

Estudio del control ambiental, hormonal y molecular de la pubertad anticipada de la lubina aplicando ventanas de corta duración de luz continua

RESUMEN

La lubina (*Dicentrarchus labrax* L.) es una de las principales especies marinas de la acuicultura europea. En España, después de la dorada (*Sparus aurata* L.), es el segundo pez marino más cultivado. Sin embargo, a pesar de que su engorde se viene realizando desde hace décadas, en la actualidad existen todavía problemas reproductivos asociados a su producción. Durante el primer año de vida de esta especie, un alto porcentaje de los machos de lubina maduran prematuramente, lo que trae consigo una disminución de su crecimiento somático durante su segundo año de vida antes de su comercialización. Esta circunstancia implica que los machos precoces tienen que ser mantenidos por mucho más tiempo en las instalaciones acuícolas hasta que alcanzan su talla comercial, lo que supone una mayor inversión en alimentación y, en consecuencia, una disminución de la rentabilidad de las empresas acuícolas. Una forma de mitigar la pubertad prematura de la lubina es mediante la aplicación de regímenes de luz continua (LL). Hay constancia que la aplicación de LL durante 12 meses es efectiva para reducir la precocidad en machos juveniles de lubina durante su primer año de vida. Asimismo existen también estudios que han permitido acotar el tiempo, entre cuatro y seis meses de duración, durante el cual la aplicación de luz continua ha sido efectiva para reducir el porcentaje de precocidad en machos prepúberes, y que han sugerido la existencia de un periodo fotosensible que en el caso de la lubina está comprendido entre Agosto y Octubre. No obstante, este tipo de estrategia no siempre resulta de fácil implementación en los lugares de cría y, además, puede provocar una condición de estrés permanente en los peces en aquellos casos en los que la aplicación de dichos tratamientos es prolongada lo que puede hacerles más vulnerables a enfermedades. Por lo tanto, se hace necesario encontrar periodos fotosensibles en los cuales se puedan aplicar terapias de luz continua de duración más corta e igual de efectivas para reducir la maduración sexual de los peces bajo condiciones de cultivo y que tengan un menor impacto en el bienestar de los animales. Por otro lado, desde un punto de vista endocrino y fisiológico, se necesita también profundizar en el conocimiento sobre cuál es el efecto de la luz continua sobre el eje endocrino que regula el proceso de maduración sexual en esta especie. Esto permitiría tener información básica sobre el control del proceso y de esta forma poder considerar nuevas estrategias enfocadas al manejo reproductivo de peces. Por todo ello, en la presente tesis se evaluaron distintos intervalos de tiempo, desde agosto a noviembre, a lo largo del primer año de vida de la lubina en los que los animales se sometieron a LL con la finalidad de identificar un periodo fotosensible de corta duración (i.e. 1 mes) que fuera efectivo para reducir la precocidad de los machos de esta especie. Los resultados obtenidos han permitido localizar dicho periodo en el mes de septiembre, un periodo crítico para el inicio de la espermatogénesis en esta especie (**capítulo 4, artículo 1**). De acuerdo con estos resultados, se diseñó una estrategia experimental en la que teniendo en cuenta este periodo fotolábil, se evaluó el efecto que la luz continua tiene sobre las principales hormonas reproductivas y la expresión génica de ciertos factores que a nivel del eje

endocrino cerebro-pituitaria-gónada son claves en el proceso espermatogénico de la lubina (**capítulo 5, artículo 2**). Nuestros resultados demuestran que la luz continua puede alterar el contenido de la GnRH-1 y GnRH-2 a nivel cerebral, así como el patrón y los niveles de expresión del gen *fsh β* en la pituitaria. Asimismo, se observó un descenso de los niveles plasmáticos de 11-ketotestosterona, estradiol, testosterona y de la hormona estimuladora del folículo (Fsh), además de la expresión génica de los receptores de estrógenos (*er*), de la hormona anti-mülleriana (*amh*) y de la proteína reguladora aguda de la esteroidogénesis (*stAR*) en las gónadas. De acuerdo con los resultados obtenidos, hemos propuesto un mecanismo de control del proceso espermatogénico en la lubina. En este sentido, sugerimos que el estradiol podría potencialmente ser responsable de la renovación de las espermatogonias, mientras que por otro lado la Amh inhibiría su proliferación. Asimismo, nuestros resultados sugieren que la 11-ketotestosterona puede ejercer un efecto inhibitorio sobre la expresión de la *amh* en etapas tempranas de la espermatogénesis de esta especie. Esta hipótesis podría explicar el hecho que los animales sometidos a LL no desarrollen sus gónadas y por tanto no alcancen la maduración temprana. Los animales bajo LL mantienen niveles de expresión de *fsh α* y niveles plasmáticos bajos de esta hormona, lo que implica una reducción de la síntesis de esteroides a nivel gonadal y por tanto niveles bajos de 11-ketotestosterona y estradiol circulantes. Esta situación desemboca con una baja proliferación de las espermatogonias, un hecho que queda constatado con lo observado en nuestros estudios. Esto es, un número reducido de mitosis a nivel testicular que va asociado con una expresión alta de *amh* que ejerce un efecto inhibitorio sobre el progreso de la espermatogénesis, al menos, en la lubina. Por otro lado, si bien los regímenes de luz continua son eficaces para mitigar la pubertad prematura en esta especie, el impacto que éstos tienen durante el segundo año de vida de los animales no está documentado. Por este motivo, en este trabajo se analizó también el efecto que tiene la aplicación de la luz continua a lo largo del primer y segundo año de vida de los animales (**capítulo 6, artículo 3**). Los resultados de este último experimento demostraron que si bien la luz continua aplicada durante el primer año de vida puede reducir significativamente la maduración precoz de la lubina, durante el segundo año de vida los animales retrasan su maduración gonadal pero son capaces de alcanzar su capacidad reproductiva. Los efectos a nivel del crecimiento también se han analizado en esta tesis, pero las variaciones observadas con otros estudios realizados previamente, requieren nuevos enfoques experimentales para dilucidar las causas de estas discrepancias. Aunque todavía quedan muchas preguntas por contestar, los resultados de esta tesis son un paso más para poder conseguir nuevas herramientas que nos permitan controlar de manera efectiva la producción de lubina en las instalaciones de engorde.