analizados (Fig. 3a), pero sí se encontraron diferencias ($p > 0,05$), cuando se analizó el nivel de alimento recuperado diariamente, siendo los estanques correspondientes a la Dieta 1 en la que más se recuperó alimento no consumido (Fig. 3b). Además, se puede inferir que la Dieta 1 fue la que más alimento dejó de consumir.

La tasa de alimentación efectiva (alimento suministrado menos el alimento recuperado), no tuvo diferencias significativas entre los grupos estudiados ($p > 0,05$), tal como se puede apreciar en la Figura 4a, sin embargo se aprecia una tendencia a que la Dieta 4 tenga el menor valor, debido a que fue el grupo que más incremento de biomasa tuvo y al mismo tiempo fue uno de los grupos con menor pérdida de alimento (alimento recuperado). Lo anterior se condice con el factor de conversión del alimento que en términos generales fue de $2 \pm 0,3$ y tuvo una tendencia menor en el grupo alimentado con la Dieta 4 ($1,7 \pm 0,1$), pero sin expresar diferencias significativas ($p > 0,05$), como se muestra en la Figura 4b.

Expresión Génica

Las dietas experimentales afectaron de forma diferencial la expresión de los genes de interés en las distintas matrices eva-

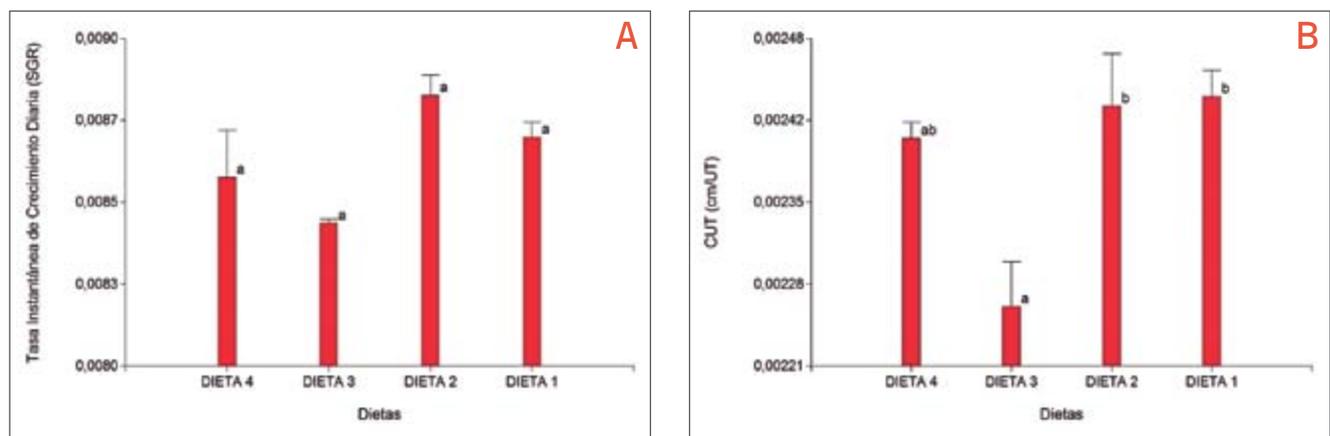


Figura 2. (A) Tasa Instantánea de crecimiento en peso por día. (B) Crecimiento por unidad térmica en longitud.

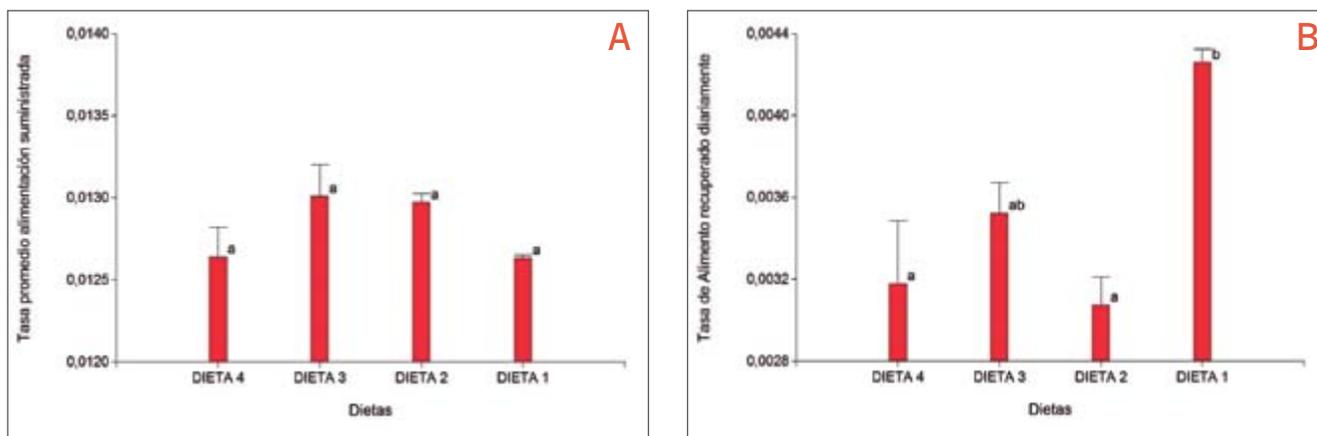


Figura 3. (A) Tasa promedio de alimento suministrado diariamente. (B) Tasa de alimento recuperado diariamente.

luadas. En el caso del riñón, solo se observó una disminución en la cantidad de RNA mensajero en el gen que codifica para sintasa inducible de óxido nítrico *iNos*. La proteína codificada por este gen pertenece a una familia de enzimas que participan de la síntesis de óxido nítrico, el cual es una especie reactiva de nitrógeno con variadas funciones biológicas incluyendo actividad antimicrobiana (Fig. 5A). En el hígado se observó un efecto más marcado de las dietas, en términos de la expresión de los genes estudiados. En general se observa un efecto diferente de la Dieta 1 en comparación con el resto de los tratamientos, el *G6pd* es un gen que codifica para una enzima que cataliza la oxidación de glucosa 6 fosfato dependiente de NADP, participando de la generación de NADPH y utilizado en lipogénesis en peces y en el presente trabajo su expresión aumento significativamente en las dietas D2, D3 y D4 comparado con D1 (Fig. 5B). Efecto similar se observó para la expresión de *fas*, gen cuya proteína participa en la síntesis hepática de ácidos grasos (5C). Por otro lado, la expresión de *cpt1*, gen que codifica por una enzima clave en la oxidación mitocondrial de ácidos grasos, disminuyó significativamente en las dietas D2, D3, y D4, comparada con los niveles de ARNm observados en D1 (Fig. 5D). Para la expresión de genes asociados con la biosíntesis de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga también se observó un efecto significativo de las dietas experimentales. En el caso de los niveles de transcritos de *evol5a* y *evol12*, ambos asociados con el proceso de elongación

de cadena en la síntesis de ácidos grasos, se observan promedios significativamente mayores en las dietas D2, D3 y D4 en relación a D1 para *evol5a* y para las dietas D3 y D4, para *evol12* en comparación con la dieta D1 (Fig. 5E). De manera similar, el gen que codifica para enzimas que participan en la desaturación de las cadenas de ácidos grasos, *fadsd5*, aumentó sus niveles de expresión hepática cuando los peces fueron alimentados con las dietas D2, D3, y D4 en comparación con D1 (Fig. 5F). Por último, a nivel intestinal las dietas también generaron cambios diferenciales en la transcripción de los genes estudiados. En el caso de *apoal4*, gen cuya proteína ha sido descrita en mamíferos como componente importante en la absorción intestinal y transporte de lípidos, los niveles de ARNm aumentaron significativamente en el intestino de peces alimentados con las dietas D2, D3 y D4 en comparación con D1 (Fig. 5G).

Conclusiones preliminares

Aun cuando todos los datos no están procesados, es posible inferir que las dietas con inclusión de aceite de Camelina causan un efecto beneficioso en aspectos productivos, tales como el crecimiento por unidad térmica, supervivencia e incremento en biomasa y en otros, tales como; factor de conversión del alimento, índice de condición y tasa de alimentación presentan una tendencia que a lo menos es igualitaria a la dieta sin aceite de camelina (control, D1).

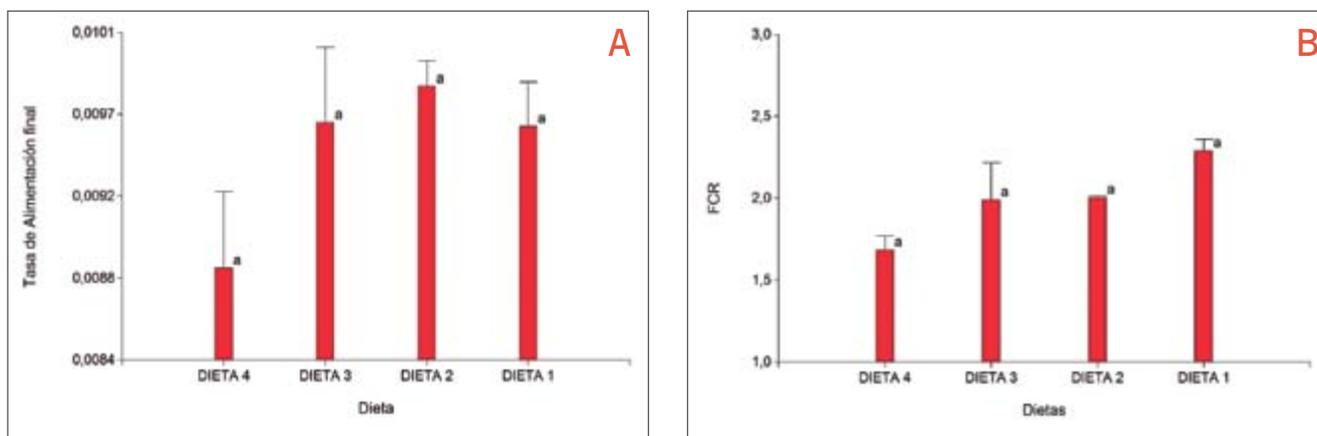
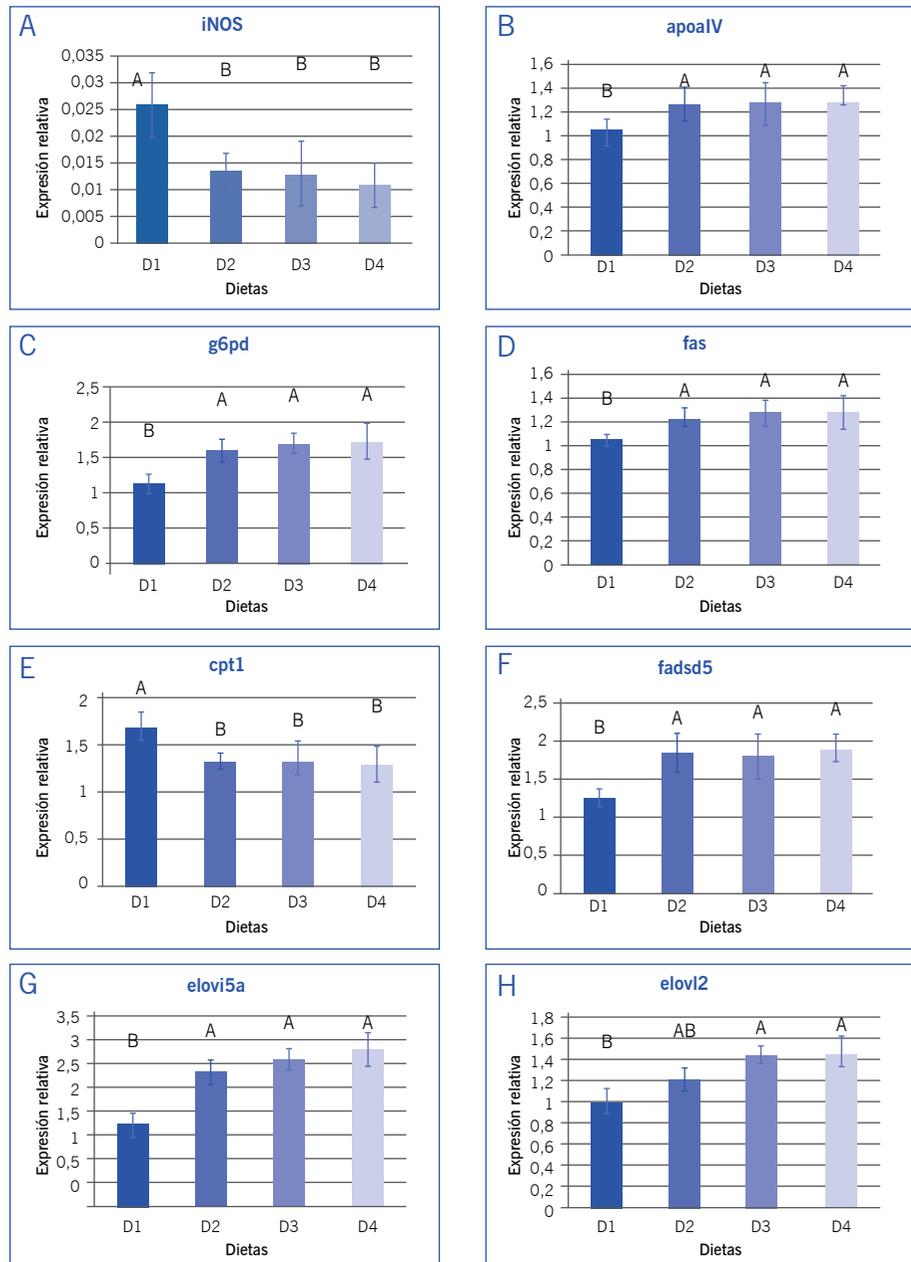


Figura 4. (A) Tasa de alimentación efectiva, expresada como alimento suministrado por cada kilogramo de pez por día. (B) Factor de conversión del alimento.

Figura 5. Expresión relativa de gen de interés en los diferentes órganos (riñón, hígado e intestino), para peces alimentados con las dietas experimentales. Los valores son promedios (n=3), con sus respectivos errores estándar. (A) Riñón, *iNOS* = sintasa inducible de óxido nítrico; (B) Hígado, *G6pd*=glucosa 6 fosfatasa; Hígado, *fas* = sintasa de ácidos grasos; (D) Hígado, *cpt1* = transferasa de carboxil palmitato; (E) Hígado, *elov15a* = elongasa de ácidos grasos de cadena larga 5a; (E') Hígado *elov12* = elongasa de ácidos grasos de cadena larga 2; (F) hígado, *fadsd5* = desaturasa de ácidos grasos delta-5 β ; (G) Intestino, *apoaIV* = apolipoproteína a IV. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$ entre promedios (ANDEVA).

Probablemente, el hecho de presentar mayor balance de los precursores de HUFAS n-3 y n-6 en el aceite de camelina y que se traspa a las dietas (Tabla 1) generan un efecto beneficioso para la elongación y desaturación de HUFAS en el hígado corroborados por la mayor actividad de los genes *elov15a* y *elov12*, sin embargo, se requiere más investigación para afirmar esto, sobre todo en la absorción de nutriente en el intestino y los aspectos asociados a expresión génica.



Referencias

- Bell J.G., McEvoy J., Tocher D., McGhee F., Campbell P.J. & J.R. Sargent. 2001. Replacement of Fish Oil with Rapeseed Oil in Diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Affects Tissue Lipid Compositions and Hepatocyte Fatty Acid Metabolism. American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr. vol. 131 (5) 1535-1543.
- Bell, J.G., Mackinlay, E., Dick, J., Younger, I., Lands, B., & Gilhooly, T. (2011). Using a fingertip whole blood sample for rapid fatty acid measurement: Method validation and correlation with erythrocyte polar lipid compositions in UK subjects. British Journal of Nutrition, 106(9), 1408-1415. doi:10.1017/S0007114511001978
- Folch J., M. Lees & G. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226, 497-509.
- Gu, M., Kortner, T., Penn, M., Hansen, A., & Krogdahl, Å. (2014). Effects of dietary plant meal and soya-saponin supplementation on intestinal and hepatic lipid droplet accumulation and lipoprotein and sterol metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). British Journal of Nutrition, 111(3), 432-444. doi:10.1017/S0007114513002717
- Obour KA, Sintim YH, Obeng E, Jeliakov DV (2015) Oilseed Camelina (*Camelina sativa* L Crantz): Production Systems, Prospects and Challenges in the USA Great Plains. Adv Plants Agric Res 2(2): 00042. DOI: 10.15406/apar.2015.02.00043.
- Official Methods of Analysis. 15th Edition. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Suite 400. 2200 Wilson Boulevard. Arlington, Virginia 22201 USA. 700 pp.
- Sahlmann ., Sutherland B., Kortner T., Koop B., Krogdahl A. and A. Bakke. Early response of gene expression in the distal intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during the development of soybean meal induced enteritis, Fish & Shellfish Immunology, Volume 34, Issue 2, 2013 Pages 599-609, ISSN 1050-4648, https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.11.031.
- Xue X., Hixson ., Hori T., Booman M., Parrish C., Anderson D., Rise M. Atlantic salmon (*Salmo salar*) liver transcriptome response to diets containing Camelina sativa products, Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics, Volume 14, 2015 Pages 1-15, ISSN 1744-117X, https://doi.org/10.1016/j.cbd.2015.01.005.

15 AÑOS DE EXPERIENCIA



En la Industria del Salmón

OFRECEMOS EL MEJOR SERVICIO DE LA INDUSTRIA A TRAVÉS DE:

- Equipo Comercial en la Zona
- Oficinas en Llanquihue
- Asesoría técnica en terreno
- Información oportuna y confiable
- Calidad de Producto



¿QUÉ NOS RESPALDA?

Más de 26 años en la industria del corrugado.
 11 años de experiencia en el servicio de armado en la industria del salmón.
 25 máquinas ya funcionando desde Rancagua a Puerto Natales.
 Alianza estratégica con proveedores extranjeros de máquinas.
 Contamos con un equipo de Ingenieros con experiencia en la industria y a la vanguardia en soluciones de embalajes.

DESDE EL RECICLAJE HASTA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO.



SERVICIO DE **ARMADO** *mecanizado* PARA LA INDUSTRIA



CONTACTO: Juan Rivero K.A.M. jrivero@corrupac.cl Tel: +56 9 8920 8355

Av. La Oración 1285, Pudahuel, Región Metropolitana - F. (+56 -2) 2797 6500 / Oficina Llanquihue F. (+56 -65) 224 2956

• www.corrupac.cl •



6 Congreso

de *oceanografía física, meteorología*
y *clima del Pacífico sur oriental*
en el Arena Puerto Montt, Chile
26 - 29 de Noviembre 2019



- Áreas temáticas:**
- Variabilidad climática y cambio global*
 - Oceanografía física regional*
 - Meteorología regional*
 - Interacción Océano-Atmósfera*
 - Oceanografía de estuarios y zonas costeras*
 - Paleoclima*
 - Olas y Tsunamis*
 - Energías Renovables no convencionales*
 - Acoplamiento físico-biogeoquímico*



Contacto: congreso.doca2019@ulagos.cl

6^o Congreso de Oceanografía Física, Meteorología y Clima del Pacífico Sur Oriental



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS



ACREDITADA 4 AÑOS
Diciembre 2016 - Diciembre 2020
Gestión Institucional
Docencia de Pregrado
Vinculación con el Medio



El Centro i-mar de la Universidad de Los Lagos y el Grupo de Trabajo Dinámica Océano-Atmósfera (DOCA), del Comité Oceanográfico Nacional (CONA) tienen el agrado de invitarlos a participar en el **6to. Congreso de Oceanografía Física, Meteorología y Clima del Pacífico Sur Oriental**, organizado en el Centro de eventos Arena Puerto Montt (<http://www.arenapuertomontt.cl>) del 26 al 29 de Noviembre del 2019.

El Congreso se realizó por primera vez en el 2007 como iniciativa del Grupo de Estudio de la Dinámica Océano-Atmósfera del CONA (<http://www.cona.cl>) y se ha realizado cada 2 años con el auspicio de las principales Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y Empresas del área. La página web se encuentra disponible en <https://ofmc2019.squarespace.com> y estará siendo actualizada periódicamente.

Durante los días del evento se realizarán un conjunto de actividades de Divulgación y difusión de la ciencia, así como por científicos vinculados con las artes. Los espacios destinados para estos fines serán el Centro de eventos Arena Puerto Montt y el teatro Diego Rivera ubicado en la zona centro de la ciudad de Puerto Montt.

Como en ediciones anteriores, al mismo tiempo que funciona el congreso se organizará una Feria Tecnológica donde se exponen los instrumentos y tecnologías nuevas disponibles para estudios oceanográficos y meteorológicos, a cargo de un conjunto de empresa nacionales y representantes de prestigiosas marcas internacionales.

En esta edición esperamos la participación de aproximadamente 200 personas, entre académicos, investigadores, profesionales,

técnicos, y estudiantes de pre y post grado. Además, contaremos con la presencia de importantes expertos internacionales como conferencistas invitados:

▶ **Dr. René Gareaud (Apertura).**

Universidad de Chile.

▶ **Dr. Susan Allen.**

Universidad de British Columbia, Canadá.

▶ **Dr. Alexander Horner.**

Universidad de Washington, USA.

▶ **Dr. Ted Strub.**

Universidad de Oregon, USA.

▶ **Dr. Beatriz Reguel.**

Instituto Español de Oceanografía, España.

▶ **Dr. Martin Ralph.** Scripps Institution of Oceanography, Universidad California, USA.

▶ **Dr. Borja Aguiar González.**

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

Para este congreso el Centro de eventos Arena Puerto Montt dispondrá de un número limitado de Stands de 2 x 2 metros. El congreso ofrece dos modalidades de auspicio:

Valor \$800.000, incluye: un Stand durante toda la duración del Congreso (2 x 2 metros). 2 Inscripciones liberadas a todos los eventos académicos y sociales del Congreso (se excluye la cena) y El material que se exhibe en el stand y el costo del personal que lo atiende es de responsabilidad y cargo del auspiciador.

Valor \$1.000.000, incluye: Todos los anteriores y adicionando, logo en el material impreso del Congreso (se excluye el bolso), logo en pendón del Congreso, logo en el libro de resúmenes (digital) del Congreso, Logo en la página web del Congreso enlazado a su página institucional, logo en las redes sociales del Congreso.

ACTIVIDADES	FECHA
Primera convocatoria	
Apertura de inscripciones	3 Mayo 2019
Recepción de resúmenes	
Segunda convocatoria	7 Julio 2019
Tercera convocatoria	
Cierre recepción resúmenes	6 Septiembre 2019
Cuarta convocatoria - Extensión de resúmenes	30 Septiembre 2019
Proceso de evaluación de resúmenes	1-15 Octubre 2019
Instalaciones Stands Feria tecnológica, vinculación con el medio y arte-ciencia	25 Noviembre 2019
Desarrollo del Congreso	26-29 Noviembre 2019

PARTICIPANTES	PLAZOS DE PAGOS DE INSCRIPCIONES		
	Hasta 1 Junio 2019	Hasta 31 Julio 2019	Hasta 26 Noviembre 2019
Profesionales y académicos	\$100.000	\$110.000	\$120.000
Estudiante de Postgrado	\$50.000	\$55.000	\$60.000
Estudiante de Pre-grado	\$30.000	\$35.000	\$40.000



Dr. Iván Pérez-Santos



congreso.doca2019@ulagos.cl



www.ofmc2019.squarespace.com



ofmc2019

Estimación de capturas permisibles de jurel En el pacífico sur oriental



Eleuterio Yáñez R.¹ & Antonio Aranís R.²

¹Profesor Titular Pontificia Universidad Católica Valparaíso
eleuterio.yanez@pucv.cl

²Investigador Instituto de Fomento Pesquero
antonio.aranis@ifop.cl

Se analiza la pesquería de jurel (*Trachurus murphyi*) desarrollada en el Pacífico Sur Oriental (PSO), considerando la hipótesis de una sola unidad de stock. Para tal efecto se toman en cuenta la captura total (C) realizada por diferentes países en el Pacífico Sur Oriental (PSO); el índice de abundancia captura por unidad de esfuerzo de pesca estándar (CPUE) de la flota industrial de la zona centro-sur de Chile; el esfuerzo total de pesca estándar ($E = C/CPUE$); y la temperatura superficial del mar (TSM) promedio de la zona comprendida entre los 32° - 42° S y 71° - 80° W. Cabe hacer notar que las capturas anuales de la flota chilena industrial de la zona-centro sur del país (1983-2018), registradas por el Instituto de Fomento Pesquero, son representativas de las capturas realizadas en el PSO, con el 59% del total y una relación lineal ($y = 0,6973 x - 244,780$) con un alto grado de ajuste ($R^2 = 0,86$). En el análisis se usan redes neuronales artificiales (RNA) del tipo perceptrón multicapa, ampliamente utilizadas en ciencia pesquera (Suryanarayana, 2008) y modelos de producción que consideran la variabilidad ambiental (CLIM-PROD; Fréon & Yáñez., 1995). Adicionalmente se considera una corrección en las capturas anuales de jurel de 1998-2001 y tal como lo expresamos en su oportunidad, de confirmarse estas correcciones habría que revisar las evaluaciones de stock de este recurso, dado que podrían afectar los cálculos de CTP, como lo veremos más adelante.

En la aplicación de RNAs se descartan variables correlacio-

nadas y de menor peso, determinando finalmente como variables de entrada la TSM registrada con satélites NOAA y el E (ambas con desfases en el tiempo), de acuerdo con lo planteado por Yáñez et al. (2016). Este trabajo presenta una actualización del ajuste de los modelos presentados por dichos autores, entrenados y validados con datos mensuales, seleccionados en forma aleatoria del período 1973-2018. Finalmente, el modelo seleccionado presenta una varianza explicada de 79% y un error estándar de predicción del 50%, indicando un cierto grado de dispersión. Así, las capturas mensuales de jurel pueden ser explicadas con el esfuerzo de pesca del mes ($E_{(t-0)}$) y de meses anteriores ($E_{(t-36)}$ y $E_{(t-12)}$), y de tres TSM desfasadas (TSM-NOAA $_{(t-50)}$, TSM-NOAA $_{(t-18)}$ y TSM-NOAA $_{(t-14)}$).



Estos resultados, consistentes con los publicados por los autores previamente mencionados y por Naranjo et al. (2015), muestran como las capturas del jurel pueden ser explicadas entonces por el esfuerzo de pesca (del mes y de meses previos) y de las condiciones ambientales en la zona de pesca (de meses previos), variables que afectan la abundancia y probablemente también la disponibilidad del recurso. Con este modelo de RNA y una proyección temporal de la TSM regionalizada para el área de estudio, que considera el escenario A2 del cambio climático (Yáñez et al., 2016), se simulan los desembarques mensuales de jurel para el año 2019, estimando luego una captura anual permisible de 606.192 toneladas para esas condiciones ambiente-

pesca. Con el mismo modelo, pero ajustado sin considerar las correcciones de las capturas chilenas del período 1998-2001, se obtiene una varianza explicada de 58% y una dispersión del 67% en la validación del modelo, con el cual se estima una captura total permisible de 481.656 toneladas.

Por otra parte, para la pesquería desarrollada en el período 1983-2018, se ajusta y valida el siguiente modelo de producción, mostrando la influencia del esfuerzo de pesca:

$$CPUE = (a e^{-bE})$$

$R^2 = 0,53$; R^2 Jackknife = 0,45; y $k = 5$ clases significativas en las capturas, consideradas en el recalcular del esfuerzo de pesca promedio del año.

Sin embargo, también se ajusta y valida el siguiente modelo que muestra la influencia del ambiente:

$$CPUE = -a + b \text{ TSM-NOAA}$$

$R^2 = 0,60$; R^2 Jackknife = 0,54; $k = 5$; R (reclutamiento) = 2 años, el cual es afectado por el ambiente (Espindola *et al.*, 2016).

Finalmente, al considerar ambas variables explicativas se logra el siguiente modelo CLIMPROD:

$$CPUE = (-a + b \text{ TSM-NOAA}) e^{-cE}$$

$R^2 = 0,82$; R^2 Jackknife = 0,765; $k = 5$; $R = 2$ años; con el ambiente afectando la abundancia, principalmente entre 0 y 2 años; aunque también es altamente probable un efecto del ambiente sobre la disponibilidad (Yáñez *et al.*, 2016).

Cabe señalar que durante el 2016-2017 se desarrolló un fuerte fenómeno El Niño, al igual que el de 1997-1998, eventos que aumentarían la disponibilidad y por ende la CPUE, y no necesariamente la abundancia del recurso. Luego, con el modelo CLIMPROD se estimó, considerando la TSM-NOAA promedio del período 1999-2015 y el esfuerzo de pesca promedio de 2017-2018, una captura permisible de 671.609 toneladas para esas condiciones ambiente-pesca. Si utilizamos el modelo de la misma manera, pero sin considerar las correcciones de las capturas de Chile, obtenemos un ajuste de $R^2 = 0,76$ y R^2 Jackknife = 0,69, y una captura total permisible de 617.073 toneladas.

Estamos considerando entonces una disminución de la TSM, lo que se aprecia ligeramente al comparar el promedio anual de 2016 (13,89°C), con el promedio de 2018 (13,5°C); aunque estos valores son asociados a un fenómeno "El Niño". En tanto que el período 1983-1998, con un promedio anual de 13,71°C, se asocia también a un régimen cálido de más largo plazo. Cabe considerar que antes de 1999 las TSM señalan un período más cálido con capturas bastante más altas, en relación con las TSM y las capturas posteriores, indicando tal vez un cambio de régimen. Cabe señalar que el Comité Científico de la OROP del Pacífico Sur recomendó para el 2019 una captura total permisible de 591.000 toneladas, favoreciendo la recuperación del recurso.

Finalmente cabe recordar que este recurso implicó capturas cercanas a los 4,4 millones de toneladas en Chile (y 4,9 toneladas en el PSO) en 1995, las que cayeron a cerca de 300 mil toneladas en Chile (y a cerca de 400 mil toneladas en el PSO) en los últimos años. ¿Cómo entender esta dramática caída en las capturas de jurel?

Referencias

Espindola, F., J.C. Quiroz, R. Wiff & E. Yáñez. 2016. Incorporating sea surface temperature into stock-recruitment relationship: Application to jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off Chile. Revista de Biología Marina & Oceanografía. Vol. 51 (1): 137-145.

Fréon, P. & E. Yáñez. 1995. Influencia del medio ambiente en evaluación de stock: una aproximación con modelos globales de producción. Invest. Mar., Valparaíso, 23: 25-47.

Laura L, F. Plaza, E. Yáñez, M. Á. Barbieri & F. Sánchez. 2015. Forecasting of jack mackerel landings in central-southern Chile through neural networks. Fisheries Oceanography, Vol. 24 (3): 219-228.

Suryanarayana, I., Braibanti, A., Sambasiva Rao, R., Ramam, V. A., Sudarsan, D., & Nageswara Rao, G. 2008. Neural networks in fisheries research. Fisheries Research, 92(2-3), 115-139.

Yáñez, E., F. Plaza, C. Silva, F. Sánchez, M.A. Barbieri & A. Aranís. 2016. Pelagic resources landings in central-southern Chile under the A2 climate change scenario. Ocean Dynamics, Vol. 66, Issue 10: 1333-1351.

Yáñez, E., C. Silva, M.Á. Barbieri, L. Soto, G. San Martín, P. Muck, J. Letelier, F. Sánchez, G. Böhm, A. Aranís, A. Parés & F. Plaza. 2016. Sistema de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático. Informe Final Proyecto FONDEF D1111137, CONICYT, 46 pp. + Anexos.



Problemas actuales y desafíos en el cultivo del pelillo en la Región de Los Lagos



Marcela Avila, Gesica Aroca, Ricardo Riquelme, Constanza de Zarate y Daniel Rodríguez
Instituto de Ciencia y Tecnología. Universidad Arturo Prat, Ejército 443, Puerto Montt



El cultivo de pelillo, desarrollado comercialmente en el sur de Chile, desde los años 80, no ha estado exento de problemas en su producción. En forma similar a la producción agrícola, los cultivos de algas han sido afectados por especies epífitas, reduciendo la calidad e impactando el precio del alga pagado a pescadores artesanales cultivadores y recolectores de orilla. La presencia de algas epífitas tipo pestes es un fenómeno recurrente y estacional que se presenta en los meses de primavera y verano en forma coincidente con el periodo de crecimiento y cosecha del pelillo.

El presente estudio, financiado por el Fondo de Investigación pesquera y de acuicultura, tuvo como objetivo determinar los factores ecosistémicos y antrópicos que inciden en el aumento de la biomasa de *Rhizoclonium spp.* y desarrollar un programa de monitoreo y control de esta especie, en los sectores estuarinos de Pudeto y Maullín en la Región de Los Lagos. Este artículo muestra una parte de los resultados obtenidos durante el periodo de estudio realizado entre los años 2017 y 2018.

Los sectores estudiados fueron caracterizados socioculturalmente y corresponden a comunidades de grupos familiares de cultivadores de pelillo, que se asentaron a lo largo de la ribera de los respectivos ríos, durante la década de 1970, cuando la extracción del alga se efectuaba desde praderas naturales. Los habitantes que comenzaron a poblar las riberas de los ríos provenían de distintas localidades urbanas y rurales de Chile. Las condiciones de habitabilidad en general, de estas personas, en ese entonces era muy precaria. Más tarde durante la década de 1980, los pobladores establecidos se organizaron en sindicatos con la finalidad de obtener concesiones de acuicultura para producir pelillo, tanto en el río Maullín como en el río Pudeto. Paralelamente a este proceso, personas naturales solicitaron concesiones de acuicultura de distinto tamaño en ambos ríos con la misma finalidad.

En el río Maullín, se distribuyen concesiones muy pequeñas, que alcanzan un tamaño de 0,3 Há denominadas "parcelas". Desde los inicios de la década de 1990, hasta el día de hoy,

junto con la consolidación organizacional y el inicio del mejoramiento progresivo de las condiciones de habitabilidad de las comunidades de cultivadores de algas, comienza un proceso de aprendizaje, mediante el ensayo y el error, de las tecnologías del cultivo del pelillo y de la gestión de la comercialización del alga. Actualmente en el río Maullín, hay cerca de 357 pequeños cultivadores y 23 organizaciones que se dedican a esta actividad, mientras en el río Pudeto, hay 16 organizaciones que producen pelillo. Se estima que un total de 1.200 personas se dedican a esta actividad en ambos estuarios y hoy viven una situación muy difícil debido a que el alga tiene un valor comercial muy bajo, esto se suma a que durante los últimos 5 años se ha registrado en forma recurrente la presencia de mareas verdes que afectan la productividad y calidad del pelillo.

Para el estudio biológico y oceanográfico se realizaron muestreos estacionales en ambos sectores estableciendo una red de puntos de muestreo por separado (Fig. 1).

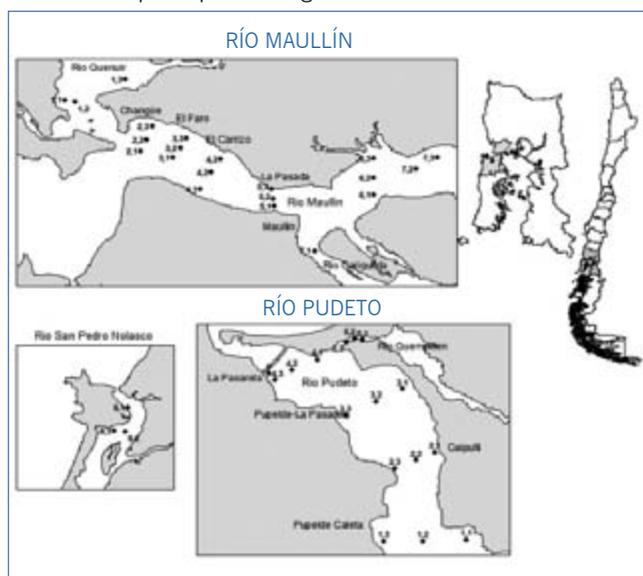


Figura 1. Área de muestreo del estudio: río Maullín y río Pudeto, Región de Los Lagos. Los puntos marcan las estaciones de muestreo.

Durante el periodo de muestreo se identificaron especies de algas rojas, verdes y microalgas, que ocurren en el cultivo del pelillo principalmente en la época de primavera y verano. El reconocimiento de las especies permitió establecer que algunas crecen adheridas al pelillo o forman masas flotantes que afectan el crecimiento de los cultivos de pelillo (Fig. 2). Otras especies llegan al sector de los cultivos por efecto de mareas (Fig. 3). También hay algas microscópicas que pueden afectar la calidad del pelillo como las diatomeas de la especie *Melosira moniliformis* (Fig. 4), microalga dominante que forma cadenas, generando un barro negro que cubre los talos de pelillo. Las algas más importantes que afectaron los cultivos de pelillo en el periodo de estudio fueron las algas verdes (Fig. 5), las cuales generan proliferaciones de “mareas verdes” (*U. compressa*), similares a fenómenos que se han descrito en otras latitudes. Estas constituyen una plaga que disminuye la productividad de los cultivos y la calidad del pelillo.

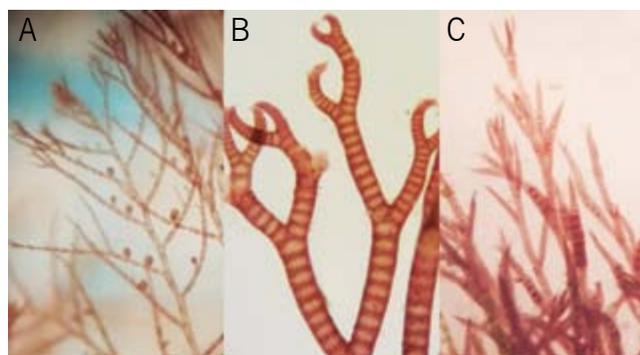


Figura 2. Macroalgas rojas: A) *Callithamnion* sp. B) *Ceramium virgatum*. C) *Polysiphonia* sp.

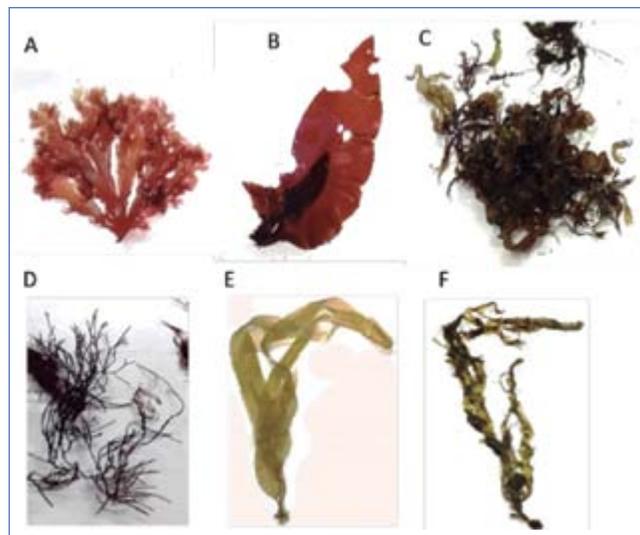


Figura 3. Macroalgas acompañantes: A) *Callophyllis variegata*. B) *Sarcothalia crispata*. C) *Grateloupia* sp. D) *Asterofilopsis disciplinalis*. E) *Macrocystis pyrifera* (juvenil). F) *Desmarestia* sp.

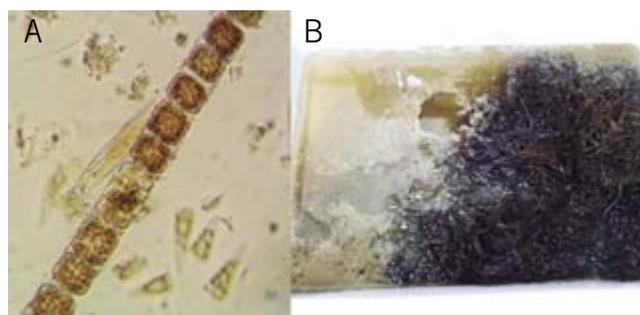


Figura 4. Microalgas : A) Cadenas de *Melosira moniliformis*. B) Barro de diatomeas sobre filamentos de *A. chilensis*.

Las campañas de muestreo biológico efectuadas en sectores donde se produce el alga pelillo comercialmente en los ríos Pudeto y Maullín, muestran que en el caso del río Maullín, gran parte de la biomasa de algas se encuentra en el área comprendida por Las Conchillas, Changue, El Faro y El Carrizo con una biomasa promedio de 2,49 kg/m² durante la estación de verano (Fig. 6). En el caso del río Pudeto, gran parte de la biomasa de algas se encuentra en los sectores La Pasarela y Puelde-La Pasarela con una biomasa promedio de 1,9 kg/m lineal durante la estación de verano (Fig. 7). Los niveles de biomasa encontrados



Figura 5. Macroalgas verdes: A) *Ulva* sp. B) *Ulva compressa* (marea verde). C) *Ulva ramulosa*.

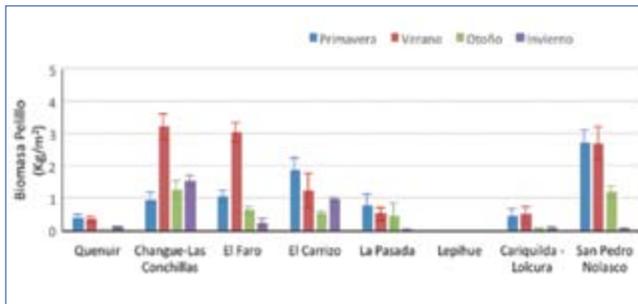


Figura 6. Biomasa promedio (\pm EE) de pelillo de las localidades estudiadas en el río Maullín.

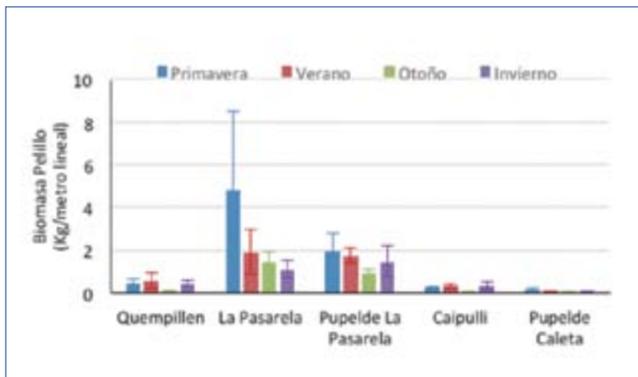


Figura 7. Biomasa promedio (\pm EE) de pelillo de las localidades estudiadas en el río Pudeto.

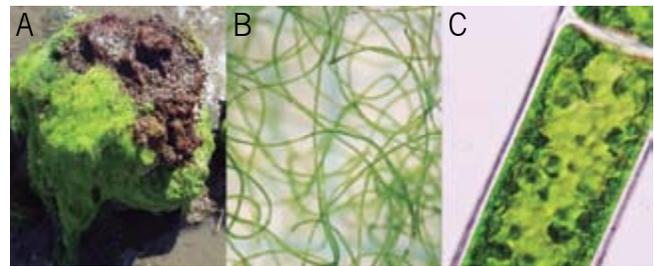


Figura 8. Macroalga verde plaga en río Maullín: A) Vista de filamentos sobre sustratos rocoso del sector Conchillas. B) Filamento uniseriado *Rhizoclonium* sp. C) Detalle de cloroplastos formando red parietal en célula de *Rhizoclonium* sp.

en ambos sectores en la estación de verano son bajos probablemente debido a que no existe interés de mantener y manejar cultivos de pelillo por parte de los cultivadores, debido al bajo precio del alga. En el sector de Pudeto esta situación se agrava debido a la ocurrencia de mareas verdes (*Ulva compressa*) y otras especies detectadas en el verano durante el periodo de estudio.

Durante el estudio se detectó en el río Pudeto una proliferación en primavera y verano de la especie de diatomea *Melosira moniliformis* en las localidades de Pupelde y Quempillén. Se identificó la masiva presencia de la especie *Ulva compressa*, en verano en todos los sectores del río, a excepción de la localidad Pupelde Caleta, sector que está más influenciado por agua dulce. Durante la temporada de verano se presentó la mayor biodiversidad de epífitas, con cargas específicas superiores al 100%, la mayor proliferación se registró en el sector La Pasarela, siendo la especie más importante *Ulva compressa* que alcanzó una carga máxima de 2.238%.

En el sector de Maullín, no se observó proliferación masiva de ninguna especie, solo la presencia esporádica del alga verde *Rhizoclonium* sp. en otoño, la cual había sido reportada en los años 2014 y 2015 como plaga (SUBPESCA, 2015). Sin embargo, registramos su presencia formando una pequeña pradera en forma natural sobre el alga roja *Asterfilopsis furcellata* en el sector de Las Conchillas. *Rhizoclonium* (Fig. 8) se encuentra ocupando una extensión de 0,5 Ha, con una cobertura entre 0 y 24% y un valor máximo de carga de epífita de 4,2%.



Los muestreos oceanográficos efectuados en estaciones con influencia marina, estaciones intermedias y estación con mayor influencia de agua dulce, en ambos estuarios, muestran que las condiciones ecológicas y fisicoquímicas son trascendentales para el desarrollo de las actividades productivas de cultivo de algas. En estos ambientes, se desarrollan múltiples actividades productivas a lo largo de toda la cuenca, por lo que la complejidad de ellos repercute de una u otra forma en las actividades de cultivo de pelillo desarrollado en la zona de desembocaduras de estos ríos con mayor influencia de agua marina. Estudios anteriores han descrito la dinámica de condiciones oceanográficas para los ríos Maullín y Pudeto (Cade-Idepe 2004; GHD 2013) que contribuyen al conocimiento de estos estuarios. En el río Maullín, se encontró que hay variaciones de temperatura entre ciclos de marea, observándose aguas de menor temperatura durante la llenante. Esta también varió estacionalmente siendo la mínima 9° C en la campaña de invierno de 2018 y la máxima en verano de 18° C en 2018. Los niveles de oxígeno disueltos fueron consistentes y homogéneos durante las 4 campañas realizadas y corresponderían a un agua de buena calidad (> 7,5 mg/L). Las concentraciones de fósforo total en sedimento, sobrepasan el límite (600 mg P/kg) según normas de referencia para la calidad de sedimentos descrito en Informe GHD (2013).

Para el río Pudeto, las temperaturas reportadas durante las 4 campañas presentan una leve variación entre ciclos de marea. Los valores de temperatura en primavera oscilan entre 17° C y 19,7° C, mientras que en verano varían entre 12,6° C y 20,3° C. Los niveles de oxígeno disueltos son consistentes y homogéneos, no se observa mayor diferencia entre ciclo de marea vaciante y ciclo de marea llenante y según profundidad, para los diferentes muestreos, con excepción de la época de verano que presenta un valor mínimo de 7,8 mg/L y una concentración máxima de 12,7 mg/L. Los valores de nitrato en columna de agua en primavera se encuentran bajo el límite de detección de los 200 µg/L, para todas las estaciones en ambos ciclos.

Referencias

Cade-Idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Maullín. Estudio solicitado por la Dirección General de Aguas 8DGA). 83 pp.

GHD. 2013. Evaluación de problemas ambientales que afectan la producción del alga *Gracilaria chilensis* en la Región de Los Lagos. Informe Final. 187pp.

Guillemin M.L., Faugeron S., Destombe C., Viard F., Correa J.A. & M. Valero. 2008. Genetic variation in wild and cultivated populations of the haploid-diploid red alga *Gracilaria chilensis*: How farming practices favor asexual reproduction and heterozygosity. *Evolution* 62-6: 1500–1519.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2015. Declaración de área plaga de especies pertenecientes al género *Rhizoclonium spp.* en cuerpos de agua que señalan, en materia de acuicultura. R. Ex. N° 1346-2015

Valero M., Guillemin M.L.; Destombe C. Jacquemin B., Gachon C.M.M., Badis Y., Buschmann A.H., Camus C., & S. Faugeron. 2017. Perspectives on domestication research for sustainable seaweed aquaculture. *Perspectives in Phycology*. <https://doi.org/10.1127/pip/2017/0066>.

Desafíos

- Sin duda la situación del cultivo de pelillo en los estuarios de Pudeto y Maullín atraviesa un momento difícil debido por una parte al bajo precio del alga durante los últimos años y por otra por la recurrente ocurrencia de pestes de especies de algas verdes y microalgas.
- El proceso de domesticación para la producción a nivel industrial de *A. chilensis* en nuestro país, ha generado metodologías de cultivo centradas casi exclusivamente en su propagación vegetativa a través de una multiplicación clonal con la consecuente reducción de la diversidad genética (Guillemin *et al.*, 2008).
- Algunas de las consecuencias a las cuales se enfrenta el recurso hoy en día corresponde a la baja reproducción sexual y susceptibilidad de ser infectados por epifitas y pestes en forma masiva, situación que se potencia con los cambios climáticos a nivel local y global en el ecosistema (Valero *et al.*, 2017)
- Se hace necesario buscar alternativas comerciales de diversificación del uso del pelillo para mejorar las condiciones actuales de los cultivadores.
- Incorporar un programa de monitoreo para establecer medidas preventivas y de manejo que impactan en la calidad del producto final.





Matamos por encargo...

NUESTROS SERVICIOS



CONTROL DE AVES

SANITIZACIONES

DES RATIZACIONES

CAPTURA ANIMAL

TERMO NIEBLA

EQUIPOS ATRAPA INSECTOS

NUESTRO EQUIPO



BUSCANOS EN:

Fono Fax (65) 2 253203 / (65) 2 480625
 Cel. +56 9 6830 1662 / +56 9 6830 1647
 Av. Presidente Ibáñez 352 - Puerto Montt

info@7plagas.cl / www.7plagas.cl



- Temuco
- Valdivia
- Osorno
- Puerto Montt
- Chiloé
- Coyhaique
- Puerto Aysén

Aufiser

Anclajes de Hormigón



"25 AÑOS Certifican
nuestra Calidad"

Nuevos Modelos T20 y T15



CARACTERÍSTICAS:

- Hormigón H-20 (Certificado)
- Armadura interna malla C-92.
- Cánkamos:
 - Levante y Tracción
 - Acero SAE 1045 en 50 mm de diámetro.
- Opcionales Cánkamo:
 - Galvanizado en frío.
 - Galvanizado en caliente
 - Tercer cánkamo de retención.



MAYOR PODER DE AGARRE (HHP)

CASA MATRIZ: RAUCO S/N CHONCHI Fono: (65) 2633021 - (65) 2636969

Planta Trapen (Puerto Montt) Planta Pid (Castro) - www.aufiser.cl

Aufiser

Anclajes de Hormigón



Con más de 25 años de trayectoria, Aufiser es una compañía dedicada al suministro de sistemas de anclaje para la industria acuícola, en este periodo hemos logrado posicionarnos como líderes indiscutidos en el diseño y fabricación de anclajes de hormigón con un 70% de participación en este mercado. Es importante destacar que nuestro slogan “Déjenos sujetar su negocio” es un compromiso inquebrantable de calidad y fidelidad con nuestros clientes, que depositan su confianza en nuestros anclajes.

Cabe destacar que el anclaje de hormigón es el primer eslabón en la estructura del cultivo marino debido a que su función es fijar al fondo toda la infraestructura encargada de contener la producción. Es de suma importancia comprender que un anclaje de hormigón no es una simple pieza de hormigón, es una estructura diseñada (ingenierilmente) y estructurada (materias primas específicas y dosificadas) para confluir en un producto que resista las distintas situaciones del medio en que opera:

- **Posición de caída:** Si el anclaje no cae en posición correcta en el fondo marino o si por alguna circunstancia especial se voltea, debe seguir manteniendo su poder de agarre, de tal forma que siga cumpliendo su función, lo cual no ocurre actualmente con las anclas metálicas que al perder su posición de trabajo pierden exponencialmente su poder de agarre.
- **Tracción ejercida por las jaulas flotantes** que transforman el anclaje en el punto de sujeción de toda la estructura flotante con el fondo marino, por ende en el anclaje confluyen las inmensas fuerzas de tiro resultantes de las unidades de cultivo.
- **Sistema de Cultivo Dinámico:** el anclaje de hormigón es el elemento de fondeo que logra un trabajo dinámico con cada

una de las partes que componen un sistema de cultivo, (Es un sistema de anclaje que permite trabajar dinámicamente con todo el sistema de cultivo).

Es sumamente importante comenzar el proceso analizando el anclaje de hormigón desde su poder de agarre que proporciona en el fondo marino y no por el peso de éste. Debido a los diferentes diseños existentes, se producen diferencias significativas a la hora de evaluar su poder de agarre, este factor es el que debe considerar el cliente, su poder de agarre y no su peso, punto que ha sido nuestra punta de lanza en el desarrollo de mejoras en los anclajes de hormigón.

En el mes de octubre se realizó el lanzamiento oficial de nuestro nuevo anclaje de hormigón T-20 HHP (High Holding Power) y T-15 HHP que revolucionará la industria del fondeo, ya que ofrece un poder de agarre superior al 100%, que las unidades actuales para un mismo tonelaje. Esto es fruto de una experiencia de los de 20 años en construcción de anclajes de hormigón y de un departamento de ingeniería que trabaja constantemente en innovación y en soluciones para nuestros clientes.

¿Qué tipo de anclajes y pesos muertos ofrece actualmente Aufiser para la industria salmonicultora que opera en el sur de Chile? ¿Cuáles son sus características?

Las distintas empresas que componen este rubro poseen distintos requerimientos a la hora de solicitar anclajes, por ende hemos debido adaptarnos a estas necesidades ofreciendo un amplio pool de variantes para un mismo anclaje de hormigón. Pero siempre teniendo como resultado la mayor relación peso/poder de agarre, lo cual ha sido nuestro elemento diferenciador y clave del éxito.

Actualmente nuestros anclajes de hormigón van desde los de 0.5 ton hasta unidades de 30 ton. Con distintas calidades de hormigón y cáncamos según las necesidades específicas del cliente. Disponemos de distintas configuraciones de anclajes de hormigón, según:

Geometría:

Cuña – Trapezoidal – Pirámide Truncada – T 20 (Nuevo)
Número y diámetro del cáncamo en acero SAE 1045

¿Cómo ha evolucionado la fabricación de anclajes y pesos muertos para uso en salmonicultura? ¿Hay avances en la calidad de los materiales y la ingeniería de estos productos? ¿De qué forma?

La fabricación de anclajes ha ido evolucionando de la mano de la industria, los primeros centros que se fundearon contaban con anclajes hechos artesanalmente en playas aledañas. Hoy en día contamos con infraestructura, equipos y personal altamente capacitado en la construcción de anclajes para alcanzar los altos estándares que tenemos en la actualidad.

Las materias primas son similares a la de los inicios, se ha mejorado la calidad de estas y se han desarrollado mejores tecnologías en la dosificación y principalmente en la producción. Todo esto para alcanzar los niveles de dureza, tracción, compresión y poder de agarre con los que contamos actualmente.

La calidad de los materiales e ingeniería es clave en este proceso porque ha permitido:

- Con similares materias primas se ha logrado estándares que hace 15 años atrás era impensado. Hoy contamos con cemento y áridos seleccionados de cualidades específicas, aceros que cumplen con las necesidades de los cáncamos de fondeo, equipos de última tecnología que dosifican y mezclan homogéneamente; procesos para aumentar la productividad y calidad del producto.



- La ingeniería en el diseño de los anclajes es un punto esencial a la hora de obtener un anclaje con alto poder a agarre (HHP). Si a la geometría y diseño del anclaje se le suma una adecuada mezcla de materia y un proceso de calidad, se obtiene un anclaje de hormigón con los estándares alcanzados en el nuevo modelo T20 y T15.

La salmonicultura está operando centros de cultivo en sitios cada vez más expuestos. En ese sentido, los anclajes y pesos muertos que ustedes ofrecen, ¿deben ser más resistentes o tener características especiales para lugares extremos?

Los anclajes que actualmente ofrecemos han sido desarrollados para cumplir con los altos requerimientos de hoy en cuanto a: Poder de agarre (HHP): 100% más que los actuales anclajes.

Resistencia a la compresión:

Hormigón calidad H20 (Certificado)

Hoy también la salmonicultura se está viendo obligada a situar sus centros de cultivo totalmente dentro del área concesionada. Los pesos muertos que ustedes ofrecen, ¿son más flexibles en el sentido de poder ubicarlos en el lugar exacto o moverlos si es necesario?

Es importante tener presente que desde el punto de vista funcional lo que se espera del anclaje es que tenga un alto poder de agarre y se mantenga realizando su labor bajo distintas y extremas circunstancias. Cuando se habla de un anclaje que tenga flexibilidad en extracción se contraponen a la función principal de este, si un anclaje es flexible para moverlo significa que tiene una facilidad de extracción por consecuencia se tendría un anclaje que fácilmente pierde su poder de agarre exponiendo a todo el centro de cultivo a la falla de sus unidades de agarre, esto se ve reflejado actualmente en las anclas. De ser solicitado por el cliente se puede añadir un tercer cáncamo al anclaje lo cual facilita la maniobra de extracción. Para realizar esto se requiere una nave que tenga un winche con capacidad de levante y una adecuada realización de esta maniobra.



Una década de reproducción en cautiverio del esturión blanco

A diez años de un hito para la acuicultura sureña



Oscar Mora,
 Director Unidad de Producción Acuícola
 ULAGOS



Por más de una década, la Universidad de los Lagos en su Unidad de Producción de Acuicultura (UPA), ha desarrollado la reproducción y engorda de esturión Blanco (*Acipenser transmontanus*) y Siberiano (*Acipenser baeri*) para la producción de caviar en el sur Chile, proyecto que ha tenido el apoyo constante del rector de la ULA y de las autoridades sectoriales (Subpesca-Senapesca), ya que representa una de las iniciativas para contribuir a la diversificación de la acuicultura.

Entre los principales hitos logrados por los investigadores de la UPA a cargo del proyecto, Oscar González, Oscar Mora y Mauricio Pineda está el manejo de fotoperiodo y temperatura sobre la maduración de reproductores de ambas especies, lo que ha permitido disponer de gametos viables en diferentes épocas del año y se han identificado como operan los mecanismos fisiológicos en la atresia de huevos y desarrollo de la ovulación. También se han desarrollado y evaluado protocolos para la

inducción hormonal al desove de machos y hembras, obtención de huevos sin sacrificio de las hembras y tecnologías para la incubación de huevos y cultivo larvario. El desarrollo de nuevos protocolos de alimentación con dietas vivas junto con el desarrollo de nuevas dietas inertes micro encapsuladas han permitido la producción eficiente de juveniles

La producción de caviar es uno de los objetivos fundamentales del proyecto, no obstante este proceso no ha sido desprovisto de dificultades. Si bien se han desarrollado los protocolos de maduración de huevos para la producción de juveniles, la producción de caviar también involucra maduración de ovocitos, pero con protocolos completamente diferentes, ya que el producto final que se busca posee características distintas. En este contexto, con la colaboración de expertos norte americanos en producción de caviar, se desarrollaron protocolos en base a temperatura, alimentación y fotoperiodo para la producción de caviar en ambas especies y se desarrollaron los procedimientos de procesamiento para la obtención de caviar de buena calidad. El caviar producido con estos protocolos ha sido testeado y comparado con caviar producido en USA y Europa del Este por importantes chef norte americanos, mexicanos y europeos, quienes han catalogado el caviar producido por la Universidad en una calidad Premium.

Todo lo anterior ha permitido a la Universidad de los Lagos crear un know how sólido en torno la producción de juveniles, engorda y producción de caviar de esturión blanco y siberiano que la posicionan como líder en el cultivo de estas especies en Chile.



CienciaUlagos:

Redes Territoriales de Investigación



Una nueva forma de vincular nuestra Ciencia

La Universidad de Los Lagos, mediante la investigación científico-tecnológica, se inserta hoy en los grandes desafíos de la región y del país.

Para la Universidad de Los Lagos el conocimiento científico es la base para dar sustento a las políticas públicas, entregando legitimidad a las decisiones que marcarán el destino de todos los ciudadanos de este territorio.

Por esto, queremos contribuir al avance de la región con aportes concretos para sus problemáticas productivas, ecológicas, sociales y públicas; fortaleciendo de esta manera la regionalización, al descentralizar el quehacer investigativo.

Buscamos producir una verdadera revolución científica regional, vinculando el trabajo de nuestros investigadores, con los diversos sectores de nuestro ecosistema socioecológico y productivo.

Se hace cada vez más imperante la necesidad de ahondar en el conocimiento y las temáticas locales, integrando en el proceso a todos los actores sociales, económicos, culturales, productivos y académicos. Para esto ofrecemos a nuestra Universidad como una plataforma generadora y articuladora del conocimiento, pensamiento e investigación, al servicio y en colaboración con la comunidad.

Nuestro objetivo es cultivar el conocimiento científico-tecnológico desde nuestra región, tendiendo puentes entre el mundo académico, público y privado; para la co-creación de una investigación básica y aplicada que sea pertinente, con sentido y de calidad. Levantemos nuestra región desde la investigación y la ciencia, transformando, conservando y desarrollando nuestro territorio para las siguientes generaciones.

Áreas Prioritarias de Investigación

La Universidad ha definido en una primera etapa, cuatro Áreas Prioritarias de Investigación (API), con investigadores de alto nivel, cuyas líneas de investigación y redes nacionales e internacionales, se enfocan en problemáticas pertinentes territorialmente.

La primera es “Sistema Agroalimentario Sustentable, Cambio Climático y Biodiversidad”; la cual aborda los desafíos del cambio climático, la sustentabilidad, la mitigación y la producción amigable con el entorno natural; como también la asociatividad entre los productores, el reimpulso del cooperativismo y la revaloración de la agricultura familiar campesina.

Durante el año que ha operado esta API, se destacan las investigaciones “Edición Génica de Ballica Perenne, para mejorar su resistencia al Stress Hídrico”, desarrollada por el doctor Ivan

Valic; el inédito diagnóstico realizado al agua potable rural en la provincia de Osorno, liderado por la doctora Norka Fuentes; y la relevante presencia de la Universidad en el Octavo Chilelacteo, desarrollado en la ciudad de Osorno.

La segunda API, “Perturbaciones y Riesgos en Sistemas Socio-Ecológicos Costeros”, busca desarrollar investigación científica y tecnológica, que permita evaluar y cuantificar en forma efectiva los impactos de futuras perturbaciones y potenciales riesgos en sistemas socio-ecológicos costeros del sur de Chile.

Relevamos en esta API la creación de una Red de Cooperación Científica Interdisciplinaria, para el estudio de floraciones algales nocivas, esfuerzo liderado por el doctor Patricio Díaz; la investigación “Marea Roja y capacidad adaptativa en comunidades de pescadores bentónicos, de pequeña escala, en la Región de Los Ríos”, del doctor Andrés Marín; y el “Impacto de las Perturbaciones antrópicas en el cultivo de macroalgas para consumo humano”, investigación del doctor Alejandro Buschmann y de Carolina Cammus.

Mediante la tercera API “Producción Acuícola Sustentable”, la Universidad de Los Lagos toma el desafío de contribuir a la creación de una nueva Acuicultura 2.0, que se haga responsable del complejo ecosistema socioecológico donde se desarrolla.

Las investigaciones más significativas de esta API son “Adaptabilidad Ambiental de Organismos marinos bentónicos”, del doctor Alex González; “Desarrollo de un Sistema Bioelectroquímico, para la remediación de sedimentos marinos, bajo instalaciones de cultivo intensivo de salmones”; del doctor Carlos Aranda; y la investigación del doctor Gonzalo Gajardo, denominada “Desarrollo de Métodos de Monitoreo y Sistemas de Predicción de Floraciones Algas Nocivas, para una acuicultura y pesca sustentables en Chile”.

Y finalmente, la API “Calidad de vida y Bienestar Humano”, tiene como misión el contribuir al bienestar de la población, especialmente de la Región de Los Lagos, a través de la generación de investigación relacionada con el deporte, el ejercicio físico y sus efectos en la mejora del rendimiento deportivo y en los efectos preventivos y terapéuticos que tiene sobre la salud, el bienestar humano y la calidad de vida.

Bajo esta importante API para la región, surgen tres importantes investigaciones: los “Efectos en la Salud de la Contaminación Atmosférica de Osorno”, del doctor Ricardo Fernández; el “Impacto en el Ejercicio Físico en el Tratamiento de las Enfermedades Cardiometabólicas (obesidad, diabetes, hipertensión, entre otras); del doctor Cristián Álvarez, y la tercera denominada “Entrenamiento Físico de Fuerza y su efecto sobre la salud y la composición corporal de Edad Avanzada”, del doctor Rodrigo Ramírez.

Conocimiento científico al servicio de una acuicultura sustentable

En el marco del nuevo Modelo de Investigación ULagos, es fundamental abordar las brechas de conocimiento científico más sensibles para la región. Para ello se han instalado mesas de trabajo con alcaldes de la Provincia de Llanquihue, representantes del gobierno regional y representantes del mundo agrícola, quienes constituyen las Redes Territoriales de Investigación alineadas con las cuatro Áreas Prioritarias de Investigación (API) definidas en este modelo. Desde el martes 4 de junio, se sumó la mesa de trabajo con los distintos rubros que constituyen el sector acuícola.

Participó la industria mitilicultora, salmonera, productores de insumos y servicios de estas y también sectores más tradicionales como los representados por Verónica Flores de la Federación de Algueros Ribera Norte del río Maullín quien comentó que, si bien ellos siembran pelillo todos los años para proveer un buen producto a la industria, no tienen herramientas para medir esta calidad y por lo tanto negociar un precio justo para su producción. Esta es un área vital para ellos, en la que la ULagos podría aportar con conocimiento.

Encabezó esta jornada el Rector Óscar Garrido quien destacó los más de 20 años de historia de la ULagos como formadora de profesionales acuícolas que han contribuido al crecimiento de este sector “Nos estamos comprometiendo a instalar una mesa de trabajo permanente, atendiendo que la acuicultura impacta

significativamente en el producto interno bruto nacional y regional, que es un área en la que la ULagos ha sido pionera y que tenemos que estar a la altura del desafío que nos demanda hoy la conservación de los ecosistemas y el cambio climático.”

Andrés Díaz de Salmones Caleta Bay hizo hincapié en este aspecto “Es una gran oportunidad para aportar con lo que hacemos como industria. Para nosotros es muy importante trabajar temas ambientales, el manejo de residuos, nuestra huella de carbono, manejo de lodos, reciclaje, por mencionar algunos”.

Junto al Rector, participó un destacado grupo de investigadores ULagos vinculados a las ciencias del mar, quienes lideran el Área Prioritaria de Investigación “Producción Acuícola Sustentable”, centros de investigación y otros, desde las cuales se busca dar respuesta a los numerosos desafíos expresados.

Las Redes Territoriales de Investigación ya han comenzado a rendir frutos. De las primeras reuniones realizadas hay tres proyectos comenzando a ejecutarse: “Hacia el control del visón americano en humedales de Llanquihue”, “Evaluación de paisaje urbano y espacio público en la costanera de Puerto Montt” y “Plataforma interactiva para la gestión socio-espacial del cambio climático en municipios costeros de la Región de Los Lagos”.

Natalia Araya, periodista Ulagos



“La Universidad de Los Lagos, se inserta hoy en los grandes desafíos de la región y del país, mediante una investigación con sentido, pertinente y de calidad. Para esto, el programa Ciencia Ulagos - Redes Territoriales de Investigación, ha definido cuatro Áreas Prioritarias de Investigación, las que nacen de las capacidades instaladas de la Universidad, para hacerse cargo de los desafíos socioecológicos y productivos de la región”.

Más información en investigacion.ulagos.cl



opción[®] comunicaciones

REVISTA TÉCNICA
SEMESTRAL



AGENDAS TÉCNICAS
CORPORATIVAS



CUADERNOS
CORPORATIVOS



CALENDARIOS
DE ESCRITORIO



CONTACTO: +56 9 9443 3504 +56 9 9443 3076

publicidad@opcionaraya.cl

www.opcioncomunicaciones.cl

DOCTORADO EN ACUICULTURA

NUESTROS PROYECTOS



UNIVERSIDAD
DE CHILE



Universidad
Católica del Norte



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

El Doctorado en Acuicultura es un programa conjunto inter-regional (Región Metropolitana, Región de Valparaíso y Región de Coquimbo), que luego de 15 años de funcionamiento se ha consolidado como un programa con impacto nacional e internacional.

Evaluación del rendimiento de *Abarenicola pusilla* como biorremediador de la carga orgánica en efluentes de sistemas de recirculación para acuicultura marina.



Dra. en Acuicultura
Silvia Gómez

La producción de lodo orgánico en los sistemas de recirculación acuícola (SRA), es uno de los principales retos ambientales y logísticos de estos sistemas. Debido a su capacidad de asimilar residuos orgánicos particulados, los poliquetos podrían ser organismos remediadores de lodos acuícola procedentes de la acuicultura intensiva. En función de esto, la Dra. Silvia Gómez estudió el rendimiento de remoción de nutrientes usando *Abarenicola pusilla* (Quatrefages, 1866) alimentado con lodo orgánico de un SRA marino. Los experimentos consistieron en la adición de lodo acuícola a diferentes densidades de *A. pusilla*, durante 45 días. La mayor tasa de eliminación de materia orgánica total, N total y C total se obtuvo con 10% de lodo y 200 organismos m⁻². La asimilación se corroboró con la obtención de aumento significativo ($p < 0,05$) en carbono total (24,75%), carbono orgánico (24,68%) y lípidos (0,65%) en la biomasa de los organismos. La tasa de crecimiento específico más alta alcanzada por *A. pusilla* fue de 3.06 % día⁻¹ con supervivencias de 91.67% de los organismos, indicando que *A. pusilla* puede utilizarse como especie remediadora de lodo acuícola y que además es un candidato potencial para el reciclaje de nutrientes contenidos en lodo acuícola. Estudios adicionales deberían determinar los posibles cambios en el perfil de ácidos grasos de *A. pusilla* para ser utilizado como ingrediente en alimento acuícola.

Caracterización *in vitro* de la morfología filamentososa del virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAV) y su impacto en la virulencia.



Dr. en Acuicultura
Ramón Ramírez
Orellana

Los virus pertenecientes a la familia *Orthomyxoviridae* son patógenos de humanos y animales que han sido extensamente estudiados durante décadas. A pesar de la atención que han suscitado, una de sus características morfológicas más llamativas ha sido pasada por alto. Aunque estos virus, a menudo, se describen como productores de viriones esféricos, las infecciones naturales se caracterizan por la presencia adicional de viriones filamentosos, extremadamente alargados, que pueden alcanzar micras de longitud y cuya función no ha sido debidamente estudiada. Un ejemplo de ello son los virus de la influenza los que producen tanto viriones esféricos y filamentosos *in vitro* e *in vivo*. Dicha característica también ha sido reportada para el virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAV), el cual ha sido descrito como un virus envuelto con morfología esférica, y se han observado partículas filamentosas en muestras de campo. Con el fin de dilucidar lo que ocurre con estas morfologías filamentosas de ISAV, se desarrolló en primer lugar, un procedimiento para concentrar y purificar estas nuevas formas virales desde dos líneas celulares, para poder así, mediante infecciones dirigidas, comparar su potencial infectivo. Nuestros resultados indican claramente que las partículas filamentosas son infectivas *per se* y su expresión se da preferentemente en células de origen epitelial. Con este trabajo estamos iniciando el sistemático estudio de partículas con morfología filamentososa en *Orthomyxovirus*, usando como modelo ISAV, tratando de descifrar el posible rol funcional que ellas tienen en el proceso infectivo natural de esta familia de virus.

Evaluación de resistencia genética específica y conjunta a patógenos *Caligus rogercresseyi* y *Piscirickettsia salmonis* en salmón del Atlántico *Salmo salar*.



Dr. en Acuicultura
Jean Paul Lhorente

Tesis en colaboración entre la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Resumen: La mejora genética de la resistencia a enfermedades es una de las estrategias más poderosas de largo plazo para mejorar el control de patologías, productividad y sustentabilidad de la industria salmonera. En esta línea, el Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS) y la Caligidosis, producida por *Piscirickettsia salmonis* y *Caligus rogercresseyi*, respectivamente, son las enfermedades que más pérdidas económicas genera en la producción de salmón del Atlántico en Chile. Utilizando dos grupos de peces genealogizados, del programa de selección en salmón del Atlántico de Antares S.A. y sobre la base de dos desafíos específicos con peces de 120-275 g, se estudiaron parámetros genéticos que indican la existencia, en términos relativos, de suficiente variación genética aditiva para resistencia a *P. salmonis* ($h^2=0,22-0,25$ mortalidad [vivo/muerto]) y *C. rogercresseyi* ($h^2=0,34$ número de parásitos/pez) para seleccionar por estos rasgos. La correlación genética estimada de ambos rasgos ($r_G: 0,18 \pm 0,24; 0,54 \pm 0,68$), además sugiere que la inclusión de ambas resistencias no genera respuestas correlacionadas incompatibles.

Efecto de mutaciones génicas en la virulencia de *Aeromonas salmonicida* y evaluación de su uso como vacuna viva en trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).



Dra. en Acuicultura
Katherine
Valderrama Rios

La eliminación precisa de genes relacionados con la virulencia se puede utilizar como estrategia para producir vacunas bacterianas atenuadas. Aquí, estudiamos la eliminación de la proteína cíclica-30,50-adenosina receptora de monofosfato (cAMP) (CRP) en *Aeromonas salmonicida*, el agente etiológico de furunculosis en peces marinos y de agua dulce. La proteína CRP es un regulador global conservado, que controla los procesos fisiológicos, como la utilización de azúcar. La eliminación del gen CRP se ha utilizado en vacunas vivas atenuadas para mamíferos, pájaros y peces de aguas cálidas. Aquí, caracterizamos el gen CRP e informamos el efecto de una delección de CRP en aislamientos virulentos y no virulentos de *A. salmonicida*. Descubrimos que *A. salmonicida* CRP no podía utilizar maltosa y otros azúcares y su tiempo de generación fue similar al tipo salvaje. Los desafíos de los peces mostraron que *A. salmonicida* Δ crp es ~ 6 veces atenuado en *Oncorhynchus mykiss* y confirió inmunidad protectora contra el desafío intraperitoneal con el tipo salvaje de *A. salmonicida*. Llegamos a la conclusión de que la eliminación de *A. salmonicida* CRP influye en la utilización de azúcar, invasión celular y virulencia. La eliminación de CRP en *A. salmonicida* podría considerarse como parte de una estrategia efectiva para desarrollar vacunas vivas atenuadas contra la furunculosis.

Efecto de la inclusión dietaria de manano oligosacáridos sobre la microbiota y parámetros productivos del camarón *Penaeus vannamei* en cultivo intensivo en Ecuador.



Dr. en Acuicultura
Oreste Gainza
Roche

Los prebióticos tienen el potencial de incrementar la eficiencia y sostenibilidad de la producción acuícola. Uno de los prebióticos tienen el potencial de incrementar la eficiencia y sostenibilidad de la producción acuícola. Uno de los prebióticos más promisorios en acuicultura son los Manano-Oligosacáridos (MOS) que son derivados de la pared de levaduras, y cuya propiedad es bloquear la adherencia entre las lectinas microbianas y los carbohidratos presentes en la superficie de las células intestinales; de esta forma es que pueden impedir la adhesión de bacterias patógenas y bacterias comensales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión dietaria del prebiótico Manano Oligosacárido, (MOS) sobre la composición de la microbiota de *P. vannamei* y su desempeño productivo en piscinas de cultivo intensivo en Ecuador. La inclusión de MOS en la dieta permitió mejorar la supervivencia de los camarones en 40% favoreciendo los resultados productivos. Esta mayor supervivencia se explica porque el uso de MOS redujo de la abundancia relativa de patógenos oportunistas y una mayor abundancia relativa de bacterias lácticas como *Lactococcus*. Los resultados indican que los beneficios productivos asociados a la inclusión de MOS en el alimento, se relacionan con los efectos en la microbiota, ya que cepas bacterianas con potencial patogenicidad para el camarón son desplazadas.

Caracterización morfofuncional del sistema digestivo en las larvas de la Cojinoba del Norte, *Seriolella violacea* en condiciones de cultivo.



Dra. en Acuicultura
Katherine Alveal
Zamora

En el presente estudio, los cambios histológicos y los patrones de actividad enzimática digestiva se describen durante el desarrollo larvario de la Cojinoba del Norte, *Seriolella violacea*, desde la eclosión hasta 50 días después de la eclosión (DAH). En la eclosión, el tracto digestivo consistía en un tubo recto no diferenciado dorsal al saco vitelino, que presentaba actividad de proteasa alcalina (tripsina y quimotripsina), así como actividades de amilasa y lipasa con patrones similares durante el desarrollo larvario. A los 20 y 23 DAH, la histología del estómago reveló un órgano con forma de saco, con un epitelio que comenzó a diferenciarse en una región cardíaca y pilórica. Las estructuras histológicas típicas de un estómago eran visibles a 33 DAH con una actividad concomitante de pepsina. Las glándulas gástricas eran claramente visibles a 35 DAH, aumentando en número hasta 37 DAH, lo que sugiere un estómago funcional a esta edad. Se observó un aumento significativo en la actividad específica de todas las enzimas, incluida la pepsina (excepto la amilasa) entre los días 33-35 DAH, lo que sugiere una maduración completa del sistema digestivo en las larvas de *S. violacea*. La actividad total de todas las diferentes actividades enzimáticas siguió la misma tendencia que la actividad específica. Con base en los resultados de este estudio, podría ser factible comenzar la deshabitación de esta especie a 35 DAH, reduciendo así la cantidad de alimento vivo en el protocolo actual utilizado que inicia la deshabitación a los 45 días.

Resistencia a enfermedades: Selección en Coho



Dr. en Acuicultura
Agustin Barria

Chile es el principal productor de salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*), con más del 90% de la producción global. El patógeno *Piscirickettsia salmonis* es el principal responsable de las pérdidas económicas en la industria chilena de esta especie. El mejoramiento genético frente a una infección por *P. salmonis*, mediante la selección artificial, ha sido propuesta como una alternativa factible a los tratamientos químicos en peces de cultivo. Se estimó variación genética significativa para dos estrategias alternativas de defensa del huésped frente a enfermedades infecciosas; resistencia y tolerancia. Además, se utilizó una aproximación de genotipado por secuenciación para disectar la arquitectura genética de ambos rasgos de defensa frente a *P. salmonis* en una población comercial de salmón Coho, e identificar marcadores moleculares asociados a estos rasgos. Se identificó un total de 9,389 marcadores tipo SNPs segregando a lo largo del genoma dentro de la población. Mediante estos marcadores se compararon diferentes metodologías de GWAS para resistencia y tolerancia a *Piscirickettsia salmonis*. De esta manera, fue posible identificar SNPs asociados a cada estrategia de defensa, y genes candidatos a cada rasgo. Estos resultados muestran la factibilidad de incluir resistencia y/o tolerancia a *Piscirickettsia salmonis* dentro de programas de mejoramiento genético en salmón Coho para reducir la tasa de mortalidad generadas por esta bacteria.

Evaluación potencial de bacterias de la microbiota de *Seriola lalandi* como probióticos autóctonos



Dra. en Acuicultura
Carolina Ramirez
Saavedra

La diversificación acuícola es uno de los compromisos que como país todavía está pendiente. Si bien hay múltiples desafíos a abordar, uno de los primeros procesos que se debe asegurar es el la sobrevivencia de las larvas y juveniles. En este contexto, Carolina Ramirez, egresada del programa de Doctorado en Acuicultura, evaluó en sus tesis las diferencias en la composición de la microbiota intestinal de *Seriola lalandi* (palometa) de origen silvestre y de acuicultura, utilizando secuenciación masiva. Esta tecnología genera una gran cantidad de datos y conocer en profundidad la composición de microorganismos asociados a estos peces de interés comercial. La aplicación de estas tecnologías permitió proyectar las actividades metabólicas que pueden contribuir al desarrollo y nutrición de la palometa. Además, esta aproximación permitió el aislamiento dirigido de bacterias y posteriormente evaluar su potencial probiótico. Aislados de los géneros *Psychrobacter* y *Shewanella* presentaron actividad antimicrobiana contra cepas patógenas de *Vibrio sp.* y capacidad de estimulación del sistema inmune de los peces. Este tipo de trabajos nos permiten afirmar que el programa y el trabajo de tesis de sus estudiantes contribuyen activamente a establecer las bases para el desarrollo y diversificación de la acuicultura nacional.

Nutrición de peces: Regulando el consumo de alimentos



Dr. en Acuicultura
Jon Wood

Entender los procesos metabólicos que determinan el consumo de alimento en los peces es de gran relevancia considerando que para que una dieta cumpla efectivamente su rol de vehículo de nutrientes, lo primero que debe hacer el pez es consumirla. Hoy sabemos que existe una gran cantidad de factores medioambientales y de la dieta que pueden disminuir el consumo de ésta, incluyendo variadas condiciones que generan estrés, la inclusión de antibióticos o altos niveles de inclusión de ingredientes de origen vegetal, en particular en dietas de peces carnívoros. Es por esto el Dr. Jon Wood estudió el efecto de la administración dietaria de un aditivo para estimular el consumo de alimento, evaluando su efecto a distintos niveles en el pez. Su trabajo de tesis mostró que el compuesto utilizado era detectable en el plasma de *Onkoyinchus mykiss* indicando que era absorbido desde el intestino, sin mayores alteraciones en la expresión de NPY un péptido conocido por su actividad reguladora de apetito. La inclusión de este aditivo, generó un mayor consumo de alimento de los peces, acompañado de niveles significativamente mayores de depositación y retención de proteína, indicando que el uso de este tipo de compuesto es una estrategia viable para estimular consumo en condiciones cuando es esperable que este disminuya.

Historia de Acreditación

2007 Comisión Nacional de Acreditación de Postgrado (CONAP) ACREDITADO POR 2 AÑOS

2010 Comisión Nacional de Acreditación (CNA) ACREDITADO POR 3 AÑOS

2013 Comisión Nacional de Acreditación (CNA) ACREDITADO POR 6 AÑOS

En proceso



UNIVERSIDAD
DE CHILE



Universidad
Católica del Norte



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



EMPRESA **1** NÚMERO EN EL MUNDO EN PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN Y SOPORTE



Casa Matriz: Avenida del Valle 787,
5º piso, Huechuraba Santiago
Teléfono (56) 2 2591 0600
central.propuestas@compass-group.cl
www.compass-group.cl

Contacto regional Puerto Montt:
Teléfono (065) 225 7756
compass.zonasur@compass-group.cl



Programa en Conjunto

DOCTORADO en ACUICULTURA

GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA ACUICULTURA

FISIOLOGÍA Y NUTRICIÓN APLICADA A LA ACUICULTURA

PATOLOGÍA E INMUNOLOGÍA DE ORGANISMOS ACUÁTICOS

SOSTENIBILIDAD DE LA ACUICULTURA



Universidad Católica del Norte



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO



UNIVERSIDAD DE CHILE