

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) PRODUCIDA EN COSTA RICA. I PARTE¹

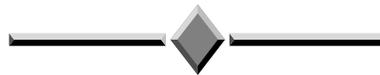
Ruth Vargas²

RESUMEN

Evaluación de la reproducción de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) producida en Costa Rica. A partir de recopilación técnica – histórica y de una pasantía estudiantil realizada en el Centro Truchícola de Ojo de Agua de Dota del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCO-PESCA), se describen las generalidades, condiciones ambientales, manejo y comportamiento reproductivo de la trucha arcoiris tipo iridiscente en Costa Rica; así como el avance del programa de "masculinización" o producción de hembras triploideas. Según diagnóstico de la efectividad del instinto migratorio en condiciones semi-naturales, en términos de la calidad de los huevos de las hembras y la calidad de semen en los machos, se seleccionaron el 66% de hembras y el 83% de los machos. Las hembras jóvenes de un kilogramo desovan entre 1.000 a 1.500 huevos, las hembras de 1,5 kg de dos años desovan entre 1.645 a 2.500 huevos y hembras de tres años cuyo peso sea de 2 kg desovan aproximadamente 3.500 huevos, el peso de los mismos varía entre 0,05 y 0,112 g con una sobrevivencia en las incubadoras entre 57 a 76,4%

ABSTRACT

Evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reproduction in Costa Rica. Part I. Upon a technical and historical archive and the experience of a student's long term visit in the Centro Truchícola de Ojo de Agua de Dota belonging to the Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCO-PESCA), general aspects, environmental conditions, management and reproductive behavior of the iridescent rainbows trout, are described for Costa Rica, as well as the advance of the male induction and triploid female production program. Based on the diagnosis, the effectiveness of the migratory instinct of the fish in semi natural conditions, was evaluated considering egg and semen quality, allowing a selection of 66 % of females and 83 % of males as reproductive stock. Young, one kilogram females lay between 1000 and 1500 eggs, two year olds weighting 1.5 kg between 1645 and 2500 and the three year old and 2 kg in weight, approximately 3500. Egg weights fluctuate from 0.05 to 0.112 g and incubators survival rate range from 57 to 76.4%.



INTRODUCCIÓN

La trucha arco iris tipo iridiscente, oriunda de la región del río Sacramento, en la costa oeste de los Estados Unidos de América, fue traída por primera vez a Costa Rica entre 1927 - 1928 por iniciativa privada para poblar los ríos desprovistos de ictiofauna nativa y así fomentar principalmente la pesca deportiva (Muñoz, I.

1999. Comunicación Personal. Centro Truchícola Ojo de Agua Dota. Seminario de Truchas 17/08/99. Zarce-ro. Costa Rica. 2415), pero no es sino hasta 1988 que se inicia el programa estatal de producción truchícola orientado al consumo nacional con un paquete tecnológico adaptado a las condiciones económicas y de cultivo costarricenses, que rompió con el sistema tradicional de cultivo de esta especie a nivel mundial (Porras y Gutiérrez

¹ Recibido para publicación el 20 de agosto del 2002.

² Centro de Investigación en Nutrición Animal – Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. E-mail: rvargasc@cariari.ucr.ac.cr.

1990) ya que en su manejo reproductivo se aprovechó el instinto migratorio de los reproductores para la separación de hembras maduras, dadas las condiciones ambientales de la finca en que fueron alojadas (Porras 1994, Otárola, Á. 2001. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica).

En Estados Unidos, es muy corriente la práctica de repoblar los ríos para asegurar la pesca deportiva (con mucho auge en Costa Rica, aunque con una variante comercial), de ahí que se mantienen programas estatales como en el Watershed Learning Center (Dewberry T.C. 1997 y Vargas 2001²) para la producción de alevines de salmón principalmente en los ríos de la costa noroeste, dada la agresividad de esta especie atrapando presas (Ladewing y Morat 2000).

La producción nacional de trucha arcoiris está caracterizada por desarrollarse como un "medio" por el cual la mayoría de los productores venden un servicio de entretenimiento. En este sentido casi ninguno de ellos desarrolla verdaderos programas de manejo y alimentación zootécnicos, mucho menos, programas reproductivos. Según lo anterior, sus metodologías de trabajo en materia de reproducción básicamente incluyen la imitación y adaptación de prácticas realizadas por el ente rector y en muy pocos casos de tecnología que han importado. De todas formas, estos productores sólo constituyen un 0,5% del total de los truchicultores nacionales, los que incluso, dependiendo de la adversidad del clima, se acercan al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) a adquirir semilla.

En Costa Rica, el único programa de producción intensivo de trucha arcoiris es el del Centro Truchícola Ojo de Agua de Dota del INCOPECA, siendo entonces el responsable del suministro de alevines a prácticamente todos los truchicultores del país (Otárola, Á. 2001. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica).

El cultivo intensivo de truchas se caracteriza por controlar y dirigir las distintas fases de producción, desde la extracción de los huevos y el semen, la fertilización, la incubación, el ciclo de alevinaje, las fases de desarrollo y engorde hasta la selección de los reproductores para la reposición del pie de cría (INCOPECA 1999).

CONDICIONES PARA LA REPRODUCCIÓN

Entre los factores fisicoquímicos del agua más importantes en la maduración de la trucha están la temperatura que debe variar entre 9 y 13 °C, mientras que para el crecimiento y engorde la temperatura óptima es de

13 a 18 °C (condiciones que prevalecen en la mayoría de las explotaciones comerciales, dado que se encuentran situadas a menores altitudes que el Centro Truchícola). Tanto para la fase de maduración como engorde la acidez del agua debe ser alrededor de 7,5 (INCOPECA 1999).

Con respecto al oxígeno es importante indicar que este pez es sumamente exigente, por lo que se recomienda un rango óptimo de oxígeno disuelto entre 8 y 9 ppm (INCOPECA 1999).

Desde el punto de vista de manejo, una forma de aprovechar el influjo del fotoperíodo en el pie de cría, es por medio de la selección y separación de padrotes según la época de desove (Muñoz, I. 1999. Comunicación Personal. Centro Truchícola Ojo de Agua Dota. Seminario de Truchas 17/08/99. Zarcero. Costa Rica. 2415); más elaboradamente se puede también estimular la maduración gonadal de hembras por medio del manejo de las horas luz, ya que permite en alguna medida mejorar la planificación de la producción, obviamente también se requiere infraestructura tal que permita manejar diferentes lotes (Otárola, Á. 2002. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica). En visita personal al Watershed Learning Center, Oregón 2001, se pudo apreciar que en países cuya producción de truchas y salmones hay mayor especialización, se aprovecha la estacionalidad de la ovoposición para "programar" el desove por mes, con base a las técnicas apuntadas, de ahí que separan las hembras en estanques "calendarizados" tal como apunta Muñoz (Muñoz, I. 1999. Comunicación Personal. Centro Truchícola Ojo de Agua Dota. Seminario de Truchas 17/08/99. Zarcero. Costa Rica. 2415) y además cuentan con la infraestructura que permite manejar las horas luz, según comentó Otárola (Otárola, Á. 2002. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica).

MANEJO REPRODUCTIVO

Asociado a lo antes anotado otro factor a considerar es la edad; según Muñoz (Muñoz, I. 1999. Comunicación Personal. Centro Truchícola Ojo de Agua Dota. Seminario de Truchas 17/08/99. Zarcero. Costa Rica. 2415) en términos generales la hembra joven puede desovar de 1.000 a 1.500 huevos por kilogramo de peso vivo; hembras de dos años y cuyo peso es de 1 kg pueden desovar aproximadamente 2.500 huevos y hembras de tres años con un peso de 2 kg desovan aproximadamente 3.500 huevos, de ahí que la marcación, identificación y/o separación de los animales repercute determinante en los programas reproductivo y productivo y, por tanto en el manejo genético de la colonia.

Desde el punto de vista productivo y dado que las hembras desarrollan mejor y son menos agresivas y que en la fase de alevinaje no existe diferenciación gonadal, existen programas reproductivos que hacen uso de alfa 17 dietil testosterona como una técnica tendiente a incrementar la productividad de las explotaciones. La práctica consiste en la dilución de esta hormona en alcohol de 95% y su adición al alimento (Otárola, Á. 2002. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica), bajo un régimen alimentario que consiste en suministrarlo alrededor de 10 veces al día por espacio de 75 días lo que provoca que las hembras desarrollen testículos (machos falsos).

Una vez desarrollados los animales provenientes de este ciclo de "masculinización" se separan los machos verdaderos de las hembras masculinizadas que obviamente no han desarrollado ductos espermáticos, única forma de distinguir entre ambos grupos.

Cuando se va a realizar la inseminación artificial, se abren los machos falsos y de los testículos se hace un macerado que se revuelve con los huevos de las hembras normales aunque con una sola gota de semen se puede fecundar alrededor de 10.000 huevos.

Otra ventaja directa de la reproducción artificial es la posibilidad de que en tres años se puede hacer hasta cinco selecciones, considerando que la hembra madura a los tres años y el macho entre los 30 meses y los tres años.

CONCLUSIONES

La dependencia de la producción nacional de trucha con la reproducción llevada a cabo en el Centro Truchícola de Ojo de Agua plantea la conveniencia de hacer constar los pormenores más relevantes de la misma.

Según los registros de temperatura, la ubicación del Centro Truchícola permite obtener buenos rendimientos en la fase reproductiva ya que normalmente está en el rango óptimo; por otra parte en época seca, la insuficiencia de agua reduce el oxígeno disuelto lo que puede repercutir en la producción en general (Muñoz 2001)⁶. Vaquerano (2001) determinó en el período de julio a setiembre (época lluviosa) un promedio de 9,8 °C y 8,9 °C en el agua del lago y las incubadoras respectivamente.

En este Centro la insuficiencia de espacio, infraestructura y agua impidieron aprovechar la estacionalidad de la ovoposición para programar mensualmente el de-

sove, pero la motivación en 1988 de iniciar la reproducción, coadyuvó en la decisión de utilizar y ampliar un lago para alojar permanentemente a los padrotes y en la época de desove aprovechar el instinto natural migratorio de las hembras y machos sexualmente maduros, los que siguen el curso de la quebrada aguas arriba, donde existe una trampa en la cual son capturados tanto hembras como machos, a los que una vez determinada la calidad reproductiva, se les transporta hacia la sala de desove donde se realiza el proceso de fertilización artificial usando el método seco (Muñoz, I. 2001. Comunicación Personal. Centro Truchícola Ojo de Agua Dota. INCOPECA).

El principal limitante de la reproducción bajo estas condiciones según Otárola (2001)⁴ ha sido la dificultad de la diferenciación de los peces ya que en el lago en donde están los reproductores hay desove natural que "contamina" el pie de cría, lo cual repercute en el real conocimiento del patrón de edades así como su origen, lo que dificulta determinar con exactitud si el pie de cría proviene de animales nacidos en el lago o de los producidos directamente en estanques para reemplazo.

En el medio natural a pesar que la hembra va acompañada por tres machos la sobrevivencia de los huevos va desde 0,5 a 2% como máximo, con base en ello el sistema reproductivo en ejecución pretende utilizar al menos de dos a tres machos para la fertilización de cada lote de huevos provenientes 10 hembras. Esta reproducción artificial ha permitido obtener hasta un 50% de viabilidad de los huevos y más, sobre este particular datos recientes recopilados por Vaquerano (2001) indican que la sobrevivencia, determinada a partir de dos incubadoras está entre el 57 al 76,4%.

Cuando se inicia la época de desove a los peces capturados que migran hasta la trampa se les hace una breve prueba de cantidad y madurez de los huevos así como de cantidad y coloración del semen (según se apuntó); de salir positiva son trasladados a un tanque en el laboratorio para la extracción total, aquéllos considerados inmaduros son devueltos al lago. Es importante mencionar que si bien Vaquerano (2001) no recopiló los datos totales de la captura entre los meses de julio a setiembre, de una muestra de 863 hembras y 468 machos encontró que la efectividad de pesca en relación a la madurez reproductiva fue 66 y 83% respectivamente.

El método de fertilización artificial utilizado según se indicó es el seco, que consiste en recoger los huevecillos en un pascón y colocarlos en un recipiente seco, seguidamente se ordeña de dos a tres machos para asegurar la fertilización y obtener un amplio mosaico genético.

A partir de este manejo, los registros llevados desde 1996 incluyen el número de hembras y machos "desovados" por día, la producción de huevos y su peso, así como las fechas calendarizadas para la aparición de los ojos, la eclosión, el traslado a las canaletas y el momento en que se puede hacer efectiva la venta una vez logrado el tamaño ideal a partir de estimaciones y recomendaciones en la literatura. Se registra además el número total de alevines vendidos a efecto de un control administrativo de la producción.

Lamentablemente se ha desestimado incluir las fechas reales de los ciclos antes mencionados así como de desaparición del saco vitelino, la cantidad de alevines efectivos retirados de las incubadoras y su peso promedio. Ante esta situación se decidió a finales del 2000 iniciar un programa de mejoramiento de la población que consistió como primer punto en el marcaje de los animales destinados a la reposición del pie de cría en el lago; desafortunadamente las marcas se han perdido y el programa retrocedió.

Antes del 2000 según Otárola, la información recolectada del desove no tenía relevancia dados los problemas de manejo reproductivo mencionados; sin embargo la pérdida de las marcas en el pie de cría, el hecho de que instituciones homólogas a nivel centroamericano ni siquiera llevan registros dio lugar a la reconsideración de una propuesta para definir al menos a partir de sus resultados, la "reproducción semi-natural" de estos peces en nuestras latitudes; trabajo que será abordado en una próxima publicación.

Con base en la experiencia en este Centro, la hembra madura a los 18 meses, pero sus huevos son pequeños e infértiles, por lo que para asegurar una mejor calidad de la postura se prefiere utilizarla hasta los tres años de edad (Otárola, Á. 2001. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica). En relación al fotoperíodo las hembras presentan un solo desove al año ocurriendo desoves desde marzo a diciembre, siendo la mejor época de desove los meses más lluviosos, generalmente de agosto a noviembre.

Vaquero registró (sin publicar) que el promedio de hembras fértiles capturadas por día en el mes de julio del año 2001 fue de dos, en agosto de 12,3 y en septiembre 21,2; en el caso de los machos y en el mismo orden el promedio capturado fue de 1,4; 7,9 y 14,4 peces por día; lo cual significa una relación hembras/macho de 1,42; 1,55 y 1,47 respectivamente. Si se considera el porcentaje de efectividad obtenido en la muestra evaluada (863 hembras y 468 machos), en términos de madurez sexual de las presas al momento de su captura (66 y 83% para hembras y machos respectivamente), se

podría considerar que la relación promedio estimada podría ser del orden de 1,46 hembras por macho.

Con respecto al tamaño de la ova, este mismo autor determinó 1645 unidades por hembra con un peso promedio de 1,5 kg y con un peso promedio de 0,112 g por huevo; siendo lo normal en estas condiciones, huevos cuyo peso varía entre 0,05 a 0,08 g.

Dada la problemática que se ha generado para una reproducción controlada, tanto Muñoz como Otárola (Otárola, Á. 2001. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica) concuerdan en la importancia de cambiar el programa y el manejo reproductivo en aras de hacer una selección de los mejores especímenes. Por ello iniciaron en 1998 (Otárola) el sistema de la producción de truchas monosexo (hembras masculinizadas) debido a las ventajas que presenta este tipo de producción cuales son: rápido y uniforme crecimiento, excelente sabor, reducción de agresión y mejor presentación del producto especialmente cuando los alimentos contienen pigmentos, asociado a la posibilidad de diferenciar morfológicamente las hembras masculinizadas de los machos. En la práctica se utilizan tres hembras masculinizadas por cada hembra normal, a fin de evitar la consanguinidad y obtener un mosaico genético más amplio.

Hasta la fecha, la duración de este proceso de masculinización lleva casi cuatro años porque se ha tenido que esperar a que maduren dos grupos de machos falsos, una vez masculinizada esta población se esperó que un 75% de las hembras poseyeran desarrollo testicular para utilizar su semen con hembras diploideas. Considerando la necesidad de un segundo ciclo de "masculinización" de los alevines se espera lograr un 100% de hembras y por tanto el producto de este pie de cría será productivamente de mejor calidad (Otárola, 2000). Obviamente la gran desventaja de esta técnica es la necesidad de sacrificar los animales para la extracción del semen, sin embargo la homogenización del pie de cría así como la posibilidad de vender al productor el 100% de alevines hembras motiva el continuar con la evaluación de esta técnica reproductiva (Otárola, Á. 2001. Comunicación Personal. Departamento de Acuicultura. INCOPECA. Costa Rica).

AGRADECIMIENTOS

Se hace un especial reconocimiento al Sr. Felipe Vaquero, estudiante de quinto año de la Escuela de Zootecnia, por la realización de una pasantía de formación bajo el marco de los programas de investigación y extensión docente "Diagnóstico, Cría, Uso y Producción de

Especies Animales No Tradicionales en Costa Rica" y "Producción de Especies No Tradicionales en Costa Rica" del Centro de Investigación en Nutrición Animal y de la Escuela de Zootecnia respectivamente, ambos de la Universidad de Costa Rica. Se agradece asimismo a los biólogos Alvaro Otárola e Iván Muñoz del INCOPECA la autorización, acogida, supervisión y dirección que recibió el Sr. Vaquerano durante su estancia en el Centro Truchícola de Ojo de Agua de Dota; igualmente la evacuación de las múltiples consultas planteadas para el desarrollo de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Dewberry, T.C. 1997. Restoring the River a Plan for the Chinoook Watershed. Watershed Learning Center. Cook, WA, USA.
- INCOPECA. 1999. El cultivo de la trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). Departamento de Acuicultura. INCOPECA.
- LADEWING, K.; MORAT, M. 2000. Rainbow trout. Southern Regional Aquaculture Center. L-5101. SRAC Publication No. 224.
- OTÁROLA, A. 1998. Obtención de grupos monosexo hembra y grupos triploides en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Laboratorio de Acuicultura. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica.
- PACHECO, A.; PORRAS, A. 1989. Investigación sobre el estado de la Acuicultura en Costa Rica. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y Caribe. Proyecto FAO-Italia.
- PORRAS, A. 1994. Especies utilizadas en la acuicultura costarricense. Atlas Agropecuario de Costa Rica. 1º Edición. Editorial UNED. Costa Rica.
- PORRAS, A. ; GUTIÉRREZ, D. R. 1990. Programa Nacional Sectorial de Acuicultura. SEPSA. Costa Rica.
- VAQUERANO F. 2001. Informe de Pasantía en Centro Truchícola de Ojo de Agua de Dota. Escuela de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. p. 28.