

Introducción

Las primeras truchas en Chile hacen su aparición a fines del siglo XIX, específicamente en 1880, fue en este año cuando en la recién hace 5 años fundada ciudad Lota, actual región del Bio-Bio se introdujeron las primeras ovas de la llamada “Trucha común”, actualmente conocida como Trucha Fario (*Salmo trutta*). No fue hasta en la primera década del siglo XX que el gobierno de esa época, respondiendo a las inquietudes de un naturalista alemán llamado Federico Albert, quien había realizado un catastro de las posibles especies de salmónidos que podrían ser introducidos en nuestro país, el cual reconoce el potencial poder económico de estos salmónidos e introduce, junto a la creación de la Piscicultura Río Blanco, tres especies traídas desde Francia, la Trucha Fario, la Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y el Salmón del atlántico (*Salmo salar*).

El género *Oncorhynchus*

Oncorhynchus corresponde a uno de los 10 generos de la familia Salmonidae y tiene alrededor de 12 especies, incluyendo *O. mykiss* (trucha arcoíris), *O. nerka* (salmón rojo), *O. gorbuscha* (salmón rosado), *O. tshawytscha* (salmón chinook), *O. kisutch* (salmón coho) , entre otros. Se distribuyen principal y naturalmente por una vasta zona que comprende desde California hasta el mar de Behring y el océano ártico (Groot et al., 1991).

Algunas características principales de este genero son las siguientes

- Son peces anádromos, es decir emigran al mar cuando son juveniles y luego vuelven al agua dulce para reproducirse.
- A su vez, en su mayoría solo se reproducen una vez, por lo tanto son semélparos.
- Tienen baja tasa de fecundidad (2 a 5mil ovas) y grandes huevos (5-8mm)

En Chile encontramos la Trucha arcoíris, el Salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) y el Salmón chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) como representantes de este genero.

La trucha arcoiris, descrita inicialmente por Walbaum en 1972 tiene un cuerpo alargado fusiforme con 60 a 66 vertebras, con 3 a 4 espinas dorsales, 10 a 12 rayos dorsales blandos, 3 a 4 espinas anales, 8 a 12 rayos anales blandos y 19 rayos caudales. Presentan una aleta con gran tejido adiposo, la cual usualmente contiene un borde negro. Tienen como coloración principal tonalidades de azul a verde oliva, sobre una banda rosa a lo largo de la linea lateral y plateada por debajo de ella, configuración cromática que le da su nombre *arcoíris*.

Este pez es resistente, de crecimiento rápido y tolerante a una amplia gama de manipulaciones y ambientes, pudiendo así ocupar una variedad de hábitats y diferentes temperaturas. La temperatura ideal para el cultivo de la trucha arcoíris está por debajo de 21° C, aunque en etapa de desove y crecimiento la temperatura tiene que estar en el rango de 9 a 14°C (Figura 1).

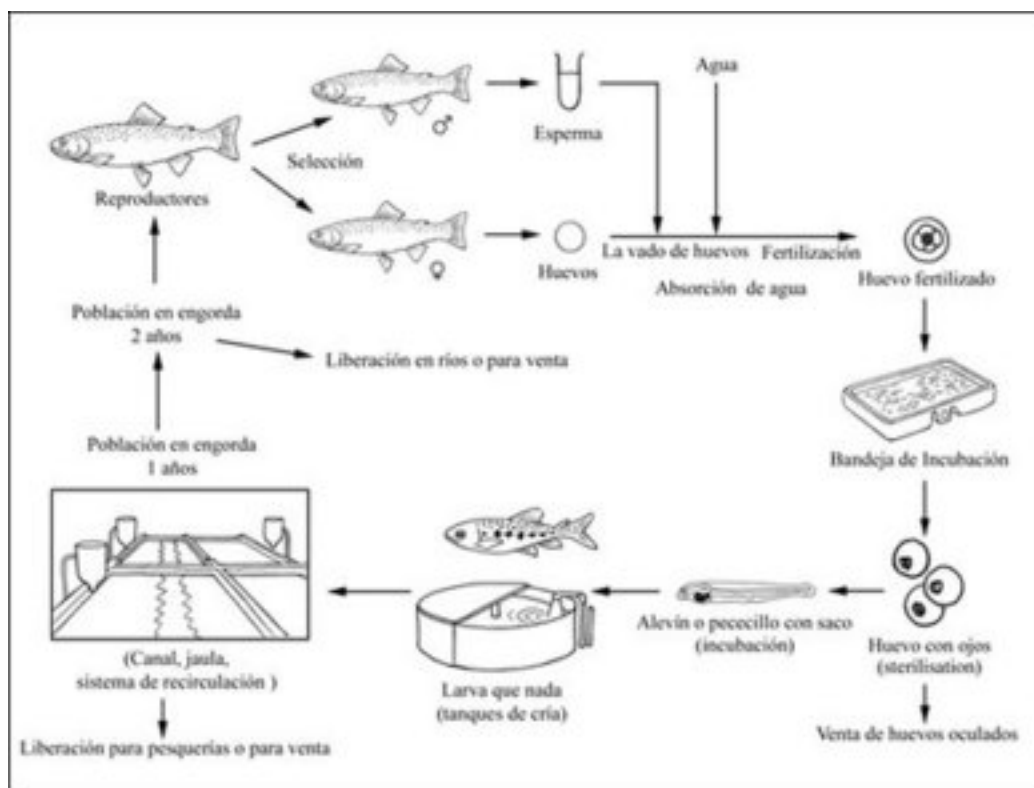


Figura 1: Ciclo de productivo de la trucha arcoíris

Situación actual en Chile

Los desembarques de Trucha arcoíris han aumentado cercano al 1500% en 20 años (Figura 2), con una tasa de crecimiento porcentual promedio del alrededor del 15% (Sernapesca, 2012), en términos monetarios, el año 2013 la exportación de este producto genero ventas alrededor de los 300 millones de dólares, lo que lo convierte en una de las 3 especies más cosechadas en Chile junto al Chorito y el Salmón del atlántico (Subpesca, 2013).

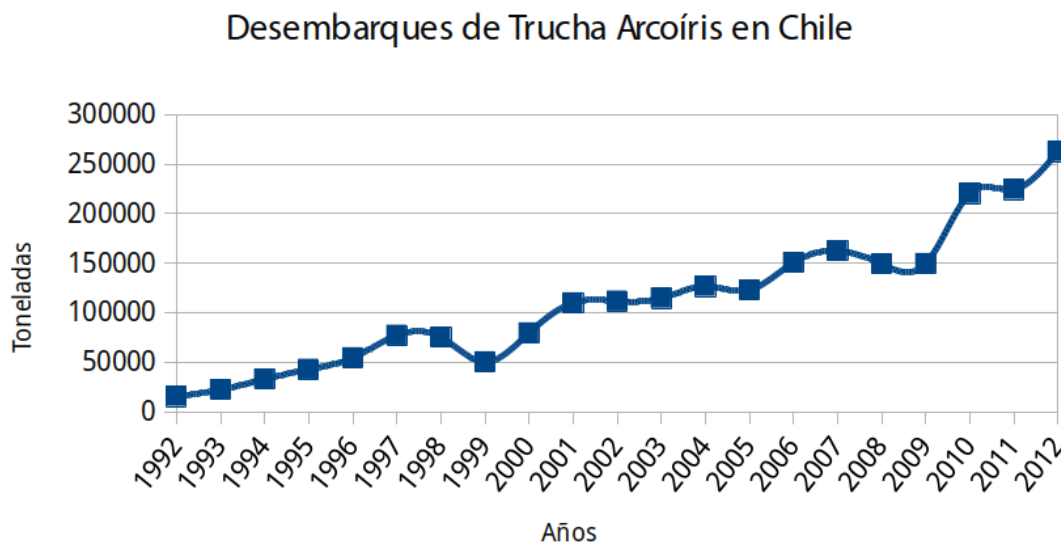


Figura 2: Desembarques de Trucha Arcoíris en Chile durante de los ultimos 20 años

Uno de los principales aspectos a tener en cuenta con una especie con tal valor comercial es su respuesta inmune. Gran parte de la mortalidad de estas especies deriva de distintos tipos de infecciones, como por ejemplo las provocadas por *Flavobacterium psychrophilum* y *Piscirickettsia salmonis*, llegando a haber muertes en casos de hasta el 50% y 34% de la producción respectivamente. La explicación de esto radica en la pérdida del equilibrio ambiente-patógeno-hospedero, lo cual genera las condiciones que hacen aumentar la enfermedad y mortalidad en el cultivo. En el caso de la acuicultura (Industria que representa cerca de un 50% de la oferta mundial de pescado) (FAO, 2012), un grave problema son las enfermedades asociadas a cultivos masivos de peces, mayoritariamente relacionadas al stress en que se ven sometidos los organismos como también por el crecimiento acelerado de la producción y los sistemas de cultivo actuales (FAO, 2012, Georgiadis et al. (2001)). Estas enfermedades, cualquiera sea su origen, pueden tener un alto impacto negativo en la producción mundial, lo que equivale a grandes pérdidas económicas (Shao, 2001). Por lo tanto es necesario tener información del sistema inmune en peces, para así poder minimizar los efectos producidos por estas enfermedades y en algunos casos prevenirlos.

Sistema inmune en peces

La comprensión de la funcionalidad del sistema inmune de peces, especialmente en teleósteos, al igual que en vertebrados superiores se puede entender como una respuesta innata o inespecífica y una respuesta adaptativa o específica. La respuesta inmunológica presentada por los peces está bien desarrollada e integrada, aunque si, influenciada notoriamente por los cambios estacionales y la temperatura (Fernández et al., 2002, Olabuenaga (2000))

La respuesta inmune innata o inespecífica en peces es muy importante, ya que constituye la primera y más importante línea de defensa del pez frente a un gran número de patógenos, en esta respuesta convergen factores humorales y celulares (Fernández et al., 2002). Este tipo de inmunidad está basado en el reconocimiento no clonal de los componentes estructurales o secretados de los patógenos microbianos (Athman et al., 2004), los cuales son llamados patrones moleculares asociados a patógenos (o PAMPs, por sus siglas en inglés), estos a su vez son reconocidos por receptores de reconocimiento de patrón (PRR, por sus siglas en inglés) (Gordon, 2002), entre los cuales se encuentran receptores de tipo Toll (TLR, por sus siglas en inglés), el receptor de complemento tipo-3 (CR3), Dectina-1, proteína C-reactiva, entre otros (Rondon-Barragan, 2010). Entre los PAMPs más clásicos se puede encontrar a las secuencias de ADN CpG sin metilar, los lipopolisacáridos (LPS) y el RNA bicatenario viral. La interacción entre los PRR (como los TLR) y los PAMP es la reacción que desencadenará e iniciará la transducción de señales intracelular que resultara en la expresión de genes involucrados en la inflamación, respuesta antiviral y maduración de células con fenotipo dendrítico (Aghaallaei et al., 2010); TLRs individuales activan factores de transcripción únicos y comunes a través de diferentes vías de señalización para generar una respuesta biológica específica ante microorganismos (Bols et al., 2001)

Entre las células involucradas la fase celular inespecífica de la respuesta inmune están las células citotóxicas no específicas (NCC, por sus siglas en inglés), células fagocíticas, y granulocitos (Ainsworth, 1992, Ellis (1977)). Las células NCC en peces se encuentran principalmente en el riñón cefálico, el bazo, sangre periférica y el timo, son células citotóxicas inespecíficas, es decir ejercen su acción en diferentes células diana sin un reconocimiento previo, las cuales requieren un contacto célula-célula para poder efectuar la lisis celular (Graves et al., 1984). Dentro de las células fagocíticas los neutrófilos representan aproximadamente en promedio a un 11% de los leucocitos en sangre, son también llamados polimorfonucleares o leucocitos específicos, su capacidad fagocítica es baja, ya que ingieren poco material extraño, aunque poseen la mayoría de la batería enzimática para este trabajo. Los eosinófilos y basófilos son los granulocitos con menor presencia en peces, aunque en el caso de los eosinófilos se han logrado encontrar en peritoneo u otros tejidos como el intestino, mientras que los basófilos tienen escasa presencia en estos organismos (D. Pali et al., 2011).

Bibliografía

- Aghaallaei, N., Bajoghli, B., Schwarz, H., Schorpp, M., & Boehm, T. (2010). Characterization of mononuclear phagocytic cells in medaka fish transgenic for a cxcr3a:gfp reporter. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 107(42), 18079–84.
- Ainsworth, A. (1992). Fish granulocytes: Morphology, distribution, and function. *Annu. Rev. Fish Dis.*, 2, 123–148.
- Athman, R., & Philpott, D. (2004). Innate immunity via Toll-like receptors and Nod proteins. *Curr. Opin. Microbiol.*, 7(1), 25–32.
- Bols, N. C., Brubacher, J. L., Ganassin, R. C., & Lee, L. E. (2001). Ecotoxicology and innate immunity in fish. *Dev. Comp. Immunol.*, 25(8-9), 853–873.
- Ellis, A. E. (1977). The leucocytes of fish: A review. *J. Fish Biol.*, 11(5), 453–491.
- Ellis, A. E. (2001). Innate host defense mechanisms of fish against viruses and bacteria. *Dev. Comp. Immunol.*, 25(8-9), 827–39.
- FAO. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura - 2012* (p. 251).
- Fernández, A., Ruiz, I., & Blas, I. D. (2002). El sistema inmune de los teleósteos (I): Células y órganos. *Rev. Aquat.*, 16.
- Georgiadis, M., Gardner, I., & Hedrick, R. (2001). The role of epidemiology in the prevention, diagnosis, and control of infectious diseases of fish. *Prev. Vet. Med.*, 48(4), 287–302.
- Gordon, S. (2002). Pattern recognition receptors: doubling up for the innate immune response. *Cell*, 111(7), 927–30.
- Graves, S. S., Evans, D. L., Cobb, D., & Dawe, D. L. (1984). Nonspecific cytotoxic cells in fish (*Ictalurus punctatus*). I. Optimum requirements for target cell lysis. *Dev. Comp. Immunol.*, 8(2), 293–302.
- Groot, C., & Margolis, L. (1991). *Pacific Salmon Life Histories*. University of British Columbia Press.
- Kawai, T., & Akira, S. (2005). Pathogen recognition with Toll-like receptors. *Curr. Opin. Immunol.*, 17(4), 338–44.
- Olabuenaga, S. E. (2000). Sistema inmune en peces. *Gayana (Concepción)*, 64(2).
- Pali, D., Beck, L. S., Pali, J., & Andreassen, C. B. (2011). Use of rapid cytochemical staining to characterize fish blood granulocytes in species of special concern and determine potential for function testing. *Fish Shellfish Immunol.*, 30(2), 646–52.
- Rondon-Barragan, I. (2010). Receptores similares a Toll en peces : el inicio de la divergencia. *Investig. Vet.*, 11(1), 15–30.
- Sernapesca. (2012). Anuario desembarques. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.

Subpesca. (2013). Cuenta Pública de Estado de los Recursos. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.

Zhu, L.-Y., Nie, L., Zhu, G., Xiang, L.-X., & Shao, J.-Z. (2012). Advances in research of fish immune-relevant genes: A comparative overview of innate and adaptive immunity in teleosts. *Dev. Comp. Immunol.*