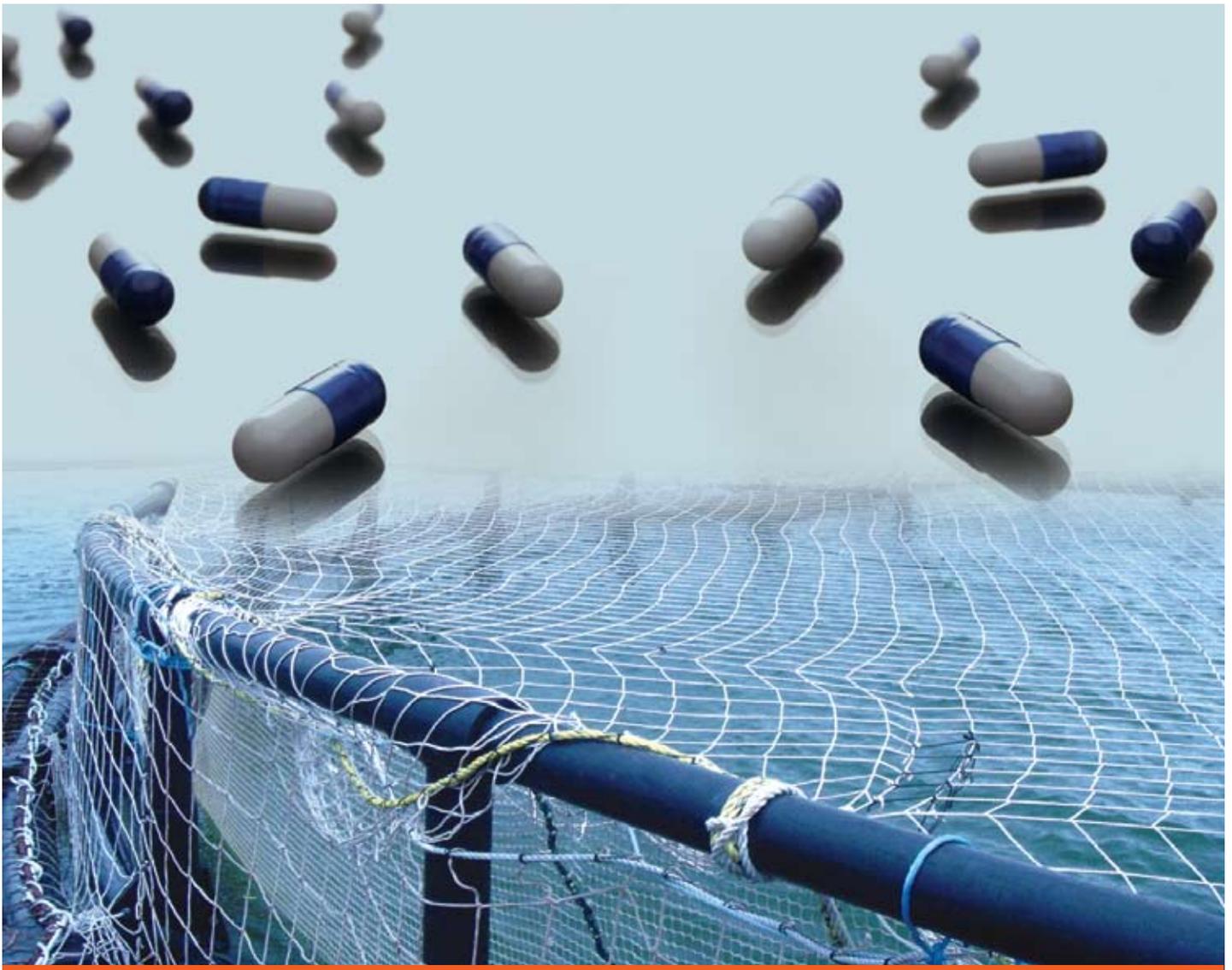


USO Y ABUSO DE ANTIBIÓTICOS EN LA SALMONICULTURA

Documento 23 / Enero 2007



Antonia Fortt Z.,
Ingeniera Ambiental de **Oceana**

Colaborador
Alejandro Buschmann R.

SALMONICULTURA



CAMPAÑA SALMONICULTURA

Desde hace algunos años, Oceana a través de su oficina para América del Sur y la Antártica con sede en la ciudad de Santiago de Chile, ha hecho constantes esfuerzos tanto a nivel nacional como internacional para denunciar la insustentabilidad de la industria salmonera en el sur de Chile.

Sin embargo todavía existen sectores del Gobierno chileno que no quieren asumir su responsabilidad política en este tema y desestiman las evidencias científicas que avalan, o por lo menos dejan un manto de dudas acerca de los reales impactos sobre los ecosistemas marinos de la actividad salmonídea.

Frente a esto nuestra campaña de salmonicultura apunta a exigir la Moratoria a la expansión de esta industria por un plazo de 10 años, tiempo suficiente para recabar toda la información científica necesaria y para que el Estado chileno cuente con los recursos suficientes para fiscalizar efectivamente a la industria salmonera. Lo anterior amparado en argumentos de tipo ambiental, sanitario, social e institucional.

USO Y ABUSO DE ANTIBIÓTICOS EN LA SALMONICULTURA

Documento 23 / Enero 2007

Antonia Fortt Z.,
Ingeniera Ambiental de **Oceana**

Colaborador
Alejandro Buschmann R.

PRESENTACIÓN

La industria de la salmón ha tenido un explosivo aumento durante los últimos años, lo que la ha convertido en uno de los negocios más rentables de nuestro país. Esta situación ha estado amparada en “condiciones favorables” y únicas que han situado a Chile como el segundo productor de este apetecido alimento.

Estas condiciones se relacionan con bajos costos y abusos laborales y con en el uso gratuito del recurso hídrico. A esto debemos sumar la gran presión que esta industria ejerce sobre el ecosistema marino, situación que tendría alguna vinculación con el aumento en la frecuencia e intensidad de las mareas rojas

A esto debemos sumar que los problemas sanitarios de la salmonicultura, principalmente el uso intensivo de un amplio espectro de antibióticos en la producción de peces. Esta práctica no sólo impacta en los peces cultivados, sino que también afecta a especies silvestres que habitan alrededor de las jaulas y a la población humana que, indirectamente a través de los peces, consume estas sustancias.

El presente documento - basado en el artículo publicado en la Revista Chilena de Infectología ((Rev. Chil. Infect. 2007; 24(1):8-12) “Residuos de tetraciclina y quinolonas en peces silvestres en una zona costera donde se desarrolla la acuicultura del salmón en Chile”, de Antonia Fortt Z., Felipe Cabello C. y Alejandro Buschmann R. - da a conocer un estudio que analiza la presencia de antibióticos y antiparasitarios residuales de un recinto de acuicultura en Cochamó, en la Décima Región.

Los resultados sugieren que el uso de antibióticos en la salmonicultura, como ha sido demostrado en otros países, tiene efectos ambientales que se proyectan más allá de los recintos de acuicultura. Debido a los riesgos que conlleva el uso intensivo de antibióticos es necesario que se determine, mediante estudios más amplios y detallados, la relevancia de los hallazgos que presentamos, tanto para la salud humana y la animal como para el medioambiente.

ÍNDICE

Presentación	4
1. Introducción	6
2. Pesca de la muestra	8
3. Resultados	9
4. Discusión	10
5. Referencias	12

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la acuicultura en Chile ha estado caracterizado por un importante aplicación de antibióticos (Bravo *et al.*, 2005). Un ejemplo de ello es el uso de flumequina, una fluoroquinolona usada exclusivamente en la acuicultura, la que aumentó de 30 a cerca de 100 toneladas entre los años 1998 y 2002 (Bravo *et al.*, 2005 y Cabello, 2006).

Este aumento coincide con un crecimiento en la producción de salmón que en el mismo período pasó de 258 mil a 494 mil toneladas (Bravo *et al.*, 2005), llegando a situar a Chile como el segundo productor mundial de salmón cultivado, después de Noruega (Soto *et al.*, 2004).

En este contexto, la existencia de enfermedades bacterianas con implicaciones económicas para la industria acuícola ha demandado el uso de antibióticos en la prevención y tratamiento de estas enfermedades (Bravo *et al.*, 2005, Cabello *et al.*, 2004 y Cabello, 2003). Como ha sido demostrado en otros países, este uso excesivo de antibióticos en acuicultura tiene implicaciones negativas para la salud humana y animal (Cabello, 2004, Bjorlundm 1990, Wolf, 2004 y Grave *et al.*, 1999) y para el medio ambiente (Cabello, 2006, Buschmann *et al.*, 2006, Hektoen *et al.*, 1995 y Samuelsen *et al.*, 1992).

En Noruega, por ejemplo, se eliminó totalmente el uso profiláctico de los antibióticos en acuicultura con el fin de minimizar los efectos deletéreos (Wolf, 2004, Grave *et al.*, 1999 y Sorum, 2006), y se restringió drásticamente el número de estas sustancias, eliminándose totalmente el uso de aquellos antibióticos de relevancia para la salud humana como las quinolonas (Wolf, 2004, Grave *et al.*, 1999 y Sorum, 2006).

Junto con esto, estas regulaciones controlaron el uso terapéutico de los antibióticos en acuicultura de manera drástica, a través de la vigilancia epidemiológica mantenida por las instituciones gubernamentales de salud pública, animal y humana (Wolf, 2004, Grave *et al.*, 1999 y Sorum, 2006).



Balsa jaula ubicada en Cochamó, X Región.

En Chile, como en otras partes del mundo, los recintos acuícolas y sus jaulas están rodeados de diversos ambientes acuáticos donde habitan y se realiza la pesca artesanal de diferentes mariscos y peces silvestres para el consumo humano (Buschmann *et al.*, 2006). Algunas de estas especies se nutren del alimento no consumido por los peces cultivados y de las heces de estos mismos (Sorum, 2006, Coyne *et al.*, 1997 y Kerry *et al.*, 1996), las cuales se acumulan debajo de las jaulas (Soto y Norambuena, 2004, Sorum, 2006, Coyne *et al.*, 1997 y Kerry *et al.*, 1996).

De esta forma, diferentes especies de peces silvestres pueden ser expuestos de manera involuntaria a los antibióticos potencialmente presentes en el alimento no ingerido y en las heces y, por esta razón, su carne puede estar contaminada con residuos de antibióticos, teniendo entonces éstos la posibilidad de pasar al tracto digestivo de sus consumidores humanos (Bjorlund, 1990, Samuelsen *et al.*, 1992 y Coyne *et al.*, 1997).

Por los potenciales problemas de salud humana y animal que la presencia de residuos de antibióticos en la carne de peces silvestres puede provocar y porque este fenómeno ha sido frecuentemente descrito (Bjorlund, 1990 y Samuelsen *et al.*, 1992), decidimos investigar en forma preliminar si peces silvestres de consumo humano que viven en el entorno de los recintos acuícolas presentan en su carne cantidades detectables de antibióticos.



Pez capturado durante la investigación.

2. PESCA DE LA MUESTRA

Durante el mes de noviembre del año 2005 se pescaron, en la localidad de Cochamó, en el seno del Reloncaví, 60 Km. al sur de Puerto Montt, en la Décima Región, alrededor de un recinto acuícola que cultiva salmón del Atlántico (*Oncorhynchus kisutch*), trece peces de especies autóctonas del lugar (Figura 1A).

La muestra incluyó cinco róbalo (*Eleginops maclovinus*), cinco cabrillas (*Sebastes capensis*) (Figura 1B) y tres truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (Tabla 1). La pesca se efectuó a 30 metros de las jaulas de cultivo, con anzuelos de 2 cm., usando como carnada tabletas de alimento para salmón sin antibióticos.

Los peces fueron sacrificados inmediatamente a bordo de la embarcación. A continuación se los midió con una regla, para luego determinar el contenido estomacal, verificando la presencia de tabletas de alimento para salmón (Figura 1C).

Inmediatamente después de estos procedimientos, los peces fueron conservados en hielo y llevados al laboratorio de análisis SGS Aquatic Health, en Puerto Varas, en un plazo de

seis horas. En dicho laboratorio se analizaron las muestras por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) para detectar la presencia de oxitetraciclina, emamectina, ivermectina y quinolonas en el tejido de los peces, sustancias que constituyen los antibióticos y antiparasitarios más usados en acuicultura en Chile.



Figura 1

A. Sitio cercano a Cochamó en las inmediaciones de las balsas jaula donde se realizó la pesca de peces nativos para este estudio.

B. Cabrilla recién capturada.

C. Contenido estomacal de un róbalo con tabletas de alimento para salmón.

3. RESULTADOS

Los resultados (Tabla 1) indican en primer lugar que de los 13 peces silvestres capturados alrededor de un recinto de acuicultura, nueve contenían tabletas de alimento para salmón en sus estómagos.

En ninguna de las muestras se detectó la presencia de los antiparasitarios emamectina e ivermectina. La Tabla 1 indica que en la carne de una cabrilla que contenía tabletas de alimento para salmón en su estómago se detectaron 2 partes por billón de la quinolona ácido oxolínico. Similarmente, en un róbalo que también tenía alimento para salmón en su estómago se hallaron 4 partes por billón de este mismo compuesto.

A la vez, fueron detectadas 87 partes por billón de oxitetraciclina en otra cabrilla que no contenía tabletas de alimento para salmón en su intestino.



Pellets utilizado para pescar las especies que sirvieron para la investigación.

Tabla 1. Presencia de alimento en estómago y rango de concentraciones de antibióticos (ppb) en filete de peces muestreados en un sitio cercano a jaulas de cultivo de salmones en, Cochamó, Estuario de Reloncaví, X Región, Chile

Especie	Nº	Alimento en estómago*	Oxitetraciclina (ppb)	Quinolonas (ppb)
Cabrilla (<i>Sebastes capensis</i>)	1	pellet	ND	ND
	2	alga	ND	ND
	3	alga	ND	ND
	4	pellet	ND	2
	5	alga	87	ND
Róbalo (<i>Eleginops maclovinus</i>)	1	alga	ND	ND
	2	pellet	ND	ND
	3	pellet	ND	4
	4	pellet	ND	ND
	5	pellet	ND	ND
Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1	pellet	ND	T
	2	pellet	ND	ND
	3	pellet	ND	ND

ND: No Detectado , oxitetraciclina <30 ppb y quinolonas <1 ppb)

T: Trazas entre 1 y 2 ppb

* Todos los peces fueron capturados con pellet de salmón

4. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que peces silvestres -que viven alrededor de los recintos de acuicultura y que son consumidos por humanos- ingieren alimento preparado para salmón, el cual está medicinado con antibióticos u otros fármacos que pasan a la carne de estos peces y permanecen en ella en cantidades detectables (Figura 2) (Bjorlun *et al.*, 1990 y Samuelsen *et al.*, 1992).

Resultados similares han sido encontrados en otras regiones del mundo donde se práctica de manera industrial la acuicultura del salmón (Degroodt *et al.*, 1994 y Samuelsen *et al.*, 1992). Si bien es cierto que los niveles de tetraciclina y quinolonas detectados en peces silvestres en este estudio preliminar, son menores que los niveles máximos residuales tolerados por el Codex Alimentarius (200 ppb para tetraciclina y 500 para flumequina) (Codex Alimentarius, 2006) y Sernapesca en nuestro país (100 ppb para tetraciclina y 600 para flumequina) (Sernapesca, 2005),

ellos indican claramente que la fauna silvestre alrededor de los recintos de acuicultura está siendo contaminada con antibióticos (Bjorlun *et al.*, 1990 y Samuelsen *et al.*, 1992 y Forum, 2006).

Especialmente inquietante desde el punto de vista de salud pública aparece la detección de quinolonas en la carne de estos peces, antibióticos totalmente proscritos en la acuicultura en otros países por su eficacia en medicina humana (Wolf, 2004 y Grave *et al.*, 1999), es decir, por su capacidad de actuar negativamente sobre la resistencia bacteriana de las personas. Estos hallazgos indican que esta contaminación necesita ser monitoreada temporal y espacialmente por sus implicaciones para la salud humana y animal y por sus efectos medio ambientales, ya que probablemente en varias oportunidades residuos de antibióticos en estos peces pueden superar los niveles máximos permitidos por organismos reguladores nacionales e internacionales (Wolf, 2004 y Grave *et al.*, 1999, Codex Alimentarius, 2006 y Sernapesca, 2005).

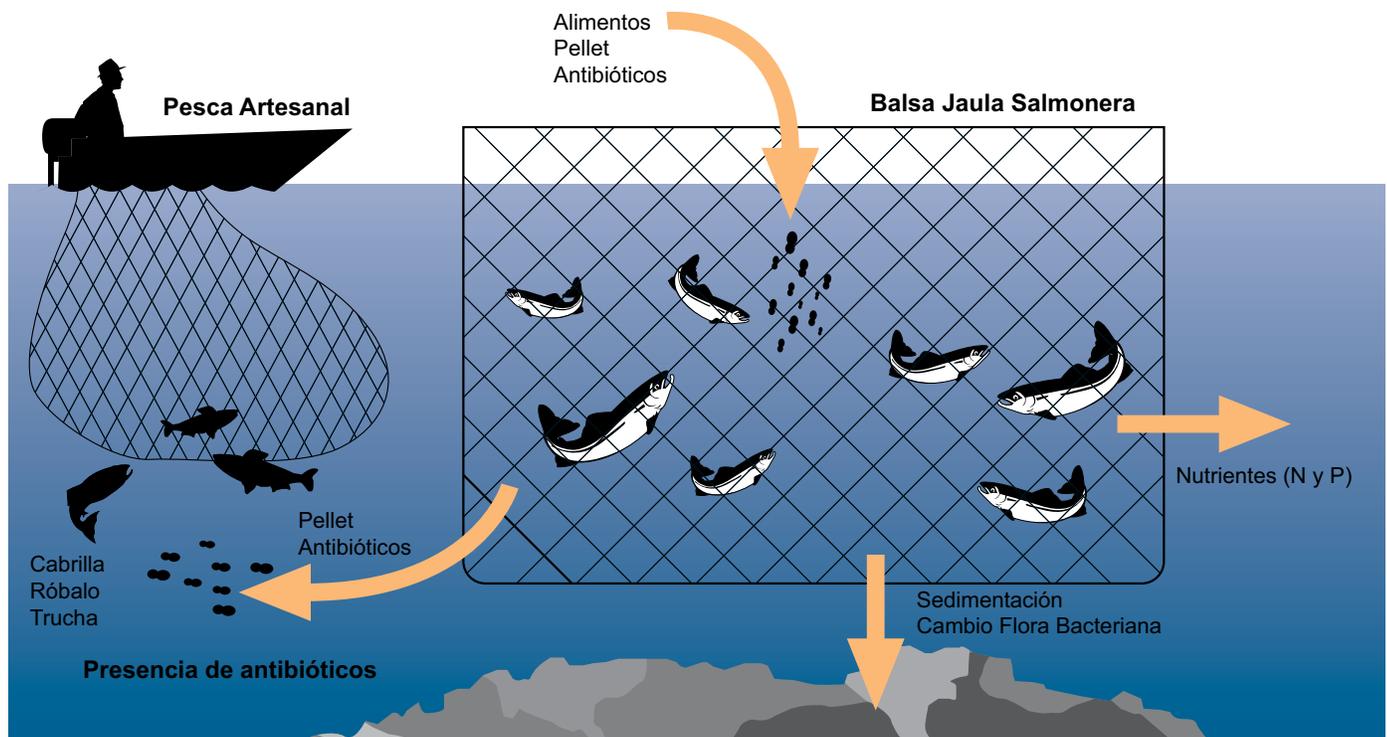


Figura 2. El siguiente esquema ilustra como los salmones son alimentados con pellets que contienen antibióticos. Algunos de estos no son consumidos por los salmones, lo que provoca la sedimentación al fondo marino y el consumo de antibióticos de peces que están fuera de las balsas jaulas. Además apreciamos que desde la balsa se libera Fósforo y Nitrógeno al ambiente marino.

La ingestión de carne de pez contaminada con antibióticos tiene el potencial de alterar la flora normal del tracto digestivo humano, favoreciendo la infección por patógenos como salmonella (Cabello, 2003 y 2006), puede seleccionar a bacterias resistentes a los antibióticos en esta flora normal (Cabello, 2003 y 2006), e implica el riesgo de provocar fenómenos tóxicos y alérgicos difíciles de diagnosticar por la falta del antecedente de la ingestión de antibióticos (Cabello, 2003 y 2006).

Estos antibióticos residuales pueden también seleccionar bacterias resistentes a ellos en la flora normal de peces silvestres, incluyendo patógenos, los cuales infectarían a los peces criados en los recintos de acuicultura y podrían afectar la salud de los peces en cultivo (Cabello, 2006, Sorum, 2006 y Husevåg *et al.*, 1991).

La presencia de antibióticos residuales, incluyendo tetraciclinas y ácido oxolínico en partidas de salmón de exportación, y probablemente también presente en partidas de salmón consumido en el país, ha sido otro efecto deletéreo con proyecciones económicas de este uso excesivo de antibióticos en la industria acuícola en Chile (Ecoceanos, 2006).

Este uso excesivo de antibióticos tiene también el potencial de dañar la salud económica de la industria por el aumento de la resistencia en bacterias patógenas para peces, por la aparición de nuevos patógenos para peces en cultivo y por la pérdida de prestigio producida por la presencia de antibióticos residuales en la carne de exportación de peces cultivados (Ecoceanos, 2006).

Los planes de crecimiento de la industria acuícola nacional sugieren que la presencia de estos problemas sanitarios se agudizarán en el país, a menos que el diálogo entre la industria,

los consumidores y las entidades gubernamentales encargadas de proteger la salud humana y animal acuerden medidas que regulen el excesivo uso de antibióticos en esta industria (Cabello, 2006, Buschmann *et al.*, 2006a y Herktoen *et al.*, 1995).

Las regulaciones ambientales de la acuicultura en Chile (RAMA) no contemplan la regulación del uso de antibióticos en la acuicultura, ya que ellas se limitan a establecer primariamente los efectos localizados de esta actividad sobre los fondos marinos (Buschmann *et al.*, 2006b).

Sin embargo, estos resultados preliminares sugieren que los efectos de la acuicultura se proyectan más allá del ámbito geográfico de ésta, como lo demuestra la dispersión de antibióticos residuales detectadas en peces silvestres y podrían incluso alcanzar a la población humana, si estos peces con antibióticos residuales son ingeridos por ella (Buschmann *et al.*, 2006b).

Debido a esto, nuestros hallazgos implican que se deberían establecer aproximaciones ecosistémicas para controlar los efectos ambientales y las consecuencias para la salud humana y animal que esta actividad tiene (Buschmann *et al.*, 2006b y Hunter-Cervera *et al.*, 2005).

5. REFERENCIAS

1. Bjorlund, H., Bondestam, J, y Bylund G. Residues of oxytetracycline in wild fish and sediments from fish farms. *Aquaculture*. 1990; 86:359-367.
2. Bravo, S., Dolz, H., Silva, M.T., Lagos, C., Millanao, A. y Urbina, M. Informe Final. Diagnostico del uso de fármacos y otros productos químicos en la acuicultura. 2005. Universidad Austral de Chile. Facultad de Pesquerías y Oceanografía, Instituto de Acuicultura. Casilla 1327. Puerto Montt, Chile. Proyecto No. 2003-28.
3. Buschmann, A. H., Riquelme, V. A., Hernández-González, M. C., Varela, D., Jiménez, J. E., Henríquez, L.A., Vergara, P.A., Guíñez, R. y Filún, L. A review of the impacts of salmon farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. - *ICES Journal of Marine Science*. 2006a, 63: En prensa.
4. _____. Riquelme, V.A., Hernández-González, C., y Henríquez, L.A. Chile. En *The Role of Aquaculture in Integrated Coastal and Ocean Management: An Ecosystem Approach*. 2006b. J. McVey, C.-S. Lee y P. J. O'Bryen, Eds. The World Aquaculture Society, USA, Louisiana, Baton Rouge. En prensa.
5. Cabello F. C. Antibiotics and aquaculture. An analysis of their potential impact upon the environment, human and animal health in Chile. *Fundación Terram*. 2003. (http://www.terram.cl/docs/App17_Antibiotics_y_Acuicultura.pdf). Análisis de Políticas Publicas No. 17, pp. 1-16.
6. _____. Antibiotics and aquaculture in Chile: Implications for human and animal health. *Rev. Med Chile*. 2004; 132: 1001-1006.
7. _____. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environment. Microbiol*. 2006; 8 (7), 1137–1144
8. Codex Alimentarius. 2006. URL. http://www.codexalimentarius.net/mrsl/vetdrugs/jsp/vetd_q-e.jsp.
9. Coyne, R., Hiney, M. y Smith, P. (1997) Transient presence of oxytetracycline in blue mussels (*Mytilus edulis*) following its therapeutic use at a marine Atlantic salmon farm. *Aquaculture*. 1997;149:175-181.
10. Degroodt, J. M., De Bukanski, B. W.y Srebrnik, S. Oxolinic Acid and flumequine in Fish Tissues: Validation of an HPLC Method; Analysis of Medicated Fish and Commercial Fish Samples. *Journal of Chromatography*. 1994. 17: 85-94.
11. Ecoceanos. Detectan residuos de antibióticos en envío de salmón chileno a Estados Unidos. 2006. URL. <http://www.ecoceanos.cl>
12. Grave, K., Lingaas, E., Bangen, M. y Ronning, M. Surveillance of the overall consumption of antibacterial drugs in humans, domestic animals and farmed fish in Norway in 1992 and 1996. *J. Antimicrob Chemother*. 1999; 43: 243-252.

13. Hektoen, H., Berge, J.A., Hormazábal, V. y Yndestad, M. Persistence of antibacterial agents in marine sediments. *Aquaculture*. 1995; 133: 175-184.
14. Hunter-Cevera, J., Karl, D. y Buckley, M. Marine microbial diversity: The key to earth's habitability. A report from The American Academy of Microbiology) Colloquium held April 8-10, 2005, San Francisco, CA, USA: Marine Microbial Diversity. Collier, R.J. et al. Eds. Washington, DC: American Academy of Microbiology. 2005. pp. 1-22.
15. Husevåg, B., Lunestad, B.T., Johannessen, P.J., Enger, O. y Samuelsen, O.B. Simultaneous occurrence of *Vibrio salmonicida* and antibiotic-resistant bacteria in sediments at abandoned aquaculture sites. *Journal of Fish Diseases*. 1991. 14: 631-640.
16. Kerry, J., Coyne, R., Gilroy, D., Hiney, M. y Smith, P. Spatial distribution of oxytetracycline and elevated frequencies of oxytetracycline resistance in sediments beneath a marine salmon farm following oxytetracycline therapy. *Aquaculture*. 1996. 145: 31-39.
17. Reveurs, T. y Díaz R.. Método de determinación de tetraciclinas en tejido por HPLC-Diode - Array. Centro Nacional de Alimentación. Instituto de Salud Carlos III. 1994. Madrid. España.
18. Samuelsen, O.B., Lunestad, B.T., Husevag, B., Holleland, T. y Ervik, A. Residues of oxolinic acid in wild fauna following medication in fish farms. *Dis Aquat Org*. 1992: 12: 111-119.
19. Sorum, H. Antimicrobial drug resistance in fish pathogens. In *Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin*. Aarestrup, F.M., ed. Washington, DC: ASM Press. 2006. pp. 213-238.
20. Servicio Nacional de Pesca. Requisitos generales para la certificación sanitaria de los productos pesqueros de exportación. Norma Técnica sección 1. 2005. Mayo. Santiago. Chile.
21. Soto, D., and Norambuena, F. Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. *Journal of Applied Ichthyology*. 2004; 20: 493-501.
22. Wolf, M. Uso y abuso de antibióticos. Momento de su evaluación, más allá del ser humano. *Rev. Méd. Chile*. 2004; 132: 909-911.

