



FIGEMA

Laboratorio de Fisiología y Genética Marina

**RESUMEN RESULTADOS PROYECTO
FONDECYT 1110890:**

"Genetic and environmental effects on the association between physiological and productive traits in the red abalone (*Haliotis rufescens*): predicting their potential responses to artificial selection"

El aumento de la población humana y el estado de sobreexplotación de los recursos pesqueros hace que la acuicultura se desarrolle cada vez más y cobre mayor importancia. La acuicultura es la actividad dirigida a producir y engordar organismos acuáticos, y en los últimos años su actividad ha crecido hasta equipararse a la producción de la pesca de captura. Actualmente se cultivan 8 especies de moluscos en Chile, siendo el abalón rojo (*Haliotis rufescens*) uno de los de mayor valor comercial. Sin embargo, uno de los problemas del cultivo de esta especie es su baja tasa de crecimiento (alcanza talla comercial en 4 años). Así, aumentar las tasas de crecimiento de los abalones a través de la cría selectiva, es de suma importancia para la incrementar la competitividad de esta industria.

El mejoramiento genético basado en selección tiene la ventaja de poder generar aumentos en el crecimiento sin manipular genes, sino que aprovechando el potencial natural de cada especie. Sin embargo, para que los individuos respondan a la selección, es necesario que el desempeño del rasgo que se quiere mejorar sea heredable, es decir, que la mejora se transfiera de generación en generación. Por otro lado, el crecimiento es un reflejo del funcionamiento interno de los individuos (es decir, su fisiología, ej. uso de la energía disponible o balance energético), pero no se sabía si los rasgos que controlan el funcionamiento son heredables. Otro factor, que afecta el crecimiento en cultivo, es el nivel de estrés al que se someten los individuos, por lo que una mayor capacidad de tolerar el estrés, sería un rasgo deseable de mejorar. Pero tampoco se sabía si este rasgo es heredable. De esta forma, lo primero que estudiamos en este proyecto fue determinar, si los caracteres asociados al crecimiento, el uso de la energía ingerida (alimento) y la tolerancia al estrés, eran heredables o si su desempeño dependen más bien del ambiente. Esto lo evaluamos en varias etapas del desarrollo de los abalones, desde juveniles hasta la edad en que se comercializan (llamado pre-cosecha). Nuestros resultados mostraron que los caracteres asociados al crecimiento son heredables, pero sólo cuando son adultos. El contenido de carne y calidad del pie (que es lo que se vende y come), también son heredables tanto en juveniles como adultos. Esto indica que estos rasgos de crecimiento y calidad del abalón podrían mejorarse por generación, desde un 13-26% para el largo y ancho de la concha; de un 16-52% para la masa total; de un 13-18% para carne; y de un 21-36% para calidad del pie; si se seleccionan los abalones 5% superiores para estos rasgos. Entre los rasgos fisiológicos asociados al balance energético, la tasa de ingestión de alimento es heredable en los abalones jóvenes y los rasgos asociados a la eficiencia del uso de la energía (las pérdidas por heces y por metabolismo) son heredables en los adultos pre-cosecha ($h^2 = 0.18, 0.42$ y 0.26 , respectivamente). Finalmente, la capacidad de respuesta al estrés (medida como la producción de proteínas anti-estrés) resultó no ser heredable y dependería más bien de factores ambientales.

En un programa de mejoramiento es importante saber si al seleccionar un rasgo (como la talla) se está afectando en forma conjunta, positiva o negativamente, otros rasgos controlados por los mismos genes. Esto se mide a través del signo y magnitud de las correlaciones genéticas (r_G). La magnitud de las r_G nos indicará que tan vigorosa puede ser la respuesta correlacionada entre los otros rasgos evaluados, y el signo de ésta nos indicará si se heredan en el mismo sentido u opuesto. Otra información importante que nos da la r_G en este caso, es entender si las tallas observadas de los abalones están genéticamente asociadas al desempeño fisiológico en relación a la eficiencia del uso de la energía provista por el alimento. Nuestros resultados muestran correlaciones genéticas altas y positivas entre todos los rasgos productivos asociados al crecimiento tanto para juveniles como para adultos pre-cosecha ($r_G > 0.9$). Esto implica que se podría obtener mejoras correlacionadas de hasta un 23% en el contenido de carne por animal (rasgo de gran interés productivo, pero difícil de seleccionar directamente), si se seleccionara por un rasgo de fácil medición como es la talla. Las correlaciones genéticas entre los caracteres productivos y los fisiológicos fueron muy altas y negativas ($-1.16 \leq r_G \leq -0.56$). Esto indica que la selección sobre cualquiera de los rasgos productivos (que son los que sería posible de manejar a este nivel) estaría seleccionando indirectamente animales con bajo nivel de ingesta de alimento y con menores tasas de pérdidas energéticas, es decir, animales metabólicamente más eficientes. En otras palabras, los abalones más grandes no son los que comen más, sino que los que comen poco, pero usan en forma más eficiente la energía de ese alimento, y estas características se heredarían en forma conjunta.

Finalmente, otro aspecto importante que debe conocer un mejorador genético, es si al seleccionar animales con los mejores rasgos en una localidad determinada, éstos se comportarán de la misma forma en otra localidad de cultivo. Esto se evalúa a través estimación de la interacción genotipo-ambiente (I-GxE). Para el abalón rojo encontramos que no habría una I-GxE para los rasgos productivos, por lo que si la selección se realizara en una localidad, el desempeño esperado en otro lugar de cultivo sería similar. Sin embargo, los rasgos fisiológicos presentaron una alta I-GxE, lo que sugiere que el ambiente podría afectar la manifestación de la herencia de estos rasgos.

Desde una perspectiva tecnológica y económica, los resultados obtenidos en este proyecto podrán ser usados como una importante herramienta para el diseño e implementación apropiada de programas de mejora en el abalón rojo, uno de los moluscos de mayor valor económico que se cultivan en Chile. Desde una perspectiva del conocimiento científico nuevo, nuestros resultados aportan al entendimiento de cómo la selección (natural y/o artificial) sobre caracteres morfológicos puede afectar la fisiología de los abalones.