

ACOMPaña INFORME Y ANTECEDENTES CURRICULARES DEL EXPERTO.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Sr. Fiscal Instructor



FELIPE MENESES SOTELO y CONSTANZA PELAYO DÍAZ, abogados, por MOWI CHILE S.A. ("Compañía"), en autos administrativos ROL D-103-2018, venimos en acompañar el Informe Técnico "*Condición Sanitaria Centro Punta Redonda al momento del escape de peces*" preparado por el médico veterinario Patricio Bustos, referido al potencial efecto asociado a enfermedades y transmisión de patógenos como consecuencia del escape de salmones, así como sus antecedentes curriculares. El citado informe permite establecer una serie de conclusiones relevantes:

1. Como es de su conocimiento, el Considerando 37 de la Formulación de Cargos con que se dio inicio al presente procedimiento administrativo sancionatorio, señala -refiriéndose al escape desde el CES Punta Redonda- que "*si bien a la fecha no constan antecedentes sobre daños concretos generados, es onerosa la bibliografía que señala los posibles daños directos e indirectos de los escapes de salmones, los que podría evidenciarse años después manifestándose a través de cambios en la estructura y diversidad natural del ecosistema, lo que es propio de los efectos de la introducción de especies exóticas invasoras (EEI)*".
2. A continuación, el documento indica que en el país, "*el foco ambiental de los escapes de salmónidos se ha enfocado en los efectos predatorios de corto plazo sobre los peces nativos; efectos de largo plazo relacionados con la probabilidad de que los salmones escapados se establezcan en poblaciones autosustentables; y enfermedades y transferencias de patógenos*".
3. Tanto en los descargos presentados por la Compañía, como en informes de expertos presentados con posterioridad, se ha demostrado que no existe ninguna evidencia sobre los supuestos efectos predatorios sobre peces nativos y el potencial establecimiento de poblaciones autosustentables producto del escape de *Salmo salar*. Dichos antecedentes son, en general, descartados por la literatura científica, así como por datos y estudios acompañados por esta parte.
4. Ahora bien, con el objeto de abordar específicamente lo relativo a la potencial transmisión de patógenos y enfermedades, acompañamos a este procedimiento como complemento de lo señalado durante la sustanciación del procedimiento, el Informe Técnico "*Condición Sanitaria Centro Punta Redonda al momento del escape de peces*" ("Informe"), preparado por el médico veterinario Patricio Bustos, Especialista en Enfermedades de Peces, y Gerente

General de ADL Diagnostic Chile Ltda. Laboratorio de Diagnóstico y Biotecnología.

5. El Informe junto con entregar un contexto general respecto de la introducción de salmónidos a nuestro país, las enfermedades y la transferencia de patógenos, analiza en detalle la condición sanitaria de los peces escapados del Centro Punta Redonda, señalando principalmente que:
 - (i) Las especies silvestres actúan como reservorio para múltiples agentes y de esta forma dificultan la prevención, control y erradicación de algunas enfermedades específicas.
 - (ii) Existe evidencia científica tanto de la transmisión de enfermedades desde peces de cultivo hacia peces silvestres, como desde peces silvestres a peces de cultivo. En ambos casos, la frecuencia y las consecuencias de la transmisión de estos agentes patógenos, son en gran parte desconocidas.
 - (iii) La determinación de las especies parasitarias dentro de las comunidades de especies de peces silvestres es de gran relevancia, ya que estos últimos pueden constituir un potencial reservorio de larvas o estadios infestantes para las especies de peces en cultivo.
6. En lo que atañe, específicamente al CES Punta Redonda, el Informe establece que:
 - (i) Contaba con aproximadamente 935.701 peces, de los cuales alrededor de 281.000 habían concluido una terapia de 12 días con florfenicol el día antes del escape (4 de julio), duración considerada como terapéutica.
 - (ii) Las mortalidades del CES, al momento del escape, eran bajas y menores en relación con otros centros del mismo barrio. En efecto, constituyen una de las más bajas a nivel de la industria, como consecuencia de la terapia administrada.
 - (iii) Respecto a enfermedades, al momento del escape el CES Punta Redonda, se encontraba calificado como "centro en vigilancia" para 2 de las 3 enfermedades respecto de las cuales Sernapesca cuenta con programas sanitarios específicos de Vigilancia y Control: Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y Piscirickettsiosis (SRS). El centro era negativo a ISAV. Asimismo, no presentaba un riesgo de diseminación del parásito *Caligus rogercresseyi*.
7. Del Informe se puede concluir claramente que la condición sanitaria de los peces escapados era una de las mejores de la industria, encontrándose éstos sin riesgo de enfermedades, y por lo tanto descartándose un eventual efecto asociado a transmisión de enfermedades a especies silvestres.

POR TANTO y en virtud de lo expresado anteriormente,

SOLICITO A USTED, tener por acompañado a este procedimiento el Informe Técnico "*Condición Sanitaria Centro Punta Redonda al momento del escape de peces*" ("Informe"), preparado por Patricio Bustos, Médico Veterinario, Especialista en

Enfermedades de Peces, y Gerente General de ADL Diagnostic Chile Ltda. Laboratorio de Diagnóstico y Biotecnología; así como los antecedentes curriculares de Patricio Bustos, que acreditan su calidad de experto en la materia abordada en su Informe Técnico.


12.829.725 - K


16.709.647 - 6

PATRICIO BUSTOS, Curriculum Vitae

Nombre : *Patricio Antonio Bustos Salgado*
 Fecha de nacimiento : *Agosto 09, 1962*
 Correo electrónico : *pbustos@adldiagnostic.cl*
 Estudios Universitarios : *Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción. 1981-1986*
 Estado : *Divorciado, 1 hijo (16 años)*
 Grado : *Licenciado en Medicina Veterinaria*
 Título : *Médico Veterinario*

 Posición o cargo actual : *Gerente General –ADL Diagnostic Chile Ltda.*

RESUMEN ACTIVIDAD PROFESIONAL

Patricio Bustos, Médico Veterinario de la Universidad de Concepción, con más de 30 años de experiencia en el campo del diagnóstico, investigación, prevención y control de enfermedades en acuicultura, especialmente peces y con énfasis en salmonídeos, además de peces marinos (Turbot, Seriola, Corvina, Bacalao y Merluza). Con entrenamiento en Japón y Estados Unidos. Ha sido Encargado del Área de Salud Acuática del Instituto de Fomento Pesquero, en el Proyecto Bilateral Chile-Japón (3 años, 1988-1990); Jefe Técnico del Servicio de Patología de Peces de Fundación Chile (9 años, 1990-1999). A fines de 1999, creó la empresa ADL Diagnostic Chile Ltda., hoy con laboratorios y sedes en 3 ciudades (Puerto Montt, Puerto Aysén y Villarrica) y un staff de 85 personas dedicadas exclusivamente a la salud de organismos acuáticos. Ha participado en el descubrimiento de nuevas patologías en Chile y sus mecanismos de control. Ha asesorado a diversas compañías productoras de peces por más de 29 años, liderando un equipo profesional que realiza diagnósticos de enfermedades y asesoría técnica en diversas empresas salmoneras, numerosos proyectos de investigación en patógenos emergentes, bioseguridad, desarrollo de productos y nuevas técnicas diagnósticas, vacunas, antibióticos, mallas antifoling con aleación de cobre, desinfectantes e inmunoestimulantes, entre otros. Ha sido asesor técnico en diversos comités técnicos de la Asociación de la Industria del Salmón en Chile (SalmonChile) y de instituciones gubernamentales (Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca), además de evaluador de proyectos de investigación para algunas universidades chilenas (Universidad de Concepción, Universidad de Chile), fundaciones y entidades gubernamentales (Fondef). Fue consultor FAO en salud de peces desde el año 1997 a 1999. Ha representado a la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile en el



Salmon Diseases Working Group - Salmon Aquaculture Dialogue de la WWF en Chile y Canadá. Participó activamente en el proyecto de la Unión Europea "Fish Eggs Trade" (Noruega, Dinamarca) como representante nacional. Ha sido además invitado como expositor en diversos congresos, proyectos y seminarios internacionales (Italia, Tailandia, Bolivia, USA, Cuba, Brasil, Noruega, Dinamarca y Canadá). Fue Chilean Branch Officer de la European Association of Fish Pathologist (EAFP) por 9 años consecutivos (1999 al 2014) y miembro de diversos comités, entre ellos Comité Científico Nacional de Piscirickettsiosis (SRS), Comité Expertos Piscine Reovirus, HSMI (Heart and Skeletal Muscle Disease) del Servicio Nacional de Pesca, del Panel de Expertos proyecto denominado " Evidence-based Disease Control in Salmon Aquaculture" APHIS/USDA (USA), seleccionado por el Servicio Nacional de Pesca, Intesal y la Universidad Austral de Chile, y miembro del Directorio Técnico del Centro Acuícola y Pesquero de Investigación Aplicada (CAPIA), así como Director del Club de la Innovación en Acuicultura (Chile).

Ha sido autor y co-autor de varias publicaciones científicas y técnicas en revistas nacionales e internacionales, así como de libros especializados.

DETALLE Y ESPECIFICACIONES

EXPERIENCIA PROFESIONAL

1987 : SERVICIO NACIONAL DE PESCA (SERNAP), XI región.
Cargo: Supervisor control de calidad de los productos hidrobiológicos de exportación, fiscalización de leyes pesqueras.

1988-1990 : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO (IFOP), XI región.
Cargo: Jefe Area Enfermedades de Peces, en el marco del Proyecto Bilateral entre Chile (IFOP) y Japón (JICA) Proyectos derivados del Programa "Investigación para el desarrollo de la Acuicultura en Chile", en sus diversas etapas de gestión. Contraparte técnica de expertos en Salud Acuícola: Dr. Takeshi Hara y Dr. Takaisha Inue, y en Ecología Acuática y Limnología, Dr. Mitsuo Sakai. Desarrolla el primer programa nacional de Screening de reproductores (BKD), evaluado a través de investigaciones científicas. Programas de investigaciones sobre enfermedades en peces silvestres en lagos de la XI región.

1990 –1999 : FUNDACION CHILE

Cargo: Jefe Técnico del Servicio de Ictiopatología

Este Servicio posee base en Castro, Puerto Montt y Santiago, cuenta con 10 profesional y personal de apoyo. Realiza las siguientes actividades:

- o Asesoría y Asistencia Técnica a empresas salmoneras, de turbot y abalones
- o Investigación y desarrollo en diversos tópicos (farmacología, vacunas, promotores del crecimiento, biotecnología, entre otros).
- o Asistencia Sanitaria a los proyectos de Fundación Chile sobre nuevos cultivos acuícolas (hirame, halibut, catfish, esturión blanco, turbot, abalones, lenguado)
- o Capacitación & Extensión (múltiples publicaciones y conferencias)
- o Consultoría Internacional (Argentina)

Dic 1999 al presente **ADL DIAGNOSTIC CHILE LTDA.**

(Laboratorio de Diagnóstico & Biotecnología)

Cargo: Gerente General

Actividades: a) Asesoría y Asistencia Técnica Médico-Veterinaria a empresas acuícolas, b) Servicios de Diagnóstico (Lab), c) Investigación & Desarrollo, d) Servicios de Screening de Reproductores, e) Programas de Vigilancia Epidemiológica (Activa y Pasiva), f) Programa de Aseguramiento de Calidad – ISO.17025,

Es Centro de Investigación, reconocido por CORFO en el marco de los beneficios tributarios, siendo el primero en la región y segundo a nivel nacional.

Segundo lugar regional como Empresa Innovadora, CORFO 2009.

Obtuvo medalla de Oro 2010 en la X región, PYME Chile Calidad por Excelencia en Gestión Empresarial.

CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO

1988 : Beca de perfeccionamiento en "Fish Health Control" en el National Research Institute of Aquaculture, Fish Health Section. Mie, Japón (financia: Japan International Cooperation Agency, JICA). Supervisor directo: Dr. Takeshi Hara, PhD.

1993 : Entrenamiento en "Fish Health Management" en el Department of Avian and Aquatic Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Cornell University. Ithaca, NY, USA. Supervisor directo: Dr. Paul L. Bowser, PhD.

1989 -2014 : Asistencia a diversos cursos, seminarios, talleres y jornadas en Chile y el extranjero, en materia de prevención y control de enfermedades, aspectos legales, investigaciones, nuevas enfermedades, programas de aseguramiento de calidad ISO 9001 e ISO 17025, entre otros.

PUBLICACIONES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS - PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

1. Estimación de las pérdidas causadas por enfermedades bacterianas en salmonídeos en Chile.
1992 - Fundación Chile
2. Aislamiento y caracterización de *Lactobacillus piscicola* (*Pseudokidney disease*), causando severa mortalidad en Trucha Arco Iris (*O. mykiss*) en la X Región, Chile.
1992 - Fundación Chile
3. Reportes de Meningo - encefalitis asociado a trastornos conductuales por BKD (Enfermedad Bacteriana del Riñón) en Salmón coho (*O. kisutch*) en la X y XII Región, Chile.
1992 - Fundación Chile
4. Situación Sanitaria en los cultivos de Salmonídeos en Chile.
1992 - FAO, IFOP
5. Estudio del efecto sobre el crecimiento y salud de Flavomycin (*Flavofosfolipol*) como promotor de crecimiento en alevines de Trucha arco iris (*O. mykiss*).
1992 - Fund. Chile, Höchst de Chile S.A. & Cia. Salmonifera Dalcahue S.A.
6. Estudio de mercado de los antibióticos en Chile.
1993 - Schering Plough-Animal Health, USA
7. Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de Florfenicol para *Renibacterium salmoninarum* (BKD) y *Piscirickettsia salmonis* (SRS).
1994 - Schering Plough-Animal Health, USA
8. Estudio de la Transmisión Vertical de la Septicemia Rickettsial Salmonídea (SRS) en Salmón coho.
1994 - Fundación Chile
9. Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (MIC) de *Renibacterium salmoninarum* (BKD) en presencia de Sulfadimetoxina- Ormetoprim (Romet-30).
1994 - Roche Chile S.A.
10. Situación histórica y actual de BKD en Chile - Manejo de reproductores.
1994 - Fundación Chile
11. Estudio comparativo de 5 técnicas diagnósticas para BKD (Enfermedad Bacteriana del Riñón) en Salmón coho (*O. kisutch*).
1994 - Fundación Chile
12. Evaluación comparativa de IFAT y ELISA en reproductores de Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y su efecto sobre la progenie.
1994 - Fundación Chile
13. Primer aislamiento de *Flexibacter psychrophilus*, como agente causal de Rainbow Trout Fry Syndrome (RTFS), originando mortalidades en Trucha arco iris (*O. mykiss*) en Chile (publicado en European Association of Fish Pathologist, EAFP Bulletin)
1994 - Fundación Chile

14. Evaluación de los Sistemas de Tratamiento de Agua en cultivos de Ambiente Controlado.
1994 - Subsecretaría de Pesca (FIP)
15. Evaluación Comparativa del efecto de 3 antibióticos inyectables en el control de BKD en la XII Región.
1994 - Fundación Chile, Salmotec S.A.
16. Proyecto Test de Sensibilidad in vitro de *Renibacterium salmoninarum* a Enrofloxacina.
1995 - Bayer de Chile S.A.
17. Evaluación comparativa de dos fármacos inyectables por dos vías de administración, en el control de la Septicemia Rickettsial Salmonídea (SRS) en Salmón coho (*O. kisutch*).
1995 - 1997 Fundación Chile & Universidad de Concepción
(Tesis de grado, Médico Veterinario)
18. Estudio de factores asociados a un fenómeno de mortalidad severa en choritos (*Mytilus chilensis* o *edulis*) en cultivo suspendido en Chiloé Insular.
1995 - Fundación Chile - SERCOTEC - Dr. Ralph Elston (USA) Asociación de Mitilicultores
19. Estudio prospectivo de la situación actual de la Neoplasia Hémica, en los cultivos de Choritos (*Mytilus chilensis*), en la Isla de Chiloé, y su potencial impacto futuro.
1995 - Fundación Chile - SERCOTEC - Dr.- Ralph Elston (USA)
Asociación de Mitilicultores
20. Estudio de la eficacia comparativa de 3 drogas inyectables en el control de BKD (Enf. Bacteriana del Riñón) en la XII región, Chile.
1996 - Fundación Chile & Salmotec S.A. (XII región)
21. Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) de Enrofloxacina (Baytril) para *Yersinia ruckeri* frente a pasajes sucesivos..
1996 - Fundación Chile & Bayer de Chile S.A.
22. Comparación de la eficiencia de Anticuerpos Policlonal y Monoclonales usados en ELISA y su control mediante PCR.
1997 - Fundación Chile & Microtek Inc., Canadá
23. Evaluación de la eficacia de la droga SCH58854 en el control de *Caligus* adulto y larvario en Trucha arco iris cultivada en balsa-jaula en sistema semi-controlado.
1997 - Schering-Plough Animal Health, USA
24. Multiple route and dose pharmacokinetics of enrofloxacin in juvenile Atlantic salmon. D A Stoffregen, G A Wooster, P S Bustos, P R Bowser, J G Babish. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 05/1997; 20(2):111-23.
25. Diseases of salmonid resembling myxosporean whirling disease, and the absence of *Myxobolus cerebralis* in South America. ML Margolis, ML Kent, P Bustos. *Diseases of Aquatic organisms - Diseases of Aquatic Organism* 01/1996; 25:33-37.
26. Determinación de la curva de residuos de Enrofloxacina (Baytril®, Bayer) en diversos tejidos de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) después de una administración oral repetida.
1997 - Bayer de Chile S.A.

27. Evaluación de la actividad inmunoestimulante de un glucano (origen europeo) en Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) medida a través de un desafío crítico bacteriano usando *Yersinia ruckeri*.
1997 - Bayer de Chile S.A.
28. Determinación del margen de seguridad en administraciones orales repetidas de Enrofloxacin (Baytril®, Bayer) en salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*).
1997 - Bayer de Chile S.A.
29. Evaluación del efecto de una dieta suplementada con L-Carnitina sobre la tasa de crecimiento y la manifestación de esmoltificación, administrada en alevines de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) en fase de agua dulce.
1997 - Bayer de Chile S.A.
30. Evaluación de la eficacia de la droga SCH58854 en el control de Caligiasis en Trucha arco iris y Salmón del Atlántico, cultivada en balsa-jaula a escala comercial.
1997 - Schering-Plough Animal Health, USA
(empresa: Cultivos Marinos Chiloé S.A.)
31. Determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (MIC) de Fosfomicina y Fosbac® frente a aislados de *Piscirickettsia salmonis* (SRS) y *Flavobacterium psychrophilum* (RTFS)
1998 - Ilender de Chile S.A.
32. Evaluación de la eficacia de Excis® (Grampian, UK) en el control de *Caligus spp* en Salmón del Atlántico (*Salmo salar*), bajo condiciones de cultivo comercial.
1998 & 1999 - Laboratorio Pfizer de Chile
(empresa: Marine Harvest Chile S.A.)
33. Evaluación de la seguridad y eficacia de la vacuna ALPHA DIP 1300® (bacterina) (Alpharma) de *Yersinia ruckeri* en alevines de Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) mantenidos en ambiente controlado.
1998 & 1999 - Alpharma Inc. / Hoechst Roussel Vet.
34. Spinal cord malformation in coho salmon (*Oncorhynchus kisuth*) embryos. A preliminary study.
1998 - Fundación Chile & Universidad de Concepción
(Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.2, 67-72, 1998)
(P. Arias, R. Solevicens, P. Bustos and L. Marin)
35. Vacunación de Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) contra IPN - Evaluación de la seguridad y respuesta inmune de una vacuna de Acidos Nucléicos (NAV) y una Virina Standard, medida bajo condiciones controladas (estanques) y en ambiente de cultivo comercial.
1998 & 1999 - FChile & Aqua Health Chile S.A. (Tesis de Grado MV D. Macías)
36. Capítulo "Bacterial Disease" ((Pág. 17-35) del libro " Disease of Seawater Net-pen-Reared salm mind Fishes" del Dr. Michael Kent y Dr. Trygve Poppe - Pacific Biological Station, Dept. Fisheries and Oceans, Canadá
1998 - T.P.T. Evelyn, M.L. Kent, T.T. Poppe and P. Bustos
37. Proyecto "Estudio Epidemiológico de la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) en Chile, para el desarrollo y evaluación de vacunas comerciales"
2002-2003 - ADL & Laboratorio Chile

38. Evaluación in vitro de la susceptibilidad de *Flavobacterium psychrophilum* en salmonídeos frente a diversos antibióticos.
2004-2005 ADL Diagnostic Chile Ltda. & Universidad Católica de Temuco
(Tesis de grado, Médico Veterinario)
39. Diversas publicaciones en Revista de Aquanoticias y Revista de Salmonicultura, desde 1996 al presente, en materias relacionadas a: Antibióticos, Medusas, diversas enfermedades, Biotecnología, aspectos legales nacionales e internacionales, Bioseguridad, situación sanitaria moluscos, Leucemia Linfoblástica, entre otros
40. Proyecto "Caracterización del Transporte Marítimo, Aéreo y Terrestre de salmonídeos en Chile, en todas sus formas de desarrollo, y Análisis de Riesgos Sanitarios"
2005 – ADL Diagnostic Chile Ltda. & Intesal (Asoc. Industria del Salmón)
41. Publicaciones actualmente en prensa, acerca de aspectos científicos, clínicos y de control, proveniente de proyectos de I+D internos y/o en colaboración con expertos nacionales y/o extranjeros, acerca de:
 - Primeros hallazgos de *Listonella (Vibrio) anguillarum* en Chile (EAFP, 2005) in press
 - *Vibrio ordalii*, una enfermedad sistémica que causa serias pérdidas en salmonídeos (Revista científica Univ. Austral de Chile, 2005) in press
 - Vibriosis Ulcerativa, causada por 6 especies de Vibrios que afectan el tegumento de los peces (American Fisheries Society, AFS, 2005) in press
 - Diversas Micosis Sistémicas en salmonídeos (EAFP, Feb 2006) in press
42. Proyecto Zonal Intesal – Vigilancia Sanitaria y Productiva de los centros de engorda de la X y XI regiones. Proyecto Intesal, encargado a ADL (2006)
43. Proyecto Codelco – Evaluación de las malas de cobre y níquel como antifouling. Proyecto Intesal encargado a Intesal (2006)
44. Proyecto InnovaChile Empresarizable, adjudicado en Oct 2006: "Desarrollo de una tecnología de incorporación de un producto anti-stress de base natural en la dieta de salmónidos en etapa de cultivo comercial" CORFO 2006. Empresa líder: ADL Diagnostic Chile Ltda. Director Proyecto: Patricio Bustos
45. Proyecto de Investigación "*Francisella philomiragia*, bacteria asociada con altas mortalidades en salmónes del Atlántico (*Salmo salar*) cultivados en balsas-jaulas en el lago Llanquihue, 2009.
H Bohle, E Tapia, A Martínez, M Rozas, A Figueroa y P Bustos. (2009) Arch. Med. Vet. Vol. 41, no.2.
46. Proyecto InnovaChile "*Fortaleciendo la cultura de innovación en ADL para potenciar la generación de valor en el negocio biotecnológico*", adjudicado en Oct 2009 – 9 meses - CORFO Julio 2010. Empresa líder: ADL Diagnostic Chile Ltda.
Director Proyecto: Patricio Bustos
47. Reciente adjudicación de ADL (Julio 2010) como Co-Desarrollador, en el proyecto denominado "DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE *SERIOLA LALANDI* EN CHILE", presentado por la empresa Acuícola del Norte S.A. al concurso "PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA CHILENA" (por 8 años).
InnovaChile – Julio 2010.

48. Amoebic gill disease (AGD) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) farmed in Chile. *Aquaculture* Volume 310, Issues 3-4, 9 January 2011, Pages 281-288
 Patricio A. Bustos a,1, Neil D. Young b,c,1, Marco A. Rozas a,1, Harry M. Bohle a, Ricardo S. Ildefonso a, Richard N. Morrison b,d, Barbara F. Nowak b, _
48. Primer reporte de *Piscine Reovirus* (PRV) en salmon del Atlántico, *Salmo salar*, cultivado en Chile. *Revista Visión Diferente*. Julio 2011.
 Bustos P., M. Rozas, H. Bohle, R. Ildefonso, A. Sandoval, A. Gaete, C. Araya, H. Grothusen, E. Tapia, A. Gallardo, M. Rojas, M. Lara, A. Labna, C. Gálvez.
49. 3 publicaciones en prensa: en revistas *Aquaculture* y *European Association of Fish Pathogens (EAFP)*, acerca de parásitos (*Dyphillobothriasis*), Amebiasis Branquial
48. Assesment of the *in vitro* survival of the Infectious Salmon Anaemia Virus (ISA) under different water types and temperatures. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 33(1) 2013, 3
 E. Tapia, G. Monti, M. Rozas, A. Sandoval, A. Gaete, H. Bohle and P. Bustos
49. Polymorphism in *gyrA* is associated to quinolones resistance in Chilean *Piscirickettsia salmonis* field isolates. *Journal of Fish Diseases*. In press. Aprobado 14 abril 2014.
 P. Henríquez, H. Bohle, F. Bustamante, P. Bustos and M. Mancilla
50. The first isolation of *Flexibacter psychrophilum*, as a causative agent of Rainbow Trout Fry Syndrome (RTFS), causing mortalities in rainbow trout in Chile
 Bustos P, J Calbuyahue, J Montaña, B Opazo, P Entrala and R Solervicens. 1995.
Bull. Eur. Ass. Fish Pathol 15: 162-164
53. The effect of oral administration of flavophospholipol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Bustos, P. and C. Covarrubias. *Aquaculture* 01/1994; 124:359-360
54. Comparative genome analysis of two isolates of the fish pathogen *Piscirickettsia salmonis* from different hosts reveals major differences in virulence-associated secretion systems. Bohle H, Henriquez P, Grothusen H, Navas E, Sandoval A, Bustamante F, Bustos P., Mancilla M. 2014. *Genome announcements* 2:e01219-01214.
55. Draft Genome Sequence of the Fish Pathogen *Yersinia ruckeri* Strain 37551, Serotype O1b, Isolated from Diseased, Vaccinated Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Chile.
 Navas E, Bohle H, Henriquez P, Grothusen H, Bustamante F, Bustos P, Mancilla M. 2014. *Genome announcements* 2:e00858-00814.
56. Polymorphism in *gyrA* is associated to quinolones resistance in Chilean *Piscirickettsia salmonis* field isolates. Henriquez P, Bohle H, Bustamante F, Bustos P, Mancilla M. 2014. *Journal of fish diseases*. doi:10.1111/jfd.12255.
57. Risk factors perceived predictive of ISA spread in Chile: Applications to decision support. Gustafson L, Antognoli M, Lara Fica M, Ibarra R, Mancilla J, Sandoval Del Valle O, Enriquez Sais R, Perez A, Aguilar D, Madrid E, Bustos P, Clement A, Godoy MG, Johnson C, Remmenga M. 2014. *Preventive veterinary medicine* 117:276-285.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1991 - 1999	Columnista (Aquaveterinaria) y colaborador nacional permanente de la revista Aquanoticias Internacional.
1998 al presente	Colaborador Nacional Revista Aquanoticias Internacional
1993-1996	Miembro del Comité de Salud, Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile A.G.
1994 al presente	Miembro de la European Association of Fish Pathologist (EAFP), Rama Chilena
1992-1993	Miembro del Comité Técnico Asesor para la elaboración de la Ley de Pesca y Acuicultura, en la sección Reglamentos Sanitarios sobre la Importación de Recursos Hidrobiológicos y los de Primera Importación.
1994	Coordinador y Chairman de I Seminario Internacional "Patología y Nutrición en el desarrollo de la acuicultura – Factores de éxito". Fundación Chile. Puerto Montt, Octubre 3-7.
1996	Consultor en materia de salud acuícola en los proyectos de acuicultura llevados a cabo por Fundación Chile en Argentina y Ecuador.
1996	Integrante invitado en equipo de 17 especialistas de diversos países para desarrollo de software multimedia sobre enfermedades de peces a nivel mundial, FishVet Inc., USA.
1997 - 1998	Miembro invitado al grupo de trabajo de investigación conjuntas como "expert in field" del Atlantic Fish Health Inc., Canadá (empresa de R&D, creada entre el Veterinary Medicine College y la University of Prince Edward Island, UPEI).
1998 al presente	Miembro de la Rama Chilena de la Organización Internacional de Epizootias (OIE)
1997	Coordinador y Jefe Proyecto sobre Misión Tecnológica en Salud & Productividad al Reino Unido y Noruega. Proyecto Fontec. Asistencia de 13 empresas privadas.
1997	Coordinador y Chairman de II Seminario Internacional "Manejo de Salud en la Acuicultura, clave de éxito en la Productividad". Fundación Chile. Puerto Montt, Octubre 22-24.
1997 – 2000	Invitado a participar por Chile como miembro del <i>Programme INCO-DC 1997 South-South Co-operation for the introduction and application of systems management approach (SMA) to disease control in aquaculture</i> . Macroproyecto de la Unión Europea (y FAO) con Economías Emergentes (Asia, Africa y América Latina). Coordinado por el Dr. Prof. Giorgio Giorgetti, Dipartimento di Ittiopatologia, Istituto Zooprofilattico Sperimentale Delle Venezie (Udine, Italy)

- 1998-1999 Jefe de Proyecto: "Antibióticos en la Salmonicultura chilena: Análisis y estrategia de uso" (establecimiento de períodos de carencia drogas de mayor uso en Chile, evaluación de estabilidad y biodisponibilidad post-pelletización y extrusión, evaluación de las pérdidas por efecto leaching, validación de técnicas analíticas) - financiado por FTT (BID)
- 1997-1999 Participa como colaborador en el Proyecto FDI (CORFO): "Desarrollo de un Sello de Calidad Ambiental en la acuicultura chilena - Certificación Ambiental" (proyecto desarrollado por el equipo de Medio Ambiente, dirigido por el Dr. Martin Hevia)
- 1996 - 1999 Delegado Nacional ante FAO. Invitado como representante nacional y de América Latina a reuniones y conferencias en Chile, Italia, Brasil y Cuba.
- 1999-2000 Miembro del Comité Editorial del Compendio y Directorio de la Acuicultura y la Pesca de Chile 2000 (Aquanoticias, Technopress S.A.)
- 2001-a la fecha Denominado legalmente como Experto en Bacteriología por parte de la Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca (Chile) - objetivo: consultor en aspectos de legislación y normativas en materia sanitaria. Artículo 61° - Reglamento No. 319 de 2001
- 2002 Coordinador y Chairman del Workshop "Medusas y su impacto en los salmones - una visión local y mundial". Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda. & Salmofood S. A., Septiembre 27, 2002
- 2003 - 2004 Colaborador Nacional Revista Salmonicultura, Diario El Llanquihue
- 2003 - 2009 Miembro invitado del Comité de Salud del Instituto Tecnológico del Salmón (Intesal) (organismo técnico de la Asociación de la Industria del Salmón de Chile, A.G.).
- 2003 Coordinador y Chairman del Workshop "Incidencia creciente de Piscirickettsiosis (SRS) en Chiloé: el reconocimiento de un dilema y sus actuales implicancias productivas". Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda. & Salmofood S.A., Mayo 29, 2003
- 2003 - 2007 Miembro del Comité Técnico de la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Acuicultura (MEVEA), dependiente del Colegio Médico Veterinario.
- 2003 Coordinador y Expositor del Workshop "Vibriosis - una Enfermedad Emergente en la Salmonicultura Nacional - Etiología, Impactos y Mecanismos de Prevención y Control" Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda., Diciembre 04, 2003
- 2003 Coordinador y Expositor del Workshop "Vibriosis - una Enfermedad Emergente en la Salmonicultura Nacional - Etiología, Impactos y Mecanismos de Prevención y Control" Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda., Puerto Montt - Diciembre 04, 2003

- 2004 Evaluador Proyectos Fundación COPEC – Universidad Católica
- 2005 Miembro del SubComité IPN – Comité de Salud de la Asociación de la Industria del Salmón A.G.
Marzo, 20005
- 2006 al 2014 Chilean Branch Officer de la European Association of Fish Pathologist (EAFP)
- 2007 Coordinador y Expositor del Workshop ""Avances y criterios técnicos del Diagnóstico y Control de Enfermedades en la Industria salmonicultura""
Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda.
Puerto Montt - Enero 23, 2003
- 2007 Coordinador y Expositor del Taller Técnico "Control de las principales enfermedades en la Industria acuícola, nuevos desafíos – Avances en diagnóstico"
Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda.
Puerto Aysén – Julio 18, 2003
- 2007 - 2008 Miembro invitado (Representante de Chile) al Diseases Technical Working Group (DTWG) de la WWF Salmon Aquaculture Dialogue (WWF - World Wildlife Fund). Director: Dr. Larry Hammell DVM, MSc Professor, Dept of Health Management
Diversos encuentros en Chile y otros países (próx: Saint John, New Brunswick, 17-20 Agosto 2008)
- 2011 Miembro Comité Expertos Piscine Reovirus, HSMI (Heart and Skeletal Muscle Disease)– Servicio Nacional de Pesca.
- 2011 Miembro Panel de Expertos proyecto denominado " Evidence-based Disease Control in Salmon Aquaculture" APHIS/USDA (USA), Servicio Nacional de Pesca, Intesal y la Universidad Austral de Chile.
- 2011-2012 Miembro del Comité Científico Nacional de SRS. Dirige: Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca.
- 2012 Miembro del Directorio Técnico del Centro Acuícola y Pesquero de Investigación Aplicada (CAPIA), recientemente formado en Agosto 2012. Dependiente de la Universidad Santo Tomás.
- 2013 Miembro invitado al Proyecto, "REUNIONES DE CIENTÍFICOS EN MATERIAS SANITARIAS, AMBIENTALES Y PLAGAS, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura - Reunión de PRV/HSMI (08 Julio 2013, Valparaíso)
- 2013 Entrenamiento de funcionarios del Kingdom of Lesotho (Africa), en materias de Acuicultura. 17 al 28 junio, 2013.
- 2013 Participación como Experto en el Expert Panel Evaluation of Risk Factors Predictive of ISA Recurrence in Chile - . Chile ISAV Expert Panel and Working Group. Coordinated by the USDA APHIS VS Centers for Epidemiology and Animal Health, National Surveillance Unit, 2150 Centre Ave, Fort Collins, CO, 80526-8117, United States and Chile's National Marine Fisheries Service 17 al 28 junio, 2013.



- 2013 Coordinador Taller Técnico: "Genovariantes de *Flavobacterium psychrophilum* y sus implicancias clínico productivas" Puerto Montt, Chile. 13 Septiembre 2013. Presentaciones diversas del equipo técnico de ADL Diagnostic Chile Ltda.
- 2014 Coordinador Seminario Programa de Vigilancia Epidemiológica y Control de la Piscirickettsiosis (SRS) para la Competitividad de la Salmonicultura Chilena (Corfo Innova 12BPC -13471) Pto. Montt, Chile - Nov 20, 2014. Presentaciones diversas del equipo técnico de ADL Diagnostic Chile Ltda. y especialistas epidemiólogos de BALVI y Universidad Austral
- 2014 Coordinador Seminario: *Más allá del diagnóstico: El nuevo enfoque de ADL para contribuir a la solución de problemas sanitario-productivos. Junio 05 del 2014, Puerto Montt, Chile.* Presentaciones diversas del equipo técnico de ADL Diagnostic Chile Ltda.
- 2014 Coordinador Taller: "Como hacer de su vida y su empresa un legado que se fundamente en Organizaciones, Vidas y Relaciones poderosas". Presentación del Dr. Arnoldo Cisternas, psicólogo experto internacional en asesoría directiva, transformación organizacional y cambio cultural.
- 2015 Coordinador Seminario Industria: "Evaluación y Caracterización de la Eficacia de Desinfectantes y Procedimientos de Limpieza y Desinfección para Mejorar la Bioseguridad y Sustentabilidad de la Industria del Salmón". Resultados de Proyecto Nacional llevado a cabo por ADL Diagnostic Chile Ltda. Presentaciones de diversos especialistas de ADL. Viernes 13 de Marzo de 2015, Puerto Montt, Chile.
- 2016 Miembro del Consejo Estratégico de Programas Tecnológico (PTEC) de Corvina
- 2016 Miembro del Consejo Técnico de Programas Tecnológico (PTEC) de Seriola
- 2016 Curso "Muestreo de Aguas Residuales Según NCh 411/10 y sus partes". Aquagesión Capacitación S.A., Puerto Montt. 28 al 30 de junio de 2016
- 2018 Director Comunicaciones Centro para el Progreso de Puerto Montt.
- 2018 Coordinador SEMINARIO INTERNACIONAL *Nuevas herramientas para desafíos emergentes 29 Nov 2018 - Puerto Varas, Chile*
- 2018 Miembro Comité Editor Revista virtual "Sentado Frente al Mar"
- 2018 Miembro de MEVEA, Médicos Veterinarios en Acuicultura
- 2019 Director Club de Innovación en la Acuicultura. Puerto Montt, Chile

INVITACION A ENCUENTROS CIENTIFICOS NACIONALES E INTERNACIONALES

(como Expositor, Chairperson, Chairman, Miembro Comité Científico, Delegado nacional)

1. V International Symposium on Fish Nutrition and Feeding. Expositor
(Fundación Chile) Sept. 1992
2. XIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Expositor
Octubre 1992 (Chile)
3. Curso Internacional sobre Cría de Peces. Invitado expositor
(Univ. Concepción) Sept. 1993
4. Primer Seminario Internacional "Patología y Nutrición en el desarrollo de la Acuicultura - Factores de éxito". Coordinador, chairman y expositor
(Fundación Chile) Octubre 1994.
5. Control de Calidad de Insumos y Dietas Acuícolas. Expositor invitado
(Fundación Chile) Mayo 1994 (I Curso Regional de Capacitación, FAO).
6. Curso Taller Manejo Ambiental en Acuicultura. Conferencista invitado
(Fundación Chile) Sept. 1994
7. IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Expositor invitado
(Univ. Concepción) Sept. 1995
8. Avances en Sanidad de Peces. Conferencista invitado
(Univ. Concepción) Octubre 1995.
9. Avances en el control de *Piscirickettsia salmonis*. Expositor invitado
(Asociación de Productores de salmón y Trucha de Chile, A.G.) Sept. 1995
10. Third Symposium on Disease in Asian Aquaculture. Expositor invitado, tema: "Health Management in Salmon Aquaculture".
(World Aquaculture Society, WAS) Enero 1996 (Bangkok, Thailandia)
11. International Symposium on Fish Vaccinology (invitado como Chairperson & Scientific Committee Member)
(CVL) Junio 1996 (Oslo, Noruega)
12. Enfermedades y Nutrición en la Acuicultura Latinoamericana". Reunión de trabajo para países de Latinoamérica. Invitado como expositor
(FAO) Nov. 1996 (La Habana, Cuba)
13. II Jornadas de Salmonicultura.
(INTESAL) Octubre, 1996 (Puerto Montt, Chile)
Expositor Charla: Estudio de la eficacia comparativa de 3 drogas inyectables en el control de BKD (Enf. Bacteriana del Riñón) en la XII región, Chile
14. Health Constraint, Prevention and Control in Aquaculture: issues and opportunities for Science & Technology Cooperation of the European Union with Developing Countries and Emerging Economies.
Invitado como expositor sobre Estrategias de Control de las Enfermedades en peces cultivados en América Latina.
(INCO Office-EU) Mayo 1997 (Udine, Italia).
15. Aquaculture Application of Controlled Drug and Vaccine Delivery. Invitado como

Expositor.

- (European Union) Mayo 1997 (Udine, Italia)
16. Aquaculture Pacific Exchange Exhibition. Invitado a las reuniones de trabajo Pacific Biological Station, Dept. of Fisheries and Oceans (PBS-DFO) September 18-20, 1997 (Campbell River, B.C., Canada)
 17. XVI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Invitado como expositor Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 9-13 Nov, 1998
 18. IVº Congreso Nacional de Biotecnología. Invitado como expositor "Tendencias en la aplicación de la Biotecnología aplicada a la Acuicultura " Universidad de Talca, 30 Sept- 3 Oct., 1998
 19. Asamblea General y Seminario "Manejo Sanitario para la Salmonicultura". Invitado (INTESAL - Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile AG) Puerto Montt, 26 marzo 1999
Charla solicitada: "Transmisión de patógenos y mecanismos de control de las principales enfermedades en la salmonicultura nacional"
 20. Seminario "Nuevas Oportunidades para la Acuicultura Chilena" organizado por Fundación Chile – Expositor invitado. Tema: "Manejo sanitario en los cultivos". Puerto Montt, Chile. 20 – 22 Octubre, 1999
 21. I Workshop Laboratorio Recalcine. Expositor Invitado –Tema: Estrategias de prevención y control de enfermedades" Puerto Montt, Chile. 27 Octubre, 1999
 22. XXVI Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. Expositor invitado, tema: "Diagnóstico de Doenças (Enfermedades) de Peixes y Epidemiología aplicada" Campo Grande / MS, Brasil, 22 – 26 Noviembre 1999
 23. Workshop I Congresso do Colégio Brasileiro de Aquicultura. Expositor invitado, tema: "Sanidad, Zonosis y Certificación en Acuicultura" Campo Grande / MS, Brasil, 22 – 26 Noviembre 1999
 24. I Workshop de Chondrichthyes do NUPEC. Nucleo de Pesquisa e Estudo em Chondrichthyes (NUPEC). Curso de Patología de Peces – Expositor invitado. Tema: "Principales Doenças em Peixes de Interesse Comercial". Santos, Brasil. 07 -09 Noviembre 2001
 25. XXVIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinaria. II Congresso do Colégio Brasileiro de Aquicultura – Expositor Invitado. Tema: "Control de principales doenças viricas em Peixes" Invitación del Instituto de Pesca (IP) de Sao Paulo. Salvador do Bahía, Brasil. 11 - 15 Noviembre 2001
 26. Taller Técnico organizado por Alimentos Técnicos S.A. (Alitec) – Expositor invitado Tema: "Síndrome Ictérico en Salmón Coho: Etiología, impacto y mecanismos de control". Castro, Chiloé, X región, Chile. Junio 14, 2002
 27. Taller Técnico organizado por Alimentos Técnicos S.A. (Alitec) – Unico expositor invitado. Tema: "Enfermedades de Agua Dulce: Diagnóstico, Control y Desafíos". Pucón, IX región, Chile. Agosto 08, 2002

28. Workshop "Medusas y su impacto en los salmones – una visión local y mundial".
Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda. & Salmofood S..A.. Coordinador conjunto,
Chairman y Expositor – Tema: Efecto de las floraciones de medusas sobre la salud de
los peces".
Castro, Chiloé, X región, Chile. Septiembre 27, 2002
29. Taller Técnico "Incidencia creciente de Piscirickettsiosis (SRS) en Chiloé: El
reconocimiento de un dilema y sus actuales implicancias productivas". Coordinador
y Expositor
Chairman y Expositor – Tema: *Factores críticos y desafíos en la prevención y control
de SRS: Una propuesta concreta para optimizar las actuales estrategias sanitarias*".
Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda. & Salmofood S..A..
Castro, Chiloé, X región, Chile. Mayo 29, 2003
30. XXX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. Expositor invitado, tema:
"Bioseguridad en Acuicultura – Parte I y II"
Manaus / Amazonas, Brasil, 09 - 13 Noviembre 2003
31. I Curso Internacional para Médicos Veterinarios del Ministerio de Agricultura de Brasil.
Organizado por el Ministerio de Agricultura y la Secretaria de Acuicultura. Curso de
Capacitación para la aplicación de las normativas legales en materia de salud
acuícola. Expositor extranjero invitado - Temas Diversos: "Epidemiología, legislación,
bioseguridad, enfermedades de peces y agentes patógenos, referencias legales en
Chile y regulaciones OIE".
Natal, Brasil. 15-17 Noviembre 2003
32. Workshop Técnico "Vibriosis – Una Enfermedad Emergente en la Salmonicultura
Nacional: Etiología, Impactos y Mecanismos de Prevención y Control". Coordinador y
Expositor. Investigación llevada a cabo por ADL (Chile) & Intervet Norbio (Noruega)
Organizado por ADL Diagnostic Chile Ltda.
Puerto Montt, X región, Chile. Diciembre 04, 2003
33. Seminario Taller "Avances en la Investigación del Síndrome Ictérico en Chile: Un
Enfoque Integral". Expositor, Charla: "¿Síndrome Ictérico, es una enfermedad
infecciosa? Estudios de Infektividad en salmón coho y salmón del Atlántico en
ambiente semi-controlado".
Organizado por Instituto Tecnológico del Salmón, Intesal (SalmonChile).
Puerto Montt, X región, Chile. Enero 22, 2004
34. Seminario Taller "Estado del Arte: Control y Detección de Patógenos de Organismos
Acuáticos en los Residuos Industriales Líquidos (Riles)" Expositor
Organizado por Instituto Tecnológico del Salmón, Intesal (SalmonChile).
Puerto Montt, X región, Chile. Enero 13, 2004
Puerto Aysén, XI región, Chile. Febrero 02, 2004
35. Sixth Meeting Fish Egg Trade (Contrat QLK2-CT-2002-01506 Proyecto de la Unión
Europea) Tema: "Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) – Transmisión vertical y
Eficacia de los Programas de Screening de Reproductores y eliminación de ovas
potencialmente positivas" (Invitado como Expositor y Miembro Panel de Expertos)
Oslo, Noruega – 09.10 Sept 2004

36. Seventh Meeting Fish Egg Trade (Proyecto de la Unión Europea) Tema: "Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) – *Testing Methods and Health Certification of Fish Eggs and Sperm*" (Expositor Invitado y Miembro Panel de Expertos) - Workshop on vertical transmission of fish diseases - EAAP 12th International Conference
Copenhagen, Dinamarca – 15-16 Sept 2005
37. Alltech's 22nd Internacional Feed Industry Symposium: "Piscirickettsia: status and control" (Expositor Invitado)
Lexington, Kentucky, USA – Marzo 23 al 26 Marzo, 2006
38. Primera III Seminario Internacional: *Inmunoprofilaxis en agua dulce mediante el uso de vacuna oral contra IPNV – Organizado por Schering Plough Animal Health*
"Etiología y Epidemiología de IPNV - Evolución clínica del cuadro (Expositor Invitado)"
Puerto Varas, Chile – Octubre 11, 2006
39. Primera Conferencia Internacional de Agua Dulce – Skretting Chile. "Estado Sanitario actual y desafíos en agua dulce" (Expositor Invitado)
Puyehue, Chile – Noviembre 15 al 17, 2006
40. Taller Ejecutivo – ADL 2007 "Avances y criterios técnicos del Diagnóstico y Control de Enfermedades en la Industria salmonicultora" (Expositor y Organizador)
Puerto Montt, Chile – Enero 23, 2007
41. Seminario Novartis "Nuevos hallazgos sanitarios e incremento de la infestación por Caligus – Una aproximación epidemiológica a los actuales problemas de mortalidad y crecimiento en mar" (Expositor invitado)
Puerto Varas, Chile – Junio 27, 2007
42. XXXIV Congreso Brasileño de Medicina Veterinaria / V Congreso del Colegio Brasileño de Acuicultura. "Control y prevención de enfermedades es Peces", y Charla mesa redonda: "Estrategias para el desarrollo de una acuicultura saludable" (Expositor invitado)
Santos, Brasil – Septiembre 9 - 13, 2007
43. Seminario Internacional BIODINAMICA S.A. – Avances en Inmunomodulación de Salmones. Charla: "Situación sanitaria actual de la salmonicultura chilena, sus necesidades e imperativos" (Expositor invitado)
Puerto Varas, Chile – Noviembre 29, 2007
44. Reunión Seminario Comité de Salud INTESAL – Charla: "Estudio de Antibiogramas para *Piscirickettsia salmonis*, aisladas de salmones cultivados en la región de los Lagos y región de Aysén" (Expositor invitado)
Puerto Montt, Chile – Julio 11, 2008
45. II Conferencia Agua Dulce - Skretting – Charla: "Manejo Sanitario Integral en centros de agua dulce" (Expositor invitado)
Puerto Varas, Chile – Noviembre 12 al 14, 2008
46. Diversos proyectos y estudios científicos relacionados con:
 - a. Comparación de diferentes matrices para diagnóstico de ISA en reproductores de Salmón del Atlántico, 2009
 - b. Eficiencia de la sangre como matriz para detección de ISAV en reproductores de Salmón del Atlántico, y su comparación con riñón y corazón, 2009
 - c. Evaluación de SAV (PD) e ISAV en peces silvestres y asilvestrados en los lagos de la X región, 2009

- d. Resistencia in vitro de *Flavobacterium psychrophilum* a antibacterianos, 2009
- e. Resistencia in vitro de *Piscirickettsia salmonis* a antibacterianos, 2009
47. Diversos proyectos Priorities, needs and main challenges in the salmon health. *How salmon genome project can assist the Chilean Salmon Industry?* Expositor: P. Bustos. First International Salmon Genome Initiative Meeting Santiago, April 15-17 2009
48. Expositor Invitado a la V Conferencia Internacional AquaSur - 21 y 22 de octubre 2010 en Puerto Varas, Chile. Charla: "Una nueva oportunidad para la industria salmonera nacional – actualidad, avances y desafíos sanitarios".
49. Enfermedades Bacterianas en la Industria Salmonera. Expositor P Bustos. Congreso Nacional de Medicina Veterinaria 2010. Universidad de Concepción, Chile. Nov 2010.
50. Principais Doenças em Peixes. Curso Piscicultura & Medidas Preventivas. P. Bustos. Junio 16 y 17, 2011. Sao Paulo, Brasil.
51. Nuevas variantes de *P. salmonis*: ¿Involucran cambios en la actual estrategia de control? Expositor P Bustos. Seminario "Nuevos desafíos sanitarios para la salmonicultura chilena: Variantes de *Piscirickettsia salmonis* y emergencia de Piscine Reovirus (PRV). Puerto Varas, 23 septiembre 2011
52. Impactos socioeconómicos de la Salmonicultura en Chile. P. Bustos. VII Congresso Brasileiro de Aquicultura. Florianópolis. Brasil - 01 Noviembre 2011.
53. Situación Sanitaria en Chile: Pasado, Presente y Futuro. P Bustos. Seminario "Nuevos horizontes biotecnológicos para la salmonicultura chilena" Temuco - 17 Nov 2011 – Universidad Mayor,
54. Situación actual de IPN en Chile. P Bustos - Seminario BIOMAR Puerto Varas, 04 Abril 2012
55. Manejo de Salud en especies marinas en desarrollo, cultivadas en Chile – Una aproximación del trabajo de ADL Diagnostic Chile. Seventh Framework Programme of the European Union (KBBE.2013.1.2-09): *Diversification of fish species and products in aquaculture Scientific Mission in Aquaculture - Chile 2012* Puerto Montt, Septiembre 03 2012
56. Expositor en el Seminario *Aplicaciones de la modelación costera para la acuicultura nacional* - Charla P Bustos: La importancia de la hidrodinámica en la dispersión de patógenos en la industria acuícola. - Proyecto INNOVA Univ. de Concepción Pto Montt 05 Octubre 2012
57. Expositor en el 17º Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Invitado. Charla *Piscirickettsiosis (SRS) ¿una enfermedad enzoótica o emergente?* Valdivia, 19-20 Noviembre 2012
58. Expositor en el Encuentro Técnico ADL. Charla: "Genovariantes de *Flavobacterium psychrophilum* y sus implicancias clínico productivas". Puerto Montt, 13 Septiembre 2013
59. Expositor en el Congreso Paulista de Medicina Veterinária, Congreso Paulista de Especialidades Veterinarias (CONPAVET) Charla: "RISCOS DA INTRODUÇÃO DE ENFERMIDADES NA SALMONICULTURA. COMO CONVIVER COM O PATOGENO?" Sao Paulo, Brasil 28-30 Octubre 2013

60. Expositor en el VII Seminario Sanidae em Piscicultura: Biosseguridade e boas práticas de manejo sanitário ações fundamentais na redução de enfermidades. (CAUNESP)
Charla: "Gestão sanitária em aquicultura da escala global a local"
Jaboticabal, SP, Brasil 16-18 Julio 2014
61. Expositor en el IV SIMCOPE *Simpósio da Controle de Qualidade do Pescado*: Charla: "Cadeia productiva do salmão: Tendências e Perspectivas"
Charla: "Gestão sanitária em aquicultura da escala global a local"
Santos, SP, Brasil 10 – 12 septiembre 2014
62. Expositor en el Seminario "Programa de Vigilancia Epidemiológica y Control de la Piscirickettsiosis (SRS) para la Competitividad de la Salmonicultura Chilena (Corfo Innova 12BPC -13471)". Charla: "Enfoque integral y vanguardista de ADL en el diagnóstico y control de Piscirickettsiosis (SRS)."
Puerto Montt - Chile, Noviembre 20, 2014
63. Coordinador Seminario Industria: "Evaluación y Caracterización de la Eficacia de Desinfectantes y Procedimientos de Limpieza y Desinfección para Mejorar la Bioseguridad y Sustentabilidad de la Industria del Salmón". Resultados de Proyecto Nacional llevado a cabo por ADL Diagnostic Chile Ltda. Presentaciones de diversos especialistas de ADL.
Puerto Montt – Chile, Marzo 13 de 2015
64. Expositor en Taller de Comisión Noruega a Chile. Charla: Health status of the Chilean Salmon Industry - an overview
Puerto Varas - Chile, Marzo 19, 2015
65. Expositor en Workshop organizado por CentroVet en Región de Magallanes. Charla "Desafíos sanitarios para la salmonicultura en Magallanes".
Punta Arenas - Chile, Abril 28, 2016
66. Expositor en Workshop Uso Eficiente de Antibióticos en la Industria del Salmón en Chile, Organizado por SALMONCHILE Enero 12, 2016. Charla "Estudios de CIM para *Piscirickettsia salmonis* - Preocupante evolución de la resistencia bacteriana"
Puerto Montt - Chile, Enero 12, 2016
67. Bohle, H., Henríquez, P., Navas, E., Grothusen, H., Osses, A., Castillo, A., Cancino, A., **Bustos, P.** Mancilla, M. (2016). ATBPLEX®, una herramienta para optimizar la aplicación de terapias contra brotes de SRS. *Salmonexpert* 8, 34-39. Publicada en agosto 2016 (diversos medios: aqua, SalmonExpert, Mundo Acuícola).
68. Saavedra, J., Hernandez, N., Osses, A., Castillo, A., Cancino, A., Grothusen, H., Navas, E., Henriquez, P., Bohle, H., Bustamante, F., **Bustos, P** & Mancilla, M. (2017). Prevalence, geographic distribution and phenotypic differences of *Piscirickettsia salmonis* EM-90-like isolates. *J Fish Dis* 40, 1055-1063.
69. Bohle, H., Henriquez, P., Grothusen, H., Navas, E., Bustamante, F., **Bustos, P.** & Mancilla, M. (2017). The Genome Sequence of an Oxytetracycline-Resistant Isolate of the Fish Pathogen *Piscirickettsia salmonis* Harbors a Multidrug Resistance Plasmid. *Genome Announc* 5: e01571-01516.
70. Grothusen, H., Castillo, A., Henriquez, P., Navas, E., Bohle, H., Araya, C., Bustamante, F., **Bustos, P.** & Mancilla, M. (2016). First Complete Genome Sequence of *Tenacibaculum dicentrarchi*, an Emerging Bacterial Pathogen of Salmonids. *Genome Announc*, 4, e01756-01715.

71. Henríquez, P., Kaiser, M., Bohle, H., **Bustos, P.**, Mancilla, M. (2015). Comprehensive antibiotic susceptibility profiling of Chilean *Piscirickettsia salmonis* field isolates. *J Fish Dis* 39, 441-448.
72. Bohle, H., Henríquez, P., Grothusen, H., Navas, E., Sandoval, A., Bustamante, F., **Bustos, P.**, Mancilla, M. (2014). Comparative genome analysis of two isolates of the fish pathogen *Piscirickettsia salmonis* from different hosts reveals major differences in virulence-associated secretion systems. *Genome Announc* 2, e01219-14
73. Navas, E., Bohle, H., Henríquez, P., Grothusen, H., Bustamante, F., **Bustos, P.**, Mancilla, M. (2014). Draft genome sequence of the fish pathogen *Yersinia ruckeri* (37551) serotype O1b, isolated from diseased, vaccinated Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Chile. *Genome Announc* 2, e00858-14.
74. Henríquez, P., Bohle, H., Bustamante, F., **Bustos, P.**, Mancilla, M. (2014). Polymorphism in *gyrA* is associated to quinolones resistance in Chilean *Piscirickettsia salmonis* field isolates. *J Fish Dis* 38, 415-418.
75. José Saavedra, Naybel Hernández, Andrea Osses, Alexis Cancino, Alejandro Castillo, Esteban Navas, Horst Grothusen, Harry Bohle, Fernando Bustamante, **Patricio Bustos** y Marcos Mancilla. Diferencias epidemiológicas y fenotípicas de los aislados tipo EM-90 de *Piscirickettsia salmonis*. Technical Report SalmonExpert. Marzo 2017
76. **Bustos P.**, Young Neil, Rozas M. Bohle H., Ildefonso R., Morrison R., Nowak B. (2011) Amoebic gill disease (AGD) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) farmed in Chile. *Aquaculture* Volume 310, Issues 3-4, 9 January, Pages 281-288
77. **Bustos P.**, M. Rozas, H. Bohle, R. Ildefonso, A. Sandoval, A. Gaete, C. Araya, H. Primer reporte de *Piscine Reovirus* (PRV) en salmon del Atlántico, *Salmo salar*, cultivado en Chile. *Revista Visión Diferente*. Julio 2011.
78. E. Tapia, G. Monti, M. Rozas, A. Sandoval, A. Gaete, H. Bohle and **P. Bustos** Assessment of the *in vitro* survival of the Infectious Salmon Anaemia Virus (ISA) under different water types and temperaturas (2013). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 33(1)
79. **Bustos, P.**, J Calbuyahue, J Montaña, B Opazo, P Entrala and R Solervicens. 1995. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol* 15: 162-164 The first isolation of *Flexibacter psychrophilum*, as a causative agent of Rainbow Trout Fry Syndrome (RTFS), causing mortalities in rainbow trout in Chile (1995).
80. Gustafson L, Antognoli M, Lara Fica M, Ibarra R, Mancilla J, Sandoval Del Valle O, Enriquez Sais R, Perez A, Aguilar D, Madrid E, **Bustos P.**, Clement A, Godoy MG, Johnson C, Remmenga M. Risk factors perceived predictive of ISA spread in Chile: Applications to decision support. 2014. *Preventive veterinary medicine* 117:276-285.
81. H Bohle, E Tapia, A Martínez, M Rozas, A Figueroa y **P Bustos.** (2009) *Arch. Med. Vet.* Vol. 41, no.2. *Francisella philomiragia*, bacteria asociada con altas mortalidades en salmones del Atlántico (*Salmo salar*) cultivados en balsas-jaulas en el lago Llanquihue, 2009.
82. D A Stoffregen, G A Wooster, P S **Bustos, P.**, P R Bowser, J G Babish. Multiple route and dose pharmacokinetics of enrofloxacin in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 05/1997; 20(2):111-23.
83. ML Margolis, ML Kent, **P Bustos.** Diseases of salmonid resembling myxosporean whirling disease, and the absence of *Myxobolus cerebralis* in South America. *Diseases of Aquatic organisms – Diseases of Aqatic Organism* 01/1996; 25:33-37

84. Workshop Uso Eficiente de Antibióticos en la Industria del Salmón en Chile SALMONCHILE Enero 12, 2016 Estudios de CIM para *Piscirickettsia salmonis*" Preocupante evolución de la resistencia bacteriana
85. Desarrollo, validación y aplicación diagnóstica de un ensayo no fenotípico para predecir la resistencia a antimicrobianos de *Piscirickettsia salmonis*. Octubre 06, 2016 – Pto. Varas – Chile
86. Seminario de Enfermedades Emergentes y de Alto Impacto en Salmonicultura. 27 Abril 2017, Pto. Varas – Chile ¿Cómo las Enfermedades Branquiales (PGD) han impactado la industria en la última década? *Prioridades y desafíos*
87. WORKSHOP Día de Campo - Programa de Acuicultura Sustentável Tecnologia, Ciência e Inovação. 23 al 25 Nov 2017 Paraná, Brasil. Desafios imunológicos no produção de salmão no Chile.
88. SEMINARIO INTERNACIONAL Nuevas herramientas para desafíos emergentes 29 Nov 2018 - Puerto Varas, Chile. Enfermedad del Complejo Branquial en Chile: Actualización y desafíos (*Complex Gill Disease, Gill Complex - CGD*)
89. Taller UCV – Proyecto FIP Trucha pan-size Valparaíso, 16 Octubre 2015. Virus de importancia en acuicultura chilena: sobrevivencia, riesgos, impactos. Eficacia de los desinfectantes y procedimientos de desinfección.
90. WORKSHOP CENTROVET REGION DE MAGALLANES 28 Abril 2016. Desafíos sanitarios para la salmonicultura en Magallanes
91. SEMINARIO INDUSTRIA DEL SALMON EN CHILE Y DESARROLLOS GENOMICOS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO 29 Marzo 2017 - Puerto Varas, Chile. Salmón coho: Evolución de la condición sanitaria y principales desafíos
92. SEMINARIO INTERNACIONAL Nuevas herramientas para desafíos emergentes. 29 Nov 2018 - Puerto Varas, Chile. Cordinador y expositor "Enfermedad del Complejo Branquial en Chile: Actualización y desafíos(*Complex Gill Disease, Gill Complex - CGD*)
93. Expositor de la Conferencia Internacional Pathos Forum (2 charlas): "ISAV in Chile: From crisis to control how we did it, and maintain it" y "Salmon health around the world: Challenges and efforts - what can we learn from each other? Scotland, Norway and Chile (P Bustos presenta la parte chilena). Alesund, Noruega. 23-24 Mayo 2019.

EXPERIENCIA COMO INVESTIGADOR EN EL ÁMBITO DE I+D – PROYECTOS DE APOORTE GUBERNAMENTAL (CORFO) (Sólo se exponen los últimos 7 años)

Proyecto CORFO INNOVA 16ITE1-71014 "Desarrollo de un kit LPS-ELISA para el seguimiento de la respuesta inmune contra <i>Piscirickettsia salmonis</i> "	Investigador	CORFO	2017-presente
Proyecto CORFO INNOVA 15ITE1-45434 "Obtención de cepas atenuadas de <i>Piscirickettsia salmonis</i> por métodos genéticos y selección de candidatos para vacunas vivas contra la piscirickettsiosis"	Investigador	CORFO	2015-2017
Proyecto CORFO INNOVA 14IDL2-30005 "Desarrollo, validación y aplicación diagnóstica de un ensayo no fenotípico para predecir la resistencia a antimicrobianos de <i>Piscirickettsia salmonis</i> "	Investigador	CORFO	2014-2016
Proyecto CORFO InnovaChile "Fortaleciendo la cultura de innovación en ADL para potenciar la generación de valor en el negocio biotecnológico".	Director	CORFO	2009 - 2010
Proyecto CORFO InnovaChile Empresarizable "Desarrollo de una tecnología de incorporación de un producto anti-stress de base natural en la dieta de salmónidos en etapa de cultivo comercial"	Director	CORFO	2006 - 2008
Proyecto Zonal Intesal – Vigilancia Sanitaria y Productiva de los centros de	Director	INTESAL (Asoc de Productores de Salmón y	2006

engorda de la X y XI regiones.		Trucha de Chile)	
Proyecto CORFO InnovaChile "Desarrollo de la industria de <i>Seriola lalandi</i> en Chile", presentado por la empresa Acuícola del Norte S.A. al concurso "PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA CHILENA"	Investigador y Responsable SubPrograma Salud	CORFO	2010 - 2018
Proyecto CORFO InnovaChile "Desarrollo de la industria de LA CORVINA (<i>Cilus gilberti</i>), presentado por la empresa Acuícola del Norte S.A. al concurso "PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA CHILENA"	Investigador y Responsable SubPrograma Salud	CORFO	2010 - 2018
Proyecto CORFO "Desarrollo de vacuna viva atenuada de <i>Piscirickettsia salmonis</i> . "PROGRAMA PORTAFOLIO". BlueGenomics, Vaxxinova, ADL.	Investigador	CORFO	2017 - 2020
Proyecto CORFOI "Desarrollo de vacuna viva atenuada de <i>Renibacterium salmoninarum</i> "PROGRAMA INNOVACION TECNOLOGICA".	Investigador	CORFO	2018 - 2020

INFORME TECNICO

CONDICIÓN SANITARIA CENTRO PUNTA REDONDA AL MOMENTO DEL ESCAPE DE PECES

MOWI CHILE S.A.

INTRODUCCION Y CONTEXTO

La relevancia del sector salmonero para la economía nacional y sobretodo regional, y sus positivas proyecciones de expansión en respuesta a una demanda internacional creciente, son las bases que sustentan las estrategias de desarrollo y crecimiento de esta industria acuícola así como las normativas vigentes, todas ellas destinadas a continuar profundizando y consolidando su desarrollo sobre bases sustentables.

El 99% de la actividad salmonera nacional se concentra entre las regiones de la Araucanía y de Magallanes, territorio en el que en los últimos 20 años se han venido desarrollando más de 1.200 empresas que cubren las diferentes fases del proceso productivo, articulando los múltiples enlaces estratégicos de la cadena de valor y generando más de 70 mil empleos directos e indirectos.

Pese a que el salmón no es una especie natural de las costas chilenas, las extraordinarias condiciones climáticas y ambientales de la zona austral, han permitido una exitosa inserción de esta especie (Furci y col, 2006). La acuicultura fue denominada como la "revolución azul" y catalogada como la gran solución para disminuir la presión sobre los recursos pesqueros intensamente explotados, debido a la mayor demanda por proteínas de origen marino. Algunos investigadores han señalado que la acuicultura no sólo puede contribuir significativamente a las demandas de alimentación mundial, sino que puede además ayudar directamente a la conservación de los recursos acuáticos y su diversidad genética (Neira y Díaz, 2005).

En Chile, se introdujeron muchas especies acuáticas exóticas desde la segunda mitad del siglo XIX, pero no fue hasta principios de 1900 a 1920 que se empezó a importar salmón. Concretamente, en 1908 se hizo la primera importación de ovas de salmón del Atlántico al país desde el Reino Unido. Más tarde, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) jugó un papel decisivo en la importación del primer salmón coho (según registros en 1921) y en los venideros 50 años. Posteriormente, a principios de los años 80s se comenzó con la cría activa de salmón en Chile. En 1985 ya operaban en Chile 36 granjas de salmón y la producción total superó las 1.200 toneladas. Es relevante consignar que ya tempranamente en Chile, desde inicios de los años 80s y hasta mediados de los 90s, una parte importante del crecimiento de la salmonicultura, impulsada en parte por el Estado chileno y sus agencias o instituciones de desarrollo (fundamentalmente SAG y más tarde IFOP y Fundación Chile), se basó en la práctica del “ocean ranching” y siembra de peces en ríos y lagos. Esta práctica fue habitual por más de una década, no existiendo por mucho tiempo controles sanitarios en los múltiples batch liberados, o bien éstos eran básicos, en ningún caso con la sofisticación, tecnología y sensibilidad de las técnicas actuales, ni mucho menos bajo regímenes normativos apropiados. Cuando estos últimos fueron desarrollados, implementados y aplicados, el ocean ranching y las siembras programadas ya se habían dejado de utilizar.

Lo expuesto anteriormente, así como también las fugas de peces acontecidas a través del tiempo desde pisciculturas y jaulas en lagos y mar, generaron las bases de las pesquerías naturales de trucha arco iris, salmón coho y especialmente salmón chinook, no así de salmón del Atlántico. Estos acontecimientos han conformado desde hace años un escenario en el cual la mayor parte de las poblaciones salmonídeas asilvestradas son portadoras de algunos agentes patógenos, varios de ellos provenientes del extranjero e ingresados al país a través del comercio internacional de huevos.

Es importante consignar que, si bien han sido pocas las investigaciones realizadas para definir el estado sanitario de los peces silvestres, en los últimos años ha cobrado relevancia en diferentes países, entre ellos Chile. Aquellos peces silvestres que portan

patógenos suelen mantener esta condición de portadores sanos de por vida, sin expresar la enfermedad. Los antecedentes expuestos en este documento pretenden documentar y, de esta forma comprender, el origen de la condición sanitaria de los peces en su medio natural; condición que no es exclusiva o excepcional de nuestro país, también ha sido la de los principales países productores de salmones en Europa, Norteamérica y Japón.

Por su parte, los peces silvestres también contribuyen con bacterias, virus o parásitos que son propios de ellos, microorganismos que no provienen de peces de cultivo. Tanto en Chile como en varios países productores de salmones, las investigaciones respecto de agentes infecciosos y/o parasitarios propios de peces silvestres, y que constituyen un riesgo potencial para los cultivos intensivos, han sido escasas e insuficientes, generando una asimetría en la información, en consecuencia se tiende a estigmatizar y perjudicar los peces criados en condiciones de cultivo intensivo en materia sanitaria. Por cierto que, debido a las condiciones propias de la producción animal (de vacunos, cerdos, aves y salmones), en especial el confinamiento, obviamente es más común la prevalencia de agentes patógenos en este tipo de condiciones, por lo demás los peces en cultivo son focos permanentes de exámenes de laboratorio, ya sea como parte de una rutina diagnóstica establecida en los propios programas sanitarios de las empresas productoras como también por parte del Estado a través de las actuales y exigentes normativas sanitarias; esta frecuencia de diagnósticos obviamente no se realiza en los peces silvestres. Esta asimetría en la información expuesta anteriormente, formó parte esencial de las discusiones técnicas y científicas entre países, gobiernos, investigadores y productores, generando estándares globales que se centraron en abordar áreas claves de impacto negativo, así como directrices detalladas de auditorías *in situ*, las cuales fueron entregadas en junio del 2012 al Aquaculture Stewardship Council (ASC), que administra los estándares globales y los programas de certificación.

Para abordar los impactos del salmón proveniente de pisciculturas y jaulas, la World Wildlife Foundation (WWF) ayudó a crear los Diálogos sobre la acuicultura de salmón a nivel mundial (Salmon Aquaculture Dialogue), iniciativa técnico-científica que generó los

estándares globales para el cultivo de salmón (*el suscrito representó a la industria del salmón chileno, formando parte de las comisiones de trabajo de los distintos países participantes*). Los estándares voluntarios son el resultado de un proceso integral de múltiples partes interesadas que buscó enfoques innovadores para abordar los impactos ambientales y sociales de la industria, a través del desarrollo e implementación de niveles de desempeño ambiental y social verificables que reduzcan o eliminen de manera mensurable los impactos relevantes del cultivo de salmón y sean aceptables para los interesados, así como recomendar estándares que alcancen estos niveles de rendimiento y, al mismo tiempo, permitir que la industria del cultivo de salmón siga siendo económicamente viable y sustentable.

Como hemos dicho anteriormente, el *ocean ranching* por cerca de dos décadas, los escapes acontecidos desde hace más de 30 años, así como las enfermedades en centros de cultivo, han contribuido a la transmisión de agentes patógenos hacia la población silvestre. Sin embargo, es probable que algunos agentes etiológicos desconocidos hayan estado en forma endémica en las especies nativas sin causarles un daño aparente y se hayan adaptado a especies foráneas, las que a su vez no tendrían una constitución genética adecuada ni memoria inmunológica para responder con mecanismos de defensa efectivos frente a estos agentes etiológicos desconocidos (Smith et al., 2001; Murray y Peeler, 2005). Aún más, las especies silvestres actúan como reservorio para múltiples agentes y de esta forma dificultan la prevención, control y erradicación de algunas enfermedades específicas. En este sentido, es importante consignar que en la actualidad está objetiva y científicamente comprobado en Chile el rol de reservorio (infección latente, portadores sanos) de agentes patógenos en los peces silvestres y que se constituyen en un riesgo potencial hacia los peces en cultivo, en especial algunas parasitosis y en mucho menor medida algunas virosis.

Chile, por su parte, ha hecho un esfuerzo en estos últimos años por investigar enfermedades de alto riesgo en poblaciones silvestres. En este contexto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha implementado un programa de investigación permanente,

ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), de acuerdo a lo establecido en el artículo 92 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, mediante el cual se realiza una vigilancia de las Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en peces silvestres de cuerpos de agua lacustres, estuarinos y marinos en las regiones donde se han establecido las producciones de salmónidos a nivel industrial (Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes). Los resultados obtenidos están contenidos en el Informe Técnico No. 1060/24.10.2017 Informe Anual de Resultados (2018), que está en el marco del Programa de Investigación "Situación Sanitaria de Enfermedades de Alto Riesgo en Peces Silvestres 2015 - 2016".

En el año 2010, el IFOP realizó el primer estudio de vigilancia y seguimiento de enfermedades de alto riesgo (EAR) en peces silvestres y ferales de agua dulce y mar, para 8 patógenos virales y 3 patógenos bacterianos. Actualmente, este estudio se encuentra iniciando su séptimo año de monitoreo y en el total de estos 6 años se han realizado 12 campañas de muestreo donde ha sido posible capturar un total de 22.671 peces, siendo éstos analizados en pools de órganos individuales por pez. Es importante considerar que como técnica se utiliza PCR, una técnica altamente sensible y específica.

Los resultados más relevantes indican que del total de peces analizados, el **6,9%** (1.568/22.671) **de ellos eran positivos a patógenos**, independiente del agente identificado, **detectándose en el 77,8% de ellos *Piscirickettsia salmonis* (agente causal de SRS)**, en el **10,7%** se detectó el virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa (***IPNV***), en el **8,6%** ***Flavobacterium psychrophilum* y, finalmente, en el 2,9% *Piscine Reovirus (PRV)***, siendo las especies silvestres róbalo (*Eleginops maclovinus*), pejerrey de mar (*Odonthestes regia*), pejerrey de agua dulce (*Basilichthys australis*), además de salmónidos silvestres y escapados, las especies que han presentado las mayores positividadades a estos agentes. Las principales conclusiones fueron las siguientes:

- a) Las parasitosis fueron las infecciones más recurrentemente detectadas, el 9,7% de los peces capturados presentó ecto y endoparásitos, lo que representó el 11,3% de las zonas de captura, en donde 6 de 25 zonas mostraron la mayor distribución.

- b) Las zonas con mayor parasitosis en peces silvestres capturados fue Chiloé central (32,1%), Lago Huillinco (32,9%), Chiloé norte (26,3%), Melinka y Guaitecas (17,4%) y Lago Colico (17,3%). Mientras que las más bajas estaban en Puerto Natales y Magallanes (con un 1,5 y 0,5%, respectivamente).
- c) La parasitosis más prevalente es causada por el parásito *Diphyllbothrium latum* (24,9%), afectando fundamentalmente a pejerreyes en agua dulce, perca trucha, salmón coho, salmón del Atlántico y especialmente truchas arco iris y fario. El siguiente parásito prevalente fue *Lepeoptherius sp* con un 15,9%, siendo más prevalente en robalo, pejerreyes de mar y salmón del Atlántico.
- d) Respecto de Enfermedades de Alto Riesgo (EAR), en los 4.697 peces capturados no se detectó los agentes causales virales de la Anemia Infecciosa del salmón (ISA), Pancreas Disease (PD), Síndrome Cardiomiopático (PMVC), Septicemia Viral hemorrágica (VHS), Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN) y Necrosis Hematopoyética Epizootica (EHN), ni el agente bacteriano causante de Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD).
- e) Para el caso de *Piscirickettsia salmonis* (agente causal de SRS), la prevalencia general fue de 11,6%, en donde la región de Los Lagos tenía la mayor positividad (45%), le sigue la región de Los Ríos (29%) y más bajo la región de Aysén/Magallanes (14 y 12%, respectivamente). Todas las especies silvestres fueron positivas, excepto las peladillas.
- f) Para el caso del virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPNV), se obtuvo la mayor cantidad de peces silvestres portadores, siendo la regiones más prevalentes la de Los Lagos (43%), Los Ríos (28%) y Aysén (20%).
- g) En relación al virus *Piscine Reovirus (PRV)*, causante de la Inflamación del Músculo Cardíaco y Esquelético (HSMI, por su sigla en inglés), los valores obtenidos indicaron que en la región de Los Lagos se presentó la mayor prevalencia (76%),

siendo el salmón del Atlántico es más positivo (6,2%), le sigue salmón coho (2,1%) y trucha (1,3%).

Adicionalmente a los estudios de IFOP, ha habido otras iniciativas técnicas y científicas por otros grupos de investigación. Uno de ellos es la Universidad de Los Lagos (Carvajal et al., 1998), quien enfocó su investigación en *Caligus*. Este copépodo parásito que afecta principalmente a la salmonicultura de la X y XI regiones, y que corresponde a *Caligus rogercresseyi*, un calígido ectoparásito exclusivamente marino que se encuentra parasitando la piel de varias especies de peces silvestres, y que transmite el parásito a los salmónidos en cultivo desde el róbalo *Eleginops maclovinus*, que es el reservorio natural del parásito, el cual también se ha reportado en el pejerrey *Odonthestes regia* y el lenguado de ojo chico *Paralichthys microps*.

Otra iniciativa es la referida a los estudios de parasitosis, detectándose que la especie *E. maclovinus* (roballo) es la especie hospedadora mayormente estudiada en términos de detección de parásitos. Henríquez y col. (2011b) determinaron que el 97,4% de los robalos muestreados se encontraron parasitados con al menos un taxón parasitario, siendo las especies *Hypoechinorhynchus magellanicus* (Acanthocephala), *Caligus rogercresseyi*, *Lepeophtheirus mugiloides*, *Clavella adunca* (Copepoda) y *Similascarophis sp.* (Nematoda) las más prevalentes. De este modo, la determinación de las especies parasitarias dentro de las comunidades de especies de peces silvestres es de gran relevancia, ya que estos últimos pueden constituir un potencial reservorio de larvas o estadios infestantes para las especies de peces en cultivo, y más importante aún, presentar riesgo para la población humana debido a que algunas de ellas son zoonóticas.

Por su parte, ADL Diagnostic Chile, laboratorio privado de diagnóstico, con 19 años de experiencia en el diagnóstico e investigación y desarrollo de enfermedades de peces, y que además presta servicios regulares de diagnóstico para Sernapesca, realizó investigaciones en peces silvestres en lagos de Región de Los Lagos, entre abril y junio del 2009, examinándose 1.075 truchas arcoiris de 10 lagos diferentes, involucrados en actividades de acuicultura en la Región de Los Lagos, orientados a detectar especies del

parásito *Diphyllbothrium*. La prevalencia general de plerocercoides de *Diphyllbothrium dendriticum*; un parásito usualmente detectado en peces silvestres, en la Región de Los Lagos fue del 9.2%, siendo un 17.4% para la isla de Chiloé. No se detectaron plerocercoides en los lagos continentales de la Región de Los Lagos (Chapo, Rupanco y Llanquihue). El lago Tarahuín exhibió una prevalencia del 50.9%, el lago Cucao 5.1%, el lago Natri 4.7%, el lago Huillinco 3.6% y el lago San Antonio un 66.7%. Estos hallazgos y los informes anteriores de plerocercoides de *Diphyllbothrium spp.* en salmones de centros de cultivo en el lago Tarahuín apoyan el supuesto ciclo de vida de este parásito en los lagos del sur de Chile donde hay actividades acuícolas y el riesgo que conlleva hacia ellas (Rozas et al, 2012).

Como complemento a lo expuesto anteriormente, ADL Diagnostic Chile posee registros de casuística (2019) en los que se detecta el parásito *Neoparamoeba perurans*, agente causal de Amoebic Gill Disease (AGD, Amebiasis Branquial) en sardinas silvestres próximas a centros de cultivo. Esta enfermedad fue detectada por primera vez en el país en el 2007, pero publicada formalmente 4 años más tarde (Bustos et al, 2011).

Como antecedente, Noruega cuenta con un programa nacional de vigilancia del parásito *Gyrodactylus salaris* en los salmónidos silvestres, como parte de un sistema de alerta temprana para la detección de la propagación del patógeno a especies de cultivo. Los resultados se publican en informes anuales del Instituto Veterinario de Noruega (Oidtmann et al., 2013; Paladini et al, 2014). Así también, en Noruega entre los años 1997 y 1998 se realizó el primer estudio de vigilancia para el virus de la Septicemia Hemorrágica Viral (VHS) en especies acuáticas silvestres (King et al. 2001). De las seis campañas de muestreo realizadas en 18 meses, se capturaron 19.293 peces de 23 especies distintas, a partir de las cuales se analizaron 2.081 pools de órganos, dando 21 pools de muestras positivas a VHS, siendo el bacalao y la faneca noruega las especies más afectadas por el agente patógeno. A partir de ello, el año 2007 se instaura oficialmente la vigilancia de los patógenos VHS, ISA y Herpes virus en dicho país.

Marine Harvest (hoy MOWI) ha formado parte, así como también precursor, de iniciativas mundialmente reconocidas en materia sanitaria, varias de ellas actualmente en curso, un ejemplo de ello son los encuentros multinacionales de expertos (Irlanda, Noruega, Escocia y Chile) llevados a cabo desde hace algunos años, cuyo objetivo central es discutir los avances en las investigaciones y control de enfermedades en cada país, de manera de solidaria y transversalmente compartir dichos conocimientos para una mayor y mejor prevención y control de enfermedades a nivel global y, en consecuencia, agregarle valor y sustentabilidad a la industria en cada país y región. Los criterios y políticas sanitarias que lleva a cabo la compañía a nivel mundial se extienden a MOWI Chile.

VACUNACIONES REALIZADAS EN AGUA DULCE

El objetivo de las vacunaciones en agua dulce es prevenir la aparición de enfermedades infecciosas específicas que más tarde se presentan en mar, precisamente aquellas que son enzoóticas (endémicas) en Chile y de reconocida presentación histórica. En la actualidad, las vacunaciones contra Vibriosis, Furunculosis, IPN e ISA resultan ser bastante eficientes, logran con creces el objetivo deseado, es decir erradicar la enfermedad en el mar, la total ausencia de cuadros clínicos en mar. Las vacunaciones contra Vibriosis desde el 2004 erradicaron esta seria enfermedad, lo mismo prácticamente ha ocurrido con Furunculosis, IPN e ISA. No obstante, para el caso de Piscirickettsiosis (SRS), el control es algo más dificultoso debido a la complejidad y naturaleza de la bacteria,

En concreto, la totalidad de los peces ingresados a este centro fueron vacunados, previo al traslado al mar, con las siguientes vacunas:

1. *Alpha Ject 5-1*: Vacuna inactivada para la prevención y control de las enfermedades Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), Piscirickettsiosis (SRS), Anemia Infecciosa del Salmón (ISA), Vibriosis y Furunculosis.

2. *Alpha Ject Livac*: Vacuna viva atenuada para la prevención y control de Piscirickettsiosis (SRS).

Ambas vacunas fueron adquiridas a la empresa Pharmaq (Zoetis) (Noruega), líder mundial en elaboración de vacunas para peces.

La doble aplicación de vacuna contra SRS tiene por propósito generar un más efectivo control de la enfermedad. La tecnología avanzada de la vacuna viva atenuada permite mejorar la extensión de la inmunización en el tiempo y, en caso de que se genere la enfermedad, su aparición sea más lenta, de manera que el programa diario de vigilancia epidemiológica (necropsia, registro y clasificación de las causas probables de mortalidad) llevado a cabo en los centros de cultivo de la empresa, entre ellos Punta Redonda, permita detectarla tempranamente y aplicar terapia, en caso necesario.

ACONTECIMIENTOS

Centro de cultivo Punta Redonda

Marine Harvest Chile S.A. es titular de centro de cultivo de salmónidos denominado Punta Redonda, ubicado en Isla Huar, comuna de Calbuco, Provincia de Llanquihue, X Región. El Centro posee el código N° 102833 y pertenece a la Agrupación de Concesiones N° 2 (ACS N° 2).

El día 5 de julio de 2018, durante un fuerte temporal de viento Puelche y altas olas, que duró más de lo previsible, el centro de cultivo sufrió serios daños estructurales, lo que resultó en un escape de salmones. Dicho centro contaba con aproximadamente 935.701 peces de la especie *Salmo salar* (salmón del Atlántico) en etapa de engorda, distribuido en 10 jaulas de 40 x 40 m, de los cuales 281.000 peces aproximadamente habían concluido terapia con florfenicol el día 4 de julio, correspondiente a 3 jaulas (103, 104 y 105).

Los peces, al momento del escape, presentaban densidades de cultivo consideradas dentro de rangos aceptables, desde el punto de vista normativo (4,8 a 12,9 kg/m³), con un peso promedio que oscilaba en 3,09 a 3,76 kilos, y un número de peces por jaula de 79.279 a 103.082 individuos (40 x 40 mt).

Las coordenadas de la Concesión donde ocurrió el escape de peces son las que se indican en la Tabla N°1.

Tabla No. 1: Coordenadas de la Concesión centro Punta Redonda

Tabla N°1: Coordenadas CES Punta Redonda				
Vértice	Latitud S	Longitud W	Distancia entre vértices	Lados
A	41° 42' 22,48"	72° 53' 14,60"	1022,69 m	A-B
B	41° 42' 29,62"	72° 52' 56,71"	222,54 m	B-C
C	41° 42' 21,04"	72° 52' 50,61"	468,61 m	C-D
D	41° 42' 13,90"	72° 53' 08,50"	787,93 m	D-A

ESTADO SANITARIO DEL CENTRO DE CULTIVO Y EJEMPLARES ESCAPADOS

Al momento del escape de peces, el centro de cultivo Punta Redonda se encontraba calificado como "centro en vigilancia" para las tres enfermedades respecto de las cuales Sernapesca cuenta con programas sanitarios específicos de Vigilancia y Control: Anemia Infecciosa del Salmón (ISA), Piscirickettsiosis (SRS) y Caligus.

De conformidad con la Resolución N° 3174/2012 y la Resolución N° 1577/2011, ambas de Sernapesca, relativas a los programas ISA y SRS respectivamente, los centros de cultivo pueden ser categorizados en diferentes categorías, sin embargo al momento del escape, el centro se encontraba en las siguientes calificación acorde a la enfermedad:

- **ISAv:** Centro en categoría "vigilancia" (que corresponde a un centro en el cual no se ha detectado la presencia del virus ni manifestación clínica de la enfermedad y

se encuentra dentro de una zona de vigilancia. El Centro Punta Redonda, según consta en los análisis y certificaciones respectivas, posee esta categoría, notificada el 07 noviembre 2017.

- **SRS:** Centro categorizado en “vigilancia” (mantiene esta categoría mientras no califique como centro en alerta o Centro de Alta Diseminación (CAD). Durante los meses de cultivo el centro presentó positividad a Piscirickettsiosis (SRS) y se realizaron tratamientos con antibacterianos para controlar las pérdidas, así como para evitar la diseminación del agente patógeno. Las mortalidades por esta causa fueron bajas, nunca superaron el porcentaje establecido por la autoridad para ser categorizado como centro en alerta o alta diseminación. Más aún, sólo afectó a específicas jaulas, su diagnóstico fue precoz y por lo tanto las medidas fueron tomadas a tiempo.
- **Caligus:** Corresponde a la tercera enfermedad sanitaria que tiene asociado un programa sanitario específico de vigilancia y control por parte de Sernapesca. En este contexto, el centro Punta Redonda se encontraba calificado como un “Centro de Alta Vigilancia”. Sobre el particular, la Resolución N° 13/2015 de Sernapesca distinguen 3 categorizaciones:
 - *Centros de Alta Diseminación:* Centro de cultivo que en el primer monitoreo semanal realizado posterior al término de la ventana de tratamiento posee cargas parasitarias superiores o iguales a 3 hembras ovígeras (hembras ovígeras corresponde al estadio de desarrollo más relevante del parásito desde el punto de vista del control). En el caso de Punta Redonda, la carga de hembras ovígeras era de 0,53 (de acuerdo con el último muestreo realizado durante la semana 26: 25 al 29 Junio); semana que antecede al evento de escape. Por lo tanto, no presentaba un riesgo de diseminación del parásito *Caligus rogercresseyi*.
 - *Centros de Alta Vigilancia:* Corresponde a todo centro que cultiva las especies Salmón del Atlántico o Trucha arcoíris, ubicado en alguna agrupación de concesiones de X y XI región, exceptuando los centros ubicados en la AC 4A y 4B.

- *Centros de Baja Vigilancia:* Son los que cumplen alguna de las siguientes condiciones: centros que cultivan salmón coho o salmón chinook, centros que cultivan salmón del Atlántico o Trucha arcoíris en la región de Magallanes o la Antártica Chilena, y centros ubicado en las AC 4A y 4B ubicadas en la Región de Los Lagos.

En concreto, para los centros que cultivan salmón del Atlántico, la normativa dispone que, salvo excepciones, los centros sean calificados bajo la categoría de "Alta Vigilancia".

Finalmente, y como se señala en el Resumen de Condición Sanitaria del centro Punta Redonda, suscrito por la Sra. Paola Guarda Astete, Médico Veterinario responsable de dicho centro, la tasa de mortalidad acumulada ascendía a un 4,03%; porcentaje inferior al de la Agrupación de Concesiones a la que pertenece el centro en cuestión, y a su vez uno de los más bajos de la industria. Lo anterior, da cuenta de las buenas condiciones sanitarias de los ejemplares mantenidos en dicho centro.

Respecto de lo expuesto en estos párrafos, ya la propia compañía MOWI Chile acompañó la documentación respectiva a la SMA, que contenía esencialmente:

Junto con esta presentación se acompaña en el Anexo A.5:

1. FAX DSA/N°118100 Sernapesca, de fecha 7 de noviembre de 2017 que notifica a Marine Harvest que CES Punta Redonda se declara en categoría de vigilancia para virus ISA.
2. Listado de Centros en Alerta y CAD [Centros de Alta Diseminación] Sernapesca, para PSEVC- Piscirickettsiosis Semana 27 año 2018, en que no se consigna el CES Punta Redonda.
3. Boletín Instituto Tecnológico del Salmon (INTESAL) de semana 28 de 2018 para la enfermedad Caligus, en que no se consigna CES Punta Redonda como Centro de Alta Diseminación.
4. Boletín mortalidad INTESAL de semana 28 de 2018 en que se indica la mortalidad acumulada de la Agrupación de Concesiones N°2 (a la que pertenece el CES Punta Redonda).
5. Resumen Condición Sanitaria Centro Punta Redonda elaborado por doña Paola Guarda Astete, Médico Veterinario de Marine Harvest.

CAUSAS Y MORTALIDAD AL MOMENTO DEL ESCAPE

Mortalidad por causa

Para una mejor descripción y comprensión de la condición sanitaria del centro inmediatamente previo al evento de escape de peces, a continuación se expone los porcentajes de mortalidad por causa, específicamente del día 02 de Julio así como de la semana que antecedió al escape.

Tabla No. 2: Porcentajes y causas de mortalidad – día 02 Julio 2018

Jaula	Daño físico (%)	Deforme (%)	Desadaptados (%)	SRS (%)	Total Mort (%)
101	0.016		0.006	0.035	0.058
102	0.011		0.004	0.003	0.018
103	0.009	0.001	0.004	0.004	0.018
104	0.010		0.005	0.004	0.020
105	0.010	0.002	0.005	0.004	0.021
201	0.013		0.004	0.002	0.019
202	0.007	0.001	0.004		0.012
203	0.009		0.003		0.012
204	0.008		0.003		0.011
205	0.007		0.005		0.012
Total	0.010	0.000	0.004	0.005	0.019

Tabla No. 3: Porcentajes y causas de mortalidad – última semana: 27 junio al 02 Julio 2018

Jaula	Baño (%)	Daño físico (%)	Deforme (%)	Desadaptado (%)	SRS (%)	Total Mort (%)
101	0.152	0.084		0.031	0.182	0.450
102	0.068	0.037	0.005	0.023	0.012	0.145
103		0.033	0.001	0.017	0.016	0.066
104	0.033	0.043		0.024	0.022	0.121
105		0.046	0.002	0.028	0.021	0.097
201		0.059	0.002	0.029	0.005	0.096
202		0.039	0.004	0.023	0.001	0.067
203		0.048	0.001	0.024		0.074
		0.040		0.025	0.001	0.066
205	0.043	0.066	0.004	0.035		0.148
Total	0.028	0.048	0.002	0.026	0.023	0.127

La mortalidad registrada y clasificada el 02 de Julio, así como de la semana inmediatamente previa al escape (27.06 al 02.07), como se puede visualizar en las tablas No. 2 y 3, era bastante baja, con valores considerados dentro de rangos normales, los cuales oscilan en 0,01 a 0,02% diario o 0,07 a 0,14% semanal; en ningún caso la mortalidad puede ser considerada como un “brote”. Brote, es un concepto usado en epidemiología para referirse a la aparición repentina de una enfermedad infecciosa en un determinado sitio, con incremento significativo de casos en relación a los valores esperados; situación que no aplica para este caso.

La mortalidad de la Jaula 101, que se muestra excepcionalmente más elevada, aún cuando su porcentaje no es significativo (tabla 3), se debe exclusivamente al efecto mecánico de la aplicación de baños antiparasitarios, los cuales por norma deben aplicarse. Este, se llevó a cabo entre el 24 y 30 de junio y se realizó con peróxido de hidrógeno a aquellas jaulas en que aparece mortalidad asociada; situación que suele ocurrir después de un manejo de esta naturaleza y que es circunscrito, dura 1 a 2 días y luego desciende a lo original.

Tratamiento terapéutico al momento del escape

De acuerdo a lo consignado en la bitácora veterinaria del centro Punta Redonda, el último tratamiento terapéutico al que fueron sometidos los peces fue con Florfenicol. El tratamiento consideró la aplicación del fármaco a los peces de las jaulas 103, 104 y 105 (del total de 10 jaulas que dispone el centro), y se extendió entre el 23 de junio al 04 de julio de 2018. El día anterior al escape, esto es el 4 de julio de 2018, había finalizado el tratamiento a un total de 281.000 peces aproximadamente y por un total de 12 días. La medicación se realizó según lo que se indica en la Tabla No. 4.

Tabla No. 4: Resumen de últimos tratamientos jaulas 103, 104 y 105

Medicamento utilizado	Florfenicol	Florfenicol
Nombre comercial	Veterin 50	Duflosan
Registro SAG	1556	1769
Dosis	15 mg/kg/día	15 mg/kg/día
Vía de administración	Oral	Oral

Es importante destacar que 12 días, tiempo que alcanzó a aplicarse la terapia previo al escape, es considerado un tiempo apropiado. Los laboratorios que registran normativamente el producto, indican que el regimen de aplicación es de 10 mg activos/Kg peso corporal por 10 días (prescripción usada en Chile y otros países: http://www.msd-salud-animal.cl/products/aquafen_50/020_detalle_de_producto.aspx; Gaunt et al 2011; BurrIDGE et al 2010; Gaunt et al 2010), en consecuencia 12 días de aplicación cumple perfectamente el tiempo de duración, así como los miligramos aplicados.

En Chile, suele aplicarse habitualmente 14 días de terapia para Florfenicol pues dicha duración formó parte de los acuerdos suscritos hace más de 10 años atrás por las empresas asociadas a SalmonChile (Medidas Sanitarias de la Industria del Salmón de Chile, 2009); acuerdos aún vigentes y que se tomaron en virtud de uniformar criterios y estandarizar dosificaciones de antibioticoterapias que en el pasado tenían muchas variaciones entre empresas.

En concreto, la terapia ha sido exitosa, las mortalidades al momento del escape eran muy bajas. La única jaula (101), que había sido previamente tratada, es la que muestra una mortalidad de 0,182%, la cual en términos semanales sigue siendo baja, es un cuadro SRS controlado, tempranamente diagnosticado y tomadas las medidas a tiempo.

Adicionalmente, como antecedente, florfenicol se elimina rápido del organismo, ya al 3er día post-finalización de la terapia se genera una fuerte caída de la concentración de residuos en el pez, quedando por eliminar trazas en las siguientes semanas.

ESTRATEGIAS SANITARIAS DE RUTINA

Las estrategias sanitarias utilizadas por MOWI Chile para detección precoz de enfermedades, adopción de estrategias tempranas de mitigación y disminución en el uso de antibióticos, son las siguientes:

- a) Extracción diaria de mortalidad. No obstante, en casos de aumento de ésta por causas infecciosas, la extracción se realiza 2 veces al día, de manera de reducir la diseminación de patógenos al medio.
- b) Necropsia y registro diaria a cargo de un asistente de salud capacitado por un médico veterinario.
- c) Visitas rutinarias realizadas por médicos veterinarios experimentados, cuyos objetivos son la inspección de los peces en cultivo, análisis de la información sanitario-productiva, realización de necropsias, capacitación permanentemente al personal y evaluación de la calidad de los registros y clasificaciones realizadas por los asistentes de salud.
- d) Análisis de laboratorio para la detección temprana de alguna eventual enfermedad. Estos análisis son realizados en el laboratorio de la propia compañía, son voluntarios y regularmente realizados a las muestras obtenidas en terreno. Estos análisis son distintos y complementarios a los exámenes obligatorios que están establecidos

normativamente en los programas sanitarios específicos y PVE, los cuales son realizados por laboratorios de la red, distintos a lo MOWI.

- e) Vacunación con productos polivalentes (para el control simultáneo de 5 enfermedades) a la totalidad de los peces, previo al ingreso al mar. Se agrega además la aplicación de vacuna viva atenuada contra SRS para minimizar los riesgos de presentación de la enfermedad en la etapa de engorda en mar.
- f) Los tratamientos antibióticos se realizan tempranamente para evitar brotes de mortalidad y asegurar un consumo apropiado de alimento medicado con la finalidad que la terapia surta los efectos esperados en el mínimo plazo.

RESUMEN

1. El centro Punta Redonda, contaba con aproximadamente 935.701 peces de la especie salmón del Atlántico, en etapa de engorda, mantenidos en 10 jaulas. Por razones de fuerte temporal, el día 5 de julio de 2018 se generó escape de salmones.
2. Del total de peces escapados, 281.000 aproximadamente habían concluido terapia con florfenicol el día 4 de julio, correspondiente a 3 jaulas (103, 104 y 105), los que llevaban 12 días de tratamiento a la fecha de escape; duración considerada como terapéutica.
3. Las mortalidades, al momento del evento de escape, eran bastante bajas, en rigor menores respecto de los otros centros en el mismo barrio (ASC), con la terapia administrada recientemente a tres jaulas, cuyos resultados fueron plenamente satisfactorios, ya que los peces estaban en buen estado de salud. Las mortalidades acumuladas constituyen una de las más bajas a nivel industria, considerando la cantidad de meses en engorda y el peso alcanzado al momento del escape.

4. Los peces habían sido vacunados en agua dulce contra 5 patógenos, con el objetivo de prevenir y controlar la aparición de enfermedades infecciosas específicas, precisamente aquellas que son enzoóticas (endémicas) en Chile y de reconocida presentación histórica (Vibriosis, Furunculosis, SRS, IPN e ISA).
5. Al momento del escape de los peces, el centro se encontraba calificado como “centro en vigilancia” para 2 de las 3 enfermedades respecto de las cuales Sernapesca cuenta con programas sanitarios específicos de Vigilancia y Control: Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y Piscirickettsiosis (SRS). El centro era negativo a ISAV.
6. En relación a *Caligus*, al momento del escape el centro se encontraba categorizado en “alta vigilancia”; la carga de hembras ovígeras en el centro Punta Redonda era de 0,53. En consecuencia, no presentaba un riesgo de diseminación del parásito *Caligus rogercresseyi*.
7. Tanto las políticas estatales de *ocean ranching* y repoblamiento, así como los escapes y liberación pasiva de patógenos desde las propias granjas de cultivo y pisciculturas, han contribuido al establecimiento de buena parte de las actuales condiciones sanitarias de las poblaciones silvestres, tanto en mar como en estuario y agua dulce. En la actualidad, existe claramente pesquerías naturales de trucha arco iris, salmón coho y salmón chinook, no así de salmón del Atlántico, que portan virus, bacterias y parásitos que han estado siendo introducidos desde hace más de 40 años, y otros que son nativos, propios de estas poblaciones salvajes. Hoy, los agentes patógenos endémicos en la salmonicultura se comparten con las poblaciones silvestres, obviamente parte de ellos están más concentrados en peces en cultivo y otros en poblaciones salvajes.
8. Tanto en Chile como en varios países productores de salmones, las investigaciones respecto de agentes infecciosos y/o parasitarios propios de peces silvestres, y que constituyen un riesgo potencial para los cultivos intensivos, han sido insuficientes,

- generando una asimetría en la información, en consecuencia se tiende a estigmatizar y perjudicar los peces mantenidos en cultivos intensivos respecto de su condición sanitaria.
9. La mortalidad registrada y clasificada el 02 de Julio en el centro Punta Redonda, así como de la semana inmediatamente previa al escape (27.06 al 02.07), era bastante baja, con valores considerados dentro de rangos normales.
 10. MOWI Chile, tiene implementado una serie de estrategias sanitarias robustas y reconocidamente eficaces, tendientes a la prevención y control de enfermedades, a la detección precoz de éstas, a la adopción de estrategias tempranas de mitigación y a la disminución en el uso de antibióticos. Estas medidas no son propias de Chile, se utilizan en los principales países productores. No sólo provienen del conocimientos y experiencias del equipo técnico de MOWI, obtenidas en Chile, sino que además es permanentemente retroalimentada de la información técnico-científica y experiencia que la misma empresa ha adquirido en los principales países en donde cultiva salmones, y cuyo avance es mundialmente reconocido.
 11. Las especies silvestres actúan como reservorio para múltiples agentes y de esta forma dificultan la prevención, control y erradicación de algunas enfermedades específicas.
 12. Si bien existe evidencia de la transmisión de enfermedades desde peces de cultivo hacia peces silvestres, igualmente existe evidencia científica de la transmisión de patógenos en sentido opuesto, vale decir desde peces silvestres a peces de cultivo. En ambos casos, la frecuencia y la consecuencia de la transmisión de estos agentes patógenos son en gran parte desconocidas.
 13. Semejante a lo que ocurre en Chile, los estudios sobre *Renibacterium salmoninarum*, agente causal de BKD, revelaron una baja prevalencia en las poblaciones de salmónidos silvestres (trucha marrón y salmón del Atlántico específicamente) en el

Reino Unido. Por su parte, en Noruega existen mayores avances pues cuentan con un programa nacional de vigilancia del parásito *Gyrodactylus salaris* en los salmónidos silvestres, como parte de un sistema de alerta temprana para la detección de la propagación del patógeno en especies de cultivo, dado el impacto que produce en estos últimos.

14. La SUBPESCA ha implementado un programa de investigación permanente, ejecutado por IFOP desde el 2010 a la fecha, mediante el cual se realiza una vigilancia de las Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en peces silvestres de cuerpos de agua lacustres, estuarinos y marinos en las regiones donde se han establecido las producciones de peces salmónidos a nivel industrial. Del total de peces analizados, el 6,9% de ellos han resultado positivos a patógenos, detectándose en el 77,8% de ellos *Piscirickettsia salmonis* (SRS), en el 10,7% se detectó el virus IPNV, en el 8,6% *Flavobacterium psychrophilum*, y finalmente en el 2,9% *Piscine reovirus* (PRV), siendo las especies silvestres róbalo, pejerrey de mar, pejerrey de agua dulce, además de salmónidos silvestres, asilvestrados y escapados, las especies que han presentado las mayores positivities a estos agentes.

15. Las zonas con mayor parasitosis en peces silvestres capturados, fue Chiloé central (32,1%), Lago Huillinco (32,9%), Chiloé norte (26,3%), Melinka y Guaitecas (17,4%) y Lago Colico (17,3%). Mientras que las más bajas estaban en Puerto Natales y Magallanes, con un 1,5 y 0,5%, respectivamente. Para el caso de *Piscirickettsia salmonis* (agente causal de SRS), la prevalencia general fue de 11,6%, en donde la región de Los Lagos tenía la mayor positividad (45%), le sigue la región de Los Ríos (29%) y más bajo la región de Aysén/Magallanes (14 y 12%, respectivamente). Todas las especies silvestres fueron positivas, excepto peladillas. Las especies más positivas fueron salmón del Atlántico (19,1%), robalo (13,9%) y pejerrey de mar (10,6%).

-
16. La determinación de las especies parasitarias dentro de las comunidades de especies de peces silvestres es de gran relevancia, ya que estos últimos pueden constituir un potencial reservorio de larvas o estadios infestantes para las especies de peces en cultivo, y más importante aún, presentar riesgo para la población humana debido a que algunas de ellas son zoonóticas.
 17. Del total de salmonídeos capturados en las zonas escogidas en los estudios de IFOP para la SUBPESCA, se indica que el 22% fueron salmonídeos asilvestrados, 50% salmonídeos escapados y el 28% a salmonídeos silvestres.
 18. Se ha detectado en el sardinas silvestres *Neoparamoeba perurans*, agente causal de Amoebic Gill Disease (AGD, Amebiasis Branquia); información de casuística clínica 2019.
 19. *Caligus rogercresseyi*, es un calígido ectoparásito exclusivamente marino que se encuentra parasitando la piel de varias especies de peces silvestres. Este piojo transmitido a los salmónidos en cultivo desde el róbalo *Eleginops maclovinus*, es el reservorio natural del parásito, también se ha reportado en el pejerrey *Odonthestes regia* y el lenguado de ojo chico *Paralichthys microps*.

BIBLIOGRAFIA

1. Programa Estratégico Salmón Sustentable. La Salmonicultura en Chile: Situación Actual y Estrategia de Desarrollo al 2030. Prospectus Consulting. Mayo de 2016
2. Marco Legal e institucional de la acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (<http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-60650.html>)
3. Reglamento sanitario (<http://www.sernapesca.cl/normativa-relacionada/reglamento-sanitario>)
4. Neira, R., y Díaz, N. (2005). "Contribución de la Acuicultura a la Conservación de los Recursos Acuáticos y su Biodiversidad" En: "Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?" Primera Edición. Chile. Editorial Universitaria. 2005. Capítulo X. 369 - 394pp.
5. Furci, G., y Pinto, F. "Salmón tipo piraña: La tasa de conversión en la industria salmonera chilena" [en línea] Análisis de Políticas Públicas. Publicaciones Terram. Serie APP Número 34, Junio 2006 <http://www.terram.cl/images/stories/app_34_tasacovercion.pdf> [consulta: 12 de septiembre 2007]
6. Informe Técnico No. 1060/24.10.2017 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura – Informe Anual de Resultados, que está en el marco del Programa de Investigación "Situación Sanitaria de Enfermedades de Alto Riesgo en Peces Silvestres 2015 - 2016".
7. Carvajal J., L. González & M. George-Nascimento. 1998. Native sea lice (Copepoda: Caligidae) infestation of salmonids reared in netpen systems in southern Chile. *Aquaculture* 166: 241-246.

8. Detección de *Piscirickettsia salmonis* en peces silvestres del sur de Chile y en *Caligus rogercresseyi*. Tesis de Grado para optar al grado y título profesional de Bioquímico del Sr. Nelson Vargas González. Universidad Austral de Chile, 2014.
9. Rozas M., Bohle H., Sandoval A., Ildefonso R., Navarrete A., Bustos P. (2012). First molecular identification of *Diphyllbothrium dendriticum* plerocercoids from feral rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Chile. *Journal of Parasitology*. *J Parasitol.* 2012 Dec;98(6):1220-6. doi: 10.1645/JP-GE-3097.1. Epub 2012 Jun 20.
10. Patricio A. Bustos, Neil D. Young, Marco A. Rozas, Harry M. Bohle, Ricardo S. Ildefonso, Richard N. Morrison, Barbara F. Nowak (2011). Amoebic gill disease (AGD) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) farmed in Chile. *Aquaculture* 310. 281–288
11. Informe de Salud año 2013 - Instituto Noruego de Veterinaria (NVI).
12. OIE Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. Chapter 2.3.3. Infection with *Gyrodactylus salaris*
[http://www.oie.int/index.php?id=2439&L=0&htmfile=chapitre_gyrodactylus_salaris.htm]
13. Giuseppe Paladini, Haakon Hansen, Chris F Williams, Nick GH Taylor, Olga L Rubio-Mejía, Scott J Denholm, Sigurd Hytterød, James E Bron, and Andrew P Shinn (2014). Reservoir hosts for *Gyrodactylus salaris* may play a more significant role in epidemics than previously thought. *Parasit Vectors*. 2014; 7: 576.
14. J. A. King, M. Snow, D. A. Smail, R. S. Raynard. (2001) Distribution of viral haemorrhagic septicaemia virus in wild fish species of the North Sea, north east Atlantic Ocean and Irish Sea. *Dis. Aquat Org* Vol. 47: 81–86.
15. Gaunt P, Langston , Wrzesinski C, Gao D, Adams P, Crouch L, et al. Single intravenous and oral dose pharmacokinetics of florfenicol in the channel carfish (*Ictalurus punctatus*). *J Vet Pharmacol Therap.* 2011; 35: 503–507.

-
16. Gaunt P, Gao D. Efficacy of Florfenicol for Control of Mortality Caused by *Flavobacterium columnare* Infection in Channel Catfish. J Aquat Anim Health. 2010; 22: 115–122. pmid:20848886
 17. Burridge L, Weis J, Cabello F, Pizarro J, Bostick K. Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible environmental effects. Aquaculture. 2010; 306: 7–23.
 18. Medidas Sanitarias de la Industria del Salmón de Chile. Uso de Fármacos. Intesal, Diciembre 2009.

Patricio Bustos S.
Médico Veterinario
Especialista en Enfermedades de Peces
ADL Diagnostic Chile SpA

