

---

## desarrollo productivo

# C

reciendo en base a los  
recursos naturales, “tragedias de  
los comunes” y el futuro de la  
industria salmonera chilena

Jorge Katz  
Michiko Iizuka  
Samuel Muñoz

División de Desarrollo Productivo y Empresarial  
Santiago de Chile, abril de 2011



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Ministerio Federal de  
Cooperación Económica  
y Desarrollo

giz

Este documento fue preparado por Jorge Katz, consultor de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Michiko Iizuka de Merit, Universidad de Naciones Unidas, Maastricht, Holanda y Samuel Muñoz del Instituto Nacional de Estadística de Chile, en el marco del proyecto: “Globalización II: Innovación Tecnológica”, ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ).

Los autores agradecen los aportes y sugerencias de Sebastián Rovira, coordinador del proyecto y Oficial de asuntos económicos de la CEPAL. Asimismo, los autores agradecen a CORFO, ya que el presente documento se basa en un primer estudio realizado para dicha institución.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y puede no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN: 1020-5179

ISBN: 978-92-1-121814-5

E-ISBN: 978-92-1-054564-8

LC/L.3307-P

Copyright © Naciones Unidas, abril de 2011. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>I. Carácter sistémico de la crisis que afecta a la industria salmonera de Chile .....</b>	<b>9</b>
A. Introducción.....	9
B. Breve descripción del carácter sistémico de la crisis sanitaria contemporánea .....	11
<b>II. Crecimiento, formación del clúster salmonero y génesis de la crisis sanitaria que hoy afecta a la industria .....</b>	<b>15</b>
A. Introducción.....	15
B. Especificidad de la salmonicultura chilena .....	16
C. Fases evolutivas del desarrollo sectorial .....	17
1. Fase inicial de implantación de la industria. Desde 1960 hasta mediados de 1970.....	17
2. Los inicios de la acuicultura comercial. Medios de 1970 hasta mediados de 1980.....	18
3. La fase de rápido crecimiento. Medios de los 1980 a mediados de los 1990 .....	19
D. Morfología de la industria .....	20
1. Tamaños de planta.....	20
2. Concentración económica .....	21
3. Cambios en la estructura de propiedad y aumento en la participación del capital extranjero .....	25
4. Ingreso de nuevas firmas al mercado en años recientes ...	26
E. Factores medio-ambientales propios de la salmonicultura local.....	27
F. Intensidad de uso del recurso agua y génesis de la crisis sanitaria .....	33
G. Impacto de la crisis sanitaria sobre exportaciones y empleo ....	39

<b>III. El cuadro regulatorio e institucional</b> .....	43	
Apéndice .....	45	
<b>IV. El sistema de innovación de la salmonicultura chilena</b> .....	51	
A. Innovación y desarrollo, una breve discusión conceptual .....	51	
B. Conducta tecnológica y sistema innovativo —nacional y regional— de la salmonicultura chilena .....	55	
1. La conducta tecnológica de la firma salmonera Chilena en los albores de la industria y en la actualidad .....	55	
2. Gastos de I&D relacionados con la industria salmonera .....	57	
C. La distribución regional del gasto de I&D .....	62	
<b>V. Cambios recientes en el comportamiento de la industria y de las agencias regulatorias, en respuesta a la crisis del ISA</b> .....	65	
A. Irrupción y difusión del ISA .....	65	
B. Cambios recientes en las instituciones y en las rutinas regulatorias .....	67	
1. Subpesca .....	67	
2. Sernapesca .....	68	
C. Cambios recientes en el comportamiento de las firmas .....	73	
<b>VI. Reflexiones finales y recomendaciones</b> .....	77	
A. Introducción .....	77	
B. Breve recapitulación de la escena contemporánea .....	78	
1. Estructura y comportamiento de la industria .....	78	
2. El marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental .....	80	
3. El sistema innovativo sectorial .....	82	
C. Reflexiones finales y recomendaciones de política pública .....	82	
<b>Bibliografía</b> .....	89	
<b>Anexo</b> .....	93	
<b>Serie desarrollo productivo: números publicados</b> .....	95	
<b>Índice de cuadros</b>		
CUADRO 1	BIOMASAS PROMEDIO POR CENTRO PRODUCTIVO, CHILE Y NORUEGA .....	20
CUADRO 2	DISTRIBUCIÓN DE CONCESIONES .....	21
CUADRO 3	PARTICIPACION RELATIVA EN LA EXPORTACION DE FIRMAS “GRANDES” Y “CHICAS” .....	23
CUADRO 4	LAS 10 MAYORES FIRMAS EXPORTADORAS DE SALMON DE CHILE EN 2001 ...	24
CUADRO 5	RANKING DE EXPORTACIONES DE SALMON, 2008-2009 .....	25
CUADRO 6	INGRESO DE NUEVAS FIRMAS AL MERCADO EN LOS AÑOS 2000 .....	26
CUADRO 7	NUEVAS ENFERMEDADES EN LA SALMONICULTURA CHILENA .....	30
CUADRO 8	TASA DE SOBREVIVENCIA SEGÚN ESPECIE Y FASE DEL CULTIVO. CHILE, TEMPORADA 2005 .....	31
CUADRO 9	DISTRIBUCIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL MEDIO LOCAL .....	32
CUADRO 10	ESTACIONALIDAD DE LAS PATOLOGÍAS .....	32
CUADRO 11	IMPACTO DIFERENCIAL ENTRE FIRMAS DEL VIRUS ISA 2009 .....	33
CUADRO 12	INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA INDUSTRIA SALMONERA CHILENA EN EL PERIODO 2002-2007 .....	36
CUADRO 13	ÍNDICES DE CONVERSIÓN EN SALMÓN COHO, TRUCHA Y SALMÓN ATLÁNTICO, 2006-2009, POR REGIONES .....	36
CUADRO 14	TOTAL PÉRDIDAS DIRECTAS .....	38
CUADRO 15	IMPACTO DE LA CRISIS SANITARIA SOBRE EXPORTACIONES, POR ESPECIES .....	41

CUADRO 16	RELACIÓN MONTOS INVERTIDOS POR PROYECTO POR ÁREA PRINCIPAL (1983-2005) .....	59
CUADRO 17	ÁREAS TEMÁTICAS PRIVILEGIADAS EN SALMÓNIDOS (1987-2005).....	59
CUADRO 18	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PRIORITARIAS PARA LA SALMONICULTURA.....	61
CUADRO 19	COMPARACIÓN DEL FINANCIAMIENTO EN I+D DE LOS PAÍSES ANALIZADOS .....	61
CUADRO 20	PROYECTOS ADJUDICADOS POR PTI CLUSTER SALMON, 2006. DISTRIBUCIÓN REGIONAL .....	62
CUADRO 21	RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR SERNAPESCA EN ABRIL-JULIO 2008 .....	72
CUADRO 22	CENTROS INFECTADOS CON ISAV POR AÑO .....	75

### Índice de gráficos

GRÁFICO 1	EL “CATCHING-UP” DE LA INDUSTRIA SALMONERA CHILENA, 1990-2002 .....	10
GRÁFICO 2	EXPORTACIONES DE SALMÓN POR TAMAÑO DE EMPRESA .....	24
GRÁFICO 3	LA DIFUSIÓN DE PATÓGENOS .....	29
GRÁFICO 4	AUMENTOS EN LA DENSIDAD DE SIEMBRA 2002-2006.....	34
GRÁFICO 5	BIOMASA POR CENTRO DE CULTIVO .....	35
GRÁFICO 6	DETERIORO EN LOS ÍNDICES DE CONVERSIÓN 2003-2007.....	37
GRÁFICO 7	TASA DE DESOCUPACIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS.....	40
GRÁFICO 8	LÍNEAS PRIORITARIAS SUGERIDAS PARA LA SALMONICULTURA .....	59
GRÁFICO 9	NÚMERO DE NUEVOS CENTROS EN CATEGORÍA SOSPECHOSO O BROTE.....	66
GRÁFICO 10	NÚMERO DE NUEVOS CENTROS EN CATEGORÍA SOSPECHOSO66 O BROTE EN LA X REGIÓN .....	73
GRÁFICO 11	EVOLUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR SERNAPESCA TRAS LA APARICIÓN DEL VIRUS ISA (AGOSTO 2007 - JULIO 2008).....	73
GRÁFICO 12	NÚMEROS DE OVAS/SMOLTS (2002-2003, 2005-2006) .....	79
GRÁFICO 13	PROMEDIOS ANUALES DE OVAS/SMOLTS (2003-2005).....	79
GRÁFICO 14	NÚMEROS DE SMOLTS POR TONELADA DE COSECHA (2002-2003, 2005-2006).....	80

### Índice de recuadros

RECUADRO 1	PÉRDIDAS (FUNDAMENTALMENTE SALAR).....	38
------------	--	----

### Índice de diagramas

DIAGRAMA 1	CAPACIDADES TECNÓLOGICAS LOCALES, INNOVACIÓN “MENOR” Y EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD TECNOLÓGICO LOCAL EN LATINOAMERICA.....	54
------------	--	----



## Resumen

---

Tras su puesta en marcha en el medio local a inicios de los años 80, la industria salmonera registra tres décadas de espectacular crecimiento. Ello permite a Chile posicionarse como uno de los principales proveedores mundiales de salmón, en sus variadas formas de presentación. Partiendo de los niveles prácticamente insignificantes de producción y exportación a comienzos de los años 1980, veinte años más tarde la producción bordea las 700 mil toneladas anuales —un nivel equivalente al de Noruega, que es el primer productor mundial de salmón cultivado- y los envíos al exterior alcanzan a USD\$2.500 millones por año, lo que representa casi un 5% del total de las exportaciones chilenas. Se habían, para ese entonces, creado más de 50 mil nuevos puestos de trabajo y ciudades típicamente asociadas a esta industria —como Puerto Montt y Coyhaique- exhibían índices de reducción de la pobreza y de mejoramiento de los indicadores de bienestar muy superiores a la media nacional.

Dicha historia de éxito se vio dramáticamente interrumpida en años recientes por la aparición y rápida difusión del ISA, una enfermedad viral del salmón que no afecta a los seres humanos pero que ha diezmando a la industria, llevando a que cerca del 60% de los centros de cultivo se reportaran como fuera de producción en 2009. En 2010, la industria solo ha logrado producir unas 300 mil toneladas, esto es, el nivel de producción de una década atrás.

Si bien en el debate colectivo lo ocurrido se atribuye a la aparición del ISA, diversos especialistas del sector sugieren que algo más complejo subyace bajo los hechos observados. Ese algo parece remitirnos al viejo tema ya plantado por Harding en 1968 cuando dice que la libertad en un ‘common’ eventualmente implica la ruina de todos (Science, Diciembre 1968). La creciente presencia de agentes patógenos en el agua y de problemas de bioseguridad y sustentabilidad ambiental que ha ido en

aumento, conjuntamente con el crecimiento del volumen de producción en un espacio sumamente reducido de superficie costera, parecen ser la verdadera explicación de lo ocurrido.

El ISA, desde esta perspectiva, es solo la gota que viene a rebalsar el vaso. Los datos parecen indicar que pese a su espectacular crecimiento y éxito económico, el modelo de organización industrial del sector y el marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental que la autoridad pública ha logrado poner en práctica en este campo de la actividad productiva no han sido suficientemente idóneos como para impedir la sobreexplotación del recurso agua y garantizar el desarrollo de instituciones fuertes y capaces de permitir la consolidación de una industria social y ambientalmente sustentable en el largo plazo. Tampoco lo ha sido el Sistema Innovativo Sectorial relacionado con la industria, más allá de que diversas universidades nacionales mantienen núcleos importantes de investigación en acuicultura. Así, Chile aparece como un exitoso productor de salmón que no ha sabido desarrollar paralelamente capacidades científico-tecnológicas, capacidad regulatoria y un conjunto de instituciones y reglas del juego —es decir, una “tecnología social” de producción y organización sectorial, en el decir de Richard Nelson —como para explotar sus ventajas comparativas naturales en base a un modelo ambientalmente sustentable respetuoso de las condiciones locales.

El aumento acelerado de la densidad de siembra en una franja muy reducida de superficie costera, y el deterioro que se observa en materia de bio-seguridad y sustentabilidad medioambiental estarían reflejando un claro fenómeno de sobrecarga del recurso, y la falta de comprensión de la densidad de carga que el mismo admite dadas las condiciones locales. En otras palabras, como transitar desde la situación presente a una salmonicultura ambiental y socialmente sustentable —además de ser privadamente rentable— parecía ser hoy la gran pregunta que Chile debe contestar a futuro si desea recuperar su posición en los mercados mundiales. El presente estudio avanza en la búsqueda de respuestas a los muchos interrogantes que hoy están en la agenda de discusión.



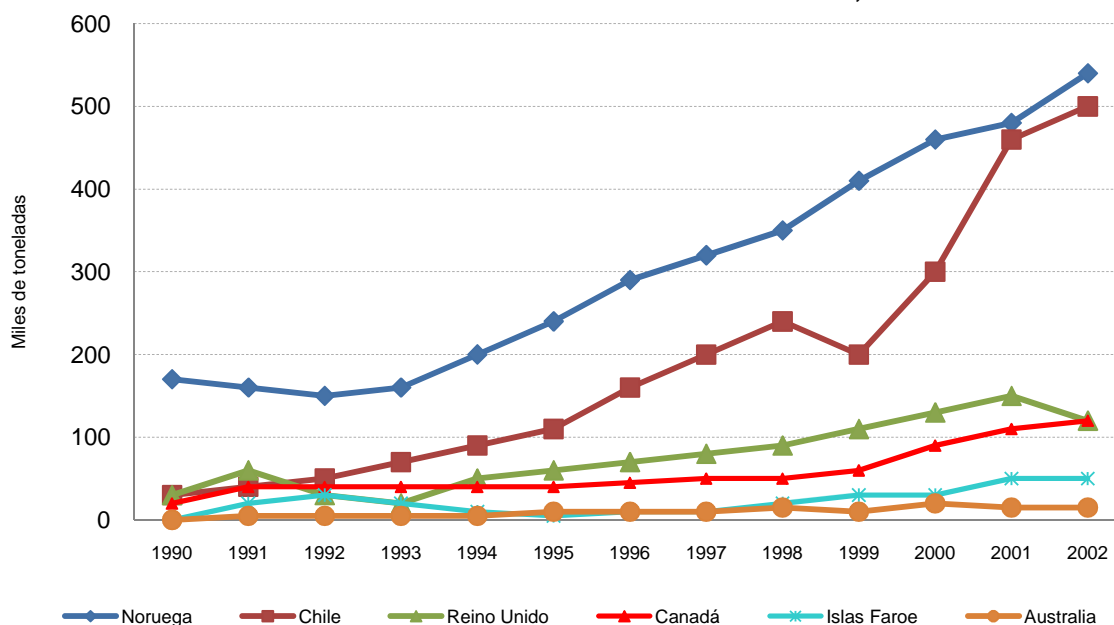
# **I. Carácter sistémico de la crisis que afecta a la industria salmonera de Chile**

---

## **A. Introducción**

Tras su implantación en el medio local a inicios de los años 1980 la industria salmonera logra tres décadas de excepcional crecimiento. Ello permite a Chile posicionarse como uno de los principales proveedores mundiales de salmón, en sus variadas formas de presentación. Partiendo de niveles prácticamente insignificantes de producción y exportación a comienzos de los años 1980 veinte años más tarde la producción bordea las 700 mil toneladas anuales y los envíos al exterior alcanzan a US\$2.500 millones por año, lo que representa casi un 5% del total de las exportaciones chilenas. Se habían para ese entonces creado más de 50 mil nuevos puestos de trabajo y ciudades típicamente asociadas a esta industria —como Puerto Montt y Coyhaique— exhibían índices de reducción de la pobreza y de mejoramiento en los indicadores de bienestar muy superiores a la media nacional (Encuesta Casen, 2003). La industria era vista como un caso emblemático de éxito en el que un país de desarrollo intermedio lograba cerrar la brecha relativa de productividad con la frontera tecnológica internacional y se convertía así en un fuerte competidor mundial; el gráfico 1 brinda información al respecto.

**GRÁFICO 1**  
**EL “CATCHING-UP” DE LA INDUSTRIA SALMONERA CHILENA, 1990-2002**



Fuente: Revista Aqua, 2003.

Dicha historia de éxito se vio dramáticamente interrumpida en años recientes por la aparición y rápida difusión del ISA, una enfermedad viral del salmón que no afecta a los seres humanos pero que ha diezmando a la industria, llevando a que cerca del 60% de los centros de cultivo se reportaran como fuera de producción en 2009 (Sernapesca, Unidad de Acuicultura, Mimeo, Junio 2009). Indicadores recientes revelan que la industria solo habrá de producir en 2010 unas 300 mil toneladas, esto es, el nivel de producción de una década atrás o más. Las exportaciones han caído, aunque no tan significativamente como los volúmenes físicos de producción, ya que las firmas han cosechado anticipadamente (y exportando) para evitar los riesgo de infección y también para sostener el flujo de caja. Pero, dado que como paralelamente no se ha sembrado a idéntico ritmo, se espera que tanto este año como el próximo —2011— la industria exhiba un panorama recesivo —aunque en suave proceso de mejoramiento— lejos aun de los máximos niveles productivos históricamente alcanzados<sup>1</sup>. En tanto, el empleo directo se ha reducido en cerca de 20 mil personas, colocando a innumerables comunas de la X Región en franca situación de vulnerabilidad y de riesgo social ante la enorme proporción de su población que de una forma u otra depende de los destinos de la industria salmonera<sup>2</sup>.

Si bien en el imaginario colectivo lo ocurrido se atribuye a la aparición del ISA, diversos especialistas del sector sugieren que algo más complejo subyace bajo los hechos observados. Ese algo parece remitirnos al viejo tema de “la tragedia de los comunes” y a la afirmación de G. Hardin de 1968

<sup>1</sup> Confirmando este hecho Aqua de Mayo de 2009 en su nota “Un año Crucial” dice: Un dato contradictorio en este escenario es que la biomasa cosechada de salmón Atlántico aumento un 49% entre 2007 y 2008 pasando de 330 mil a 494 mil toneladas. La razón de ser de esto es que la cosecha anticipada de peces explica lo observado. Esto se verá claramente reflejado en los resultados de 2009 y 2010 periodos en los cuales habrá menos cosechas”. Op.Cit. pag. 12.

<sup>2</sup> El presidente de CONASTRAL, Javier Ugarte, afirma recientemente que “Los cesantes en la salmonicultura suman más de 20 mil en las regiones australes del país, y existen anuncios desde la misma industria de que estos aumentaran durante el 2010” Aqua N° 139, Mayo 2010, Pág.31. Esto resulta confirmado por la gerencia de SalmonChile que afirma que la finalización de la temporada del salmón coho seguramente habrá de llevar al despido de unas 5 mil personas con contratos temporales entre marzo y junio del corriente año. Aqua, Mayo 2010, Pág.31.

que dice que “La libertad en un “common” eventualmente implica la ruina de todos” (Science, Diciembre 1968)<sup>3</sup>.

La creciente presencia de agentes patógenos en el agua y de problemas no resueltos de bioseguridad y sustentabilidad ambiental parecen estar indicando que, pese a su espectacular éxito económico, el modelo de organización industrial y el marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental que Chile fuera consolidando en este campo de la actividad productiva deberán a futuro sufrir una transformación importante si es que el país pretende sostener su ventaja comparativa y su presencia en los mercados mundiales. El ISA, desde esta perspectiva, sería el más reciente y dañino de los agentes patógenos que han afectado a la industria, pero el deterioro de los índices de conversión biológica y económica que exhibe el sector, y de los diversos indicadores de desempeño que normalmente se usan en este campo para evaluar la salud de las empresas —tema a ser examinado en capítulos posteriores de este informe— revelan una clara tendencia negativa, aun antes de que se iniciara el episodio del ISA.

El aumento acelerado de la densidad de siembra en un espacio muy reducido de superficie costera, y el deterioro que se observa en materia de bioseguridad y sustentabilidad medioambiental estarían reflejando un claro fenómeno de sobrecarga del recurso natural. En otras palabras, podría decirse que la eficiencia marginal del recurso agua se ha vuelto negativa, afectando profundamente los indicadores positivos de productividad del capital y del trabajo que exhibe la industria. ¿Cómo transitar hacia una salmonicultura ambientalmente sustentable?, parecería ser hoy la gran pregunta que Chile debe contestar si desea sostener a futuro su posición en los mercados mundiales.

A fin de avanzar en la comprensión de estos temas es necesario examinar al menos tres aspectos fuertemente interrelacionados. Ellos son:

El modelo de organización industrial que fuera desarrollando la industria salmonera chilena y la manera en que las firmas han manejado aspectos tales como la asociatividad y la cooperación en el manejo del bien público por ellas utilizado.

El modelo regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental.

El comportamiento del Sistema Innovativo Nacional (y regional) en lo que atañe a su rol como proveedor de nuevos conocimientos científico-tecnológicos adecuados a la realidad local.

El propósito de este trabajo es el de explorar estos temas e identificar las fortalezas y debilidades que Chile exhibe contemporáneamente en cada una de estas esferas. Solo a partir de ello parece factible avanzar hacia recomendaciones prospectivas.

## **B. Breve descripción del carácter sistémico de la crisis sanitaria contemporánea**

El salmón no constituye una especie natural de Chile. Por el contrario, se trata de una especie exótica implantada en el medio local a partir de diversas acciones del sector público. Dichas acciones estuvieron originalmente basadas en material genético importado y en asistencia tecnológica externa, de fuentes tanto gubernamentales como académicas. Es recién después de que la acción proactiva del Estado permitiera resolver fallas de mercado e incertidumbres propias de la fase de implantación de la industria, que el sector privado emerge como actor central del crecimiento de esta industria.

Tampoco es Chile un país con tradiciones pesqueras que llevaran a que a lo largo de la historia se crearan las instituciones y formas de “acción colectiva” relacionadas con el cuidado y la explotación

<sup>3</sup> El trabajo de G. Hardin ha suscitado un extenso debate en torno a los determinantes de la acción colectiva y a la posibilidad de que surjan o no conductas cooperativas entre agentes que explotan privadamente un recurso natural de naturaleza pública. Autores como E. Ostrom —Governing the Commons, Cambridge University Press, o M. Olson, The logic of collective action, Harvard University Press, 1965— han expresado visiones diferentes examinando escenarios alternativos donde el autogobierno de los actores puede, evolutivamente, conducir a formas de organización social más respetuosas del interés colectivo. Este no parece haber sido, sin embargo, el sendero seguido por la salmonicultura Chilena.

sustentable de los recursos marinos, como podemos observar en otros casos como Noruega, Escocia, España o Japón<sup>4</sup>. Todo ello ha comenzado a cambiar en fechas recientes como veremos más adelante, pero resta mucho por andar para reestructurar la industria, el marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental y el Sistema Innovativo Sectorial en el marco de una “estrategia país” de largo plazo destinada a explotar esta fuente de riqueza en forma ambientalmente sustentable.

Escaso desarrollo de historia y tradiciones marítimas y falta de acción colectiva entre las firmas, un marco regulatorio no siempre respetado y fragilidad del Sistema Innovativo Nacional encargado de producir conocimientos científico-tecnológicos específicamente adaptados a la realidad biológica y medio-ambiental local, configuran el punto de partida del cuadro sectorial que aquí describimos.

En poco más de tres décadas Chile ha armado su propio modelo —altamente idiosincrásico— de desarrollo de la industria salmonera. Ha creado empresas, instituciones, organismos públicos de supervisión y control, núcleos universitarios de investigación y demás, así como formas particulares de relacionamiento entre todas ellas. Por largos años el país ha logrado crecer a tasas de dos dígitos en este campo de la actividad productiva sin realmente preocuparse por temas de fondo en aspectos como los anteriormente mencionados. El rápido crecimiento alcanzado por la industria y el resonante éxito alcanzado en materia de penetración en los mercados mundiales llevaron a olvidar el papel que la acción colectiva juega en relación a la preservación del recurso, la necesidad de formas eficientes de monitoreo de impacto ambiental y el rol indelegable que los esfuerzos de investigación deben cumplir en ámbitos productivos en los que predomina la imperfecta información de los agentes productivos, la transmisión horizontal de patógenos y enfermedades, la falta de comprensión acerca de los verdaderos “límites” de carga que puede soportar el recurso, la falta de reglas adecuadas (y respetadas) de bioseguridad, el oportunismo de algunos agentes productivos y demás. Este no es un sector en que las reglas convencionales de mercado puedan gobernar adecuadamente y se requiere por tanto un modelo de gobernanza que asegure la cooperación y asociatividad entre los agentes, un marco regulatorio apropiado y respetado por las empresas y esfuerzos de investigación y desarrollo “localidad-específicos” que aseguren un cuadro de funcionamiento sectorial sustentable de largo plazo. En otras palabras, se requieren de diversos tipos de bienes públicos y formas de “capital social” que van más allá de lo que las fuerzas del mercado están en condiciones de ofrecer.

La crisis del ISA parece haber cerrado una etapa en Chile en lo que a salmonicultura se refiere. El país enfrenta hoy la imperiosa necesidad de introducir profundos cambios en su modelo de organización industrial, en su marco regulatorio y en su programa de investigación de la frontera de conocimientos relacionados con el sector, si pretende recuperar el tiempo perdido y avanzar hacia una salmonicultura ambientalmente sustentable y de mayor “profundidad” tecnológica. Serán necesarias nuevas formas de acción colectiva que permitan proteger el recurso y evitar la sobrecarga del mismo. También serán necesarias nuevas y mas respetadas instituciones y acciones regulatorias y de monitoreo de impacto ambiental. Semapesca, CONAMA y las demás agencias del sector público deberán actuar en consecuencia y avanzar en este ámbito buscando nuevas formas de diálogo con las empresas salmoneras. En paralelo a ello, y para proveer los recursos humanos calificados y capacidades tecnológicas locales así como los conocimientos “país-específicos” que hoy reclama la industria se requerirá también avanzar en la construcción de un Sistema Innovativo Sectorial (nacional y regional) más “profundo”, capaz de explorar aspectos biológicos y genéticos, oceanográficos, de bioseguridad marina, de protección ambiental y demás, y de encuadrar nuevas formas de colaboración con las empresas salmoneras. En otros términos: se requiere avanzar simultáneamente en la esfera de la organización industrial, en el

<sup>4</sup> Confirmando la importancia de lo histórico y lo consuetudinario en la formación de valores e instituciones en la sociedad E. Ostrom narra en su libro *Governing the Commons* el caso de los pescadores de Port Lamerton, en Nueva Escocia, Cañada donde funcionan instituciones basadas en la confianza colectiva y en la importancia de la sucesión intergeneracional de derechos de propiedad. Cita Ostrom una frase de un líder local de la comunidad que dice: “Yo he pescado aquí toda mi vida. También lo han hecho mi padre y el padre de mi padre. Mi familia ha pescado en esta zona por generaciones. De allí que yo tengo derechos adquiridos para seguir haciéndolo”. Pág.174, Ostrom, Op.Cit. El papel de lo histórico e institucional en el sentido de costumbres y relaciones de confianza no podría estar mas claro. Mucho de esto está ausente del caso local.

cuadro institucional y regulatorio y en el campo científico-tecnológico, replanteando globalmente el modelo de acuicultura que el país necesita a futuro.

En lo que sigue de este trabajo habremos de explorar con mayor detalle los temas previamente mencionados. El estudio está dividido en seis capítulos. En el Capítulo Segundo examinamos el crecimiento de la industria en sus tres décadas de gran éxito expansivo. Es importante comprender el enorme impacto positivo que esta ha tenido en términos de empleo, conformación de nuevas tramas productivas, creación de capacidades tecnológicas locales, mejoras de competitividad internacional, etc. Sin embargo, también es importante comprender que todo ello fue ocurriendo en el marco de una creciente insostenibilidad ambiental, derivada de la sobreexplotación del recurso agua. Esta dialéctica del éxito individual ha generado las condiciones del fracaso colectivo, parece ser un rasgo prototípico de industrias que basan su crecimiento en el uso de un recurso natural sujeto a un cierto “límite de carga” incierto y difícil de estimar a priori, y donde las relaciones de confianza y cooperación entre los agentes productivos y los conocimientos científico-tecnológicos disponibles no son suficientes para conformar un modelo sólido de gobernanza sectorial. En este sentido el caso de la salmonicultura chilena parece constituir un nuevo ejemplo de “tragedia de los comunes” en el que la autogobernanza de las firmas acaba en una crisis colectiva.

En el capítulo tercero nos ocupamos del cuadro institucional y regulatorio así como de los esfuerzos de monitoreo de impacto ambiental que lleva a cabo el sector público chileno. Al igual que lo que ocurre en materia de organización del aparato productivo, también ha habido una evolución y aprendizaje en lo que atañe a la estructura y comportamiento del modelo regulatorio sectorial pero, simultáneamente, se ha avanzado hacia una fuerte descoordinación, insuficiencia de recursos y avances menores que lo realmente necesario. Una ardua tarea de construcción institucional aguarda a Chile en esta esfera. Compatibilizar los intereses encontrados de los múltiples agentes económicos y políticos aquí involucrados —empresas, sindicatos, municipalidades, bancos y demás— en el marco de una “estrategia-país” de largo plazo constituye un esfuerzo titánico al que será necesario prestar adecuada atención en el futuro. Esto debe verse como una Tarea de Estado y no como un plan de gobierno acotado por calendarios electorales. Ello es lo que surge de la observación del escenario de países como Noruega o Escocia con los que Chile disputa contemporáneamente la hegemonía en los mercados mundiales de este producto.

En el capítulo cuarto estudiamos el funcionamiento del sistema innovativo nacional y regional relacionado con la industria salmonera. Es erróneo suponer que en el país no hay esfuerzos tecnológicos y de investigación y desarrollo (I&D) en temas relacionados con las ciencias del mar y con el know how tecnológico que maneja esta industria. Los hay en diversas universidades del país —Los Lagos, Austral, Concepción, la Universidad Católica, la Universidad de Chile, la Universidad Católica de Temuco, etc.— y están recibiendo un creciente apoyo de parte de Conicyt, Fondef, Corfo y la Fundación Chile. Sin embargo, resulta claro también que los montos asignados a investigación en este campo son todavía insuficientes en función de lo que se necesita. Las diversas agencias y universidades operan de manera sumamente descoordinada y solo muy esporádicamente se conforman lazos de cooperación con el aparato productivo. Es mucho lo que en esta esfera se deberá progresar a futuro si se desea “construir” un Sistema Innovativo Sectorial de la profundidad y eficiencia que Chile muestra hoy necesitar.

En el quinto capítulo examinamos los cambios ocurridos en fechas recientes, tras la crisis del ISA, tanto en lo que hace al comportamiento de las empresas salmoneras como al de las agencias regulatorias y de monitoreo de impacto ambiental. Entrevistas a empresas y a diversas agencias del sistema regulatorio proveen la base informativa sobre la que se construye este capítulo del documento. Resulta irónico observar que tras largos años de insistir en las bondades de la autorregulación, hoy sea la industria la que reclama una mayor acción regulatoria de parte de las agencias sectoriales. Es aún temprano en el camino de la reestructuración de la industria como para poder predecir cual será el destino último del proceso de re-estructuración hoy en marcha.

En base a todo lo anterior el sexto capítulo —último de este estudio— avanza hacia temas de política pública y aporta recomendaciones para asegurar que la re-estructuración de la industria, del marco regulatorio y del sistema innovativo sectorial prosigan por una vía satisfactoria de largo plazo.

Argumentaremos aquí que será necesario estimar el costo social de los servicios ambientales que utilizan tanto la acuicultura como otros usuarios de la franja costera —el turismo, la pesca artesanal— (incluidos los esfuerzos de I&D que se requiere para asegurar la sustentabilidad de largo plazo de los mismos), imputando luego a cada grupo de usuarios el costo de oportunidad del uso de los mismos. Dicha acción debería ir acompañada de un esfuerzo de construcción de institucionalidad (reglas del juego) acorde con la idea de mantener la calidad del recurso como patrimonio de futuras generaciones. El informe concluye con un conjunto de recomendaciones cubriendo temas tanto de corto como de largo plazo.

## **II. Crecimiento, formación del clúster salmonero y génesis de la crisis sanitaria que hoy afecta a la industria**

---

### **A. Introducción**

La implantación en el medio local de la industria productora del salmón ocurre a instancias de una acción proactiva del sector público en la que CORFO, el SAG, la FUNDACION CHILE (una institución público-privada), la JICA (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional) y varios académicos de universidades extranjeras dan forma al modelo de organización productiva e industrial del sector, partiendo de ovas importadas, y apoyando el desarrollo de tecnología doméstica en ámbitos tales como la construcción de jaulas de cultivo, redes, pontones de anclaje de las jaulas al fondo marino, alimentación para la crianza de salmones y demás. El cuadro original es claramente artesanal, cargado de ensayo y error, de imperfecto conocimiento de las disciplinas aquí involucradas y de incompleta comprensión de las fuerzas de la naturaleza que determinan el comportamiento de una cierta biomasa criada en cautiverio. Hay gradual aprendizaje y acumulación de experiencia en los profesionales y técnicos que emplea el sector, los que por primera vez acometen el intento de cultivar salmón localmente. Es justamente este aprendizaje —y la diversidad de disciplinas científicas y tecnológicas en que el mismo va tomando forma— lo que más resalta en la fase inicial de implantación de la salmonicultura en Chile.

Es poco lo que se sabe en ese entonces acerca de cómo producir ovas de salmón, alimento para peces, vacunas, embarcaciones, servicios de manejo de mortalidades, y mucho más. Todo eso se fue aprendiendo gradualmente y en el proceso se van formando recursos humanos calificados, construyendo sobre la marcha nuevas rutinas de trabajo en las plantas salmoneras, desarrollando proveedores de servicios técnicos a la producción y demás. Debemos imaginar a cada empresa como transitando a lo largo de un sendero “firma-específico” de aprendizaje logrando paulatinamente mayor eficiencia productiva, economías de escala y penetración en los mercados mundiales. En paralelo a todo ello también el sector público siguió su propio sendero madurativo avanzando en la conformación de un marco regulatorio e institucional más completo y sofisticado. Se fueron experimentando en la esfera pública avances y mejoras —quizás menos dramáticos que los que exhiben el sector privado— que debemos tomar en cuenta si hemos de presentar una descripción integral del desarrollo de este sector de la economía nacional. Agencias regulatorias y de monitoreo ambiental como SERNAPESCA, CONAMA y otras fueron tomando a su cargo aspectos centrales de comportamiento del sector como son el otorgamiento de concesiones de explotación acuícola, el monitoreo de impacto ambiental y, de manera más general, los vínculos público/privados que subyacen bajo el funcionamiento de esta industria. Las empresas salmoneras compiten por el uso del agua y la franja costera con otros sectores productivos, tales como el turismo o la pesca artesanal, siendo por ello necesaria una constante presencia del Estado arbitrando los vínculos entre los varios usuarios de servicios ambientales provistos por la franja costera y el recurso agua, un bien público de uso compartido. En todos estos temas también ha habido aprendizaje, evolución y mejoras en el funcionamiento institucional chileno a través de los años.

En este capítulo nos ocuparemos del desarrollo evolutivo de la industria, dejando para los dos siguientes el estudio de lo ocurrido en materia regulatoria, por un lado y, por otro, en lo que atañe a la evolución del Sistema de Innovación Sectorial. Comenzamos examinando el tema de la especificidad de la producción local de salmón y las diferencias con otros escenarios mundiales especialmente el Noruego, país con el que Chile compete en los mercados salmoneros internacionales.

## **B. Especificidad de la salmonicultura chilena**

A diferencia de lo que muchas veces se dice, la industria salmonera Chilena no es una réplica de la que es dable hallar en países como Noruega o Escocia y ello hace que para comprender su desarrollo evolutivo de largo plazo sea necesario identificar y examinar las formas específicas que la misma fuera adoptando en el escenario doméstico. Existen múltiples rasgos estructurales que llevan a que el modelo local de salmonicultura sea altamente “localista” y requiera una focalización específica. Mencionemos en este sentido algunos ejemplos. Noruega localiza sus centros de cultivo de salmón a lo largo de 1.700 Km. cuadrados de superficie de mar, en infinidad de fiordos separados por acantilados y accidentes geográficos de distinto tipo. Ello hace que los productores noruegos operen con cierto grado de aislamiento natural que no es dable encontrar en la escena local. En el caso de Chile la gran mayoría de los centros de cultivo se concentra en un radio de 300 Km. cuadrados, mayoritariamente en la X Región del país, en zonas interiores de Chiloé, en la desembocadura del Reloncaví y áreas aledañas. Esto supone un mucho mayor grado de concentración geográfica y de proximidad entre centros de cultivo que el que es dable encontrar en Noruega. El que las cosas hayan tomado esta forma tiene una razón de ser. La falta de infraestructura pública en términos de puertos, caminos, centros poblados, etc., capaces de proveer a la industria mano de obra, transporte de insumos intermedios y servicios sociales forzó a las empresas a localizarse muy cerca de los centros poblados y puertos existentes y a aceptar un alto grado de hacinamiento físico como condición de partida. Esto debe verse como un rasgo estructural del modelo local de salmonicultura que tiene consecuencias a la hora de examinar cuestiones de sanidad ambiental y bio-seguridad, ya que existe una “transmisión horizontal” de patógenos y vectores a través del agua. Una mucho mayor cercanía entre centros de cultivo hace que la incidencia de “efectos cruzados” entre compañías sea mayor lo que en principio demandaría mayores formas de cooperación inter-empresaria a efectos de enfrentar este fenómeno de externalidades y efectos cruzados. Tales formas de cooperación no se desarrollaron adecuadamente en el medio local. Esta es una fuente importante de diferencias entre el modelo chileno y noruego en cuanto a la organización de la salmonicultura (Finn Ostavick, 2006).



Otro factor importante que incide sobre la forma que fuera adoptando el modelo de localización de la industria dice relación con la escasez de capacidades tecnológicas locales durante la fase de implantación de esta actividad productiva. Dicha escasez hubo de llevar a que las balsas de cultivo —sumamente precarias inicialmente— requirieran áreas de mar protegidas, baja profundidad oceanográfica para el anclaje de las mismas al fondo marino, y poca exposición a tormentas, depredadores marinos y demás. Pero ocurre que dichas localizaciones son las que plantean mayor competencia con usos alternativos de la franja costera y el recurso marino, como son la pesca artesanal, el turismo y otras. Encontramos entonces que la escasez de capacidades tecnológicas iniciales acaba favoreciendo un alto grado de hacinamiento y de competencia entre la salmonicultura y otras actividades que hacen uso de la franja costera y del recurso agua.

A poco de partir la industria comienza a desarrollar otros tres rasgos morfológicos que hacen a su idiosincrasia de largo plazo. Nos referimos, primero, a la escasa capacidad regulatoria y de monitoreo de impacto ambiental que logra desplegar el sector público. Segundo, al hecho de que la comunidad empresaria que toma las riendas del proceso de crecimiento tiene escasa vocación por admitir la presencia regulatoria y de monitoreo de impacto ambiental del Estado. Por el contrario, dicho núcleo empresario pregona la conveniencia de la autorregulación de los agentes privados y la subsidiariedad del Estado como agente de gobernanza del sector. Tercero, resalta también el escaso papel que cumple el sistema innovativo nacional como fuente de nuevos conocimientos científico-tecnológicos necesarios para comprender adecuadamente la realidad biológica, sanitaria y medio-ambiental local.

En resumen: alto grado de concentración geográfica de la industria en un reducido espacio de superficie costera, escasa propensión de las firmas a la asociatividad y a la acción colectiva destinada a proteger la sustentabilidad de largo plazo del recurso natural, subsidiariedad del sector público como agente de monitoreo de impacto ambiental y, finalmente, un Sistema Innovativo Sectorial poco maduro y escasamente conectado con las necesidades científico-tecnológicas del aparato productivo doméstico, constituyen los rasgos estructurales más salientes del caso local. Es en ese contexto en que debemos ponernos para comprender adecuadamente el desarrollo evolutivo de la salmonicultura chilena.

Establecido lo anterior pasamos ahora a describir las distintas etapas o fases evolutivas que atraviesa el desarrollo sectorial. La producción de salmones en Chile se inicia como una actividad de pequeñas empresas de capital nacional. Dos décadas más tarde aparece como un oligopolio maduro, integrado por firmas de mucha mayor escala productiva y complejidad tecnológica, con alta participación de empresas de capital extranjero y firmemente insertada en las grandes cadenas alimenticias mundiales. En otros términos, el sector transita desde un mundo de empresas PYME a un oligopolio maduro con fuerte presencia extranjeras y pocas firmas dominantes. Debemos describir aquí los detalles de este proceso evolutivo. Diversos estudios sectoriales llevados a cabo por M. Iizuka, J. Katz, C. Maggi y C. Montero ayudan a caracterizar con detalle la historia evolutiva sectorial<sup>5</sup>.

## **C. Fases evolutivas del desarrollo sectorial**

### **1. Fase inicial de implantación de la industria. Desde 1960 hasta mediados de 1970**

Durante los años iniciales de implantación de la salmonicultura en el medio local el sector público actuó de manera proactiva buscando desarrollar capacidades tecnológicas y financieras para “construir” la industria en el medio local. Se consiguió tecnología y financiamiento de fuentes internacionales, en particular Japón, Canadá y EEUU, y se puso al IFOP —Instituto de Fomento Pesquero— como “punto

<sup>5</sup> M.Iizuka: Global standards and local producers: knowledge governance and the rise of the Chilean salmon industry, PhD dissertation, SPRU, Sussex University, Junio 2007. C.Maggi and C.Montero: La industria del salmón en la Décima Región: un cluster globalizado. Project Report ECLAC/GTZ, Mimeo, ECLAC, 2000. También: C.Maggi: The Salmon farming and processing cluster in southern Chile. (En: C.Pietrobelli and R.Rabellotti Edts. Upgrading to compete. IDB, Washington 2006. Y, finalmente J.Katz: Salmon Farming in Chile. (Ed. Vandana Chandra: Technology, adaptation and exports. The World Bank, 2006).

focal” dentro del escenario local para llevar adelante este esfuerzo. Ello fue complementado con acciones de la División Caza y Pesca del SAG, desde mediados de los años 1960.

La mencionada División del SAG firmó en 1967 un acuerdo con la Universidad de Washington en Seattle para seleccionar ríos del sur chileno para sembrar salmón Coho y salmón Chinook, el proyecto no fue exitoso y fue abandonado un año después, pero sirvió para transferir a Chile conocimientos y tecnologías hasta allí no disponibles sobre enfermedades, patógenos y posibilidades de crianza del salmón en el medio local. Otro proyecto apoyado por la Agencia Internacional Japonesa de Cooperación (JICA), la Asociación de industrias Pesqueras de Japón y el SAG comenzó en 1969.

Es importante observar que el sector privado prácticamente no estuvo involucrado en estos esfuerzos iniciales de implantación de la industria en el medio local. Seguramente el riesgo y la incertidumbre asociados a esta posibilidad iban más allá de lo que la comunidad empresaria local consideraba razonable aceptar en ese entonces.

## **2. Los inicios de la acuicultura comercial. Medios de 1970 hasta mediados de 1980**

Es en el curso de esta década que la posibilidad de hacer salmonicultura comercial comienza a atraer a algunos empresarios privados. En 1974 se concreta la primera iniciativa en este sentido (SalmonChile, 2004). Esta fue implementada por la Sociedad de Pesquerías Lago Llanquihue Ltda. la que, tras conseguir un crédito comercial de CORFO, logró producir y exportar trucha y salmón desde Chile ya en 1978.(Fundación Chile, 1989).

En 1976, Unión Carbide, dueña de Domsea Farms en Washington, EE.UU., comenzó a mostrar interés por cultivar salmón en Chile. Pese a que la empresa se retiró poco tiempo más tarde sin haber alcanzado éxito, destaca el hecho de que personal de la misma con apoyo de Fundación Chile y de CORFO logra poner en marcha un proyecto piloto en 1980, que constituye el origen de Salmones Antártica, empresa de gran importancia en el sendero evolutivo de la industria. Esta empresa inició la fabricación doméstica de jaulas para el cultivo de salmones y de alimentos para la crianza de los mismos. También avanzó en la exploración de técnicas de reproducción artificial. Comenzaban aquí a desarrollarse de manera incipiente formas “menores” de creación tecnológica local al interior de las empresas (Achurra, 1997; SalmonChile, 2004). También Fundación Chile incursionaba en esos años en el desarrollo de tecnología local en diversos ámbitos del proceso productivo con la intención de transferirla luego al sector privado.

En paralelo a lo anterior la empresa japonesa Nichiro Chile se interesa por invertir en Chile a partir de 1979. La decisión estuvo motivada tanto por el atractivo de las ventajas comparativas locales como por la necesidad de Japón de contrarrestar la drástica caída de la oferta de salmón en su mercado doméstico tras la imposición por parte de Rusia de restricciones de pesca en las 200 millas náuticas del mar de Rusia. Nichiro subcontrató con Sociedad de Pesquerías Lago Llanquihue tecnologías de incubación y de construcción de jaulas lo que reactivó el clima local de negocios en torno al futuro de la industria.

Pesquera Mytilus (empresa que luego pasó a ser Pesquera Mares Australes, propiedad del grupo holandés Nutreco), estaba dedicada a la producción de abalones y en 1979 se interesó por entrar al tema de salmones tomando para ello contacto con Pesquerías Lago Llanquihue. Pese a las enormes dificultades que originalmente debió enfrentar Pesquera Mytilus partió con una nueva mentalidad de negocios, encarando inversiones de mucha mayor escala y avanzando rápidamente hacia temas de exportación.

En 1984 llega a Chile una misión noruega interesada en explorar las condiciones de factibilidad para producir salmón localmente. Los resultados de dicha visita no fueron muy alentadores ya que los técnicos extranjeros encuentran como insuficiente la infraestructura doméstica de transporte y preocupante el cuadro local de patógenos. En función de ello la misión noruega aconseja no invertir en el país.

Muchas nuevas empresas entran al mercado durante esos años atraídas por altos precios internacionales y altas tasas de rentabilidad. Resulta interesante ver que muchas de las nuevas empresas emprenden la actividad salmonera con un alto grado de integración vertical fabricando para su propio uso

jaulas de cultivo, redes, alimento para salmones y demás. Algunos años más tarde muchos de estos insumos intermedios y servicios a la producción se comienzan a subcontratar a productores independientes.

En paralelo a todo lo anterior el sector público encargado de regular y monitorear el desarrollo de la salmonicultura también fue registrando avances y mejoras. En 1976 se creó SERNAPESCA, bajo la égida del Ministerio de Economía. Así, el epicentro del poder pasaba del Ministerio de Agricultura al de Economía. CORFO mientras tanto continuaba con sus esfuerzos de apoyo financiero a empresas interesadas en encarar la salmonicultura.

La asistencia técnica extranjera gradualmente comenzó a disminuir a medida que los agentes locales van afianzando su ingreso al mercado. Uno de los últimos proyectos en este sentido fue encarado por SERNAPESCA en colaboración con la agencia Canadiense, CIDA. La consultora Canadiense responsable por este proyecto —Hatfield International— apoyó la entrada al mercado de diversas firmas nacionales a las que brindó asistencia tecnológica.

La Fundación Chile prosigue con su rol proactivo impulsando la creación de nuevas empresas. En 1980 creó su propio centro de crianza de salmones con el propósito de mostrar la viabilidad comercial del sector. Simultáneamente continuó con sus esfuerzos exploratorios en diversos campos, reproducción artificial entre ellos (Achurra, 1997; SalmonChile, 2004).

Es importante comprender que dada la precariedad de la tecnología por ese entonces empleada —jaulas de madera de 10x10 metros., redes comunes de pesca de altura— los centros de cultivo debían necesariamente estar localizados en bahías protegidas, con buena infraestructura de puertos y transporte a las poblaciones cercanas a fin de contar con mano de obra accesible y traslado sencillo de insumos intermedios. Muy gradualmente la comunidad local de profesionales y técnicos en acuicultura fue creciendo, dando ello pasó a la conformación de una “cultura” salmonera previamente inexistente en el país.

### **3. La fase de rápido crecimiento. Medios de los 1980 a mediados de los 1990**

Es en el curso de la década 1980 y mediados de 1990 que el número de firmas salmoneras crece exponencialmente y también lo hacen la producción y las exportaciones.

En 1985 funcionaban en Chile 36 firmas salmoneras. En 1987 el número había crecido a 56, las que controlaban 117 centros de cultivo. En 1990 las empresas ya eran 83, 184 en 1994 y 219 en 1997. Varias firmas de pesca de altura se interesaron en esos años en el negocio de la salmonicultura, entre ellas Camanchaca (1989), PescaChile (1988), Endepes (Nihon Suisan, 1987), PesqueraFriosur (1987) y Pesquera San José (1987). Estas trajeron al sector conocimientos tecnológicos de importancia relacionados con el manejo de la cadena de frío, técnicas de empaque y otras. Marine Harvest introduce en esos años la técnica de contenedores con aislación térmica, que rápidamente se difunde a otras empresas del sector.

La Fundación Chile mantuvo durante esos años su liderazgo al interior del sector. Por una parte, organizó seminarios en aspectos tan diversos como patologías de salmónidos o construcción de jaulas de cultivos, a los que se aseguró de invitar especialistas internacionales a efectos de favorecer el “catching-up” tecnológico de las firmas locales. Por otro lado, envió representantes chilenos a Noruega, Japón, Escocia y Estados Unidos con la finalidad de actuar como “antenas tecnológicas” a fin de mejorar el acceso a la información técnica y la competitividad de los empresarios locales.

La búsqueda de más eficiencia productiva y menores costos de producción lleva a las empresas a explorar distintas formas de des-integración vertical de sus procesos productivos y, simultáneamente, a desarrollar proveedores de insumos intermedios y de servicios a la producción. Surgen así productores de redes, de servicios de vacunación, de buceo y retiro de mortalidades, y demás. En paralelo a ello también comienzan a observarse fusiones entre firmas y un gradual arribo de firmas extranjeras. La fusión y compra de empresas produce aumentos en el grado de concentración de la industria a medida que, paralelamente, crece el “outsourcing” o subcontratación de actividades con proveedores especializados de insumos intermedios y de servicios a la producción.

Varios hechos destacan como resultado del creciente clima competitivo que vive el sector. Por una parte las firmas experimentan la necesidad de formas asociativas de enfrentar los retos del mercado internacional. Por otro, deben también cerrar la brecha tecnológica con el exterior, hecho que las induce a encarar misiones tecnológicas conjuntas que las ayuden a incorporar las mejores prácticas internacionales. De manera incipiente estos hechos inducen formas iniciales de asociatividad entre empresas.

Surge en estos años la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile (APSTC). Esta agrupación gremial reúne 17 compañías. La idea fue originalmente planteada por Fundación Chile que apoyo financieramente dos misiones empresarias exploratorias al exterior (SalmonChile, 2003; Achurre, 1997; SalmonChile, 2004). Estas ayudaron a la industria a introducir técnicas productivas ahorradoras de costos, por una parte y, por otra, a diversificar mercados, ya que hasta ese momento la oferta doméstica se concentraba casi exclusivamente en Japón. Pese a que comienza a observarse una cierta mejora en materia de asociatividad entre empresas debemos aceptar que el avance en esta dirección fue pobre.

También es importante ver que van ocurriendo cambios de importancia en el papel que el sector público cumple en relación a la industria. Este reduce su rol proactivo como inductor de la implantación de nuevas empresas y concentra sus esfuerzos en la construcción de institucionalidad, en el ámbito regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental y promoviendo investigación y desarrollo útil para el sector. Nos ocuparemos de estos temas en futuros capítulos de este estudio.

Habiendo hasta aquí examinado las fases iniciales del desarrollo sectorial pasamos ahora a ocuparnos de diversos rasgos morfológicos de la industria, como son: a) el tamaño de planta de las empresas salmoneras locales, b) el grado de concentración económica que exhibe la industria, c) la participación de capital extranjero en la misma y, el ingreso de nuevas firmas al sector en años mas recientes. Una vez examinados estos rasgos morfológicos de la industria dedicaremos cierto esfuerzo a la comprensión de las condiciones medio-ambientales que caracterizan a la producción local de salmón, a fin de relacionar esto posteriormente con el tema de la crisis sanitaria y medio-ambiental que se desencadenara en años recientes. Esto nos permitiría cerrar este capítulo sobre estructura y comportamiento de la industria, viendo tanto su desarrollo evolutivo histórico como los orígenes de la crisis sanitaria y medio-ambiental actual

## D. Morfología de la industria

### 1. Tamaños de planta

Decíamos en nuestro capítulo introductorio que la producción chilena de salmón había alcanzado hacia 2008 volúmenes comparables con los de Noruega, pero que, a diferencia de este país, la producción se lleva a cabo en una mucho menor superficie costera. Ello sugiere que la biomasa promedio por centro de cultivo en el medio local debe ser mucho mayor a la que es dable hallar en el país nórdico. El cuadro 1 da cuenta de ello.

**CUADRO 1**  
**BIOMASAS PROMEDIO POR CENTRO PRODUCTIVO, CHILE Y NORUEGA**

Área de cultivo en Chile	Biomasa (Tons/Centro)
Chiloé Centro	1 136
Melinka	1 106
Chiloé Sur	859
Estuario Reloncaví	1 142
Aysén	757
Hornopiren	1 079
Cisnes	892
Seno Reloncaví	1 076
Total	1 021

(continúa)

Cuadro 1 (conclusión)

Área de cultivo en Noruega	Biomasa (Tons/Centro)
Finnmark	255
Troms	499
Nordland	528
Nord-Trondelag	518
Sor-Trondelag	522
More og Fjordane	424
Hordaland	374
Rogaland	506
Ovriga fylker	689
Total	474

Fuente: EWOS, Comparación de resultados productivos en salmón atlántico. Noruega-Chile. Mimeo, Puerto Varas, Noviembre, 2007.

Tal como vemos, los centros de cultivo son, en promedio, mayorías grandes en escala en Chile que en Noruega. Ello fue recientemente confirmado por el Sr. H. Puci —presidente de Aquachile SA— quien en una conferencia pública expresara: “La producción es 50% mayor por concesión en Chile en una superficie total que es 70% mas pequeña que en Noruega” (H. Puchi: El salmón Chileno, experiencia histórica y futuro. Abril 2009). Este hecho nos llevará, más adelante, a explorar el papel que las economías de escala han jugado en el caso de Chile como “fuente” de crecimiento de la productividad de factores. Por otro lado, y en la medida en que la tasa de mortalidad esta asociada —entre otras cosas— a la densidad de siembra, encontramos en este rasgo estructural del modelo chileno —tamaño de los centros de cultivo— parte de la explicación de por qué la tasa de mortalidad es más alta en el medio local que en Noruega. Volvemos sobre estos temas mas adelante en este estudio.

## 2. Concentración económica

A diferencia de lo que ocurría durante las primeras dos décadas de desarrollo del sector —en las que preponderaba la empresa pequeña o mediana de capital nacional - la producción de salmón es hoy una actividad altamente concentrada, como lo muestra el hecho de que las 5 compañías mas grandes del sector concentran 53% de las concesiones y 73% de toda la superficie de cultivo. Las firmas que más concesiones acumulan son Marine Harvest, Mainstream, Aquachile, Camanchaca, Multiexport, Invertec y Ventisqueros. (Sernapesca, 2008). No necesariamente la solicitud de una concesión implica su uso, o su uso a plena capacidad. Las empresas salmoneras no tienen en producción todos los centros de cultivo sobre los que poseen concesiones otorgadas ya que los hay en fases de descanso y también otros que han sido abandonados (temporaria o definitivamente). El cuadro 2 brinda información acerca de las concesiones por firma y las hectáreas por concesión.

**CUADRO 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE CONCESIONES**

Empresa	Superficie	Concesiones	Has por concesión
Marine Harvest	1 460,7	92	15,85
Mainstream Chile	928,3	46	20,17
Aquachile	795,0	56	14,19
Compañía Pesq. Camanchaca	389,3	34	15,56
Invertec Mar de Chiloé.	388,9	25	15,52
Ventisqueros	278,8	20	13,90
Multiexport	238,2	23	10,34
Cultivos Marinos Chiloé	216,4	15	14,40
Salmoconcesiones	182,5	18	10,11

(continúa)

Cuadro 2 (conclusión)

Empresa	Superficie	Concesiones	Has por concesión
Trusal SA	164,4	26	6,30
Salmones Pacific Star	135,8	21	6,42
Congelados Pacífico	126,9	8	15,76
Cultivos Yadran	116,6	12	9,66
Salmones Humboldt	101,1	11	9,63
Salmones Antártica	95,0	10	9,50
Patagonia Salmón Farming	61,4	3	20,30
Granja Tornagaleones	40,2	3	13,30
Salmones Antártica	31,1	5	6,20
Abarca Casteló Octavio	30,7	3	10,00
Caleta Bay	29,9	7	4,10
Comercial Mirasol	26,6	3	8,60
Martínez Escudero Liliana	21,0	1	21,00
Claro Fernández	18,0	1	18,00
Hernández Rosa, Estrella	18,0	1	18,00
Ganadera del Mar	11,3	1	11,00
Sea salmón	10,0	2	5,00
Pérez Carcomo	10,0	1	10,00
LandCatch Chile	9,4	3	3,31
Mesa Oliva, Luis Humberto	8,0	1	8,00
Instituto Prof. de Osorno	7,5	1	7,50
Caro, Álvaro Enzo	7,3	1	7,30
Cultivos Manantiales	6,0	1	6,00
Aquamont	5,0	1	5,00
Campos Núñez, Sonia	2,8	1	2,80
Alcazar Villalobos, Víctor	2,5	1	2,50
Metas SA	2,0	1	2,00

Fuente: Sernapesca. 2008.

Las concesiones de explotación acuícola que controla cada firma constituyen un poderoso activo empresarial que las empresas resguardan celosamente. Junto a la biomasa sembrada, aquellas determinan el valor de mercado de cada compañía.

En el actual escenario en el que se está produciendo la restructuración de la industria en “barrios” a efectos de implantar calendarios de descanso colectivo obligatorio que permitan restaurar la calidad biológica del agua tras una campaña de producción, el número de concesiones que cada empresa maneja constituye un activo de importancia que le permite a la firma programar escalonadamente su calendario de actividades y descansos usando para ello los distintos permisos de explotación que controla. Ser dueña de pocas concesiones implica una restricción importante para la firma, ya que bloquea la posibilidad de sostener los niveles de producción rotando entre localizaciones. El tema de las concesiones, y su impacto sobre el programa de restructuración del sector en “barrios” ha llevado a un fuerte conflicto al interior de la industria y al reciente abandono de la Asociación de Productores de Salmón por parte de numerosas firmas pequeñas que se han sentido injustamente segregadas en el marco del presente proceso de restructuración que sufre el sector. Si se cuenta con pocas concesiones y las mismas deben obligatoriamente entrar en período de descanso al mismo tiempo la estrategia productiva de una empresa pequeña puede verse sumamente bloqueada. Es a dicha posibilidad que han reaccionado

diversas firmas menores del sector. No son pocas las voces que contemporáneamente dicen que la restructuración en “barrios” habrá de traer aparejado un mayor grado de concentración en la industria. Más bien, todo lo contrario, es parte de la expectativa general el que el sector aumente en grado de concentración en años futuros.

Junto al número de concesiones por firma, otro indicador importante del grado de concentración que exhibe el sector lo brinda el cuadro de exportaciones. El cuadro 3 muestra que en 1990 las cinco mayores empresas del sector controlaban 50% del total de exportaciones. Operaban en ese momento en la industria unas 85 empresas. En 1994, el número de firmas había crecido a 184 y en 1997 a 219, lo que significa que en menos de una década el número de firmas productoras de salmón se había más que triplicado. El aumento del número total de firmas redujo el grado de concentración de las exportaciones, haciendo que el peso relativo de las 5 mayores cayera de 50% a 38% y el de las 10 mayores de 64% bajara a 43%. Esta tendencia se interrumpe en el curso de la última década, donde observamos que la participación relativa de las más grandes —de las 5 primeras, pero también de las 20 mayores— alcanza un nuevo aumento. Obviamente, la contrapartida de este hecho está dada por el hecho de que el peso relativo de las firmas salmoneras pequeñas y medianas en las exportaciones se ha visto reducido.

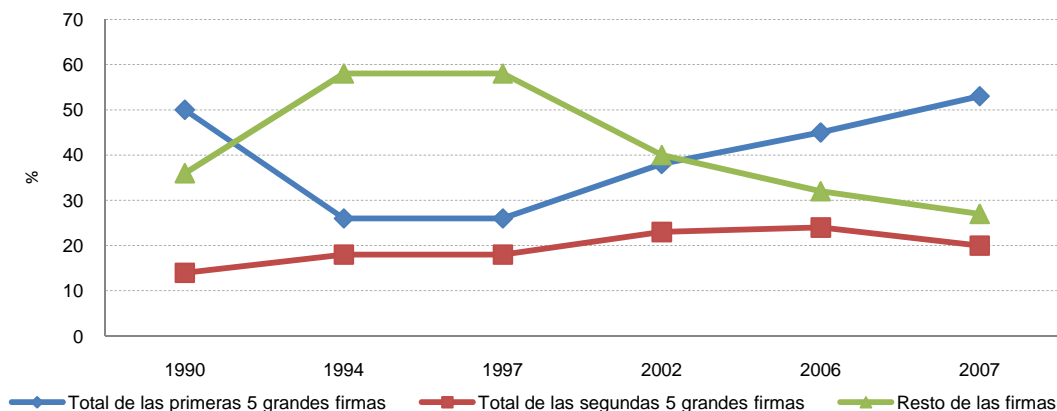
**CUADRO 3**  
**PARTICIPACION RELATIVA EN LA EXPORTACION DE FIRMAS “GRANDES” Y “CHICAS”**

	Porcentaje de exportaciones (US\$ FOB)			
	1990	1994	1997	2002
Exportación de las 5 mayores	50	26	26	38
Exportación de las 10 mayores	64	43	43	60
Total de las 20 más grandes	78	64	65	84
Exportaciones del “resto” de las firmas	22	36	35	16
Número de firmas exportadoras	83	184	219	79

Fuente: Bjondal y Aarland (1999) y Technopress (2003).

El gráfico 2 describe la situación a que hacemos referencia, mostrando el proceso de consolidación de la presencia exportadoras de las cinco firmas líderes de la industria. El gráfico sugiere además otro hecho interesante asociado a la creciente presencia en la industria, (y en las exportaciones), de un segundo tramo de firmas medianas que hiciera ingreso al sector en fechas más recientes. Este tema es examinado algo más adelante en el presente capítulo.

**GRÁFICO 2  
EXPORTACIONES DE SALMON POR TAMAÑO DE EMPRESA**



Fuente: Aqua, 2008.

El cuadro 4 muestra cuáles eran los 10 mayores exportadores de salmón a comienzos de los años 1990, dando cuenta de su nacionalidad, el número de centros de cultivo que controlan y si tenían o no planta(s) productora(s) de alimentos para salmón. Tal como podemos observar el grupo está integrado por cinco empresas de capital doméstico y cinco firmas extranjeras que repartían en fracciones más o menos parecidas su presencia en las exportaciones y en la propiedad de centros de cultivo.

**CUADRO 4  
LAS 10 MAYORES FIRMAS EXPORTADORAS DE SALMON DE CHILE EN 2001**

Nombre de la firma	Grado de integración vertical	Exportaciones FOB (millones, US\$)	Nacionalidad	Ranking a nivel mundial.
Marine Harvest Chile S.A.	41CC 1PP	141,5	Nutreco, Holanda	1
Aqua Chile	28CC 1PP	67,4	Chile	6
Salmones Mainstream	21CC 1PP	56,4	Cermaq, Norway	5
Fjord Seafood Chile	19CC 2PP	53,6	Fjord Seafood, Noruega	4
Salmones Multiexport	12 CC 1PP	53,4	Chile	10
Salmones Antártica	3CC 2PP 1PA	45,5	Nihon Suisan, Japón	22
Cultivos Marinos Chiloé	17CC 1PP 1PA	39,5	Chile	20
Aguas Claras	13CC 1PP	36,7	Antarfish, Holanda	21
Invertec Pesquera mar de Chiloé	16CC	32,7	Chile	19
Productos del mar Ventisqueros	5CC 1PP	25,4	Chile	

Fuente: Con base en Díaz (2003).

Nota: CC: centro de cultivo, PP: planta de proceso, PA: planta de alimentos para salmón. Los números indican cuantas plantas/centros de cultivo controla cada firma. Los números corresponden a 2001.

La crisis sanitaria de años recientes ha afectado considerablemente este panorama. El cuadro 5 da cuenta de las exportaciones por firma en 2008 y 2009. La misma muestra tres hechos importantes: 1) la caída en los volúmenes de exportación y en el valor de lo exportado (US\$ FOB) sufrida por un gran



número de empresas, 2) el cambio en el ranking de las firmas en el negocio de exportación, y 3) la aparición de un conjunto de nuevas firmas medianas en el escenario sectorial.

**CUADRO 5**  
**RANKING DE EXPORTACIONES DE SALMON, 2008-2009**

	Cantidad (toneladas netas)				Valor (miles US\$ FOB)			
	2008	2009	Var.	Part.	2008	2009	Var.	Part.
TOTAL	545 949	458 065	-6,1	100	2 490 343	2 174 421	-12,7	100
AquaChile SA	64 841	47 715	-6,4	10,4	350 914	254 794	-27,4	11,7
Mainstream Chile	30 626	33 927	10,8	7,4	141 323	172 820	22,3	7,9
Marine Harvest Chile SA	49 565	23 731	-2,1	5,2	280 033	144 049	-48,6	6,6
Pesquera Los Fiordos	25 805	27 304	5,8	6,0	122 189	129 961	6,4	6,0
Multiexport Food SA	26 599	23 345	-2,2	5,1	168 590	120 579	-28,5	5,5
Cia Pesquera Camanchaca	27 520	17 639	-35,9	3,9	202 311	117 311	-42,0	5,4
Salmones Antártica Ltda	18 339	14 600	-20,4	3,2	100 298	98 780	-1,5	4,5
Salmones Cupquellan SA	15 622	12 083	-22,7	2,6	49 934	70 252	40,7	3,2
Ventisqueros SA	8 644	10 613	22,5	2,3	51 017	70 247	37,7	3,2
Trusal SA	15 469	12 165	-21,4	2,7	72 925	70 212	-3,7	3,2
Cultivos Marinos Chiloé SA	16 505	8 553	-48,2	1,9	113 129	67 692	-40,2	3,1
Cultivos Yadrán SA	13 797	10 341	-25,1	2,3	75 402	67 627	-10,3	3,1
Granja Tornagaleones Ltda	6 332	12 478	97,0	2,7	28 039	63 182	125,3	2,9
Invertec Mar de Chiloé	12 423	8 064	-35,1	1,8	74 867	55 287	-26,2	2,5
Salmones Friosur SA	10 366	9 720	-6,2	2,1	49 961	54 501	9,1	2,5
Pesquera El Golfo SA	9 495	10 600	11,6	2,3	48 462	51 852	7,0	2,4
Acuinova Chile S A	9 044	8 737	-3,4	1,9	49 145	51 403	4,6	2,4
Otros Exportadores	184 928	166 442	-10,0	36,3	511 797	513 864	0,4	23,6

Fuente: Aqua, Vol.138, Mayo 2010.

Destaca la abrupta caída de Marine Harvest y de Cultivos Marinos Chiloé, y la también la contracción no menor de AquaChile, Multiexport e Invertec. Por otro lado, también destaca la gran expansión de Granja Marina Tornagaleones, Salmones Cupquellan y Ventisqueros SA. Estos últimos casos reflejan un fenómeno reciente de nuevo ingreso de firmas a la industria, que trataremos en una sección posterior de este capítulo.

### **3. Cambios en la estructura de propiedad y aumento en la participación del capital extranjero**

En el curso de la corriente década la industria ha experimentado cambios importantes de morfología y comportamiento. Algunos de los cambios anteceden a la crisis del ISA que se desencadena a partir de 2007, cuyo impacto examinaremos posteriormente. Veamos aquí los cambios acaecidos en materia de propiedad de las empresas.

Varias de las firmas “grandes” han sufrido cambios de propietario, reflejando en parte el proceso de concentración que la industria salmonera ha venido sufriendo a escala mundial y también tendencias propias del mercado local. En el plano internacional la fusión de Marine Harvest y Stolt Sea Farm induce cambios en la escena doméstica. Esta fusión fue rápidamente seguida por la compra por parte de Pan Fish, y por la fusión de Marine Harvest y Fjord Seafood. Estos cambios no solo han implicado cambios en la propiedad accionaria sino que también han traído aparejadas importantes mutaciones de la

“cultura” organizacional de estas empresas. Las fusiones están por lo general asociadas a cambio de los estilos de gerencia de la compañía y al desplazamiento de personal calificado, en la medida en que una de las firmas involucradas en la fusión toma el control de la otra. Ello muchas veces acaba afectando la productividad de la firma y demandando largos periodos de tiempo hasta que la nueva firma resultante de la fusión encuentra un estilo propio de funcionamiento. La evidencia recogida durante nuestro estudio de campo indica que ello no ha sido totalmente ajeno a la escena local, donde la firma líder —Marine Harvest— ha pasado por un complejo episodio de reestructuración, el que sin duda ha afectado el comportamiento de la subsidiaria local.

Entre las empresas nacionales, la fusión de Pesquera Camanchaca y Fiordo Blanco así como la consolidación de AquaChile con Aguas Claras, Entre Ríos y Antarfood junto a la compra de Rain Forest en Costa Rica marcan un proceso similar de cambios en la estructura de propiedad de las empresas y también en los patrones de manejo de las mismas.

#### 4. Ingreso de nuevas firmas al mercado en años recientes

Son varias las empresas que entran a la industria en fechas recientes, antes de que se desencadenara la crisis del ISA. Entre ellas vale la pena mencionar, Tornagaleones, Salmones Cupquelan, Salmones Itata, Salmones Humboldt, Pesquera El Golfo, Salmones Aysén, Providencia Fish Farming, Acuimag y Riverfish. La mayoría de ellas solo entra en la fase de cultivo razón por la que debemos a priori esperar que varias busquen a futuro integrar verticalmente la fase de agua dulce y las plantas de procesamiento. Muchas de estas plantas están localizadas en las regiones XI y XII donde todavía quedan espacios para instalar centros de cultivo, a diferencia de la zona de Chiloé Central y la desembocadura del Reloncaví, donde esa posibilidad es casi inexistente. Pese a que se supone que muchas de estas nuevas zonas de cultivo están mas libres de la amenaza de patógenos que las zonas mas sobrepobladas, debemos admitir que la extrema movilidad y agresividad de los factores patógenos y la posibilidad de que se desarrollen nuevas cepas mutantes de muchos de los mismos arrojan dudas sobre la posibilidad de que por seleccionar zonas mas alejadas de localización productiva las firmas nuevas tengan un futuro sanitario más protegido. El cuadro N° 6 da cuenta del ingreso de nuevas firmas al mercado en la corriente década sus inversiones, y campos de interés previo.

**CUADRO 6**  
**INGRESO DE NUEVAS FIRMAS AL MERCADO EN LOS AÑOS 2000**

Empresa	Actividad	Año de entrada	Inversión (en millones de US\$)	Producciones miles de toneladas	Localización	Otra actividad	Origen
Salmones El Golfo	Centro de cultivo	2005	80	20	XI	Mitílicos/ Pesca extractiva	Chile
Salmones Humboldt	Centro de cultivo	2006	70	20	X	Mitílicos	Chile
Salmones Itata	Centro de cultivo	2006	60	30	XI	Mitílicos Pesca extractiva	Chile
Salmones Cupquelan	Centro de cultivo	2004/08	80	40	XI		Iceland /Canadá
Salmones Aysén	Centro de cultivo	2007	15	25	XI		Chile/USA
Empresa	Actividad	Año de entrada	Inversión (en millones de US\$)	Producciones miles de toneladas	Localización	Otra actividad	Origen
Provi. Fish Farms	Centro de cultivo	2006	5	3	XI	Pesca extractiva	Chile
RiverFish	Centro de cultivo	2007	50	18	XII		Chile

(continúa)

Cuadro 6 (conclusión)

Empresa	Actividad	Año de entrada	Inversión (en millones de US\$)	Producciones miles de toneladas	Localización	Otra actividad.	Origen
Tornagaleones	Centro de cultivo.		25	20	XII		Chile
FoodCorp S. A/ Pacific seafood	Centro de cultivo	2008			XI		Noruega
Acuimag SA	Fase de aguadulce	2007		....	XII		Chile

Fuente: Revista Aqua (varios números).

De acuerdo a los registros de la Revista Aqua los nuevos entrantes al mercado efectuaron inversiones por unos 350 millones de dólares, e incrementaron la capacidad de producción anual de la industria en aproximadamente 180.000 toneladas. Debe tenerse presente que eso refleja estimaciones anteriores a la crisis del ISA.

Habiendo hasta aquí examinado diversos rasgos estructurales de la industria —tamaños de los centros de cultivo, grado de concentración económica de la industria, el reciente ingreso de nuevos productores al mercado y los cambios ocurridos en el ranking de firmas en lo que a capacidad exportadora se refiere como consecuencia de la crisis sanitaria— pasamos ahora a ocuparnos de otro de los ejes centrales de la especificidad del modelo chileno de salmonicultura. Nos referimos a los factores biológicos y medio-ambientales específicos del medio local que deben ser tenidos en cuenta al pensar en el desarrollo de largo plazo de esta industria.

## E. Factores medio-ambientales propios de la salmonicultura local

El salmón es una especie carnívora que crece libremente en la naturaleza. Su crianza en cautiverio requiere una rutina de organización de los procesos productivos —esto es, desde la fase del ‘hatchery’ o producción de ovas y smolt en agua dulce hasta la fase del engorde en agua salada tras la smoltificación— que asegure condiciones de bienestar a los peces mas allá de que su crecimiento tenga lugar en condiciones muy diferentes a las que se dan en la naturaleza. La densidad de peces “sembrados” en los tanques de cultivo, la cantidad y tipo de alimentos entregados a los mismos, las técnicas de alimentación utilizadas, la vacunas y la forma de administración de las mismas, el transporte y movimiento de los peces entre fases del proceso productivo, y demás constituyen aspectos que de una forma u otra afectan el bienestar de los peces, e inciden sobre su respuesta inmunológica, su crecimiento, su capacidad de enfrentar a los agentes patógenos que circulan en el agua, y demás.

Los biólogos y veterinarios hablan con frecuencia de la “Tríada Ecológica de la Enfermedad” para referirse al equilibrio que normalmente debe existir entre el medio ambiente, el huésped (el pez) y los distintos factores patógenos que afectan la salud de los mismos<sup>6</sup>. La enfermedad aparece cuando este equilibrio se rompe y la respuesta inmune del pez se debilita. Sabemos relativamente poco acerca de los factores últimos que afectan el bienestar de los peces criados en cautiverio, y sobre el impacto que los múltiples factores biológicos, genéticos, medio-ambientales, etc. cumplen modificando el equilibrio antes mencionado. Olvidando este hecho —quizás simple de entender— las empresas salmoneras muchas veces se han dejado llevar por la búsqueda de máximos beneficios a corto plazo y en función de ello han optado por incrementar la densidad de siembra en los tanques de cultivo a expensas de la calidad de vida de la biomasa criada en los mismos. Al aumentar la densidad de siembra muchas veces se juntan peces de distintas cohortes, se ponen en los tanques de cultivo smolts de menor calidad y con menor probabilidad de sobrevivencia, disminuyendo la oxigenación del agua y demás. Todo esto

<sup>6</sup> Agradecemos al Dr. D. Nieto habernos sugerido encarar el presente tema desde esta perspectiva.

aumenta el stress de los individuos en el tanque de cultivo. Los límites de carga admitidos por el recurso agua son difíciles de estimar a priori y varían de un caso a otro en función de una diversidad de razones difíciles de especificar y cuantificar ex ante. Ello hace que el aumento de la densidad de siembra aumente el riesgo y la incertidumbre que subyace bajo el proceso productivo, obligando a los empresarios a tomar decisiones con imperfecto conocimiento de las consecuencias que las mismas traerán aparejadas<sup>7</sup>. La naturaleza tiene distintas respuestas al aumento de la densidad de siembra y es difícil decir ex ante cual habrá de ser la respuesta específica en una dada localización. De allí que el proceso productivo de la salmonicultura tenga un fuerte componente probabilístico y este rodeado de un grado no menor de incertidumbre<sup>8</sup>.

Según opiniones recogidas durante nuestro trabajo de campo esta parece ser, en parte, la explicación de la crisis medioambiental que la salmonicultura en Chile esta viviendo contemporáneamente. Con frecuencia hemos escuchado a veterinarios y biólogos decir que las primeras generaciones de veterinarios encargados de los centros de cultivo tenían profunda conciencia de la importancia de velar por el bienestar de los peces en los tanques de cultivo, lo cual estaba estrechamente asociado a las rutinas de funcionamiento de los mismos, incluida la densidad de siembra. Dicha conciencia aparentemente se fue perdiendo con los años en la medida en que el rápido crecimiento de la industria llevara a que muchas veces los gerentes de las empresas privilegiaran cantidad —densidad de siembra— en desmedro de calidad —oxigenación del agua, normas de bioseguridad, etc. En opinión de numerosos profesionales entrevistados la distancia entre los gerentes de las empresas y los supervisores de turno, responsables de los centros de cultivo, se fue ampliando a medida que las firmas fueron creciendo en tamaño y complejidad organizativa y fueron apareciendo nuevas líneas de mando en los organigramas de las mismas<sup>9</sup>. Las conductas de maximización de beneficios de corto plazo fueron ganado espacio por sobre aquellas otras preocupadas por la sustentabilidad ambiental y el bienestar de la biomasa en los tanques de cultivo<sup>10</sup>. El costo de dicha opción estratégica habría de manifestarse varios años más tarde cuando el recurso natural comenzó a dar muestras claras de sobrecarga que no fueron adecuadamente registradas por la industria. Veamos este tema con algo más de detalle. A tal efecto el Gráfico 3 nos brinda una reconstrucción de lo ocurrido.

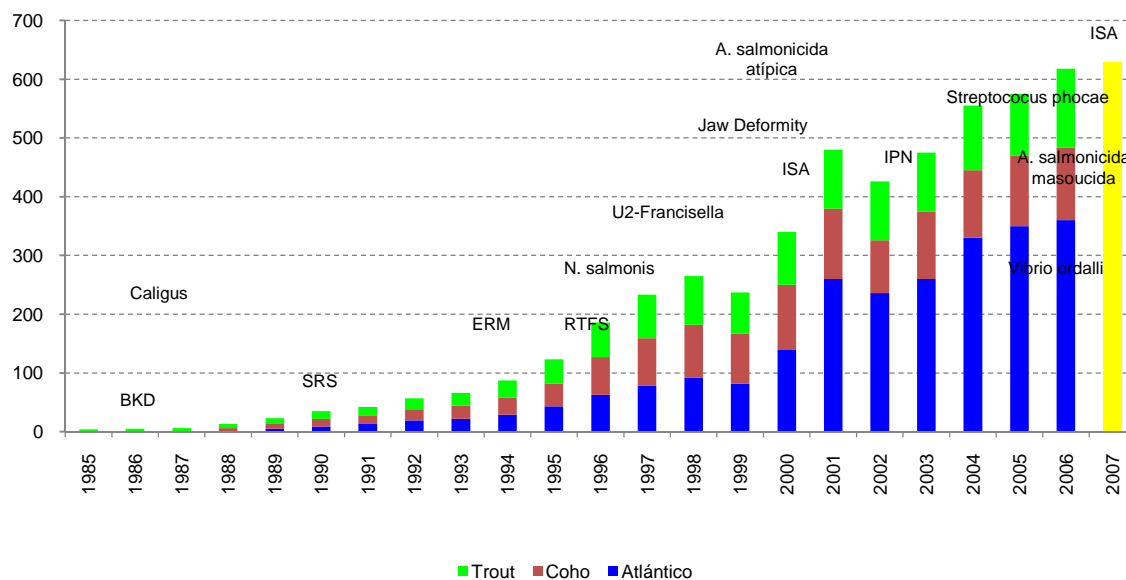
<sup>7</sup> Obviamente las mismas incertidumbres subyacen bajo el modelo de salmonicultura noruego o escocés, pero el gasto de I&D que estos países efectúan para resolver cuestiones de falta de información y conocimiento son un orden de magnitud mucho mayores que las que realiza Chile en este sentido.

<sup>8</sup> En un reciente informe de Sernapesca leemos: “Cabe destacar que existe numerosa bibliografía que cita la elevada densidad como un factor negativo que podría determinar un aumento en los niveles de stress de los peces de cultivo, afectando su sistema inmune, favoreciendo el ingreso de agentes patógenos... Sin embargo, existe poca bibliografía que señale un punto de corte adecuado. Lo anterior es razonable en la medida en que la densidad es “una” de las tantas variables que determinan, en definitiva, el status sanitario de un centro de cultivo. Es probable que en sistemas semi-abiertos, con un bajo número de centros por área productiva, con buenos niveles de oxigenación y recambio de agua constante, con bajo intercambio de personal, visitas o embarcaciones, podrían permitir mayores niveles de densidad versus sistemas cuyo nivel de riesgo de contraer enfermedades sea superior”. Sernapesca: Establecimiento de medidas.... Op.Cit. Informe Técnico 520075309, Valparaíso, Junio 2009.

<sup>9</sup> Karl Samsing, Gerente General de EWOS Chile dice en una entrevista para Aqua en Junio de 2007 : De aquellos años —se refiere a los años iniciales del desarrollo de la salmonicultura en Chile— recuerdo algunos hechos notables como las jaulas de madera de 10x10 metros, mantenidas por maestros carpinteros... Además, éramos autodidactas, multifacéticos y con mística. No podíamos darnos el lujo de tener gerentes para cada área, por lo tanto nos ocupábamos de todo”. Aqua, Junio 2007, Pág. 33.

<sup>10</sup> En la misma entrevista concedida a Aqua en 2007 Karl Samsing dice: “Mirando desde afuera creo que nos hemos preocupado de aumentar la producción descuidando la parte sanitaria. En este último aspecto ha bajado la calidad de los smolt sembrados en los centros de cultivo y se ha abusado de los medicamentos. Todo esto nos ha pasado la cuenta. Creo que el Intesal debería cumplir un rol mucho más activo manejando la agenda sanitaria del país. Op.Cit. Pág. 34.

**GRÁFICO 3  
LA DIFUSIÓN DE PATÓGENOS**



Fuente: P. Bustos (2008), Manejo sanitario integral en centros de agua dulce, Skretting, Noviembre 2008.

Observamos que durante los años iniciales de implantación de la industria en el medio local la incidencia de patologías y enfermedades fue sumamente baja. Es solo hacia el final de la fase de implantación —1986— que comienza a aparecer el BKD, una bacteria que afecta el riñón del salmón y también las primeras manifestaciones de caligidosis.

La industria crece vertiginosamente en los años '90, llegando a casi 300 mil toneladas hacia el final de la década. Dicho crecimiento ocurre en un área de cultivo sumamente estrecha, generándose un aumento en los índices de hacinamiento en que se desempeña la industria. Es en esos años en que aparecen cinco nuevas enfermedades en el medio local —ERM, RTFS, N.Salmonis, U2, Francisella— complicando de manera significativa el escenario sanitario de la industria. Debemos comprender —y lo veremos con mayor detalle en el cuarto capítulo al ocuparnos de la evolución de la institucionalidad sectorial— que es sólo en 2001 que Chile incorpora el RAMA (Reglamento Ambiental para la Acuicultura) a su aparato regulatorio e institucional sectorial y por primera vez instituye el hecho de que la distancia mínima que debe haber entre centros de cultivo es de unos 3 mil metros (2.778 metros, más precisamente). Numerosas concesiones de explotación acuícola entregadas con anterioridad a RAMA especialmente en comunas como Calbuco, Curaco de Velez, Quinchao, Castro y Chonchi, en Chiloé, no cumplen con ese requisito de distancia mínima, lo cual sin duda aumenta la probabilidad de que exista la transmisión horizontal de patógenos y vectores.

Pero es recién en el período subsiguiente de muy rápido crecimiento de la producción sectorial —2000/08, cuando el volumen físico de producción llega a las 500 mil toneladas anuales— en que el panorama sanitario se torna realmente crítico con la aparición de siete nuevas patologías afectando a los salmones. Nos referimos a virus ISA, Deformación de Mandíbula, Aeromonas Salmonicida atípica, IPN (necrosis pancreática), Steptococo phocae, Vibrio Ordali, salmonicida masoucida). De ese conjunto SRS, ISA y Caligidosis son las patologías que mas afectan a la industria en esa etapa. En relación a SRS (Septicemia Rickettsial del Salmón) en un reciente informe de Sernapesca se dice que hasta el presente la estrategia de control ha probado ser insuficiente, pese al fuerte impacto negativo que esta enfermedad del salmón acarrea a la industria (Sernapesca, Informe Técnico 520075309, Establecimiento de medidas

de manejo sanitario por áreas aplicables a centros de salmónidos: períodos de descanso y límites de densidad, Junio 2009).

Este creciente deterioro de la situación sanitaria ha sido recientemente planteado en un estudio de C.Wurman y G.Moreno: (Policies and governance in Chilean fisheries and aquaculture: current situation, the evolution process and future challenges. OECE, Mimeo, 2008) La argumentación de Wurman y Moreno se basa en información original presentada por el Dr. P. Bustos de ADL Diagnostics, (Manejo Sanitario Integral en Centros de Agua Dulce, Skretting, Noviembre 2008) quien comparando el cuadro de morbilidad actual con el que existía solo unos pocos años atrás concluye diciendo que hay claros signos de deterioro representados por diversas nuevas patologías que han hecho arribo al medio productivo local.

**CUADRO 7**  
**NUEVAS ENFERMEDADES EN LAS SALMONICULTURA CHILENA**

Enfermedades	Salmón A	Salmón A.
	6-7 años atrás	Hoy
Bacterial kidney disease	X	X
Piscinetsiosis		X
Infectiouspancreatic necrosis	X	X
Vibriosis (V.Ordeli)		X
Vibriosis (V.Angillarum)		X
Ulcerative vibriosis		X
Streptococosis		X
Franciseltosis		X
Atypical Furunculosis		X
Kudoa		X
Jandrice Síndrome		
Nucleospondiosis	X	X
Flavovacteriosis	X	X
Columnaris	X	X
Yersimiosis	X	X
Saprolegiosis	X	X
Caligus	X	X
ISA		X
Amoebic Gill disease.		X

Fuente: P. Bustos, Manejo sanitario integral en centros de agua dulce. Skreting, Nov.2008.

En un reciente estudio de EWOS encontramos información comparativa con Noruega en lo que atañe a tasas de mortalidad y al cuadro de morbilidad característico de ambos países. (EWOS (Op.Cit, Noviembre, 2007)). Observamos, por una parte, que las tasas de mortalidad de Chile son significativamente más altas que las noruegas. Se estima que la mortalidad de ova a cosecha es inferior al 50% en Noruega, en tanto que en Chile la misma es mucho mayor, llegando al 70%. El cuadro 8 presenta información al respecto.

**CUADRO 8**  
**TASA DE SOBREVIVENCIA SEGÚN ESPECIE Y FASE DEL CULTIVO. CHILE, TEMPORADA 2005**

Etapa	Coho	Salar	Trucha
	%	%	%
Ova verde. Esmoltificacion	33	25	28
Ova ojo. Esmoltificacion	44	33	37
Engorda	86	80	75
Total ciclo	28	20	21

Fuente: EWOS, 2007.

La tasa de sobrevivencia es menor en Chile que en Noruega, siendo ello mucho más marcado en las primeras fases del cultivo. En otros términos las tasas locales de mortalidad son significativamente mayores durante la fase de ova ojo y en la primera etapa de esmoltificación.

Por otra parte, estudios recientes de EWOS indican que la mortalidad ha ido subiendo en el escenario local en el curso de la última década, pasando de 16.6% en 2003 a 23.7% en 2007. Nos ocuparemos de este tema en la próxima sección de este capítulo, al tratar la génesis de la crisis sanitaria y sus consecuencias. Por el momento nos limitamos a observar que en el informe de EWOS previamente citado se dice que algo más de 40% de la mortalidad en el caso de Chile se explica por enfermedades y que gran parte se debe a la patología SRS que es mucho mayor en Chile que en el país nórdico<sup>11</sup>.

La incidencia de enfermedades y patógenos en el medio local y el impacto que ello ha tenido sobre el modelo productivo doméstico —uso de antibióticos, por ejemplo— constituye un tema de debate recurrente, que ha alcanzado no solo repercusión en el plano interno, sino también internacional. Se trata de una cuestión conflictiva sobre la que no existe mucha información. En el marco de este estudio hemos abordado el tema a partir de resultados recientes de investigación presentados por el Dr. D. Nieto quien fuera parte del conjunto de profesionales entrevistados durante nuestra exploración de campo. En base a vistas de planta el Dr. Nieto ha reconstruido el cuadro actual y extrapolado luego al conjunto de la industria a fin de estimar el impacto de la crisis sanitaria actual<sup>12</sup>. Del material aportado por el Dr. Nieto extractamos lo siguiente<sup>13</sup>:

<sup>11</sup> Confirmando este hecho Paul Midlyng, del Centro de investigación escandinavo VESO afirma: “El uso de vacunas en Noruega es cercano al 100% en las distintas enfermedades de peces, mientras que en Chile – en el 2003 – un 68% era vacunado contra Yersiniosis, 78% contra IPN, y menos del 17% contra SRS. Las diferencias entre ambas naciones estarían en la distinta eficiencia de las vacunas y en la inexistencia de estudios independientes que den transparencia a las investigaciones” (Aqua, Diciembre 2007, Pág. 88). Desde el momento en que habla Midlyng hasta hoy los índices han mejorado, pero aun la vacunación de peces no alcanza los niveles observados en Noruega.

<sup>12</sup> En el trabajo de tesis de Magister de José T. Gillet y Camila Olate, “La crisis del salmón y el desempleo en la décima región” U. de Chile, Enero 2010, se dice que: “La información entregada por el Ministerio de Economía de Chile y el Instituto de Salud Pública Noruego revela que en 2007 se uso en Chile 600 veces los antibióticos de Noruega y en 2008 se uso 346 veces más (Pág. 12). Citando el trabajo de L.Burridge et.al. “Uso de productos químicos en la salmicultura: revisión de prácticas actuales y posibles efectos medioambientales” (Mimeo, 2007) los autores mencionados afirman que según datos de 2003 Chile tenía una producción 45% inferior a la de Noruega, y utilizaba 160 veces mas antibióticos que la nación europea. Los datos resultan también corroborados en un trabajo de EWOS presentado en el Seminario “Dietas Funcionales EWOS Health” celebrado en Puerto Varas en Noviembre de 2007. En dicho trabajo denominado “Comparación de resultados productivos en Salmón Atlántico Noruega-Chile” se vuelve a reafirmar el mucho mayor uso de antibióticos en el medio productivo chileno que en el noruego.

<sup>13</sup> Dr. D. Nieto, comunicación personal. Se agradece al Dr. Nieto el acceso al presente material.

**CUADRO 9  
DISTRIBUCION DE PATOLOGIAS EN EL MEDIO LOCAL**

Enfermedades diagnosticadas en la fase de agua dulce, Chile 2008			
Área de Llanquihue	Área Puyehue	Área Ranco	Área Rupanco
IPNv	IPNV	IPNv	IPNv
BKD	BKD	BKD	BKD
Francisella	Ichthyophthirius (Ich)	Ich	Aeromona
Fungosis	Fungosis	Flavobacteriosis	Fungosis
Yersiniosis	Yersiniosis		Yersiniosis
Aeromonas			Ich

Fuente: Dr. D. Nieto, comunicación personal.

Con respecto de la estacionalidad de las enfermedades, el trabajo establece lo siguiente:

**CUADRO 10  
ESTACIONALIDAD DE LAS PATOLOGIAS**

Patología/Estación del año	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
F. columnare	x	xxx	-	-
F. psychrophilum	x	-	xxx	xxx
Aeromona	xxx	xxx	xx	xx
Virus IPN	xxx	xx	xxx	xx
Hongos	xxx	-	x	xxx
R. salmoninarum (BKD)	x	x	x	xx
Ichthyophthirius	-	xxx	-	-
Francisella	xxx	xx	x	x
Y. ruckeri	xxx	xx	x	-

Fuente: Dr. D. Nieto, comunicación personal.

Observamos que la distribución estacional de enfermedades, particularmente las bacterianas y parasitarias, ha sido un factor de gran incidencia en el medio local. Es importante ver que la industria ha reaccionado a este hecho aumentando el uso de antibióticos esperando enfrentar por esta vía —más que por acciones de tipo colectivo destinadas a mejorar y resguardar la bioseguridad y el cuidado del medio ambiente— los brotes clínicos que se presentan de forma más o menos continua y recurrente.

Este cuadro de situación nos lleva a pensar que al momento de llegar a los centros de engorde los smolts ya han debido enfrentar una cantidad apreciable de agentes patógenos y sus maquinarias biológicas han sido sometidas al esfuerzo de tener que metabolizar los fármacos utilizados para controlar este hecho. Esta situación comienza desde las primeras etapas de crianza en las pisciculturas y continúa tras el traslado a agua de mar, donde los smolts deben enfrentar la incidencia de otros agentes patógenos como SRS (*Piscirickettsia salmonis*), Vibriosis, streptococos; Cáligus y demás.

El paso siguiente en esta línea argumentativa consiste en estimar el costo que todo esto tiene para la industria, y el país. A partir del cálculo que tiene para una firma “tipo” el uso de antibióticos, el aumento de la mortalidad, el empleo de terapias químicas desinfectantes y demás, y extrapolado ello al conjunto de la industria el Dr. Prieto estima que las pérdidas resultantes llegan al orden de 200 millones de dólares anuales, esto es, cerca del 9% del valor de las exportaciones que la industria efectuara en años recientes. Volveremos sobre estos temas más adelante al ocuparnos de la necesidad de transitar hacia un



nuevo modelo de organización sectorial, basado en tecnologías de manejo sanitario y de sustentabilidad ambiental más exigentes que las que se han empleado localmente hasta el presente.

Antes de cerrar esta sección es importante comprender que la situación hasta aquí descripta no afecta por igual a todas las firmas. Las hay las que han implementado medidas más fuertes de bioseguridad y que, en función de ello, han sufrido con menor intensidad el impacto de la crisis medioambiental, y también las hay que han experimentado un muy fuerte shock sanitario y atraviesan todavía una etapa de alto decaimiento. Las hay también localizadas mas lejos de los focos de hacinamiento y por ende algo más protegidas frente a la difusión horizontal de patógenos. De todas formas, y dado que las firmas comparten el uso del agua el aislamiento completo es imposible y las incidencias cruzadas habrán de existir siempre, lo que claramente reclama soluciones colectivas.

**CUADRO 11**  
**IMPACTO DIFERENCIAL ENTRE FIRMAS DEL VIRUS ISA 2009**

Empresa	Nº de centros afectados
Marine Harvest	46
Aquachile	27
Camanchaca	18
Multiexport	17
Los Fiordos	13
Invertec	10
Cultivos Marino Chiloé	8
Friosur	7
Novaustral	6
Pacific Star	6
Salmones Maullín	6
Trusal	6
Salmones Antártica	4
Congelados Pacifico	4
Holding and Trading	3
Acuinova	3
El Golfo	3
Salmones Cupquellan	3
Aguas Claras	3
Patagonia Salmón Farming	3
Australis	3
Salmones Humboldt	2
Patagonia Smolt	2
Cultivos Yadrán	2
Granja Marina Tornagaleones	2
Ventisqueros	2
Acuimag	2
Providencia Fish Farming	1
Itata	1

Fuente: Una industria convaleciente. Aqua, Mayo 2010, pág.30.

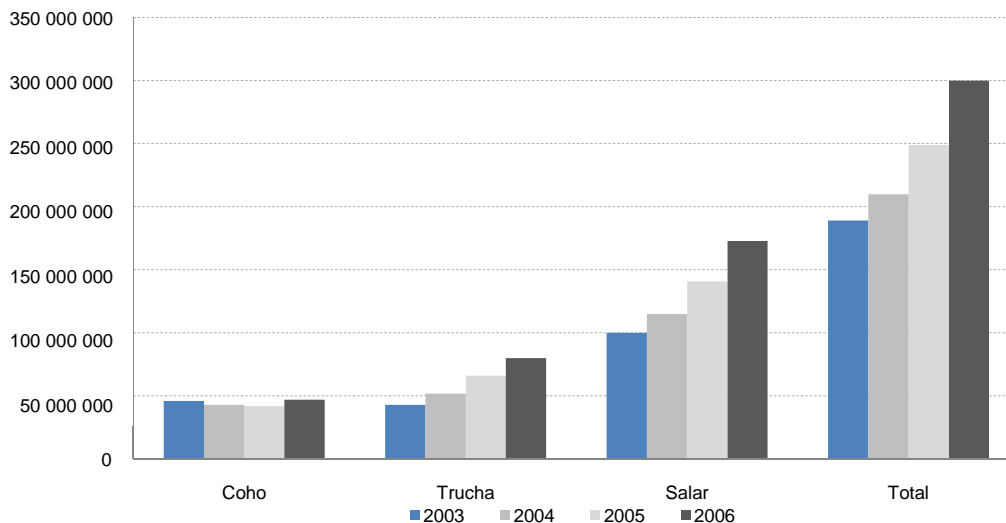
## **F. Intensidad de uso del recurso agua y génesis de la crisis sanitaria**

En el curso de los años 1990 y hasta fechas recientes la industria salmonera ha experimentado un rápido proceso expansivo. El mismo ha estado asociado a fuertes transformaciones en la tecnología de procesos y de organización de la producción, pero dichas transformaciones no han ocurrido en todas las firmas por igual. La información previamente presentada sobre concentración económica y exportaciones sugiere que el efecto crecimiento se ha manifestado mas entre las firmas “grandes” (incumbentes y nuevas) en tanto que las firmas “chicas” aparecen como habiendo perdido terreno en el total de producción y de exportaciones del sector. Efectivamente, numerosas firmas “grandes” transitan desde tanques de cultivo de 20x20 metros a otros de 40x40mts mucho más resistentes a las inclemencias marinas, diferentes pontones de anclaje al fondo oceánico, técnicas digitales de alimentación, y demás. Mucho de este proceso de transformación tecnológica no parece haber alcanzado a las firmas “chicas” de la industria.

Esta transición hacia jaulas de cultivo más grandes y hacia tecnologías digitales de proceso seguramente ha estado asociada a economías de escala y mejoras de productividad de capital y trabajo. Sin embargo, dicho cambio tecnológico produjo también dos hechos adicionales que es necesario mencionar. Por un lado, ha crecido la brecha relativa de productividad entre firmas “grandes” y “chicas” y, por otro, la mayor densidad de siembra asociada a tanques de cultivo más grandes en un área de cultivo dada ha incrementado la tasa de mortalidad, y la presencia de agentes patógenos en el agua. En otros términos, el aumento en la densidad de siembra ha estado, ceteris paribus, asociado a la caída de la eficiencia marginal del recurso sobre el que esta asentada la producción global de la industria. Esta hipótesis de comportamiento parece avalada por la información que presentamos a continuación.

Comenzamos corroborando el hecho de que la densidad de siembra crece exponencialmente durante la corriente década. Ello es particularmente cierto en el caso del salmón del Atlántico. El gráfico 4 tomada de un reciente trabajo de EWOS da cuenta de la situación:

**GRÁFICO 4**  
**AUMENTOS EN LA DENSIDAD DE SIEMBRA 2002-2006**  
(Número de smolt ingresados a engorde 2003-2006 por especie)



Fuente: EWOS, Op. Cit., Puerto Varas, Nov.2007.

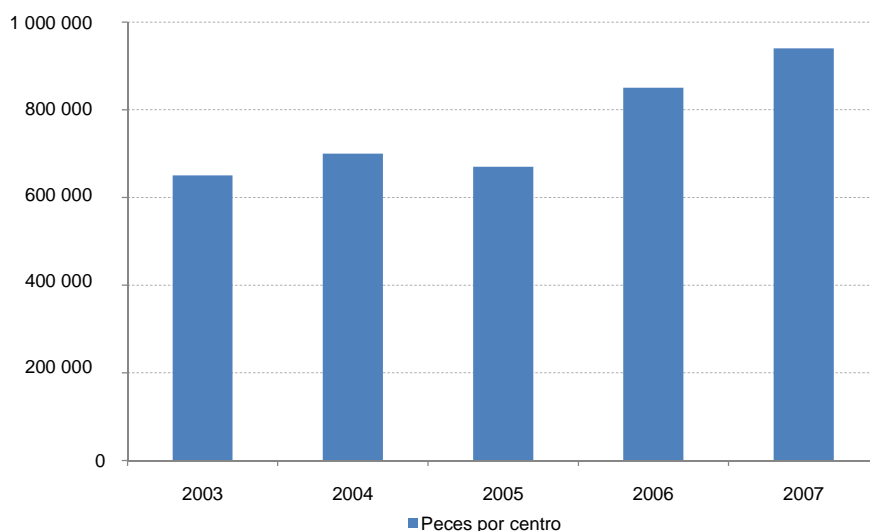
En efecto, el número de salmones sembrados crece exponencialmente entre 2003 y 2006 pasando de cerca de 200 millones de individuos a cerca de 360 millones en 2007. Esto significó un marcado crecimiento en la biomasa promedio por centro de cultivo.

Examinando la información disponible resulta factible identificar dos “momentos” distintos en el curso de la década. Observamos, por un lado, que el número de individuos sembrados por centro de cultivo crece significativamente entre 2002 y 2003. Vuelve nuevamente a hacerlo entre 2005 y 2007. En nuestra opinión hay dos explicaciones distintas sobre lo ocurrido en ambos “momentos”.

A partir de 2002 se produce un fuerte aumento en la densidad de siembra, especialmente entre las firmas más grandes de la industria. Ello deriva en dos hechos colaterales. Por un lado, crece significativamente la rentabilidad empresarial, lo que facilita la puesta en marcha de nuevos planes de inversión. Por otro, el aumento en la densidad de siembra también involucra un uso más intenso del recurso agua, lo que claramente deteriora las condiciones de crianza en los centros de cultivo, lo que acaba repercutiendo en la tasa de mortalidad con que opera el sector.

La industria vuelve a experimentar una fase de rápido crecimiento entre 2005 y-2007. También en este caso aumenta la densidad de siembra, pero muchas de las firmas grandes han tenido el tiempo suficiente como para traducir los aumentos de rentabilidad del 2002-2003 en nuevas inversiones en tanques de cultivo de mayor tamaño, así como en tecnologías digitales de control de procesos. A diferencia del escenario 2002-2003 en el que podemos hablar de una conducta coyuntural de mayor aprovechamiento de la capacidad instalada, sin grandes inversiones adicionales en infraestructura física, la expansión de la producción en el periodo 2005-2007 pareciera responder más a un fenómeno de “profundización” tecnológica y al aumento en la intensidad de capital de los establecimientos salmoneros. Ello parece haber sido especialmente cierto en el segmento de empresas “grandes” de la industria.

**GRÁFICO 5**  
**BIOMASA POR CENTRO DE CULTIVO**  
*(Número de peces por centro —salmón atlántico— Chile)*



Fuente: EWOS, Op.Cit., Puerto Varas, Nov.2007.

Planteada la anterior hipótesis de comportamiento debemos ahora prestar atención a la respuesta que el recurso agua diera al aumento en la densidad de siembra y al costo que se derivara de la sobrecarga del recurso natural. Los cuadros 12 y 10 indican con claridad que la respuesta del recurso al aumento en la intensidad de uso no fue buena. Aumenta la tasa de mortalidad, empeoran los índices de conversión biológica y económica, disminuye el peso promedio a cosecha y aumenta el número de días que toma el proceso de engorde hasta la terminación del producto y su envío al mercado. Todos los indicadores corroboran un claro deterioro en el desempeño agregado del sector. La información disponible parece indicar que comienzan a operar rendimientos marginales negativos al uso del factor agua ante el aumento de la densidad de siembra<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> En el número de Agua de Mayo del 2009 se refirma, en base a datos aportados por SGS Acuatric Health, el claro empeoramiento que experimentan los índices productivos en 2007-2008.

**CUADRO 12**  
**INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA INDUSTRIA SALMONERA CHILENA**  
**EN EL PERIODO 2002-2007**

	2003	2004	2005	2006	2007
Kgr. salmón salar producidos (000)	71 856	76 968	82 838	102 015	
Kgr/smolt	3,71	3,66	3,57	3,34	3,14
Kgr/ova	1,30	1,28	1,25	1,17	1,10
Peso promedio en planta	4444	4555	4342	4219	4130
Factor Conversión económica	1,36	1,40	1,38	1,42	1,52
Factor Conversión biológica	1,24	1,27	1,28	1,30	1,34
Días de cosecha	487	497	484	4.88	543

Fuente: Comparación Resultados Productivos Salmón Atlántico, Noruega-Chile. EWOS Health, Puerto Varas, Nov. 2007.

Es interesante observar que dentro de un cuadro general de deterioro —reflejado en los indicadores de Cuadro N° 9— los índices son algo distintos cuando nos referimos a Salmón Coho, Trucha y Salmón Atlántico. Este último, que es el segmento de la industria verdaderamente afectado por el virus ISA, es el que registra los peores índices de desempeño. Ello puede verse en el cuadro N° 13.

**CUADROS 13**  
**ÍNDICES DE CONVERSIÓN EN SALMÓN COHO, TRUCHA Y**  
**SALMON ATLANTICO, 2006-2009, POR REGIONES**

**X REGIÓN SALMÓN COHO**

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,24	1,33	1,37	1,33
Mortalidad Acumulada	14,0	19,6	22,2	11,0
Kg. cosechado/smolt ingresado	2,55	2,22	2,31	2,55
Tiempo de Engorde promedio (mes)	10,0	11,1	10,8	9,8

**X REGIÓN TRUCHA ARCO IRIS**

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,44	16,5	1,81	1,76
Mortalidad Acumulada	23,0	28,0	39,0	32,0
Kg. cosechado/smolt ingresado	3,32	2,89	2,15	2,24
Tiempo de Engorde promedio (mes)	16,97	17,59	16,99	14,41

**X REGIÓN SALMÓN ATLÁNTICO**

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,44	16,5	1,81	1,76
Mortalidad Acumulada	23,0	28,0	39,0	32,0
Kg. cosechado/smolt ingresado	3,32	2,89	2,15	2,24
Tiempo de Engorde promedio (mes)	16,97	17,59	16,99	14,41

### XI REGIÓN SALMÓN COHO

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,45	1,43	1,45	1,23
Mortalidad Acumulada	20,2	22,8	24,2	8,9
Kg. cosechado/smolt ingresado	2,27	2,03	2,23	2,73
Tiempo de Engorde promedio (mes)	10,6	9,4	10,5	9,3

### XI REGIÓN TRUCHA ARCO IRIS

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,48	1,63	1,59	1,81
Mortalidad Acumulada	21,0	25,0	27,0	38,0
Kg. cosechado/smolt ingresado	3,41	2,92	2,71	2,12
Tiempo de Engorde promedio (mes)	17,33	17,74	15,28	15,88

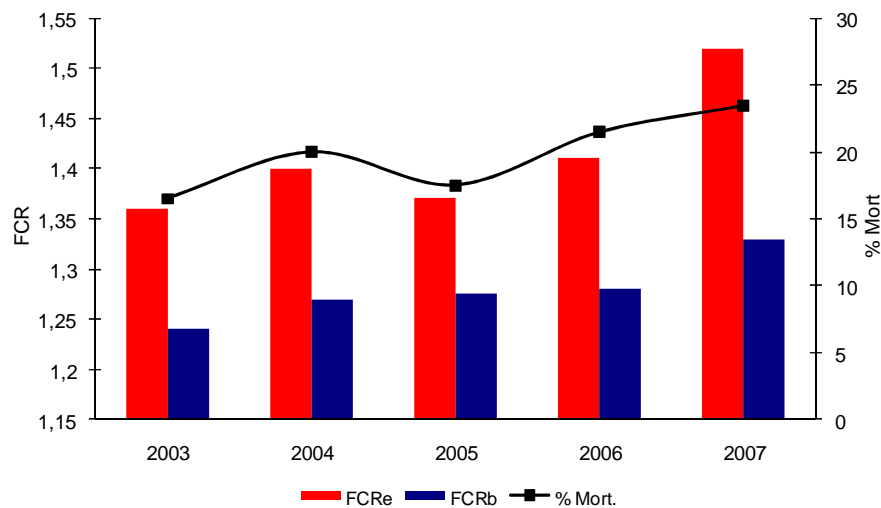
### XI REGIÓN SALMÓN ATLÁNTICO

	2006	2007	2008	2009
FCR Económico	1,48	1,63	1,59	1,81
Mortalidad Acumulada	21,0	25,0	27,0	38,0
Kg. cosechado/smolt ingresado	3,41	2,92	2,71	2,12
Tiempo de Engorde promedio (mes)	17,33	17,74	15,28	15,88

Fuente: Aqua, Mayo 2010, Producción de Salmónidos 2009, Principio del ajuste.

El deterioro en el desempeño sectorial a que hacemos referencia resulta gráficamente identificado por EWOS en el índice de conversión económica y biológica que mostramos seguidamente.

**GRÁFICO 6**  
**DETERIORO EN LOS INDICES DE CONVERSIÓN 2003-2007**  
*(FRC por temporada grupos cosechados)*



Fuente: Op.Cit. Puerto Varas, 2007.

El material hasta aquí presentado abre nuevas preguntas relacionadas con el costo que la industria —y el país— han tenido que enfrentar a raíz de esta caída en los índices de desempeño sectorial. Diversos profesionales del sector han efectuado cálculos para contestar esta pregunta. Presentamos a continuación los realizados por el Dr. A. Johnson<sup>15</sup>, y presentados en el Seminario de Skretting de Noviembre de 2007 en Puerto Varas.

A. Johnson calcula primero las pérdidas derivadas de una mayor mortalidad, y suma luego a ello el mayor tiempo de cosecha y el mayor uso de tratamientos y antibióticos y demás, llegando finalmente a una estimación de US\$ 500 millones, de pérdida en el período 2001-2007, como consecuencia de la sobrecarga del recurso agua. Es claro que se trata de una estimación a mano alzada y que podrían hacerse diversos cálculos alternativos, pero sin duda la cifra es suficientemente expresiva como para resaltar la importancia de la sustentabilidad ambiental de largo plazo como condición sine qua non para un buen desempeño del sector.

#### RECUADRO 1 PÉRDIDAS (FUNDAMENTALMENTE SALAR)

- \* Mortalidad Acum.:
  - 2000 a 2005: aumentó un 65% (de 15 a 25%)
- \* Tiempo de engorde:
  - 2001 a 2005: aumentó un 10% (de 17 a 19,7%)
- \* Meses de engorde v/s peso cosecha:
  - 2000 a 2005: reducción de 8%
- \* Kilo cosecha por smolt ingresado (K/smolt)
  - 2000 a 2005: reducción del 19% (3.7 a 2.9)
  - Dejan de producirse 96.000 toneladas

Fuente: A. Johnson. Seminario Skretting, Puerto Varas, Noviembre 2007.

#### CUADRO 14 TOTAL PÉRDIDAS DIRECTAS

Tipo pérdida	Millones (USD)
Producción agua dulce	50
Pérdidas de biomasa	285
FCR	126
Tratamientos	52
Operacional	20
Proceso	44
Total	550-600

Fuente: A. Johnson: Seminario Skretting, P. Varas, Noviembre 2007.

Podemos, a título de conclusión, afirmar que las ganancias de productividad logradas por vía de economías de escala —tanques de cultivo de mucho mayor tamaño— y de cambios tecnológicos de diversa índole, —digitalización de procesos, nuevas técnicas de alimentación y nuevas fórmulas

<sup>15</sup> Agradecemos al Dr. A. Johnson el habernos hecho entrega en una comunicación personal del material aquí presentado, así como su autorización para ser citado en el presente trabajo.

alimentarias, etc.— incorporados por las empresas salmoneras en el curso de la presente década han sido total o parcialmente anuladas por la caída en la eficiencia marginal del recurso agua, que terminó afectando negativamente el desempeño agregado del sector. El aumento en la tasa de ganancia registrado por las firmas en los años iniciales de la década hubo finalmente de derivar en el fracaso colectivo de la industria en fechas más recientes, en un claro ejemplo de “tragedia de los comunes” del tipo descrito por Hardin sobre el fin de los años 1960.

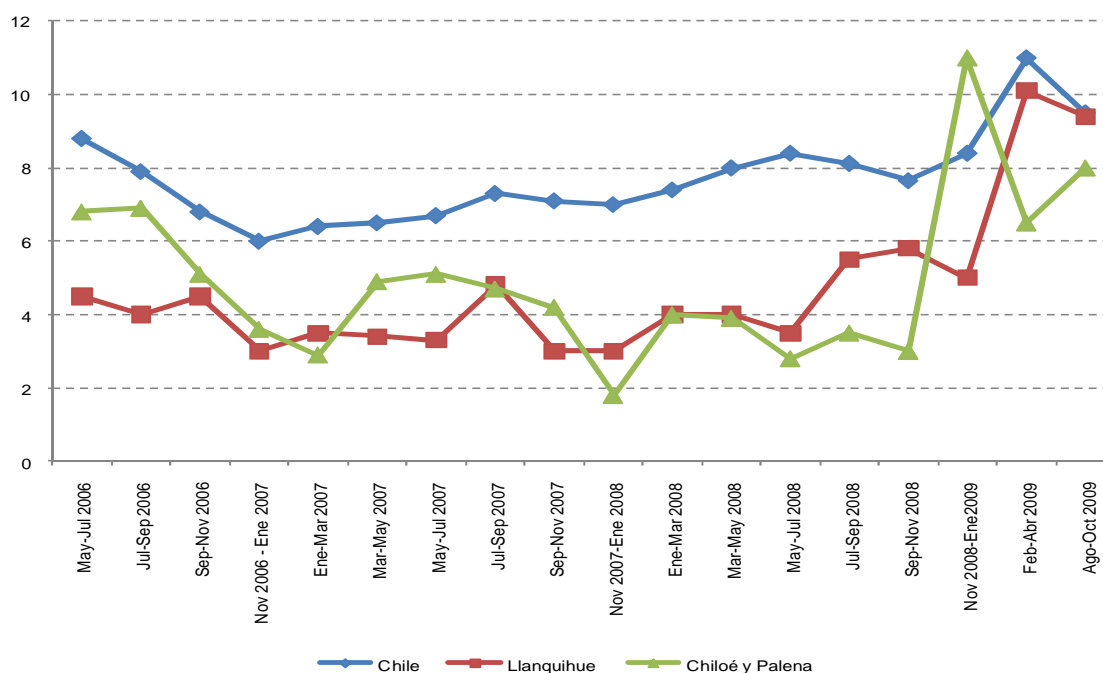
## **G. Impacto de la crisis sanitaria sobre exportaciones y empleo**

Lo que comenzó siendo una crisis de mal manejo del recurso natural se fue transformando en una profunda crisis sistémica que afectó negativamente tanto niveles de exportación como de empleo. Veamos brevemente lo ocurrido en ambos planos.

Tal como señaláramos previamente —en el primer capítulo— la expansión de la industria llevó a la generación de cerca de 50 mil puestos directos de trabajo en las regiones sureñas de Chile. Ello permitió a la X y XI Región de Chile alcanzar índices de desocupación inferiores a la media nacional. Por otro lado, como dicen Amtmann y Blanco (citados por R. Withelaw, Op.Cit. Pág. 285): “la acuicultura transformó la estructura del empleo en una de las zonas de mayor población rural del país (38% en 2001) tradicionalmente ligada a actividades agropecuarias de subsistencia, especialmente en la Isla de Chiloé.”. El principal efecto sobre la economía campesina regional fue la transferencia de mano de obra —principalmente femenina y juvenil— de la agricultura de subsistencia a la salmonicultura, transformando a esta en la principal fuente de ingresos familiares.

Dicho panorama se ha revertido abruptamente en fechas recientes, como puede verse en el Gráfico 7 presentado a continuación. Desde mediados de 2008 las regiones sureñas de Llanquihue y Chiloé y Palena han experimentado un fuerte incremento en los índices de desocupación, acercándose a la media nacional. En Chiloé-Palena el desempleo llegaba en mayo-junio del 2009 a 11,4%, por encima del 10,8% a escala nacional. Dado que en muchos pueblos costeros la industria salmonera otorgaba empleo a una fracción muy considerable de la población son múltiples las regiones que han quedado en alto grado de vulnerabilidad. Frente a esto tanto el Gobierno como SalmonChile desarrollaron diferentes programas destinados a paliar los efectos de la cesantía. Se creó, por ejemplo, el llamado ‘Plan Salmón’ que consideró un monto de 10 mil millones de pesos con el objetivo de generar trabajo y emprendimientos productivos para los desempleados de las regiones australes. Se estima que unas 3 mil personas han recibido apoyo tanto de este emprendimiento como de la ‘Red Salmón’ creada por el gremio salmonero. De todas formas, y tal como lo indica la propia gerencia de SalmonChile, el problema está lejos de haberse superado. La recuperación de la industria está siendo por demás lenta y la generación de puestos de trabajo muy escasa. Ha habido migración de técnicos y profesionales (buzos, veterinarios y demás) hacia otras regiones en busca de nuevos horizontes.

**GRÁFICO 7**  
**TASA DE DESOCUPACIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS**



Fuente: INE. Se publica los últimos cinco días de cada mes la información del mes anterior.

Se han producido cerca de 20 mil despidos en la región y el proceso no parece aún haber entrado en fase de reversión. Es poco lo que la política pública ha hecho a fin de aliviar el impacto negativo de la reestructuración de la industria.

Desde el ámbito empresarial se afirma —Intesal y varias de las empresas salmoneras— que las empresas del sector han venido haciendo un esfuerzo significativo para ayudar a las zonas más afectadas a paliar la crisis pero la respuesta desde el colectivo sindical arroja sombras de duda sobre lo alcanzado.

En lo que a impacto de la crisis sanitaria sobre exportaciones se refiere observamos que las mismas cayeron 12,7% en 2009 respecto al 2008. Ello constituye un reflejo de precios y cantidades simultáneamente. En materia de volúmenes la caída fue 16,1%. El cuadro 14 refleja que el impacto ha sido diferente por especie exportada. El fuerte peso de la caída se refiere al Salmón Atlántico que es donde la crisis sanitaria ha pegado más significativamente. Aquí los embarques fueron 21,7% menores que en 2008 y ello se ha visto magnificado por un efecto precios haciendo que las ventas resultaron menores en 27,5%. Las otras dos especies tuvieron un comportamiento disímil. En salmón coho los retornos aumentaron 41%, pero ello fue casi íntegramente consecuencia de mejores precios. Los volúmenes embarcados solo crecieron 1,4%. En el caso de truchas los volúmenes de exportación experimentaron una importante caída —20,6%— que fuera casi completamente compensada por un idéntico aumento de precios.



**CUADRO 15**  
**IMPACTO DE LA CRISIS SANITARIA SOBRE EXPORTACIONES, POR ESPECIES**

	2008	2009	Var. %	Part.	2008	2009	Var.%	Part.
TOTAL	545 950	458 966	-16,1	100	2 490 344	2 174 421	-12,7	100
Salmon Atlant.	232 316	181 966	-21,7	39,7	1 497 010	1 085 392	-27,5	49,9
Salmon Coho	88 536	89797	1,4	19,6	298 849	421 523	41,0	19,4
Salmon Rey	100 271	87.252	-13,0	19,0	100 475	73 010	-27,3	3,4
Trucha	124 827	99.051	-20,6	21,6	594 010	594 493	0,1	27,3

Fuente: Producción de salmónidos 2009, Aqua, Mayo 2010, Pág.14.

Concluimos aquí este capítulo dedicado a examinar el desarrollo evolutivo de la industria salmonera, llegando hasta la crisis sanitaria que contemporáneamente afecta el desempeño de la industria y al impacto de esta última sobre exportaciones y empleo

Los capítulos tres y cuatro que siguen están dedicados a estudiar el comportamiento del marco regulatorio y del Sistema Innovativo Sectorial, respectivamente. Solo después de haber cubierto dichos temas, y de haber profundizado en el análisis de los cambios de conducta que la industria y las agencias regulatorias experimentan en años recientes como consecuencia del virus ISA —tema que encaramos en el quinto capítulo— estaremos en condiciones de plantearnos —en el capítulo sexto, y último de este trabajo— preguntas de política pública y recomendaciones de cara al futuro.



### **III. El cuadro regulatorio e institucional**

---

Chile no tiene una larga historia institucional en materia pesquera ni tampoco tradiciones o una ‘cultura’ ligada a ‘lo marítimo’. A resultas de ello, no es un país con un Sistema Innovativo fuerte relacionado con las Ciencias del Mar, como lo son España, Japón o Noruega. La primera legislación en materia pesquera data de los años 1930. En 1934 se pone al SAG a cargo de dicha actividad, lo cual implica que los primeros esfuerzos dirigidos a crear institucionalidad en este campo se radican en el ámbito del Ministerio de Agricultura. Es recién en 1979 cuando se decide profundizar la participación del sector público en este campo, y se le otorgan funciones y atribuciones en materia de pesca al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Se crean en ese momento la Subsecretaría de Pesca, el Consejo Nacional y el Servicio Nacional de Pesca, todos dependientes de dicho ministerio.

La Ley 18.892, de 1991, Ley General de Pesca y Acuicultura, refundió, coordinó y sistematizó la numerosa legislación pesquera que se encontraba dispersa en diversas Leyes; Decretos Ley; Decretos con Fuerza de Ley y Decretos Supremos.

Dicha Ley se constituyó en la principal norma jurídica del país en materia pesquera. La misma estableció el marco general de regulación del comportamiento de los distintos actores que utilizan el borde costero. Entre los temas que regula se encuentran la pesca extractiva industrial y artesanal; la acuicultura; la investigación pesquera; la pesca de transformación y la pesca deportiva.

La LGPA se fue complementando a través del tiempo con otras leyes y reglamentos que dan forma a la institucionalidad y a las reglas del

juego en materia de concesiones, áreas de manejo, parques marinos y reservas marinas, espacio costero de los pueblos originarios y demás.

En otros términos, el marco regulatorio que va tomando forma en Chile en lo que atañe a actividad pesquera surge de la necesidad de balancear los intereses, de diferentes sectores de la comunidad que hacen uso costero de la franja costera del país. Están, por un lado, los derechos de uso y goce que el Ministerio de Defensa otorga a una persona para realizar actividades de acuicultura pero también están las ‘áreas marinas protegidas’ (AMP), las ‘áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos’ (AMERB), las áreas de “uso consuetudinario, que son aquellas realizadas por una comunidad o asociación de comunidades de manera habitual y reconocidas como manifestaciones de su cultura, y otras. En otros términos, el Estado Nacional es responsable tanto por entregar concesiones de explotación acuícola y ejercer acciones de monitoreo de impacto ambiental, pero también lo es como de asegurar un manejo socialmente adecuado del recurso agua velando por otros usos más allá de la industria salmoneera propiamente tal. El desarrollo de la institucionalidad, la creación y las modificaciones del Reglamento Ambiental de la Acuicultura (RAMA) y del Reglamento Sanitario de la Acuicultura (RESA) responden justamente a esa intención de fortalecer la acción del Consejo Nacional de Pesca arbitrando entre distintos intereses cruzados, muchas veces hasta antagónicos, en relación al uso de servicios ambientales.

A partir de la LGPA de 1991 la Subsecretaría de Pesca elaboró los estudios técnicos para la determinación de las áreas aptas para la acuicultura (AAA). Se tomaba en cuenta, en atención a la multiplicidad de usuarios potenciales del recurso agua, las actividades pesqueras artesanales y sus comunidades, los accesos y salidas de puertos y caletas, las áreas de fondeo de la escuadra nacional, los aspectos turísticos, y las “áreas protegidas” antes mencionadas.

En 1996 comienza a regir el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) que obliga a los solicitantes de concesiones de explotación acuícola a ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y a presentar una Declaración de Impacto ambiental (DIA) ante la Comisión Regional de Medio Ambiente (CORAMA). A partir de ese momento se inicia un proceso de identificación de variables y parámetros a ser cumplidos por los distintos tipos de proyectos de concesión puestos a consideración de la autoridad gubernamental.

A partir de 2001 comienzan a implementarse progresivamente RESA y RAMA, a través de programas sanitarios generales y exigencias para el cumplimiento de objetivos de protección ambiental.

Como vemos, el marco regulatorio es relativamente reciente y va adquiriendo creciente complejidad a través del tiempo. Por otro lado, las áreas aptas para la acuicultura resultan cada vez más estrechas dada la reducida superficie costera en que la industria se halla localizada. Un reciente estudio de GEQ Chile describe con claridad este vínculo entre la creciente necesidad regulatoria, la morfología de la industria y el alto grado de saturación que exhiben las zonas de localización de los centros de cultivo. Dice el informe del GEQ: “Durante todo el periodo siguió rigiendo la distancia entre centros solo para las solicitudes de concesión de salmónes —2.778 metros entre concesiones— pero hacia el final del período 1990-1999 comienza a verificarse escasez de sectores protegidos. También hay un cambio progresivo en la estrategia de la industria: los proyectos técnicos que acompañan las solicitudes de concesión incluían pedidos significativamente mayores por centro, principalmente porque se disponía de mejor tecnología para acceder a sectores más profundos” (Pág. 40, Op. Cit)<sup>16</sup>.

El estudio de GEQ Chile concluye afirmando que la región parece haber alcanzado un “techo” de saturación difícil de superar. Dice al respecto:

“Sin duda que el último período ha representado la máxima intensificación de uso de las concesiones de acuicultura en la Región de Los Lagos, especialmente aquellas destinadas al cultivo de

<sup>16</sup> Fíjese la concordancia de este hecho con previamente argumentado en el Capítulo Segundo de este estudio. El estudio del GEQ no argumenta, sin embargo, que esto está ocurriendo entre los establecimientos “grandes” de la industria pero no necesariamente entre los establecimientos “chicos” que siguen atados a tecnologías más “viejas”.

salmón. Sin embargo, los niveles de cosecha anual de salmónidos en esta Región han permanecido casi estables alrededor de las 477.000 toneladas anuales en los últimos cuatro años, excepto el año 2006 que alcanzó el máximo registro histórico de 499.512 t. Los centros de cultivo que registraron cosecha durante 2006 y 2007 fueron 241 y 242, respectivamente, lo que representó entre 45 y 50% del total de centros autorizados. Esto significa que el resto de los centros autorizados permaneció en período de descanso o que algunos debido a sus inadecuadas condiciones ambientales ya no están siendo usados productivamente. También puede significar que el total de centros que realmente pueden operar en la Región de los Lagos está en torno a 240 a 250 centros, con promedios de cosecha anual en torno a 2.000 -3.000 toneladas. Considerando que en la Región ya no quedan espacios disponibles para nuevos centros de cultivo de salmón debido a las limitaciones impuestas por las AAA y las distancias que estos centros deben mantener con otros centros autorizados es posible concluir que el cultivo de salmones en esta Región ha alcanzado la máxima capacidad espacial y productiva.” (Subrayado del presente autor).

La discusión anterior sugiere que el cuadro regulatorio e institucional Chileno es abundante en leyes, decretos y resoluciones relacionados con la explotación y el cuidado de los recursos marinos, la pesca artesanal, la salmonicultura y demás y también que los crecientes problemas de bioseguridad y de mal manejo ambiental que se han suscitado en los últimos años, son producto del hacinamiento de los centros de cultivo así como de la presencia de otros usuarios de servicios ambientales también operando en las mismas zonas. En otros términos, la crisis ambiental y de sanidad no resulta de la falta de un marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental adecuado, sino de la deficiente aplicación del mismo y el alto grado de hacinamiento de la industria y su superposición con otros usuarios de la franja costera. En este contexto, la fragilidad de los vínculos público/privados refleja la falta de una verdadera Estrategia Nacional de largo plazo en materia de uso de la franja costera y desarrollo de la acuicultura. Ello constituye un vacío institucional importante que será necesario llenar a futuro estableciendo el verdadero valor de uso de los servicios ambientales que brinda dicha franja costera y estableciendo regalías de uso en acuerdo con el precio de equilibrio de dichos servicios ambientales.

Resalta también el hecho de que el cuadro ambiental e institucional en el que actualmente se discute la reestructuración de la industria hacinamiento de centros de cultivo en determinadas regiones y agotamiento de los espacios disponibles para el otorgamiento de nuevas concesiones en dichas áreas, necesidad de nueva infraestructura de puertos y servicios sociales para expandir las regiones de localización de los centros de cultivo, mayor demanda de estudios previos al otorgamiento de nuevas concesiones, y el hecho de que solo las firmas de mayor porte estén en condiciones de reestructurar su operatoria en barrios con descansos programados sugiere la existencia de un cuadro de alto conflicto de cara al futuro. Son muchos y muy variados los temas del ámbito regulatorio que requieren una reconsideración por parte de los estamentos legislativos e institucionales de la sociedad chilena en el camino de reestructuración de largo plazo que demanda la acuicultura doméstica.

En el apéndice que sigue se presente un breve recuento del marco jurídico que regula el sector.

## Apéndice

### **El marco legal e institucional distinto de la acuicultura**

#### **Ley 20.249 Crea el espacio costero marino de los pueblos originarios (ECMPO).**

Esta ley busca establecer un espacio de privilegio para los pueblos originarios, con el objetivo de resguardar el uso consuetudinario de dichos pueblos, mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales.

#### **D.S. 290/1993 Reglamento de concesiones y autorizaciones de acuicultura.**

El reglamento establece en mayor detalle quienes pueden ser titulares de concesiones o autorizaciones de acuicultura; el procedimiento que se debe seguir para la obtención de éstas; señala los grupos de especies sobre los cuales se puede solicitar una autorización o concesión de acuicultura; dispone normas relativas al arriendo y transferencias de concesiones; detalla los causales de caducidad y demás.

### **D.S. 314/2004 Reglamento de acuicultura en áreas de manejo**

Dentro de las “áreas de manejo” se ubican las actividades de producción que a partir de los recursos hidrobiológicos organiza el ser humano.

El reglamento establece las condiciones y requisitos que se deben cumplir para poder realizar acuicultura en áreas de manejo donde se especifica: la superficie autorizada; las especies autorizadas; las medidas de administración; el contenido del proyecto técnico y de la solicitud, el procedimiento que se debe seguir para obtener la autorización definitiva por parte de la Subsecretaría de Pesca.

### **D.S. 355/1995 Reglamento de áreas de manejo**

Las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos consiste en la asignación de áreas determinadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas para su manejo y explotación.

El reglamento determina las condiciones y modalidades de los términos técnicos de referencia de los proyectos de manejo y explotación de recursos bentónicos, las instituciones que los efectuarán y los antecedentes que deben proporcionarse en la solicitud.

### **D.S. 238/2004 Reglamento de parques marinos y reservas marinas.**

Todo parque o reserva contará con un Plan General de Administración, el que es elaborado por el Servicio Nacional de Pesca y por la Subsecretaría de Pesca, en consulta a los organismos públicos Regionales que correspondan.

El reglamento determina el contenido de los informes técnicos que fundamenten el establecimiento de los parques marinos y reservas marinas, además regula la tuición de tales áreas y la administración de las medidas, con el fin de alcanzar las finalidades previstas por la Ley General de Pesca y Acuicultura.

### **D.S. 49/2006 Reglamento de viveros y centros de matanzas**

El reglamento tiene por objeto regular las condiciones y requisitos exigidos para autorizar la operación de viveros y centros de matanza. Asimismo, el reglamento determina la obligatoriedad de inscripción de viveros y plantas de proceso y la información que los titulares deban entregar al Servicio Nacional de Pesca.

### **D.S. 475/1994 Política Nacional de Uso del Borde Costero**

Este Decreto Supremo, señala los principios generales, (Política Nacional; de Estado; multidisciplinaria y sistematizada) el ámbito de aplicación (terrenos de playa fiscales ubicados dentro de una franja de ochenta metros de ancho, medidos desde la línea de la más alta marea de la costa del litoral, b) la playa, c) las bahías, golfos, estrecho y canales interiores, y d) el mar territorial de la República.) y los objetivos de la política Nacional del Uso de Borde Costero, creando además la Comisión Nacional del Uso del Borde Costero, que es presidida por el Ministro de Defensa.

### **D.S. 125/2003 Política Nacional de Acuicultura.**

Este Decreto Supremo crea la Comisión Nacional de Acuicultura, cuya función es asesorar al presidente de la república en la formulación y evaluación de las acciones medidas y programas que se requieran para implementar la Política Nacional de Acuicultura.

## **Entorno ambiental**

### **Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)**

El reglamento establece una serie de medidas tendientes a asegurar la protección del medio ambiente para que los establecimientos de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de carga de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos donde se emplazan.. Este reglamento es aplicable a todas las actividades de acuicultura. Asimismo el reglamento establece una serie de instrumentos medioambientales, que buscan medir los posibles efectos que la actividad acuícola tiene sobre el medio ambiente.

### **Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente**

La Ley 19.300 establece la obligatoriedad que tienen los proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos de someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ya sea a través de una Declaración de Impacto Ambiental o a través de un Estudio de

Impacto Ambiental. Además, crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAs).

### **Ley de Navegación DL 2222**

La Ley regula las actividades concernientes a la navegación o relacionadas con ella y sus disposiciones tienen prioridad por sobre cualquier norma vigente en esta materia.

### **Reglamento del S.E.I.A. (D.S N° 95/01)**

Este Reglamento se hace cargo de detallar los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, determinando en detalle qué actividades deben someterse al Sistema, y establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

### **Reglamento de emisión de Riles**

El reglamento establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

## **Entorno sanitario**

### **Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de alto riesgo para especies o Reglamento Sanitario (RESA)**

Este reglamento establece las medidas de protección y control para evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas, sea que provengan de la actividad de cultivo con cualquier finalidad o en su estado silvestre, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación. En todo caso las disposiciones del reglamento se aplicarán no sólo a las actividades de cultivo, sino también al transporte, repoblamiento y transformación de especies hidrobiológicas.

El Reglamento no contempla la participación del Gobierno Regional, ya que establece como autoridad Sanitaria al Servicio Nacional de Pesca, el que deberá dictar el detalle de las medidas a través de los Programas Sanitarios, y dentro de las fiscalizaciones estas también le corresponden al Servicio Nacional de Pesca.

### **Reglamentos sobre importación de especies hidrobiológicas**

El Reglamento establece el procedimiento para la importación de especies hidrobiológicas.

### **Programas sanitarios del Servicio Nacional de Pesca**

Los Programas Sanitarios son dictados por el Servicio Nacional de Pesca a través de resoluciones que pueden ser de carácter general o específico.

Los programas generales determinarán las medidas sanitarias adecuadas de operación, según la especie hidrobiológica utilizada o cultivada, con el fin de promover un adecuado estado de salud de la misma, así como evitar la diseminación de enfermedades.

Los programas específicos estarán referidos a la vigilancia, control o erradicación de cada una de las enfermedades de alto riesgo de las especies hidrobiológicas en todos sus estados de desarrollo.

Existen programas Sanitarios Generales para los procedimientos de limpieza; manejo sanitario de los alimentos; manejo sanitario de la reproducción; procedimientos de cosecha; manejo de desechos; manejo de enfermedades; manejo de mortalidades; procedimientos de desinfección de ovas; procedimientos de transporte; sistema de registro de datos; procedimientos para la investigación oficial de enfermedades de etiología desconocida; procedimiento de control de los tratamientos terapéuticos y profilácticos.

Los Programas Sanitarios Específicos comprenden: Programas de Vigilancia epidemiológica; Programas de Control y Programas de Erradicación

La aplicación de este vasto conjunto de leyes y reglamentos esta en manos de diversas agencias del Sector Publico entre las que sobresalen Sernapesca y CONAMA. Veamos seguidamente cuales son sus funciones.

### **Sernapesca<sup>17</sup>**

#### *Funciones*

Ejecuta la política pesquera nacional y fiscaliza el cumplimiento de las leyes y normativas que regulan la actividad. Le compete velar por la calidad sanitaria de los productos pesqueros destinados a mercados internacionales, proponer planes de desarrollo para la pesca deportiva, ejercer la tuición de parques y reservas marinas, proveer las estadísticas pesqueras oficiales del sector pesquero chileno.

Sernapesca preside los cinco Consejos Zonales de Pesca y los doce Consejos de Pesca, creados por la Ley General de Pesca y Acuicultura. Dirige y actúa como Secretaría Ejecutiva del Fondo de Fomento de la Pesca Artesanal, creado también por la mencionada Ley.

#### *Misión*

Aplicar la normativa sectorial pesquera, de acuicultura, sanitaria y ambiental, así como los acuerdos internacionales que regulan la actividad, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y a la competitividad de los sectores de pesca y acuicultura. Así mismo, le compete otorgar la garantía oficial de inocuidad a los productos de exportación pesqueros y de acuicultura.

#### *Objetivos Estratégicos*

- Monitorear, controlar y vigilar el cumplimiento de normas legales y reglamentarias establecidas para el ejercicio de las actividades pesqueras y de acuicultura.
- Reforzar la fiscalización de las actividades de acuicultura a fin de resguardar el estatus sanitario y ambiental del país.
- Colaborar con el esfuerzo exportador del país, otorgando el respaldo oficial exigido por los mercados de destino a través de la certificación de la inocuidad de los productos de exportación pesqueros y de acuicultura.
- Disponer de la información de la actividad sectorial y administrar los registros pesqueros y de acuicultura con el fin de facilitar la toma de decisiones para el cumplimiento de la normativa pesquera y la emisión de la estadística pesquera oficial del país. Participar en el desarrollo del sector pesquero artesanal, a través de la difusión de políticas y normativas aplicables a la actividad, y el apoyo técnico sectorial.

### **CONAMA<sup>18</sup>**

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, fue creada en 1994 por la ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente<sup>19</sup>. CONAMA es un servicio público funcionalmente descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios.

Sus funciones son las siguientes:

- Proponer al Presidente de la República las políticas ambientales del Gobierno.
- Informar periódicamente al Presidente de la República sobre el cumplimiento y aplicación de la legislación vigente en materia ambiental.
- Actuar como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con el medio ambiente.

---

<sup>17</sup> Fuente: Sernapesca.

<sup>18</sup> Fuente: CONAMA

<sup>19</sup> Documento legal marco de protección al medio ambiente que abarca temáticas relacionados con instrumentos de gestión, como educación e investigación, normas de calidad y emisión, áreas silvestres protegidas, planes de prevención y descontaminación, entre otros.



- Mantener un sistema nacional de información ambiental, desglosado regionalmente, de carácter público.
- Administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental a nivel nacional, coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental y determinar los programas para su cumplimiento.
- Colaborar con las autoridades competentes en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana en estas materias.
- Coordinar a los organismos competentes en materias vinculadas con el apoyo internacional a proyectos ambientales, y ser, junto con la Agencia de Cooperación Internacional del Ministerio de Planificación y Cooperación, contraparte nacional en proyectos ambientales con financiamiento internacional.
- Financiar proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

La normativa pesquera vigente, faculta a las Intendencias Regionales para crear los Consejos Regionales de Pesca, cuyo objetivo principal es la identificación de los problemas que afectan al sector pesquero regional. Deben elaborar propuestas de solución e informes técnicos. Los Consejos Regionales de Pesca son presididos por el Director Regional de SERNAPESCA correspondiente. Por otra parte la normativa establece la creación de cinco organismos zonales denominados Consejos Zonales de Pesca, estos tienen un carácter consultivo o resolutivo. Estos Consejos son presididos por el Director Zonal del Sernapesca.



## **IV. El sistema de innovación de la salmonicultura chilena**

---

En este capítulo estudiaremos la conducta innovativa y tecnológica de la industria salmonera chilena. Para poder avanzar en esta dirección se hace necesario definir primero una serie de conceptos del ámbito de la Teoría de la Innovación y el Cambio Tecnológico que muchas veces se usan de manera vaga en el debate económico contemporáneo. Clarificado el marco analítico en el que llevaremos adelante nuestra discusión de estos temas proseguimos —en la segunda parte del capítulo— con el análisis del comportamiento tecnológico e innovativo de la industria salmonera chilena.

### **A. Innovación y desarrollo, una breve discusión conceptual**

La Moderna Teoría del Crecimiento —tal como la misma se desarrolla a partir del artículo seminal de R. Solow de mediados de los años 1960— carece de una explicación convincente acerca del origen último del cambio tecnológico, de los determinantes de la conducta innovativa, y del papel que en este sentido cumplen diversas organizaciones e instituciones de la sociedad. Respecto de las organizaciones, observamos que algunas, pese a incidir en la conducta tecnológica e innovativa de los agentes productivos, muchas veces ni siquiera operan en base a lógicas convencionales de mercado. Ejemplo de ello son las universidades, los institutos públicos de I&D, las agencias regulatorias del Estado, los sindicatos y otras. Pese a incidir sobre las decisiones tecnológicas y de inversión de los agentes productivos estas organizaciones muchas veces responden a incentivos muy distintos a los que imagina el análisis económico convencional. En relación a las instituciones —definidas como reglas inmateriales del juego— tampoco la teoría recibida es

completamente clara en lo que atañe al papel que desempeñan, por ejemplo, las leyes de propiedad intelectual o los regímenes diferenciados de incentivos entre sectores productivos como fuerzas determinantes del comportamiento innovativo.

La falta de una verdadera teoría explicativa de la conducta innovativa y el cambio tecnológico, y el hecho de que el conocimiento sea típicamente un bien no rival y no enteramente apropiable respecto al cual las reglas de mercado funcionan de manera muy imperfecta, ha llevado a que un extenso sector de la profesión buscara una aproximación diferente al tema de los determinantes de la conducta de los agentes económicos en este campo de la actividad productiva. Dicha búsqueda de un paradigma alternativo ha dado origen a una metáfora ‘evolucionista’ (Neoschumpeteriana) en la que el crecimiento es explicado por ciclos recurrentes de creación/destrucción y por discontinuidades en los regímenes tecnológicos y competitivos en que funcionan distintas actividades productivas, regiones o países. Dichos cambios en los regímenes tecnológicos y competitivos ocurren a raíz de transformaciones en el cuadro institucional y de incentivos. Lejos de ver el tema como un proceso de equilibrio esta lectura del desarrollo plantea la necesidad de usar el lenguaje Darwiniano de la selección, donde la competencia actúa como filtro selectivo, y el proceso de creación de “novedad” y diversidad en la economía constituye el camino por el cual algunos países, regiones o industrias alcanzan mejor desempeño que otros a través del tiempo. Se crea “novedad” y diversidad cuando se abren industrias nuevas en la economía, cuando entran en escena nuevas empresas trayendo consigo nuevos productos, nuevos procesos productivos o nuevas formas de organizar la producción. Se desempeñan mejor aquellas sociedades, regiones o industrias que innovan más creando más diversidad en la estructura productiva y permitiendo que la competencia actúe como filtro selectivo que gobierna el ciclo recurrente de creación destructiva. Se abandona en este marco teórico la metáfora del “agente representativo” y de los mercados en equilibrio y se pasa a un escenario analítico en el que las diferencias de comportamiento entre agentes, la búsqueda de “lo nuevo” bajo condiciones de imperfecta información e incertidumbre y las rentas monopólicas derivadas de la innovación constituyen parte importante de la explicación del desarrollo.

En el proceso de avanzar en esta dirección los autores evolucionistas se ven obligados a abordar, por un lado, la definición de que es lo que se entiende por “nuevo” (nuevo para quien: para la firma, para la industria, para el mundo?) y, por otro, la forma en que se organizan y comportan los llamados Sistema Innovativos Nacionales (SIN) de un país dado, región o industria, entendidos estos como el locus o entramado de organizaciones e instituciones que inciden sobre el comportamiento innovativo y tecnológico de los agentes productivos (Nelson y Winter, 1982).

A poco que nos planteamos la pregunta de qué significa “nuevo” surgen diversas posibles respuestas. Algo puede ser nuevo para una firma, sin que necesariamente lo sea para la industria y, menos aun, a escala del país o del mundo. Esto indica que hay distintos “niveles” de novedad, dependiendo de la unidad de análisis a que nos estamos refiriendo. Algo que es “nuevo” para la firma, pero que no lo es para la industria o para el país, tiende por lo general a ser un conocimiento “incremental” o “adaptativo” que solo tiene un impacto “menor” localizado, que incide sobre la productividad de la firma pero no de la industria o de la economía en su conjunto. Es el caso de mejoras de productos, procesos productivos o formas de organización de la producción que generalmente la firma introduce “sobre la marcha”, modificando en el margen la rutina operativa con la que funciona. Este tipo de conocimiento incremental por lo general no llega a merecer una patente de invención, ya que no tiene “altura inventiva” o “grado de novedad” suficiente como para justificarlo. Ello no lo desmerece como fuerza que incide positivamente sobre la productividad de la firma, pero le quita significación desde el punto de vista de su impacto sobre la productividad de la industria o del conjunto de la economía.

Por otro lado, están las innovaciones “mayores”, esto es, las que asociamos a la introducción de productos, procesos productivos o formas de organización de la producción de impacto sistémico, esto es, que afectan a la totalidad de una industria, región o país. Estos también son conocimientos “nuevos” pero su ámbito de incidencia es mucho más amplio, llegando en el límite a transformar completamente el paradigma tecnológico previamente existente en una rama de actividad, o incluso de la economía en su conjunto. La telefonía digital, el Internet, la producción de cobre por lixiviación

bacteriana o la organización de la firma en torno a un esquema de especialización flexible a diferencia del modelo Fordista de producción “en línea”, constituyen ejemplos de cambios tecnológicos “mayores” - de producto, procesos y organización del trabajo - capaces de motorizar episodios de creación destructiva de escala sistémica.

La discusión anterior nos permite comprender otro hecho de importancia a los efectos de lo aquí argumentado. Creación de nuevos conocimientos y esfuerzos de investigación y desarrollo no son conceptos idénticos, ni sustitutivos el uno por el otro. La creación de conocimientos “menores”, incrementales o de mejoramiento de productos y procesos ya conocidos muchas veces no requiere de esfuerzos de I&D ni de la existencia en la empresa de un departamento de I&D o de equipos experimentales y plantas piloto. Las encuestas de innovación tradicionalmente empleadas para medir el esfuerzo innovativo de una firma o de una industria o país por lo general fracasan en captar la creación incremental de conocimientos que tiene lugar al interior de la empresa, pari pasu con la producción. Muchas empresas no realizan gastos de I&D pero ello no significa que no generen nuevos conocimientos de producto, procesos y organización de la producción, para ir resolviendo sobre la marcha las nuevas preguntas que se le van planteado cotidianamente.

Esto implica que aun cuando el gasto en I&D sea la variable más utilizada para medir el esfuerzo que un país, región o empresa realizan para crear nueva tecnología, una mejor caracterización de lo que de verdad nos interesaría medir debería utilizar indicadores más finos del proceso de creación de nuevos conocimientos que tiene lugar al interior de la empresa.

En la mayoría de los países los gastos de I&D se llevan a cabo en unas pocas empresas grandes, ya que median fuertes economías de escala en la búsqueda de nuevos conocimientos tecnológicos. Por ejemplo, en el caso de Chile, menos del 1% de las firmas explican la totalidad del gasto de I&D y solo 26 empresas grandes cubren el 60% del total (Benavente et al., 2005). Esto, sin embargo, no constituye un buen indicador de cuanto es el esfuerzo que la sociedad realiza en la creación de nuevos conocimientos productivos. Por definición lo que logramos medir es una gruesa subestimación de lo que verdaderamente ocurre en esta materia. Veremos algo mas adelante que algo de esto pasa efectivamente en el caso que aquí nos ocupa.

En resumen: comenzando por el plano de la firma, debemos comprender que I&D no es sinónimo de esfuerzos de creación de conocimiento, en tanto esto último puede existir sin que exista lo primero. Además, los conocimientos nuevos creados por la empresa pueden ser “mayores” o “menores” dependiendo de su ámbito de incidencia. “Menores” son los conocimientos incrementales en productos, procesos y formas de organización del trabajo ya existentes, “mayores” son los que cambian significativamente el “estado del arte” en un campo productivo dado.

Pasemos ahora al plano macro.

Mas allá de lo que ocurre al interior de la firma también debemos tomar en cuenta el hecho de que el comportamiento innovativo y tecnológico de la sociedad está influido por la conducta de bancos e instituciones financieras, agencias regulatorias del sector público encargadas de monitorear el comportamiento de las empresas, institutos de investigación del sector público, universidades, municipalidades, los brokers y agencias internacionales de acreditación, firmas de ingeniería, y, de manera mas general, por los diversos departamentos de gobierno encargados de apoyar y financiar el desarrollo de capacidades tecnológicas en la sociedad (Corfo, Conicyt, etc.).

La investigación de los últimos años destaca la importancia que tienen todas estas organizaciones para que un país avance en la esfera de la innovación y de la creación de tecnología. El desempeño innovador de la firma obviamente depende de lo que esta hace buscando, adaptando y mejorando las tecnologías de producto, proceso y organización del trabajo, pero también depende —positiva o negativamente— del papel que juegan las diversas organizaciones antes mencionadas que, de una forma u otra, inciden sobre el comportamiento tecnológico de la empresa. De allí que contemporáneamente se hable de la innovación como de un fenómeno sistémico, que involucra un dialogo “en red” entre empresas, consumidores, proveedores, universidades, agencias regulatorias del Estado, municipios, sindicatos laborales y demás. Todo esto resalta la creciente percepción de que la

innovación es un fenómeno social y no solo individual. En el plano de la teoría esto se refleja en el hecho de que se ha ido avanzando desde la noción de “learning by doing” de K. Arrow, al “learning by interacting” de B. T. Lundvall, o al “aprendizaje en redes” de autores contemporáneos como Nonaka y otros.

En resumen: a nivel micro, es decir en el ámbito de la firma, debemos comprender que ésta genera nuevos conocimientos —que muchas veces no son “nuevos” a escala de la industria o el país— y que muchos de estos conocimientos nuevos para ella son de carácter “menor” y no llegan a requerir esfuerzos formales de I&D o a tener la altura inventiva suficiente como para merecer una patente de invención. Todo ello no le quita importancia a lo que ocurre en este plano. A nivel macro, los esfuerzos que una sociedad —región o industria— realiza en la creación de nueva tecnología están mediatizados por el comportamiento sistémico de una gran diversidad de agencias y organizaciones de la sociedad que de una manera u otra inciden sobre la conducta innovativa de la misma. El dicho entramado de organizaciones e instituciones es lo que llamamos el Sistema Innovativo de una sociedad, región o rama productiva. El comportamiento del SIN tiene un alto grado de “path dependency”. Esto es, refleja la inercia histórica que normalmente subyace bajo el comportamiento de todo grupo humano. “Natura non facit saltum” decía Marshal destacando la importancia del pasado como determinante del presente y aun del futuro.

Establecido todo lo anterior debemos comprender que median enormes diferencias entre países y sectores productivos, en la manera como lo micro y lo macro interactúan entre si y determinan el mejor o peor desempeño tecnológico e innovativo de la sociedad o de determinados sectores de la industria. El desempeño se expresa a través de mejoras de productividad, introducción de nuevos productos y/o procesos productivos, una mejor inserción competitiva internacional, la venta de servicios tecnológicos en terceros países, y demás. El diagrama 1 nos permite comprender de manera un poco más fina los temas hasta aquí discutidos.

**DIAGRAMA 1**  
**CAPACIDADES TECNOLOGICAS LOCALES, INNOVACIÓN “MENOR” Y EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD TECNOLOGICO LOCAL EN LATINOAMERICANA.**



Fuente: Elaboración propia.

El desplazamiento desde la base de la pirámide hacia la cúspide —esto es, el avance desde actividades de desarrollo tecnológico “menor” a actividades de mayor sofisticación y complejidad técnica— involucra mayores gastos de I&D por parte de la firma, pero también distintas formas de

interacción con otros agentes del sistema innovativo de la sociedad, bancos, universidades, laboratorios públicos y demás. No siempre los mercados actúan de manera óptima coordinando estas formas de interacción, proveyendo capital de riesgo (venture capital), o facilitando la cooperación entre firmas y otros agentes del sistema innovativo. En otros términos, existen múltiples razones que explican porque el sistema de precios no necesariamente actúa de manera adecuada induciendo el desarrollo de nuevas tecnologías de “clase mundial”. Son justamente estas fallas de mercado y los problemas de coordinación entre agentes del sistema innovativo los que la autoridad pública debe tratar de resolver a efectos de mejorar el desempeño tecnológico de la economía.

Avanzar hacia la parte superior de la pirámide involucra programas mas complejos y de más larga duración en tareas de I&D. Las firmas que avanzan en esa dirección asignan a ello presupuestos que normalmente oscilan entre 5 y 10% de sus ventas anuales, que financian laboratorios de investigación, plantas piloto, construcción de prototipos y demás. Es este aumento del costo de explorar la frontera universal del conocimiento lo que justifica el apoyo estatal a los esfuerzos privados de exploración de dicha frontera. Puede también justificar un marco adecuado de protección a la propiedad industrial que amortigüe la imperfecta apropiabilidad del conocimiento y otorgue condiciones de monopolio sobre el mismo por un lapso determinado de tiempo antes de pasar al dominio público. Solo los países que desarrollan una estrategia nacional para resolver estos complejos problemas de coordinación y de fallas de mercado en el campo de la innovación, parecen ser los que contemporáneamente están avanzando en esta materia.

La ausencia de estas formas de coordinación público/privada y de una institucionalidad y un régimen de incentivos adecuado que canalice recursos en esta dirección explica, en nuestra opinión, por qué las firmas latinoamericanas —las chilenas, entre ellas— no adoptan estrategias proactivas explorando la frontera tecnológica universal. Es rara la firma latinoamericana que destina más del 1% de sus ventas a esfuerzos tecnológicos de largo alcance, o que busque de manera explícita formas sostenidas de interacción con otros agentes del sistema innovativo nacional, ya sea universidades, laboratorios del sector público o firmas de ingeniería. Esto no significa que las firmas latinoamericanas no hagan esfuerzos tecnológicos de variada índole. Los hacen, pero por lo general son de carácter “menor”, de naturaleza “adaptativa” de tecnología que reciben del exterior, incorporada en equipos de capital que importan, o en licencias de fabricación que compran en países del mundo desarrollado. Es rara la firma latinoamericana que trasciende de este nivel y diseña una estrategia explícita de exploración de la frontera universal de conocimientos de su área de pertenencia.

Dado que el objetivo del presente capítulo es el de examinar la conducta innovativa de la industria salmonera chilena en nuestra próxima sección buscaremos “aterrizar” los conceptos “genéricos” hasta aquí discutidos en el ámbito específico de esta industria.

## **B. Conducta tecnológica y sistema innovativo —nacional y regional— de la salmonicultura Chilena**

En esta segunda sección habremos de brindar una descripción del comportamiento tecnológico —micro y macroeconómico— de la industria salmonera chilena. Utilizaremos para ello varias de las ideas desarrolladas en paginas previas, definiendo qué se entiende por innovación “mayor” y “menor”, qué son cambios tecnológicos “incrementales”, qué significan esfuerzos de I&D y cuáles son los rasgos más salientes del sistema innovativo sectorial de la salmonicultura chilena. Iremos de lo micro a lo macro en nuestra cobertura de estos temas.

### **1. La conducta tecnológica de la firma salmonera Chilena en los albores de la industria y en la actualidad**

El segundo capítulo ha demostrado, con claridad, el profundo cambio que fuera experimentando la empresa salmonera “tipo” en el medio chileno, desde su temprana inserción en el medio productivo local —como firmas de propiedad y gestión familiar— hasta su actual identidad como empresas de “clase mundial”, fuertemente inmersas en la “cultura” organizacional de las grandes empresas

salmoneras mundiales. La industria es hoy un oligopolio maduro, con fuerte presencia de capital extranjero. Los seis mayores establecimientos del sector controlan una fracción significativa —más de dos tercios— de la producción y las exportaciones. La brecha relativa de escala operativa y de sofisticación tecnológica entre firmas “grandes” y “chicas” es sumamente marcada.

Pero las cosas no han sido siempre así. Durante la fase inicial de implantación de la industria las firmas salmoneras chilenas eran empresas de propiedad y gestión familiar, altamente artesanales en su modelo de organización productiva y por ello mismo volcadas a la búsqueda de conocimientos tecnológicos —de producto, procesos y de organización de la producción— “incrementales” destinados a mejorar sus rutinas de funcionamiento. Dichas empresas debieron explorar de manera autodidacta un vasto espectro de temas y disciplinas, incluyendo el diseño y la construcción de jaulas de cultivo, la adaptación de redes de pesca a dichas jaulas, la preparación de alimentos para salmón, el manejo de las mortandades, riles y aguas servidas, los ataques de distintos depredadores, y mucho más. En casi todos estos campos hoy la industria maneja tecnologías cercanas al “estado del arte” internacional pero la primera generación de profesionales veterinarios, técnicos pesqueros y operarios de los centros de cultivo tuvo que “aprender sobre la marcha”, por ensayo y error, monitoreando en simultáneo la respuesta que la naturaleza daba a sus distintas técnicas y modelos de organización de la producción. Hubo, por tal razón, mucha creación ad-hoc de conocimientos tecnológicos “menores” o “incrementales” pari pasu con la producción.

No existen, sin embargo, registros que nos permitan dimensionar la escala de dichos esfuerzos a nivel de cada establecimiento fabril, o la proporción de ventas de los gastos efectuados en aquel entonces en tareas de esta índole, que tienen algo de experimental y también algo de “novedad” para la firma que los efectúa. No creemos estar equivocados, sin embargo, si afirmamos que una fracción importante del tiempo de esos veterinarios profesionales, y supervisores de turno en los centros de cultivo se usaba en tareas “no rutinarias” esto es, que tenían como propósito justamente el de “crear una rutina” operativa más eficiente en función de los parámetros de la realidad local. En estudios anteriores en otras ramas productivas hemos observado que este tipo de esfuerzos tecnológicos al interior de la empresa “explican” una muy alta proporción de las mejoras de productividad alcanzadas por la firma, en no pocos casos tanto como las dos terceras partes de dichas mejoras (Katz, 1984). Esta es nuestra visión del comportamiento tecnológico de la firma salmonera chilena en la primera década de implantación de la industria en el medio local. Más allá de que sepamos o no como medirlo creemos que en la fase inicial de implantación de la industria ha habido un enorme esfuerzo tecnológico “adaptativo” en las plantas salmoneras locales.

Con el correr de los años la firma salmonera prototípica del medio local fue cambiando en estructura y comportamiento. Por una parte fue adquiriendo mayor complejidad organizativa y tecnológica. En el organigrama de la empresa fueron apareciendo sucesivos niveles funcionales de responsabilidad, por centros de cultivo, por turnos, por tipo de pez cultivado, y demás. Los niveles jerárquicos y las instancias de control y supervisión se fueron multiplicando, y la firma fue desarrollando una “cultura” operativa mucho más burocrática e indirecta de resolución de problemas. Los directorios se fueron profesionalizando y poblando de profesionales en economía y negocios, sin duda excelentes para manejar el cash flow de la compañía y los diversos indicadores de desempeño financiero de la misma, pero probablemente menos calificados para evaluar el desarrollo biológico de la biomasa bajo cultivo, el grado de oxigenación del agua, el riesgo de bioseguridad involucrado en las mayores siembras de peces en superficies acotadas. Las firmas fueron abandonando su “cultura” organizacional original y avanzando hacia modelos gerenciales más próximos al mundo de los negocios y más alejados del mundo de la acuicultura. El arribo de firmas de capital extranjero portadoras de tecnologías organizacionales propias de otros escenarios institucionales y medio-ambientales no hizo sino empeorar las cosas ya que se supuso, sin mayor justificación, que los modelos de organización de la producción de países como Noruega o Escocia necesariamente debían ser superiores a los locales, desarrollados por vía del “aprendizaje adaptativo”. Ello no necesariamente era cierto y la historia del fin de los años 1980 e inicios



de los 1990 registra no pocos casos de fracaso originados precisamente en esta premisa falsa de que la tecnología externa necesariamente “es mejor”<sup>20</sup>.

La “nueva” firma salmonera que surge tras la re-estructuración de la industria de mediados de los años 1990 está fuertemente basada en equipos, tecnologías de automatización de procesos, fórmulas alimentarias, etc. de origen externo. La “brecha tecnológica” relativa con el “estado del arte” internacional se fue gradualmente cerrando, al menos para los productores “grandes” de la industria local. Desde el punto de vista innovativo y tecnológico la “nueva” firma salmonera chilena adquiere “clase mundial” pero no desarrolla pari pasu con ello una nueva “cultura” tecnológica que la lleve a profundizar sus esfuerzos de búsqueda de soluciones locales a las nuevas preguntas de bioseguridad, sustentabilidad medio-ambiental y control de patógenos que reclama la escena doméstica. Recurre sistemáticamente a la importación de tecnología desde el exterior, y da la espalda a los crecientes problemas de carácter local que deben ser resueltos realizando esfuerzos in situ de creación de nuevos conocimientos.

Ello no impide, por supuesto, que dentro de un vasto océano de situaciones de este tipo existan también casos aislados exitosos de firmas locales que han incurrido en procesos más profundos y complejos de búsqueda de nuevas tecnologías de proceso, productos y organización del trabajo, más respetuosas de las condiciones locales. La diversidad de conductas empresarias es amplia y un estudio como este no puede “bajar” a los detalles de los casos individuales. Nuestro trabajo nos ha permitido identificar, sin embargo, ejemplos de este tipo en áreas como tecnologías limpias de manejo de riles, mortalidades y saneamiento ambiental, producción de ovas, limpieza y mantenimiento de redes y otros. Insistimos, sin embargo, en que se trata de islas de excelencia puntual en un vasto universo de situaciones donde la conducta tecnológica básicamente se expresa a través de la importación de equipos y la copia de tecnología de países como Noruega, Escocia, EEUU o Canadá.

Examinada la escena microeconómica pasamos ahora a ocuparnos de la situación macro. Aquí nos referiremos, primordialmente, a gastos de I&D en el campo de la salmonicultura, aun cuando hemos ya advertido al lector en el sentido de que dichos gastos no son todo lo que deberíamos medir si pretendemos caracterizar y dimensionar la creación doméstica de conocimientos tecnológicos. Hay más en este sentido de lo que sabemos medir, pero normalmente nos concentramos allí donde los datos existentes no hacen más sencilla la investigación.

## 2. Gastos de I&D relacionados con la industria salmonera

Uno de los estudios más relevantes en esta materia es el que realizara la Dra. Sandra Bravo de la Universidad Austral junto a un grupo de colaboradores. El mismo circula en la web bajo el nombre de “Diagnóstico de la Proyección de la Investigación en Ciencia y Tecnología de la Acuicultura Chilena” (2007)<sup>21</sup>. Dicho estudio fue realizado con apoyo institucional del FIP y constituye la base principal de la presente sección<sup>22</sup>.

En el estudio se examina el gasto en I&D de la industria acuícola, distinguiendo 12 áreas temáticas para la clasificación de los proyectos de investigación y nuevos grupos de especies marinas a los que están dirigidos los proyectos. Una de estas nueve especies es la de salmónidos, que incluye a trucha y salmón.

<sup>20</sup> Esta idea nos fue sugerida por el dueño de una firma de capital nacional —Tecmar— que eventualmente fuera vendida a una empresa extranjera, la que optó por reemplazar las rutinas de funcionamiento desarrolladas previamente por la compañía y sustituirlas por los “blue-prints” operativos traídos de su casa matriz. Dos años más tarde la firma compradora comprobó que las rutinas de producción desarrolladas por la firma local se adaptaban mucho mejor a los parámetros locales que las traídas de su casa matriz.

<sup>21</sup> S. Bravo et. al. Diagnóstico de la Proyección de la investigación en Ciencia y Tecnología de la acuicultura Chilena. FIP, Mimeo, 2007. También disponible en el web. Se agradece a la Dra. Bravo su enorme apoyo a esta investigación.

<sup>22</sup> En un reciente trabajo de Seminario para optar al título de Ingeniero Comercial de la Universidad de Chile M.J. Abud, M. J. Bofill y F. Stefani —La industria del salmón y el recurso natural agua— examinan estos temas usando el material del proyecto mencionado y entrevistas personales a diversos actores de la industria. Agradecemos a las autoras del trabajo su autorización para usar aquí dicho material.

La innovación tecnológica en Chile se ha dado a través de la canalización de recursos de apoyo por medio de los llamados “fondos tecnológicos”. Antes de la creación de los mismos los recursos públicos se destinaban a apoyar la investigación en las universidades públicas y en los institutos tecnológicos, pero estos no estaban especialmente preocupados por las necesidades del aparato productivo. Recordando nuestra discusión de páginas previas estaremos en condiciones de afirmar que no por no participar en proyectos de I&D las empresas salmoneras chilenas han sido completamente ajenas a la realización de esfuerzos de innovación. Hemos visto que a lo largo de la historia evolutiva de esta industria, pero más particularmente aun, en su fase inicial de implantación, las firmas tuvieron que desarrollar un enorme esfuerzo tecnológico “adaptativo” a fin de aprender cómo criar salmónes en las condiciones propias del país. Hubo en esa etapa innumerables esfuerzos tecnológicos locales que no necesariamente se expresaron en proyectos de I&D definidos como tal y que no fueron explícitamente apoyados por las agencias del sector público. Eran gastos internos a las empresas y enteramente apropiados in situ por las compañías que los realizaban. Los mismos tenían como misión mejorar incrementalmente las rutinas operativas de la firma.

Tanto en la “micro” del comportamiento innovativo como en la “macro” de estructuración y afianzamiento del Sistema Innovativo Sectorial toda la fase de implantación de la industria salmonera es rica en episodios y acontecimientos que hablan de la gradual creación y acumulación de capacidades tecnológicas locales, más allá de que ello tuviera poca expresión en términos de gastos formales en tareas de I&D.

Está claro, eso sí, que el porcentaje de ventas que las firmas salmoneras dedican a I&D es muy bajo, si comparamos con su contrapartida en Noruega y Escocia. También lo es el porcentaje que las distintas agencias del Sector Público dedican a financiar este tipo de actividades. Desde este punto de vista podemos afirmar que el desarrollo de la acuicultura en Chile ha tenido lugar casi “a espaldas” del sistema innovativo formal, a excepción de lo que en este sentido hicieron Fundación Chile, el SAG y CORFO. Veamos qué dice la evidencia empírica acerca de estos temas.

La investigación en acuicultura ha sido principalmente apoyada por dos agencias estatales autónomas, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Fondecyt —un Fondo del CONACYT— se encarga principalmente de financiar proyectos en investigación básica que mejoren las capacidades investigativas del país y la formación de investigadores, en tanto que FONTEC y la línea de financiamiento de InnovaChile (“Área de Innovación Empresarial”) define a sus beneficiarios como las empresas del sector. En otras palabras, los que concursan por fondos públicos pueden ser empresas o entidades que cuenten con el apoyo de empresas del sector.

Cabe destacar que ninguno de los fondos mencionados está especialmente dirigido a apoyar la acuicultura. Se trata de mecanismos generales de apoyo a la búsqueda de nuevos conocimientos científico-tecnológicos en los cuales la acuicultura compite por recursos junto a otras actividades y disciplinas. El único fondo en Chile que es exclusivo para proyectos acuícolas y pesqueros es el FIP (Fondo de Investigación Pesquera), que es el que ha apoyado la investigación de la Dra. Bravo. Veremos posteriormente que esto es algo distinto en el medio noruego o escocés, donde existen programas públicos de apoyo explícito a la acuicultura.

El estudio de la Dra. Bravo entrega información relevante sobre los fondos estatales que se invirtieron en I&D para esta industria. En salmónidos se invirtió cerca de \$17 mil millones de pesos —unos 30 millones de dólares— en el período 1987-2005. El gasto anual es bajo y corresponde a 176 proyectos de un total de 887 proyectos del ámbito acuícola.

Dentro de lo que se denomina industria acuícola el sector salmonero es el que ha experimentado mayor dinamismo en la última década llegando a ser la principal actividad del sector pesquero nacional. El año 2005 las exportaciones correspondieron a un 61% del total del sector pesquero, siendo el 94% exportación de salmónidos. Debido a la gran importancia que fuera ganando el cultivo del salmón, la mayoría de los proyectos realizados por el sector acuícola son proyectos que investigan temas relevantes para esta industria.

**CUADRO 16**  
**RELACIÓN MONTOS INVERTIDOS POR PROYECTO POR ÁREA PRINCIPAL (1983-2005)**

Áreas principales	N° de proyectos	%	M\$	%
Acuicultura general	261	29,4	22 653 972	28,3
Salmónidos	176	19,8	16 668 817	20,8
Moluscos	168	18,9	15 099 449	19,0
Algas	160	18,0	12 401 897	15,5
Peces marinos	54	6,1	6 013 716	7,5
Peces dulceacuícolas	21	2,4	2 802 138	3,5
Crustáceos	32	3,6	2 243 274	2,8
Equinodermos	14	1,6	2 132 223	2,7
Anfibios	1	0,1	27 553	0,03
Total	887		80 143 039	

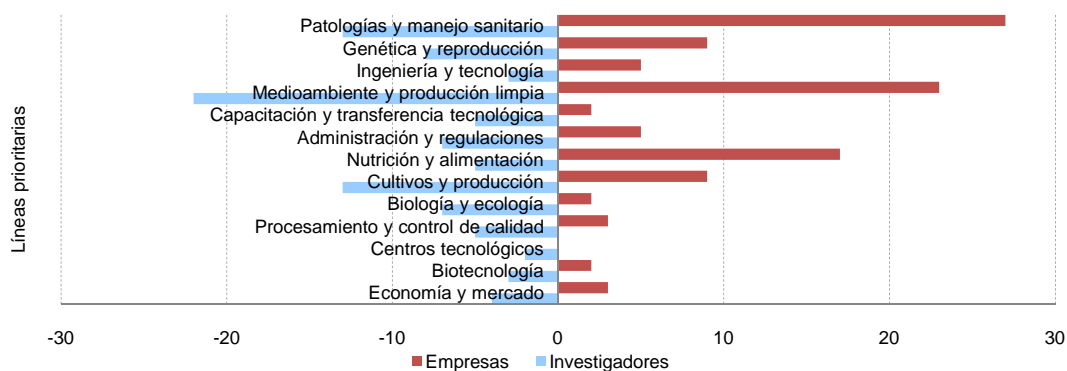
Fuente: "Diagnóstico de la Proyección de la Investigación en Ciencia y Tecnología de Acuicultura Chilena".

**CUADRO 17**  
**ÁREAS TEMÁTICAS PRIVILEGIADAS EN SALMÓNIDOS (1987-2005)**

Áreas temáticas	N°	%	M\$	%	M\$/No	Mínimo	Máximo
Patologías y manejo sanitario	48	27,1	4 875 507	29,2	101 573	1 925	372 292
Genética y reproducción	27+1	15,8	2 984 012	17,9	106 572	6 167	805 488
Medio ambiente y producción limpia	18	10,2	2 037 965	12,2	113 220	19 200	892 500
Ingeniería y tecnología	24	13,6	2 017 388	12,1	84 058	6 558	305 040
Administración y regulaciones	12	6,8	1 022 655	6,1	85 221	10 705	242 705
Nutrición y alimentación	12	6,8	946 237	5,7	78 853	9 541	292 945
Capacitación y transferencia tecnológica	13	7,3	756 937	4,5	58 226	3 315	275 112
Centros tecnológicos	4	2,3	705 446	4,2	176 362	96 892	336 564
Cultivos y producción	8	4,5	657 324	3,9	82 166	6 558	205 575
Procesamiento y control de calidad	5	2,8	521 319	3,1	104 264	33 511	306 527
Biología y ecología	5	2,8	144 026	0,9	28 805	11 277	49 181
Total	176+1		16 668 817		94 174		

Fuente: "Diagnóstico de la Proyección de la Investigación en Ciencia y Tecnología de Acuicultura Chilena".

**GRÁFICO 8**  
**LÍNEAS PRIORITARIAS SUGERIDAS PARA LA SALMONICULTURA**



Fuente: Op.Cit. Sandra Bravo.

El campo más visitado por los investigadores es Patología y Manejo Sanitario, lo que se refiere a proyectos relacionados con control biosanitarios y estudios epidemiológicos. Este campo temático abarca 27% de los proyectos financiados y absorbe casi el 30% de los montos invertidos. Sabemos que este es uno de los frentes en los que la industria salmonera chilena ha experimentado mayores problemas en el curso de la última década. Ello sugiere que existe cierto grado de “diálogo” —implícito, al menos— entre demanda y oferta de nuevos conocimientos, un tema al cual volveremos posteriormente. Efectivamente, el año 2004 registra un fuerte incremento de inversión con \$ 1.5 miles de millones —3 millones de dólares— correspondiente al 50,7% del total de la inversión realizada ese mismo año. Recordando lo visto en el segundo capítulo de este estudio en relación a cómo el escenario epidemiológico de la industria exhibe signos claros de deterioro ya a inicios de dicha década, el incremento en la asignación de recursos de investigación a temas sanitarios parece mostrar cierta sensibilidad tanto del lado de las agencias de investigación que financian proyectos de I&D como del lado de los investigadores que responden a la emergencia medio-ambiental que comienza a vivir la industria<sup>23</sup>.

La segunda área temática relevante en términos de cantidad de proyectos es Genética y Reproducción. Esta área corresponde al desarrollo de técnicas de reproducción y genética aplicada, incluyendo temas de biología reproductiva, genética molecular, manipulación genética y reproducción de ovas. Encontramos aquí 176 proyectos. También vimos anteriormente que ovas y calidad de reproductores constituyen temas prioritarios en relación a la futura expansión y reestructuración del sector. Disminuir todo lo posible la importación de ovas —que de por sí es una de las fuentes más claras de difusión de enfermedades en las fases iniciales del proceso productivo— así como el transporte de reproductores, constituyen aspectos centrales del futuro modelo de organización de la industria salmonera local. También aquí la respuesta del Sistema Innovativo a las necesidades de la industria no parece estar demasiado lejos de lo que se necesita.

Dentro de los programas de financiamiento estatales, Fondef (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico), que pertenece a CONYCI, fue el que tuvo mayor participación en salmónidos con un 42,5%, seguido por Fontec, programa de la CORFO, con un 21,7%. Fontec fue el Programa de Financiamiento que mayor número de proyectos financió en salmónidos entre 1991 y 2005, pero fue el segundo en términos de la inversión realizada.

El estudio de la Universidad Austral realizó encuestas a los investigadores y a los empresarios del sector salmonero para evaluar si sus intereses en I&D coinciden con cómo se han destinado los recursos por parte del Estado. Los investigadores señalaron que Medio Ambiente y Producción Limpia —con un 21,3% de las respuestas— es el área que debe tener mayor prioridad, seguida con un 13,5% por Cultivos y Producción y un 12,4% a Patologías y Manejo Sanitario.

Por otro lado, los empresarios indican que debería ser prioridad por parte del estado el área de Patología y Manejo Sanitario con un 27,1%, Medioambiente y Producción Limpia con un 21,9% y en tercer lugar Nutrición y Alimentación con un 16,7%.

<sup>23</sup> Recordar, sin embargo, que en el segundo capítulo del trabajo, y en base a una estimación presentada por A. Johnson en un seminario sectorial celebrado en Puerto Varas, se estima las pérdidas de la industria por deterioro ambiental en más de 500 millones de dólares en ese mismo período. Esto reafirma nuestra argumentación de que la expansión del sector ocurrió “a espaldas” del tema tecnológico y medio-ambiental.

**CUADRO 18**  
**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PRIORITARIAS PARA LA SALMONICULTURA**

Áreas temáticas	Proyectos financiados	Investigadores	Empresas
	%	%	%
Patologías y manejo sanitario	27,1	12,4	27,1
Genética y reproducción	15,8	9,0	9,4
Ingeniería y tecnología	13,6	3,4	5,2
Medioambiente y producción limpia	10,2	21,3	21,9
Capacitación y transferencia tecnológica	7,3	5,6	1,0
Administración y regulaciones	6,8	6,7	4,2
Nutrición y alimentación	6,8	5,6	16,7
Cultivos y producción	4,5	13,5	8,3
Biología y ecología	2,8	7,9	1,0
Procesamiento y control de calidad	2,8	4,5	2,1
Centros tecnológicos	2,3	2,2	0,0
Biotecnología	0,0	3,4	1,0
Economía y mercado	0,0	4	2

Fuente: Op.Cit. Sandra Bravo.

Los intereses de empresarios e investigadores parecen estar relativamente alineados pero esta conclusión debería recibir mucho más investigación a futuro. Las prioridades de los productores reflejan los problemas y necesidades que enfrentan cotidianamente en la línea de producción, aquellos que verdaderamente inciden sobre su competitividad. El hecho de que los intereses de estos dos grupos aparezcan como alineados podría verse como indicativo de que existen canales fluidos de comunicación entre ambos lados del mercado de conocimientos tecnológicos, lo cual sería una señal de que los fondos destinados a I & D realmente satisfacen las necesidades de la industria. Sin embargo, la evidencia recogida durante nuestra investigación de campo nos lleva a dudar sobre lo adecuado de esta lectura de los hechos. Más bien lo que hemos observado es falta de coordinación, escaso diálogo y un vínculo apenas incipiente entre la industria y el aparato universitario, carente de un verdadero direccionamiento de medio y largo plazo que lleve a pensar en la posibilidad de una estrategia nacional en la materia. Hay poca o ninguna evaluación de impacto de los gastos de I&D, de los rezagos que median entre el momento de los estudios y la implementación de los resultados, del “crowding out” de la inversión privada que deriva de la presencia de fondos públicos de apoyo a los esfuerzos de investigación y demás. Este es un campo en el que resulta urgente profundizar la investigación a futuro.

**CUADRO 19**  
**COMPARACIÓN DEL FINANCIAMIENTO EN I+D DE LOS PAÍSES ANALIZADOS**

País	Financiamiento I+D para la acuicultura	Comisión de acuicultura	Priorización I+D Acuicultura	Aporte sector privado en I+D	Participación privados en el financiamiento		Incentivos para investigadores	Período máx. financiamiento (meses)	Período máx. evaluación (meses)
					Aportes pecuniarios	Aportes no pecuniarios			
Chile	No	Si	No	No	Si	Si	Si	36	6
Noruega	Si	Si	Si	0.3% ingresos industria/reducción impuestos	Si	Si	No	36	6
UK	Si	Si	Si	Reducción impuestos	12%	38%	No	36	6
Australia	Si	Si	Si	Reducción impuesto	Si	Si	No	36	6
Canadá	Si	Si	Si	Reducción impuesto	7.5%	22.5%	No	36	6
España	Si	Si	Si	No		Si	No	36	6

Fuente: “Diagnóstico de la Proyección de la Investigación en Ciencia y Tecnología de Acuicultura Chilena”.

Otro ámbito en el que el estudio de la Universidad Austral arroja elementos de interés dice relación con la comparación con otros países. Es interesante comparar, por ejemplo, con el caso de Noruega. En dicho país existen dos tipos de fuentes para los fondos que se destinan a financiar I&D en acuicultura. Están, por un lado, los fondos otorgados por el gobierno y, por otro, los que se derivan del cobro de concesiones de uso —o patentes— a las empresas salmoneeras. A diferencia del caso chileno en el que no se contempla dentro de la legislación de concesiones recaudar recursos para I&D, ello es explícito en la legislación noruega. También este es un campo en el que la institucionalidad local evidencia un claro retraso relacionado con la captación del costo de los servicios ambientales que emplea la industria, incluido aquí tanto el costo de oportunidad del uso de los mismos como la realización de esfuerzos en investigación y desarrollo que permitan garantizar su sustentabilidad de largo plazo. Este es un tema de gran importancia sobre el cuál volveremos en el capítulo final al ocuparnos de políticas públicas de cara al futuro.

Los fondos entregados por las patentes funcionan a través de los tributos que pagan los exportadores de peces y productos pesqueros. Estos fondos son usados en proyectos de I&D que benefician a la industria y se distribuyen en la forma de subsidios. Es decir, el Estado obliga de cierta manera a la industria a invertir en I&D. El Estado Noruega también incentiva al sector privado por medio de deducciones tributarias.

El estudio también considera otros países con industria acuícola importante y como se maneja la I&D. Entre estos países se encuentra Reino Unido, Canadá, España y Australia. De estos países, todos salvo Australia, focalizan la investigación en solucionar problemas de impacto ambiental, manejo sanitario e inocuidad alimentaria. Australia por su parte focaliza su investigación en aumentar el valor y volumen de la acuicultura a favor de la sustentabilidad de la industria y favoreciendo proyectos en cultivo y producción.

Las principales conclusiones de la comparación de los gastos de I&D entre países analizados se puede apreciar en la Cuadro N° 19. Resalta el hecho de que Chile es el único que no prioriza I&D en acuicultura.

### C. La distribución regional del gasto de I&D

Más allá de la evidencia de carácter agregado hasta aquí examinada creemos importante referirnos brevemente al tema de la distribución regional del gasto de I&D en acuicultura. Dado que la industria se radica primordialmente en regiones sureñas de Chile, y que dichas regiones albergan varias universidades de excelencia con especialización en acuicultura, parece necesario tomar en cuenta aspectos regionales de funcionamiento del sistema innovativo sectorial. El cuadro 20, basada en Aqua (2007) nos provee de información al respecto

**CUADRO 20**  
**PROYECTOS ADJUDICADOS POR PTI CLUSTER SALMON, 2006. DISTRIBUCION REGIONAL**

Región	Número de Proyectos	% de proyectos En la región	Costo total de proyectos (miles)	Aporte de Innova Chile (miles)	% de Aporte Innova Chile
RM	20	26	7 619	3 860	51
V	2	3	1 360	456	34
VIII	1	1	489	489	100
IX	1	1	207	101	49
X	51	66	9 821	4 981	51
Sin región	2	3	497	438	88
Total	77	100	19 995	10 328	52

Fuente: Aqua, Marzo 2007.

Observamos que la X Región de Chile concentra una vasta proporción de los recursos que el país destina a I&D en acuicultura. Pese a que estamos hablando de montos pequeños en valor absoluto destaca el hecho de que los proyectos de investigación en marcha en universidades de la X región son más numerosos, (aunque de menor monto individual) que los que se llevan a cabo en universidades de ámbito metropolitano. Sería interesante poder saber si los programas de I&D de las universidades regionales responden más cercanamente a las necesidades de la industria o no, o cuál es la naturaleza de los vínculos que las empresas salmoneras mantienen con dichas universidades regionales. En esta esfera se están produciendo fuertes cambios en el comportamiento de las universidades regionales, pero la información disponible es aún escasa. Se trata este de un campo en el que será necesaria una mayor investigación a futuro. Estamos ahora en condiciones de cerrar el presente capítulo con algunas conclusiones generales relativas al funcionamiento del sistema innovativo sectorial asociado a la acuicultura chilena, y a la salmonicultura en particular. Observamos que:

Chile gasta relativamente poco en I&D en el campo de la salmonicultura, sobre todo visto en una perspectiva comparativa, vis a vis países como Noruega o Escocia. El monto de lo gastado en este ámbito no superaría los 3-4 millones de dólares anuales, cifra que nos resulta un orden de magnitud inferior a la que registran los países previamente mencionados.

La legislación sobre concesiones de explotación acuícola no contempla el pago de regalías por el uso de servicios ambientales. Dichas regalías podrían constituir la base de financiamiento para un programa de I&D de carácter horizontal y pre-competitivo que se ocupe de aportar el conocimiento básico en genética e inmunología de peces, oceanografía, vacunas y otros muchos temas que una acuicultura sustentable de largo plazo necesariamente debería explorar.

Durante las fases iniciales de implantación de la industria en el medio local las firmas —por ese entonces mayormente empresas de propiedad y gestión familiar— realizaban un esfuerzo considerable de creación de nuevos conocimientos tecnológicos de producto, procesos y organización a fin de “adaptar” la tecnología importada a las condiciones locales de funcionamiento. Ello, en razón de haberse iniciado a la vida productiva con muy imperfecta información tecnológica y con grandes rezagos sobre el “estado del arte” internacional.

Con el correr de los años la firma salmonera chilena fue cerrando la brecha de productividad con la frontera tecnológica internacional y el sector fue adoptando la fisonomía de un oligopolio concentrado donde cinco o seis firmas controlan el grueso de la producción y las exportaciones. Varias de estas firmas protagonizaron procesos de fusión y compra de empresas menores en el curso de los años 1990, década en la que el grado de concentración y de participación del capital extranjero en la industria experimentan un claro crecimiento. La mayor presencia de empresas extranjeras en la industria y el hecho de que se halla producido cierta convergencia de las firmas mayores del sector al “estado del arte” internacional ha hecho que las empresas fueran abandonando el patrón de comportamiento tecnológico de sus primeros años de actividad, y concentraran sus programas de modernización tecnológica en la importación de equipos y tecnología de procesos desde el exterior, y en una mínima realización de esfuerzos domésticos de adaptación de aquellos a las condiciones locales de uso.

La interacción de la industria con el Sistema Innovativo Sectorial ha sido fragmentaria y poco profunda hasta el momento. Algunas pocas empresas han encarado esfuerzos cooperativos de desarrollo tecnológico con universidades e institutos del ámbito académico, pero esto es de reciente data y aun en franco proceso de gestación. CORFO ha apoyado esfuerzos recientes en esta dirección, pero aun hay poco avance que reportar.

Diversas universidades del medio local —U. de Chile, U. Católica, U. de Concepción, U. Austral, U. de Los Lagos, U. Católica de Temuco, U. Católica de Valparaíso— así como varias del ámbito privado, han comenzado en años recientes importantes programas de investigación en el campo de la acuicultura explorando aspectos biológicos, genéticos, inmunológicos, etc. cercanos a las necesidades de la industria. Resulta factible esperar que muchos de estos esfuerzos maduren en un futuro no tan lejano facilitando la gradual construcción de vínculos más sólidos entre las empresas del sector y el sistema innovativo sectorial de la industria.





## **V. Cambios recientes en el comportamiento de la industria y de las agencias regulatorias, en respuesta a la crisis del ISA<sup>24</sup>**

---

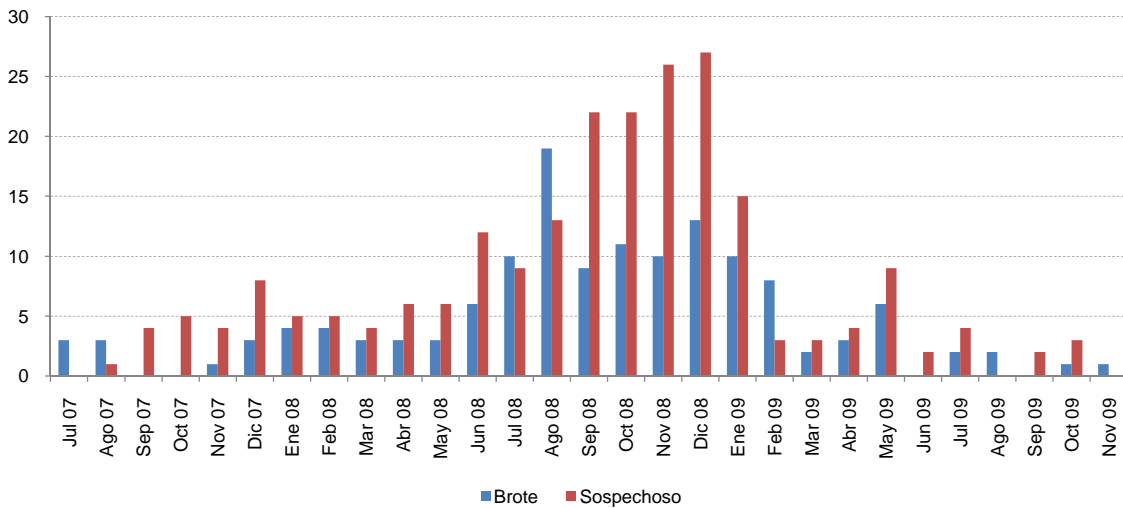
### **A. Irrupción y difusión del ISA**

La aparición del ISA se reporta por primera vez hacia fines de Julio del 2007, en centros de cultivo de Marine Harvest. El ritmo de difusión del flagelo crece rápidamente entre mediados del 2008 y los primeros meses del 2009, como puede verse en gráfico 9.

---

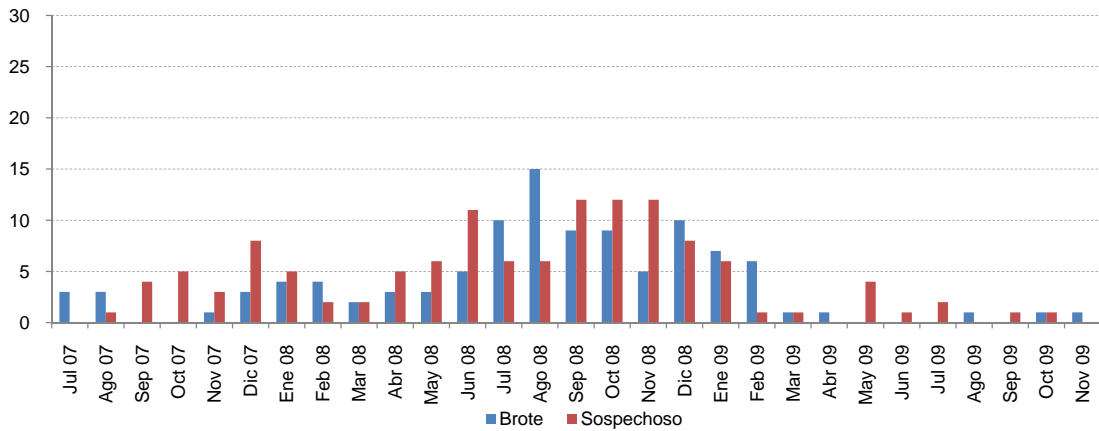
<sup>24</sup> A lo largo de este capítulo hacemos uso del material reunido en el estudio que José Tomás Gillet Infante y Camila Olate Campos realizaron para optar al título de Ingeniero Comercial de la Universidad de Chile. El estudio, supervisado por uno de los autores del presente trabajo, lleva por título “La crisis del salmón y el desempleo en la décima región”. Se agradece a los autores el permiso para citar esta información.

**GRÁFICO 9**  
**NÚMERO DE NUEVOS CENTROS EN CATEGORÍA SOSPECHOSO O BROTE**



Fuente: Presentación de la Anemia Infecciosa del Salmón en Chile, Programa de Manejo y Análisis de Información, UNIDAD DE ACUICULURA, Noviembre de 2009.

**GRÁFICO 10**  
**NÚMERO DE NUEVOS CENTROS EN CATEGORÍA SOSPECHOSO O BROTE EN LA X REGIÓN**



Fuente: Presentación de la Anemia Infecciosa del Salmón en Chile, Programa de Manejo y Análisis de Información, UNIDAD DE ACUICULURA, Noviembre de 2009.

Durante el 2008 la tasa de contagio disminuyó en los meses de otoño, y volvió a crecer en Junio y Julio de 2008, al cumplirse un año desde la aparición del flagelo. Para finales de 2008 es cuándo se registra la mayor cantidad de brotes y centros sospechosos. Gracias a las medidas implementadas por Sernapesca y por la industria, se logró disminuir considerablemente la propagación del virus, principalmente por la disminución en la producción, la baja en la densidad de siembra y el aumento de centros afectados a descanso obligatorio. Junto a lo anterior —como veremos seguidamente— tanto las agencias del sistema regulatorio como las empresas introdujeron importantes cambios en sus respectivas rutinas de comportamiento. Veamos cuáles han sido algunos de estos cambios.

## B. Cambios recientes en las instituciones y en las rutinas regulatorias

### 1. Subpesca

#### Constitución de un nuevo espacio público/privado de concertación

Durante abril del 2008, el Ministro de Economía constituyó un grupo de trabajo encargado de analizar y levantar propuestas para la re-estructuración del sector acuícola nacional. Este grupo de trabajo fue presidido por el titular de Economía, siendo Felipe Sandoval su secretario ejecutivo. Participan también en dicho grupo de trabajo la Subsecretaría de Pesca, la Subsecretaría de Marina, la CORFO, el Servicio Nacional de Pesca, la CONAMA, la Fundación Chile; y expertos a título personal. Los objetivos del grupo han sido los de proponer cambios a normativas existentes, así como otras acciones que permitan resolver o mitigar los problemas inmediatos que afectan al sector y que pueden dañar su estabilidad y crecimiento futuro.

Este grupo de trabajo, también llamado la Mesa del Salmón<sup>25</sup>, se creó con el fin de entregar medidas coordinadas entre los diversos actores involucrados, aunque cabe consignar que no participaron del cónclave los pescadores artesanales, ya que la mesa se concentró exclusivamente en temas de acuicultura, y no de producción pesquera, de manera más general. Las principales propuestas de la mesa fueron:

- Modificaciones reglamentarias al RAMA, RESA
- Agilizar las transferencias de las concesiones
- Fomentar la constitución de áreas de concesiones con manejo conjunto
- Contratar un estudio que defina parámetros e indicadores para determinar la capacidad de carga
- Determinar el estado de concesiones en cada una de las regiones australes
- Fortalecer la institucionalidad de control

Dicho elenco colaboró activamente con estamentos parlamentarios en la elaboración de un nuevo proyecto de Ley que modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura preexistente. El proyecto de Ley fue ingresado al Congreso durante enero del 2008<sup>26</sup>.

#### Modificación de la Ley General de Pesca y Acuicultura

Este proyecto de ley busca lograr el reordenamiento del sistema de concesiones, mejorar las fiscalizaciones y sancionar más adecuadamente el incumplimiento por parte de las empresas productoras. Específicamente<sup>27</sup>:

##### *Concesiones*

El proyecto agiliza el trámite de transferencias de centros de cultivo, reemplazando la actual exigencia de contar con una autorización previa de la Subsecretaría de Marina, por un registro que da cuenta del acto de transferencia o de cualquier acto de cesión de derechos sobre la concesión. En el caso de la Región de Los Lagos, sólo se permitirá la relocalización de concesiones cuyo proyecto técnico considere peces para integrar o formar parte de un área de manejo sanitario.

Con respecto a la suspensión de solicitudes de concesión se modifica el modelo de otorgamiento y operación con el fin de lograr un mejoramiento en las condiciones ambientales y sanitarias en que se desarrollan las áreas de manejo sanitario.

<sup>25</sup> [http://www.olach.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1332](http://www.olach.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=1332).

<sup>26</sup> Una nueva Ley de Pesca fue aprobada en Abril de 2010, cuando el presente estudio ya había sido concluido. El análisis pormenorizado de la misma y de su impacto sobre la industria y el aparato regulatorio quedan por ello fuera de los alcances de este trabajo.

<sup>27</sup> [http://www.olach.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1753&Itemid=44](http://www.olach.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=1753&Itemid=44).

### *Patentes*

Se busca aumentar en forma gradual el valor de la patente para los centros de cultivo de 2 a 6 UTM por hectárea concesionada. Se busca que el aumento del canon facilite la relocalización de centros de cultivo y la coordinación de las operaciones entre centros de cultivo. El aumento del costo de las patentes implicará a partir del año 2013, mayores ingresos fiscales por aproximadamente UTM 105.000 a ser distribuidos entre el Fondo Nacional de Desarrollo Regional y las Municipalidades de las comunas en que estén ubicadas las concesiones o autorizaciones de acuicultura<sup>28</sup>.

### *Áreas de manejo sanitario*

Se introduce el concepto de áreas de manejo sanitario en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes con el objetivo de crear dichas áreas respecto de centros de cultivo otorgados e imprimir una nueva exigencia a las áreas apropiadas para la acuicultura de las regiones que cuenten aún con espacios disponibles.

Por otro lado, el proyecto de ley que modifica la LGPA permite a las compañías salmoneras hipotecar en los bancos las concesiones acuícolas para pagar deudas y poder así acceder a nuevos créditos con el aval del Estado. Las nuevas concesiones serían por 30 años. Durante la tramitación, se aprobaron aspectos como las restricciones sanitarias, el establecimiento de áreas de manejo sanitario o “barrios”, las hipotecas, las transferencias y el fortalecimiento de las facultades fiscalizadoras del Sernapesca.

### **Gestión y Fortalecimiento de las Direcciones Zonales de Pesca**

Conforme a lo establecido en la normativa pesquera vigente, se faculta a las Intendencias Regionales para crear los Consejos Regionales de Pesca, cuyo objetivo principal es la identificación de los problemas que afectan al sector pesquero regional, elaborando propuestas de solución e informes técnicos fundamentados. Asimismo, la normativa establece la creación de cinco organismos zonales denominados Consejos Zonales de Pesca, los cuales tienen un carácter consultivo o resolutorio, según corresponda en las materias que la Ley establezca. Estos Consejos son presididos por el Director Zonal del Sernapesca y tienen por objetivo descentralizar las medidas administrativas que adopte la autoridad y hacer efectiva la participación de los agentes del sector pesquero en el nivel zonal, en materias relativas a la actividad pesquera y acuícola. Son de carácter consultivo o resolutorio, según corresponda, en las materias que la ley establezca (Art. 150). De igual forma se ha iniciado una fase de fortalecimiento para generar capacidades técnicas a nivel local, coordinando acciones tanto en fomento productivo, como abordando materias propias de la administración pesquera (entrega de información, solución de nudos críticos, adecuaciones de leyes y reglamentos, entre otras).

### **Programa de Inversiones 2008 - Financiamiento Fondo de Administración Pesquero (FAP)**

El FAP definió un plan de inversión para el 2008, que consiste en financiar proyectos de investigación pesquera y de acuicultura, fomentar el desarrollo de la pesca artesanal; los programas de vigilancia, fiscalización y administración de actividades pesqueras; la capacitación, apoyo social, y reconversión laboral para trabajadores que, en el período de vigencia de la ley 19.713, hayan perdido su empleo<sup>29</sup>.

## **2. Sernapesca<sup>30</sup>**

Durante el primer año de la enfermedad, se adoptaron medidas en dos etapas. En una primera fase, las medidas estaban principalmente enfocadas a controlar y vigilar las áreas con presencia de enfermedad

<sup>28</sup> Informe Financiero: Proyecto de Ley que modifica la LGPA en materia de acuicultura. Dirección de Presupuesto, Ministerio de Hacienda.

<sup>29</sup> Detalles en Anexo.

<sup>30</sup> Información recopilada gracias a la entrevista realizada a José Miguel Burgos (Coordinador Nacional de Acuicultura, SERNAPESCA), junto con la información facilitada por Branny Montecinos (Médico Veterinario, Unidad de Acuicultura, SERNAPESCA X Región). Además de los informes: “Balance de la Situación Sanitaria de la Anemia Infecciosa del Salmón en Chile de Julio de 2007 a Julio de 2008”, Unidad De Acuicultura, SERNAPESCA. Julio 2008; y “Evaluación de un sistema de control de la bioseguridad para monitorear en línea factores de riesgo en la propagación de enfermedades en la futura actividad salmonera”, SERNAPESCA (“Mesa del Salmón”), Julio 2009.

clínica (brotes), estableciendo de inmediato medidas de bioseguridad y de restricción en el transporte de peces vivos desde Chiloé, para evitar su propagación. Se publicó un Plan de contingencia para ser implementado por la industria y fiscalizado por Sernapesca, llamado Plan de Contingencia para ISA en agosto de 2007. La elaboración del plan estuvo a cargo por un comité integrado por expertos en patología y virología de las universidades Austral y de Chile, junto a representantes de la industria salmonera. Algunas de las medidas aplicadas por este plan fueron:

- Eliminación de cosecha de las jaulas con animales afectados por ISA.
- Delimitación de zonas de cuarentena y vigilancia.
- Restricción de movimientos de la zona afectada.
- Estrictas medidas de bioseguridad.
- Condiciones de cosecha y proceso especiales para centros ubicados en las zonas bajo cuarentena y vigilancia.
- Chequeo de smolt y reproductores.
- Sistemas de desinfección de riles en plantas de proceso.
- Establecimiento de monitoreo y vigilancia permanente de los centros de las zonas afectadas y otros relacionados con el brote.
- Reporte semanal de mortalidades por parte de los centros de cultivo como elemento de alerta temprana.

Posteriormente en Febrero de 2008 se publicó el Programa Sanitario específico para el Control de la Caligidosis (parásito externo que afecta a los peces y causa estrés y predispone a otras enfermedades).

En una segunda etapa, iniciada en marzo 2008, Sernapesca reforzó y aumentó la fiscalización sanitaria de la actividad salmonera. Con esto se buscaba lograr un mayor control de las actividades de la industria. Se estableció y puso en marcha un programa de monitoreo, control y vigilancia, orientado a minimizar riesgos de propagación de la enfermedad, y se fiscalizó todo centro bajo condición de brote, sospechoso y en vigilancia. Además se establecieron medidas de bioseguridad con el fin de establecer barreras sanitarias y certificaciones sanitarias que aseguraran el correcto movimiento propio de la actividad.

En Abril del 2008 se publicó la resolución 776 para el control de Virus ISA modificando el Plan de Contingencia para ISA. En Julio del mismo año se publica la Resolución 1882, que establece restricciones para el procesamiento de peces en las plantas de proceso, principalmente para el tratamiento de sus efluentes y evitar la contaminación biológica al medio ambiente.

En octubre del 2008 se publica la Resolución 2638 en la que se establece el Programa Sanitario Específico de Vigilancia y control para la Anemia infecciosa del Salmón, complementando el plan de contingencia de abril de ese año.

En Enero del 2009 se publica la Resolución 450, la cual estableció zonificación de las regiones X, XI y XII, y especificaba una zonificación sanitaria en base a la presencia del virus y con áreas de manejo sanitario para fortalecer y reforzar la estrategia de vigilancia y control de la enfermedad. En la zona infectada y la de vigilancia 1, se distinguen subzonas o “áreas de manejo sanitario” donde los centros de cultivo deberán cumplir acciones preventivas sanitarias y de bioseguridad coordinadas, tales como los períodos de descanso posteriores a la cosecha (sin producción), ingresos coordinados, establecimiento de lugares de desembarque separados de los de embarque, coordinación en el uso de naves de servicio, etc. La zonificación establece un total de 35 subzonas, donde 17 pertenecen a la región de Los Lagos y las otras 18 a la de Aysén, e involucra la totalidad de los centros de cultivo salmoneros de las regiones de Los Lagos, Aysén y de Magallanes.

En abril del 2009 se modifica el Decreto supremo 319 que establece el Reglamento Sanitario RESA, ajustando el nuevo escenario productivo y sanitario. En Junio se publica la resolución 1449 que establece las Áreas de Manejo Sanitario, agrupando concesiones de acuicultura destinados a la salmonicultura. Esto busca mejorar progresivamente las condiciones sanitarias de los salmones de cultivo a través del establecimiento de medidas coordinadas de manejo por agrupaciones de concesiones que se encuentren en la zonificación de las regiones de Los Lagos y de Aysén. De esta forma se avanzaba hacia la prevención y el control pro-activo del virus ISA. En la resolución se establecen condiciones de siembra de ejemplares en la etapa de engorde, así como la coordinación de los períodos de descanso, los que tendrán una duración de tres meses y se basarán en el Programa Específico de Vigilancia y Control de ISA, que desarrolla el Sernapesca.

### **Normativa posterior al Virus ISA**

Sernapesca ha emitido diversas resoluciones orientadas a operativizar las medidas de control:

- Resolución N° 1670 de 6 de agosto de 2007: dispone medidas de contingencia ante brote de Anemia Infecciosa del Salmón.
- Resolución N° 776 de 11 de abril de 2008: implementación de un programa nacional de fiscalización, tendiente a fortalecer las actividades de vigilancia y control establecidas en el Plan de Contingencia. Este estuvo basado en la experiencia internacional y los lineamientos de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), con una serie de medidas orientadas a la contención de brotes, tales como el sacrificio sanitario de las jaulas con animales afectados, delimitación de zonas de cuarentena y vigilancia, restricción de movimientos de la zona afectada, estrictas medidas de bioseguridad, condiciones de cosecha y proceso especiales para centros ubicados en las zonas bajo cuarentena y vigilancia, establecimiento de barrera sanitaria para las regiones XI y XII, y monitoreo y vigilancia permanente de los centros de las zonas afectadas y otros relacionados con el brote.
- Resolución N° 1803 de 11 de julio de 2008: medidas adicionales y complementarias referidas a la importación de ovas.
- Resolución N° 1882 de 18 de julio 2008: establecimiento de una norma técnica para el manejo de residuos sólidos y desinfección de efluentes de plantas de proceso de salmones que faenan peces procedentes de zonas cuarentenadas por ISA.
- Resolución N° 2352/2008: establece una clasificación de enfermedades de alto riesgo para las medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas.
- Resolución N° 2638/2008: establece el Programa Sanitario Específico de Vigilancia y Control (PEVC) de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA), que tiene por objeto el disminuir la incidencia y prevalencia de la enfermedad, su aislamiento geográfico o la eliminación de la misma y de su agente causal; además, proteger el patrimonio sanitario del país y obtener información sobre el estado sanitario de las especies hidrobiológicas susceptibles de enfermedad, como así también de su agente causal. Esta señala: “Se realizarán inspecciones oficiales para evaluar la condición sanitaria del centro de cultivo, verificar los procedimientos de toma de muestra para diagnóstico en laboratorio y evaluar in situ la presencia de signología clínica de ISA”. Aunque no se especifica el número de visitas, en la actualidad estas visitas inspectivas se realizan al 100% de los centros de cultivo, estén o no en operación, al menos una vez al año.
- Resolución Ex. N° 177/2009: declara por un plazo de dos años como área de Florecimiento Algal Nocivo (FAN) de *Alexandrium catenella* a la macrozona que se extiende desde el sur de la Isla Grande de Chiloé hasta el extremo sur de la Región de Magallanes.

- Resolución N° 450/2009: establece Zonificación entre las Regiones X y XII en virtud de las características oceanográficas, epidemiológicas y operativas y en función del estado sanitario para el control de la enfermedad Anemia Infecciosa del salmón (ISA).
- Decreto N° 397 de 15 de abril de 2009, que modifica el D.S. N° 320/01: señala que a contar de esta fecha la Información Ambiental (INFA) no se declarará anualmente, sino que por ciclo productivo y cuyo muestreo deberá realizarse dos meses antes de la cosecha (el ciclo productivo entre siembra y cosecha podría durar entre 16 y 18 meses aproximadamente). También se debe notificar al Sernapesca con dos meses de anticipación la fecha en que se realizarán los muestreos para ser declarados en la INFA, de modo que se considera una inspección in situ.

### **Fiscalización**

Sernapesca fiscaliza la normativa ambiental y sanitaria de los centros de cultivo, y con respecto a esto ha ampliando la dotación de personal destinada a este ámbito en casi un 500% en los últimos 2 años.

Entre los principales objetivos está el fiscalizar las desinfecciones de la ovas importadas y nacionales, fiscalizar los screening y desoves de reproductores nacionales, asistir a los muestreos de programas de vigilancia activa en los centros de cultivo con los laboratorios autorizados, fiscalizar los laboratorios de diagnóstico de enfermedades autorizados, fiscalizar bimestralmente todos los centros de lago, pisciculturas y centros de mar libres de ISA, fiscalizar mensualmente los centros de mar o estuarios en riesgo o positivos a virus ISA, fiscalizar las plantas de proceso que procesan especies salmónidas y las pisciculturas que mantienen reproductores para evitar que sus afluentes contaminen con patógenos el medio ambiente, fiscalizar el control de fármacos utilizados en la industria y mantener un análisis de sustancias prohibidas, no autorizadas y contaminantes antes de ser cosechados los peces. Se fiscalizó el programa de control de la caligidosis mediante baños sanitarios, además se controlaron todos los movimientos de peces, insumos o estructuras desde o hacia los centros de cultivo mediante una certificación sanitaria de movimientos., entre otros.

Actualmente las visitas inspectivas se realizan al 100% de los centros de cultivo, estén o no en operación, al menos una vez al año<sup>31</sup>. Junto con verificar la autorización para operar y observar la condición sanitaria y ambiental en el entorno, se hace un control de registro de la producción existente en el centro en ese instante y control de la localización geográfica, por medio de GPS, para verificar posición y regularizar la concesión. Al término de cada inspección se levanta un acta de inspección sanitaria y ambiental, que resuelve el estado o condición del centro de cultivo y en caso de ser negativa la evaluación, se procede a cursar una citación al juzgado. La infracción, de acuerdo a la normativa, la describe el inspector y que posteriormente ratifica compareciendo al juzgado con el asesor legal de Sernapesca. El juez es quien finalmente califica el grado de la falta.

De acuerdo a la Resolución screening N° 776 de abril del 2008, las restricciones al movimiento de recursos (peces vivos, mortalidades, cosechas, eliminaciones, etc.) desde y hacia todos los centros de cultivo del país, eran certificadas por Sernapesca por medio de un certificado sanitario de movimiento. Solo durante el periodo abril-julio 2008 se emitieron cerca de 3.000 certificados sanitarios autorizando dichos movimientos y se realizaron alrededor de 880 visitas de inspección a centros de cultivo, de las cuáles en más de 530 oportunidades se han fiscalizado muestreos de peces para el análisis de ISA, junto con alrededor de 1200 inspecciones de los procedimientos realizados por la industria del salmón en puertos de embarque y desembarque. Del total de visitas a centros de cultivo durante ese periodo, 111 han sido a centros en brote, 148 a sospechosos, 69 a cuarentenados

<sup>31</sup> La reciente crisis originada en la aparición de un presunto nuevo episodio de ISA en Aysen —en la firma de capital español Aquinova— ha vuelto a poner de manifiesto la necesidad de un sistema de “early warning” (detección temprana) y de una rutina más adecuada de eliminación de la mortalidad, que la actualmente disponible en el país. Las visitas de Sernapesca a los centros de cultivo debería efectuarse en función del distinto grado de riesgo que estos tienen y ello requeriría una base informativa sumamente ágil y actualizada de parte del ente regulador, así como mecanismos fluidos de cooperación público/privados que no parecen haber estado presentes en este caso. El caso pone en evidencia la falta de reglas claras del juego que lleven hacia una industria ambientalmente sustentable de largo plazo.

negativos, 270 a vigilancia y 283 a centros libre. De las 65 notificaciones cursadas en este periodo, 13 (20%) corresponden a incumplimiento de los programas sanitarios generales (PSG), 16 (25%) por incumplimiento a PSGT (transporte), 10 (15%) a PSGM (manejo de mortalidades), 2 (3%) a PSGC (cosecha), 13 (20%) por incumplimientos a la Resolución N° 776, 1 (2%) por faltas al PSGL y 10 (15%) por otras causas, entre las que se incluyen interferir con la fiscalización, y traslado de peces o mortalidad sin guías visadas.

**CUADRO 21**  
**RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR SERNAPESCA EN ABRIL-JULIO 2008.**

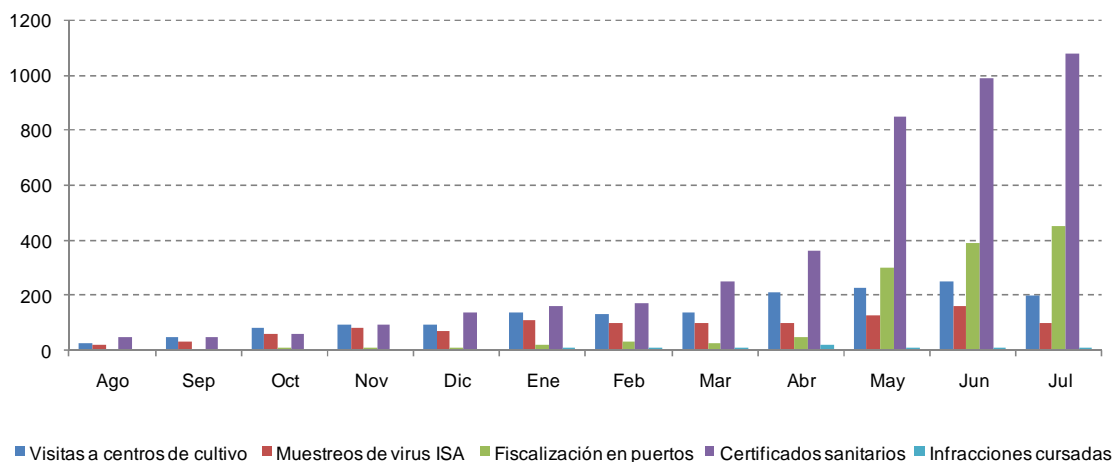
Actividades fiscalización	Total
Inspecciones a centros de cultivo	881
Muestreos por virus ISA	533
Fiscalización en puertos	1 203
Certificados sanitarios emitidos	2 951
Infracciones cursadas	65

Fuente: Sernapesca.

Durante este periodo además, se incrementó significativamente la calidad de la fiscalización. La región con mayor intensidad en las actividades de fiscalización del Servicio ha sido la X región, la cual ha evidenciado una focalización en las actividades de control de ISA. Esto se logró gracias al refuerzo en la labor sanitaria institucional a nivel país: Sernapesca aumentó su equipo fiscalizador, incorporando 36 nuevos profesionales y técnicos y reasignando labores de 14 funcionarios, los que se han distribuido entre las distintas regiones afectadas. Este refuerzo en personal, sumado al staff permanente de la Unidad de Acuicultura del Servicio, ha hecho posible poner en práctica la actual estrategia de fiscalización para el monitoreo, control y vigilancia de ISA en la zona sur del país. A nivel global, se estima que el nuevo equipo de trabajo aumentó de 30 a más de 100 personas que forman tanto los equipos de veterinarios como de fiscalización dirigida a puntos estratégicos, todos ubicados en la décima región. Además se trabajó en conjunto mediante reuniones de coordinación y análisis con el comité técnico del reglamento sanitario, con otras instituciones públicas como Autoridad Marítima, Autoridad Sanitaria, SAG, CONAMA; asociaciones de miticultores y SalmonChile; empresas de servicios (transporte, retiro de mortalidades, alimentos, plantas de matanza, plantas reductoras, laboratorios de diagnóstico, laboratorios farmacéuticos, etc.); universidades y centros de investigación; y autoridades sanitarias de otros países.



**GRÁFICO 11**  
**EVOLUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS**  
**POR SERNAPESCA TRAS LA APARICION DEL VIRUS ISA (AGOSTO 2007 – JULIO 2008)**



Fuente: Sernapesca.

Sin duda el aumento de las visitas de inspección y la necesidad de revisar con mayor detenimiento la documentación INFA proveniente de las empresas ha derivado en nuevas necesidades de personal y presupuesto operativo de parte de Sernapesca. La provisión de estos ha ido generando un proceso de franco mejoramiento en el desempeño reciente de esta agencia.

Así como Sernapesca reaccionó positivamente al avance del ISA, también la industria ha intentado hacerlo, modificando sus rutinas de comportamiento. Veamos seguidamente los cambios ocurridos en este ámbito.

### C. Cambios recientes en el comportamiento de las firmas

Al tomar conciencia de que la tasa de mortalidad y el ritmo de contagio iban en ascenso las firmas comenzaron a adoptar diversas estrategias reactivas. Por un lado, se adelantaron cosechas para reducir los riesgos de pérdida global y también para poder cubrirse frente a los compromisos de entrega ya adquiridos<sup>32</sup>. Por otro lado, se cerraron centros de cultivo y aumentó el número de centros en descanso obligatorio. Pero, más allá de lo anterior, que revela una primera reacción coyuntural de las firmas, muchas comenzaron a cuestionar más profundamente el modelo de organización de la producción con el que operaban, las condiciones sanitarias, las densidades de cultivo y el ciclo completo —de “hatchery” a centros de matanza— en el que llevaban adelante la producción. Comenzó a reconocerse explícitamente que eran necesarias nuevas pautas de organización de la producción con el fin de buscar un mejor manejo del medio ambiente y un tratamiento sanitario más adecuado.

Ha habido un claro avance desde estrategias de cantidad a estrategias de calidad en el manejo de los centros de cultivo, asociado ello a la reducción significativa de las tasas de siembra y a las mejoras de las medidas de bioseguridad. Se siembra menos y smolts de más calidad.

Para ejemplificar lo ocurrido en este plano presentaremos como ejemplo el caso de la Compañía Invertec, una de las firmas importantes de capital nacional. A partir de información relacionada con cómo el tema del ISA había sido enfrentado por las firmas noruegas se dieron los siguientes pasos:

<sup>32</sup> Se estima que existen entre 30 mil y 40 mil toneladas de salmón almacenadas en Chile, Diario Financiero, 03 de Marzo de 2009.

1. All in All out en todos los ingresos de smolts: No se realizan nuevos ingresos de smolt en los centros de cultivo ya en funcionamiento. Cada centro es cosechado en su totalidad, desinfectado y se hace cumplir estrictamente el período de descanso sanitario, hasta que sea posible ingresar nuevos smolts. Antiguamente se ingresaban nuevos smolts a jaulas ya pobladas, lo que incrementaba la densidad y el stress de los peces. Actualmente se busca no intervenir en la jaula durante el ciclo productivo. Este es un cambio muy importante en la rutina de operación, ya que no da espacio al contagio producto de ingresos de nuevos individuos que pudieran ser portadores de enfermedad. También se restringe la posibilidad de aumentar la densidad en los tanques de cultivo en respuesta al alza del precio del salmón en los mercados mundiales.

2. Se redujo la intensidad de siembra. Antes se trabajaba con densidades de hasta 20 Kg./m<sup>3</sup> y ahora con una densidad final de no más de 12,5 Kg./m<sup>3</sup> lo que garantiza buenas condiciones de cultivo y menores probabilidades de enfermedad. Esto es una restricción que disminuye las probabilidades de enfermedad, pero es de esperar que de menos margen de rentabilidad si pensamos que en una misma cantidad de agua vayan a haber menos kilos de salmón. Este argumento no es claro, ya que si se expanden las zonas de cultivo, respetando estas densidades, es de esperar que aumente la rentabilidad ya que se pueden obtener peces de mejor calidad.

3. Se buscó reducir la dispersión en el peso de ingreso de smolts y aumentar el peso promedio de ingreso.

4. Se seleccionó más finamente los smolts introducidos a cultivo buscando incorporar individuos de primera calidad, lo que permite reducir la carga bacteriana, el uso de medicamentos y la tasa de mortalidad.

5. Se ha aumentado el esfuerzo de monitoreo y vigilancia tanto de los peces como de las personas que tienen contacto con los mismos, con los residuos, riles, etc.

6. Se siembra smolts de un solo origen por centro de cultivo, lo que reduce las probabilidades de infección.

7. Tratar de usar las concesiones más alejadas de los lugares con ISA. Se busca poder contar con una mayor dispersión geográfica de los centros para distribuir el riesgo de contagio

8. Control diario y retiro de la mortalidad en todos los centros, lo que no sólo permite contener brotes de infección en peces sanos, sino también llevar un registro permanente de enfermedades, lo que facilita tomar a tiempo medidas de mitigación. El ensilaje de mortalidades, residuos orgánicos, riles se aplicó en agua dulce a partir de marzo del 2009 y en agua de mar desde Octubre del 2009.

9. Finalmente, se busco restringir el movimiento de peces y reproductores. Era común trasladar peces vivos de un centro a otro, lo que provocaba que el virus se propagara con mayor facilidad. Hoy existe una restricción al movimiento de éstos, sólo se permite para cosechas y desoves.

Al estudiar el impacto de estas iniciativas, hemos observado que Invertec ha disminuido su participación en las exportaciones físicas totales del sector por sobre el promedio de la industria, —21,6% y 15,1% respectivamente— pero en términos de valor de lo exportado la empresa ha bajado mucho menos que el promedio del sector —8.5% y 12.1%, respectivamente— lo que sugiere que los envíos de Invertec han logrado un mejor precio promedio que el conjunto de la industria —6,7 US\$/k, en comparación al 4,5 US\$/k— por un aumento de calidad que compensa por la caída de los volúmenes físicos producidos y exportados. Pese a que lo observado podría admitir otras explicaciones las mejoras de calidad resultantes del cambio en las rutinas de producción de la firma constituye la explicación más creíble de lo observado.

Información recientemente recopilada confirma el hecho de que los cambios en materia de comportamiento de las agencias regulatorias y de las empresas salmoneras han dado por resultado una clara mejora en materia sanitaria. El cuadro 22 presentada a continuación indica que ello es así.

**CUADRO 22**  
**CENTROS INFECTADOS CON ISAV POR AÑO.**

Año	2007	2008	2009	2010
Brotos	9	93	33	2
Sospechosos	19	133	43	4

Fuente: Una industria convaleciente. Aqua, Mayo 2010. Pág.29.

La enseñanza de todo esto es clara. Todos y cada uno de estos cambios en la rutina de organización de la producción a nivel de planta y en el comportamiento de las agencias regulatorias marcan la dirección en que se debería avanzar hacia una acuicultura ambientalmente amigable a futuro. Todo esto es clave no solo para enfrentar el virus del ISA sino también otras patologías que de no avanzar en materia de sanidad y seguridad ambiental seguramente habrán de aparecer a futuro. También para enfrentar la probable mutación de los virus que hoy afectan a los centros de cultivo y que necesariamente habrá de aparecer —como un imperativo innato de la naturaleza— en años venideros.

Sin embargo, no es obvio que todas y cada una de las firmas estén efectuando cambios en sus rutinas operativas, y que la operatoria de las agencias regulatorias haya entrado en una nueva fase operativa de sostenida eficiencia. Hay diferencias entre las empresas en los esfuerzos para asegurar la sustentabilidad medio ambiental y la calidad del ambiente de cultivo de sus respectivas biomasas. La heterogeneidad entre firmas en tamaño, tecnologías, objetivos productivos, estructuras de costos y compromiso último con el medio ambiente y la comunidad, hace que las prácticas y las medidas adoptadas cubran un amplio espectro de situaciones acerca del cual es muy incompleta la información hoy disponible. Los esfuerzos están hoy en día puestos en cumplir con un nuevo standard mínimo de respeto ambiental exigido por la autoridad. Para algunas empresas cumplir con dicho standard no representa mayor problema, pero para otras sí lo es, por costos y por falta de conocimientos tecnológicos precisos. También por falta de acceso a un número mínimo de concesiones de explotación que permitan a la firma organizar adecuadamente los periodos de descanso obligatorio sin afectar su producción agregada. Es por ello que cabe esperar a futuro cierre de empresas, fusiones y fuertes cambios a futuro en el modelo de organización industrial del sector. Esto, sin embargo, es condición sine qua non para transitar a la salmonicultura del Siglo XXI.

De igual manera es notorio un importante cambio en el ámbito regulatorio y un fuerte cambio en la actitud de monitoreo de la industria de parte de Sernapesca. Es claro que la crisis de ISA ha sacudido los cimientos mismos del modelo y que soplan vientos de cambio.

El presente capítulo da cuenta de algunas de las transformaciones recientes en el modelo de organización de la producción, por un lado, y en el cuadro regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental, por otro. Es aun demasiado temprano en el proceso de acomodamiento empresario y de las agencias del sector público responsables del seguimiento de la industria como para saber cuál habrá de ser el destino último de los cambios que hoy se están procesando. No todas las empresas estarán en condiciones de enfrentar con éxito los nuevos escenarios institucionales y de mercado, razón por la que debemos esperar que operen mecanismos naturales de selección entre las mismas que den por resultado cambios importantes de estructura y comportamiento sectorial a mediano plazo. La reciente crisis ocurrida al interior de Salmonchile, y el abandono de la asociación gremial por parte de la mayor firma de capital nacional muestra con claridad que no todas las empresas del sector miran desde la misma perspectiva la situación contemporánea, ni se plantean idénticos compromisos con una acuicultura sustentable de largo plazo. Por otro lado, Chile requiere avanzar hacia un nuevo modelo regulatorio y hacia nuevas reglas del juego en salmonicultura que aseguren mayor respeto medio-ambiental, más comprensión de las fuerzas científico-tecnológicas que subyacen bajo la explotación de sus recursos marinos y el tránsito gradual a un modelo de funcionamiento en el que la explotación de las ventajas comparativas estáticas originadas en la calidad del recurso agua y mejores formas de

dialogo publico/privado. Esto es condición sine qua non para avanzar hacia un nuevo modelo de aprovechamiento de las ventajas comparativas del país en acuicultura basado en el conocimiento. El desafío último es el de poder llegar a una mas eficiente utilización de los servicios ambientales que ofrece la privilegiada franja costera del país. Nuestro próximo capítulo —último del trabajo— presenta algunas ideas acerca de estos temas.

\*

## **VI. Reflexiones finales y recomendaciones de política pública**

---

### **A. Introducción**

Los capítulos anteriores de este estudio han examinado el modelo de organización y comportamiento de la industria salmonera y su evolución en el tiempo, el funcionamiento del Sistema Innovativo sectorial y el cuadro regulatorio e institucional en el que la industria se desempeña. Hemos argumentado que dicho “espacio” de empresas, agencias estatales, universidades, instituciones (reglas del juego) y comportamientos es el que hoy demanda una nueva mirada a futuro destinada a transformar la presente crisis en una oportunidad de crecimiento y transformación social. No se trata de “cambiar algo, para que todo siga igual”, sino de repensar el futuro desde una perspectiva diferente, coherente con la idea de hacer de Chile una potencia alimentaria en el medio y largo plazo. El objetivo del presente capítulo es el de aportar algunas ideas en esta dirección.

Recapitemos brevemente lo que hoy sabemos acerca del sector, sus instituciones, sus potencialidades y sus flancos débiles. La recapitulación que sigue se refiere a los tres ámbitos previamente examinados: la evolución de la industria, el cuadro institucional y regulatorio y el Sistema de Innovación Sectorial.

## B. Breve recapitulación de la escena contemporánea

### 1. Estructura y comportamiento de la industria

Si tuviéramos que caracterizar el escenario contemporáneo en lo que a la industria salmonera se refiere diríamos que la misma ha evolucionado desde un sector cuasi-artesanal de firmas pequeñas de gestión y propiedad familiar, fuertemente alejadas del “estado del arte” internacional, a un oligopolio maduro, en el que unas pocas firmas “grandes”, de “clase mundial”, dominan la industria. Esta ha logrado crecer a tasas de dos dígitos a lo largo de dos décadas, cerrando la brecha relativa de productividad factorial con la frontera tecnológica internacional. Ha creado cerca de 50 mil nuevos puestos de trabajo y cambiado la fisonomía de múltiples comarcas del sur chileno. Muchas de las firmas “grandes” son de “clase mundial” y operan con un alto grado de integración vertical, produciendo simultáneamente ovas, alimentos para salmones y el producto final en sus diversas presentaciones, ahumado, en porciones, filete, etc. Pese a que muchas de las mayores firmas de la industria son de capital extranjero, también han logrado sostener una alta y activa participación dentro del núcleo de firmas líderes varias empresas de capital nacional que, al igual que las transnacionales, han podido consolidar una exitosa trayectoria de crecimiento en el tiempo, penetrando profundamente en los mercados mundiales.

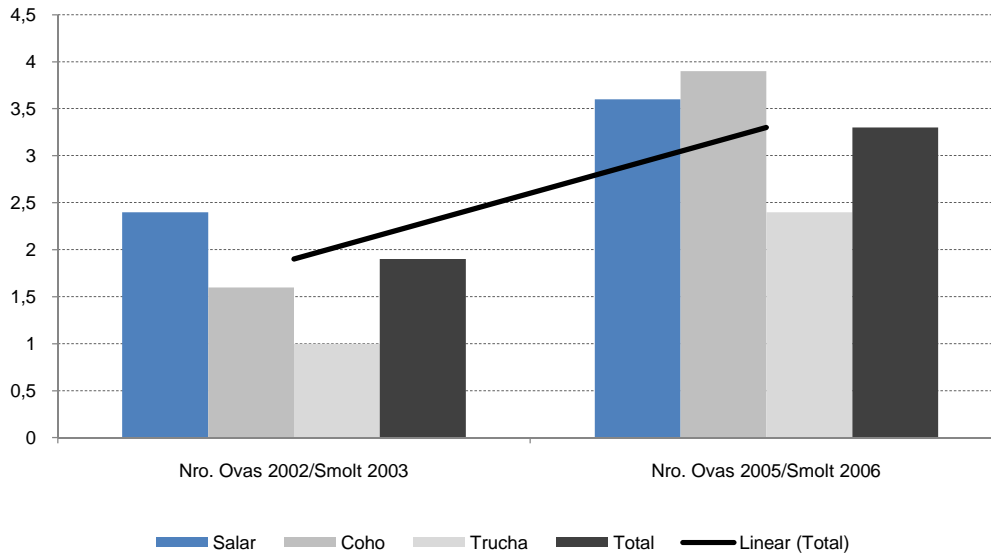
Junto a las firmas “grandes” también es dable observar un extenso número de firmas medianas y pequeñas —muchas de las cuales no cubren todas las etapas inherentes a la producción de salmón y no operan con plantas de matanza y de procesamiento del producto final— dando ello pie a muy diversos modelos de negocio y formas de organización de la producción al interior del sector.

Pese a la espectacularidad del crecimiento alcanzado y al hecho de que las empresas locales han ido cerrando la brecha relativa de productividad respecto a las empresas de “clase mundial” las cosas no han ido del todo bien para la industria en años recientes. El aumento en la densidad de siembra ha derivado en un caso claro de sobrecarga del recurso agua y esto a su vez ha generado un manifiesto empeoramiento en los índices de conversión biológica y económica con que funciona la industria. Ello aun antes de la crisis del ISA, que afectó profundamente a la industria desde mediados del 2007.

Los gráficos muestran que la industria demanda cada día más ovas para obtener un smolt y que se necesitan cada vez más smolts por kilogramo de salmón cosechado<sup>33</sup>. En otras palabras, pese a que las mediciones convencionales de productividad —por hombre ocupado o por unidad de capital empleada— hablarían de mejoras importantes de desempeño de parte de las firmas locales, una mirada mas fina sobre el tema de la productividad nos revela que existe una clara tendencia a la pérdida de eficiencia conforme pasa el tiempo. Intuitivamente podemos comprender que esto indica una fuerte caída de la eficiencia marginal del recurso agua, que más que compensa las mejoras de productividad marginal del trabajo y el capital.

<sup>33</sup> El material aquí presentado proviene de una reciente comunicación personal del Dr. D. Nieto. Agradecemos al Dr. Nieto el acceso a esta información y su autorización para usar dicho material. .

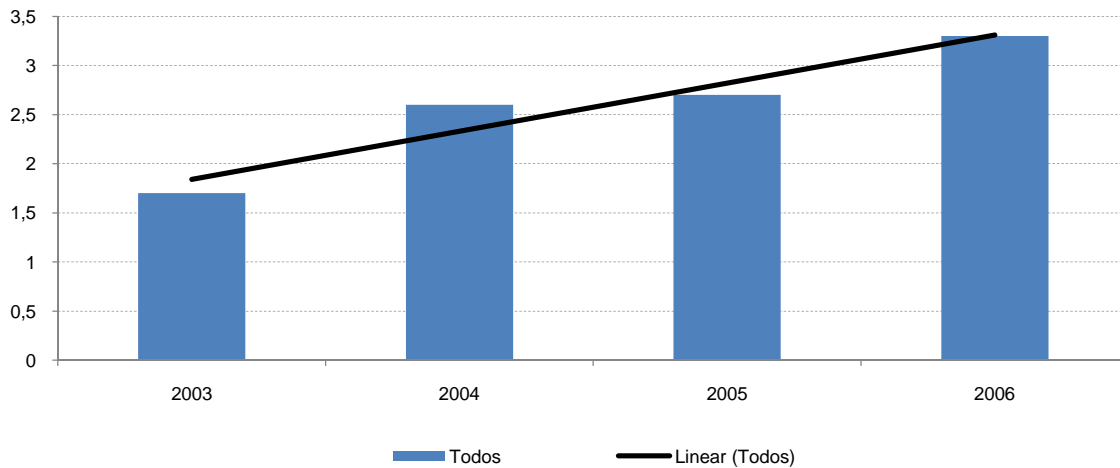
**GRÁFICO 12**  
**NÚMEROS DE OVAS/SMOLTS (2002-2003, 2005-2006)**



Fuente: Comparación resultados productivos salmón atlántico Noruega-Chile. EWOS Health, Puerto Varas 2007.

Al incorporar todas las especies de cultivo salmónido se tiene el siguiente gráfico:

**GRÁFICO 13**  
**PROMEDIOS ANUALES DE OVAS/SMOLT (2003-2005)**



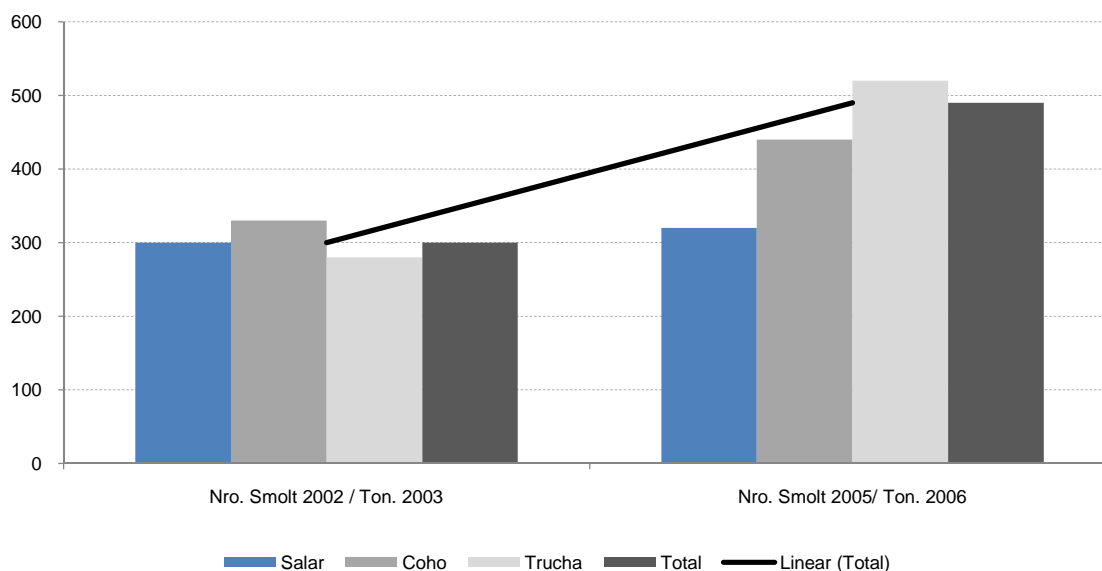
Fuente: Comparación resultados productivos salmón atlántico Noruega-Chile. EWOS Health, Puerto Varas 2007.

Se advierte un aumento de un 76,1 % entre ambos extremos de la regresión, es decir, en términos generales se ha incrementado el número de ovas por cada smolt sembrado. La diferencia es mortalidad. En los individuos sobrevivientes el impacto de las patologías se traduce en menor calidad,

menor capacidad para resistir las condiciones de trato en los centros de cultivo, más enfermedades, etc. Disminuye la capacidad de la firma de llegar a cosecha en el peso y tiempo proyectados.

De la misma forma, con el paso del tiempo se han hecho necesarios más smolts por cada kilo de salmón cosechado, como se expresa en el siguiente gráfico:

**GRÁFICO 14**  
**NÚMEROS DE SMOLTS POR TONELADA DE COSECHA (2002-2003, 2005-2006)**



Fuente: Comparación resultados productivos salmón atlántico Noruega-Chile. EWOS Health, Puerto Varas 2007.

En resumen: el modelo productivo y de organización de la industria reclama una profunda reestructuración de largo plazo. Acerca de los contenidos de la misma nos ocuparemos en el presente capítulo.

## 2. El marco regulatorio y de monitoreo de impacto ambiental

El desarrollo de la salmonicultura ha estado asociado a la gradual consolidación de una serie de entes estatales ocupados de regular el comportamiento de las empresas y dar seguimiento al impacto ambiental del sector. Distintas agencias del sector público se ocupan de la entrega de concesiones de explotación, del monitoreo de impacto ambiental, de la regulación de derechos de acceso a los servicios ambientales que proporciona el borde costero a la salmonicultura y a otros sectores productivos —como la pesca artesanal o el turismo— que también hacen uso del mismo. Agencias como Sernapesca, CONAMA y otras han tomado a su cargo estas y otras tareas regulatorias y de monitoreo de impacto ambiental. Su accionar ha dado origen a una serie de “instituciones” altamente localistas e idiosincrásicas que se expresan a través de acrónimos como RAMA, RESA, AAA, SEIA, y muchos otros que describen las reglas del juego (algunas más o menos cumplidas, otras no tanto) en que opera la salmonicultura local.

La Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), perteneciente al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, es la encargada de la normativa pesquera y de acuicultura principalmente a través de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), que regula tanto el acceso a la actividad como la operación de los centros de cultivo. El Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) a través de la Unidad de Acuicultura, tiene como objetivos aplicar la normativa que rige las actividades de acuicultura, tanto



en aguas marítimas como terrestres, monitorear, analizar e informar técnicamente aquellas materias relacionadas al desarrollo de las actividades de acuicultura y proponer acciones orientadas a propiciar el desarrollo armónico de la actividad.

Sernapesca divide su labor en tres campos: Trámites, Sanidad Animal, y Sustentabilidad Ambiental. Le corresponde informar técnicamente y tramitar las solicitudes para desarrollar actividades de acuicultura, con respecto a la LGPA, y con el Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura, que se encarga de las solicitudes para desarrollar actividades de acuicultura.

También efectúa el seguimiento, analiza e informa respecto al cumplimiento de los proyectos técnicos aprobados por la Subsecretaría de Pesca; y de la aplicabilidad y efectos de las normas vigentes sobre las actividades de acuicultura. Además vela por obligaciones previas al inicio de operaciones según la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA):

En lo que hace a concesiones, el D.S. N° 290/1993 establece la guía para realizar la inscripción, por parte de titulares de concesiones y autorizaciones de acuicultura al Registro Nacional de Acuicultura (RNA). Este otorga un certificado de inscripción que habilita la realización de actividades de acuicultura. Con el fin de agilizar la transferencia de concesiones, en el 2006 se cambió el régimen, se crearon categorías de concesiones, que eventualmente deben cumplir mayores requisitos para poder ser transferidas. Hasta agosto del 2008 había en total un registro de 1.041 autorizaciones de concesiones de salmón y trucha, que se distribuyen en 474 concesiones en la Región de Los Lagos (X) y 526 concesiones en la Región de Aysén (XI) y 41 en la Región de Magallanes (XII)<sup>34</sup>. La acuicultura se desarrolla en áreas definidas como apropiadas para la actividad y que son conocidas como “triple A” (Áreas Aptas para la Acuicultura). Estas fueron definidas según el uso espacial del territorio y por la Subsecretaría de Marina junto con SUBPESCA y DIRECTEMAR.

En relación al tema de sanidad animal corresponde a la Unidad de Acuicultura administrar el Programa de Prevención, Vigilancia y Control de la Enfermedades de Alto Riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas en el territorio nacional, cuyos productos son comercializados en el mercado nacional e internacional<sup>35</sup>. Dentro de sus labores se encuentra:

- Aplicar el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de la Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (RESA).
- Respalda las obligaciones del país en materia de salud animal de especies hidrobiológicas ante la Organización Mundial de Salud Animal (OIE).
- Respalda el proceso exportador de especies hidrobiológicas y sus productos, que estén sometidos por parte de los países compradores, respecto de exigencias en materias de salud animal según el Reglamento de Certificación y Otros Requisitos Sanitarios Exigibles para la Importación de Especies Hidrobiológicas.

La fiscalización ambiental y sanitaria está a cargo del Sernapesca junto con MINSAL, y CONAMA. Sernapesca fiscaliza en los aspectos ambientales y sanitarios a través del Departamento de Administración Pesquera y la Unidad de Acuicultura, respectivamente.

Hasta antes de la llegada del ISA (en el 2007), Sernapesca realizaba anualmente y en forma aleatoria, una inspección sanitaria y ambiental a cerca de un 30%-40% de los centro de cultivo en operación, a fin de verificar si lo que la empresa declaraba en el INFA se cumplía o no. Dicha normativa no era muy exigente, dejando libertad a los productores a que declararan por escrito y voluntariamente sus datos sobre mortalidad y demás. Estos documentos podían llegar al Servicio hasta 30 o 60 días después de ocurrida la mortalidad, haciendo inefectiva cualquier acción fiscalizadora ex-

<sup>34</sup> Ver cuadro Anexos.

<sup>35</sup> Ver Anexo, cuadro 6.

post36. En relación a RAMA, donde se aplicaban sanciones por superar la capacidad de los cuerpos de agua medida a través de la condición de oxigenación en los centros de cultivo, la empresa debía entregar anualmente un informe ambiental a Sernapesca. La confiabilidad de la información entregada y la capacidad de fiscalización de parte del ente regulador han sido muy limitadas.

Los escasos recursos con que contara Sernapesca, la falta de personal calificado y la carencia de una base informativa independiente de aquella provista por las empresas habrían sido factores determinantes de lo poco que Sernapesca pudo hacer preventivamente con anterioridad a la aparición del ISA. En el período 2004-2005, Sernapesca realizó 542 y 616 inspecciones y se cursaron 154 infracciones, lo cual corresponde a un 13%, aproximadamente. Una de cada cinco incumplimientos estaba referido a sobreproducción, utilización de mayor superficie a la permitida originalmente, empleo de mayor número de jaulas y mal funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas servidas<sup>37</sup>.

En resumen, las agencias regulatorias y de monitoreo ambiental solo han alcanzado una débil capacidad de “enforcement” de lo previsto por la ley. Al igual que lo que ocurre con la industria también en este plano se hacen necesarias urgentes reformas a futuro. Dado que muchas de ellas involucran cambios importantes en las reglas del juego será necesario un detenido debate de parte de los estamentos políticos y empresariales de la sociedad para avanzar concienzudamente en este plano.

### 3. El sistema innovativo Sectorial

El SIN de la acuicultura chilena está compuesto por el conjunto de universidades, institutos de investigación del sector público y agencias que de una u otra forma inciden sobre la conducta innovativa y tecnológica de esta industria. Son parte del mismo la Fundación Chile, diversas universidades —públicas y privadas— CORFO Innova, CONICYT y las mismas empresas salmoneras, las que pese a no realizar grandes esfuerzos tecnológicos por sí mismas buscando nuevos conocimientos de producto, proceso y organización del trabajo, realizan tareas de mejora y adaptación de tecnologías que importan desde el exterior incorporada en maquinas, servicios de asistencia técnica y demás.

Mostramos en el capítulo cuarto que es relativamente poco lo que Chile gasta en tareas de I&D en el área de la acuicultura apenas una fracción del esfuerzo Noruego en esta materia.

El escenario genético y biológico-ambiental, así como el modelo de organización productiva de la industria salmonera chilena están lejos de constituir una réplica cercana de lo que encontramos en países desarrollados. No resulta razonable pensar que Chile puede operar a futuro descansando en los resultados de investigación y desarrollo provenientes de dichos países. Es por demás evidente que Chile debe realizar esfuerzos propios en la exploración de la frontera científico-tecnológica relacionada con el manejo de sus recursos marinos.

## C. Reflexiones finales y recomendaciones de política pública

Lo señalado anteriormente nos provee un cuadro de conjunto descriptivo de la situación contemporánea en lo que a salmonicultura se refiere. Dados los rasgos estructurales de dicho cuadro podemos preguntarnos qué es lo que Chile puede alcanzar en este campo de la actividad productiva si es que intenta re-pensar creativamente sus posibilidades de largo plazo. A esta pregunta nos dedicamos a continuación.

Un programa ambicioso de reestructuración sectorial de largo plazo debería atender como mínimo a los siguientes objetivos:

<sup>36</sup> “Evaluación de un sistema de control de la bioseguridad para monitorear en línea factores de riesgo en la propagación de enfermedades en la futura actividad salmonera”, SERNAPESCA, Ministerio de Economía (“Mesa del Salmón”), Julio 2009.

<sup>37</sup> Revisión del informe sobre los impactos de la salmonicultura, preparado por la Comisión de Pesca y Acuicultura. F. Pinto, abril 2007.

1. Proteger la sustentabilidad de largo plazo del recurso natural sobre el que se asienta la salmonicultura. Los límites de “carga óptima” del recurso agua son imperfectamente conocidos, varían entre localizaciones geográficas dependiendo de parámetros biológicos y ambientales hasta el presente poco estudiados y codificados y que resultan fáciles de violentar, ante la ausencia de criterios estadísticos sustentados en la investigación. Se requiere por tanto “construir” una nueva institucionalidad que asegure: a) mayor “acción colectiva” destinada a fijar y respetar los límites de carga que admite el recurso, b) investigación pre-competitiva de carácter horizontal en temas de bioseguridad, genética y biología marina, oceanografía, y diversas otras disciplinas científico-tecnológicas que ayuden a una mejor comprensión de los parámetros que debería respetar una acuicultura moderna, adaptada a la realidad biológico-ambiental local, c) un marco regulatorio que las empresas respeten y en base al cual la autoridad pública pueda efectivamente controlar el comportamiento de las mismas, y d) se requieren también bases de datos transparentes y de difusión pública que establezcan criterios de monitoreo y respuesta de las empresas a las nuevas exigencias regulatorias.

2. Valorizar correctamente los servicios ambientales que provee la franja costera del país, parte de los cuales son demandados por la industria y parte por otros usuarios, como el turismo o la pesca artesanal. Ello permitirá determinar el valor de mercado de dichos servicios ambientales y la fijación de regalías óptimas en función del costo de oportunidad de cada actividad.

3. El canon debería incluir la recuperación de los costos de I&D que se requieren para ir gradualmente avanzando en la comprensión de los rasgos biológicos, genéticos, medio-ambientales, etc., específicos del escenario local.

4. Asegurar la correcta aplicación (“enforcement”) del marco regulatorio y de monitoreo ambiental que el país ya tiene. Esto requiere recursos humanos calificados en una diversidad de disciplinas científicas y tecnológicas y una infraestructura adecuada de equipamiento e investigación al interior del sector público que haga posible el accionar independiente y correctamente informado de las agencias regulatorias. Estas deben acceder a una base propia e independiente de información a partir de la que operar de acuerdo a las nuevas necesidades.

5. Profundizar el papel de la competencia. Con el correr de los años la salmonicultura se ha transformado en un oligopolio concentrado donde solo unas pocas firmas grandes controlan el liderazgo sectorial. Las reglas de defensa de la competencia deberían velar por la existencia de adecuadas condiciones de funcionamiento sectorial que aseguren la viabilidad de las empresas de menor tamaño. La actual restructuración de la industria en “barrios” genera cierta duda acerca de que esta condición se éste respetando y reclama una mirada atenta de parte de la autoridad regulatoria.

6. Expandir la creación de conocimientos científico-tecnológicos de carácter horizontal y pre-competitivo sobre los que opera la industria. Esto requiere una agenda de actividades de I&D que abarque los diversos temas de genética, medio ambiente, oceanografía, salud animal, inmunología y demás que se necesitan en función de la especificidad de las condiciones locales de producción acuícola. Las empresas, los departamentos de acuicultura de las varias universidades involucradas en estos temas, las agencias del sector público, la Fundación Chile, todos deberían cooperar en el marco de una “estrategia-país” dedicada a la exploración de las fronteras del conocimiento asociadas a la acuicultura y a la difusión de bienes públicos en esta materia.

7. Favorecer la búsqueda de un mayor grado de descentralización geográfica de los centros de cultivo y la reducción del impacto negativo del hacinamiento. Ello reclama la creación de “capital social” en términos de puertos, caminos, servicios sociales, transporte, telecomunicaciones y demás que disminuyan el “costo-país” que las empresas salmoneras deben hoy afrontar si pretenden relocalizar su producción en regiones más australes del territorio chileno.

8. Apoyar el desarrollo de marcas, denominaciones geográficas y otros activos tecnológicos intangibles que faciliten el avance hacia nuevos mercados, especialmente aquellos de gran porte, como China o India que seguramente resultarán áreas de reñida competencia con los grandes productores

internacionales de salmón. El alto grado de transnacionalización de la industria salmonera chilena reclama un cuidadoso manejo de la propiedad intelectual en este campo.

Tal como podemos intuitivamente ver, en todos y cada uno de los temas mencionados, es posible detectar “fallas de mercado” e imperfecta información que justifican la intervención estatal a efectos de favorecer la creación de activos tecnológicos pre-competitivos de uso horizontal, la capacitación de recursos humanos, el afianzamiento de marcas y “denominaciones geográficas” chilenas, la acción colectiva y la competencia, en un campo en el que el sistema de precios no provee adecuadamente los incentivos para la producción de los bienes públicos que hoy se necesitan. Existen inapropiabilidades y múltiples tipos de externalidad que desalientan al sector privado a gastar recursos en tareas de I&D en la magnitud en que sería socialmente óptimo hacerlo. La idea es poder combinar la explotación de ventajas comparativas estáticas derivadas del recurso natural agua —donde Chile tiene clara excelencia en términos comparativos internacionales— con ventajas comparativas dinámicas resultantes de la creación de nuevos conocimientos científico-tecnológicos relacionados con los recursos marinos. Ello daría la posibilidad de avanzar hacia una nueva fase de salmonicultura nacional no solo apoyada en el recurso natural sino también en conocimientos científico-tecnológicos de frontera. El país podría entonces no solo exportar salmón en sus diversas presentaciones, sino que encontraría factible también exportar tecnología y equipamientos propios de este sector productivo a otras naciones que llegan al mundo de la acuicultura solo en fechas recientes.

Los temas previamente mencionados deberían formar parte de una agenda-país de cara al futuro. Dicha agenda no comprende solo acciones a ser encaradas por el sector público sino un programa público/privado de largo alcance. No es este el lugar para entrar en detalles de sintonía fina, pero es claro que dicha agenda debe abarcar aspectos de desarrollo institucional, sanitario y ambiental, así como también temas de investigación científico-tecnológica, y cuestiones regulatorias y de “enforcement” del marco legal. Algunas de las acciones serían de corto plazo y estarían asociadas a la imperiosa necesidad de que la industria recupere sus ritmos históricos de crecimiento, en tanto que otras serían de más largo aliento y reclamarían nuevas instituciones, discusión parlamentaria, nueva legislación. En relación a lo primero —recuperación del crecimiento tras la crisis del ISA— resulta central el proceso de re-negociación actualmente en curso entre la industria y el sector bancario en relación a la necesidad de las firmas salmoneras de recomponer el capital de trabajo para poner nuevamente en marcha los centros productivos. La reciente aprobación de la nueva Ley de Pesca, facilita el avance en esta dirección, haciendo posible un arreglo más estable y duradero de las empresas con los bancos. En paralelo a lo anterior la industria debe avanzar en la reestructuración en “barrios” proceso que ya ésta en marcha. Tal como explica la Revista Aqua en su número de Mayo del 2010, (Pág. 31) “ La promulgación de la LGPA en Abril pasado ha permitido a las empresas retomar la siembra de smolts Atlántico. En los primeros dos meses de este año (2010) se han sembrado más de 4 millones de smolts, un 76% más que los 2,7 millones de 2009”. Algunas empresas reportan también estar cosechando ejemplares de un peso promedio más alto, lo que refirma la creencia de que las cosas están gradualmente mejorando. Ello, por supuesto no impide que en el curso del próximo año vayan a ocurrir compras y fusiones de empresas y la morfología del sector experimente transformaciones importantes.

Entre las recomendaciones de acciones de corto plazo remarcamos las siguientes<sup>38</sup>:

- Controlar la higiene como base fundamental del sistema productivo, tanto en los centros de cultivo, el entorno, la playa, el terreno y demás;
- Reducir el grado de hacinamiento de centros impulsando mayores distancias entre los mismos. Será necesario redefinir las distancias óptimas entre unidades productivas según regiones;

<sup>38</sup> El listado de intervenciones que se sugiere a continuación ha surgido de conversaciones con especialistas del sector, en particular con el Dr. D. Nieto en diversas comunicaciones personales recientes.

- Reforzar las nociones de bioseguridad con que opera la industria;
- Replantear la tecnología de procesos, estudiando densidad dentro de estanques, jaulas, centros y áreas. También será necesario replantear los regímenes de alimentación, modelos all in – all out de organización de la producción, períodos de descanso;
- Coordinar la siembra de smolts en cuanto a tiempo (frecuencia) y espacio o área;
- Evitar el transporte de reproductores a centros de incubación. No mezclar reproductores con peces de la siguiente generación;
- Entrar al lago solo peces vacunados;
- Entrar al mar solo con smolts vacunados;
- En todo transporte de peces debe haber previamente la aplicación de un control de calidad, y la autorización para el transporte de un veterinario de Sernapesca conforme los criterios que rigen estos movimientos.

En relación a temas de medio y largo plazo cabe acotar lo siguiente, en relación a lo institucional:

- a) Se requiere revisar el modelo de organización institucional del sector introduciendo la idea de la valorización de los servicios ambientales que proporciona la franja costera del país, y del costo de oportunidad asociado a los distintos usos alternativos de la misma. Ello daría la base de cálculo de una regalía o canon por los derechos de uso de dichos servicios ambientales;
- b) Se necesita mejorar, flexibilizar, coordinar y acelerar los procedimientos de fiscalización llevados a cabo por la Subsecretaría de Pesca, la Subsecretaría de Marina y Sernapesca;
- c) Son necesarios mejores sistemas de recolección de datos y producción de información desde y hacia las empresas, creando un mecanismo de entrega de información pública online sobre la actividad acuícola nacional;
- d) Resulta necesario fortalecer el mecanismo de certificación de parámetros relacionados con la producción acuícola;
- e) Se deberá promover el establecimiento de estándares internacionales de desempeño del sector que permitan el “benchmarking” con la realidad internacional;
- f) Inducir la creación de un sistema de certificación internacional para la industria local;
- g) Instalar la práctica de que los servicios consulares del país tengan personal especializado en temas de acuicultura capaz de monitorear el estado del arte internacional en la materia y de seguir los desarrollos relacionados con las ciencias y tecnologías del mar.

A su vez, y ahora en relación a lo sanitario y ambiental se sugiere lo siguiente:

- a) Modificar el actual sistema de concesiones y estudiar la posibilidad de un sistema que favorezca el manejo por zona (barrios), idealmente agrupando titulares de forma tal que se facilite y promueva la gestión común en materia ambiental y sanitaria;
- b) Facilitar las transferencias de concesiones;
- c) Elaborar, para el manejo de “barrios”, parámetros de control distintos a aquellos que se usan para monitorear el desempeño de explotaciones individuales);
- d) Considerar, en los sistemas de manejo por agrupaciones de concesiones, las políticas adecuadas a la realidad de cada región. El sistema que se instaure debe considerar la relación con las otras actividades del borde costero en la región correspondiente, generando espacios de negociación para llegar a acuerdos;

- e) Establecer como distancia entre centros de cultivo 5 Km. en la medida en que no se comprometa un plan sanitario común entre las concesiones de una misma área, estableciendo los casos de excepción en que las condiciones particulares del manejo conjunto o características del área permitan una distancia inferior;
- f) Estudiar la posibilidad de modificar las AAA para descongestionar sitios y propiciar la creación de áreas de manejo conjunto de agrupaciones de concesiones.
- g) Avanzar en mediciones sobre capacidad de carga por sectores, o bien cuáles deben ser los indicadores para una evaluación ambiental más efectiva. En el intertanto, deben mejorarse las mediciones de los efectos ambientales actuales;
- h) Resolver todos aquellos aspectos que tienen relación con la producción, como el establecimiento de límites máximos y/o mínimos y los criterios para fundar su disminución en caso de problemas ambientales constatados;
- i) Abordar la trazabilidad para las ovas y el chequeo de enfermedades en ellas, especialmente las importadas;
- j) Evaluar cómo mejorar el control y la regulación del transporte y uso de logística por parte de la industria, particularmente el relacionado con peces vivos y wellboats;
- k) Revisión del sistema de tratamiento de mortalidades y de riles en las plantas de matanza y de proceso.
- l) Acordar un plan de disminución de uso de antibióticos, fundado en las mejores prácticas y en fármacos preventivos.

Finalmente, en lo que hace a esfuerzos domésticos de I&D se sugieren:

- a) Definir en conjunto con la industria un programa de I&D de mediano y largo plazo, cubriendo temas de genética de peces, oceanografía, bioseguridad, protección ambiental, salud de la fauna y flora marina adecuados a las diversas realidades regionales de Chile;
- b) Promover la investigación del modelo de piscicultura de “ciclo cerrado” en tierra, que si bien hoy en día aparece como un modelo no rentable de organización del sector en la opinión de muchos especialistas podría a futuro transformarse en un modelo viable de explotación acuícola que reduce enormemente los riesgos de transmisión de vectores y enfermedades;
- c) Coordinar esfuerzos de investigación de las distintas universidades nacionales interesadas en acuicultura y apoyar con financiamiento específico la vinculación con el sector privado de los elencos de investigación que hoy trabajan en este campo;
- d) Incentivar la investigación en vacunas y fármacos y revisar los alcances de la legislación de patentes en este campo;
- e) Explorar los temas de manipulación genética en el campo de la salmonicultura.

Tal como podemos observar, el tránsito hacia una nueva salmonicultura no es tarea sencilla. Hay cambios de organización productiva y sectorial que no resultaría difícil implementar en un plazo relativamente breve, utilizando mejor las leyes y reglamentos hoy existentes. Pero también vemos que existen complejos temas en los que están en juego cambios en los derechos de propiedad que harán necesaria la construcción de una nueva institucionalidad y el cambio en las reglas del juego. En este plano será necesaria la discusión y aprobación parlamentaria de leyes que desarrollen los contenidos de una nueva acuicultura nacional. Más allá de las dificultades aquí involucradas debemos comprender que la alternativa de introducir solo cambios “menores” en el escenario actual no debería verse como una buena opción de largo plazo. El medio ambiente ha dado una poderosa señal de alerta indicando que el modelo de organización industrial de las últimas tres décadas está agotado. Proseguir por el mismo camino resulta inconducente, ya que tarde o temprano la mutación genética de

patógenos y vectores nos habrá de enfrentar a una realidad biológico-genética que no comprendemos adecuadamente. Por otro lado, la falta de un modelo aceptable de acción colectiva de parte de las empresas probablemente nos habrá de conducir nuevamente a escenarios de “free- free-riding” y de destrucción del bien público. Dicho de otra manera pretender que el futuro sea una réplica más o menos mejorada del presente nos resulta irrealista en las presentes circunstancias. Es de esperar que los responsables de la política pública así lo comprendan e imaginen un sendero de transformaciones sociales de medio y largo plazo que permitan a la salmonicultura chilena seguir siendo un legado importante a las generaciones futuras.





## Bibliografía

---

- Encuesta Casen, 2003.
- B. Aarset. Norwegian salmon farming industry in transition. Dislocation and decision control. *Ocean and Coastal Management*, 38. 1998.
- G. Hardin. The tragedy of the commons. *Science*, Diciembre 1968.
- E. Ostrom: *Governing the Commons. The evolution of institutions for collective action.* Cambridge University Press, 1990. Tambien: *Collective action and the evolution of social norms. Journal of Economic Perspectives.* Vol 14.N°3, 2000.
- M. Olson *The logic of Collective Action. Public goods and the theory of groups.* Harvard University Press, 1965.
- E. Ostrom: *Revisiting the commons, local lessons, global challenges.* *Science*, 284, 1999.
- T. Dietz, E. Ostrom y P. Stern: *The struggle to govern the commons.* *Science.* Vol 302, Diciembre 2003.
- Finn Ostavick: *Knowledge spillovers, innovation and cluster formation. The case of Norwegian aquaculture.* Mimeo, 2006.
- T. Bjorndal *The conomics of salmon aquaculture.* Blackwell Scientific Publications, 1990.
- C. Talbot. *Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. Symposium on 'Fish Nutrition' Proceeding of the Nutrition Society,* 1993, 52, 403-416.
- M. Iizuka: *Global standards and local producers: knowledge governance end the rise of the Chilean salmon industry.* Tesis de Doctorado, Universidad de Sussex, 2007.
- C. Maggi y C. Montero: *La industria del Salmon en la Xª Region. Un cluster globalizado.* ECLAC/GTZ, Santiago, 2000.
- C. Maggi: *The salmon farming and processing cluster in Southern Chile.* En (Ed.C. Pietrobelli y R. Rabellotti: *Upgrading to compete: Banco Interamericano de Desarrollo,* Washington, 2007.
- J. Katz: *Salmon farming in Chile.* En Ed.V. Chandra: *Technology, adaptation and exports.* Banco Mundial, 2006.

- J. Utterback y T. Abernathy: A dynamic model of process and product innovation. Omega, International Journal of Management Sciences. Vol.3, N°6. 1975.
- J. Utterback y F. Suarez: Innovation, competition and industry structure. Research Policy, 1993.
- R. Whithelaw: Mecanismos de cooperación en sistemas Productivos Locales. Tesis doctoral, Universidad de Lovaina, 2009
- A. Achurra, La experiencia de un nuevo producto de exportación. Los salmones. En: (Ed.P. Meller y R.E. Sáez Auge exportador Chileno, lecciones y desafíos futuros. CIEPLAN y DOMEN, Economía y Gestión, Santiago, 1997
- Atared. Asociación de talleres de redes. El rol del estado como garante del patrimonio de los recursos de propiedad común de una nación. Boletín N° 2. Diciembre 2008.
- Kari Kipi Políticas forestales en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington 2000.
- Ewos Comparación de resultados productivos en salmón atlántico, Noruega Chile Mimeo, Puerto Varas Noviembre 2007.
- H. Puchi: El salmón Chileno, experiencia histórica y futuro. Conferencia pública, Casa Piedra, Abril 2009.
- D. Nieto. Diagnostico de situación, análisis de riesgos y propuesta de plan de manejo. Tercer Informe, Proyecto reordenamiento salmonicultura X Región. Mimeo, Puerto Montt, Enero 2009.
- D. Nieto. Comunicación Personal, Mayo, 2009.
- FAO. Perspectivas Alimentarias, Gripe aviar, posibles repercusiones de nuevos brotes en el Mercado. Departamento Económico y Social, N° 4, Enero 2005.
- F. Sandoval. Agenda Consejo Estrategico del Cluster Acuicola. Acuicola Cluster, Mimeo, Diciembre 2009.
- C. Wurman y G. Moreno: Policies and governance in Chilean fisheries and aquaculture. Current situation, the evolution process and future challenges. OECD, Paris, 2008.
- A. Mardones Lazcano. Situación actual de la acuicultura y su investigación en Chile. Universidad Católica de Temuco, Enero 2009.
- O.I. Fosberg. Modelling oxygen consumption rates of post-smolt Atlantic salmon in commercial-scale, land-based, farms. Springer Holanda, Vol. 2 N° 3, 1994.
- P. Bustos: Manejo sanitario integral en centros de agua dulce. Skreeting, Noviembre 2008.
- D. Farcas. 30 years in Chile and the World. Documento institucional de Centrovet, Innovation in Animal Health. PPTs, Santiago, 2010.
- J.T. Gillet y C. Olate: La crisis del salmón y el desempleo en la Xª Región de Chile. Tesis de Graduación, Universidad de Chile, 2010.
- L. Burrige: Uso de productos químicos en la salmonicultura: revisión de prácticas actuales y posibles efectos medioambientales. Mimeo, 2007.
- F. Ostravik. Knowledge spillovers, innovation and cluster formation. The case of Norwegian aquaculture. Mimeo, s/f.
- Sussecretaría de Pesca. Informe ambiental de la Acuicultura. Subsecretaría de Pesca, Departamento de Acuicultura. Febrero 2006, Octubre 2008.
- Atared, Asociación de talleres de Redes. Boletín N°1, Octubre 2008.
- Nicolas Rodriguez Morales. La Industria Chilena de vacunas para la acuicultura. Tesis de graduación, Universidad de Chile, 2010
- ANVET, Asociación Nacional de Laboratorios Veterinarios. Memoria Anual, 2008. El Mercurio, Lunes 18 de Enero 2010.
- M. Godoy. Biovac. Ingreso de smolt año 2009. Set de PPTs, Abril 2009.
- Presidencia de la Republica. Mensaje 1346 – 356. Ley General de Pesca y Acuicultura. Honorable Senado, Valparaíso, 2010.
- G.E. W.Salter: Productivity and Technical change. Cambridge University Press, 1962.
- J. Katz Production functions, foreign investment and growth. North Holland Publishing Co. Amsterdam, 1969.
- INE, Instituto Nacional de Estadística, Santiago, 2010.
- A. Johnson: Evaluación Económica de la situación sanitaria. Primera conferencia de Salud de Peces. Sketting, Mimeo, Noviembre 2007.
- Atared. La vision de Atared sobre lo que hoy pasa y sobre lo que se viene. Mimeo, Enero 2009.
- R. Nelson y S.Winter: A theory of social Change. 1982.
- K. Arrow: The economic implications of learning by doing. Review of Economic Studies, 1962.

- J. Katz, Technology generation in Latin American manufacturing industry. Theory and case studies. McMillan Publishing Co. Londres, 1984.
- S. Bravo: Diagnostico de la proyección de la investigación en Ciencia y Tecnología de la acuicultura Chilena. FIP, Mimeo, 2007
- M.J. Abud, M.J. Abud y F. Stefani, La industria del salmón y el recurso natural agua. Tesis de graduación, Universidad de Chile, 2010.
- Evaluación de un sistema de control de la bioseguridad para monitorear en línea el riesgo en la propagación de enfermedades en la futura actividad salmonera. Ministerio de Economía, Julio 2009.
- GEQ. Diseño e implementación de la estrategia para la sustentabilidad de las actividades acuícolas de la region. Informes 1, 2 y 3. Mimeo, Valparaíso, 2009.



## Anexo

### Articulos Revista Aqua

- Un año crucial. Aqua, Mayo 2009. .
- K. Samsing. Nuestra vision es ser el major productor de alimentos. Aqua, Junio 2007.
- T. Petersen. (Marine Harvest). Una oportunidad de restructuración. Aqua, Diciembre 2008
- Balance del sector acuicola-pesquero. Aqua, Marzo, 2007.
- Innovacion, creatividad que renta. Aqua, Marzo, 2009.
- Salmonicultura Chilena, Una mirada profunda, Aqua,. Mayo 2008.
- La conmocion financiera durara un buen tiempo mas. Aqua, Diciembre 2008
- Los insospechados alcances de la recirculacion. Aqua, Diciembre 2008
- Proteinas animales. El impacto de los commodities. Aqua, Noviembre 2008.
- Anemia Infecciosa del Salmon en Chile. Una alerta aleccionadora.,Aqua, Septiembre 2007
- Mesa de trabajo del Salmon: el nuevo rumbo de la salmonicultura. Aqua, Septiembre 2008.
- Logistica en tiempos de ISA. Aqua. Noviembre 2008
- Salmonicultura en Chile. Inversiones y nuevos negocios. Aqua, Marzo, 2008.
- Acuicultura 2.0. Creando una nueva institucionalidad. Aqua, Marzo 2009.
- Salmonicultura mundial. Más allá de los ‘barrios’. Aqua, febrero 2009.
- Demanda y precios al alza. Aqua, Mayo 2007.

### Notas de SalmonChile

- Salmonchile, 2004, 2003,
- Salmon Chile, 2004.

### Sernapesca

- SERNAPESCA .Balance de la situación sanitaria de la anemia infecciosa del salmón en Chile, Julio 2007 a Julio 2008 Unidad de Acuicultura, 2008.
- SERNAPESCA, Resoluciones 776, 1882, 2638, 450, 1449 y otras reglamentando el nuevo manejo productivo y sanitario.
- SERNAPESCA: Informe técnico 520075309, Establecimiento de medidas de manejo sanitario por áreas aplicables a centros de salmónidos. Períodos de descanso y límites de densidad. Valparaíso, 12 de Junio 2009.
- SERNAPESCA, Anemia Infecciosa del salmón (virus ISA). Unidad de Acuicultura, Abril 2008.





NACIONES UNIDAS

**Serie**

**CEPAL**

**desarrollo productivo**

## Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en

[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

191. Creciendo en base a los recursos naturales, “tragedia de los comunes” y el futuro de la industria salmonera chilena, Jorge Katz, Michiko Iizuka y Samuel Muñoz (LC/L.3307), 2011.
190. Transmisión de precios en los mercados del maíz y arroz en América Latina, Laure Dutoit, Karla Hernández y Cristóbal Urrutia (LC/L.3271-P), N° venta S.10.II.G.77 (US\$10.00), 2010.
189. Evolución en las estrategias de expansión internacional del sector turísticos vacacional: el papel de las empresas españolas en Latinoamérica, Ana Ramón (LC/L.3134-P), N° venta S.09.II.G.109 (US\$10.00), 2010.
188. Arbitraje internacional basado en cláusulas de solución de controversias entre los inversionistas y el estado en acuerdos internacionales de inversión: desafíos para América Latina y el Caribe, Michael Mortimore (LC/L.3049-P) N° de venta S.09. II. G.51 (US\$10.00), 2009.
187. Theory and Practice of Industrial Policy. Evidence from the Latin American Experience, Wilson Peres, Annalisa Primi (LC/L.3013-P) N° de venta E.09.II.G.34 (US\$10.00), 2009.
186. Aglomeraciones productivas locales en Brasil, formación de recursos humanos y resultados de la experiencia CEPAL/SEBRAE, Francisco Teixeira, Carlo Ferraro (LC/L.3005-P) N° de venta S.09.II.G.13 (US\$10.00), 2009.
185. Del monopolio de Estado a la convergencia tecnológica: evolución y retos de la regulación de telecomunicaciones en América Latina, Carlos Razo, Fernando Rojas (LC/L.2849-P) N° de venta S.07.II.G.172 (US\$10.00), 2007
184. Evaluación de un programa de innovación y sistemas de producción en América Latina: estudio sobre la dinámica de redes, Mario Cimoli (LC/L.2842-P) N° de venta S.07.II.G.165 (US\$10.00), 2007.
183. Pobreza rural y políticas de desarrollo: avances hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio y retrocesos de la agricultura de pequeña escala, Martine Dirven (LC/L.2841-P) N° de venta S.07.II.G.164 (US\$10.00), 2007.
182. Korean OFDI. Investment strategies and corporate motivation for investment abroad, Jae Sung Kwak (LC/L.2804-P) N° de venta S.07.II.G.137 (US\$10.00), 2007.
181. Producción de Biomasa para combustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe, Carlos Razo, Carlos Ludeña, Alberto Saucedo, Sofía Astete-Miller, Josefina Hepp y Alejandra Vildósola. (LC/L. 2803-P) N° de venta S.07.II.G.136 (US\$10.00), 2007.
180. Pymes y articulación productiva. Resultados y lecciones a partir de experiencias en América Latina, Marco Dini, Carlo Ferraro y Carolina Gasaly (LC/L.2788-P) N° de venta S.07.II.G.138 (US\$10.00), 2007.
179. El monitoreo de los resultados de políticas agrícolas rurales: deficiencias de las estadísticas tradicionales, nuevas herramientas y su aplicación en el Municipio de Carapeguá, Paraguay, retirada

- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: [publications@cepal.org](mailto:publications@cepal.org).

Nombre: ..... Actividad: ..... Dirección: ..... Código postal, ciudad, país: ..... Tel.: ..... Fax: ..... E.mail: .....
---