

**CICLO REPRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS,
Oncorhynchus mykiss, EN LOS ANDES VENEZOLANOS**

**REPRODUCTIVE CYCLE OF THE RAINBOW TROUT,
Oncorhynchus mykiss, IN THE VENEZUELAN ANDES.**

BASTARDO, HILDA y ZAIDA COCHE

*Campo Experimental Truchícola La Mucuy
FONAIAP-Mérida. APDO 425, Mérida 5001 Venezuela*

RESUMEN

En este estudio se analizó la madurez gonadal de la trucha arco iris, a lo largo de un período reproductivo (Agosto de 1982 hasta Julio de 1983). Se encontró un máximo entre los meses de Octubre a Diciembre, durante los cuales se reproduce el 63% de la población en estudio. Este máximo reproductivo coincide con los valores más bajos encontrados en la temperatura del agua. A la progenie procedente de los reproductores estudiados, se le llevó control de mortalidad diaria, encontrándose una tasa de fertilización promedio de 0,41, mientras que la tasa de nacimiento promedio fue de 0,80. Estos resultados indican que bajo las condiciones de este estudio, la primera fase de desarrollo de esta especie presenta elevadas mortalidades.

Palabras claves: Trucha, Ciclo, reproducción, cultivo.

ABSTRACT

The gonadal maturation of the rainbow trout was analyzed throughout the reproductive period (August 1982 to July 1983). The highest values were obtained between October to December when sixty-three percent of the population was found to be reproducing. This period of maximum reproduction coincides with the lower values of water temperature. Daily mortality was determined on the offspring, finding a mean rate fertility of 0.41, while hatching rate was 0.80. These results indicated a high mortality in the first developmental stages of this species.

Keywords: Trout, cycle, reproduction, farming

INTRODUCCION

La trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, se introdujo por primera vez a los ríos, quebradas y lagunas de Venezuela en el año 1937 (León 1975), poblándose con esta especie los cuerpos de agua con alturas superiores a los 1500 m. La primera introducción se hizo con huevos embrionados procedentes de los Estados Unidos. Posteriormente, se trajeron de Italia, Canadá y Alemania, con el objeto de asegurar la producción comercial de este salmónido e introducir nuevos genes a la población.

Esta especie ha sido ampliamente estudiada en su país de origen. No obstante, en las zonas tropicales donde se ha introducido existe poca investigación en relación a su biología en general. Conocimiento que sería de particular importancia tanto para el manejo en condiciones de cultivo intensivo como extensivo.

Scott y Crossman (1973), señalan que la trucha arco iris, desova en primavera en el hemisferio boreal, haciendo referencia a la gran plasticidad y variabilidad en los patrones de vida de esta especie. En las zonas Sur y Central de su ámbito geográfico nativo las truchas desovan en Octubre y Noviembre. En el hemisferio austral, en el lago de Titicaca, el desove se concentra en los meses de Junio y Julio cuando se registran los valores más bajos de la temperatura del agua (Everett 1973). Phillips (1984) señala que la trucha arco iris, en los ríos Ciruelas y Sarapiquí en Costa Rica, desova

tanto en la temporada de lluvia (Agosto a Octubre) como en la época seca (Enero a Abril).

Recientemente, en Venezuela se han iniciado algunos estudios sobre diferentes aspectos biológicos de esta especie exótica. Estos estudios se han concentrado en los Andes venezolanos, específicamente en el Estado Mérida (Bastardo et al 1988, Bastardo 1990) y en el embalse Agua Fria en el Estado Miranda (Rengifo 1988).

El presente trabajo tiene por objeto estudiar parte del ciclo reproductivo de la trucha arco iris, bajo condiciones de cultivo intensivo, en un área de los Andes venezolanos.

Este estudio se realizó durante el periodo reproductivo 1982-1983, abarcando los meses de Agosto a Mayo. La investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Truchícola La Mucuy, ubicado a 2300 m en el Parque Sierra Nevada de Mérida, Venezuela (8° 40' - 71° 5').

Los reproductores se mantuvieron en estanques de 100 m², los cuales fueron llenados con agua proveniente de una quebrada de origen glaciar que nace a una altitud de 4200 m. El estado de madurez gonadal de los peces se evaluó cada ocho días, aquellos que expulsaban los huevos y semen por leve presión abdominal, eran seleccionados para realizar el desove y la fertilización al día siguiente. La extracción de los huevos y del semen se realizó manualmente, por presión abdominal. La inseminación artificial se rea-

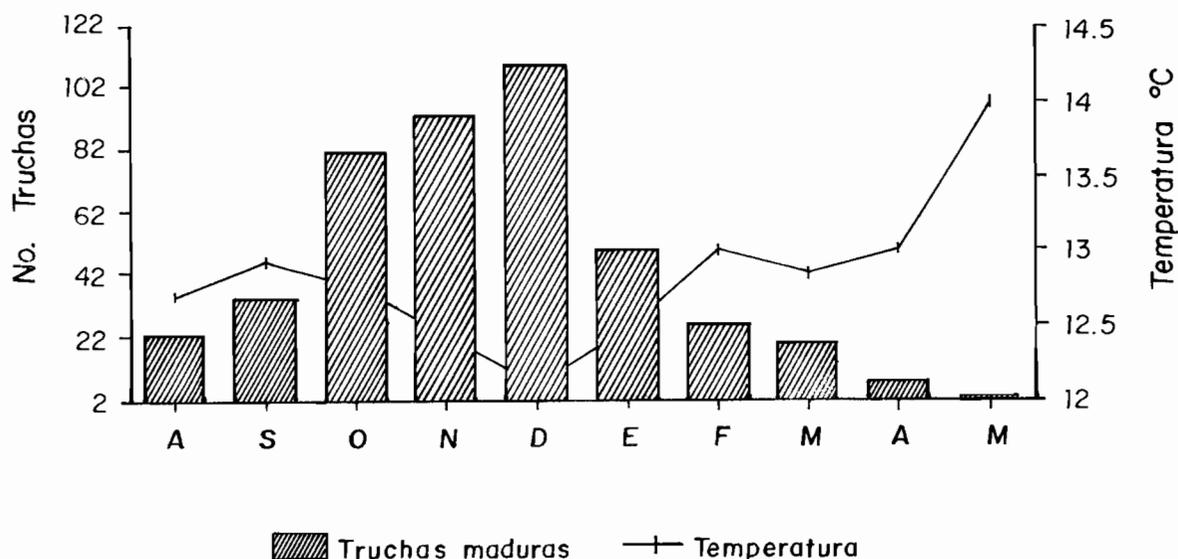


FIGURA 1. Variación mensual de la maduración gonadal de las truchas y su relación con la temperatura del agua, durante 1982-1983, en El Campo Truchícola La Mucuy.

CICLO REPRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS

Tabla 1. Valores promedio de la tasa de mortalidad desde la fertilización hasta la aparición visible del embrión, tasa de fertilidad y de nacimiento de la trucha arco iris, durante el período reproductivo 1982-1983. Los valores entre paréntesis indican desviación estandar.

| Meses | Tasa mortalidad | Tasa fertilidad | Tasa nacimiento |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Agosto | 0,32 | 0,68 | 0,66 |
| Septiembre | 0,48 | 0,52 | 0,61 |
| Octubre | 0,62 | 0,38 | 0,56 |
| Noviembre | 0,37 | 0,63 | 0,87 |
| Diciembre | 0,62 | 0,38 | 0,98 |
| Enero | 0,52 | 0,48 | 0,88 |
| Febrero | 0,80 | 0,20 | 0,98 |
| Marzo | 0,60 | 0,40 | 0,96 |
| Abril | 0,57 | 0,43 | 0,85 |
| Mayo | 0,98 | 0,02 | 0,65 |
| Promedio | 0,59 (0,19) | 0,41 (0,19) | 0,80 (0,16) |

lizó utilizando el método seco. Los huevos fertilizados se colocaron en incubadoras verticales, con una capacidad aproximada de 6000 huevos colocados en una sola capa. Se llevó un control diario de la temperatura y de la mortalidad en cada una de las fases hasta alevines de 3 meses de edad. Los huevos muertos se extraían de las gavetas de incubación para evitar la saprolegniosis.

El mayor número de hembras maduras (63%) fueron observadas durante los meses de Octubre, No-

viembre y Diciembre, lo cuál coincide con las temperaturas promedio más bajas (Fig. 1). La fase de incubación tuvo una duración de $310,79 \pm 10,31$ °C días, este lapso de tiempo incluye desde el momento de la fertilización hasta el inicio de la eclosión. La Fig. 2 representa la relación entre la temperatura del agua y la duración de esta fase, podemos ver la relación inversa existente entre estas variables.

La Fig. 3 representa la sobrevivencia en porcentaje desde la fertilización hasta la fase de alevines. Se

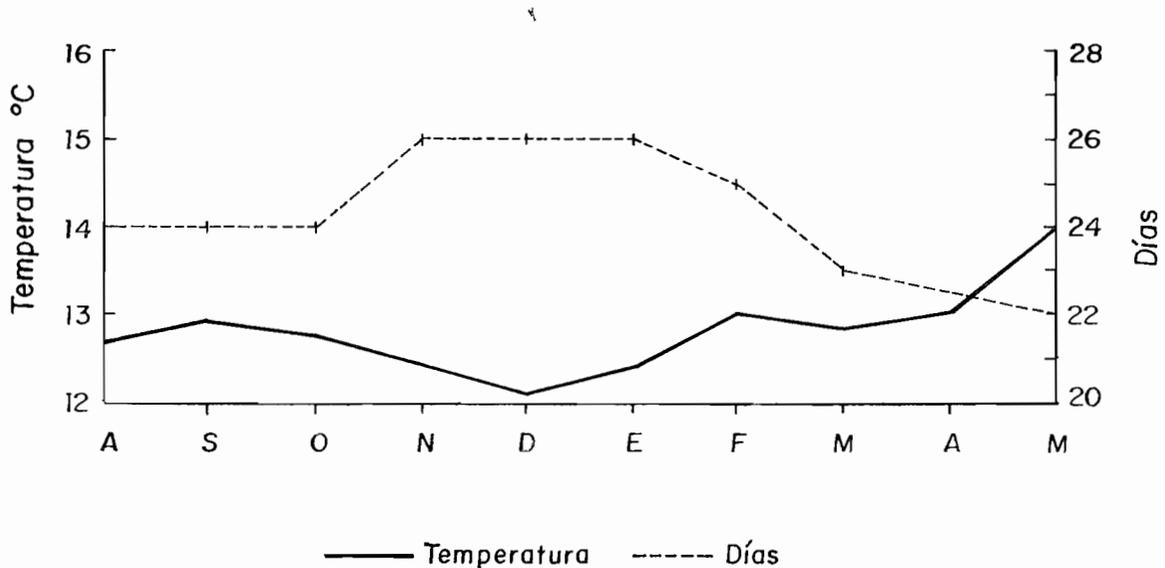


FIGURA 2. Duración total de la fase de incubación de huevos de trucha y su relación con la temperatura del agua, durante el período reproductivo 1982-1983.

observa una caída brusca desde el inicio de la incubación hasta la aparición visible del embrión. A partir de la fase de huevos embrionados y hasta el nacimiento de las larvas se observa una estabilización de la sobrevivencia, para luego presentar una disminución durante la fase de alevines.

En la Tabla I se presentan las tasas de mortalidad desde la fertilización hasta la aparición visible del embrión, tasa de fertilidad y, la tasa de nacimiento. Esta última se calculó como la relación entre el total de las larvas obtenidas y el total de huevos embrionados. Los resultados encontrados señalan una alta de nacimiento promedio ($0,80 \pm 0,16$), mientras que la tasa mortalidad de los huevos antes de la aparición visible del fue de $0,59 \pm 0,19$. Por último se encontró una tasa de de $0,41 \pm 0,19$. No obstante, a partir de los huevos embrionados que sobrevivieron se obtuvo un 80% de nacimiento.

DISCUSION

En este trabajo se encontraron truchas maduras durante 10 meses del año, reproduciéndose la mayor cantidad entre los meses de Octubre a Diciembre, mientras que en Junio y Julio no se encontraron truchas en estadio V de madurez gonadal. Resultados similares se han encontrado en una quebrada de los Andes venezolanos (Bastardo 1990). Mientras que, Rengifo (1988) señala dos períodos de reproducción: entre

Octubre-Noviembre y Marzo-Mayo para esta misma especie en el embalse Agua Fría en el Estado Miranda, Venezuela. Al igual que este último autor, Phillips (1984) reporta para los ríos Ciruelas y Sarapiquí en Costa Rica dos épocas de desove tanto en la temporada de lluvia (Agosto a Octubre) como en la época seca (Enero a Abril). Este autor considera que las dos épocas de desove representan la siembra de diferentes variedades de *Oncorhynchus mykiss*, debido a que la estación de lluvia y de sequía, en Costa Rica, presentan características ambientales opuestas. Phillips también señala que el momento del desove está marcado por características heredables de las variedades introducidas.

Los resultados encontrados en el presente trabajo indican una prolongada época de desove, contrario a lo reportado para el embalse Agua Fría y los ríos Ciruelas y Sarapiquí, posiblemente esto se deba a condiciones ambientales diferentes. El área de estudio donde se realizó esta investigación presenta un régimen de precipitación bimodal, en donde los mínimos de precipitación no constituyen nunca épocas deficitarias, presentando un balance hídrico positivo durante todo el año. Por otro lado Monasterio y Reyes (1980) señalan que los páramos más húmedos de la Sierra Nevada de Mérida presentan una constancia térmica característica de la alta montaña tropical, a la cual se añade una "constancia" hídrica. En estos páramos durante los meses de Junio y Julio ocurre un descenso

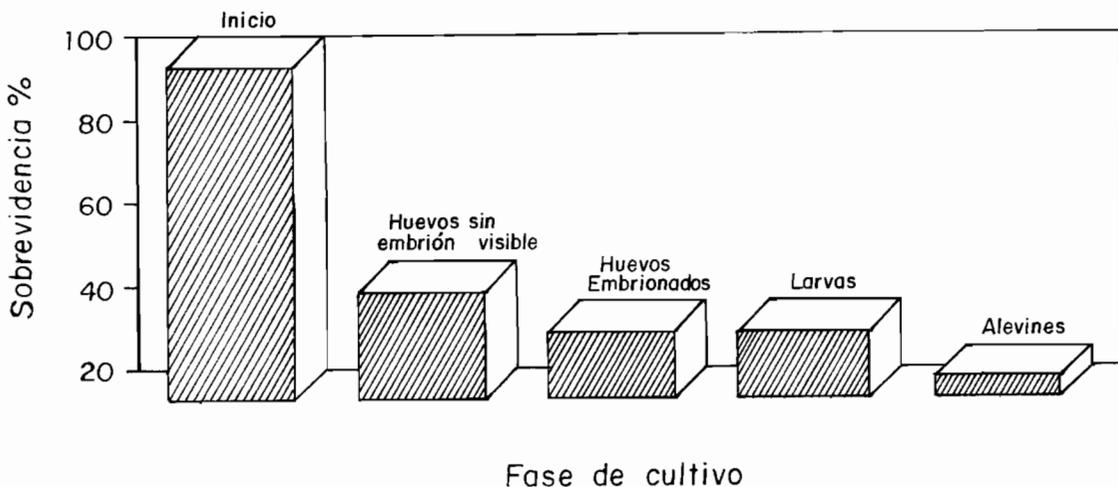


FIGURA 3. Sobrevivencia de la trucha según la fase de cultivo, durante el período reproductivo 1982-1983.

de la precipitación lo que puede traer como consecuencia un incremento de la radiación solar asociado con el máximo de fotoperíodo (21 de Junio día más largo). Esta situación ambiental podría ser el responsable del inicio de la reproducción de las truchas (Agosto) en el presente trabajo. Zanuy et al (1986) señalan que el fotoperíodo y/o la temperatura son los factores ambientales más importantes como indicadores de la regulación de la gametogénesis en las especies de zonas templadas.

Bajo las condiciones de este trabajo la fase de incubación tuvo una duración promedio de $24,30 \pm 1,42$ días; con una temperatura promedio de $12,81 \pm 0,51$ °C ($310,79$ °C días), observándose además una relación inversa entre estas variables. Estos resultados señalan que la fase de incubación es más corta en Venezuela, que en los países de donde esta especie es nativa.

Nikolsky (1963) señala que la duración del período de incubación es extremadamente variable entre las especies, desde 12 horas para *Danio rerio* hasta 100 días o más en algunos salmones y otros peces de altas latitudes. La duración de la fase de incubación varía en una misma especie en relación a los cambios de algunos factores ambientales, especialmente la temperatura. Se ha establecido para algunas especies que el número de grados-días usados para el desarrollo de los huevos, bajo condiciones cercanas a las óptimas, permanece más o menos constante para una especie dada. Para la trucha es igual a 410 °C días a diferentes temperaturas; sin embargo en el presente trabajo el desarrollo embrionario se logró a $310,79$ °C días, lo cual posiblemente se deba a nuestra constancia térmica, como consecuencia de nuestra posición latitudinal. Bagenal y Braum (1971) señalan que la temperatura tiene una influencia directa en la regulación de los eventos ontogénicos.

La alta tasa de mortalidad encontrada en este trabajo durante los primeros días de la incubación coincide con lo reportado por otros autores. Bajo condiciones de cultivo, Coché y Salinas (1985) encontraron durante la primera etapa de la incubación mortalidades entre 20% y 95%. Bastardo y Salinas (1985) encontraron mortalidades más bajas, entre 32% y 44% durante todo el período de incubación. Craik y Harvey (1984) señalan que ocurre una alta mortalidad durante los primeros días de la incubación, pero no así entre el nacimiento y el inicio de la alimentación. Estos últimos autores señalan que el factor determinante en la calidad del huevo es el tiempo de extracción de los ovulos en relación a la fecha de ovulación. Es necesario conocer la fecha de

ovulación para alcanzar una máxima viabilidad de los huevos. Además de esto hay que considerar la calidad de los espermatozoos, especialmente en lo referente a la motilidad, la cual juega un importante papel en la fertilización de los huevos (Levanduski y Cloud 1988). En el presente trabajo no se analizó el líquido seminal de los ejemplares utilizados para realizar la fertilización de los huevos, por lo tanto desconocemos si estos factores estaban afectando la fertilidad de la trucha en el momento de realizar esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los Técnicos Cruz Vasquez, Víctor Matos, Máximo Noriega y Gilson Guillen por su participación en las actividades de selección y desove de las truchas, así como también por la valiosa colaboración durante el proceso de incubación de los huevos de truchas.

BIBLIOGRAFIA

- Bagenal, T. B. y E. Braum. 1971. Eggs and early life history. p. 166-198. En: W. Ricker (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh water. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh.
- Bastardo, H., Z. Coché y H. Alvarado. 1988. Manual técnico para el cultivo de truchas en Venezuela. FONAIAP-JUNAC. Caracas, Venezuela.
- Bastardo, H. 1990. Ecología de la trucha arco iris, *Salmo gairdneri* Richardson, 1836, en una quebrada del Estado Mérida, Venezuela. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Craick, J.C.A y S.M. Harvey. 1984. Egg quality in rainbow trout: the relation between egg viability, selected aspects of the composition, and time of stripping. Aquaculture 40:115-134.
- Dodge, D.P. y MacCrimmon. 1970. Vital statistics of a population of great lake rainbow trout (*Salmo gairdneri*) characterized by an extended spawning season. Journal Fishery Research Board Canadian 27:613-618.
- León, J.I. 1975. Manual de truchicultura. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- Levanduski, M. y J.G. Cloud. 1988. Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of non-motile sperm on fertility. Aquaculture 75:171-179.
- Monasterio, M y S. Reyes. 1980. Diversidad ambiental y variación de la vegetación en los parámos de los Andes venezolanos, p. 47-91. En: M. Monasterio (ed.), Estudios ecológicos en los parámos andinos. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic

BASTARDO Y COCHE

- Press. London.
- Phillips, P. 1984. La biología y dinámica poblacional de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en los ríos Sarapiquí y Ciruelas de Heredia. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.
- Rengifo, A. 1988. Algunos aspectos sobre la biología de la trucha arco iris, *Salmo gairdneri* Richardson, 1836, en el embalse Agua Fría, Estado Miranda. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Scott, W.B y E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 184:184-191.
- Zanuy, S., M. Carrillo y F. Ruíz. 1986. Delayed gametogenesis and spawning of sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) kept under different photoperiod and temperature regimes. Fishery Physiology and Biochemistry 2:53-63.