

La ineficiencia de la Salmonicultura en Chile: Aspectos sociales, económicos y ambientales

Editores: Marcel Claude y Jorge Oporto
Investigadores: Marcel Claude, Jorge Oporto, Ciro Ibáñez, Lila
Brieva, Consuelo Espinosa y Marcela Arqueros

No existen hoy bases sólidas para fundar un desarrollo sustentable en la industria acuícola del país. Esta es la conclusión principal que se extrae de la investigación realizada por Fundación Terram y otros investigadores sobre la actividad acuícola nacional, cuya característica principal es haber incorporado el análisis de niveles de equidad social, económica y ambiental. Tal como está planteada, la industria del salmón “resulta inaceptable, ya que implica que todos los chilenos deberemos asumir sus costos ambientales y aceptar que la Brecha Ambiental se expande cada día más, como también que el aumento de la productividad no se vea reflejada en los salarios de los trabajadores”, sentencian los investigadores.

En el plano económico, a pesar del espectacular crecimiento de la producción de salmonídeos que ha experimentado Chile, los salarios de los trabajadores no han crecido al mismo ritmo que la productividad, por lo que el mayor volumen de ganancias ha terminado abultando la rentabilidad de las empresas. En cuanto a la Brecha Ambiental - diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde-, el trabajo muestra que ésta tiende a aumentar en el tiempo y que, en relación al PIB, ha aumentado al doble entre 1990 y 1996.

En el plano ambiental, la investigación destaca que, debido a la salmonicultura, cuatro de cinco lagos de Chiloé utilizados para su desarrollo se encuentran gravemente contaminados. Igualmente, alerta sobre la tendencia creciente que registra el volumen de importaciones de ovas, lo cual eleva el riesgo de introducción y transmisión de enfermedades.

El trabajo pone en manifiesto el peligro para la ictiofauna local que representan millones de salmones escapados de sus jaulas; y advierte que los sistemas de protección de tales balsas jaula causa una gran mortalidad en aves y mamíferos marinos, área en la cual persisten las conductas ilegales para la eliminación de lobos marinos.

En sus conclusiones, la investigación recuerda que los costos ambientales, producto de las emisiones de nutrientes al ambiente, no son asumidos por la industria acuícola, pero que en el futuro serán pagados por las propias empresas, por actividades económicas alternativas y por la sociedad en su conjunto. Concluye además que el acelerado crecimiento de esta industria se ha debido a la no internalización de costos ambientales, por lo que esta actividad se sustenta en una base, que de no ser corregida, implicará en el mediano plazo, el estancamiento y posterior reducción de la actividad, como también el deterioro, en muchos casos irreversible, del medio ambiente.

A juicio de los autores y colaboradores de este trabajo, la situación no es irreversible, siempre y cuando las empresas del salmón adopten una serie de recomendaciones, las cuales pueden clasificarse en recomendaciones ambientales y económicas. Entre las ambientales, se exhorta a utilizar sistemas cerrados de cultivos, que sean impermeables entre las balsas jaula y los cuerpos de agua que las contienen; incursionar en el desarrollo integrado de sistemas de producción para reciclar los residuos generados; reducir las importaciones de ovas, para disminuir el riesgo de introducción de enfermedades; preferir métodos preventivos antes que tratamientos en el combate de las enfermedades; monitorear sistemáticamente los centros de cultivos; desarrollar actividades que

favorezcan el intercambio de nuevas técnicas preventivas; desarrollar acciones de monitoreo ambiental; crear un seguro ambiental; prohibir el uso de redes u otros elementos que causen mortalidad en aves y mamíferos marinos y hacer efectiva la prohibición del uso de armas de fuego y de cualquier elemento que cause mortalidad dirigida o accidental de la vida silvestre.

Entre las recomendaciones económicas se incluye conciliar acuerdos para que los incrementos en la productividad tenga también como contrapartida un incremento en los salarios reales, a fin de inducir una mejor repartición de los ingresos generados en esta actividad; y crear un impuesto especial que permita capturar y cobrar a las industrias el uso gratuito del patrimonio natural, así como también, que permita imputar a esta actividad los costos externos negativos que generan, e inducir un nivel de actividad sustentable.

Santiago, Julio del 2000

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| Capítulo 1 | 8 |
| SALMONICULTURA – VEINTE AÑOS DE HISTORIA | 8 |
| Capítulo 2 | 12 |
| LOS IMPACTOS EN EL AMBIENTE | 12 |
| 2.1. Tipología de impactos | 13 |
| 2.2. Impactos por alimentación de salmones en cautiverio | 14 |
| 2.3. Impactos del escape del salmón cultivado | 15 |
| 2.4. Uso de biocidas y antibióticos. | 16 |
| 2.5. Uso de inmunoestimulantes | 19 |
| 2.6. Importación de ovas | 20 |
| 2.7. Introducción de enfermedades | 21 |
| 2.8. Descarga de desechos sólidos y líquidos | 23 |
| 2.9. Mortalidad de aves y mamíferos marinos | 24 |
| 2.10. Transformación del paisaje | 25 |
| 2.11. Uso y disponibilidad del borde costero | 26 |
| 2.12. Estándares de calidad ambiental | 27 |
| Capítulo 3 | 30 |
| LOS IMPACTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS | 30 |
| 3.1. Impactos económicos | 31 |
| 3.1.1. Chile y la Producción Mundial de Salmonídeos | 31 |
| 3.1.2. Exportaciones: Precios y Volúmenes Comercializados | 32 |
| 3.1.3. Demanda de Insumos Alimenticios | 34 |
| 3.1.4. Productos Exportados | 35 |
| 3.1.5. Mercados de Destino de las exportaciones | 36 |
| 3.2. Impacto en otros sectores económicos: turismo y pesca artesanal | 37 |
| 3.2.1. Turismo | 37 |
| 3.2.2. Pesca Artesanal | 38 |
| 3.3. Impactos sociales | 39 |
| 3.3.1. Distribución del Ingreso 1990-1995 | 39 |
| 3.3.2. Salarios y Productividad | 41 |
| 3.4. Trastorno sociocultural de las comunidades locales | 43 |

| | |
|--|-----------|
| Capítulo 4 | 45 |
| NUEVOS CONCEPTOS: EL PIB "VERDE" Y LA BRECHA AMBIENTAL | 45 |
| 4.1. La contabilidad de recursos naturales y ambientales. Aspectos conceptuales | 45 |
| 4.1.1. Breve Descripción del Sistema de Cuentas Nacionales | 45 |
| 4.1.2. Críticas al SCN | 46 |
| 4.2. Estimación del PIB Verde y de los Costos de Mitigación en la Industria del Salmón en la Región de Los Lagos de Chile | 47 |
| 4.2.1. Emisiones y Costo de Mitigación | 47 |
| 4.2.2. PIB Verde y Brecha Ambiental | 49 |
| Capítulo 5 | 52 |
| DOCE RECOMENDACIONES PARA NUEVAS POLITICAS | 52 |
| 5.1. Conclusiones | 52 |
| 5.2. Recomendaciones | 55 |
| ANEXO 1: TABLAS | 57 |
| ANEXO 2: ASPECTOS METODOLÓGICOS | 62 |
| Impactos Económicos | 62 |
| Impactos Sociales | 62 |
| Estimación del PIB "Verde" en la IA | 64 |
| BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 67 |

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta un examen exhaustivo de la Industria Acuícola de salmonídeos en Chile, y su particularidad es incorporar por primera vez en un análisis de este tipo el concepto de equidad como resultado de estudios específicos sobre los impactos económicos, sociales y ambientales de la actividad. Estos impactos se encuentran identificados y evaluados según la información cuantitativa existente.

El enfoque asumido en el texto no es homogéneo, lo que no debería llamar la atención, toda vez que no existe un modelo analítico formal que permita desarrollar, bajo un único prisma, los temas aquí tratados. Sin embargo, la metodología usada se enmarca dentro de los criterios de la *Teoría del Desarrollo Sustentable*, término que, si bien no tiene una interpretación única, dada su flexibilidad, nos permite abordar el conjunto de ámbitos que aquí se exponen. El *Desarrollo Sustentable* es un enfoque que trata de conjugar los aspectos del crecimiento económico, la equidad y el uso sustentable de los recursos, entendiendo que el crecimiento económico no puede ser infinito dado que la base de recursos en la cual se sustenta es finita (Daly y Cobb, 1993).

La investigación aborda aspectos económicos convencionales como exportaciones, divisas, producto y salarios; y aspectos ambientales como contaminación, introducción de enfermedades exóticas, mortalidad de fauna local, etcétera. Con la incorporación de un análisis de equidad, esperamos introducir una nueva perspectiva a estos debates, ya que no existe a la fecha otro similar.

Este trabajo se divide en cinco capítulos. El primero de ellos proporciona los antecedentes generales de la industria acuícola nacional.

El segundo analiza la actividad acuícola desde el punto de vista ambiental. Los impactos son considerados de acuerdo a una tipología de estándares ambientales internacionalmente aceptada. En este capítulo se exponen resultados de mediciones de calidad ambiental en lagos de las provincias de Llanquihue y Chiloé y se describen algunos indicadores de importación de ovas y uso de antibióticos. Se analiza también el impacto de los salmones escapados sobre la fauna local, la introducción de nuevas enfermedades exóticas, la mortalidad de aves y mamíferos marinos, la descarga de desechos sólidos y líquidos y los impactos específicos en el borde costero, entre otros.

El tercer capítulo analiza la industria en términos de los impactos económicos y sociales que ha generado. En los impactos económicos se considera la importancia de la salmonicultura chilena en la industria mundial, y se revisan sus volúmenes de exportación, precios, tipos de producto y mercados. Posteriormente se evalúa el impacto de esta industria en otros sectores económicos como el Turismo y la Pesca Artesanal. Dentro de los impactos sociales se analiza la evolución de la distribución funcional del ingreso, y se compara la evolución de los salarios y de la productividad.

El cuarto capítulo resume el enfoque tradicional de Cuentas Nacionales, y trabaja sobre los conceptos de Producto Interno Bruto (PIB) Verde y Brecha Ambiental. Respecto del Sistema de Cuentas Nacionales, se lo examina como el resumen sintético de las actividades económicas de un territorio, se muestra su estructura y se describen las críticas de que es objeto por parte de especialistas. Posteriormente, se estima el PIB Verde para el sector acuícola nacional, el cual es el mismo indicador de la actividad económica tradicional pero ajustado por variables ambientales. Finalmente en este capítulo se presenta la evolución de los costos de mitigación de la contaminación generada por esta industria y la Brecha Ambiental producida por la misma.

El quinto capítulo entrega en primera instancia las conclusiones obtenidas del estudio y posteriormente las recomendaciones para orientar a la industria del salmón bajo criterios sustentables en el tiempo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este documento. En particular a quienes han preferido mantenerse en el anonimato por estar estrechamente vinculadas a la industria del salmón y a los lugareños de las localidades de Tenaún, Chonchi, Isla Lemuy, Quemchi y Calbuco, principalmente. Agradecemos en especial al Dr. Ricardo Enríquez, del Instituto de Ictiopatología de la Universidad Austral de Chile; al Dr. Marcelo Acevedo, de la empresa veterinaria Biosalmo Ltda.; al Dr. Víctor Alvarado, de la empresa Salmovet Ltda.; a la Dra. Doris Soto, de la Facultad de Pesquerías de la Universidad Austral de Chile; a Marcela Gallegos y Ricardo Torrijos, profesionales del Servicio Nacional de Pesca, y a la Fundación Weeden de Estados Unidos.

Capítulo 1

SALMONICULTURA – VEINTE AÑOS DE HISTORIA

Aunque la introducción de salmonídeos en Chile data de comienzos del siglo XX, sólo a partir de la década de los '80 y, especialmente después de 1990, la Industria Acuícola (IA) nacional ha logrado un vertiginoso crecimiento que la sitúa hoy entre las principales del mundo en volúmenes de producción, pero también en impactos no sustentables.

El desarrollo de la acuicultura se justificó por la necesidad de disminuir la presión sobre los recursos pesqueros, los cuales estaban siendo seriamente sobre explotados por el incremento en la demanda del recurso para el consumo humano. Sin embargo, el desarrollo naciente de esta actividad económica no solamente estuvo lejos de reducir las capturas de especies nativas, sino que muy por el contrario, estas capturas se han incrementado inclusive para producir alimentos para la misma acuicultura (Naylor *et al.*, 2000), generando adicionalmente problemas serios de contaminación y profundizando los problemas de equidad entre los agentes participantes de la actividad.

Los orígenes de esta actividad se remontan a principios del siglo pasado. En 1905 se realizó la primera introducción de salmonídeos en Chile con la llegada de ovas procedentes de Europa a la localidad de Río Blanco, ubicada a más de 200 kilómetros al norte de Santiago. Ese año se obtuvo la primera eclosión exitosa de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y se dio inicio a la introducción de truchas en diferentes cursos de agua de la zona central y sur de Chile. Posteriormente, en 1914 se creó la segunda piscicultura en la localidad de Lautaro (650 kilómetros al sur de Santiago), que tuvo como objetivo introducir diferentes especies de salmonídeos entre los 30° y 42° de latitud sur. En 1946, en dicha piscicultura se desarrollaron las primeras ovas de salmón del Atlántico (*Salmo salar*), y de la trucha café (*Salmo trutta*). Los ejemplares provenientes de esta piscicultura constituyeron la base de la introducción de especies salmoníneas en los ríos y lagos del sur de Chile y de la Patagonia.

En 1952 se construyó la tercera piscicultura nacional, en la localidad de Polcura, Provincia de Ñuble, con la finalidad de producir ovas y alevines de trucha arcoiris y café para el repoblamiento de la zona central de Chile. En 1973 se inauguró la piscicultura de Pullinque, cerca del Lago Panguipulli (Décima Región de los Lagos), la cual se convirtió en el establecimiento más grande y moderno del país en esa época, y tuvo como objetivo masificar el repoblamiento con truchas en el sur de Chile. Simultáneamente, se realizaron varios intentos por introducir otras especies de salmoníneas (salmón chinook, salmón rojo y salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*)), con ovas provenientes de un programa de cooperación con el Cuerpo de Paz de Estados Unidos, pero esos esfuerzos no fueron exitosos.

En 1969 se iniciaron los primeros intentos para introducir el salmón keta como especie silvestre, a través de un convenio intergubernamental entre Chile y Japón, cuyo objetivo era

desarrollar una pesquería en la zona sur austral de Chile. A pesar de que los resultados no fueron los esperados, el proyecto permitió contar con la asistencia técnica de expertos nipones y sirvió para preparar a un importante contingente chileno en diferentes técnicas de cultivos, patologías y alimentación, lo que contribuyó a preparar el camino para el desarrollo de la salmonicultura nacional. Durante la década del 70 la empresa privada incursiona en el cultivo de salmonídeos, utilizando como método el sistema de cultivo en confinamiento, lo que implica la existencia de una barrera impermeable entre el salmón y las aguas circundantes del océano o lago en que se desarrolla.

A principios de esa década se iniciaron los ensayos de cultivo intensivo de trucha arcoiris en el sector de El Arrayán, cerca de Santiago. Posteriormente, en 1975, se instaló una piscicultura comercial en Río Pescado, en la desembocadura del Lago Llanquihue (Décima Región), generándose las primeras exportaciones de salmonídeos chilenos. En 1979 la empresa japonesa Nichiro Chile y la chilena Mares Australes iniciaron el cultivo confinado en balsas jaula de salmón del Pacífico, en las localidades de Chinquihue y Huito respectivamente (Décima Región).

La década del 80 marca el inicio del desarrollo propiamente industrial del salmón en Chile, con la multiplicación de centros de cultivos en la Décima Región. Entre 1981 y 1984, organismos gubernamentales realizaron estudios para determinar la viabilidad económica y la factibilidad técnica del cultivo confinado de especies salmonídeas, lo que dio inicio a un proceso de adaptación de las técnicas utilizadas en Estados Unidos y en países escandinavos.

Al comienzo la trucha fue la principal especie de cultivo, pero paulatinamente fue reemplazada por el salmón del Pacífico y, posteriormente, por el salmón del Atlántico (Anexo 1, Tabla A). El rápido crecimiento industrial se aprecia al comparar las cifras de producción que, a principios de los años 80 llegaban a 80 toneladas, en 1984 sumaban 500 toneladas, en 1988 eran 5.500 toneladas, y en 1997 llegaban a 247.970 toneladas¹.

En orden de importancia productiva, hoy se cultivan en Chile tres especies de salmonídeas: salmón del Atlántico, salmón del Pacífico y trucha arcoiris. De las 247.970 toneladas de salmonídeos cosechados en 1997, el salmón del Atlántico constituyó el 39%, el salmón del Pacífico el 30% y la trucha arcoiris el 31% (Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, 1998).

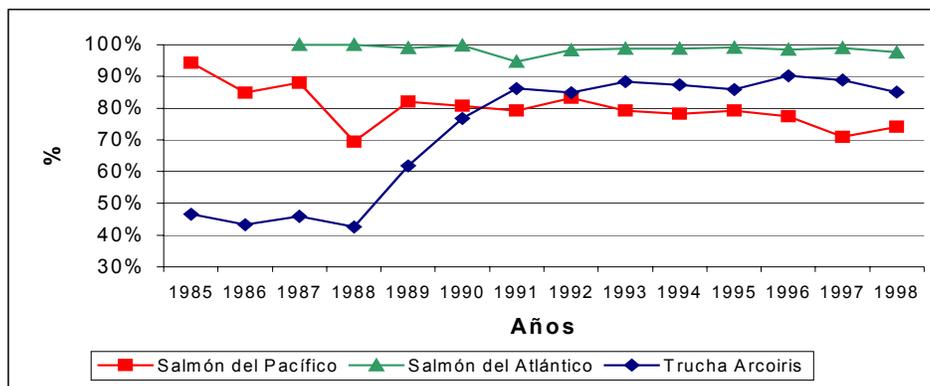
La producción de salmonídeos (salmón del Atlántico, del Pacífico y trucha) en la Décima Región representaba entre el 40 y 100 por ciento de la producción nacional durante el período 1985-1998. En el caso del salmón del Atlántico, tal como se aprecia en el Gráfico 1, la producción regional representaba casi el 100% de la producción nacional durante el mismo período de análisis. En cuanto al salmón del Pacífico la participación regional registra una disminución durante el mismo período, pero sin embargo ésta no deja de ser importante al mantener todavía una participación del 70% de la producción nacional. Por otro lado, la producción de trucha arcoiris en la Décima Región ha crecido notoriamente

¹ Este dato incluye las especies de salmón del Pacífico, del Atlántico, rey, turbot, trucha arcoiris y café.

desde 1988 por lo que su representación en la producción nacional aumentó de un 43 al 90% (Anexo 1, Tabla A).

Gráfico 1: Participación de la cosecha de salmonídeos de la Décima Región en la cosecha nacional, 1985-1998.

(%)



Fuente: Anexo 1, Tabla A.
Elaboración: Fundación Terram

Actualmente en el país existen cerca de 90 empresas salmoneras que disponen de más de 400 centros de cultivos de agua de mar y cerca de 185 pisciculturas de agua dulce, que cubren alrededor de 4.700 hectáreas (Compendio de Acuicultura de Chile, 1998). Por otro lado, de los 823 centros de acuicultura que registra el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) a nivel nacional en 1998, 81% se encuentran ubicados en la Décima Región, y de éstos, el 40% son centros de cultivo de peces (lo que incluye la producción de salmonídeos). Los centros de acuicultura a nivel nacional han crecido en un promedio de 17 por año entre 1993-1998, de los cuales 14 lo han hecho en la Décima Región (Anexo 1, Tabla B).

Los centros de cultivo dan trabajo a cerca de 23.000 personas, 15.000 en empleos directos y 8.000 en empleos indirectos. A ello debe agregarse un sector informal, que no figura en las cifras oficiales, constituido por unas 200 pisciculturas artesanales de agua dulce y centros de cultivos de salmonídeos de agua de mar que se encuentran operando clandestinamente o con autorizaciones provisorias.

Desde 1992 se han producido dos cambios tecnológicos de importancia en los centros de cultivo. En primera instancia, la construcción de balsas jaula de madera fue sustituida por la compra de balsas jaula de plástico. Posteriormente, se automatizó la alimentación manual de los peces en cautiverio, lo que en conjunto puede estar provocando la contratación de menos del 40% de trabajadores en la IA.

Desde el punto de vista económico, se aprecia la importancia que adquiere el sector pesca dentro del PIB de la Décima Región, y en éste último, la importancia del PIB de los centros de cultivo. Así, el sector pesca aumenta su participación en el PIB Regional en un 6,6% durante el primer quinquenio de la década del 80, y sube hasta 11,5% en el mismo período de la década posterior. El PIB del Subsector de los centros de cultivo en la Décima Región

representa más del 90% del PIB de este Subsector a nivel nacional (Centro Interamericano para el Desarrollo de Ecosistemas Sustentables, ICSED, 1998). Por otro lado, se registran aumentos de importancia en el sector de servicios financieros, en los servicios de electricidad, gas y agua, y en transporte y comunicaciones. En cambio, disminuyen su importancia relativa, el sector agropecuario-silvícola, los servicios personales, la propiedad en viviendas y la administración pública.

Los cambios estructurales en la economía regional durante la última década, son resultado del modelo de desarrollo impuesto en el país. El aumento en importancia del sector pesca ligado al crecimiento de las exportaciones, y a la disminución del sector de administración pública y del sector agrícola, constituyen una tendencia nacional e internacional. Asimismo, el crecimiento en importancia del sector servicios financieros, comunicaciones y transporte y de servicios de electricidad, gas y agua, es consistente con una economía regional crecientemente ligada a los mercados externos y a las tendencias demográficas en cuanto al aumento de población en general y a la población urbana en particular.

El PIB de la Región, valorado en moneda constante de 1986, se ha duplicado en una década, creciendo a una tasa media anual de 9,6%. Así también las exportaciones regionales en el período 1991-1997 aumentan 2,5 veces mientras que las exportaciones nacionales lo hacen sólo 1,9 veces durante el mismo período. La importancia de las exportaciones regionales respecto a las nacionales aumenta de 3,8% en 1991 a 5,2% en 1997 (Anexo 1, Tabla C).

Este mayor dinamismo repercute en la fuerza de trabajo regional, que crece de 363 mil personas en 1994 a 385 mil en 1997, y los ocupados, de 349 mil suben a 373 mil en igual período, lo que equivale a un ritmo de crecimiento de la fuerza laboral entre 1994 y 1997 de 6,5% y 7,1%, respectivamente. En el país, en tanto, las mismas tasas registran valores de crecimiento de apenas 2,3% y 5% respectivamente, para el mismo período de tiempo (Anexo 1, Tabla D).

Capítulo 2

LOS IMPACTOS EN EL AMBIENTE

Severos impactos físicos, químicos, biológicos y paisajísticos está provocando la IA en el sur del país. Los estándares ambientales están siendo permanentemente transgredidos, en especial en los lagos de la Provincia de Chiloé que, según investigaciones que se documentan en este trabajo, se encuentran en avanzado estado de deterioro. A las altas concentraciones de elementos químicos se suma una elevada cantidad de antibióticos aplicados a los salmones como dietas para combatir enfermedades, sin el suficiente conocimiento de su real impacto. Un factor que aumenta la amenaza de contagio de enfermedades foráneas es el incremento de la importación de ovas y la utilización de subproductos del salmón como insumo alimenticio para otros animales. Hasta ahora se ha detectado el traspaso de al menos una enfermedad exótica a una especie local, poniendo en riesgo a la fauna nativa del archipiélago de Aysén y Chiloé. Dicho traspaso se debió a la fuga de cuatro millones de salmones desde balsas jaula entre 1993 y 1996.

Otro serio impacto ambiental es el causado por los desechos que genera la actividad. Sólo un 12% de las acuiculturas instaladas tratan sus aguas de descarga (aguas de sangre), mientras que los residuos sólidos se acumulan en el fondo de las jaulas y pueden ser removidos al mar, causando disminución del oxígeno en las aguas e inclusive disminución de la biodiversidad. Adicionalmente, el alimento no consumido y no asimilado por los salmones en cautiverio genera contaminación en forma de sedimentos y fecas respectivamente. Los sedimentos son de carácter anóxico y sulfurado lo que deteriora la calidad del agua, acelerando el proceso de eutroficación en las mismas. Finalmente, alimentar salmones para su producción se ha convertido en un problema de seguridad alimentaria mundial ya que por cada kilo de salmón producido se requiere entre 2,5 y 5 kilos de pescado como alimento.

Por otro lado, aunque Chile tiene 30 mil kilómetros de costas, carece de una política global del uso del borde costero que armonice su aprovechamiento por los distintos usuarios. Los planes de la Subsecretaría de Pesca en este ámbito están orientados sólo a regular los recursos hidrobiológicos, lo que causa un conflicto de intereses entre la industria del salmón, el turismo y el cabotaje. Los impactos de la IA en la zona costera son la alteración de la calidad de cuerpos de agua, alteración en ecosistemas, en sus hábitats y en la estructura de sus comunidades. Finalmente, estudios, investigaciones y encuestas han corroborado que los principales problemas de la zona costera son el deterioro de la calidad del agua, las amenazas a la biodiversidad y los conflictos de intereses que se generan entre los distintos usuarios.

2.1. Tipología de impactos

Los principales impactos que genera la IA son de carácter físico, químico, biológico y paisajístico. Estos impactos están ligados al proceso de producción de los salmones en cautiverio.

Los impactos que se analizan en este trabajo son los negativos, ya que son estos los que interesa mitigar o eliminar de la actividad acuícola. Los impactos negativos de la actividad se pueden clasificar en físicos, químicos, biológicos y paisajísticos. Una tipología de estos impactos y sus consecuencias potenciales se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Tipología de impactos ambientales de la actividad acuícola.

| TIPO DE IMPACTO | EFEECTO | CAUSAS |
|--------------------------------|--|---|
| Físico Químico Biológico | <ul style="list-style-type: none"> • Eutroficación de columnas de agua. • Modificación de la productividad primaria y en el zooplancton. • Cambios en sedimentos y comunidades de fondo. • Transmisión de enfermedades a fauna silvestre y potencialmente al ser humano. | <p>Emisión de nutrientes como son el fósforo (P) y el nitrógeno (N), los cuales son vertidos al ambiente vía alimento para los peces que no es digerido y por las fecas. Lo anterior tiene impactos en la productividad primaria y cambia la composición de sedimentos en los fondos.</p> <p>La transmisión de enfermedades se produce por tres vías: escapes de salmonídeos de sus jaulas produciendo mezclas con especies nativas; uso de antibióticos en los centros de cultivo y la introducción de especies exóticas importadas de otros países.</p> |
| Estéticos | <ul style="list-style-type: none"> • Cambios paisajísticos en zonas costeras marinas y lagos | <p>El auge de la industria ha significado la ocupación de importantes zonas costeras con balsas jaula para el cultivo de salmonídeos que han tendido a disminuir el atractivo del entorno. La faena productiva de esta industria implica tráfico de camiones, muerte de especies nativas, residuos de agua sangre, instalaciones estéticamente inapropiadas, cambio en la transparencia de las aguas, todo lo cual es abiertamente una desvalorización estética del paisaje.</p> |

Fuente: Weber, 1997; Soto, 1996; Valdés *et al.* 1995 y López y Buschmann 1991.

La generación de este tipo de impactos está ligada al proceso de producción de salmones en cautiverio. En efecto, la cría de salmones en cautiverio implica la instalación de balsas jaula que producen una ruptura con el paisaje original. Por otro lado, este proceso de producción supone un considerable grado de estrés para los peces motivado por la alta densidad de

éstos en un espacio limitado, y por la presencia del hombre en labores propias de un centro de cultivo. Lo anterior en conjunto hace cambiar en forma importante los mecanismos fisiológicos del pez, haciéndolo más vulnerable a las enfermedades. La minimización del estrés se realiza mediante el uso de antibióticos los que son liberados al agua ejerciendo potenciales influencias negativas sobre el ecosistema acuático.

La alimentación de los salmones causa problemas de contaminación en el agua de las balsas jaula y de los cuerpos de agua que las contienen, aumentando la presencia de nutrientes en el agua. Por otro lado, el escape de salmonídeos desde los centros de cultivo, sumado a la ingesta de antibióticos, pueden provocar una transferencia masiva de fármacos a la población nativa con consecuencias inciertas (Valdés *et al.*, 1995). Adicionalmente, la ocupación de grandes extensiones de zonas costeras para el establecimiento de balsas jaula ha generado conflicto con los potenciales usuarios de estos territorios.

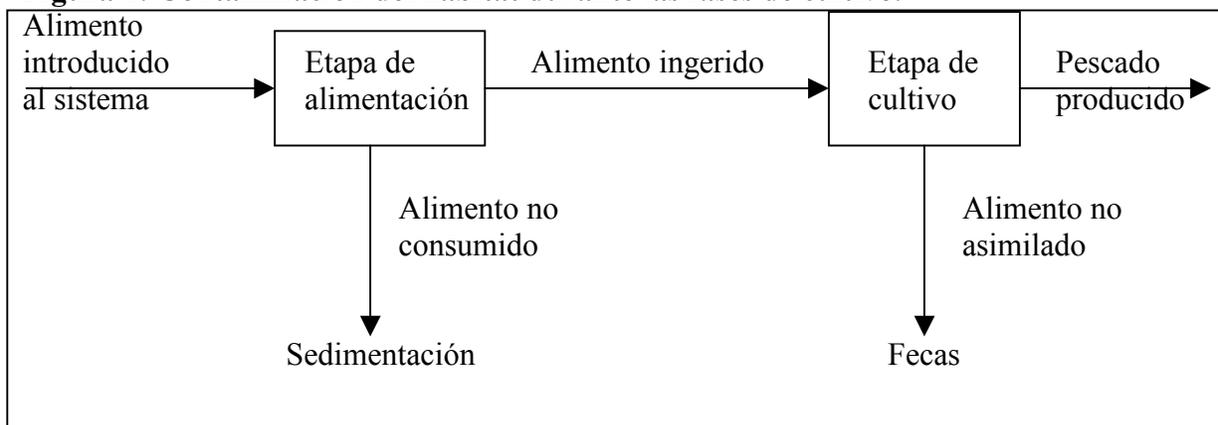
A continuación se analiza por separado los impactos descritos en los párrafos anteriores con el fin de ofrecer un mayor detalle de sus orígenes y consecuencias.

2.2. Impactos por alimentación de salmones en cautiverio

Alimentar salmones para su producción se ha convertido en un problema de seguridad alimentaria mundial ya que por cada kilo de salmón se requiere entre 2,5 y 5 kilos de pescado como alimento. El alimento no consumido y no asimilado por los peces en cautiverio genera contaminación en forma de sedimentos y fecas respectivamente. Los sedimentos son de carácter anóxico y sulfurado lo que deteriora la calidad del agua, acelerando el proceso de eutroficación en las mismas.

Durante la fase de cultivo, y tal como se ilustra en la Figura 1, la contaminación del hábitat se produce por dos causas que tienen que ver directamente con la alimentación de los salmones en cautiverio: primero, por el alimento residual no ingerido que alcanza el fondo del estanque en forma de sedimentos, y segundo por el alimento ingerido no asimilado que el pez desecha en forma de fecas que vuelve al hábitat como contaminación.

Figura 1: Contaminación del hábitat durante las fases de cultivo.



Fuente y elaboración: Programa de Investigaciones en Energía, PRIEN, 1996.

Los nutrientes en los alimentos de los peces exceden los requerimientos de los peces cultivados, y si bien normalmente los ambientes acuáticos pueden metabolizar estos residuos orgánicos y reciclar nutrientes con un aumento proporcional de la productividad biológica, como resultado se produce un agotamiento del oxígeno en el agua, un excesivo florecimiento de algas y una acumulación de sedimentos anóxicos y sulfurosos entre las balsas jaula o en el fondo de los estanques, los cuales son finalmente transportados a los ríos o mares que las contienen.

Ya sea producido por los nutrientes provenientes de los mismos cultivos o por otros recursos, el crecimiento de las algas puede dañar las operaciones de producción de salmón de diferentes maneras. Primero, el crecimiento de algas puede desoxigenar las aguas en las cuales respiran los salmones y otros animales, lo cual también puede ocurrir cuando las algas mueren y se descomponen. Segundo, algunas concentraciones de ciertos tipos de algas pueden producir una mucosidad que cubre las agallas de los salmones, lo cual causa infecciones, hemorragias en las agallas y sofocación entre los peces.

Por otro lado, los salmones son peces carnívoros, y como tales, su alimentación genera serios problemas éticos. Éstos giran en torno al uso de peces como alimento, aún cuando éstos podrían contribuir más a la seguridad alimentaria mundial si fueran consumidos directamente por los humanos. Datos de la FAO en 1992 señalan que 5,1 millones de toneladas de pescados fueron usadas como alimento para el cultivo de 1,9 millones de toneladas de salmón, truchas, camarones marinos y otras especies. Así, cada kilo de productos carnívoros requiere entre 2,5 y 5 kilos de pescados como alimento (Naylor *et al.*, 2000). En 1995, se utilizó aproximadamente un 15% de pescados como alimento para la producción mundial de peces y se espera que para el año 2000 esta cifra aumente a un 20%.

Si bien en este estudio no se analiza la eficiencia relativa de la alimentación de los peces en cautiverio, la creciente IA no puede seguir contando con un stock infinito de peces nativos para su alimentación, ya que muchos de estos recursos ya están siendo sobre explotados en la actualidad y su biomasa se ha visto seriamente reducida.

2.3. Impactos del escape del salmón cultivado

Existen cuatro millones de salmones que han escapado de sus jaulas en los centros de cultivo y que ahora habitan en los mares australes. Estos salmones generan un fuerte impacto sobre la fauna local ya que se compite por alimento común y espacio; alteran la solidez genética y producen enfermedades en los salmones silvestres. Se trata de una situación de extremo peligro para la fauna nativa de Chiloé y Aysén.

El salmón que escapa de los estanques amenaza a las especies nativas porque compite por alimento y por lugares para vivir. Además es un potencial portador de enfermedades y si se reproduce con especies nativas puede dañar la solidez genética ya que los genes que son aceptables para sobrevivir en la granja diluyen a los genes que han sido desarrollados para explotar y sobrevivir en condiciones naturales.

De acuerdo a estimaciones realizadas por Moreno *et al.* (1997), los escapes de salmones desde los estanques al medio ambiente, entre 1993 y 1996, suman alrededor de cuatro millones de ejemplares, distribuidos principalmente en tres especies: trucha arcoiris, salmón coho y salmón del Atlántico.

Si bien estos autores determinan que la población de salmones escapados para el año 2000 no superará los 30.000 individuos, la estimación no considera el potencial reproductivo ni la capacidad de adaptación al nuevo ambiente de cada una de estas especies. Considerando esto, es posible suponer que una porción de los cuatro millones de ejemplares escapados podrían haberse aclimatado y reproducido en los numerosos ríos de la norpatagonia chilena.

Por otro lado, Jara *et al.* (1997), citan evidencia empírica de un patrón de abundancia inverso entre salmonídeos escapados de balsas jaula y la fauna nativa en el mar interior de Chiloé -en aquellos lugares investigados donde abundaban los salmones, se observaba una menor presencia de especies nativas y viceversa-. Este hecho podría explicarse por la competencia de alimento y de espacios para vivir que se genera entre los dos grupos de peces, así como por el hecho que los salmones se alimentan de especies bentónicas y pelágicas.

Adicionalmente, los salmones en cautiverio son constantemente tratados con antibióticos para protegerlos de enfermedades, por lo que el escape de salmones pueden provocar una transferencia masiva de fármacos a la población nativa con consecuencias inciertas.

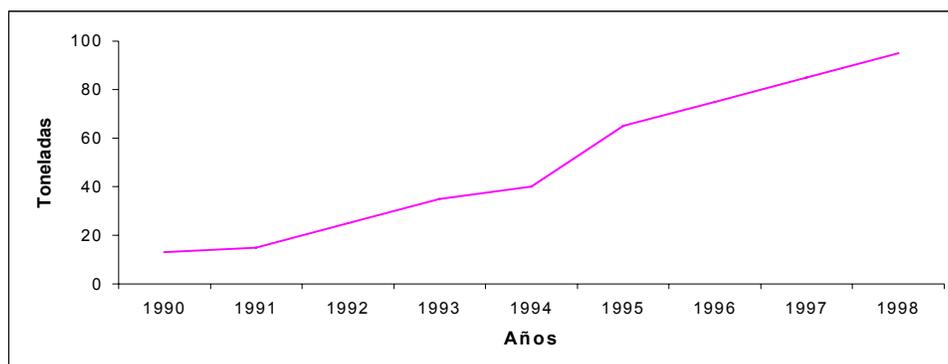
Si consideramos estos antecedentes y tratamos de incorporar esta información en relación al tamaño poblacional que se tiene de los salmones escapados, podríamos estar ante una situación de extremo peligro para la fauna nativa del archipiélago de Chiloé y Aysén.

2.4. Uso de biocidas y antibióticos.

Desde sus inicios, la industria salmonera nacional ha registrado un aumento sostenido del uso de antibióticos para prevenir enfermedades. En comparación con Noruega, los niveles de uso son notablemente superiores. Existe un serio problema por la administración de estos antibióticos ya que no solo llega a los peces enfermos sino que también a los sanos, creando resistencia a futuros medicamentos para atacar las enfermedades cotidianas. Se requieren mayores investigaciones respecto a los efectos de las dietas medicadas para generalizar su uso. Por otro lado, la utilización de subproductos del salmón como insumos alimenticios de otros animales constituye una vía potencial para la transmisión de enfermedades.

Prácticamente desde sus inicios, la salmonicultura chilena ha utilizado diferentes biocidas y antibióticos con el fin de eliminar o reducir la aparición de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias, entre otras. En 1990 la industria salmonera utilizó alrededor de 13 toneladas de antibióticos (como droga pura total), en 1995 aumentó a 65 toneladas, las que subieron a cerca de 100 en 1998 (Gráfico 2).

Gráfico 2. Consumo total de antibióticos entre 1990 y 1998.

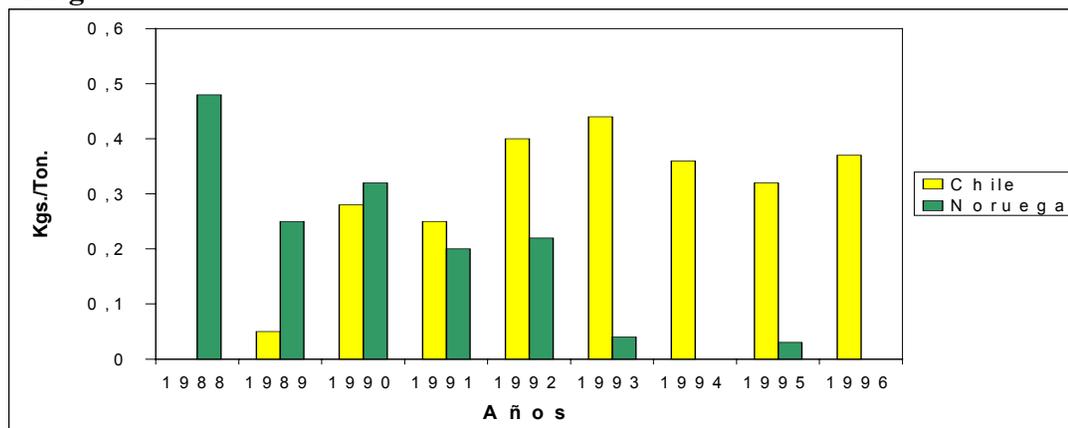


Fuente: Terra Australis

En Chile existe escasa información pública acerca de la cantidad de antibióticos que realmente se usa en la IA, sin embargo, si se compara el consumo de antibióticos registrado en centros especializados en la salmonicultura de Chile y Noruega², se concluye que la diferencia en la cantidad de antibióticos usados es significativa. En términos relativos en el año 1993 (único año comparable con la información disponible) Chile usó 75 veces más antibióticos por Kg de salmón producido que Noruega (Anexo 1, Tabla E). De lo anterior se desprende que Chile presenta una situación mucho más riesgosa que Noruega en relación a los impactos adversos al uso de antibióticos.

Actualmente, este uso se ha generalizado y ha pasado en alguna medida desde una utilización indirecta, a través de la masa de agua y los alimentos, a una administración directa (vacunas individuales). Al comparar la utilización de antibióticos en relación con la producción de salmones entre Chile y Noruega, se aprecia que en Chile aumenta el uso de antibióticos mientras que en Noruega éste disminuye (Gráfico 3).

Gráfico 3. Kilos de antibióticos por tonelada producida de salmón en Chile y Noruega.



Fuente: Terra Australis

² Noruega ha bajado sus niveles de uso de antibióticos notablemente, esto se debe al desarrollo de vacunas que se han incorporado al alimento (Weber, 1997).

Los principales biocidas y antibióticos utilizados por la IA son: oxitetraciclina, ácido oxolínico, flumequina, quinolona, cefquinona y enrofloxacino.

El tratamiento y control de las enfermedades en organismos acuáticos es muy diferente a los aplicados en animales terrestres, ya que los primeros están en contacto directo con los microorganismos capaces de provocarles patologías y se encuentran rodeados por el mismo medio en el que los microbios se desarrollan y en el que son transportados. Por lo tanto, es difícil prevenir la propagación de enfermedades en los centros de cultivo acuáticos, ya que todos los factores que tienen una incidencia sobre la calidad del agua, tendrán un impacto en el crecimiento y sobrevivencia de los microorganismos productores de enfermedades, lo que a su vez afectará negativamente a las especies de cultivo y a su capacidad para resistir a ser infectadas.

El nivel de antibióticos que se suministra a los peces varía según la especie y etapa de crecimiento, y en nuestro país, pese a su uso, no se ha podido controlar la mortalidad de los peces en cautiverio por enfermedades. Las principales enfermedades que afectan a los salmones en Chile son la bacteriana del riñón (BKD) y la *Rickettsia*. Esta última es la que provoca la mayor cantidad de pérdidas, y para su control se destina el 80% de los antibióticos. Aunque todavía no se ha desarrollado una vacuna contra ella, se la trata con antibióticos (ácido oxolínico y flumequina) y con tetraciclinas (oxitetraciclina).

Adicionalmente, el suministro de medicamentos a los salmones no se restringe a los ejemplares enfermos, sino que el tratamiento se incorpora a todo el ecosistema acuático. Esto conlleva a la generación de especímenes microbianos resistentes a los antibióticos dentro del ecosistema total, lo cual implica la necesidad de utilizar medicamentos nuevos y más potentes para atacar a organismos más resistentes.

Para evitar la propagación de los antibióticos en el ecosistema acuático, se suele usar alimentos medicados, y si bien en Chile el uso de antibióticos en los alimentos es una realidad reconocida por la industria nacional de alimentos, su uso se hace sin tener el suficiente conocimiento de su real impacto. Aunque en Chile no se registran los niveles de enfermedades que hay en Noruega, se podrían aplicar otras medidas antes de usar antibióticos, como por ejemplo, alimentar mejor a los peces, no generar estrés y estimular el sistema inmunológico. Sin embargo, son los productores de peces los responsables de elegir lo que el mercado coloca a su disposición, y, en la mayoría de los casos, los dueños de los centros de cultivo optan por medicar el alimento y solicitarlo a los fabricantes.

Las dietas medicadas representan un gran desafío para las industrias de alimentos para salmones y cada una opta por diferentes acciones sobre la tecnología a utilizar. Sin embargo, éstas deben resguardar no sólo la calidad del medicamento utilizado, sino además asegurar la total inexistencia de riesgos de contaminación cruzada, ya que es probable que queden residuos de medicamentos en la línea de producción y de esta manera contaminar un alimento destinado a un plantel de peces que no requería de tratamiento. Por esta razón, se recomienda establecer líneas independientes para aplicar dietas medicadas.

Un ejemplo de lo anterior lo constituye la industria Trouw Chile, que separó la línea de alimentos medicados en una línea de producción independiente hace dos años. Esta industria ofrece la dieta “Respons”, que estimula el sistema inmunológico y disminuye la tasa de mortalidad. Los ingredientes de esta dieta (glucanos, altos niveles de vitamina C, premix vitamínico especial y una dieta extruída de alta energía) previenen las enfermedades infecciosas, estimulan el sistema inmunológico y permiten la reducción del consumo de antibióticos. Esta dieta se ha usado con éxito en el centro productor Mares Australes, donde se redujo el uso de antibióticos así como los costos económicos asociados. Sin embargo, otras opiniones critican el uso de glucanos (ingrediente principal de la dieta Respons), ya que estimulan el sistema inmunológico no específico, generando incertidumbre sobre su verdadera capacidad para prevenir enfermedades. Debido a esta inseguridad, los productores nacionales de salmón continúan utilizando las dietas ya conocidas por ellos, lo que pone en evidencia la necesidad de profundizar las investigaciones en el tema.

Otro de los peligros existentes derivado del uso de antibióticos en alimentos es que, productos como la harina y el aceite de salmón se ofrecen como insumos a la industria de alimento para peces³. El principal riesgo es la posibilidad de reciclar enfermedades, como las de origen bacteriano, que podrían generar un impacto similar a lo ocurrido con la enfermedad de las “vacas locas” en el Reino Unido.

2.5. Uso de inmunoestimulantes

Los inmunoestimulantes son sustancias químicas, drogas, estresantes o acciones activadoras tanto del sistema inmune como del sistema inespecífico o macrofágico, por lo tanto no generan memoria y su acción es de corta duración. Se pueden aplicar por sí solos para activar mecanismos de defensa no específicos o pueden administrarse con una vacuna para además aumentar una respuesta inmune específica.

El interés por el uso de estimulantes en los centros de cultivo comenzó hace varios años, pero las expectativas iniciales fueron sobredimensionadas ya que muchos productores pensaron que podrían reemplazar a vacunas y antibióticos. A pesar de esto, se ha seguido trabajando en este tema buscando desarrollar mejores productos que sean capaces de integrarse en el ciclo de cultivo de los peces y servir como una barrera defensiva contra los patógenos. Entre las empresas involucradas en el desarrollo de estimulantes (unas en etapa de comercialización y otras en investigación y desarrollo) están Nutreco, Aquaculture, Bayer y Veterquímica.

Los inmunoestimulantes no reemplazan a las vacunas, no son antibióticos ni agentes curativos, sino que sirven para la prevención de las enfermedades de los peces, por lo que se debe cambiar la mentalidad con respecto a su utilización en los centros de cultivo. Sin embargo, es importante conocer que no son 100% efectivos ya que en algunos peces la respuesta será mejor que en otros. Por esta razón, los inmunoestimulantes son sólo una de las herramientas que llevan a un buen estado sanitario de los peces.

³ Estos son subproductos de la acuicultura y se han desarrollado con el fin de aprovechar los residuos que esta industria genera.

El control de las enfermedades en los centros de cultivo deberá concentrarse primero en la toma de medidas preventivas en relación con la calidad del agua, la tecnología y las técnicas de reproducción, así como en la eliminación de los factores que hacen posibles las enfermedades de los peces (composición del alimento, alimentación con desechos, contaminación, altas densidades de peces, lugares inadecuados, insuficiente higiene y condiciones microbianas del agua). El riesgo de enfermedades se puede reducir aún más con el empleo de alimentos mejorados, mediante una mayor resistencia a las enfermedades al hacer selección en los cruces para reproducción, en un manejo ecológico y mediante el empleo de estimulantes y vacunas (aunque éstas en la práctica son difíciles de desarrollar).

2.6. Importación de ovas

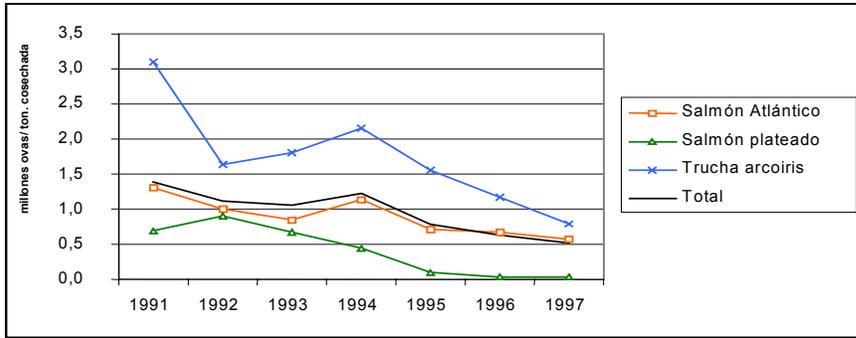
Aunque ha decrecido la proporción de ovas importadas con respecto a la producción total de salmónes, el riesgo de enfermedades continúa siendo importante por el incremento, en números absolutos, de la importación de ovas en los últimos años, y por el aumento en la producción en sí de los cultivos.

Desde la llegada de las primera ovas a nuestro país, se han introducido varias enfermedades exóticas que afectan principalmente a las especies salmonídeas y que eventualmente pueden traspasarse a la ictiofauna local. Al importar ovas se introducen especies ajenas a nuestros hábitats, con resistencia a cierto tipo de enfermedades y debilidad ante otras. Inclusive, por falta de control sanitario estas ovas han portado bacterias y virus que al enfrentarse con un ambiente diferente al originario pueden multiplicarse con rapidez.

Se ha procurado, por lo tanto, incentivar la producción nacional de ovas, y según se ilustra en el Gráfico 4, se puede evidenciar que la cantidad de ovas importadas ha disminuido en relación al volumen de las cosechas para distintas especies de salmonídeas. Esto puede usarse como un indicador aproximado del riesgo de introducción de enfermedades⁴. Se evidencia por lo tanto una tendencia a la baja de este indicador para el caso de la trucha arcoiris (a partir de 1994) y del salmón plateado o del Pacífico (a partir de 1992). En este último caso, se infiere que existe una significativa producción nacional de ovas.

Gráfico 4. Ovas importadas por tonelada cosechada, 1990-1997.
(millones de ovas)

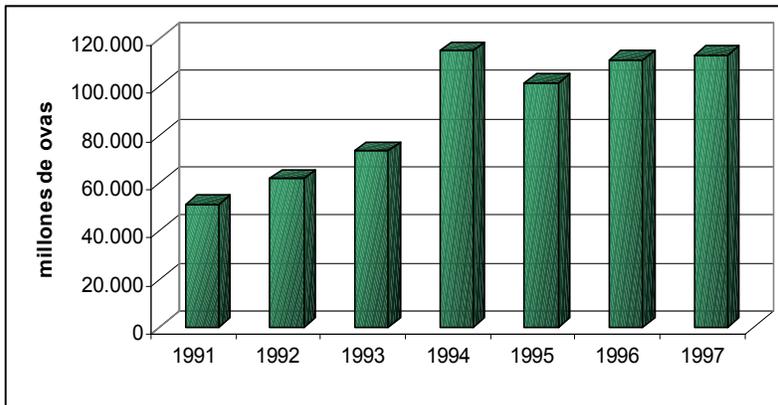
⁴ Un catastro de las enfermedades que revisten mayor riesgo para la salmonicultura chilena se puede consultar en el Anexo 1, Tabla F.



Fuente: Compendio de Acuicultura 1999 y Anuarios de Pesca de SERNAPESCA.
Elaboración: Terra Australis.

Lo señalado en el párrafo anterior permitiría inferir un menor riesgo de enfermedades originadas por la importación de ovas. Sin embargo, lo más relevante a la hora de evaluar el riesgo de introducción de enfermedades, es la cantidad en términos absolutos de ovas importadas. Desde este punto de vista, el riesgo ha aumentado a tasas decrecientes, tal como se aprecia en el Gráfico 5.

Gráfico 5. Importación de ovas, 1991-1997.
(millones de ovas)



Fuente: Compendio de Acuicultura 1999.
Elaboración: Terra Australis.

2.7. Introducción de enfermedades

Pese a que existen pocas investigaciones respecto a la introducción de enfermedades exóticas, al menos se ha detectado el traspaso de una enfermedad desde los salmones hacia una especie de la ictiofauna local.

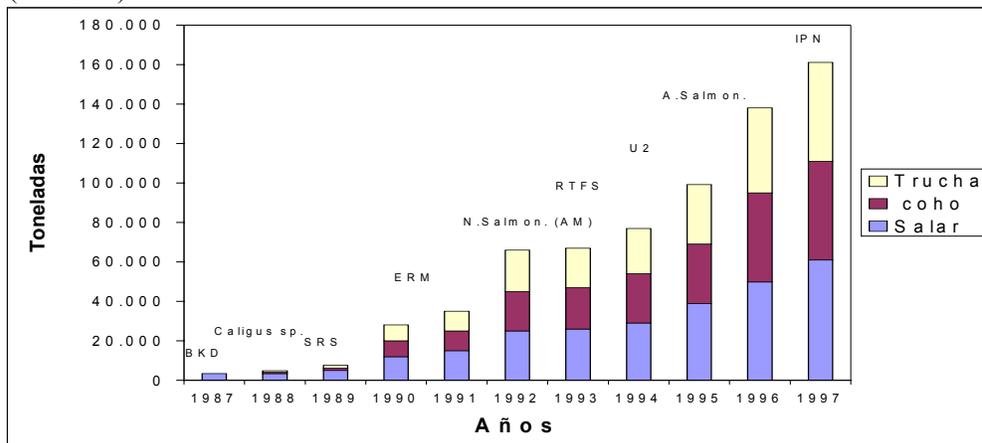
En la actualidad se reconoce la introducción de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias no solo a través de la importación de ovas, sino también a través de la introducción directa de especies de salmonídeas ajenas a nuestros hábitats. De éstas, las enfermedades bacterianas aparecen como las más ofensivas a los salmonídeos y eventualmente a la ictiofauna nativa.

Las enfermedades más comunes que se diagnostican son: BKD, flavobacteriosis visceral (RTFS), flavobacteriosis externa, enfermedad entérica de la boca roja (ERM), piscirickettsiosis (SRS), anemia marina (nucleospora salmonis) y vibriosis.

El aumento del número de especies infectadas por enfermedades puede evidenciarse en el Gráfico 6, el cual muestra que a medida que aumenta el nivel de producción de salmónes, han aparecido nuevas enfermedades que afectan a un número cada vez mayor de ejemplares, dejando en evidencia que en nuestro país existe una relación directa entre el nivel de producción de salmonídeos y el de enfermedades registradas en sus especies.

Así por ejemplo, en 1987, mientras el nivel de producción de salmón salar no superaba las 20.000 toneladas, la única enfermedad existente era el BKD, sin embargo, en 1993, cuando el nivel de producción había superado las 60.000 toneladas (entre trucha, salmón coho y salar), las enfermedades registradas aumentaron en cuatro (Caligus SP, SRS, ERM y N Salmón (AM)). De la misma manera, en 1997 el nivel de producción había crecido en 8 veces y el número de enfermedades en nueve.

Gráfico 6. Aparición de enfermedades según incremento en el volumen de producción entre 1987 y 1997.
(toneladas)



Fuente: Terra Australis.

Sin embargo, debido a la carencia de información sobre enfermedades que afecta a peces nativos, resulta difícil señalar si estas enfermedades podrían haber estado presentes en la ictiofauna local antes de la introducción de los salmonídeos. Considerando el carácter aislado de la Décima Región, lo más probable es que esto no sea así.

Según Enríquez *et al.* (1998), se ha logrado aislar un organismo rickettsial denominado “U2” desde una especie nativa, el puye (*Galaxias maculatus*), que es una especie emparentada con los salmonídeos. Este hallazgo estaría confirmando el traspaso de enfermedades exóticas, introducidas a través de los salmonídeos a la ictiofauna local, ya que en años anteriores esta enfermedad fue identificada en el salmón del Atlántico.

El conocimiento acerca del impacto que estas enfermedades exóticas podría generar en la ictiofauna local es escaso, aunque es un hecho que la fauna nativa se encuentra desprotegida ante nuevas enfermedades y corre un alto riesgo de adquirirlas.

2.8. Descarga de desechos sólidos y líquidos

Sólo el 12% de los centros acuícolas tratan el agua de descarga de las faenas, lo que implica que las aguas de sangre que se generan de este proceso llegan al ambiente sin tratamiento. Los residuos sólidos se acumulan en el fondo de las jaulas o pueden ser arrastrados al mar causando una disminución del oxígeno en las aguas e inclusive una disminución de la biodiversidad.

La presencia de desperdicios en cualquier sistema productivo representa una ineficiencia en el uso de los recursos. En el caso de la IA, la generación de estos residuos es de gran preocupación porque afecta directamente al recurso agua, insumo importante para otros procesos productivos y elemento base para la vida.

Ante las nuevas exigencias normativas, y dada la creciente presión y preocupación social respecto al efecto de estos desechos en el ecosistema, en la actualidad se utilizan los desperdicios de la IA para generar subproductos, tales como el aceite y la harina de salmón. Sin embargo, los desechos no reutilizados que se acumulan en las jaulas, afectan la calidad de las áreas inmediatas a los centros de cultivo. Dependiendo de qué tan fuertes sean las mareas en estas áreas, los desperdicios pueden permanecer debajo de las jaulas o ser removidos hasta 150 metros. Los desperdicios pueden acumularse en el fondo del mar o de los lagos, bajando los niveles de oxígeno, y permitiendo la formación de gases tóxicos durante su descomposición, lo cual puede sofocar a otros animales. En algunos casos esto ha ocasionado cambios dramáticos en las comunidades de animales que viven debajo de las jaulas, incluyendo la reducción de la diversidad de especies (Weber, 1997).

Los residuos líquidos se generan en la faena de los salmones, ya que en el proceso se elimina agua con sangre junto con otros desperdicios propios de esta actividad. Estos residuos deberían tratarse en plantas dispuestas en las mismas faenadoras, sin embargo, sólo el 12% de los centros acuícolas instalados en el país opera con sus propias plantas de tratamiento de aguas de descarga (Aqua Noticias, 1998). Empresas como Pacific Sur, Cultivos Marinos Chiloé, Patagonia Salmon Farming, Salmónes Antártica, entre otras, cuentan con una planta de tratamiento de aguas. Algunas plantas están desarrollando el proyecto para presentarlo en la Superintendencia de Servicios Sanitarios para su aprobación, mientras que otras esperan pasivamente que la empresa de servicios sanitarios de la Décima Región, ESSAL, implemente su propia planta de tratamiento para negociar un acuerdo con ella directamente (La Nación, 1999).

De hecho, la normativa vigente en nuestro país permite a las empresas sanitarias que poseen plantas de tratamiento de aguas servidas, tratar aguas de descarga industrial depositadas en las redes de alcantarillado. El problema es que aquellas industrias que

descargan sus residuos en cuerpos de agua están esperando la norma definitiva para emprender alguna acción al respecto en sus propias plantas, situación que puede ser fácilmente postergable porque la nueva normativa establecerá plazos de entre 5 y 10 años para que las industrias regularicen esta situación.

2.9. Mortalidad de aves y mamíferos marinos

El ataque de animales predadores que ocasionan pérdidas por 21 millones de dólares anuales a la IA, ha llevado a la matanza, con métodos crueles e ilegales, de más de cinco mil ejemplares de lobos marinos en la década del 80 y comienzos de los 90.

Las aves y mamíferos marinos costeros siempre han sido elementos activos del paisaje sureño, destacándose una gran variedad de aves marinas, principalmente gaviotas, gaviotines, fardelas, cormoranes, patos, y pingüinos, entre otros. Los mamíferos marinos, aunque en menor diversidad, han ocupado un lugar importante y, a pesar de que no existen estimaciones sobre su densidad poblacional antes de la instalación de los centros de cultivo, siempre se los ha considerado abundantes en las aguas del Archipiélago de Chiloé y Los Chonos. En este último grupo se encuentran especies endémicas, como el delfín chileno (*Cephalorhynchus eutropia*), y la nutria de río (*Lutra provocax*), y especies de amplia distribución como las orcas, la ballena franca, el lobo fino sudamericano y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Desde la instalación de las primeras balsas jaula se produjo un conflicto entre los centros de cultivo de salmonídeos, por una parte, y las aves y mamíferos marinos, por otra, particularmente con el lobo marino común, debido a que estos animales atacaban las jaulas para proveerse de alimento. Esta situación se mantuvo en reserva por la industria del salmón, así como por las autoridades correspondientes por más de diez años.

Como resultado de este conflicto, se aconsejó la utilización de diversos métodos para proteger a los salmones del ataque de estos animales. Las industrias implementaron redes de protección y redes antilobos. Las primeras se ubican entre uno a dos metros sobre la superficie, cerrando la boca de la balsa jaula, y las segundas, en el agua alrededor de la balsa jaula y, en algunos casos, por debajo de ésta. La utilización de las redes antilobos ocasiona la muerte por inmersión de lobos marinos.

En la práctica sin embargo, todavía se utilizan métodos crueles e ilegales de eliminación de lobos marinos, como son la matanza de ejemplares en sus lugares de descanso o en colonias reproductivas con el uso de armas de fuego; la muerte a palos de ejemplares que son capturados en los centros de cultivos de salmonídeos; la ingesta obligada de carburo (muerte por meteorismo) y el descuartizamiento de ejemplares, los que son amarrados en las cercanías de las balsas jaula como “escarmiento” para aquellos ejemplares que merodean por los alrededores (Oporto *et al.*, 1991).

Estas prácticas tuvieron su más fuerte expresión entre la década de los ochenta y mediados de los noventa y provocaron la muerte de 5.000 a 6.000 ejemplares de lobo marino común, un número no determinado de delfines chilenos, de delfines australes (*Lagenorhynchus australis*), y ocasionalmente de ballenas Minke (*Balaenoptera acutorostrata*).

La industria ha justificado sus métodos alegando que los lobos marinos producen un gran daño económico a sus actividades productivas, y han solicitado a las autoridades correspondientes los permisos necesarios para matar a estos animales, los que en determinadas ocasiones, han sido otorgados. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estas actividades de eliminación de lobos marinos se realizan en forma clandestina y fuera del marco legal.

Según un estudio realizado por Brunetti *et al.* (1998), los ataques de lobos marinos producirían pérdidas cercanas a los 21 millones de dólares anuales a la industria del salmón, lo que representa el 3% de las ventas, considerando el pago de seguros, compra y mantenimiento de redes, contratación de guardias, y la mortalidad y escape de salmones durante los ataques de lobos marinos.

2.10. Transformación del paisaje

La instalación de balsas jaula sí ha deteriorado el paisaje, a diferencia de lo que opinan los personeros de la IA, poniendo en riesgo inclusive el desarrollo de otras actividades económicas, especialmente porque la instalación de las balsas jaula implica el deterioro en la calidad de las aguas.

La instalación de balsas jaula en las zonas costeras del sur de Chile se ha incorporado como un nuevo elemento al paisaje, lo que ha contribuido a cambiar la imagen histórica de estos lugares, en especial del Archipiélago de Chiloé. Según los personeros de la industria del salmón, esto ha sido un aporte al paisaje y al turismo ya que han producido la atracción de más visitantes. Sin embargo, esta versión -claramente intensional- habría que respaldarla de manera técnica, documentada e imparcial, dado que una opinión contraria es regularmente manifestada por lugareños y turistas, quienes consideran la presencia de balsas jaula como una contaminación visual, debido a la transformación profunda del paisaje que representan. Si bien esto último tampoco está documentado, este rechazo es tan obvio como el que se manifiesta ante cualquier otro tipo de contaminación que altere el estilo de vida y el paisaje original de sitios afectados por severos impactos ambientales.

Por otro lado, los lugareños, que tradicionalmente desarrollaban una mezcla entre pequeña agricultura y pesca artesanal, han visto coartada su actividad extractiva de recursos marinos costeros, por el otorgamiento de concesiones acuícolas que han disminuido la superficie de la zona costera apta para las faenas pesqueras.

Hasta la fecha no existe ningún estudio o antecedente que dimensione, cuantifique y relacione el efecto de las balsas jaula sobre el paisaje y sobre el turismo, probablemente porque el desarrollo de este último sector está sujeto a múltiples factores, especialmente

económicos (tipo de cambio, situación económica general del país, situación de países vecinos, etcétera), y no solamente ambientales.

2.11. Uso y disponibilidad del borde costero

Los principales problemas de la zona costera son la calidad del agua, las amenazas a la biodiversidad y los conflictos de intereses que se generan entre los distintos usuarios. Los impactos de la IA en la zona costera son la alteración de la calidad de cuerpos de agua, alteración de ecosistemas, de sus hábitats y de la estructura de sus comunidades.

El territorio chileno posee alrededor de 3.000 Km de costa de norte a sur, y sumando las islas del archipiélago patagónico, supera los 30.000 Km de línea costera. El borde costero o zona costera se define como la franja del territorio que comprende los terrenos de playas fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, los que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional y de la Subsecretaría de Marina. Este espacio territorial es requerido para variados usos por los diferentes entes y actividades que se desarrollan en el país, y es además un espacio vital para el desarrollo social, económico, histórico y cultural chileno.

El espacio limitado del borde costero está influenciado tanto por los procesos naturales como por los procesos antrópicos que ocurren; así, los efectos antrópicos sobre los ecosistemas provenientes de las distintas actividades del desarrollo producen alteraciones que en algunos casos pueden ser irreversibles. Los daños que suelen ocasionarse en el borde costero pueden, incluso, llegar a comprometer el desarrollo económico y social de toda una región si no se considera el factor ambiental en la utilización de los recursos naturales.

Chile en su zona costera presenta una singular realidad demográfica. Posee concentraciones poblacionales en el centro del país y poblaciones costeras en los dos extremos. De tal manera que en la Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Región por el norte y en la Décima, Undécima y Duodécima por el sur, casi el 100% de la población es costera. Más de la mitad de la población nacional (alrededor de siete millones de personas) viven en la costa, pero de este porcentaje, la mayoría se concentra en los extremos del país.

Debido al sistema de libre mercado que opera en el país, el uso de los recursos costeros sólo ha sido regulado en base a cuotas de extracción y captura de especies hidrobiológicas de acuerdo a sus propias características y densidades poblacionales. Sin embargo, el uso del borde costero y de sus recursos no ha sido considerado desde un punto de vista integral.

Existe una preocupación creciente de la comunidad en relación con la utilización de la zona costera. De hecho, en el último tiempo esta preocupación se ha traducido en una serie de trabajos e investigaciones, así como en el desarrollo de encuestas para determinar cuales serían los asuntos más urgentes que afectan el uso del borde costero.

Las investigaciones coinciden en que el primer problema de la zona costera, y el más urgente de solucionar, tiene que ver con la calidad del agua, lo que en otras palabras significa reconocer las áreas afectadas por la contaminación; el segundo se refiere a las amenazas a la biodiversidad y, el tercero, a la multiplicación de conflictos que se generan entre distintos usuarios, en particular, la Industria del Transporte Marítimo, la Industria del Turismo y la Industria de la Acuicultura, incluida la salmonicultura.

En relación con la IA, las investigaciones ambientales han identificado que los principales impactos que causa la salmonicultura en el borde costero chileno son:

- Alteración de la calidad de los cuerpos de agua, causada básicamente por la alimentación de los salmones:
 - Eutroficación
 - Aumento de materia orgánica
 - Consumo de oxígeno
 - Aumento del CO₂
 - Aumento de nitrógeno y fósforo
 - Emisión de compuestos bioactivos
- Alteraciones tróficas y de hábitats en los ecosistemas, y alteraciones de la estructura de las comunidades, causadas por el escape de salmones, por enfermedades y por la importación de ovas.
- Transformación del paisaje, causado por la instalación misma de las jaulas.

El Estado de Chile, a través de la Subsecretaría de Pesca, está desarrollando un plan para el uso de la zona costera mediante la determinación de zonas aptas para la acuicultura, uso exclusivo de la pesca artesanal, áreas de manejo, etcétera. Sin embargo, estas medidas están orientadas hacia el uso de recursos hidrobiológicos que existen en el litoral costero y no tienen una visión integral sobre el uso del borde costero. Esta situación se ha traducido en conflictos de intereses entre distintas actividades productivas que usufructúan del borde costero, como por ejemplo, la industria del salmón, el turismo y el cabotaje. Recientemente, en la localidad de Puerto Montt se produjo un conflicto entre algunas industrias salmoneras de la zona y la posible instalación de un puerto en sus cercanías. Esta situación refleja la carencia de una plan de manejo integral del borde costero, el que está siendo utilizado en base a la demanda existente por distintos sectores.

Por ello es necesario implementar una política ambiental a través de un plan multisectorial, que armonice el uso del borde costero entre los distintos usuarios. Todo esto sobre la base del desarrollo sustentable y de una estrategia de investigación científica y tecnológica orientada a la conservación del capital natural y de los diferentes ecosistemas biológicos, debido al carácter fundamental que tienen para el desarrollo de la sociedad humana presente y futura.

2.12. Estándares de calidad ambiental

De acuerdo a estándares ambientales de calidad del agua, se pudo determinar que cinco de ocho lagos examinados en la Décima Región presentan altos niveles de degradación

ambiental. Los más contaminados pertenecen a la Provincia de Chiloé, y la IA podría ser la principal causante de esta situación.

La eutroficación, modificación de la productividad primaria y del zooplancton, cambios en los sedimentos y en las comunidades del fondo, transmisión de enfermedades a la fauna silvestre y potencialmente al ser humano, se expresan y sintetizan básicamente en la cuantificación de las emisiones de fósforo (P) y nitrógeno (N) generadas por la IA. Son estos compuestos los que afectan significativamente las aguas, impidiendo contar con una calidad adecuada para los distintos usos alternativos que de ellas se hace: beber, bañarse, pescar y hacer deportes acuáticos.

En la literatura existen parámetros que sirven para calificar el estado ambiental de zonas costeras, lagos y lagunas. La calificación de estos cuerpos de agua son tres: oligotrófico, mesotrófico y eutrófico. La categoría de oligotrófico significa, en términos corrientes que "..., sus aguas son cristalinas, con escasa producción de algas y bajas concentraciones de nutrientes, particularmente N y P". Por eutrófico se entiende cuerpos de agua que "...tienen alta productividad, aguas muy poco transparentes, usualmente de color café o verde oscuro, con muchas algas filamentosas en las orillas y, a menudo, desprenden mal olor" (Soto y Campos, 1996). La consecuencia de la eutroficación de los lagos son aguas de mala calidad, lo que afecta potencialmente a actividades económicas alternativas que requieren de agua de mejor calidad para su desarrollo. Mientras que el estado mesotrófico representa una situación intermedia entre las dos anteriormente expuestas.

En la Tabla 2 se presentan los estándares ambientales definidos en función de tres parámetros (fósforo, nitrógeno y clorofila) y las correspondientes calificaciones que el agua puede tener dependiendo del uso que se le quiera dar.

Tabla 2: Estándares ambientales: Clasificación general (internacional) tipificadora del estatus trófico o productivo de lagos y lagunas (APHA, 1981).

| | Fósforo total (µg/l)* | Nitrógeno (NO ₃ -N) (µg/l) | Clorofila (µg/l) | Calidad del agua para: | | | |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------|------------------------|---------|--------|--------------------|
| | | | | Beber | Bañarse | Pescar | Deportes acuáticos |
| Oligotrófico | 1-10 | 1-50 | 1-5 | B-MB | MB | B | MB |
| Mesotrófico | 11-30 | 60-200 | 6-10 | R-M | B | MB | MB |
| Eutrófico | > 30 | 200 | > 15 | MM | R-M | R-M | R |

Fuente: Soto y Campos, 1996.

(*) µg/l = microgramos por litro.

Nota: Clasificación de la calidad del agua: MB=muy bueno; B=bueno; R=regular; M=malo; MM=muy malo.

Por otro lado, en la Tabla 3 se presenta los resultados de un estudio de la calidad del agua de ocho lagos de la Décima Región en los que se practica la salmonicultura. Estos lagos son: Ranco (Provincia de Valdivia), Rupanco (Provincia de Osorno), Llanquihue (Provincia de Llanquihue) y Tepuhuico, Tarahuin, Cucao, Natri y Huillinco (todos en la Provincia de Chiloé).

Al comparar la norma ambiental con los niveles de contaminación presentes en estos lagos, se pudo apreciar que los cinco lagos de la Provincia de Chiloé tienen exceso de contaminantes, particularmente los lagos Cucao y Huillinco, cuyos niveles de nitrógeno

superan en 15 y 22 veces, respectivamente, el límite a partir del cual son considerados dentro del rango eutrófico. De acuerdo a los estudios consultados, la IA podría ser la principal causante de esta contaminación.

Tabla 3: Niveles de fósforo, nitrógeno y clorofila de lagos de la Décima Región.

($\mu\text{g/l}$)

| | Ranco | Rupanco | Llanquihue | Tepuhuico | Tarahuin | Cucao | Natri | Huillinco |
|-----------|-------|---------|------------|-----------|----------|---------|-------|-----------|
| Fósforo | 3,8 | 9,2 | 3 | 15,8 | 22,1 | 217,1 | 23,2 | 322,9 |
| Nitrógeno | 16 | 12 | 15 | s/i | 188,7 | 3.100,9 | 299,1 | 4.493,1 |
| Clorofila | s/i | s/i | s/i | 3,9 | s/i | s/i | s/i | s/i |

Fuente: Campos, 1997; Soto y Campos, 1996.

Nota: s/i: Sin información.

Respecto del lago Llanquihue, que concentra gran cantidad de centros de cultivo, llama la atención que no presente malos indicadores ambientales, lo que puede deberse a su gran tamaño y profundidad, lo que potenciaría su capacidad de absorción de elementos contaminantes. El aporte de fósforo que realiza la salmonicultura en el lugar, se estima en 12,8% del total de fósforo presente en el lago (Soto, 1993). En el lago Ranco sólo se presentarían signos de *eutrofización* en sus bordes (Soto y Campos, 1996). El principal aporte de fósforo en este lago proviene de afluentes naturales (erosión provocada por la deforestación de la cuenca) por lo que el aporte de los centros de cultivo no es tan representativo.

De lo anterior no se puede inferir directamente que la actividad de los centros de cultivos en los lagos Llanquihue y Ranco sea positiva, sino, simplemente que aún no hay impactos ambientales significativos en ellos. En otras palabras, de continuar la expansión de la IA en esa zona, es probable que los malos indicadores registrados en los lagos de Chiloé se repitan en los demás lagos de la región.

Capítulo 3

LOS IMPACTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

El vertiginoso aumento de la producción de salmonídeos en Chile parece haber contribuido significativamente al desarrollo de la Décima Región y del país. Sin embargo, esto no es así. En primer término, se ha prescindido aproximadamente del 40% de los trabajadores de los centros de cultivo debido a cambios tecnológicos. Por otro lado, los beneficios de la IA no han sido traspasados a los trabajadores y, por el contrario, la distribución funcional del ingreso es altamente regresiva, los empresarios no han respetado su “máxima” de ajustar los aumentos salariales a los incrementos de productividad, y se observa un notorio aumento de las utilidades no repartidas de los industriales.

La participación de los salarios y de los impuestos en el valor agregado⁵ de la IA indican que ésta ha realizado un aporte pobre y escaso al desarrollo de la región y del país. Ambos indicadores muestran una caída en los últimos años, contrario a lo que se observa con las ganancias de las empresas, las cuales aumentan durante el mismo período de análisis. Inclusive, se constata que los mayores ingresos que genera esta industria benefician menos a los trabajadores y al Estado, y que, entre los trabajadores, los más perjudicados son los menos capacitados.

La IA también ha producido una mayor presión sobre los recursos pesqueros y sobre el uso competitivo de éstos, lo que ha disminuido sistemáticamente las capturas artesanales, provocando un cambio estructural que se ve reflejado en una disminución de los trabajadores que antes se dedicaban libremente a esta actividad y que hoy trabajan como obreros en los centros de cultivo y empresas elaboradoras de salmonídeos. En Chiloé el impacto sociocultural ha sido especialmente notorio. Hombres tradicionalmente dedicados a la pesca, a la recolección de mariscos y algas y a la agricultura en pequeña escala, han emigrado y pasado de una categoría en la que eran dueños de su propia subsistencia, a una de dependencia de terceros para subsistir. Han vendido sus tierras, empobrecido a sus familias y adquirido hábitos no deseables, contribuyendo así a la pérdida de una cultura única en el país.

⁵ El Valor Agregado (VA) por definición es igual a la suma de las remuneraciones (salarios), los impuestos indirectos, el consumo de capital fijo y las ganancias brutas. Corresponde al total de ingresos que se generan en una actividad.

3.1. Impactos económicos

3.1.1. Chile y la Producción Mundial de Salmonídeos

El crecimiento en la producción de salmonídeos a nivel mundial se vio sustentado por la producción chilena. La creciente oferta de este producto generó una disminución de sus precios en los mercados internacionales.

La producción bruta nacional de salmonídeos (trucha arcoiris, salmón del Atlántico y del Pacífico) alcanzó en 1995 las 141.377 toneladas, cantidad que se incrementó al año siguiente a 199.085 toneladas y en 1997, a 247.970 toneladas.

La producción mundial de salmón del Atlántico aumentó en 487.538 toneladas durante el período 1987-1996. De este incremento, la producción chilena contribuyó con un 15,9%, lo que equivale a 77.286 toneladas, mientras que el resto del mundo contribuyó con el 84,1% restante, lo que equivale a 410.252 toneladas. La importancia del crecimiento de la producción chilena en la producción mundial se evidencia si se considera que en 1996, la primera fue 1.886 veces mayor que la producción de 1987, mientras que el mismo indicador para la producción de otros países fue de apenas 8,2 veces mayor.

La producción mundial de salmón del Pacífico durante el mismo período de análisis ilustra lo sucedido con la industria chilena. En efecto, la producción mundial de esta variedad aumentó en 59.732 toneladas, la producción chilena aumentó en 65.219 toneladas, mientras que la de otros países disminuyó en 5.487 toneladas. Por lo tanto, se evidencia que Chile respaldó el aumento de la producción mundial de esta variedad y sustituyó la disminución de otros países. Es más, la producción de otros países fue apenas 0,6 veces mayor en 1996 con respecto a 1987, mientras que la producción chilena fue 37,9 veces mayor.

Finalmente, la producción mundial de trucha arcoiris registró un incremento de 146.193 toneladas entre 1987-1996, de las cuales 53.484 corresponden a la producción chilena y 92.709 a la de otros países, representando un 36,6 y 63,4 por ciento del aumento total respectivamente. La producción de otros países en 1996 de esta variedad, fue tan solo 1,4 veces mayor a la registrada en 1987, mientras que la producción chilena aumentó 57,6 veces.

Por lo tanto, el crecimiento de la producción de salmonídeos en Chile ha contribuido significativamente al crecimiento de la industria mundial (Anexo 1, Tabla G). Esta mayor disponibilidad de salmonídeos, es responsable, en gran medida, de la caída de los precios de salmones y truchas en el mercado mundial.

Respecto de esta tendencia a la baja en los precios internacionales, Achurra (1995) plantea que se ha "debido a una sobreoferta originada en Noruega a partir de 1989". Sin embargo, las cifras que se presentan permiten matizar dicha aseveración en el sentido de que, si bien es cierto que Noruega aumentó considerablemente su producción (de acuerdo a los datos

que el autor ofrece), también lo hizo Chile, por lo que la sobreoferta ha sido producida fundamentalmente por ambos países.

3.1.2. Exportaciones: Precios y Volúmenes Comercializados

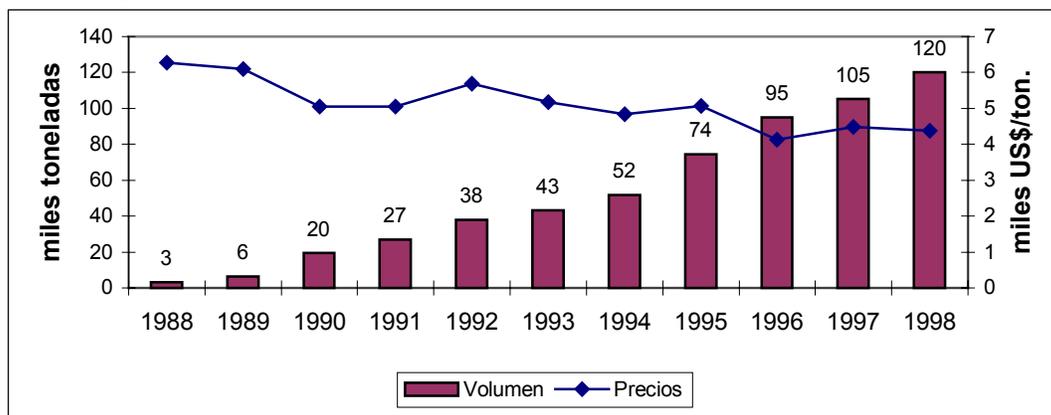
Las exportaciones chilenas de salmón y de trucha han aumentado entre los años 1988-1998 en un 2.584 y 9.300 por ciento respectivamente. Este crecimiento se ha sustentado en aumentos de la producción física de ambas especies en 3.752 y 6.226 por ciento respectivamente. Los precios por su parte muestran una clara tendencia a la baja en el caso del salmón (-30%), mientras que para el caso de la trucha la tendencia a la baja se verifica sólo a partir del segundo quinquenio de análisis. El auge exportador sigue siendo creciente pero a menor tasa.

Las exportaciones nacionales de salmón (medidas en millones de dólares) tienen un crecimiento explosivo y sistemático a partir de 1990. En 1998 las exportaciones fueron 6,1 veces mayores que en 1990 y 400 veces mayores que en 1985. Este crecimiento del 2.584% para la década 1988–1998 ha inducido a una disminución en el nivel de precios de un – 30%.

Por lo tanto, es claro que el aumento físico de las unidades exportadas fue lo que, por un lado, elevó este indicador macroeconómico, y por el otro, aumentó la oferta chilena del producto en el mercado mundial provocando una disminución en los precios (Gráfico 7). Así, durante el primer quinquenio, 1988-1993, las toneladas de salmón exportadas crecieron en 1.292%, mientras que para el segundo quinquenio, 1993-1998, el crecimiento fue de 177%, porcentaje muy inferior al del primer quinquenio, pero todavía significativo (Anexo 1, Tabla H).

Gráfico 7. Exportaciones chilenas de salmón: volumen y nivel de precios, 1988-1998.

(Toneladas y miles de US\$/ton.)

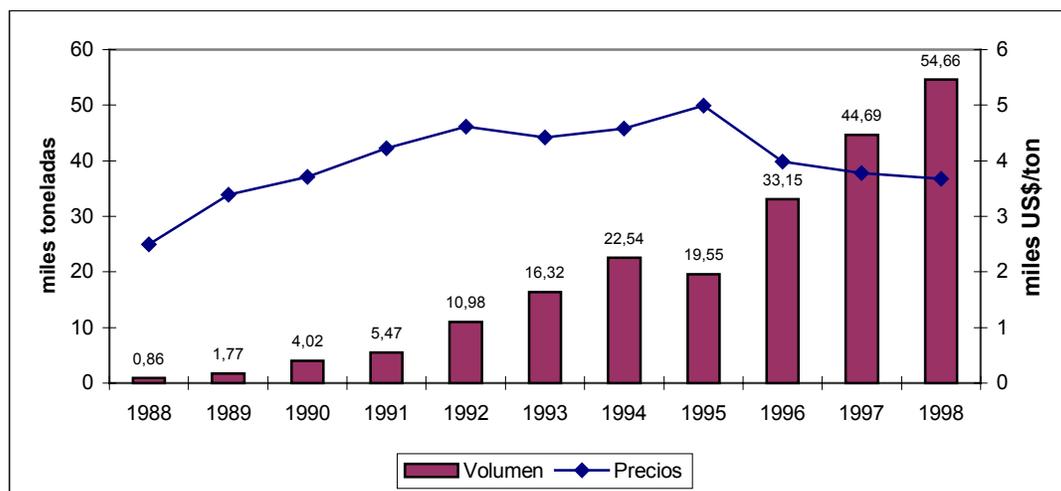


Fuente: Indicadores de Comercio Exterior, Banco Central de Chile.
Elaboración: Fundación Terram.

Las exportaciones de trucha registraron un aumento superior al caso del salmón, tanto en términos monetarios como en unidades físicas. De hecho, en 1998 se exportó 106 veces más que en 1985 alcanzando las 54.658 toneladas en 1998. El nivel de precios de este producto registró un aumento sostenido hasta 1992, tal como se puede apreciar en el Gráfico 8, año a partir del cual empezó a disminuir. No obstante, si se considera el quinquenio 1988-1993, se evidencia un crecimiento del nivel de precios en un 77%, mientras que para el quinquenio 1993-1998, se registra un decrecimiento en -14%, lo que afirma la tesis de la sobre oferta mundial en esta industria.

Gráfico 8. Exportaciones chilenas de trucha: volumen y nivel de precios, 1988-1998.

(Toneladas y miles de US\$/ton.)



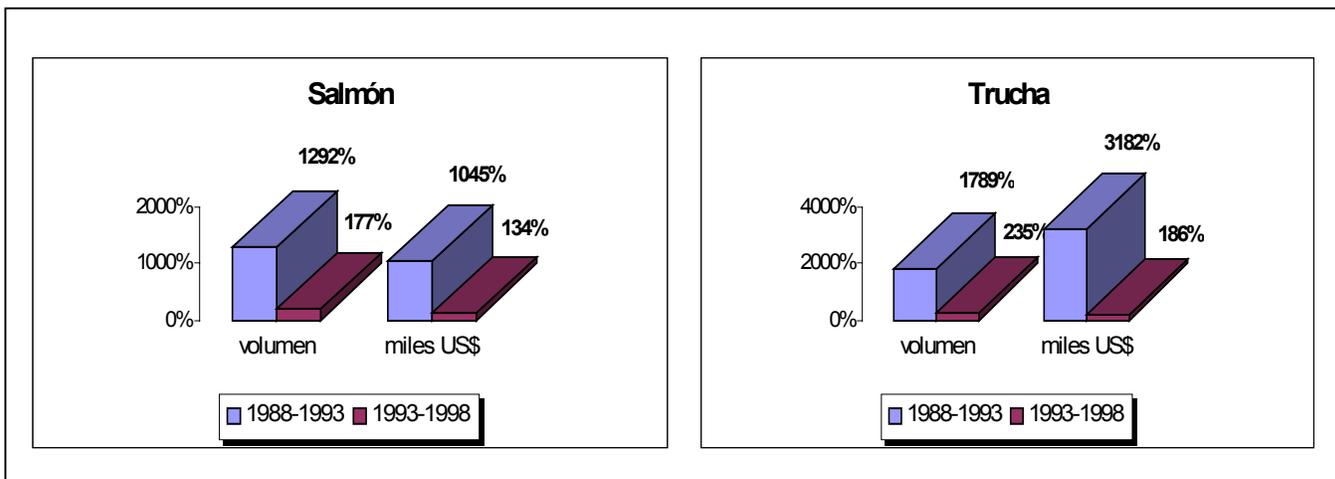
Fuente: Indicadores de Comercio Exterior, Banco Central de Chile.
Elaboración: Fundación Terram.

El incremento de las exportaciones de la trucha se sustentó, tanto en un crecimiento de los precios durante el primer quinquenio, como en un aumento físico de las unidades exportadas durante toda la década. Así, para el primer quinquenio analizado, la cantidad de truchas exportadas aumentó en 1.789%, y para el segundo quinquenio el incremento fue menor pero alcanzó un 235%. Esto significó un aumento del 6.226% para toda la década (Anexo 1, Tabla H).

Si se consideran las cifras globales para los dos quinquenios ya analizados, podemos concluir que el auge exportador continúa con su tendencia creciente, pero su crecimiento se ha desacelerado. En efecto, tal como se puede apreciar en el Gráfico 9, las exportaciones de salmón y trucha, tanto en términos monetarios como en físicos, muestran tasas de crecimiento en el quinquenio 1993-1998 bastante menores que las registradas en el quinquenio 1988-1993. La tasa de crecimiento de las exportaciones físicas de salmón (medidas en toneladas) para el primer quinquenio es 7 veces mayor a la del segundo quinquenio, mientras que el crecimiento de las exportaciones monetarias (medidas en dólares) es 8 veces mayor en el primero que en el segundo.

Para el caso de la trucha, el crecimiento de las exportaciones físicas del primer quinquenio es 7 veces mayor que la del segundo quinquenio, mientras que las exportaciones monetarias es 17 veces mayor.

Gráfico 9: Crecimiento de las exportaciones chilenas del salmón y trucha durante los quinquenios 1988-1993, y 1993-1998.



Fuente: Anexo 1, Tabla H.
Elaboración: Fundación Terram.

Como resultado de este comportamiento de las exportaciones, las divisas generadas han aumentado sistemáticamente entre 1994 y 1998, representando en este último año cerca doble de las registradas en 1994. Las exportaciones de salmón y truchas aumentaron de 353 millones de dólares en 1994 a 732 millones de dólares en 1998.

3.1.3. Demanda de Insumos Alimenticios

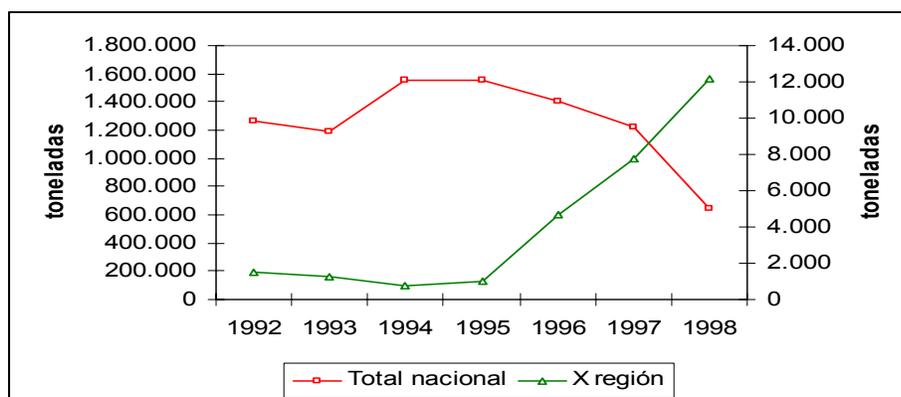
La producción de harina de pescado, materia prima para la industria salmonera, registra espectaculares crecimientos en los últimos años en la Décima Región. Esto ha provocado impactos no deseados de presión extra sobre los recursos pesqueros.

El cultivo de salmonídeos genera una importante demanda de alimento compuesto principalmente por harina de pescado, y se estima que a nivel mundial, un tercio de la harina de pescado se destina como insumo alimenticio de la industria acuícola (Naylor *et al.*, 2000). Chile es el segundo productor de este insumo en el mundo, lo que es particularmente importante para el desarrollo de la salmonicultura, dado que es una ventaja competitiva con la que no cuentan otros productores en el mundo.

Hasta 1995, la producción de harina en la Décima Región no era importante si se la comparaba con el total de la producción nacional. Sin embargo, a partir de ese año, la región aumenta sustancialmente su producción, mientras que en el resto del país ésta comienza a disminuir drásticamente (Gráfico 10).

Gráfico 10. Producción de harina de pescado, total nacional vs. Décima Región, 1992-1998.

(toneladas)



Fuente: Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, 1998.
Elaboración: Fundación Terram.

La creciente producción de harina de pescado a nivel regional, tanto para suplir la demanda de la IA, como la de los otros sectores económicos nacionales y extranjeros que utilizan este insumo alimenticio, genera efectos ambientales indirectos con evidentes alcances económicos. De hecho, en la medida que aumenta la producción de harina de pescado, es posible identificar al menos dos impactos no deseados: en primer lugar está la mayor presión ejercida sobre los recursos pesqueros usados como insumos para la producción de harina, lo que redundaría en una importante reducción del recurso, y en segundo lugar está la competencia que se genera por las capturas con otros agentes económicos como son los pescadores artesanales que han vivido históricamente de esta actividad, capturas que en los últimos años -como veremos más adelante- se han reducido considerablemente.

3.1.4. Productos Exportados

En los últimos años ha cambiado la composición de la canasta exportadora: aumentan los productos frescos y decaen los congelados. Esto puede deberse a un cambio en la demanda de los consumidores extranjeros.

La composición de la canasta exportadora por tipo de producto ha variado levemente entre 1994 y 1998. Así, mientras en 1994 los productos congelados representaban el 55,6% y los frescos el 44,4% de la canasta, en 1998 los congelados bajan a 49,4% y los frescos suben a 50,6%⁶. Las exportaciones de los productos frescos presentan un aumento sostenido, registrando una tasa de crecimiento de 131,5% durante estos 4 años y una tasa de variación promedio anual de 23,7%. Esto se sustenta en el aumento de las exportaciones de *filete*, las cuales aumentan en un 414,7% durante estos cuatro años, ya que, por el contrario, los salmones frescos *del Pacífico y del Atlántico* registran un decrecimiento de -13,4% para el mismo período de tiempo (Anexo 1, Tabla I).

⁶ Los productos congelados y frescos que se mencionan están conformados por salmón del Pacífico, del Atlántico y filete.

Los productos congelados presentan crecimientos menores a los registrados por los productos frescos, alcanzando un crecimiento de 81,2% durante estos cuatro años y, al igual que en el caso de estos últimos, son las exportaciones de filete las que presentan un mayor dinamismo con un crecimiento del 280% para el mismo período. Se cree que la razón para que las exportaciones de los productos congelados haya disminuido se debe a cambios en la demanda de los consumidores en los países de destino de las exportaciones chilenas, las que están prefiriendo productos fileteados y en estado fresco.

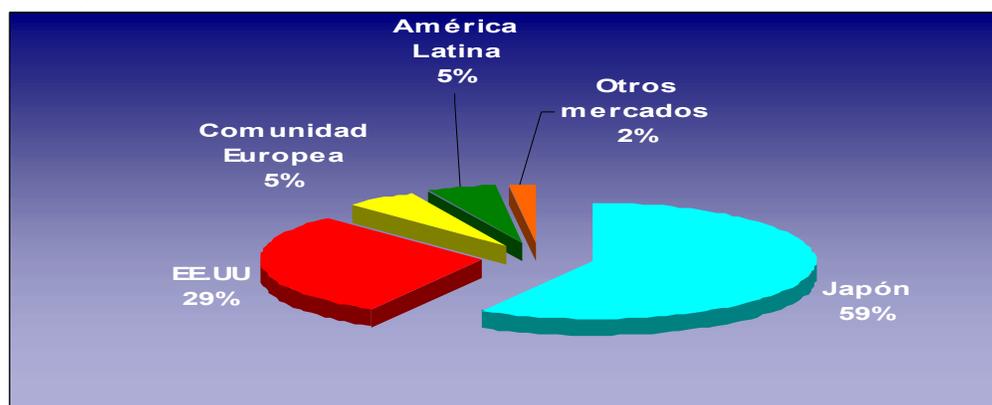
Nótese que en la categoría de productos congelados, el salmón del Atlántico disminuye el valor de sus envíos en un promedio anual de -1% entre 1994-1998, mientras el salmón del Pacífico crece en un promedio de 16% (Anexo 1, Tabla I). Esto podría explicarse por la disminución en el nivel de precios para el caso del salmón del Atlántico, debido en parte, al significativo aumento de la producción chilena, la que como ya se ha visto, en 1996 fue 1.886 veces mayor a la de 1987.

3.1.5. Mercados de Destino de las exportaciones

Se mantiene la preeminencia de los mercados japonés y norteamericano para las exportaciones de productos de la IA nacional; al mismo tiempo, se incrementa el número de países a los que se envían embarques, como también la cifra absoluta de exportadores.

Los mercados de destino de las exportaciones de salmonídeos son fundamentalmente Japón y Estados Unidos con una participación de 59 y 29 por ciento respectivamente. Le siguen en importancia, la Comunidad Europea y América Latina con 5% cada uno, y otros mercados que representan sólo un 2% (Gráfico 11).

Gráfico 11. Mercados de destino de las exportaciones, 1995-1998.
(% promedio)



Fuente: Anexo 1, Tabla J.
Elaboración: Fundación Terram.

Los mercados de destino de las exportaciones acuícolas chilenas se han comportado bastante estables en el período 1995-1998, observándose pequeñas variaciones para

EE.UU. y Japón. En 1995, ambos países captaban el 29,2% y 60,4% respectivamente, de las exportaciones de salmonídeos, porcentajes que disminuyeron en 1998 a 28,8% y 57,6% respectivamente. Por otro lado, el mercado de América Latina, que en 1995 recibía el 2,9% de las exportaciones, en 1998 aumenta a 6,2%, compensando las disminuciones en los mercados de Japón y EE.UU. (Anexo 1, Tabla J).

En este contexto internacional, el mercado de los salmonídeos chilenos ha experimentado una evidente expansión, ya que en 1987 se ofrecía el producto en 17 países, mientras que 10 años después estos productos abastecen el mercado de 50 países. Este incremento se ha debido principalmente a la expansión del mercado europeo, del mercado latinoamericano, y a la creciente participación de los países del continente asiático.

Esta diversificación del mercado también se ha traducido en un aumento del número de los exportadores nacionales. Así, en 1987 existían 37 exportadores de salmonídeos, de los cuales sólo uno comercializaba el 21% de los volúmenes producidos; mientras que en 1995, el número de exportadores aumentó a 203, de los cuales, el más importante, comercializó sólo el 6% de los volúmenes totales.

3.2. Impacto en otros sectores económicos: turismo y pesca artesanal

3.2.1. Turismo

Existe poca evidencia sobre los impactos negativos de la IA sobre el turismo en la Décima Región. Sin embargo, existe al menos un precedente de una inversión turística que no se realizó debido a la contaminación de las aguas de un lago en Chiloé.

Al no existir estudios que analicen la relación causa-efecto entre la acuicultura y la actividad turística, difícilmente pueden emitirse comentarios concluyentes en esta materia. Aunque podrían utilizarse diversas metodologías para medir la pérdida de bienestar de los turistas ante la desaparición o la disminución en la calidad ambiental de los sitios recreativos causado por el desarrollo de la IA, ningún intento de medición ha sido realizado para identificar ese impacto.

Por ello nos limitamos a resaltar que se podría generar un impacto negativo en la actividad turística debido a los efectos que la acuicultura ejerce sobre la calidad de las aguas y el paisaje. De hecho, existe el antecedente de una iniciativa de desarrollo turístico en el lago Natri (Chiloé), que no pudo materializarse debido a los altos índices de contaminación registrados en las aguas del lago.

Debe considerarse, además, que la IA no ha sufrido el efecto adverso de campañas o propaganda ecologistas, fundamentalmente porque el tema pesquero está bastante abandonado en el país. Esto significa que no han existido grupos sociales organizados que hayan asumido con detenimiento la denuncia de los impactos ambientales que genera esta actividad, lo que también ha contribuido a no causar un impacto adverso sobre el flujo turístico.

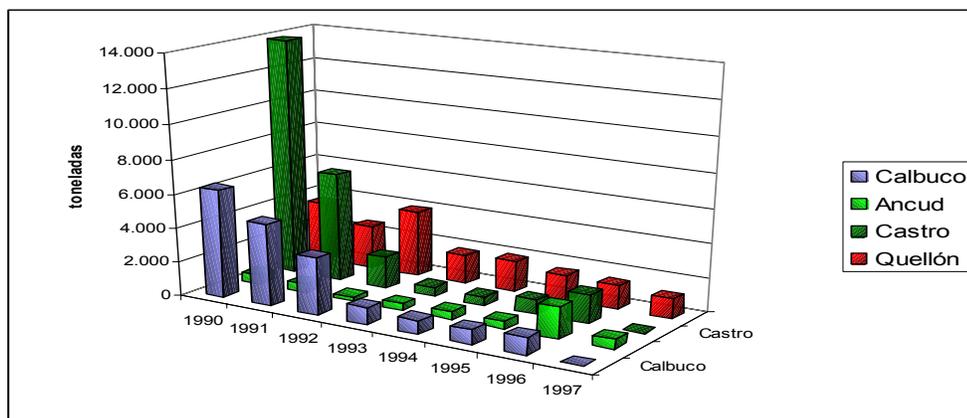
3.2.2. Pesca Artesanal

Se evidencia una disminución en los desembarques artesanales debido a un cambio estructural en el comportamiento ocupacional de los chilotes, así como por la disminución en la biomasa de las especies marinas.

Para analizar en cifras el potencial impacto de la salmonicultura en la pesca artesanal (vía mayor presión sobre recursos pesqueros y uso competitivo por los recursos) se analizan las capturas totales artesanales en cuatro zonas importantes de desembarque pesquero: Calbuco, Ancud, Castro y Quellón. Las capturas consideradas corresponden a todos los pescados excepto las especies de salmonídeas para el período 1990-1997.

Toda la información se sintetiza en el Gráfico 12, en el que se observa una notoria disminución en las capturas a partir de 1990, observándose esta tendencia para todas las zonas consideradas. La baja es particularmente significativa en las zonas de Calbuco y Castro.

Gráfico 12. Desembarques artesanales sin considerar los salmonídeos por zona geográfica, 1990-1997.
(toneladas)



Fuente: Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, 1998.
Elaboración: Fundación Terram.

La presión sobre los recursos pesqueros en la Décima Región se ha traducido en una disminución sistemática de la pesca artesanal –fenómeno inverso al de las especies de salmonídeos– lo que a su vez, ha tenido como resultado un cambio estructural en la fuerza ocupacional de las zonas analizadas. Es decir, personas que antes se dedicaban a la pesca artesanal, hoy se dedican a trabajar como obreros en los centros de cultivo y en las empresas elaboradoras de salmonídeos (fresco-enfriado, congelados, ahumados, etcétera), que hoy son abundantes en las zonas mencionadas.

Adicionalmente, esta situación se ha visto reforzada por la fuerte reducción en las existencias de biomasa, debido al significativo incremento en la producción de harina de pescado, que sin lugar a dudas está generando presión sobre los recursos pesqueros y competencia por los mismos. En otras palabras, se está provocando una severa sobre

explotación de los recursos marinos costeros que pone en riesgo la permanencia de la pesca artesanal en la Décima Región.

3.3. Impactos sociales

3.3.1. Distribución del Ingreso 1990-1995

El crecimiento de la IA entrega un pobre aporte al desarrollo del país y de la Décima Región creando desigualdad en términos distributivos, lo que se comprueba al analizar la participación de los salarios y de los impuestos en el valor agregado de esta actividad.

Ambos indicadores muestran una caída en los últimos años, lo que contrasta con los niveles de ganancias de las empresas, las que aumentan en el mismo período de análisis.

La fuerza laboral que participa en el subsector salmonícola se estima que fluctúa alrededor de las 23.000 personas, de las cuales 15.000 son empleados directos y 8.000 se benefician en forma indirecta. Según Brunetti *et al.* (1998), la industria del salmón en la Décima Región representaba el 85% de la industria salmonera del país, y daba empleo a un promedio de 21 operarios por centro de cultivo. Sin embargo, hay que tener presente que si bien no se conoce con exactitud el número real de trabajadores, ya que muchos tienen carácter de temporeros, gran parte de esta fuerza de trabajo está siendo sustituida por mejoras tecnológicas en los centros de cultivo con posterioridad al año 1998.

Por ejemplo, las balsas jaula de madera que eran construidas anteriormente en talleres de carpintería establecidos en cada centro de cultivo, fueron reemplazadas por balsas jaula de PVC (plástico) desde 1992, lo cual dio paso al primer cambio tecnológico que habría provocado la reducción de la mano de obra empleada en la industria. De la misma manera, hasta 1997-1998, la alimentación de los peces en cautiverio se lo hacía manualmente, demandado entre 8 y 15 personas para un conjunto de 10 balsas jaula⁷; actualmente esta mano de obra ha sido reemplazada por la instalación de alimentadores automáticos, lo que habría generado un despido de entre 8 y 10 personas por centro de cultivo.

Por lo tanto, si suponemos que los datos de Brunetti *et al.* (1997) respecto al promedio de 21 operarios por centro de cultivo son correctos y, si consideramos los cambios tecnológicos descritos en el párrafo anterior, podemos concluir entonces que actualmente se está contratando un 40% menos de trabajadores acuícolas que lo que se hacía hasta 1998.

En cuanto a la distribución del ingreso en la IA, cabe destacar que ésta muestra una dinámica regresiva en el período considerado. En efecto, la participación de las ganancias (g) como parte del valor agregado (VA) ha aumentado en un 11,9% durante el período 1990-1995, mientras que los salarios agregados⁸ (w) y los impuestos (tx) han disminuido su participación en -8,4% y -3,6% respectivamente (Anexo 1, Tabla K).

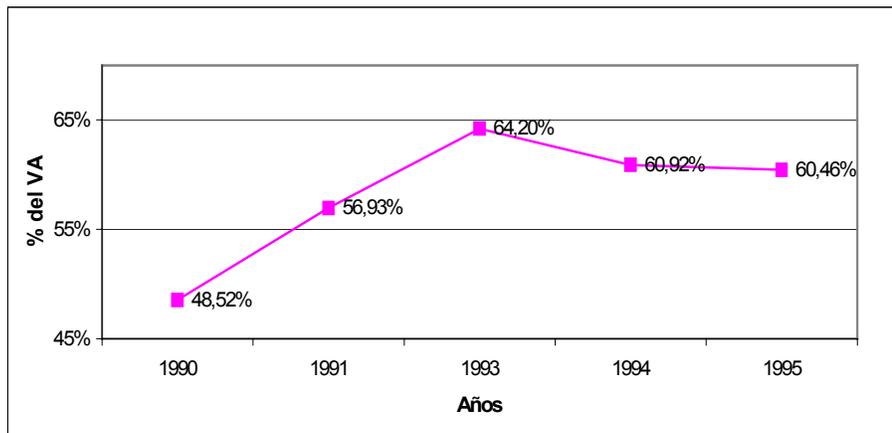
⁷ Cada balsa contiene hasta 10 jaulas en su interior.

⁸ Representa la suma de los salarios de los empleados (wemp) y de los trabajadores no calificados (wnc).

Tal como se puede apreciar en el Gráfico 13, las ganancias del sector en la Décima Región representan entre el 48 y 65 por ciento del valor agregado durante el período de análisis, incrementándose esta tasa de participación en un promedio anual del 6,1%.

Gráfico 13. Evolución de la participación de ganancias en el VA de la IA en la Décima Región, 1990-1995.

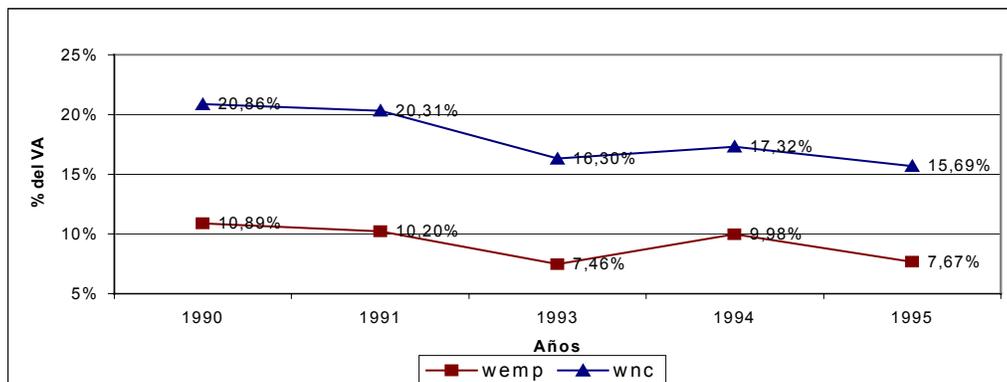
(%)



Fuente: Encuesta Nacional de Industria Anual ENIA 1990 - 1995.
Elaboración: Fundación Terram.

Por otro lado, a través de la información presentada en el Gráfico 14, se puede apreciar que la participación en el VA del nivel de salarios de los trabajadores no calificados (wnc) fluctúa entre el 21 y 15 por ciento durante 1990 y 1995, mientras que la de los empleados (wemp) lo hace entre el 11 y 7 por ciento. Si bien la participación de los wemp ha disminuido en -3,2% durante el período de análisis, la disminución de la participación de los wnc es mucho mayor, siendo ésta de -5,2%. Con esto se evidencia que el incremento de los ingresos generado por las crecientes exportaciones de salmonídeos no se ha traducido en un incremento de los ingresos de los trabajadores, medido éste como un porcentaje del VA, muy por el contrario, su participación disminuye en estos 5 años de análisis, perjudicando en mayor medida a los trabajadores no calificados (Anexo 1, Tabla K).

Gráfico 14. Evolución de la participación de los salarios de empleados y trabajadores no calificados en el VA de la IA en la Décima Región, 1990-1995.

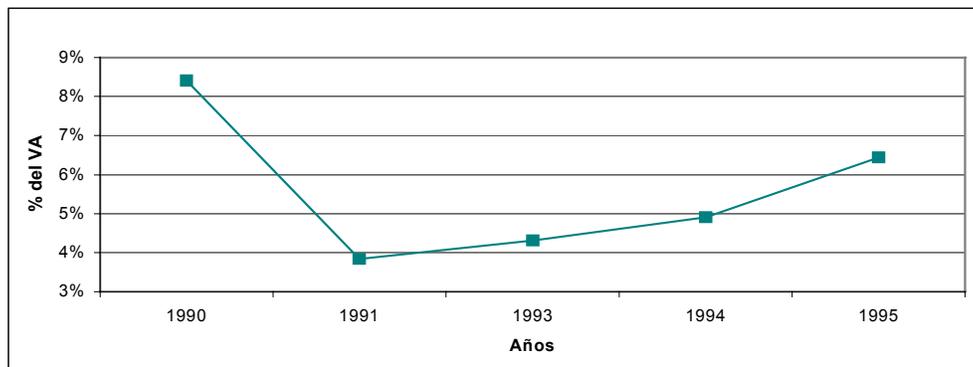


Fuente: Encuesta Nacional de Industria Anual ENIA 1990 - 1995.
Elaboración: Fundación Terram.

Finalmente, al analizar la tendencia del pago de los impuestos a la renta y del IVA (Gráfico 15), podemos observar que, en total, éstos no superan el 10% del valor agregado, y que la disminución que evidenciaron desde 1990 no ha sido recuperada durante el período de análisis. De hecho, la disminución de su participación es de aproximadamente 2% durante estos 5 años. La recuperación del monto de los impuestos desde 1991, tal como se evidencia en el gráfico, se debió básicamente al aumento de las industrias que declararon sus impuestos.

En definitiva, la participación de los salarios y de los impuestos en el valor agregado ha disminuido, mientras que la participación de las ganancias ha aumentado, mostrándose de esta manera la desigualdad en términos distributivos y de aporte al desarrollo del país de la dinámica de crecimiento de la IA. Inclusive, no solamente podemos constatar que los mayores ingresos que generó esta industria beneficiaron menos a los trabajadores y al estado, sino que dentro del grupo de los trabajadores, los mas perjudicados fueron los menos capacitados.

Gráfico 15. Evolución de la participación del impuesto a la renta y del IVA en el valor agregado de la IA en la Décima Región, 1990-1995.
(%)



Fuente: Encuesta Nacional de Industria Anual ENIA 1990 - 1995.
Elaboración: Fundación Terram.

3.3.2. Salarios y Productividad

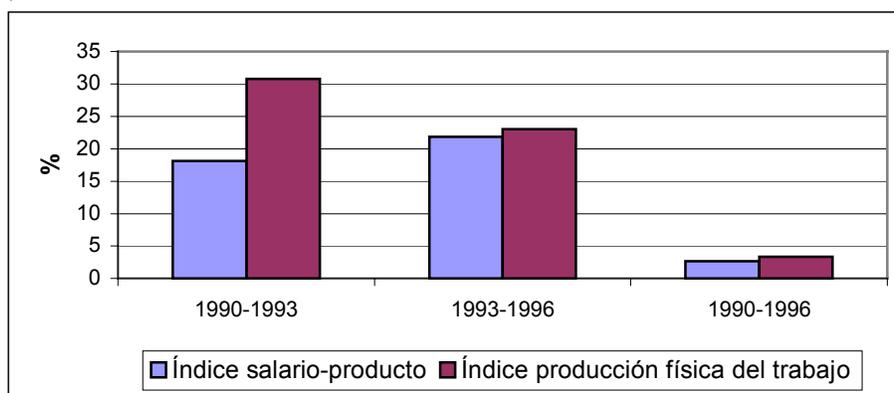
Al examinar la participación de los salarios en el Valor Bruto de Producción (VBP), se constata un desequilibrio entre el crecimiento de los salarios y la productividad, con una notoria pérdida para los trabajadores.

Otra forma de evaluar el impacto distributivo de una actividad económica es a partir del análisis de la participación de los salarios en el Valor Bruto de Producción (VBP)⁹. Para ello es necesario conocer la dinámica del *salario-producto* (importancia de los salarios sobre el valor de las ventas) y de la *productividad física* del trabajo¹⁰.

Las tasas de crecimiento del salario y de la productividad para los períodos 1990-1993 y 1993-1996 se pueden apreciar en el Gráfico 16. En el primer período los salarios crecen a una tasa media anual de 18%, mientras que la productividad del trabajo lo hace a 31%. En el segundo período la diferencia es menor pero se mantiene un crecimiento superior de la productividad en relación con los salarios. Para concluir se puede mencionar que los salarios de 1996 son 2,6 veces mayor a los de 1990, mientras la productividad del trabajo es 3,3 veces superior a la de 1990.

Gráfico 16. Evolución del crecimiento anual de los salarios-productividad y de la participación de los salarios en el VBP, 1990-1995.

(%)



Fuente: Anexo 1, Tabla L.

Elaboración: Fundación Terram.

Los resultados que se han expuesto en esta sección, corroboran los presentados en la sección anterior relativa a la participación de los salarios en el valor agregado, y nos permiten concluir que la distribución funcional del ingreso es altamente regresiva en el período considerado - aun más, ni siquiera se ha respetado la 'máxima' de los empresarios a la hora de realizar negociaciones colectivas con los trabajadores, bajo la cual los aumentos salariales se harían efectivos *vis a vis* y en forma paralela con aumentos de la productividad. Lo que se observa, en cambio, es un aumento de las utilidades no repartidas de los industriales.

⁹ El valor bruto de la producción representa el valor de las ventas de la industria.

¹⁰ Para una ampliación y aplicación de este enfoque véase Agacino, (1994).

3.4. Trastorno sociocultural de las comunidades locales

El desarrollo de la IA, principalmente en Chiloé, ha afectado los rasgos de la llamada “cultura chilota”. Las comunidades chilotas se han alejado de la tierra y de la economía de subsistencia, y sus costumbres están cambiando radicalmente con la llegada de los centros de cultivos y de las plantas faenadoras.

El sur de Chile, particularmente el Archipiélago de Chiloé es el lugar más utilizado por los centros de cultivos salmonídeos para desarrollar sus actividades. En esta particular región existe una cultura propia ampliamente conocida como la “Cultura chilota”, que es una mezcla de las costumbres de los habitantes nativos de la isla conocidos como Huilliches y de los colonizadores españoles. De esta mezcla genética y cultural nace la cultura chilota.

Tradicionalmente los habitantes del Archipiélago de Chiloé eran hombres dedicados a la pesca, recolección de mariscos y algas, y a la agricultura a pequeña escala. En su mayoría dependían de sus propias capacidades para cultivar la tierra y para la extracción de peces y mariscos. Una de las características del tipo de desarrollo de esta isla ha sido la conformación de pequeños predios de 2 o más hectáreas, principalmente en la zona costera de la isla, ya que hacia el interior la densidad poblacional disminuye y los campos son de mayor extensión.

Tradicionalmente cada familia practicaba labores de pesca y de agricultura, basando su economía en productos frescos, salados o ahumados tanto del mar como de la tierra. Esto los llevó a realizar una serie de innovaciones tecnológicas que por su carácter isleño, permanecieron aislados del resto del país, al igual que sus costumbres.

Actualmente, con el acelerado desarrollo industrial, la fuerza laboral de la isla, que en un principio era prácticamente toda la familia, se ha ido concentrando en los jóvenes quienes progresivamente han ido abandonando el trabajo de su propia tierra, en muchos casos vendiéndola y empleándose en diferentes tipos de industrias y en el comercio.

La IA es una de las actividades económicas que más ha capturado mano de obra de la zona de Chiloé, y aunque este hecho pareciera muy positivo, ha tenido un impacto cultural fuertemente negativo, ya que los lugareños, al emplearse, han tenido que dejar de trabajar la tierra y abandonar la pesca artesanal, alejándose de sus costumbres y sus riquezas naturales. De esta manera, han pasado de una categoría en la cual ellos eran sus propios dueños, a una categoría de dependencia frente a terceros para subsistir, vendiendo sus tierras, empobreciendo la familia, adquiriendo hábitos no deseables y contribuyendo así a la desaparición de la cultura chilota.

Este trastorno cultural no es exclusivo de la IA; sin embargo, la sobre explotación de los recursos pesqueros que ha provocado la salmonicultura, reduciendo significativamente la disponibilidad para el desarrollo de la pesca extractiva, juntamente con la significativa contribución de esta industria a la desigual distribución de los beneficios del desarrollo económico, son factores –todos ellos– que contribuyen al debilitamiento y posible desaparición de dicha cultura tradicional.

La pregunta que cabe hacerse –al respecto– es ¿qué clase de progreso inducen ciertas actividades económicas que, como la acuicultura, disminuyen la autonomía económica de la población, reducen cuantiosamente la disponibilidad de recursos artesanales y contribuyen a la desigualdad?.

Capítulo 4

NUEVOS CONCEPTOS: EL PIB "VERDE" Y LA BRECHA AMBIENTAL

El monto de las inversiones necesarias en 1997 para que la industria de producción de salmones descontamine los cuerpos de agua afectado por sus emisiones asciende a un total de entre 14 mil y 16 mil millones de pesos, según sea el factor de conversión utilizado. El cálculo contempla los costos de mitigación necesarios para retirar miles de toneladas de fósforo y nitrógeno sedimentados en el fondo de las aguas.

Buscando un correcto uso del Sistema de Cuentas Nacionales, este trabajo propone un nuevo indicador -el PIB Verde- que descuenta al PIB tradicional¹¹ la depreciación del capital natural, la pérdida de recursos naturales y la contaminación del medio ambiente. Factores clave en el cálculo de PIB Verde son precisamente los Costos de Mitigación Totales (CMT), que permiten estimar el valor de la depreciación del capital natural.

Otro concepto clave es la llamada "Brecha Ambiental", que es la diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde. Al respecto, entre 1990 y 1996, el PIB convencional crece 3,2 veces mientras el PIB Verde lo hace apenas 2 veces. Lo más grave es que se observa un aumento sostenido de la Brecha Ambiental y una tendencia a que se amplíe desde 1990 a la fecha. Esta tendencia persistirá en la medida que siga expandiéndose la IA en condiciones como las actuales, es decir, dejando afuera y sin considerar muchos costos que hoy no se están pagando, pero que sin lugar a dudas se pagarán en el futuro, sea tanto por las propias empresas acuícolas, por otras actividades económicas como por la sociedad en su conjunto.

4.1. La contabilidad de recursos naturales y ambientales. Aspectos conceptuales

4.1.1. Breve Descripción del Sistema de Cuentas Nacionales

El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) es un registro de las transacciones que realiza un país -a nivel agregado- en el interior de su territorio y con el resto del mundo. Estas cuentas permiten mostrar el comportamiento de variables macroeconómicas, tales como el consumo privado, el gasto gubernamental, la inversión y el ahorro, las exportaciones e importaciones, etcétera, durante cierto período, normalmente un año.

El SCN muestra la evolución de la economía y se ha constituido en un instrumento ampliamente utilizado para evaluar la política económica, "por ser el único conjunto de

¹¹ El Producto Interno Bruto representa la producción total de bienes y servicios que produce anualmente una economía. Es el indicador del total de ingresos que produce un país.

estadísticas que presenta un cuadro coherente sobre la evolución histórica de las diferentes actividades económicas desde el punto de vista de la producción y utilización de los bienes y servicios¹².

4.1.2. Críticas al SCN

Algunas de las deficiencias que contiene el SCN con relación al medioambiente se pueden resumir, de acuerdo a Claude y Pizarro (1995) de la siguiente manera:

Degradación del medioambiente

Primero, la degradación del ambiente, producto de la contaminación atmosférica o el vertido de desechos provenientes de las actividades de consumo o producción, daña los ecosistemas; sin embargo esto no es registrado por el SCN. Si se asume que el medioambiente forma parte de un stock de capital ambiental, entonces la degradación provoca una disminución del stock y/o una pérdida de productividad del medio natural por su degradación y, por lo tanto, una disminución del bienestar social.

Segundo, los gastos de ‘reposición’ y ‘protección’ del medioambiente (por ejemplo los esfuerzos para reducir la contaminación atmosférica o acústica) incurridos por el Estado, las empresas y las familias son considerados como un incremento del PIB. En la medida que aumentan los niveles de polución se induce al aumento de actividades económicas ‘restauradoras’ del ambiente y esto se registra sólo como un aumento del PIB, a pesar de que sólo constituyen, en estricto rigor, una restauración del bienestar que se destruye por efectos de la contaminación.

Utilización de los recursos naturales

La deficiencia principal que presenta el SCN, es el no considerar la disponibilidad de recursos naturales como parte de la riqueza económica ni del capital productivo, lo que implica que el agotamiento de los recursos no se considera como depreciación de capital. Este punto se vuelve más importante, cuando nos referimos a economías que se basan de manera muy significativa en la explotación de los recursos naturales.

Por otra parte, el SCN considera la explotación de los recursos naturales solamente como un ingreso o producción, sin embargo, no se contempla la disminución del stock de recursos. Ello podría llevar a un ineficiente manejo de éstos, en el sentido de que se pudiera favorecer la utilización de estos recursos aumentando su tasa de explotación sin considerar que generará mayor crecimiento económico hoy, en desmedro de la disponibilidad a futuro, afectando por lo tanto el bienestar de generaciones futuras¹³.

¹² Indicadores Socioeconómicos, Banco Central de Chile, 1985.

¹³ Detrás de esta idea está el concepto de *Sustentabilidad* que ha sido discutido por diversos autores. Dixon y Fallon (1991) desarrollan una discusión sobre los distintos enfoques que se le ha dado a este concepto.

La no inclusión explícita de los recursos naturales en el concepto de capital y riqueza utilizado por el SCN, se debe a la hipótesis de que los recursos naturales son ilimitados o perfectamente sustituibles. Como el SCN tiene su base teórica en la Macroeconomía Keynesiana, se da énfasis a variables tales como la producción y el empleo, lo que involucra dar prioridad a estos aspectos por sobre el uso eficiente de los recursos naturales.

Como conclusión se puede decir que, dadas las deficiencias antes mencionadas, es difícil postular diseños de política económica que tengan como objetivo la sustentabilidad y la eficiencia en la asignación de los recursos naturales y del medio ambiente, lo que constituye todo un contrasentido desde la perspectiva de la estricta racionalidad económica y contradice uno de los preceptos fundamentales de su ser como ciencia.

En consecuencia, para una correcta utilización del SCN desde el punto de vista de la sustentabilidad y de la aplicación estricta de la racionalidad económica, se requiere construir un nuevo indicador, el PIB Verde, que incorpore la pérdida de recursos naturales y la contaminación del medio natural como depreciación del capital disponible, lo que obviamente reduce el rendimiento que muestran estos indicadores. Este nuevo indicador – el PIB Verde- consiste en el PIB tradicional menos la depreciación del capital natural.

4.2. Estimación del PIB Verde y de los Costos de Mitigación en la Industria del Salmón en la Región de Los Lagos de Chile

4.2.1. Emisiones y Costo de Mitigación¹⁴

Los Costos de Mitigación Totales (CMT) son claves para determinar el PIB Verde. Para poder retirar los contaminantes sedimentados en el fondo de los cuerpos de agua usados para las faenas acuícolas, la industria debería invertir un valor de 14 mil ó 16 mil millones de pesos para el año 1997, según sea el factor de conversión utilizado.

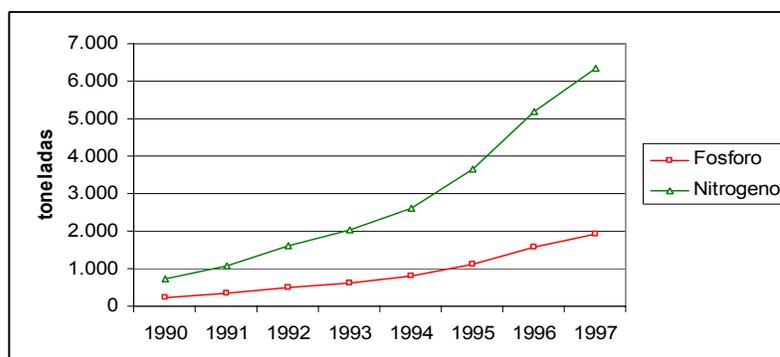
Magnitud de la contaminación: La emisión de contaminantes de la IA –principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P)¹⁵ -crece con el incremento de las cosechas de salmonídeos. El mayor aumento se registra para el nitrógeno, alcanzando en el año 1997 más de 6.000 toneladas. En tanto, el fósforo tiene un crecimiento más lento, alcanzando al año 1997 aproximadamente 2.000 toneladas (Gráfico 17).

¹⁴ Los costos de mitigación presentan a una forma para estimar el valor de la depreciación del capital natural para ajustar el Producto Interno Bruto (PIB). Una forma de capturar estos costos es aplicar políticas de impuestos verdes para hacer sustentable esta actividad.

¹⁵ Para ver los efectos de estos contaminantes en el medio ambiente véase Capítulo 2.

Gráfico 17. Contaminantes (P y N) emitidos por la IA, 1990-1997.

(toneladas)



Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

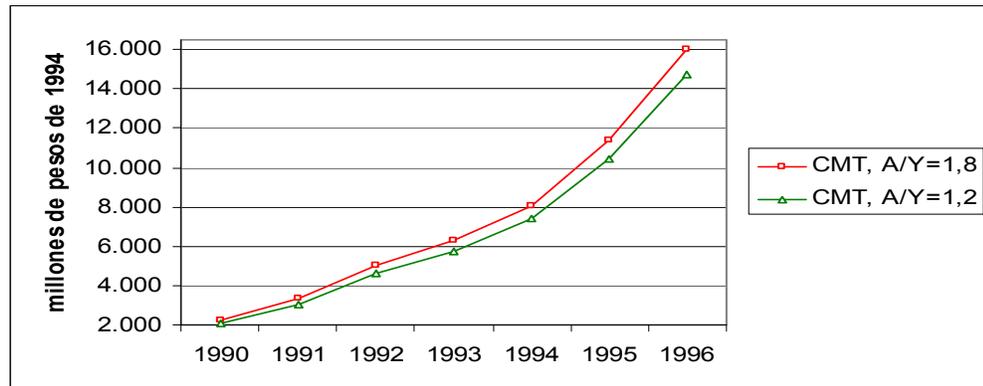
Costos de Mitigación de la IA: La estimación de los CMT considera la inversión necesaria para retirar el fósforo y el nitrógeno sedimentado en el fondo de los cuerpos de agua, después de que el alimento es consumido por los peces. Para ello es de vital importancia saber cuanto alimento es necesario para obtener una unidad de producto (en este caso salmón), es decir, el factor de conversión alimento/pescado (A/Y). Para la estimación se usaron dos valores para este factor, uno más eficiente (1,2) que otro (1,8)¹⁶.

El CMT aumenta naturalmente vis a vis con las emisiones de la industria. Este costo ha aumentado de manera significativa desde 1990, alcanzando en 1997 valores entre 14 y 16 mil millones de pesos de 1994. En 1990 este costo es aproximadamente de 2 mil millones de pesos¹⁷ (Gráfico 18). Sin embargo, de acuerdo al estudio del Programa de Investigaciones en Energía, PRIEN (1996), estos costos van desde 9 mil millones de pesos en 1990 a 11 mil millones de pesos en 1992, lo que es significativamente mayor a lo estimado en este trabajo.

¹⁶ Detalles metodológicos se encuentran en el Anexo 2. En todo caso de acuerdo al estudio del PRIEN de la Universidad de Chile (1996) encargado por CONAMA y el Banco Central, los factores de conversión a fines de los '80 y principios de los '90 son más altos a los utilizados en este trabajo (mayores a 2, según el año) por lo que hay que considerar estos valores como conservadores.

¹⁷ El valor en pesos de 1994 se obtiene de multiplicar el valor en dólares de la Tabla A del Anexo 2 por el tipo de cambio nominal medio de 1994 que alcanza a 420 pesos por dólar.

Gráfico 18. Costos de mitigación según factor de conversión, 1990-1997.
(millones de \$ de 1994)



Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

4.2.2. PIB Verde y Brecha Ambiental

La “Brecha Ambiental” es la diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde. En general, el primero crece más que el segundo. De hecho, la tendencia de la Brecha Ambiental es a ensancharse en el tiempo, lo que se explica porque la industria acuícola continúa expandiéndose bajo las actuales modalidades, es decir, externalizando costos que debería asumir como propios. Estos costos los pagarán en el futuro, en parte las propias empresas acuícolas, pero también actividades económicas alternativas como el turismo y la sociedad en su conjunto, que se verá privada, entre otras cosas, de áreas de particular belleza y pureza ambiental.

PIB Verde y su diferencia con el PIB Convencional: El PIB Verde se obtiene de sustraer al PIB convencional los costos de mitigación totales¹⁸. A partir de este procedimiento los resultados muestran un PIB Verde de la IA levemente inferior al PIB convencional¹⁹; sin embargo, al considerar la Brecha Ambiental -entendida como la diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde- como porcentaje del PIB tradicional, observamos que ha venido en aumento desde 1990 para los dos supuestos del factor de conversión ya señalado.

También es importante recalcar que, mientras el PIB convencional ha aumentado 2 veces entre 1990 y 1996, la Brecha Ambiental es 3,2 veces mayor considerando igual período. Por su parte, el PIB Verde ha crecido en una magnitud levemente inferior al convencional, siendo en 1996 1,9 veces superior al PIB Verde de 1990 (Tabla 4).

Tabla 4: PIB Verde y Brecha Ambiental de la IA, 1990-1996.
(millones de pesos de 1994 y %)

¹⁸ Detalles acerca de la metodología empleada se encuentran en el Anexo 2.

¹⁹ Hay que tener presente que los costos de mitigación estimados no capturan todos los costos ambientales generados por la IA, no se incluyen los costos en términos paisajísticos o estéticos, riesgo de transmisión de enfermedades a otras especies nativas, entre otros.

| AÑO | PIB | A/Y=1,8 | | | A/Y=1,2 | | |
|-----------|---------|-----------|--------------------------|-------------------|-----------|--------------------------|-------------------|
| | | PIB Verde | Brecha PIB- PIB Verde | Brecha/PIB (%) | PIB Verde | Brecha PIB- PIB Verde | Brecha/PIB (%) |
| 1990 | 74.677 | 72.423 | 2.254 | 3,02 | 72.604 | 2.073 | 2,78 |
| 1991 | 72.026 | 68.699 | 3.327 | 4,62 | 68.966 | 3.060 | 4,25 |
| 1992 | 124.886 | 119.860 | 5.026 | 4,02 | 120.264 | 4.622 | 3,70 |
| 1993 | 103.540 | 97.277 | 6.263 | 6,05 | 97.780 | 5.760 | 5,56 |
| 1994 | 123.138 | 115.049 | 8.089 | 6,57 | 115.699 | 7.439 | 6,04 |
| 1995 | 170.043 | 158.676 | 11.367 | 6,68 | 159.589 | 10.454 | 6,15 |
| 1996 | 243.879 | 227.835 | 16.043 | 6,58 | 229.124 | 14.755 | 6,05 |
| 1996/1992 | 2,0 | 1,9 | 3,2 | 2,2 | 1,9 | 3,2 | 2,2 |

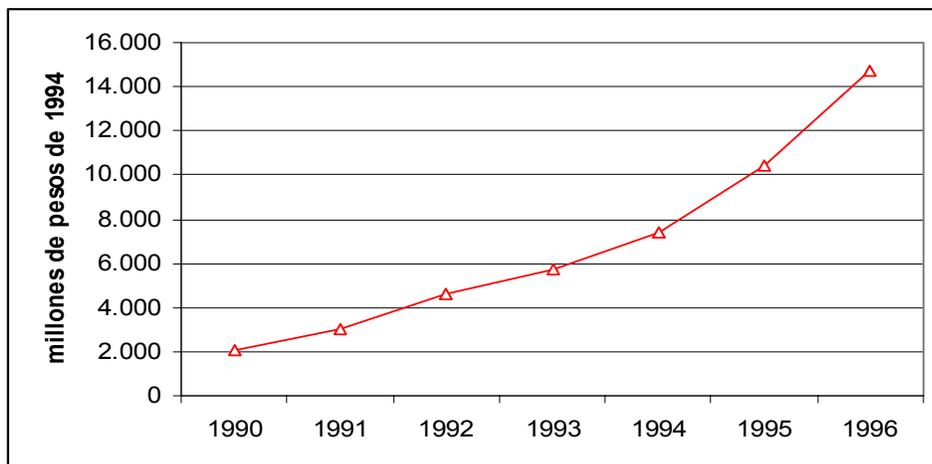
Elaboración: Fundación Terram.

Tendencia creciente de la Brecha Ambiental: Ya hemos definido la Brecha Ambiental como la diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde y hemos indicado que, como porcentaje del PIB, ésta ha experimentado un aumento desde 1990 para los dos supuestos del factor de conversión ya señalado.

La tendencia de la Brecha Ambiental también la observamos en el Gráfico 19, en la que se aprecia el aumento sostenido de ésta a partir de 1990. Esta tendencia persistirá en la medida que siga expandiéndose la industria acuícola en condiciones como las actuales, es decir, externalizando costos que no se están pagando hoy, pero que sin lugar a dudas se pagaran en el futuro, en parte por las propias empresas acuícolas, así como también por actividades alternativas como el turismo y por la sociedad en su conjunto que, entre otras, se verá privada de áreas de particular belleza y pureza ambiental.

Gráfico 19. Brecha Ambiental, 1990-1996.

(Millones de pesos de 1994).

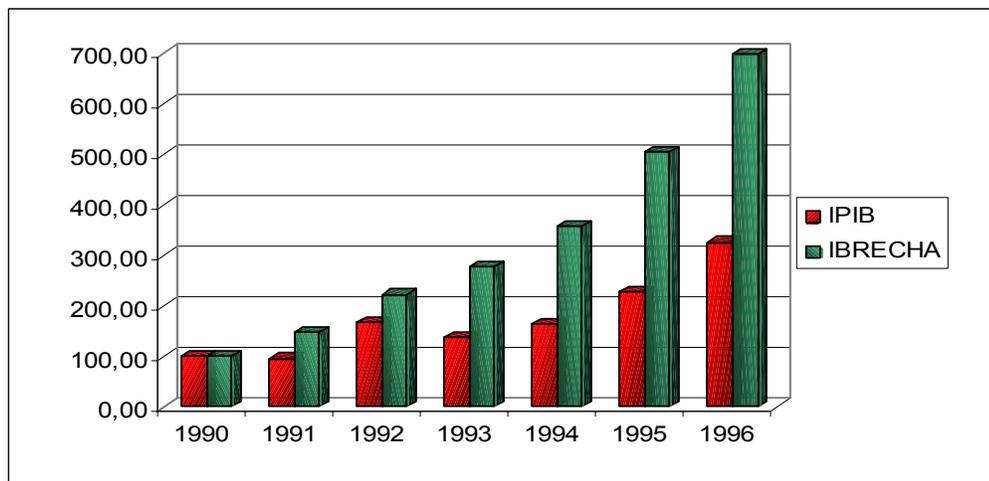


Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

Esta misma situación se aprecia mejor al examinar la tendencia de esta Brecha Ambiental. Parece importante resaltar no tanto las magnitudes estimadas sino más bien las tendencias,

y en este sentido, es preocupante la evolución que muestra la Brecha Ambiental. En el Gráfico 20 hemos construido un índice para el PIB y la Brecha Ambiental tomando como base el año 1990, observándose que el Índice Para la Brecha (IBRECHA) aumenta mucho más que el Índice para el PIB (IPIB). Notemos que la diferencia entre ambos índices es más grande a medida que se avanza en el tiempo, lo que significa que cada vez más la industria se aleja de una producción sustentable.

Gráfico 20. Índices de PIB y Brecha (IPIB e IBRECHA).
(1990=100 y A/Y=1,2)



Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

Capítulo 5

DOCE RECOMENDACIONES PARA NUEVAS POLITICAS

Un primer elemento a considerar es la reflexión sobre la forma cómo se asumen los procesos de desarrollo tanto en el ámbito nacional como regional. Los investigadores generalmente asumen la investigación carentes de un sentido crítico del objeto a investigar y, además, muchas veces con indisimulado afán apologético. Dicha actitud no parece sustentable en el largo plazo. No se puede afirmar que "el dinamismo que presenta la salmonicultura en Chile podría convertirlo en el principal rubro exportador del sector pesquero nacional, superando al de la harina de pescado, ya que no tiene limitaciones naturales para aumentar la oferta..." (Achurra 1995). Enunciados como éste, no sólo convierten al crecimiento económico, sin mayor argumento, en un fetiche, algo que hay que perseguir porque sí, sin preguntarse por los efectos sociales ni ambientales que dichos procesos de crecimiento generan, sino que explícitamente desconocen las limitaciones físicas y naturales que toda actividad productiva alcanza en algún momento. Lo anterior ha sido remarcado por Daly y Cobb (1993), cuando sostienen que hay que tener presente que la economía crece pero no el ecosistema (del cual la economía es un subsistema), por lo que es claro que el crecimiento de la economía tiene un límite, el cual hay que conocer, estudiar e investigar.

Un segundo aspecto importante de considerar es el referente a las externalidades negativas dinámicas que esta actividad productiva genera. Cada uno de los lagos y mares tiene una capacidad de asimilación de nutrientes que, en la medida en que es sobrepasada aumenta la vulnerabilidad de estos cuerpos de agua. Por tanto, de persistir las emisiones de la IA sobre estos cuerpos de agua, el daño será mayor y los *costos de mitigación* también; de ahí que resulte importante abordar estos problemas económico-ambientales con antelación y prevenir eventuales irreversibilidades difíciles de valorar y, por tanto, de compensar²⁰.

5.1. Conclusiones

Las principales conclusiones del presente trabajo se resumen en los siguientes puntos:

1. No existen bases sólidas para validar la hipótesis de un desarrollo sustentable de la industria acuícola en la Décima Región ni en el país. Esto es de gran relevancia dada la importancia que esta actividad tiene para el sustento de las familias que habitan la Región de Los Lagos, en particular de la Provincia de Chiloé.

²⁰ Este argumento fue establecido ya en los años '70 por el economista ambiental David Pearce (1985 y 1994).

2. La producción de salmonídeos en Chile ha tenido un crecimiento espectacular si se lo relaciona con la producción mundial. En efecto, en el período 1987-1996 la producción chilena de salmón del Atlántico aumentó 1.886 veces mientras la producción mundial lo hizo sólo 8,2 veces; en el caso del salmón del Pacífico, Chile aumentó su producción en 37,9 veces mientras que la producción mundial aumentó sólo 4,6 veces y en el caso de la trucha arcoiris, Chile aumentó su producción en 57,6 veces mientras la producción mundial lo hizo sólo 1,6 veces.
3. Producto de lo anterior se ha verificado una tendencia a la baja en el precio de salmonídeos, la causa parece ser la sobreoferta generada desde Chile y Noruega.
4. De acuerdo a la información disponible, existe poca evidencia, a la fecha, de que la salmonicultura haya causado impactos negativos en la industria turística, básicamente por la falta de investigaciones que hayan ahondado en la relación causa-efecto entre ambas actividades. Sin embargo, dado que la contaminación de lagos en la provincia de Chiloé es notoria y generalizada, ello provocará, sin lugar a dudas, un impacto negativo en términos de sustraer importantes sitios de interés turístico de la oferta actual y futura.
5. En el caso de la pesca artesanal se aprecia una notoria disminución de los desembarques, especialmente en la zona de Calbuco y Castro. Esto se debe fundamentalmente a la sobre explotación del recurso pesquero y al aumento en la demanda de trabajo, a lo que ha contribuido la IA, lo que se ha traducido a su vez en un cambio de actividad de personas que antes se dedicaban a la pesca artesanal y hoy son asalariados en los centros de cultivos y empresas de congelados y conservas. A la sobre explotación pesquera también ha contribuido de manera importante el aumento significativo de la producción de harina de pescado en la Décima Región, que ha ejercido una presión desconocida hasta 1995 sobre los recursos marinos, lo que ha reducido las oportunidades de empleo y desarrollo de la pesca artesanal.
6. Con los cambios tecnológicos ocurridos en los centros de cultivo se ha prescindido aproximadamente de un 40% del personal que trabaja en dichos centros a partir de 1998. Estos cambios empezaron en 1992 con la sustitución de balsas jaula de madera, construidas en los mismos centros, por unas de plástico. Posteriormente, la alimentación manual de los peces en cautiverio fue sustituida por alimentación automatizada, lo que implicó la disminución de la fuerza de trabajo en aproximadamente 10 personas por centro de cultivo.
7. La dinámica distributiva en la IA es altamente regresiva. En efecto, entre 1990-1995, la participación de los salarios e impuestos en el valor agregado disminuyó en -8,4% y -3,6% respectivamente, mientras que la participación de las ganancias aumentaron en 11,9%. La dinámica regresiva ha afectado con mayor fuerza a los trabajadores no calificados.
8. Al considerar la evolución de la productividad y del salario-producto se constata que la productividad ha aumentado más que los salarios reales, lo que tiene como consecuencia una disminución de la participación de los salarios en el Valor Bruto de Producción. Esto viene a confirmar la conclusión anterior y también muestra que en

esta industria no se ha cumplido la máxima empresarial de aumento de salarios *vis a vis* de los aumentos en la productividad; por el contrario ello no ha sucedido y parte importante del incremento de la productividad se ha orientado al incremento de las ganancias.

9. La Brecha Ambiental -diferencia entre el PIB convencional y el PIB Verde, si bien no es significativa en términos absolutos, tiende a aumentar en el tiempo. De hecho, aumenta más rápidamente que el PIB.
10. El porcentaje que representa la Brecha Ambiental en el PIB convencional tiende a aumentar. En efecto, en el año 1990 la brecha representa un 3,02% y en 1996 aumenta a 6,58%, es decir, la Brecha Ambiental como porcentaje del PIB aumenta al doble entre 1990 y 1996.
11. Los impactos ambientales atribuibles a la salmonicultura, de los cuales es posible obtener información, permiten afirmar que dichos impactos han sido significativos, en particular en los lagos de la provincia de Chiloé. En efecto, de cinco lagos para los cuales existen antecedentes científicos, cinco están contaminados y cuatro muy contaminados.
12. La importación de ovas por tonelada producida de salmonídeos ha venido disminuyendo desde 1990, sin embargo en términos absolutos se mantiene una tendencia a incrementar el volumen de importaciones aumentando el riesgo de introducción y transmisión de enfermedades.
13. Para el control de las enfermedades exóticas introducidas, Chile utiliza 75 veces más antibióticos que la industria noruega, con el consecuente daño al medio ambiente.
14. Los salmones escapados generan conflictos con la fauna local al transmitirles nuevas enfermedades, competir por el espacio (especialmente sitios de desove) y el alimento. Esta situación pone en manifiesto peligro a la ictiofauna local.
15. Los sistemas de protección de las balsas jaula causan mortalidad en aves y mamíferos marinos. Además, todavía existe una conducta controvertida de eliminación de lobos marinos en algunos centros de cultivos, situación que ha derivado en la extinción local de algunas colonias al interior del Archipiélago de Chiloé.
16. Los costos ambientales posibles de medir hasta ahora, producto de las emisiones de nutrientes al ambiente, no son por el momento significativos, en términos absolutos, pero presentan un aumento sostenido entre 1990 y 1996. Esta tendencia persistirá en la medida que siga expandiéndose la IA en condiciones como las actuales, es decir, externalizando costos que no se están pagando hoy, pero que sin lugar a dudas se pagarán en el futuro, en parte por las propias empresas acuícolas, así como también por actividades alternativas como el turismo y por la sociedad en su conjunto.

5.2. Recomendaciones

El acelerado crecimiento que ha experimentado la IA chilena se ha debido en parte, y desde el punto de vista ambiental y económico, a la falta de imputación de los verdaderos costos ambientales no asumidos en la actualidad por la industria. De esta manera, la base de recursos que sustenta esta actividad económica se encuentra sujeta a cambios que, de no ser corregidos, significarán en el mediano plazo, el estancamiento y posterior reducción de la actividad salmonícola, así como también un deterioro, en muchos casos irreversible, del ambiente natural de la Décima Región.

La industria del salmón, tal como está planteada, resulta inaceptable, ya que implica que todos los chilenos –y en particular quienes viven en la Décima Región - deben asumir los costos ambientales y aceptar que la Brecha Ambiental entre el PIB convencional y el PIB Verde, se expanda cada día más. Del mismo modo, hasta ahora se ha debido aceptar que el aumento de la productividad no se vea reflejada en los salarios de los trabajadores.

Con el fin de contribuir positivamente a mejorar los métodos de la industria del salmón para transformarla en una industria acuícola sustentable, se entregan las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar sistemas cerrados de cultivos, impermeables entre el salmón y las aguas circundantes del océano/lago, que permitan recuperar las aguas contaminadas y su posterior tratamiento.
2. Incursionar en el desarrollo de sistemas integrados de producción, en el que se combine la producción de salmones con el de algas, las cuales reciclan los residuos generados por la IA. Este sistema es beneficioso adicionalmente porque permite diversificar la producción y aumentar la productividad²¹.
3. Reducir importaciones de ovas, para disminuir el riesgo de introducción de enfermedades, y hacer esfuerzos para producir ovas sanitariamente certificadas en el país.
4. Preferir métodos preventivos antes que tratamientos en el combate de las enfermedades, y desarrollar programas sanitarios por zonas ó áreas antes que por empresas o centros.
5. Monitorear sistemáticamente los centros de cultivos para tomar medidas oportunas y proteger la salud pública por el uso de drogas y por la presencia de enfermedades resistentes a los medicamentos.
6. Desarrollar actividades que favorezcan el intercambio de técnicas entre las distintas empresas, y así buscar soluciones en conjunto a problemas ambientales que las afecten.

²¹ El salmón chileno puede ser cultivado conjuntamente con un alga roja (*Gracilaria chilensis*), la cual remueve grandes cantidades de nitrógeno disuelto y residuos de fósforo de las balsas jaula (Naylor *et al.*, 2000)

7. Desarrollar acciones de monitoreo ambiental para adoptar mejores y oportunas acciones de manejo, de acuerdo con la realidad y variabilidad de su entorno productivo.
8. Crear un seguro ambiental que permita la inmediata y total restauración de los daños ecológicos ocasionados, como resultado de la introducción de enfermedades, escapes de salmones, polución genética u otros eventos catastróficos.
9. Prohibir el uso de redes u otros elementos que causen mortalidad en aves y mamíferos marinos. Reemplazarlos por sistemas inofensivos para la fauna local.
10. Hacer efectiva la prohibición del uso de armas de fuego, y de cualquier elemento que cause mortalidad dirigida o accidental de la vida silvestre.
11. Crear un impuesto especial que permita capturar y cobrar a las industrias el uso gratuito del patrimonio natural, así como también, que permita imputar a esta actividad los costos externos negativos que generan, e inducir un nivel de actividad sustentable.
12. Conciliar acuerdos para que los incrementos en la productividad tenga también como contrapartida un incremento en los salarios reales, a fin de inducir una mejor repartición de los ingresos generados en esta actividad.

ANEXO 1: TABLAS

Tabla A: Toneladas cosechadas en centros de cultivo de salmonídeos, 1991-1997.

| Año | Salmón del Pacífico | | | Salmón del Atlántico | | | Trucha arcoiris | | |
|------|---------------------|----------------|---------------|----------------------|----------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|
| | Décima Región (ton) | Nacional (ton) | % participac. | Décima Región (ton) | Nacional (ton) | % participac. | Décima Región (ton) | Nacional (ton) | % participac. |
| 1985 | 472 | 500 | 94 | 0 | | | 288 | 619 | 47 |
| 1986 | 972 | 1.144 | 85 | 0 | | | 435 | 1.007 | 43 |
| 1987 | 1.558 | 1.769 | 88 | 41 | 41 | 100 | 434 | 945 | 46 |
| 1988 | 2.808 | 4.040 | 70 | 165 | 165 | 100 | 539 | 1.267 | 43 |
| 1989 | 5.689 | 6.933 | 82 | 1.843 | 1.860 | 99 | 1.775 | 2.871 | 62 |
| 1990 | 10.835 | 13.413 | 81 | 9.478 | 9.498 | 100 | 4.209 | 5.481 | 77 |
| 1991 | 14.235 | 17.954 | 79 | 14.160 | 14.957 | 95 | 7.244 | 8.393 | 86 |
| 1992 | 18.437 | 22.165 | 83 | 23.324 | 23.715 | 98 | 13.180 | 15.515 | 85 |
| 1993 | 19.947 | 25.150 | 79 | 28.854 | 29.180 | 99 | 19.658 | 22.257 | 88 |
| 1994 | 27.050 | 34.524 | 78 | 33.783 | 34.175 | 99 | 28.268 | 32.326 | 87 |
| 1995 | 34.926 | 44.037 | 79 | 53.779 | 54.250 | 99 | 36.677 | 42.719 | 86 |
| 1996 | 51.885 | 66.988 | 77 | 76.113 | 77.327 | 98 | 49.141 | 54.429 | 90 |
| 1997 | 52.134 | 73.408 | 71 | 95.742 | 96.675 | 99 | 68.516 | 77.110 | 89 |
| 1998 | 57.059 | 76.954 | 74 | 104.607 | 107.066 | 98 | 63.947 | 75.108 | 85 |

Fuente: Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. Anuarios Estadísticos de Pesca, 1985-1998.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla B: Número de Centros de Acuicultura a nivel Nacional y en la Décima Región, 1993-1998.

| Año | Décima Región | | Nacional | |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | Nº de Centros | Crecimiento anual (%) | Nº de Centros | Crecimiento anual (%) |
| 1993 | 581 | | 723 | |
| 1994 | 491 | -15 | 628 | -13 |
| 1995 | 592 | 21 | 723 | 15 |
| 1996 | 930 | 57 | 1.161 | 61 |
| 1997 | 780 | -16 | 948 | -18 |
| 1998 | 663 | -15 | 823 | -13 |
| Crecimiento Promedio anual (%) | | 6% | | 6% |
| Crecimiento Promedio anual (Nº) | | 14 | | 17 |

Fuente: Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, 1998.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla C: Exportaciones de la Décima Región y participación en exportaciones nacionales, 1991-1997.

(miles de US\$ FOB de cada año)

| Exportaciones | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1997/1991 |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Décima Región | 343.278 | 444.436 | 468.534 | 525.663 | 742.948 | 762.066 | 859.985 | 2,5 |
| Nacionales | 8.988.572 | 9.920.874 | 9.324.742 | 11.368.732 | 15.901.262 | 15.407.298 | 16.682.186 | 1,9 |
| Participación Regionales en Nacionales (%) | 3,8 | 4,5 | 5,0 | 4,6 | 4,7 | 4,9 | 5,2 | |

Fuente: Ministerio de Planificación y Cooperación, MIDEPLAN, 1998.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla D: Niveles de ocupación en la Región de Los Lagos y en el país, 1994-1997.

(miles de personas)

| Año | Décima Región | | | País | | |
|----------------------------|-------------------|----------|-------------|-------------------|----------|-------------|
| | Fuerza de trabajo | Ocupados | Desocupados | Fuerza de trabajo | Ocupados | Desocupados |
| 1994 | 363,30 | 349,06 | 14,24 | 5.553,80 | 5.122,70 | 431,08 |
| 1995 | 367,80 | 356,70 | 11,09 | 5.538,20 | 5.174,40 | 363,80 |
| 1996 | 379,40 | 368,60 | 10,78 | 5.600,60 | 5.298,60 | 301,90 |
| 1997 | 385,71 | 373,96 | 11,75 | 5.683,80 | 5.380,20 | 303,60 |
| Crecimiento. 1994-1997 (%) | 6,54 | 7,13 | -17,49 | 2,34 | 5,03 | -29,57 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 1998.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla E: Utilización de antibióticos en las industrias salmoneras de Noruega y Chile.

| Año | Noruega | | | Chile | | |
|------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Producción total (Miles ton.) | Antibióticos usados (Ton.) | Gr antibiótico por Kg producto | Producción total (Miles ton.) | Antibióticos usados (Ton.) | Gr antibiótico por Kg producto |
| 1987 | 53 | 48 | 0,91 | 2,7 | s/i | s/i |
| 1991 | s/i | s/i | s/i | 42,5 | 55 | 1,29 |
| 1992 | 141 | 28 | 0,19 | 62,2 | s/i | s/i |
| 1993 | 170 | 6,1 | 0,04 | 70 | 190 | 2,71 |
| 1994 | 220 | 1,1 | 0,01 | 76,3 | s/i | s/i |

Fuente: Hugo Caro, 1995.

Elaboración: Terra Australius.

Nota: s/i = sin información.

Tabla F: Enfermedades de mayor riesgo para la salmonicultura chilena.

| ENFERMEDAD | ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS |
|--|---|
| Necrosis hematopoyética Epizoótica (EHN-Viral) | Circunscrita a Australia, afecta a peces y truchas en estado de alevinaje. |
| Necrosis hematopoyética Infecciosa (IHN-Viral) | Presente en Europa y Norteamérica, afecta principalmente a alevines de truchas y salmones entre 8 y 15°C en agua dulce, pero en Canadá se han descrito casos en peces de mar. |
| Virus del Onchorynchus Masou (OMV-Viral) | Enfermedad de los salmones del Pacífico y truchas, de tipo tumoral, presente en Japón y otras partes de Asia. Los alevines de un mes de edad son los más susceptibles a temperaturas inferiores a los 14°C. La mortalidad es variable, pero su impacto además está asociado a lesiones tumorales que afectan seriamente la condición del pez. |
| Septicemia Hemorrágica Viral (VHS-Viral) | Enfermedad de gran impacto sobre trucha arcoiris. Se presenta generalmente bajo los 15°C y en fase de agua dulce, aunque se ha descrito ocasionalmente en el mar. Las mortalidades pueden oscilar entre 10 a 50% en fase de alevinaje. |

Fuente: Salmonoticias N° 72, marzo, 1999.

Elaboración: Terra Australius.

Tabla G: Producción mundial y nacional de salmonídeos.

(toneladas y %)

| Lugar de Producción | Salmón del Atlántico | | | Salmón del Pacífico | | | Trucha Arcoiris | | |
|---------------------|----------------------|-------|---------|---------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| | Δ 87-96 | % | 96/87 | Δ 87-96 | % | 96/87 | Δ 87-96 | % | 96/87 |
| Chile | 77.286 | 15,9 | 1.886,0 | 65.219 | 109,2 | 37,9 | 53.484 | 36,6 | 57,6 |
| Otros países | 410.252 | 84,1 | 7,0 | -5.487 | -9,2 | 0,6 | 92.709 | 63,4 | 1,4 |
| Total | 487.538 | 100,0 | 8,2 | 59.732 | 100,0 | 4,6 | 146.193 | 100,0 | 1,6 |

Fuente: FAO, 1998.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla H: Tasas de crecimiento medio anual de precios, cantidades y volumen exportado de salmón y trucha, 1988-1998.

(%)

| Tasa de crecimiento | Salmón | | | Truchas | | |
|---------------------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|
| | Precio | Ton | Export. | Precio | Ton | Export. |
| 1988-1993 | -18 | 1.292 | 1.045 | 77 | 1.789 | 3.182 |
| 1993-1998 | -15 | 177 | 134 | -14 | 235 | 186 |
| 1988-1998 | -30 | 3.752 | 2.584 | 51 | 6.226 | 9.300 |

Fuente: Indicadores de Comercio Exterior, Banco Central de Chile.

Elaboración: Fundación Terram.

Tabla I: Exportaciones de salmón por tipo de producto, 1994-1998.
(miles de US\$)

| Producto/Año | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | Crecimiento medio anual % | Crecimiento 1994-1998 % |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------------|
| Fresco | | | | | | | |
| Del Pacífico y del Atlántico | 73.251 | 94.685 | 96.728 | 77.624 | 63.414 | 1,66 | -13,43 |
| Filete | 37.502 | 60.084 | 93.348 | 147.940 | 193.031 | 51,13 | 414,72 |
| Total Fresco | 110.753 | 154.769 | 190.076 | 225.564 | 256.445 | 23,73 | 131,55 |
| Congelado | | | | | | | |
| Del Pacífico | 105.567 | 170.290 | 147.307 | 164.965 | 172.960 | 16,16 | 63,83 |
| Del Atlántico | 15.652 | 17.830 | 13.006 | 17.264 | 12.658 | -1,08 | -19,13 |
| Filete | 17.116 | 31.087 | 36.098 | 53.622 | 65.045 | 41,89 | 280,02 |
| Total Congelado | 138.335 | 219.207 | 196.411 | 235.851 | 250.663 | 18,60 | 81,20 |
| TOTAL | <i>249.088</i> | <i>373.976</i> | <i>386.487</i> | <i>461.415</i> | <i>507.108</i> | <i>20,69</i> | <i>103,58</i> |
| % fresco | 44,4 | 41,4 | 49,2 | 48,9 | 50,6 | | |
| % congelado | 55,6 | 58,6 | 50,8 | 51,1 | 49,4 | | |

Fuente: Indicadores de Comercio Exterior, Banco Central de Chile.
Elaboración: Fundación Terram.

Tabla J: Mercados de destino de exportaciones acuícolas, 1995-1998.
(%)

| País de destino | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Japón | 60,4 | 58,4 | 58,3 | 57,6 |
| EE.UU | 29,2 | 31,4 | 28,6 | 28,8 |
| Comunidad Europea | 6,3 | 4,8 | 5,0 | 5,5 |
| América Latina | 2,9 | 4,1 | 5,6 | 6,2 |
| Otros mercados | 1,2 | 1,3 | 2,4 | 1,9 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fuente: Compendio de Acuicultura 1999 y Salmonoticias N° 72, marzo, 1999.
Elaboración: Fundación Terram.

Tabla K: Crecimiento de la participación de ganancias y salarios en el valor agregado de la industria acuícola en la Décima Región, 1990-1995.
(%)

| | g | tx | w | wemp | wnc |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Crecimiento entre 1990-95 | 11,94 | -1,97 | -8,38 | -3,22 | -5,16 |

Fuente: Encuesta Nacional Industrial Anual, ENIA, Código CIU 3114, Décima Región.
Elaboración: Fundación Terram.

Nota: g = ganancia; tx = impuestos; wemp = salario de empleados; wnc = salario trabajadores no calificados; w = wemp + wnc.

Tabla L: Índice de salario-producto y de producción física del trabajo, 1990-1996.

(1994=100)

| Año | Índice salario-producto | IPFL |
|-----------------------------|-------------------------|-------|
| 1990 | 57,8 | 38,3 |
| 1991 | 56,6 | 44,9 |
| 1992 | 78,0 | 54,2 |
| 1993 | 89,1 | 73,7 |
| 1994 | 100,0 | 100,0 |
| 1995 | 122,9 | 96,9 |
| 1996 | 147,7 | 124,7 |
| Crec. medio anual 1990-1993 | 18,1 | 30,8 |
| Crec. medio anual 1993-1996 | 21,9 | 23,0 |
| 1996/1990 | 2,6 | 3,3 |

Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

Nota: IPFL = Índice de producción física del trabajo.

Tabla M: Tasas de crecimiento anual de salarios, producto y participación de salarios en el VBP, 1991-1996.

(%)

| Año | Crec. anual de w-p (%) | Crec. anual de IPFL (%) | Pérdida porcentual en W/VBP |
|------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1991 | -2,0 | 17,0 | -19,1 |
| 1992 | 37,8 | 20,8 | 17,0 |
| 1993 | 14,2 | 36,1 | -21,9 |
| 1994 | 12,2 | 35,6 | -23,4 |
| 1995 | 22,9 | -3,1 | 26,0 |
| 1996 | 20,2 | 28,7 | -8,5 |

Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

Nota: w-p = Índice salario-producto; IPFL = Índice de producción física del trabajo.

ANEXO 2: ASPECTOS METODOLÓGICOS

Impactos Económicos

De las estadísticas de producción mundial de salmonídeos hemos tomado tres especies que son las representativas de la producción en Chile -salmón del Atlántico, salmón del Pacífico y trucha arcoiris-, para cada especie se calcularon tres indicadores. Los indicadores son: (1) aumento de la producción entre los años 1987 y 1996; (2) porcentaje que del aumento total de la industria, representa el aumento de la producción chilena y del resto de los países productores y (3) cuantas veces más se produce en 1996 con respecto a 1987 en Chile, otros países y toda la industria.

Impactos Sociales

Distribución Funcional del Ingreso, 1990-1996²²

Se entiende por *distribución funcional del ingreso*, a la forma como se distribuye el valor agregado entre salarios, impuestos y ganancias en el tiempo, diferenciando según el tamaño de las firmas (de acuerdo al número de trabajadores empleados). Formalmente el análisis se desarrolla a partir de las siguientes definiciones:

El valor agregado (VA) es igual, por definición, a la suma de la masa de salarios (W), del consumo en capital fijo (CKF), de los impuestos indirectos (Tx) y de las ganancias brutas (G), es decir,

²² La información estadística que se utiliza en esta sección y en la referida al empleo, impuestos a la renta e IVA comprende a todas las firmas que se clasifican según el código 3114 de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), en la Décima Región de Chile. Las estadísticas las sistematiza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) a través de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA). La definición de este subsector industrial es la siguiente: ELABORACIÓN DE PESCADO, CRUSTÁCEOS Y OTROS PRODUCTOS MARINOS (CIIU 3114): "Comprende el proceso de salar, secar, deshidratar, ahumar, curar, conservar en salmuera y vinagre, envasar o congelar rápidamente pescado, camarones, ostras, almejas, cangrejos y otros productos marinos. Se incluyen las sopas y especialidades de pescado y de productos marinos, y los barcos-factoría que se dedican a la elaboración de pescado y de productos marinos, únicamente cuando se pueden considerar como establecimientos separados. La conservación en hielo, salazón, preparación en filetes y elaboración de la pesca y de otros productos marinos a bordo de los pesqueros y barcos-factoría, salvo la excepción descrita, se clasifican en el grupo 1301 o en el 1302, según el caso". Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) NU Serie M, N°4 Rev. 2. 1976. Instituto Nacional de Estadísticas INE. Se desprende de la definición, que ésta es más amplia que la industria acuícola de salmonídeos, sin embargo, las otras producciones son marginales en la región, por lo tanto, en esta región dicha información representa fielmente la evolución de la industria de salmonídeos.

$$VA_t = W_t + CKF + Tx + G_t \quad (1)$$

La participación de W_t , CKF , Tx y G_t se obtiene dividiendo la anterior ecuación por VA_t , obteniendo,

$$w_t + ckf + tx + g_t = 1 \quad (2)$$

donde las minúsculas corresponden a la participación de cada categoría en al VA_t . En la categoría de salarios, diferenciamos entre salarios de empleados ($wemp_t$) y salarios de trabajadores no calificados (wnc_t), por lo tanto la ecuación final de participación queda de la siguiente manera:

$$wemp_t + wnc_t + ckf + tx + g_t = 1 \quad (3)$$

Salarios y Productividad

Otra forma de evaluar en términos de impacto distributivo el desarrollo de una industria, es investigar lo que sucede con la participación de los salarios en el valor bruto de producción (VBP), para ello necesitamos conocer la evolución del salario-producto y de la productividad física del trabajo, formalmente lo anterior se puede representar de la siguiente manera²³:

$$\sigma_w = \frac{w \cdot L}{P \cdot Y} \quad (4)$$

Donde σ_w representa la participación de los salarios en el VBP; w representa el salario nominal anual; P es el precio del producto, Y es la cantidad de producto comercializado y L el trabajo. Para llegar a una expresión más sintética establecemos la siguiente nomenclatura:

$$\omega = \frac{w}{P}, \text{ que es el salario-producto real.}$$

$$b = \frac{Y}{L}, \text{ que es la productividad física media del trabajo}$$

²³ Para una ampliación y aplicación de este enfoque ver Agacino (1993).

A partir de las dos expresiones anteriores la participación de los salarios en el VBP se expresa ahora como: $\sigma_w = \frac{\omega}{b}$, es decir, la participación de los salarios en el VBP depende de lo que suceda con el salario-producto real y la productividad física del trabajo²⁴. Si a la expresión anterior se le aplica la función logaritmo y se deriva con respecto al tiempo, obtenemos la variación porcentual de la participación de los salarios en el VBP:

$$\hat{\sigma} = \hat{\omega} - \hat{b} \quad (5)$$

Donde los 'gorritos' indican la variación porcentual en el tiempo.

Estimación del PIB "Verde" en la IA de salmonídeos

En secciones anteriores anotábamos que los impactos o efectos de la IA son variados, pero para nuestra estimación sólo se consideraron las emisiones de fósforo (P) y nitrógeno (N). Estos compuestos están presentes en el alimento y fecas de los peces y son depositados en los cuerpos de agua afectando negativamente la calidad de éstas.

Para empezar digamos que contaminación marina se define del siguiente modo:

"Contaminación marina significa la introducción por el hombre, directa o indirectamente, en el medio marino (incluyendo estuarios) de sustancias o de energía que provocan efectos nocivos que dañan a los seres vivos, ponen en peligro la salud humana, dificultan las actividades marinas, incluida la pesca, perjudican la utilización del agua del mar y reducen su disfrute" (Barg, 1995).

El modelo analítico que se propone, se basa en las llamadas *Matrices de Insumo-Producto de Emisiones Contaminantes*. Se intenta valorar las emisiones mediante el costo de mitigación total²⁵ (CMT) de la contaminación, este valor es sustraído del indicador de PIB convencional de la industria²⁶, de este modo la expresión para el PIB 'verde' será la siguiente:

²⁴ El salario-producto se construyó a partir de los salarios nominales informados por ENIA 3114, Décima Región. y de un índice de precios tipo Laspeyres calculado para realizar el cálculo. La productividad física del trabajo se estima a partir de la información de empleo de la ENIA y la producción por línea de elaboración de la Décima Región. Informada por los Anuarios de Pesca. Se consideraron 4 líneas de elaboración: fresco-enfriado, congelados, ahumado y conservas.

²⁵ El costo de mitigación corresponde al valor monetario que significa mitigar (o disminuir) las emisiones de contaminantes.

²⁶ El PIB de la IA incorpora el producto generado a partir de los centros de cultivo (pesca extractiva) y el generado en la industria de elaboración de pescados (3114).

$$\text{PIB Verde} = \text{PIB} - \text{CMT} \quad (6)$$

El P y N emitido al ambiente proviene del alimento no consumido y de las fecas, en general estos compuestos se pueden expresar como proporción del alimento suministrado, es decir, cuanto fósforo (nitrógeno) se introduce al ambiente por unidad de alimento suministrado, ahora bien, lo que nos interesa es determinar la cantidad que de esos compuestos va a parar al fondo marino como sedimento (partículas), esta medida incorpora la proporción de fósforo (nitrógeno) emitida al ambiente vía alimento no consumido y fecas²⁷. Formalmente, entonces, el costo de mitigación total queda expresado de la siguiente manera:

$$\text{CMT} = CA_u^P \cdot \phi \cdot \left[\frac{P}{A} \right] \cdot \left(\frac{A}{Y} \right) \cdot Y + CA_u^N \cdot \phi \cdot \left[\frac{N}{A} \right] \cdot \left(\frac{A}{Y} \right) \cdot Y \quad (7)$$

Los superíndices P y N significan fósforo y nitrógeno respectivamente; el subíndice u indica unitario; finalmente ϕ y ϕ indican el porcentaje de fósforo y nitrógeno contenido en el alimento que va a parar al fondo marino. La expresión para el CMT está en función del nivel de producción Y, CAu indica el costo de abatimiento unitario por unidad de fósforo y nitrógeno, la expresión contenida en el corchete cuadrado indica la cantidad de compuesto por unidad de alimento y la contenida en el paréntesis indica la cantidad de alimento por unidad de producción o factor de conversión. Para realizar la estimación se considera constante a las expresiones contenidas en los corchetes y paréntesis, con lo que la expresión para el CMT queda expresada de la siguiente manera:

$$\text{CMT} = [\alpha \cdot CA_u^P + \beta \cdot CA_u^N] \cdot \theta \cdot Y \quad (8)$$

Donde,

$$\alpha = \phi \cdot \left[\frac{P}{A} \right] = \text{toneladas de fósforo como sedimento por tonelada de alimento.}$$

$$\beta = \phi \cdot \left[\frac{N}{A} \right] = \text{toneladas de nitrógeno como sedimento por tonelada de alimento.}$$

$$\theta = \left(\frac{A}{Y} \right) = \text{toneladas de alimento por tonelada de pescado.}$$

Por lo tanto, la expresión para el PIB 'verde' de la industria acuícola queda expresado de la siguiente manera:

$$\text{PIB 'verde'} = \text{PIB} - [\alpha \cdot CA_u^P + \beta \cdot CA_u^N] \cdot \theta \cdot Y \quad (9)$$

²⁷ La estimación que se realiza hay que tomarla con cautela, sabido es que la modelización para determinar la cantidad de sedimentos que va a parar al fondo marino es bastante más compleja y depende de factores que no están incorporados en nuestro cálculo. La solución a esta limitación pasa, sin embargo, por el estudio de cada una de las zonas donde se practica el cultivo de salmonídeos, lo que está fuera del alcance de este trabajo.

Los valores para los costos de abatimiento unitario y parámetros se tomaron de Buschmann (1996) y Barg (1995) respectivamente y son los siguientes:

Tabla A: Valor de parámetros usados en la estimación.

| Parámetro ²⁸ | Valor |
|-------------------------|----------------------------------|
| ϕ (1) | 0,55(*) |
| ϕ (2) | 0,225(*) |
| CAu de P y N (3) | 3.200 y 9.600 (US\$ de 1994)(**) |
| (P/A) y (N/A) (4) | 0,009 y 0,072(***) |

Fuente: Barg (1995) y Buschmann (1996).

Nota:

(*) y (**) Corresponden a los valores promedio.

(***) Estos valores fueron testeados con los estimados por Campos (1997) en lagos de Chiloé y corresponden aproximadamente a los encontrados para el alimento extraído (alimentos con menos contenido de P y N) utilizado en los centros que operan en dichos lagos.

Finalmente, hay que hacer notar que esta forma de calcular una expresión sintética para los costos ambientales, derivados de la emisión de contaminantes en los procesos productivos para llegar a una expresión ajustada del PIB, es sólo una de las tantas posibles²⁹.

²⁸ Los valores de (1) y (2) se encuentran en Barg (1995) y fueron extractados de "Nutrient discharges from aquaculture operations in nordic countries into adjacent sea areas". International Council for the Exploration of the Sea (ICES) C.M. 1991/F:56. Los valores de (3) se tomaron de Buschmann *et al.* (1996). Los valores para (4) se encuentran en Barg (1995) y fueron extractados de Wallin and Ackefors, 1992, "Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farms". In, Marine Aquaculture and Environment, edited by T. Makinen. Copenhagen, Nordic Council of Ministers Nord, 1991 (22): 39-55.

²⁹ Otras expresiones, derivadas a partir del enfoque neoclásico-marginalista se encuentran en Hartwick (1990) y Hamilton (1994).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Achurra, M., 1995. **"La Experiencia de un Nuevo Producto de Exportación: Los Salmones"**. En, Auge exportador chileno lecciones y desafíos futuros. Editores: Patricio Meller y Raúl Eduardo Sáez. CIEPLAN/DOLMES Ediciones.
- Agacino, R., 1994. **"Ajuste, Crecimiento y Distribución en la Industria Chilena durante la 'Década Pérdida"**. En, Revista de Economía y Trabajo, Año 1, N°1, PET, Santiago de Chile.
- Alvial, M., y Orellana J.L. 1996. **La Zona Costera en Chile**. Fundación Chile. 319 pp.
- Aqua Noticias Internacional. 1993-1998. Fundación Chile. Colección.
- Aqua Noticias Internacional. 1998. Informe Especial: El cultivo de nuevas especies en Chile. Año 10, N° 45, 110 pp.
- Avila, M., Plaza H., Schnettler P., Nilo M., Pavez H. y Toledo C. 1998. **Estado de Situación y Perspectivas de la Acuicultura en Chile**. Instituto de Fomento Pesquero. 194 pp.
- Banco Central de Chile. **Indicadores de Comercio Exterior**. Varios números.
- Banco Central de Chile. 1985. **Indicadores Socioeconómicos**.
- Barbier, E., Burgess J., y Folke C. 1994. **Paradise lost? The ecological economics of biodiversity**. The Beijer International Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish of Sciences.
- Barg, U. C. 1995. **Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera**. Documento Técnico de Pesca N° 328, FAO.
- Bruno, D.M., Alderman D.J. y Schlotfeldt H.J. 1997. **Que debo hacer. Un manual práctico para el maricultor**. Asociación Europea de Ictiopatólogos. 61 pp.
- Brunetti, P., Guajardo G., Melo J., Miño M., Oporto J.A., Rebolledo D., Sasso I. y Carvajal M. 1998. **Evaluación de Impacto Económico de la Interacción del lobo marino común con la actividad pesquera en la X-XI Regiones**. Informe Técnico Comisión de Mamíferos Marinos, Consejo Zonal de Pesca, IV Zona. 21 pp.

- Buschmann, A., López D., Troell M. y Kautsky N. 1995. **"Evaluación de la Internalización de los Costos Ambientales: El Caso de la Acuicultura en Chile"**. En, Ponencias 5° Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Temuco, Universidad de la Frontera, Chile.
- Buschmann, A., López D. y Medina A. 1996. **"A Review of the Environmental Effects and Alternative Production Strategies of Marine Aquaculture in Chile"**. In Aquacultural Engineering, Vol. 15, N°6, pp. 397-421.
- Calderón, Y., Enríquez R., Monrás M., Espinoza J.C. y Kuzmar J. 1998. **Virulencia de las cepas AB y VR-299 del virus IPN en *Salmo salar* y *Oncorhynchus kisutch***. Resúmenes X Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile, Volumen XXX, pág. 241-242.
- Campos, H. *et al.*, 1997. **Determinación de la capacidad de carga y balance de P y N en el lago Natri**. Instituto de Zoología - Facultad de Ciencias - Universidad Austral de Chile. Proyecto FIP.
- Campos, H. *et al.*, 1997. **Determinación de la capacidad de carga y balance de P y N en el lago Cucao**. Instituto de Zoología - Facultad de Ciencias - Universidad Austral de Chile. Proyecto FIP.
- Campos, H. *et al.*, 1997. **Determinación de la capacidad de carga y balance de P y N en el lago Tarahuin**. Instituto de Zoología - Facultad de Ciencias - Universidad Austral de Chile. Proyecto FIP.
- Campos, H. *et al.*, 1997. **Determinación de la capacidad de carga y balance de P y N en el lago Huillinco**. Instituto de Zoología - Facultad de Ciencias - Universidad Austral de Chile. Proyecto FIP.
- Campos, H. *et al.*, 1997. **Determinación de la capacidad de carga y balance de P y N en el lago Tepuhuico**. Instituto de Zoología - Facultad de Ciencias - Universidad Austral de Chile. Proyecto FIP.
- Caro, H. 1995. **"Problemas de Relevancia en la Interacción de la Acuicultura con el Medio Ambiente"**. Ponencias 5° Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Temuco, Universidad de la Frontera, Chile.
- Cassigoli, S. 1995. **Evaluación del riesgo potencial de introducir patógenos de salmónidos a Chile por la importación de ovas**. Informe Técnico. Instituto Tecnológico del Salmón S.A. 90 pp.
- Ceballos, A., Vega R., Acevedo M., Enríquez R., Badilla A., Igor C. y Mendoza A. 1998. **Identificación de las enfermedades en puyes (*Galaxias maculatus*, Jenyns, 1842) capturados en estuarios y lagos de la IX y X Región, Chile y mantenidos en cautiverio**. Resúmenes X Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile, Volumen XXX, pág. 249-250.

- Centro Interamericano para el Desarrollo de Ecosistemas Sustentables ICSED. **Análisis del Producto Interno Bruto del Sector Pesquero**. Febrero-Abril, 1998.
- Claude, M. y Pizarro R. 1995. “**Indicadores de Sustentabilidad y Contabilidad Ambiental para el caso Chileno**”. En Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno. Sunkel, O. (Eds.).
- Claude, M. 1994. "**Valoración Económica de Recursos Naturales e Instrumentos de Política Macroeconómica**". Trabajo presentado en el Seminario Internacional: Valoración y contabilidad nacional de recursos naturales y ambientales. Centro de Economía de Recursos, Universidad de Concepción.
- Claude, M. 1997. **Una vez más la miseria ¿Es Chile un país sustentable?**. Colección Sin Norte, LOM Ediciones.
- Compendio de Acuicultura de Chile. 1994. Editor R. Méndez, Editec Ltda. 226 pp.
- Compendio de Acuicultura de Chile. 1999. Editor Pérez V., Techno Press S.A. 244 pp.
- CONAMA. 1998. **Enfoques Metodológicos para la Valoración Económica de Impactos Ambientales**. Documento de Trabajo N°8, Serie Economía Ambiental.
- Daly, H. y Cobb J. 1993. **Para el bien común, reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible**. Fondo de Cultura Económica, México.
- Dixon, J. y Fallon L. 1991. “**El concepto de Sustentabilidad: Sus orígenes, alcances y utilidad en la formulación de políticas**”. En Desarrollo y Medioambiente: hacia un enfoque integrador. Ed. Joaquín Vial, CIEPLAN.
- Ellis, D. 1996. **Net Loss. The salmón netcage industry in British Columbia**. The David Suzuki Foundation. 196 pp.
- Enriquez, R., Monrás M., Ceballos A. y Igor C. 1998. **Primer aislamiento de un organismo rickettsial desde *Galaxias maculatus* (Puye)**. Resúmenes X Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile, Volumen XXX, pág. 233-234.
- FAO. 1998. **Estadísticas de la Producción de la Acuicultura**. Departamento de Pesca. Roma.

- Figueroa, E., Alvarez, R., y Calfucura, E. (1995): "**Crecimiento Económico y Sustentabilidad Ambiental: Un Análisis desde la Perspectiva de la X Región**". Departamento de Economía, Universidad de Chile. Trabajo presentado en el seminario "Desarrollo Descentralizado en Chile: Estrategias, Conceptos, Alcances, Desafíos". Universidad Austral de Chile, 15 y 16 de diciembre, 1995.
- Fundación Terram. 1999. **Proyecto Cascada Chile ¿Aporte Real o Artificio?**.
- Gallegos, M., Sasso L. y Kirkwood C. 1993. **Catastro del Espacio Marítimo Autorizado para la Acuicultura y la necesidad de Maximizar el uso del Área en la X Región**. En, Investigaciones Marinas, Vol 21.
- Gubbay, S., 1995. **Marine protected areas. Principles and techniques**. 232 pp.
- Hamilton, K. 1994. "**Green Alternatives to GAP**". En National Accounts and the Environment Papers y Proceedings from a Conference London, England.
- Hartwick, J. M. 1990. "**Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation**". Journal of Public Economics, N° 43.
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE. 1976: **Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU)**. Serie M, N°4 Revista. 2.
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE. 1997 y 1998. Compendio Estadístico.
- Jara, F., Soto D., Arce M. y Cárdenas A. 1997. **Interacción entre salmónidos en vida libre y fauna nativa en el mar interior de Chiloé**. Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar, Santiago, Chile. Pág. 109.
- López, D. y Buschmann A. 1991. "**Acuicultura: Beneficios y Riesgos Ambientales de una Actividad que se Expande**". En, Ambiente y Desarrollo, Vol. VII, N°1.
- Ministerio de Planificación y Cooperación, MIDEPLAN. 1998. **Estadísticas Regionales**.
- Moreno, C.A., Jara F. H. y Soto D. 1997. **Mortalidad y sobrevivencia de salmones escapados de jaulas balsas en el mar interior de Chiloé y Aysén**. Resúmenes XVII Congreso Ciencias del Mar, Santiago, Chile. Pág. 126.
- Naciones Unidas. 1993. **Contabilidad ambiental y económica integrada**.
- Naredo, J. M. 1987a. "**¿Qué pueden hacer los economistas para ocuparse de los recursos naturales?. Desde el Sistema Económico hacia la Economía de los Sistemas**". Pensamiento Iberoamericano N° 12, Madrid, pp. 61-74.

- Naylor *et al.* 2000. **Effects of Aquaculture on world fish supplies.** Artículo a ser publicado en el International Journal Nature, Junio.
- Oporto, J., y Leal J. 1990. **Estudio sobre la interacción entre cultivos de salmones (balsas jaula) y los pinipedos en el sur de Chile.** 4° Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Marinos de América del Sur. pp 53.
- Oporto, J., Mercado C. y Brieva L. 1991. **Conflicting interactions between coastal fisheries and pinnipeds in southern Chile.** Working paper DOC/BEP/SW91/R8 for report on the Benguela Ecology Programme. Workshop on Seal-Fishery Biological Interactions. University of Cape Town, South Africa. pp 14.
- Oporto, J. 1998. **Caracterización de las aguas del fiordo Reñihue.** pp 37.
- Oporto, J. 1998. **Diagnóstico de la industria del salmón en Chile.** pp 56.
- Oporto, J., Brieva L., Navarro R., Turner A., Espinoza C, Paves H. y Mora O. 1999. **Cuantificación poblacional de lobos marinos en la X y XI Regiones.** Subsecretaría de Pesca. Chile. pp 238.
- Pearce, D. 1985. **Economía ambiental.** Fondo de Cultura Económica, México, 1 ed. en español.
- Pearce, D. 1994. **"Los Límites del Análisis Coste-Beneficio como Guía para la Política del Medio Ambiente"**. En, De la economía ambiental a la economía ecológica. Federico Aguilera y Vicent Alcántara editores. Colección Economía Crítica, ICARIA Y FUHEM, España.
- Programa de Investigaciones en Energía, Prien. 1996. **Diagnóstico del enfoque de matrices insumo-producto de emisiones contaminantes y usos energéticos para la aplicación de instrumentos de contabilidad ambiental.** Investigación realizada para la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- Repetto, R. 1991. **"La erosión en el balance general. Cómo contabilizar la pérdida de recursos naturales"**. En Desarrollo y Medioambiente: hacia un enfoque integrador. Ed. Joaquín Vial, CIEPLAN.
- Repetto, R. *et al.* 1991. **Account Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica.** Washington: World Resources Institute.
- Romero, J. J. 1993. **"La Producción Acuicola Chilena"**. En Ciencia e Investigación Agraria, V. 20, N°2, Mayo-Agosto.
- Salmonoticias 1999. Revista de la Asociación de productores de salmón y trucha de Chile (A.G.). N°72.

- Seers, D. 1987. "**La Economía Política de la Contabilidad Nacional**". En El Empleo, la Distribución del Ingreso y la Estrategia del Desarrollo Económico, pp. 262-284. Fondo de Cultura Económica.
- Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. 1996. **Anuario Estadístico de Pesca**. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. pp 224.
- Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. 1997. **Anuario Estadístico de Pesca**. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. pp 307.
- Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. 1998. **Anuario Estadístico de Pesca**. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile.
- Soto, D. y Campos H.. 1996. "**Los Lagos Oligotróficos del Bosque Templado Húmedo del Sur de Chile**". En Ecología de los bosques nativos de Chile. Juan Armesto, Carolina Villagrán, Mary Kalin Arroyo, Editores. Comité de Publicaciones Científicas, Vicerrectoría Académica, Universidad de Chile, Editorial Universitaria.
- Soto, D. 1993. **Estudio del Potencial Impacto Ambiental de las Actividades Productivas y de Servicio sobre el Lago Llanquihue**. Resumen Ejecutivo. Facultad de Pesquerías y Oceanografía, Universidad Austral de Chile, Campus Puerto Montt.
- Soto, D. 1996. "**Impactos Ambientales en Zonas Costeras de Cultivos en Suspensión**". Revista FARO N°2.
- Steer, A y Lutz E. 1993. "**Medición del Desarrollo Ambientalmente Sostenible**". Finanzas y Desarrollo, Diciembre.
- Valdés, J., Fuentealba M. y Arrizaga A. 1995. "**Desafíos Ambientales de la Actividad Salmonera en Chile**". Ponencias 5° Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Temuco, Universidad de la Frontera, Chile.
- Weber, M. 1997. **Cultivo de salmón: libro de introducción. Grupo de Consulta en Diversidad Biológica**, San Francisco, California, E.U.A.