

Trade-offs de servicios ecosistémicos causados por la salmonicultura en el sistema socio-ecológico marino de Chiloé (sur de Chile)

LUÍS OUTEIRO¹

¹Investigador Postdoctoral CONICYT. Universidad de Los Lagos. Campus de Osorno. Chile

SEBASTIÁN VILLASANTE^{2,3,4}

²Profesor en Economía. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela.

³Karl-Göran Mäler Fellow. The Beijer International Institute of Ecological Economics (The Royal Swedish Academy of Sciences)

⁴Campus do Mar-International Campus of Excellence

RESUMEN

Desde la Antigüedad el ser humano ha utilizado los servicios que brindan los ecosistemas en una mayor o menor cantidad o a diferentes intensidades. La conversión de espacios marítimo-costeros multifuncionales a espacios marítimo-costeros monofuncionales e intensivos provoca unos intercambios entre beneficios y costes en servicios ecosistémicos (SEs). Proponemos en este estudio un análisis multinivel que abarque estudiar a) los trade-offs (temporales, espaciales e interpersonales) entre SEs, b) desagregar cada trade-off en las respectivas dimensiones que los SEs presentan (biofísica-ecológica, socio-cultural y monetaria), c) sintetizar los resultados para definir como empobrecimiento o mejora en las relaciones SEs-bienestar humano del sistema socio-ecológico de Chiloé. Observamos que la salmonicultura provoca trade-offs temporales, espaciales e interpersonales y no causa ninguna sinergia en las dimensiones de SEs analizadas. Concluimos que la salmonicultura en su gran capacidad para generar bienestar humano, debería corregir los trade-offs y transformarlos en sinergias para poder contribuir a la mejora completa y al progreso del sistema socio-ecológico de Chiloé.

Palabras clave: servicios ecosistémicos, sinergias y trade-offs, salmonicultura, Chile.

ABSTRACT

Human being has been using the services from ecosystems at different rates and quantities since Ancient times. Converting multifunctional coastal-marine areas into monofunctional and intensive coastal-marine areas provokes cost and benefits of ecosystem services. We propose a multilevel analysis encompassing: a) synergies and trade-offs (temporal, spatial and interpersonal) between ecosystem services (ESs), b) disaggregate each trade-off or synergy in the respective dimensions that are presented (biophysical, ecological, socio-cultural and monetary), c) synthesizing the results to define an impoverishment or improvement of the relationships ESs-human welfare of the socio-ecological system of Chiloé. We found that the salmon industry causes more trade-offs than synergies of ESs. We conclude that the salmoniculture in its ability to generate human welfare should correct the trade-offs and transform them into synergies in order to contribute to the improvement and progress of the entire socio-ecological system of Chiloé.

Keywords: ecosystem services, synergies and trade-offs, salmoniculture, Chile.

1. INTRODUCCIÓN

Veinte años después de la celebración de la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro 1992), la amplia mayoría de las naciones han declarado que las actividades humanas están devastando los ecosistemas del planeta a una velocidad alarmante (Cardinale et al., 2012), cruzando los límites planetarios considerados como seguros para el funcionamiento de la Tierra (Röckstrom et al., 2009). Respecto a los sistemas marinos socio-ecológicos, existe un amplio acuerdo en los objetivos a conseguir (disminuir la sobrepesca, recuperar los bancos de pesca agotados, reducir las capturas accidentales y el impacto en los hábitats, generar empleo, producir alimentos), pero los objetivos específicos y cuál es la mejor forma de conseguirlos aun se encuentra sin resolver (Salomon et al., 2011).

Debido a que la mayoría de las economías de nuestro planeta continúan creciendo, la demanda no puede satisfacerse simultáneamente, y por tanto se espera que se produzcan trade-offs entre servicios ecosistémicos (en adelante SEs), entre beneficiarios y entre períodos de tiempo (Wegner y Pascual, 2011). Escoger entre políticas que engloben tales trade-offs puede resultar una tarea compleja, siendo la alternativa, utilizar el análisis de coste-beneficio, ya que se considera una metodología efectiva (Daily et al., 2009). El uso de los análisis de coste-beneficio se ha incrementado considerablemente para la evaluación de proyectos y políticas que conciernen a los SEs, además de para guiar en la selección de proyectos que proporcionen el máximo de beneficios en el inexorable flujo de SEs entre ecosistema a sociedad (Carpenter et al., 2009). Las sinergias se producen cuando los SEs interactúan con otros SEs y aumentan o decrecen simultáneamente, mientras que los trade-offs se producen cuando el aumento de un SEs provoca el descenso de otro SEs diferente (Bennet et al., 2009). Estas relaciones pueden darse uni o bidireccionalmente y puede ser complejo determinar las causas de la relación. Sin embargo, sin una comprensión total de las características espaciales y temporales de estas relaciones, es difícil (pero no imposible) para los sistemas de gobernanza, gestionar adecuadamente las fortalezas de las sinergias y reducir los trade-offs existentes (Bennet et al., 2009).

No obstante, tal y como apuntaban Deutsch et al. (2007), existe un vacío de estudios que informen de las retroalimentaciones entre resultados económicos e impactos en SEs causados por la acuicultura y su relación con el bienestar humano.

Este estudio, aunque limitado por razones de espacio, tiene como finalidad contribuir a la mejora del conocimiento científico en este campo, y relacionar a través de metodologías de coste-beneficio y de revisión bibliográfica, los impactos causados por la salmonicultura en los SEs y sus aportes socio-culturales y socio-económicos. En nuestro conocimiento, ésta es la primera vez que se lleva a cabo un análisis de trade-offs en SEs marinos en el ámbito de la salmonicultura en stricto sensu.

La hipótesis de estudio es la siguiente; la conversión de territorios y espacios marítimo-costeros multifuncionales (p.ej., Chiloé antes de la acuicultura) en territorios y espacios marítimo-costeros monofuncionales e intensivos (Chiloé con acuicultura intensiva) supone un beneficio económico a corto plazo, pero una pérdida de bienestar humano a largo plazo, debido a la degradación de la biodiversidad, y una pérdida de flujos de servicio heterogéneos. Esta hipótesis también ha sido compartida por otros trabajos de investigación recientes, pero centrados en los ecosistemas terrestres (Gordon et al., 2010). En teoría los ecosistemas con sistemas de explotación intensivos, generan mayores SEs de abastecimiento, en detrimento de servicios de regulación-soporte y culturales (ver Figura 1).

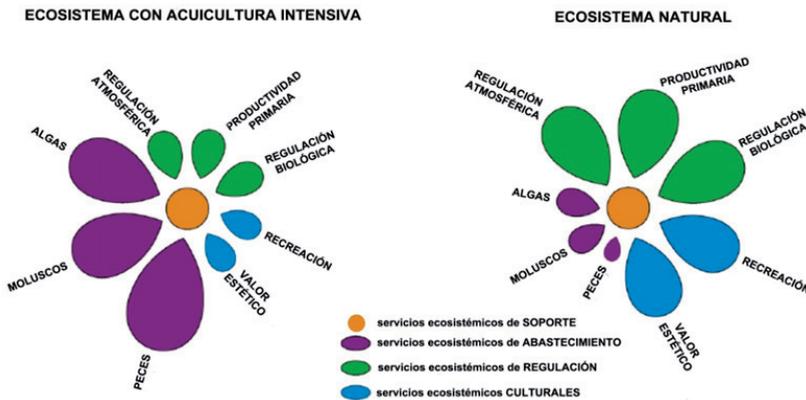


Figura 1. Balance general de la modificación que los ecosistemas marinos sufren con la acuicultura. Adaptado de Gordon et al. (2010).

Así, los objetivos de este trabajo son fundamentalmente los siguientes: a) identificar las interacciones entre SEs y la salmonicultura, b) identificar y analizar los flujos de sinergias y trade-offs de los diversos SEs causados por la salmonicultura, y c) analizar las relaciones existentes entre SEs y bienestar humano en el sistema socio-ecológico del Archipiélago de Chiloé.

1.1. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) definió a los SEs como los beneficios que el ser humano obtiene de los ecosistemas. Recientemente, y fruto de la connotación monetaria relacionada con el término 'beneficio', los servicios de los ecosistemas han sido definidos como las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (De Groot et al., 2010).

Antes de continuar, se debería aportar una clasificación de los principales SEs: a) servicios de *abastecimiento* (p.e. comida, agua, fibra, combustibles), que son utilizados directamente por los seres humanos, b) servicios de *regulación* relacionados con procesos que afectan el clima, enfermedades, materiales de desecho, inundaciones c) servicios *culturales* que se refieren a beneficios estéticos, espirituales, recreativos y educativos y, d) servicios de *soporte* (p.ej. producción primaria o mantenimiento del ciclo de nutrientes) que son la base del suministro de la mayoría de los servicios de regulación (Martín-López y Montes, 2011).

1.2. Características de las sinergias y trade-offs de servicios ecosistémicos

Debido a que la valoración de los SEs constituye un paso necesario para ser reconocido como un componente relevante en la elaboración de políticas ambientales públicas, la mayoría de estos enfoques tienden a agregar a los beneficiarios dentro del bienestar humano, limitando la aplicabilidad de estos enfoques a preguntas que relacionan sinergias y trade-offs entre SEs, actores sociales e instituciones. A pesar de que la gran mayoría de las decisiones en gestión ambiental reconocen la existencia de sinergias y trade-offs entre los beneficios de los SEs, los estudios empíricos tienden a ignorar la relación tiempo-espacio entre SEs y sus beneficiarios (Tallis y Polasky, 2009). Esto podría llevar a la excesiva simplificación de los análisis económicos de los SEs (Buttler y Oluoch-Kosura, 2006). No podemos asumir que cada hectárea proporciona los mismos SEs, y que éstos SEs son valorados en cada hectárea igual, porque esto supone ignorar aspectos clave como la diversidad, configuración espacial, tamaño, calidad del hábitat, así como el número y tipo de grupos de beneficiarios (Tallis y Polasky, 2009). Así es, los estudios de valoración empírica a menudo no desagregan los SEs en términos de tipología y procesos de producción ni distinguen entre el valor económico de los SEs entre los diferentes tipos de beneficiarios (Daw et al., 2010). En nuestro artículo, se reconoce que el grado en que los humanos se benefician de los SEs depende de una serie de mecanismos dinámicos y complejos de acceso a instituciones formales e informales (Ribot and Peluso, 2009).

También se reconoce que el desconocimiento de las dinámicas y la escala espacial de las trade-offs entre SEs y sus beneficiarios puede aumentar el riesgo de cambios abruptos e impredecibles en los sistemas socio-ecológicos (Gordon et al., 2008).

1.3. Relación de la gestión marina y costera con los servicios ecosistémicos

La mayoría de los ecosistemas tanto terrestres como marinos han sido modificados por las actividades antropogénicas con la finalidad de que se obtengan servicios de abastecimiento para las comunidades que habitan el ecosistema o para adaptarlos a las necesidades de producción del mercado.

En este contexto, Chile representa un ejemplo paradigmático de una economía centrada en la generación de SEs de abastecimiento para obtener *commodities* en exportación (cobre, litio, etc.), forestal, agrícola, ganadero, frutícola y pesquero-acuicultor. El sector acuicultor es a día de hoy el tercero en importancia de las exportaciones de Chile, representando un 6,8% del volumen total. En el contexto mundial de producción de salmónidos y de acuerdo a los datos de Fishstat de la FAO para el año 2010 (FAO, 2010), Chile ocupó el tercer lugar con un 8% en el volumen de exportación después de Noruega (65%), y Escocia (10%). Valga decir que Chile antes de la aparición del virus ISA en 2005, llegó a ocupar el segundo lugar con un 30% del total, sólo por detrás de Noruega con un 46%.

La gestión tanto del territorio como del espacio marítimo-costero influye en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, así como en la biodiversidad, elemento clave de los ecosistemas. Un cambio en los usos o gestión del espacio marítimo-costero supondrá un cambio en el conjunto de los servicios del ecosistema (Martín-Lopez y Montes, 2011).

La salmonicultura es un tipo de explotación que se realiza en el medio bio-físico haciendo uso del ecosistema marino para conseguir su objetivo de producción intensiva de peces con valores nutricionales importantes para el bienestar de las personas (Valenzuela, 2005). La principal especie cultivada en términos de volumen es el Salmón Atlántico (*Salmo salar*), especie exótica al ecosistema marino de Chiloé. La alimentación moderna en el mundo occidental, adolece de algunas deficiencias en su aporte nutricional. Dentro de las deficiencias más importantes, quizás la más relevante, es el escaso aporte de AGPICL omega-3 de la dieta (Simopoulos, 1991), debido a que están sólo presentes en los vegetales y en animales de origen marino, especialmente el salmón. Sin embargo, el contenido de omega-3 del salmón cultivado en jaula es la mitad que del salmón salvaje (Simopoulos, 2001). Así es como en este contexto aparece en Chiloé el clúster del salmón (Gillet y Olate, 2010), como un negocio de abastecimiento de los mercados globales. En este clúster se invierte capital humano y tecnológico para generar beneficios indirectos de los ecosistemas como empleo estable, activación micro y macro-económica y acumulación flexible de capital.

1.4. Área de estudio

De acuerdo a las categorías definidas por la Millenium Ecosystem Assessment de la ONU (2005), las actividades acuícolas se desarrollan en las áreas catalogadas como costeras principalmente y en el caso de la salmonicultura depende de las áreas catalogadas como marinas.

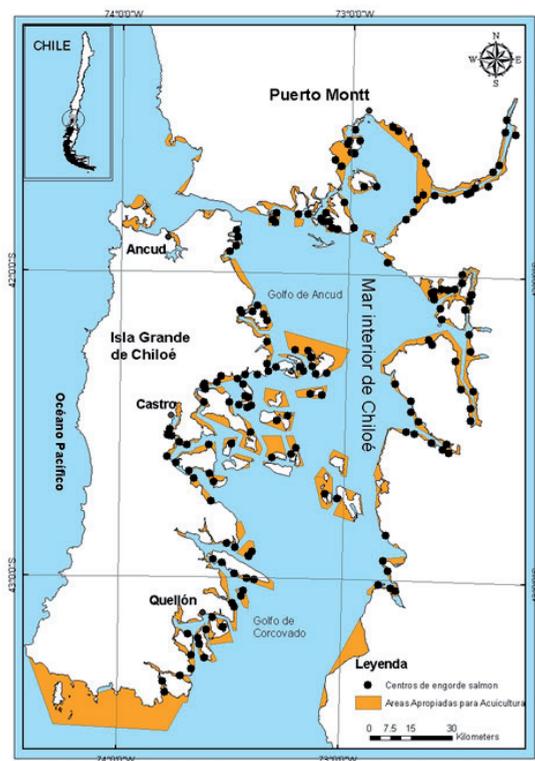


Figura 2. Mapa de localización de la salmonicultura en Chiloé.

En el año 2011, el 57% del volumen de la producción de salmónidos en Chile se llevó a cabo en la Región de Los Lagos (ver Figura 2), principalmente localizadas en la provincia de Chiloé, en concreto en su mar interior y las más de 40 islas que tiene este archipiélago. A Febrero de 2013, según INTESAL (Instituto Tecnológico del Salmón), se contabilizan en el mar interior de Chiloé un total de 169 centros de engorde (ver Figura 2), y las zonas en color naranja son las áreas en donde hay factibilidad de instalación de cualquier tipo de acuicultura, son las denominadas AAA's (áreas aptas para la acuicultura).

METODOLOGÍA

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en este estudio se desarrollará un análisis a tres niveles. En primer lugar, se buscarán los trade-offs. En un segundo nivel, se desagregará cada trade-off en las respectivas dimensiones que los SE's presentan (biofísica-ecológica, socio-cultural y monetaria). Por último, a través de los datos aportados en los apartados anteriores, se sintetizarán los resultados para definir como empobrecimiento o mejora en las relaciones SE-bienestar humano del sistema socio-ecológico de Chiloé.

2.1. Trade-offs de servicios ecosistémicos de la salmonicultura

El enfoque que se ha escogido para aproximarse al análisis de los impactos que genera la actividad salmonera en los SEs es a través del análisis de los trade-offs. Así, cuando los actores sociales intervienen el espacio marítimo-costero, los diferentes SEs pueden evolucionar y relacionarse positiva (sinergias conjuntas o ventajas) o puede haber un intercambio o trade-off (Bennett et al., 2009) que engloba costes y beneficios en relación al bienestar humano y sostenibilidad del ecosistema (Cheung y Sumaila, 2008). Tal como hemos mencionado, nosotros sólo analizaremos los trade-offs.

2.2. Tipología de trade-offs

En la bibliografía se pueden identificar tres tipos de trade-offs en el análisis de SE's: temporales, espaciales e interpersonales. Los trade-offs temporales, que implican beneficios ahora y costes a largo plazo y viceversa. Los trade-offs espaciales, que suponen un beneficio en un determinado lugar y un coste en otro lugar diferente y viceversa, ya sea a una escala local, regional o global. Los trade-offs interpersonales, que suponen un escenario donde unos individuos ganan y otros pierden (Hauck et al., 2013).

2.3. Las tres dimensiones de los servicios ecosistémicos

Cualquier estudio relacionado con los SEs debe tener en cuenta alguna o las tres dimensiones (Martin-Lopez y Montes, 2011) para analizar los SEs. La dimensión biofísica o ecológica se relaciona con la biodiversidad. La capacidad de proveer servicios, depende de la diversidad biológica, de la diversidad funcional, del papel que una especie tiene en el funcionamiento de los ecosistemas, o de la multifuncionalidad del territorio (O'Farrel y Anderson 2010).

La dimensión socio-cultural viene determinada por la identidad cultural de las personas y su relación con los SEs, con el conocimiento ecológico local, con cuestiones éticas hacia otras sociedades (p. ej. equidad intra e inter-generacional) y hacia la biodiversidad (p. ej. valor intrínseco de las especies).

La dimensión monetaria viene determinada principalmente por el valor monetario que los usuarios están dispuestos a pagar bajo los mecanismos del mercado. El valor monetario se divide en: valor de uso (beneficio directo de la biodiversidad) y valor de no-uso (valor de existencia) asociado con la satisfacción personal derivada del conocimiento de que determinadas especies o ecosistemas existen¹.

1 El valor de uso y no uso puede ser: 1) Valor de uso directo; a) Extractivo (servicio de abastecimiento), b) No extractivo ecoturismo, investigación, educación ambiental; servicios culturales. 2) Valor de uso indirecto; servicios de regulación. 3) Valor de opción o existencia (Goulder y Kennedy, 1997).

2.4. Servicios ecosistémicos y Bienestar humano

Entre los métodos de evaluación económica de SEs destaca los métodos coste-beneficio. Estos métodos han sido utilizados ampliamente (Maes et al., 2012; Hauck et al., 2013). No obstante, este tipo de metodologías sin ir acompañadas de co-metodologías (flujos de SEs-Bienestar Humano), caen en la inconsistencia con los orígenes psicológicos, interpersonales y dependientes de contexto, como es el comportamiento humano, además del carácter no-lineal que presenta el cambio-ecológico (Wegner y Pascual, 2011). Así estos autores propugnan aplicar los métodos coste-beneficio en SEs de forma pluralista y heterogénea, en la que se integren las dimensiones del bienestar para el sistema socio-ecológico y las esferas éticas afectadas por los tomadores de decisiones.

Por tanto, se propone, como síntesis en cada apartado de los tres tipos de análisis de trade-offs, analizar la relación entre los flujos de SEs generados por la salmonicultura y su relación con el bienestar humano. Para definir estos flujos de trade-offs entre SEs causados por la salmonicultura, se tendrán en cuenta dos dimensiones relevantes: a) empobrecimiento y b) mejora de bienestar humano. El empobrecimiento se manifiesta especialmente a través de: a) utilización insostenible de recursos, b) la degradación de ecosistemas, y c) los múltiples impactos que los países desarrollados ejercen sobre los menos desarrollados o que las grandes corporaciones ejercen sobre los pequeños emprendedores. La mejora del bienestar humano incluyen las a) relaciones sostenibles entre sociedad y ecosistemas, así como el b) abastecimiento y mejora de formas de vida presente y futura, c) empoderamiento y d) bienestar humano (MEA, 2005).

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

No se ha detectado ninguna tipo de sinergia en los SEs, por lo a continuación se presentarán los diferentes tipos de trade-offs causados por la salmonicultura en las dimensiones temporal, espacial e interpersonal y sus implicaciones ecológicas, económicas y culturales sobre el sistema marino socio-ecológico de Chiloé.

3.1. Trade-offs temporales

Este tipo representa la piedra angular de la definición de desarrollo sostenible del Informe Brundtland (CMMAD, 1987). En él se define el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. La salmonicultura produce unos beneficios económicos a gran escala (ver figura 3), pero también unos costes ambientales (Buschmann et al, 2009).

3.1.1 Beneficios en SEs de abastecimiento

Los beneficios tienen su expresión en servicios de abastecimiento a corto plazo. La salmonicultura presenta una fuerte dimensión monetaria relacionada al valor de uso

directo-extractivo, que tiene su expresión en los diversos indicadores de variables secundarias relacionadas indirectamente con el abastecimiento de SEs y su dimensión de transformación en bienestar humano.

Beneficio neto empresarial: En conjunto la industria salmonera en Chile, con el abastecimiento a los mercados mundiales de este bien de consumo, generó en el año 2007 más de 2.500 millones de dólares FOB de acuerdo a los datos de la FAO (ver figura 3). Este volumen de negocio, es el pico de una cima que se fue labrando desde los años 80 y que vio su ascenso vertiginoso en la década de los 2000 (ver figura 3).

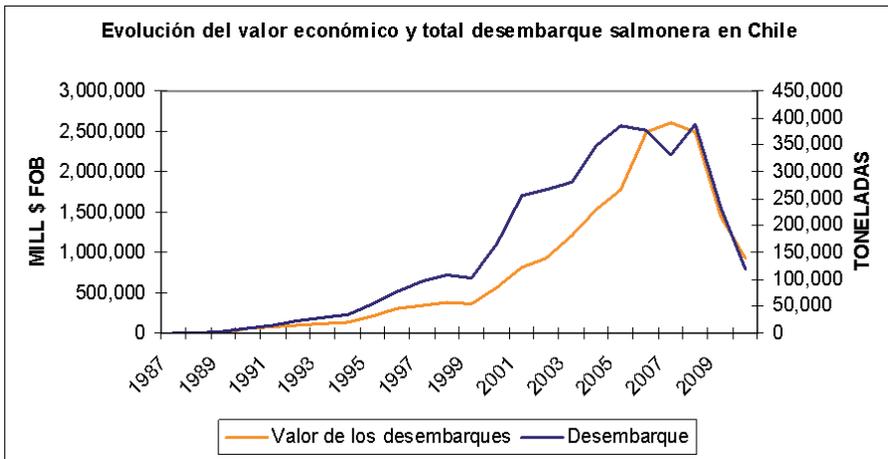


Figura 3. Elaboración Propia a partir de datos del FISHSTAT de la FAO.

El descenso posterior se debió a la crisis del virus, la Amnesia Infecciosa del Salmón (ISA), que provocó una mortandad generalizada en las jaulas salmoneras localizadas en el mar interior de Chiloé, y que provocó una disminución en la producción llegando a establecerse en 2011 en torno a las 150 mil toneladas, y los 1000 millones de dólares FOB. De este beneficio empresarial cabe destacar que se encuentra de forma concentrada en un número reducido de empresas, sólo cinco empresas controlan el 55% de las exportaciones (Durán y Kremerman, 2008) y de éstas cabe decir que el 40% son empresas multinacionales, Noruega, Japón, Holanda y España son los principales inversores (Mellanca y Díaz, 2007).

A- Beneficios tributarios: La Ley de Pesca y Acuicultura del año 1991 (Ley n°20.657) y modificada en 2013, estipula que una empresa salmonera debe pagar al estado por la concesión 620€/Ha.

B- Multiplicador de producción: Según Gillet y Olate (2010) el clúster del salmón de la región de Los Lagos está compuesto por 110 empresas de salmonicultura, 254 de servicios y 158 plantas de proceso. A pesar de la dimensión de este clúster, según datos del diagnóstico económico y social de la acuicultura 2005 de Fomento Investigación Pesque-

ra de Chile (FIP), el multiplicador de producción para la región de Los Lagos en el caso del sector salmoneero es de los más bajos, ocupando la 13ª posición de un total de 19 sectores analizados. Teniendo en cuenta que este índice analiza la capacidad de una industria para generar empleo indirecto, el clúster del salmón en términos relativos no ocupa las primeras posiciones del ranking.

C- Indicador de empleo e ingreso: la industria salmoneera ha generado el 60% de los puestos de trabajo en la acuicultura de la región, siendo la mayoría de población local y en segundo orden chilenos de otras regiones (Puerto Montt duplicó la población en 20 años desde la llegada de la salmonicultura). El desarrollo de esta industria, prácticamente inexistente hace 20 años, ha suscitado la migración de mano de obra profesional hacia la zona sur del país, el desarrollo de carreras universitarias volcadas en la acuicultura y la oferta de formación técnico-profesional en una gran diversidad de áreas de competencia (Montero, 2004). Se estima que en el año 2009 la industria del salmón en la región generó cerca de 30.000 empleos directos, y por lo menos unos 7.600 adicionales considerando las industrias proveedoras de toda la cadena (Gillet y Olate, 2010). Este factor podría haber incidido en la reducción del índice de pobreza (para el año 2011, el Ministerio de Desarrollo Social estipula pobreza ingresos por encima de los 115€/mes) de la región de Los Lagos ya que ésta pasó de 40,1% el año 1990 a 21,6% el año 2003, repuntando al 15% en 2011 (ver Tabla 1) según datos de la encuesta CASEN (2011). No obstante, a partir de los datos de la Tabla 1 se puede observar que todo el país redujo los índices de pobreza, y que la región de Los Lagos no es un caso excepcional por el hecho de haberse instalado la salmonicultura.

TABLA 1. Índice de Pobreza en la región de Los Lagos y en Chile.
Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Desarrollo Social (2011).

	1990	2011	TASA (1990-2011)
Los Lagos	40.1	15	-25.1
CHILE	38.6	14.4	-24.2

D- Estacionalidad del empleo. Indicar que la salmonicultura genera el 62% del empleo de forma permanente siendo el sector de la acuicultura con mejor porcentaje (FIP, 2005).

E- Cobertura de Salud. Los tipos de cobertura (público y privado) se han incrementado notablemente durante los últimos años, según informa el FIP (2005). De hecho, la tasa de cobertura ponderada de atención es del 100% en todas las Regiones y para todos los tipos de acuicultura, es decir, todos los trabajadores acuícolas tienen acceso al menos a un tipo de atención médica.

3.1.2. Costes en biodiversidad, SEs de soporte y regulación

Los costes tienen su expresión en la biodiversidad, servicios de soporte y regulación a medio-largo plazo.

Dimensión Biofísica o ecológica: Impactos en la diversidad biológica, funcional y multifuncionalidad del territorio. Se dispone de estudios (Buschmann y Fortt, 2005; Buschmann et al., 2008; Buschmann et al., 2009) que prueban los impactos y costes ambientales que generan estas actividades a medio plazo. En Buschmann et al., (2009), se documenta el impacto de la salmónidos en los sistemas marinos de la región de Los Lagos, poniendo de manifiesto lo siguiente: a) incrementos de los depósitos de materia orgánica en el fondo marino (figura 4, [1]), b) aumento significativo de amonio y fosfato intersticial [2], [3], c) el cobre en los sedimentos aumenta significativamente en sitios usados por la salmonicultura (figura 4 [3]), d) la presencia de aves omnívoras, buceadoras y carroñeras aumenta significativamente en sitios con actividades de acuicultura (ver figura 3 [4]).

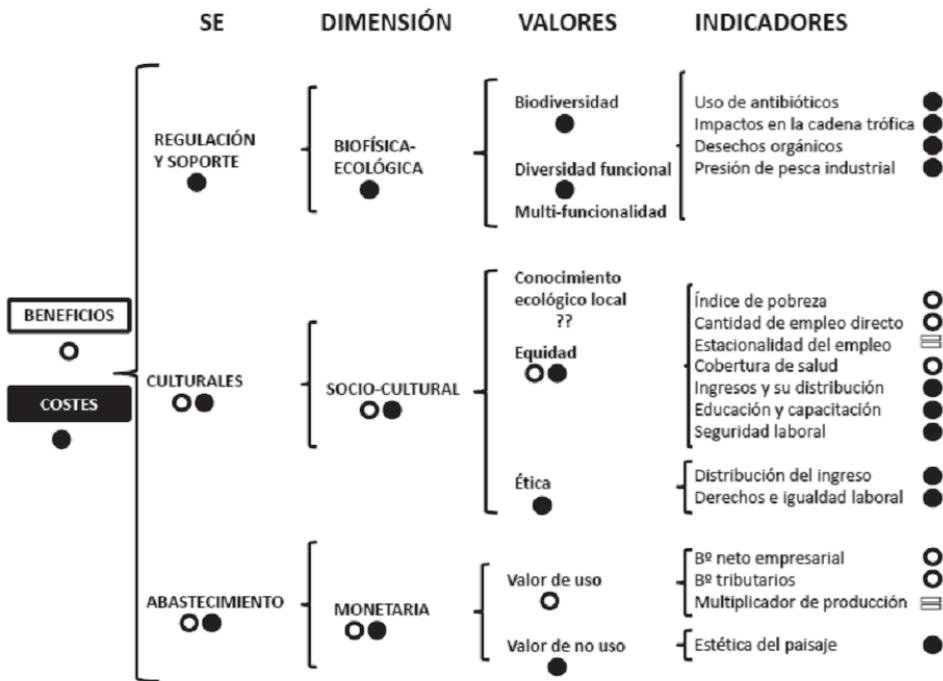


Figura 4. Impactos ambientales de los centros de engorde de salmón. Adaptado a partir de Buschmann et al. (2009).

A- Uso de antibióticos

La salmonicultura introduce contaminantes químicos y antibióticos al ecosistema a través de diversas vías que tendrán potencialmente impactos duraderos e impactos evolutivos (Tett, 2008). Autores que estudian el uso de antibióticos en las granjas de salmones en Chiloé señalan que el uso de antibióticos es excesivo e imprudente (Rozas y Asencio, 2007; Millanao et al., 2011). A partir de la aparición del virus ISA en el 2007, se publican

los volúmenes de antibióticos utilizados por los centros de engorde. En este sentido se constata que la salmonicultura en Chiloé emplea 8000 veces más cantidad de antibióticos que la salmonicultura en Noruega (Millanao et al., 2011). Este excesivo e intensivo uso de los antibióticos, además de generar los negativos resultados descritos para la evolución de esta industria, puede potencialmente expresar resultados negativos para la salud humana y los equilibrios biológicos del ambiente acuático (Fortt et al, 2007; Sapkota et al., 2008).

Las tetraciclinas (antibiótico utilizado para la inhibición de la proteína) y los quinolones (acción bactericida rápida) han sido encontrados (ver Figura 4 [5]) en especies bentónicas nativas circundantes a las jaulas salmoneras (Soto y Norambuena, 2004). Se utilizan múltiples químicos para el tratamiento de epidemias como la que ocurrió en Chiloé en 2007 (Tett, 2008), y el uso indiscriminado de estos químicos tiene el potencial de aumentar los niveles de resistencia ante la pulga del salmón que causó el virus ISA en 2007 (Grant, 2002; Mordue y Pike, 2002).

De acuerdo con Tett (2008) estos químicos pueden estar afectando a otros animales del mismo ecosistema, tal como crustáceos, copépodos, y potencialmente impactando la cadena trófica y el riesgo de Blooms de algas nocivas (ver Figura 4, [6]). El uso de antibióticos, supone pues, un empobrecimiento de los SE de regulación (principalmente regulación biológica), amenaza la biodiversidad y degrada los SE de soporte (productividad primaria).

B- Impactos en la cadena trófica marina

Los restos inorgánicos disueltos permiten y fomentan el crecimiento de algas llevando al desarrollo de Blooms de algas nocivos (BAN) pudiendo producir un efecto cascada en la cadena trófica marina (ver Figura 4, [6]) que aun están estudiados insuficientemente (Buschmann et al., 2006). Estos autores también señalan que las granjas de salmónidos son capaces de interrumpir la cadena trófica marina del ecosistema debido a que atraen aves carroñeras y mamíferos marinos presentes en aguas de Chiloé, tal como el lobo marino (ver Figura 4, [4]), del que señala que hay una muerte cada dos meses de promedio.

También se sabe por estudios realizados por Soto et al. (2001) llevados a cabo en aguas de Chiloé que el promedio de fugas de salmónidos fuera de jaulas es de 1-5 %, pero que este número se puede elevar a millones en situaciones de condiciones meteorológicas que llegan a destruir las jaulas, haciendo que todos estos salmónidos que son especies exóticas en estas aguas interaccionen en la cadena trófica con las especies nativas (ver figura 4 [7]). De hecho, para el año 2005 se dieron un total de 2 millones de fugas (Mellanca y Diaz, 2007). Se sabe que las jaulas son fuente de enfermedades y parásitos cuyas repercusiones en las poblaciones de salmones nativos está bien documentada (Krkosek et al., 2007). Asencio et al. (2008) afirman que las epidemias de la pulga del salmón (*Caligus rogercresseyi*) han afectado las poblaciones de especies nativas tales como el róbalo patagónico (*Eleginops maclovinus*). Estos impactos documentados sobre el ecosistema marino son verdaderas amenazas para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, viéndose degradados los servicios de regulación (regulación biológica) y servicios culturales.

C- Desechos orgánicos

Se dispone de estudios que prueban el impacto de los restos orgánicos procedentes de las jaulas de salmónidos (ver figura 4, [8]). Así se producen cambios en las propiedades físico-químicas del agua y cambios en la biodiversidad microfloral de sedimentos bentónicos (Mulsow et al., 2006; Buschmann et al., 2008).

Los restos orgánicos procedentes del alimento que se alimenta a los salmónidos (ver Figura 3 centro) y de pinturas antifouling de barcos provocan el precipitado de cobre en sedimentos y como resultado final una pérdida de biodiversidad de organismos bentónicos (Buschmann y Fortt, 2005). Esto influye directamente en el empobrecimiento de SEs culturales, desmejorando la calidad de las zonas de baño para el turismo o recreación.

D-Mayor presión de la pesca industrial en los recursos pesqueros

La acuicultura de especies de alto nivel trófico tiene como base de alimentación las especies pelágicas de origen pesquero. Según reportan Deutsch et al. (2007), el 40% de la acuicultura mundial depende exclusivamente de las capturas de recursos pesqueros procedentes de la pesca industrial, siendo del 100% en el caso de la salmonicultura. Así pues, la acuicultura es vista como importante para contrarrestar los efectos de la malnutrición y pobreza, especialmente en los países en vías de desarrollo (Tacon et al., 2010). Los componentes más importantes de la dieta artificial de los salmónes son la harina (25%) y el aceite de pescado (15%), según datos de Tacon et al. (2009). Ambos productos son obtenidos a partir de la captura industrializada de peces como el jurel, la sardina y la anchoveta, entre otras especies pelágicas (Valenzuela, 2005).

La producción, especialmente de peces y crustáceos (organismos de alto nivel trófico o carnívoros), se ha desarrollado basada en la industria de harina de pescado. Esto es, el enfoque de la acuicultura en los países altamente desarrollados ha sido cultivar especies de alto valor, organismos de alto nivel trófico-carnívoros (Tacon y Metian, 2008). Según un reciente estudio de Tacon et al. (2009) en Chile se requiere un 20 y 40% más cantidad de especies pelágicas para producir 1 tonelada de salmón. Toda esta masa de proteínas tiene su fuente principal en los ecosistemas marinos pelágicos y demersales de aguas jurisdiccionales chilenas (ver gráfico 2), siendo Chile el tercer mayor productor del mundo de comida para peces con origen en la pesca industrial (Deutsch et al., 2007).

3.1.3 Costes en SEs socio-culturales a largo plazo

Ingreso y distribución

Según el informe del FIP (2005), el sector salmonero presenta el índice de ingreso más bajo de todos los sectores laborales junto con la minería. Según Pinto (2007) en el año 2006 el 80% de los trabajadores del salmón recibió un sueldo inferior a los 360€/mes. Cerca del 30% de la remuneración total de los trabajadores está sujeta a variabilidad y de no conseguir los bonos podrían obtener una remuneración que en promedio no superaría apenas los 250€/mes (Gillet y Olate, 2010). El 20% restante se distribuye en los administrativos que reciben de media un salario de 700€, los técnicos reciben una media de 1.280€ y los profesionales 1.600€.

Derechos e igualdad laboral

Según Melillanca y Diaz (2007), entre un 13-15% del total de trabajadores de la industria del salmón están sindicalizados. La estructuración actual del sector cuenta con un alto componente de empresas contratistas y subcontratistas, con precaria fiscalización laboral. Este fenómeno se ha transformado en un factor que impide la creación de organizaciones sindicales y el fortalecimiento de las ya constituidas. Uno de los factores que nos indican fallas en el cuidado al operario de base es que el costo de producción del salmón fresco lo ocupa en un 49% la fase de engorde en centro de cultivo, y que de ese costo sólo el 27% es asignado a costes de mano de obra, siendo el coste del alimento un 45% (Montero, 2004). Otro dato que hace pensar en la desigualdad salarial en la producción del salmón es el capital empleado por kilo de salmón. En Chile está en torno a 1,3 y 1.7€/kg, en cambio en Noruega asciende a 4 €/kg producido. Esa diferencia obedece a todas luces al esfuerzo salarial del empresariado radicado en Chile. Al mismo tiempo no hay una cobertura legal adecuada, no existe una figura clara de empleador, no hay posibilidad de agrupación sindical, al tiempo que existe mucho temor a ser remplazado por una empresa externa con sueldos menores a los trabajadores internos y dificultad de inspección laboral (Gillet y Olate, 2010).

Seguridad laboral

La información disponible para el año 2012 muestra una tasa de siniestralidad del sector acuícola del 5,05% de promedio (ACHS, 2012), situándose ligeramente por debajo del promedio del país, que durante el mismo periodo alcanzó el 5,5%. Sólo se dispone de datos del año 2006 en referencia a la tasa de infraccionalidad laboral que para el año 2006 superó el 80% (Gillet y Olate, 2010).

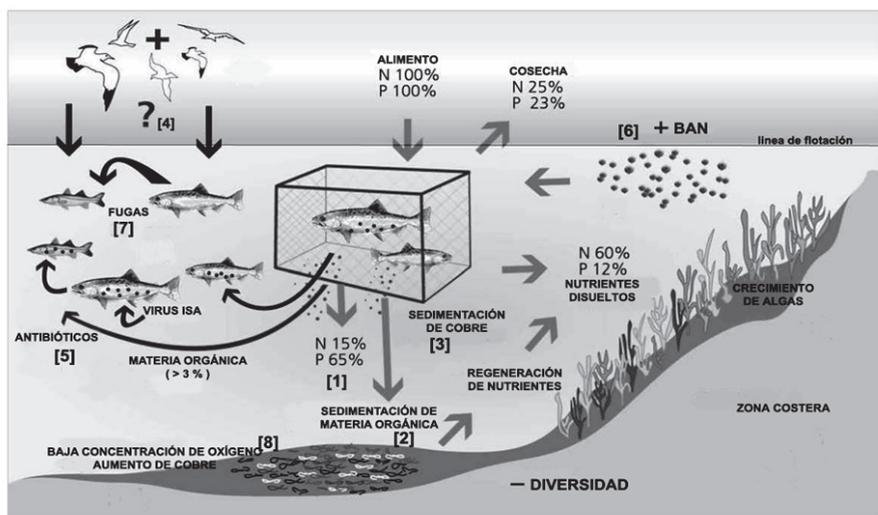


Figura 5. Esquema síntesis de los resultados de los trade-offs temporales de SEs de la salmicultura.

Educación y capacitación

El sector acuícola está incentivado por el gobierno chileno a promover la capacitación de sus empleados a cambio de la franquicia tributaria. Esta franquicia, apenas es utilizada por los empresarios para fomentar la capacitación, ya que según datos del FIP (2005) sólo el 30% de los salmoneros fomenta la capacitación, siendo las salmoneras el subsector de la acuicultura con menor porcentaje.

3.2. Trade-offs espaciales

Este tipo de trade-off está asociado a un coste local, pero beneficios en otro lugar o viceversa, bien sean locales, regionales o globales.

3.2.1. Beneficio en SEs de abastecimiento o escala global - costes en SEs de regulación y soporte

En el contexto global Chile se ha posicionado como una potencia productora de salmones. Este aparente beneficio económico depende y se sustenta en el sistema socio-ecológico del archipiélago de Chiloé; en el ecosistema marino, en su sociedad de la que requiere operarios y trabajadores y por tanto del impacto generado en su cultura que vivía en un estado ajeno a la cultura productivista de gran escala neo-liberal que se instaló con las salmoneras a partir de los años 80. Esto es, la producción de estos bienes responde a una creciente demanda de los mercados internacionales y por tanto a una necesidad ajena al consumo interno de Chile, y a la necesidad de obtener beneficios económicos derivados de la exportación que generen una balanza comercial y financiera acorde a las necesidades políticas del contexto actual de crecimiento económico de la economía de Chile pero de la que los chilenos apenas se benefician. Los mercados a los que principalmente se exporta son EEUU (40,2%) y Japón (39,3%). El consumo de pescado en Japón es superior a 55 kg./cápita/año, mientras que en Chile el consumo no supera los 5 kg/cápita/año, y con un porcentaje alto de la población que no consume pescado, y lo que es peor “no lo conoce” como alimento (Valenzuela, 2005). De esta forma, el bajo consumo de productos del mar, particularmente de pescados grasos, aleja a los chilenos de los beneficios derivados de una ingesta adecuada de AGPICL Omega-3 de los cuales produce a cantidades industriales suficientes para mejorar la ingesta diaria de pescado en su población, y con costes para su dimensión ambiental y socio-cultural. Pero, ¿por qué razón no se consume más proteínas procedentes del mar en Chile? Podríamos aducir sin duda hábitos culturales, pero también deberíamos señalar la capacidad de adquisición que una familia media chilena tiene para abastecerse de este producto y beneficiarse de sus propiedades organolépticas (Jenkins et al., 2009). Según Valenzuela (2005), el mayor limitante para el acceso a este producto continúa siendo el precio de venta para el consumidor final, debido al desajuste entre poder adquisitivo y precio de compra de salmón en Chile, el 60% de las familias chilenas viven con menos de 400€/mes (CASEN, 2011). En Chile, el consumo es reducido, y se encuentra muy lejos de ofrecer a sus consumidores

este servicio a un precio igual de accesible, tal y como ofrecen los mayores consumidores del mundo de salmón (Valenzuela, 2005).

3.3. Trade-offs interpersonales

Este tipo de trade-off es el resultado de la conceptualización del término servicio como dependiente de los actores sociales que usan, valoran o disfrutan los servicios (Menzel y Teng, 2010). De esta manera, normalmente, el disfrute de un servicio por parte de determinados actores supone que otro grupo de actores sociales no puedan disfrutar de este u otros servicios, generando un escenario de ganadores-perdedores. Asimismo, la diversidad de intereses por parte de los actores sociales de fomentar unos u otros servicios genera conflictos sociales, ya que como se ha visto el fomento de unos servicios se realiza a expensas de otros.

3.3.1. Beneficios SEs de abastecimiento sector acuícola - coste SEs de regulación sector pesquero

Se obtienen servicios de abastecimiento a escala industrial, pero se reduce la biodiversidad y el sector de la pesca artesanal se ve perjudicado indirectamente. La acuicultura intensiva llevada a cabo en Chiloé produce un empobrecimiento de los ecosistemas, impactos en las demás especies de la cadena trófica y pérdida de biodiversidad. En la figura 6, realizada con datos procedentes de la subsecretaría de pesca de Chile 2011, vemos como dos de las tres especies han visto una reducción desde 1992 a 2010 de hasta un 90% en el caso del jurel y 80% en la anchoveta. La figura 7 nos muestra el destino de las capturas de la pesca industrial desde 1993 a 2008. Se observa que en el año 1993 casi el 80% de las capturas se destinaba a harina de pescado, y en el 2008 este porcentaje se situó en torno al 50%, sobre todo debido al aumento de los precios de las capturas y a la utilización de productos de origen terrestre en la fabricación de pienso para salmones.

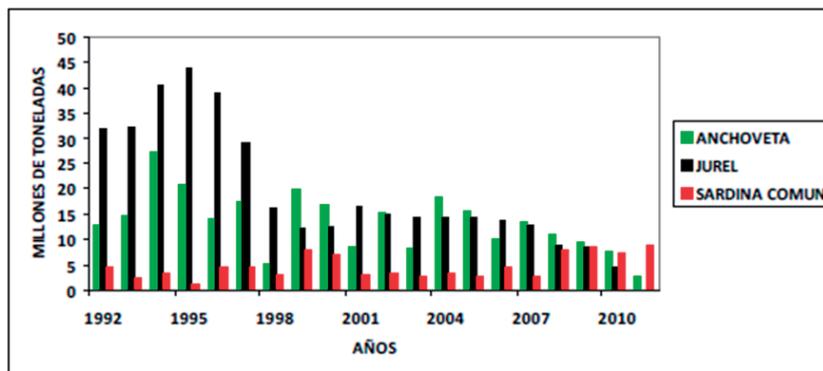


Figura 6. Evolución de los desembarques de las pesquerías de la anchoveta, jurel y sardina. Elaboración propia a partir de datos de anuarios SERNAPESCA (2011).

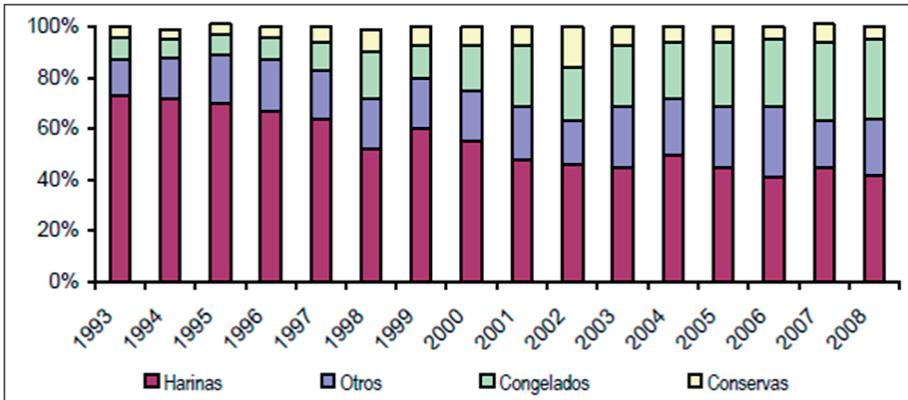


Figura 7. Destino de los desembarques del sector pesquero industrial. Fuente: SERNAPESCA (2011).

3.3.2. Beneficios SEs de abastecimiento sector acuícola - costes SEs culturales sector turismo

No hay dudas de que el entramado empresarial de la salmonicultura ha tenido unos beneficios económicos substanciales, pero no libres de conflictos geográficos y ambientales con otros sectores económicos como el sector turístico. Según datos de la Asociación Chilena de Empresas de Turismo (ACHET, 2012), el 25% de las empresas de turismo de la región se encuentra en Chiloé, y es aquí donde se concentra el 80% de las salmoneras de la Región de Los Lagos y casi el 60% del país. Dentro de los atractivos turísticos de Chiloé destacan sus construcciones arquitectónicas de madera de palafitos; sus Iglesias, declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO; sus costumbres mitológicas, su música, sus artesanías y su gastronomía, pudiéndose realizar distintos tipos de turismo de aventura, cultural, gastronómico y patrimonial. En el 2011, en la Región de Los Lagos el turismo generó 29.700 empleos directos y 28.300 indirectos. Esto significa un 8,3% del total del empleo de la Región en el caso del directo, y un 16,3% en el total. No obstante, los crecientes conflictos existentes entre las empresas salmoneras y los operarios de turismo son de diversa naturaleza: matanza de lobos marinos, contaminación y presencia de basura en las áreas costeras y playas, contaminación paisajística y la presencia de millones de salmones escapados de sus centros de cultivo en el medio acuático, todo lo cual atenta contra las actividades turísticas, sobre todo pesca recreativa (Melillanca y Diaz, 2007). A través de la salmonicultura se obtienen SEs de abastecimiento pero se pierden SEs culturales de los que podemos citar, la calidad estética del paisaje y las actividades recreativas que se desarrollan en la zona. La Corporación para el Desarrollo de Chiloé señala varios factores que han impedido alcanzar el potencial turístico de la provincia: La Isla de Chiloé es un territorio de innegable belleza natural, cultural y patrimonial, que ha sido postergado en varios aspectos: en infraestructura, red vial y políticas de desarrollo. La ausencia de un Plan Regulador Intercomunal la expone a proyectos que no tienen que

ver con su identidad insular y con su riqueza arquitectónica y cultural (ACHET, 2012). El mayor desafío de este importante destino turístico es cuidar y preservar sus paisajes y cultura, protegerlo de la contaminación, deforestación y mantener una identidad patrimonial. El desarrollo sustentable del turismo en la isla, considerando los factores mencionados, pueden transformar a esta industria en el motor de desarrollo que necesita Chiloé, la que puede ser ejercida por la micro, pequeña y mediana empresa, beneficiando y generando empleo en gran parte de la comunidad local. El servicio de turismo estatal SERNATUR, promociona los sectores turísticos de Chiloé tanto nacional como internacionalmente. En la figura 8 (margen izquierdo), podemos observar qué tipo de actividades son las de mayor importancia y su localización. En el margen derecho del mapa se puede observar de nuevo el mapa de localización de los centros de engorde de salmón. Los cuadros de color rojo delimitan las zonas donde se aprecia un mayor solapamiento entre actividades turísticas recreativas, culturales y paisajísticas, que coincide con la zona donde existe una mayor densidad de centros de engorde de salmón.

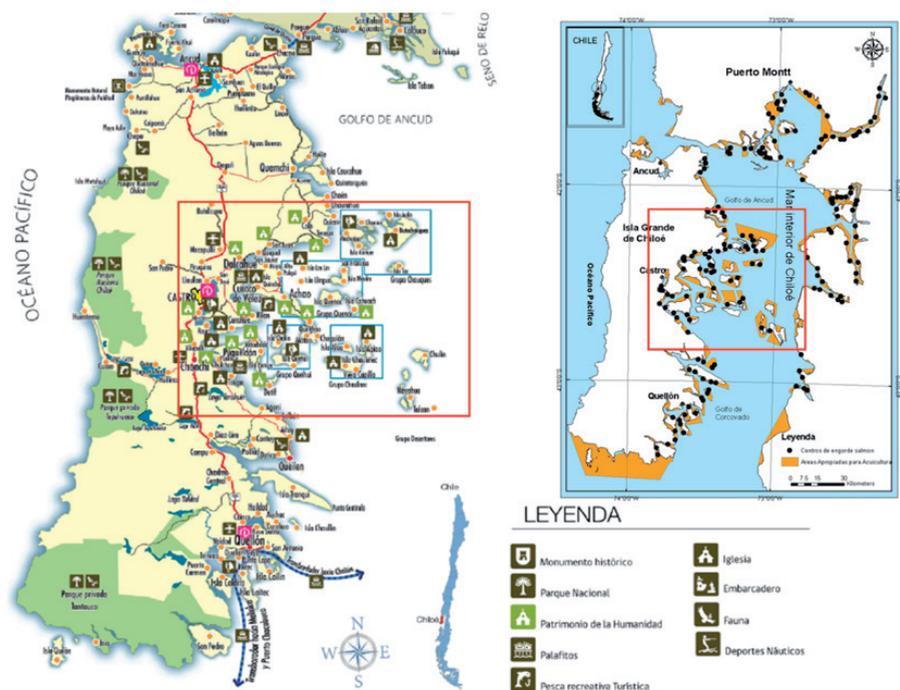


Figura 8. Mapa turístico de la entidad responsable del turismo en Chile (SERNATUR).

La dimensión biofísica de ambas actividades es capaz de impactar los servicios de regulación (regulación biológica) y ambas tienen capacidad de ejercer presión en los recursos de abastecimiento, pero la intensidad de la industria salmonera es mayor que el

turismo. En referencia a la dimensión socio-cultural, es sin duda el sector turístico quien se aprovecha de ofrecer a sus clientes los aspectos culturales e identitario (las fiestas costumbristas estivales) para ofertarlos como producto diferencial y por tanto funcionar de atractivo turístico. Este atractivo tiene gran importancia para abastecer a largo plazo a las comunidades locales con medios propios y autosuficientes para mejorar su nivel de vida. En lo tocante a la dimensión monetaria, este trade-off inter-personal antepone dos formas monetarias: el valor de uso extractivo *vs.* valor de no uso y valor existencial. El primero relacionado con los SEs de abastecimiento, tiene como misión la extracción de un bien para comercio y posterior consumo, mientras que el turismo se corresponde con el aprovechamiento de los servicios de regulación, biodiversidad y soporte, por tanto no extractivo y con valor de existencia.

4. SERVICIOS ECOSISTEMICOS-BIENESTAR HUMANO

En síntesis, se puede catalogar a la salmonicultura como productora de trade-offs temporales negativos en lo que relaciona a su dimensión biofísica y monetaria (ver figura 5), ya que presenta rasgos de insostenibilidad en el uso de recursos, en la degradación de ecosistemas, y en su aspecto monetario apenas contribuye a la equidad inter-generacional, contribuyendo además a generar múltiples impactos de las empresas transnacionales del sector salmonero sobre aquellos que son más vulnerables, como la población local asalariada de Chiloé.

Tampoco se puede afirmar que la industria salmonera presente unas relaciones sostenibles entre sociedad y ecosistemas. Los beneficios dentro del sistema socio-ecológico es el abastecimiento y mejora de formas de vida presente al haber contribuido en mejorar los índices de pobreza en la región. Sin embargo, no se puede afirmar categóricamente que esta mejora de los niveles de pobreza es debida exclusivamente a la salmonicultura, ya que los índices de pobreza para Chile (sin salmonicultura) mejoraron al mismo nivel que en la región de Los Lagos.

Detectamos que los beneficios producto de este trade-off espacial, contribuyen al bienestar humano de las sociedades que compran este bien a precios asequibles, y que por tanto mejora su calidad de vida y bienestar. Pero, en el objetivo de proporcionar esos beneficios contribuye al empeoramiento del bienestar del sistema socio-ecológico de Chiloé, ya que contribuye a la degradación de los ecosistemas, y a generar múltiples impactos socio-culturales sobre los más vulnerables.

Debido al solapamiento de dos sectores para abastecerse de los SEs ofrecidos al conjunto de la sociedad, hay una fricción que se materializa en un aparente conflicto entre el clúster del salmón y el sector turístico. El sector turístico, aunque no libre de presiones sobre los SEs, se abastece de los servicios no materiales; patrimonio, cultura, valor estético paisajístico, ecoturismo, recreación y que por tanto presenta mayor sostenibilidad, equidad social e inter-generacional y bienestar a largo plazo.

5. CONCLUSIONES

La hipótesis ha sido confirmada, y podemos afirmar que la salmonicultura ha causado un beneficio económico a corto plazo pero una pérdida de servicios ecosistémicos y degradación de la biodiversidad. Sin embargo, este estudio es apenas una aproximación conceptual, y como tal, presenta sus limitaciones que deberán ser abordadas en futuros trabajos. Los próximos trabajos tendrán que tener en cuenta el estudio las interacciones con el bienestar humano del sistema socio-ecológico. También se tendrá que obtener información a escala comunal y desarrollar una serie de encuestas a los trabajadores de la salmonicultura. Este estudio no ha detectado ninguna sinergia en los SE causada salmonicultura.

Hoy en día, la gestión territorial y la gestión marítimo-costera en Chile está centrada en la obtención de unos pocos servicios de abastecimiento, suponiendo una reducción en los servicios de regulación y culturales, y en la biodiversidad que los suministra (MEA, 2005). Algunos autores lo asocian a la falta de valor económico de mercado de los SEs de regulación y culturales y por tanto no forman parte de los procesos de toma de decisiones (De Groot, 2006).

La salmonicultura desarrollada en la región de Los Lagos, en esta dinámica de obtención de SE de abastecimiento a cambio de SE culturales, de regulación y soporte, desempeña un papel muy importante en el contexto chileno desde la perspectiva de bienestar humano de las comunidades costeras. Esto pone de relieve que se hace necesario ahondar en la valoración de los SEs para que puedan ser tomados en cuenta a la hora de futuras planificaciones regionales. Asimismo, profundizar en la identificación y cuantificación de los trade-offs generados por la acuicultura para que puedan ser transformados a partir de políticas de planificación socio-ambiental en sinergias en las que tengan en cuenta a todos los actores sociales de forma igualitaria y en igualdad de oportunidades. El resto de relaciones causadas por la salmonicultura en los SEs se manifiestan en forma de trade-offs donde los costos son superiores a los beneficios generados, no se han detectado sinergias en los SEs.

A pesar de que desde que se produjo el boom de la salmonicultura a principios de 1990, el sector ha corregido ciertos trade-offs, el sumatorio de costes es mayor al de beneficios, por lo que generan un empobrecimiento del bienestar humano del sistema socio-ecológico de Chiloé a largo plazo. Estos trade-offs contribuyen a la degradación de los ecosistemas, se utilizan de forma insostenible los recursos, se genera mayor dependencia de una sola actividad en grupos sociales rurales vulnerables que difícilmente tienen capacidad de mejorar la forma de vida futura con las actuales condiciones socio-laborales. En su capacidad de generar mejoras en el bienestar humano, la salmonicultura apenas es capaz de mejorar aquellos aspectos del bienestar que se refieren a las formas de vida presentes. En su gran capacidad para generar bienestar humano, la actividad se debería poner en manos de los ejes de la equidad, igualdad y sostenibilidad para poder contribuir a la mejora completa y al progreso del sistema socio-ecológico de Chiloé. Eso en buena

medida, dependerá de la capacidad de mutación de la jerarquía de gobernanza para catalizar una adaptación del sector salmonero que tenga en cuenta los servicios ecosistémicos.

Esta aproximación conceptual ha conseguido dilucidar donde concentrar los esfuerzos de gestión y planificación para poder transformar la débil estructura regulativa chilena en una estructura justa e igualitaria y basada en un enfoque socio-ecosistémico.

Agradecimientos

Luis Outeiro agradece el apoyo económico de la Comisión Nacional de Ciencia e Investigación de Chile a través del programa FONDECYT, proyecto n° 3130633. También a la Universidad de Los Lagos por el patrocinio, al Gobierno Regional de Los Lagos por la información espacial facilitada y al Ministerio de Desarrollo Social por los datos facilitados de la encuesta CASEN. Sebastián Villasante agradece el apoyo financiero del The Beijer International Institute of Ecological Economics (The Royal Swedish Academy of Sciences, Sweden) a través de la Karl-Göran Mäler Fellowship, así como al Norwegian Research Council y al Campus do Mar-International Campus of Excellence. Los autores también agradecen las discusiones mantenidas durante el *XIII Workshop of the Latin American and the Caribbean Environmental Economics Program (LACEEP)* (San José de Costa Rica, May 19-22nd 2012), y el *Subregional Workshop for South America on Valuation and Incentive Measures* (Santiago de Chile, May 14-17th 2012) organizado por UNEP y la Convención sobre Biodiversidad Biológica(CBD).

BIBLIOGRAFÍA

- ACHET (2012): “Barómetro Chileno del Turismo”, N°9 Agosto 2012.
- Asencio, G., Carvajal, J., González, M.T. (2008): “Following in Colaco bay: searching for environmental indicators”, In: 7th international sea lice conference, Puerto Varas, Chile, p. 7.
- Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) (2012): “Evolución de la tasa de accidentabilidad sector pesca y acuicultura 1992-2007”. páginas?
- Bennett, E.M., Petterson, G.D., Gordon, L.J. (2009): “Understanding relationships among multiple ecosystem services”, *Ecology Letters* 12, pp. 1394-1404.
- Butler, C. D., Oluoch-Kosura, W. (2006): “Linking future ecosystem services and future human well-being”, *Ecology and Society* 11(1), p. 30.
- Buschmann, A., Fortt, A. (2005): “Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable”, *Revista Ambiente y Desarrollo*, 21: 3, pp. 58-64.
- Buschmann, A.H., Riquelme, V.A., Hernández-González, M.C., Varela, D., Jiménez, J.E., Henríquez, L.A. et al. (2006): “A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific”. *ICES Journal of Marine Science* 63, pp. 1338-1345.
- Buschmann, A.H., Hernández-Gonzalez, M.C., Aranda, C., Chopin, T., Neori, A., Halling, C., et al. (2008): “Mariculture waste management”. 5 vols. in: S.E. Jørgensen, FB. Fath (editors). *Ecological engineering. Encyclopedia of ecology*, vol. 3. Oxford: Elsevier; p. 2211–2217.
- Buschmann, A., Cabello, F., Young, K., Carvajal, J., Varela, D.A., Henríquez, L. (2009): “Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems”, *Ocean Coastal Management* 52, pp. 243-249.
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, K., Capistrano, D., DeFries, R.S., Díaz, S., et al. (2009): “Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment”, *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 106 (5), pp. 1305–1312.
- CASEN (2011): “Ministerio de Desarrollo Social, División Social, Encuesta CASEN”, www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/observatorio/casen/. [Consulta XX/xx/2013].
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) (1987): “Nuestro futuro común”, Madrid, Alianza Editorial, S.A.
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L. et al. (2009): “Ecosystem services in decision making: time to deliver”, *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (1), pp. 21–28.
- De Groot, R. (2006): “Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes”, *Landscape and Urban Planning* 75: pp. 175-186.

- De Groot, R., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R. et al. (2010): "Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation", in: P. Kumar, (Ed.) *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London.
- Deutsch, L., Graslunda, S., Folke, C., Troell, M., Huitric, M., Kautsky N., Lebel L. (2007): "Feeding aquaculture growth through globalization: Exploitation of marine ecosystems for fishmeal", *Global Environmental Change* 17 (2007), pp. 238-244.
- Durán, G., Kremerman, M. (2008): "Informe de la industria del salmón. Informe para el departamento de estudios de la Dirección del Trabajo de Chile", 132 pp.
- FAO. (2010) Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department/. *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics*. 2008. Rome. 72p
- Fondo de Investigación Pesquera (FIP) (2005): "Diagnóstico económico y social de la acuicultura en Chile", Informe final, 783 pp.
- Fortt, Z.A., Cabello, F.C., Buschmann, R.A. (2007): "Residues of tetracycline and quinolones in wild fish living around a salmon aquaculture center in Chile", *Revista Chilena Infectología* 24, pp. 14-18.
- Ganga, F.A.C., Burotto, J.F., Silva Medina, D.P. (2010): "Análisis de las condiciones laborales durante la crisis en la industria chilena del salmón", *Revista Gaceta Laboral* 16(3), pp. 289-318.
- Gillet, J., Olate, C. (2010): "La crisis del salmón y el desempleo en la decimal región", Seminario de título Ingeniero comercial. Mención economía Facultad de Economía y negocios. Universidad de Chile.
- Gordon, L., Finlayson, C.M., Falkenmark, M. (2010): "Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services", *Agricultural Water Management* 97, pp. 512-519.
- Grant, A.N. (2002): "Medicines for sea lice", *Pest Management Science* 58, pp. 521-527.
- Hauck, J., Gorg, C., Varjopuro, R., Ratamaki, O., Jax, K. (2013): "Benefits and limitations of the ecosystem services concept in environmental policy and decision making: Some stakeholder perspectives", *Environmental Science and Policy* 25, pp. 13-21.
- Jenkins, D.J., Sievenpiper, J.L., Pauly D., Sumaila U.R., Kendall C.W., Mowat F.M. (2009): "Are dietary recommendations for the use of fish oils sustainable?" *Canadian Medical Association Journal* 180, pp. 633.
- Krkosek, M., Ford, J.S., Morton, A., Lele, S., Myers, R.A., Lewis, M.A. (2007): "Declining wild salmon populations in relation to parasites from farm salmon", *Science* 318, pp. 1772-1775.
- Maes, J., Paracchini, M.L., Zulian, G., Dunbar, M.B., Alkemade, R. (2012): "Synergies and trade-offs between ecosystem service supply, biodiversity, and habitat conservation status in Europe", *Biological Conservation* 155, pp. 1-12.
- Martín-López, B., Montes, C. (2011): "Los sistemas socioecológicos: entendiendo las relaciones entre la biodiversidad y el bienestar humano. Biodiversidad y servicios de

- los ecosistemas. Biodiversidad en España: base de la sostenibilidad ante el cambio global”, Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). 6: (1) pp. 444-465.
- Millanao, A., Barrientos, M., Gómez, C., Tomova, A., Buschmann, A., Dölz, H., Cabello, F. (2011): “Uso inadecuado y excesivo de antibióticos: Salud pública y salmicultura en Chile”, *Revista Médica de Chile* 139, pp. 107-118.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): “Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis”, Island Press, Washington, DC.
- Menzel, S., Teng, T. (2010): “Ecosystem services as a stakeholder-driven concept for conservation science”, *Conservation Biology* 24, pp. 907-909.
- Montero, C. (2004): “Formación y desarrollo de un clúster organizado. El caso de la industria del salmón en Chile”, Comisión Económica para América Latina y Caribe. Red de reestructuración y productividad. Naciones Unidas, Santiago de Chile, 75 pp.
- Mordue (Luntz), A.J., Pike, A.W. (2002): “Salmon farming: towards an integrated pest management strategy for sea lice”, *Pest Management Science* 58, pp. 513-514.
- Mulsow, S., Krieger, Y., Kennedy, R. (2006): “Sediment profile imaging (SPI) and microelectrode technologies in impact assessment studies: example from two fjords in southern Chile used for fish farming”, *Journal of Marine Systems* 62, pp. 152-163.
- O’Farrel, P.J., Anderson, P.M.L. (2010): “Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation”, *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2, pp. 59-65.
- Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S. (2006): “Cost-benefit Analysis and the Environment: Recent Developments”, OECD, Paris.
- Pinto, F. (2007): “Revisión del informe sobre los impactos de la Salmicultura”, Preparado por la Comisión de Pesca y Acuicultura. Fundación Terram, APP N° 40.
- Pike, A.W., Wadsworth, S.L. (1999): “Sealice on salmonids: their biology and control”, *Advances in Parasitology* 44, pp. 233-337.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. Persson, Å. Chapin, III, F.S. Lambin, E.F. (2009): “A safe operating space for humanity” *Nature* 461, pp. 472-475.
- Rozas, M., Asencio, G. (2007): “Evaluación de la situación epidemiológica de la caligiasis en Chile; hacia una estrategia de control efectiva”, *SalmoCiencia* 2, pp. 43-59.
- Salomon, A.S. Gaichas, S., Jensen, O., Agostini, V., Sloan, N., Rice, J. et al. (2011): “Bridging the divide between fisheries and marine conservation science”, *Bulletin of Marine Science* 87, pp. 251-274.
- Sapkota, A., Sapkota, A.R., Kucharski, M., Burke, J., McKenzie, S., Walker, P. et al. (2008): “Aquaculture practices and potential human health risks: Current knowledge and future priorities”, *Environment International* 34, pp. 1215-1126.
- Simopoulos, A. P. (1991): “Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development”, *American Journal of Clinical Nutrition* 54, pp. 438-463.
- Simopoulos, A. P. (2001): “Evolutionary aspects of diet and essential fatty acids” *World Review of Nutrition and Dietetics* 88 pp. 18-27.

- Soto, D., Jara, F., Moreno, C.A. (2001): "Escaped salmon in the inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts", *Ecological Applications* 11, pp. 1750–1762.
- Soto, D., Norambuena, F. (2004): "Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment", *Journal of Applied Ichthyology* 20, pp. 493–501.
- Tacon, A. (2005): "State of Information on Salmon Aquaculture Feed and the Environment", *Feed Report for Salmon Aquaculture Dialogue*, WWF.
- Tacon, A., Metian, M. (2008): "Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects", *Aquaculture* 285, pp. 146-158.
- Tacon, A., Metian, M., Hasan, M. R. (2009): "Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals. Sources and composition", *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper N° 540*. FAO, Roma, Italy.
- Tacon, A., Metian, M., Turchini, G.M., De Silva, S.S. (2010): "Responsible aquaculture and trophic level implications to global fish supply", *Reviews in Fisheries Science* 18, pp. 94–105.
- Tallis, H., Polasky S. (2009): "Mapping and Valuing Ecosystem Services as an Approach for Conservation and Natural-Resource Management", *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162, pp. 265-283.
- Tett, P. (2008): "Fish farm wastes in the ecosystem", in: M. Holmer, K. Black, C.M., Duarte, Marbán, I. Karakassis (Eds) *Aquaculture in the ecosystem*. pp. 1-46.
- Valenzuela, A. (2005): "El salmón: un banquete de salud", *Revista Chilena de Nutrición* 32(1), pp. 8-17.
- Wegner, G., Pascual, U. (2011): "Cost-benefit analysis in the context of ecosystem services for human well-being: A multidisciplinary critique", *Global Environmental Change* 21, 492-504.