

ASPECTOS DE LA PRODUCCIÓN ANUAL DE SEMEN DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LOS ANDES TROPICALES VENEZOLANOS

(Aspects of annual production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen in Venezuelan Tropical Andes)

José Miguel Torres Gudiño, Rafael Asunción Maíz Padrón, Jenry de Jesús Castellano Rangel

Campo Experimental Truchícola La Mucuy, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Ministerio de Poder Popular de Agricultura y Tierras (INIA MPPAT), Parque Nacional Sierra Nevada Sector La Mucuy Alta, Tabay. Mérida-Venezuela. chemi65@gmail.com.

RESUMEN

En los criaderos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) la producción de suficiente semen, de buena calidad, juega un papel fundamental, debido a que los rendimientos óptimos de fertilización para la generación de ovas embrionadas depende del éxito que estos tengan para alcanzar y fecundar los óvulos de manera efectiva. En el Campo Experimental Truchícola La Mucuy (CETLM) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), adscrito al Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT), se produce semen en cantidad y calidad suficiente para cubrir la demanda y exigencias, de ovas embrionadas y alevines, de los truchicultores venezolanos. Anualmente se extrae un volumen total de 12 litros de semen de los machos reproductores de los lotes de investigación del CETLM. Con esto se fertiliza cerca de un millón de ovas producidas por hembras reproductoras de los mismos lotes en campo, con un rendimiento de unas 655.000 ovas embrionadas.

Palabras clave: Ovas embrionadas, reproductores, alevines.

ABSTRACT

In hatcheries of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), the production of enough semen of good quality plays a fundamental role, since optimum yields of fertilization for the generation of fertilized eggs depends on the success that the sperms have to reach and fertilize the eggs effectively. In La Mucuy Experimental Trout Field (CETLM), a dependence of the National Institute of Agricultural Research of the Ministry of Popular Power of Agriculture and Lands (MPPAT), semen is produced in sufficient quantity and quality to cover

the demand and requirements of fertilized eggs and alevins of Venezuelan trout farmers. A total of 12 liters of semen is extracted annually from the breeding males kept in the experimental batch of breeders of CETLM. About one million eggs produced by breeding females of the same batch in the field, with a capacity of about 655,000 fertilized eggs.

Key Words: Fertilized eggs, breeder, fry.

INTRODUCCIÓN

La explotación comercial de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Venezuela necesita de un suministro permanente de ovas embrionadas y alevines que aseguren la producción de la trucha ración de 250 g de peso. Para ello es necesario mantener un plantel de reproductores con una alta fertilidad que asegure la producción de huevos fértiles y alevines requeridos por este sistema productivo ¹.

La producción de alevines de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Venezuela (Fotografía. 1) requiere de insumos biológicos como el semen (Fotografía 2) y las ovas (Fotografía 3). En general, el semen en los salmónidos es una secreción blanca lechosa (Fotografía 4), en algunos casos un poco viscosa, en el cual se distinguen dos componentes fundamentales principalmente, uno celular, que son los espermatozoides, y otro el líquido seminal que sirve de medio de suspensión a los espermatozoides (Fotografía 4), y que es segregado por los testículos y por los conductos espermáticos ². Asimismo existen otros componentes en el semen que no se abordaran en este trabajo.



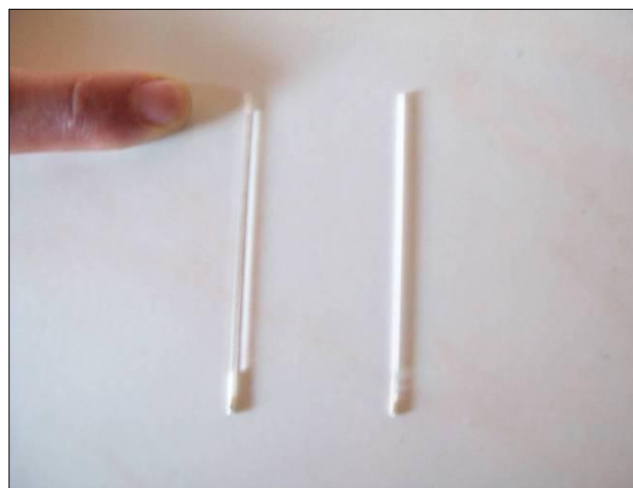
Fotografía 1. Alevines de trucha arcoíris de 2 meses en piletas en CETLM.



Fotografía 2. Obtención de semen de ejemplar de trucha arcoíris, mediante extracción manual.



Fotografía 3. Ovas de ejemplar hembra de trucha arcoíris, extracción manual.



Fotografía 4. Tubos capilares con semen. El tubo del lado derecho contiene semen sin centrifugar, el del lado izquierdo semen después de centrifugado. Nótese el líquido seminal como líquido transparente en la parte superior del tubo y un precipitado blanco en el fondo que son los espermatozoides.

También la producción y calidad del semen resulta de interés en la conservación de semen por criopreservación, como material biológico para propósitos genéticos en agrodiversidad y biodiversidad³.

El Campo Experimental Truchícola La Mucuy (CETLM) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) adscrito al Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT) en el estado Mérida, se encuentra en una selva nublada a una altitud de 2300 metros, en el parque nacional Sierra Nevada. Esta dependencia, es un criadero de reproductores de trucha arcoíris y produce ovas embrionadas y alevines, para la demanda nacional (1.200.000 alevines). Parte de la producción de estos alevines, también se emplea para realizar resiembras en lagunas y ríos de los Andes Venezolanos.

El estudio de las producciones masivas de esperma en criaderos de trucha en el trópico, plantea ser de gran ayuda en la truchicultura. En el presente trabajo se estudia el volumen de semen obtenido y su concentración de espermatozoides

(espermatocrito). En el presente análisis se tomarán, estas dos variables fisiológicas, como base para sostener la producción en un criadero en los Andes tropicales.

MATERIALES Y METODOS

En la producción de semen en el CETLM, se emplean dos grandes lotes de truchas, el de producción y el de investigación. El lote de investigación con el que se trabajó, se conforma por un germoplasma de 24 familias, compuestas por 648 machos y 475 hembras, ambos con edades comprendidas entre 3 y 5 años. Cada familia está conformada por 40 ó 60 ejemplares, en una relación por sexo de 1,3♂:1♀. El peso promedio de los reproductores fue de 1500 g los machos y 1900 las hembras g. Las diferentes familias se encuentran separadas en estanques particulares, con un caudal fijo de unos 80 L/min y una temperatura promedio del agua de 12 °C. Los estanques de 1,5 m³ se encuentran bajo techo, en un galpón sin paredes laterales, al aire libre y la alimentación se hace día por medio, con pienso comercial 40 % de proteína.

Entre las variables que se miden y registran mensualmente, para determinar la calidad de semen, se tiene el espermatocrito (% de espermatozoides por ml de semen por macho), y para cuantificarlo se emplea el volumen (ml/individuo). También se registra el peso y el número de extracciones de semen/individuo (por marcaje en aleta adiposa).

La obtención del semen de los reproductores maduro es manual. En temporada de maduración, se realiza una vez por semana, y fuera de temporada, cada dos o tres semanas. A los reproductores seleccionados, se le extrae el semen (Fotografía 2) por presión en los flancos en dirección céfalo caudal.

El semen se recolecta en recipientes plásticos y se mide en cilindros graduados de 40 ml. Posteriormente, el semen se conserva en frío (entre 4 - 5 °C) en recipientes plásticos, en condiciones de oscuridad, por unos 15 - 20 min hasta su empleo en la fertilización de ovas.

El espermatocrito se determina llenando por capilaridad un pequeño tubo fino con un volumen de semen de 0,2 ml (Fotografía 4), usando tubos similares a los empleados para hematocrito sin heparina. El capilar contenido del semen se coloca en una microcentrífuga para hematocrito y se centrifuga por 10 min a 3000 rpm. Luego el capilar se extrae de la centrifuga, observándose dos fases, una sólida correspondiente a los espermatozoides y otra líquida correspondiente al fluido seminal (Fotografía 4). Seguidamente, se determina la carga de espermatozoides con una tabla de hematocrito, con la que se obtiene el porcentaje de espermatozoides con respecto al volumen total, de semen colocado en el capilar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Volumetría del semen. Los parámetros de los datos de volumen de semen por individuo empleado, son resumidos en la TABLA I. La cantidad promedio de semen producida por macho, fue del orden de 19,61 ± 0,1 ml, lo que representa

TABLA I. DATOS VOLUMETRICOS DEL SEMEN PRODUCIDO POR REPRODUCTORES DE TRUCHA ARCOIRIS EN EL CETLM. AÑO 2011.

Parámetros Volumétricos.	Valor
Promedio mensual de volumen de semen (ml) producido por reproductores machos durante el año 2011.	19,61 ± 0,1 ml
Promedio mensual del espermatocrito por reproductor macho (%) durante el año 2011.	20,01 ± 7 %.
Volumen (ml) de Semen / Peso (kg) de reproductor macho	12,90 ml / kg
Volumen (ml) total de semen empleado en fertilización durante 2011.	12.535,16 ± 10 ml.
Nº de reproductores machos empleados para el volumen total de semen año 2011.	648 ejemplares

unos 13 ml de semen / kg de macho. De esta manera se obtendría un volumen de 25,35 ml de semen / hembra para su fertilización, lo que coincide con la relación existente en el CETLM.

Es de destacar las relaciones de volumen total de semen mensual durante un año con respecto a la fertilización de ovas generadas por las hembras durante ese mismo año. Como se observa en la TABLA II, el volumen total producido, fue 12,5 l de semen durante el año, para fertilizar 190 kg de ovas (950.000 ovas), con una eficiencia del 70 % en cuanto al embrionaje. Sin embargo, con relación a la fertilización la eficiencia podría ser mayor.

Todo esto generó 600.000 alevines vivos, para la producción de carne de trucha, y representó un 60 % de la producción anual de alevines en el 2011 del CETLM. La producción total en el campo, de los lotes de reproductores (producción e investigación) para este periodo fue de aproximadamente 1.000.000 de alevines, lo que correspondió a un 83 % de la demanda nacional de alevines. Esto se contrasta con la producción total del 40 % en los años 2005 – 2006⁴. Lo planteado es una fortaleza cuando se compara con países productores de trucha arcoíris, que son semejantes en el desarrollo de la truchicultura, como Colombia y en el otro continente Turquía, donde se producen mayor cantidad de toneladas de trucha consumo, pero no se generan de semilla por criaderos especializados, por lo que requieren de importación, para mantener la producción^{5, 6}. En nuestro caso la volumetría mensual de semen por reproductores, no se registró totalmente, por lo que no se analizó.

Espermatocrito

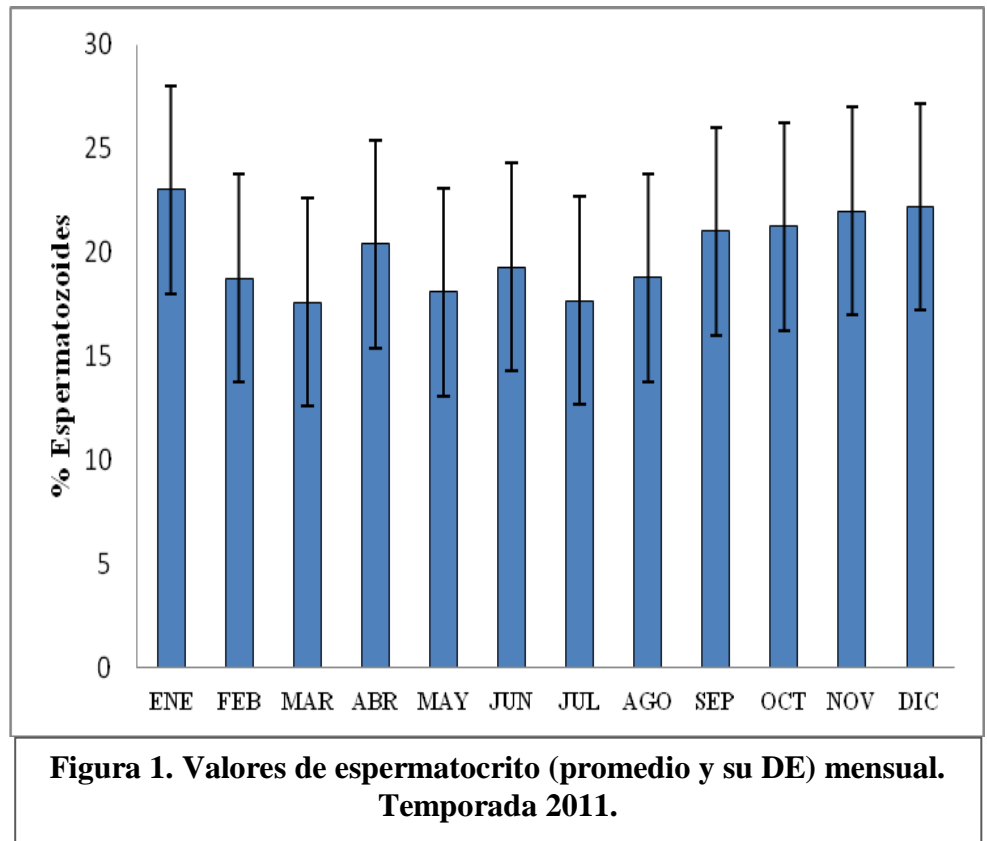
La media del espermatocrito para el año 2011 (Figura 1) fue de 20 ± 7 % en el CETLM, por lo que la cantidad mensual de espermatozoides en el

TABLA II. RELACIONES DE LA FERTILIZACIÓN DE OVAS CON DATOS VOLUMETRICOS DEL SEMEN PRODUCIDO POR REPRODUCTORES MACHOS DE TRUCHA ARCOIRIS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL TRUCHICOLA LA MUCUY DURANTE EL AÑO 2011.

Parámetros Volumétricos.	Valor
Volumen de semen / kg de ovas	100 ml de semen / kg de ovas
Volumen de semen / N° de ovas	0,013 ml / Ova
N° de Ovas / Volumen de semen	75,79 Ovas / ml de semen
Total de ovas fertilizadas con 12,5 l de semen	950.000 ovas.
Peso de ovas fertilizadas	190 kg
N° de ovas embrionadas.	655.000 ovas.
Porcentaje de ovas embrionadas	70 %

semen se mantiene durante todo el año, lo que plantea que no hay tanta variación en la concentración estacional del semen de los reproductores. Esto tiene cierta similitud con lo reportado anteriormente por Bastardo en 1992⁷, quien sugiere la maduración de varias veces por periodo, en machos del mismo CETLM. De esta manera se dispone de semen con suficientes espermatozoides para fertilizar ovas durante todo el año. Otros investigadores como Sánchez-Rodríguez y col durante 1978⁸ y Sahin y col. en el 2014⁹, han reportado resultados semejantes en trucha de regiones no tropicales. Es de destacar que hay casos aislados de lotes de individuos machos reproductores con valores de espermatocrito de hasta 50 %. Estos reproductores son seleccionados en base a esta característica, así como otras (volumen de semen, tamaño y capacidad de crecimiento rápido, entre otras) para constituir el plantel de reproductores de remplazo. Actualmente la calidad de semen, también es analizada en base a una variedad de características como el estudio del líquido seminal, pH, motilidad, enzimas del metabolismo del espermatozoide y otros aspectos relacionados con la epigenética como control de foto y termo periodos¹⁰. Los reproductores estudiados en un 90

% presentaban 3 marcas de extracción de semen, es decir poseían entre 3 y 4 años de edad biológica, y por experiencia previa se conoce que producen los máximos valores de espermatozoides.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los resultados de este trabajo permiten al criador estimar cantidades de machos reproductores, cantidades de semen necesario para fertilizar y acotar la calidad del semen en base al espermatocrito, con el propósito de fertilizar ovas para incubación, pudiendo obtener rendimientos del 70 % en embrionaje y alevinaje de, trucha arcoíris en condiciones de los Andes tropicales. Además estos resultados permiten estimar la calidad de lotes de reproductores de trucha arcoíris, como insumos biológicos para criaderos de trucha en esta región.
- Los datos permiten sugerir, la disponibilidad de capacidad técnica, de generar el semen necesario para cubrir la producción total de semilla de trucha arcoíris en Venezuela, correspondiendo al 87 % de los alevines de trucha arcoíris necesarios para consumo en el país.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno de los autores de este artículo, tenían financiamiento o relaciones de interés personal con personas u organizaciones, que pudiesen inapropiadamente influenciar o sesgar el contenido de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ BASTARDO, H.; GUEDEZ, C.; LEÓN M. 2004. Características del semen de trucha arco iris de diferentes edades, bajo condiciones de cultivo en Mérida. Venezuela. **Zootecnia Tropical**. 22(3):277-288.
- ² CACHAFEIRO, M. C. 1995. **La trucha cría industrial**. Ediciones Mundi Prensa, 2ª Edición. Madrid, España.
- ³ MEDINA, V.; VELASCO, Y.; CRUZ, P. 2005. Aspectos generales de la crioconservación

espermática en peces teleósteos. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**. 18 (1):34-48.

⁴ BASTARDO, H. 2006. **Inventario truchiculturas merideñas**. Fundacite – INIA Mérida. Mérida, Venezuela.

⁵ OKUMUS, I. 2002. Rainbow trout broodstock management and seed production in Turkey: Present practices, constrains and the future. **Turkish Journal of Fisheries and Acuatic Sciences**. 2: 41 - 56.

⁶ DAZA, V.P.; LANDINES, M. A.; SANABRIA, A.I. 2005. **Reproducción de los peces en el trópico**. Ministerio de agricultura de Colombia - INCODER (Instituto Colombiano de desarrollo Rural) y Universidad Nacional de Colombia – Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Bogotá, D.C. – Colombia.

⁷ BASTARDO, H. 1992. Semen de la trucha arco iris, (*Oncorhynchus mykiss*): concentración y volumen durante un periodo reproductivo, en Mérida, Venezuela. **Veterinaria Tropical**. 17: 53 – 56.

⁸ SANCHEZ-RODRIGUEZ, M.; ESCAFFRE, A.; MARLOT, S.; REINAUD, P. 1978. The spermiation period in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Plasma gonadotropin and androgen levels, sperm production, and bichemical changes in the seminal fluid. **Annales De Biologie Animale, Biochimie, Biophysique**. 18 (4): 943 – 948.

⁹ SAHIN, T.; KURTOGLU, I.Z.; BALTA, F. 2014. Quantitative Characteristics of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Semen Throughout the Reproductive Season. **Turkish Journal of Science & Technology**. 26 (1): 81 – 87.

¹⁰ MIGAU H.; BELL, G.; CABRITA, E.; McANDREW, E.; DAVIE1, A.; BOBE, J.; HERRAEZ, M.P.; CARRILLO, M. 2013. Gamete quality and broodstock management in temperate fish. **Reviews in Aquaculture**. 5 (1): 194 – 223.