



LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO: EL CASO DE LA SALMONICULTURA EN CHILE

Lorenzo I. Andrade¹
Daniel A. López²
Universidad de Los Lagos. Chile
landrade@ulagos.cl

RESUMEN

Se efectúa un análisis crítico del desarrollo de la salmonicultura en el sur de Chile, particularmente del concepto de "crecimiento infinito", cuya aplicación ha generado un rápido crecimiento de la actividad, pero también serios problemas económicos, sociales y ambientales. El análisis es realizado a través de un modelo conceptual basado en la metodología de Dinámica de Sistemas, identificando las variables más importantes, los tipos de relaciones causales y los bucles de retroalimentación.

PALABRAS CLAVE: salmonicultura, modelo, dinámica de sistemas, límites del crecimiento, relaciones causales, bucles de retroalimentación.

1. Introducción

Una serie de publicaciones han puesto en evidencia que el cultivo de especies carnívoras, como la salmonicultura, no son sustentables (Naylor et al, 1998; Naylor et al, 2000; Naylor et al, 2005). El principal argumento es que este tipo de cultivos requiere de alimento elaborado a partir de harina y aceite de pescado que provienen de las capturas de las pesquerías, provocando sobreexplotación de poblaciones de peces. Además la introducción de alimentos exógenos, antibióticos y sustancias químicas en áreas costeras donde se cultivan especies a altas densidades, generan serios problemas ambientales (Buschmann et al, 1996; Buschmann et al, 2006; Medina et al, 2009). En ambos casos se establecen límites a la producción.

¹ Ingeniero en Acuicultura, Pos título en Informática Educativa. Consultor en Dinámica de Sistemas aplicada al ámbito de la acuicultura, ecología, medio ambiente y educación. Universidad de Los Lagos, Chile.

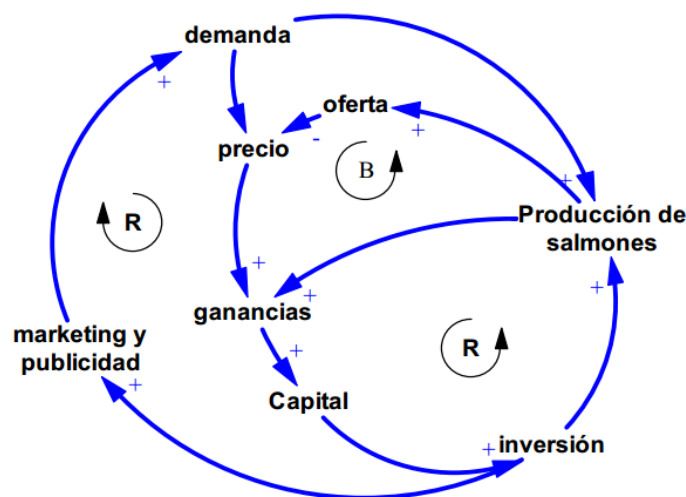
² Doctor en Ciencias Biológicas, especialista en Ecología costera y Acuicultura de especies endémicas. Es profesor titular de la Universidad de Los Lagos, Chile y consultor de universidades latinoamericanas en investigación científica y tecnológica.

Sin embargo, el desarrollo de la salmicultura en Chile hasta hace poco, era visto por los principales actores del sector como una actividad pujante y en crecimiento continuo. Se hablaba de “crecimiento infinito” sin considerar ningún límite o barrera interna o externa. Los acontecimientos ocasionados por la aparición del virus ISA, que se manifestó con gran fuerza durante el año 2008 provocando la caída de la producción, determinó el cierre de centros de cultivo con variados efectos económicos (menores ingresos) y sociales (caída del empleo). Estos efectos pusieron en jaque el “modelo mental” subyacente en el sector y evidenció la necesidad de considerar los límites del crecimiento de la salmicultura.

El presente artículo es una reflexión a partir de un modelo conceptual basado en la metodología de dinámica de sistemas, en torno a las variables más relevantes del cultivo de salmónes. Se identifica la polaridad de cada relación causal con el fin de establecer los tipos de bucles o lazos de retroalimentación, ya sea negativos (“balanceadores”) como positivos (“reforzadores”).

2. El Modelo

El modelo considera una producción de salmónes destinada a dar respuesta a un mercado sujeto a las leyes de la oferta y la demanda. Se asume que la motivación principal del sector productor de salmónes y el “modelo mental” subyacente considera como fin principal el incremento continuo de las ganancias, incremento del capital y la inversión para seguir aumentando la producción; es decir se trata de un bucle reforzado o positivo. Asociado a este bucle reforzado, se puede identificar un bucle balanceado o negativo que actuaría como regulador de la producción, en el sentido de que un aumento de producción generaría más oferta lo cual haría bajar el precio y muy probablemente disminuiría los ingresos por venta. El precio de venta puede aumentar si la producción es limitada con la subsiguiente baja en la oferta o bien por una inversión en marketing y publicidad que haría aumentar la demanda, generando un nuevo bucle reforzador.



Considerando estos elementos se estaría frente a una actividad de continuo crecimiento, puesto que la demanda de salmón por parte de los consumidores ha tenido una tendencia creciente (Morales et al, 2008). De hecho mayores niveles de inversión e investigación pueden incluso aumentar el crecimiento. Sin embargo, factores ambientales y culturales pueden determinar límites. Estos tipos de variables interactúan dinámicamente.

lo que sin embargo, no necesariamente hacen desaparecer la presión sobre los stock de peces pelágicos (Naylor et al, 2009), lo cual establece límites para la producción. En el modelo se puede apreciar que la producción de insumos alternativos de origen agrícola para la fabricación de alimento de salmones, podría limitarse por la disponibilidad de terreno para el cultivo de insumos agrícolas utilizados en la fabricación de dietas, puesto que las tierras cultivables también son demandadas crecientemente por otras actividades de importancia (producción de alimentos para consumo humano; cultivo agrícola para biocombustible; urbanización).

La liberación de nutrientes como el P y el N, producto de los cultivos, aumentan la eutroficación, que también tendría efectos en contra de la salud de los salmones y por consiguiente afecta negativamente la producción de salmones. Las dietas con mayor proporción de insumos vegetales o la integración de cultivos de macroalgas destinadas a absorber los nutrientes liberados por el cultivo de salmones (cultivos integrados) pueden disminuir la eutroficación. Ello puede reforzar el crecimiento de la producción salmonera. Pero un alto porcentaje de insumos alternativos a la harina y aceite de pescado, pueden generar menor crecimiento o susceptibilidad a las enfermedades.

Otra variable importante es el espacio disponible para la salmonicultura (áreas y volúmenes) que es también un factor limitante. Sin embargo, es posible la optimización de su uso o la ampliación de su disponibilidad a través de la implementación de nuevas metodología y tecnologías de cultivo (circuito cerrado, oxigenación de las aguas, land-based, cultivos offshore y otras prácticas). Todo lo anterior exige mayores niveles de inversión. Por lo tanto la variable inversión estaría orientada principalmente a generar bucles de reforzamiento del crecimiento de la producción de salmones.

El límite está dado por los costos de producción en relación al precio de venta.

Aunque es claro el impacto social en los indicadores de cesantía que tuvo el brote del virus ISA en la expansión de la producción, debe considerarse que estos efectos van más allá de la generación de empleos directos (Primavera, 2006). A pesar que la inversión en tecnología y la investigación aplicada a la innovación presentes en el modelo están en función de superar las limitaciones impuestas a la producción salmonera, estas variables no evitan que la disponibilidad de insumos, la capacidad de carga del ambiente, el interés social o los usos alternativos del ambiente y los insumos, y aún los costos de producción, sean factores limitantes de la producción salmonera, aún en la situación de una "demanda infinita", situación que es poco probable cuando se trata de mercados con bajos niveles de control y de productos de lujo. El modelo evidencia que existen factores que estimulan y limitan la producción de salmones, pero las relaciones son complejas y no lineales. Estas relaciones deben ser consideradas también en el cultivo incluso de especies endémicas de bajo nivel trófico.

3. Conclusiones

El modelo propuesto permite concluir que la producción salmonera es una actividad que debe estar regulada y que la inversión y la investigación aplicada deben verse más allá de sus opciones de reforzar el crecimiento, tratando de comprender su impacto con una visión ecosistémica, definiendo sus límites naturales y culturales, previendo además las consecuencias que podrían generarse cuando estos son sobrepasados, tanto en los aspectos económicos, sociales como ambientales.

4. Agradecimientos: Proyecto Fondef D0711042.

5. Referencias bibliográficas

- Buschmann, A; D. López & A. Medina, 1996. A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile. *Aquacultural Engineering* 15, 397-341.
- Buschmann, A; V. Riquelme; M. Hernández-González; D. Varela; J. Jiménez; L. Henríquez; P. Vergara; R. Guíñez & L. Filún, 2006. A review of the impacts of salmon farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 63, 1338 - 1345.
- Infante, R., 2007. Autorregulación con estándares de calidad en toda la cadena de producción. SalmonChile A.G. [http://www.enlaceacuicola.cl/docs/Rodrigo_Infante_V.pdf].
- Morales, C.; R. Lacayo y R. Sfeir, 2008. An analysis of the performance of Chilean aquaculture exports (1995-2005). *Interciencia*, 33(12): 875-881.
- Mardones, F; A. Pérez y T. Carpenter, 2009. Epidemiologic investigation of the re-emergence of infection salmon anemia virus in Chile. *Diseases of Aquatic Organisms*, 84(2): 105-114.
- Medina; M. and J. Ramos, 2009. Future directions of Chilean ecotoxicology: Implications for the environmental risk assessment of veterinary products used in aquaculture. *Revista Chilena de Historia Natural*, 82 (3): 443 - 457.
- Naylor, R.; R. Goldberg, H. Mooney, M. Beveridge, J. Clay, C. Folke, N. Kautsky, J. Lubchenco, J. Primavera, M. William, 1998. Ecology - Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, 282(5390): 883-884.
- Naylor, R.; R. Goldberg; J. Primavera; N. Kautzky; M. Beveridge; J. Clay; C. Folke; J. Lubchenco; H. Mooney & M. Troell. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.
- Naylor, R.& M. Burke, 2005. Aquaculture and ocean resources: raising tigers of the sea. *Annual Review of Environment and Resource*, 30, 185-218.
- Naylor, R; R. Hardy; D. Bureau; A. Chiu; M. Elliot; Anthony P. Farell; I. Forster; D. Gatlin; R. Goldberg, K. Hua & P. Nichols, 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceeding of the national Academy of Sciences of the United States of America*. 106 (36): 15103-15110.
- Primavera, J. 2006. Overcoming the impacts of aquaculture on coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 49 (9-10): 531-545