

# ACTIVIDAD ELECTRICA CARDIACA EN HUEVOS Y ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*SALMO GAIRDNERI*)

por

Jorge Reynolds, Fernando Trujillo, Mauricio Prieto,  
Rafael Rosado, Edwin Ruiz y Jorge León

## Resumen

Reynolds, J. & al.: Actividad cardíaca en huevos y alevines de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 17 (67): 749-751, 1990. ISSN 0370-3908.

Se describen las fases de desarrollo, el corazón y el sistema circulatorio de la trucha y la metodología utilizada para determinar la actividad eléctrica en cuatro huevos en los cuales se midió la frecuencia de la espiga.

## Introducción

La trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) pertenece a la familia Salmonidae; se distingue por sus escamas de menor tamaño, manchas pequeñas en la superficie del cuerpo, con un moteado abundante en la cola y las aletas y una línea iridiscente en la parte inferior de cada lado que se hace evidente según el ángulo de incidencia de la luz (1).

Las truchas son peces de aguas frías (5° C—20° C), ricas en oxígeno (no inferior a 5 ppm y óptimo de 7 a 9 ppm), con pH comprendido entre 6.5 y 8, y una alcalinidad favorable de 40 miligramos por litro (2).

Originaria de Norteamérica, la trucha arco iris fue introducida al país en 1936 cuando se incubaron las primeras ovas embrionadas en la Estación Piscícola de las Cintas en el Lago de Tota. Desde ese año su cultivo industrial se ha difundido en el piso frío colombiano. La especie soporta mejor los cambios de temperatura y el menor contenido de oxígeno; su desarrollo es más rápido, el período de incubación más corto y el crecimiento se realiza con mayor rapidez (3).

**Fases de desarrollo.** Se distinguen tres fases en el período comprendido desde el principio de la incubación hasta que finaliza la reabsorción de la vesícula vitelina: Fase 1: Desde la fecundación hasta la aparición de los ojos (20 días, 210 grados día aproximadamente). Fase 2: Desde la aparición de los ojos hasta la eclosión (10 días, 100—120 grados día aproximadamente) y Fase 3: Desde la eclosión hasta la reabsorción del saco vitelino (20—30 días, 180 grados día aproximadamente).

Preferiblemente, las ovas no deben ser manipuladas hasta que aparezcan los ojos. La eclosión de un lote dura aproximadamente 50 grados día. En la tercera fase el alevín cambia totalmente de aspecto. Esta parte del desarrollo consiste más en una transformación del organismo que en un aumento de tamaño.

Los huevos de trucha se caracterizan por tener un diámetro de 3 a 5 mm, son translúcidos con una coloración variable que va del color amarillo al anaranjado. Los huevos muertos son fácilmente identificables porque su coloración se va tornando opaca (4).

**Sistema circulatorio y corazón. Embriología:** El origen del corazón es de tipo mesodérmico y ocurre por una migración desde la parte caudal del embrión, de la placa mesodérmica, abriéndose paso a través del endodermo y el ectodermo. Al llegar a la parte anterior se forma un triángulo mesodérmico cuya parte posterior es la que origina el corazón (5).

El origen de los vasos y células sanguíneas se produce en islotes sanguíneos en donde se lleva a cabo una diferenciación celular que produce dos tipos de células: unas que conformarán los vasos sanguíneos y otras que serán las células sanguíneas como tales (6).

Schmidt-Nielsen (1982) describe cómo el corazón está constituido por dos cámaras situadas en serie, una aurícula y un ventrículo. En el lado venoso, el corazón está precedido por una cámara de tamaño aumentado (seno venoso), que ayuda a asegurar un flujo continuo de sangre al corazón.

El sistema arterial está seguido por una parte muscular engrosada de la aorta ventral, denominada bulbo arterioso. Una presión negativa en el corazón facilita el llenado mediante "succión" de la aurícula a partir del gran seno venoso (8).

El desarrollo del corazón varía considerablemente en relación con el tamaño. El seno venoso es un saco de paredes delgadas que colecta la sangre venosa. La aurícula ocupa la mayor parte de la región del pericardio dorsal y puede envolver parcialmente el ventrículo. La contracción auricular permite el paso suave de la sangre al ventrículo. Tanto el seno venoso como la aurícula, tienen la pared muy delgada en comparación con el ventrículo (9).

La entrada dentro del ventrículo es elipsoidal o circular y la sangre pasa a través de un válvula atrio-ventricular para que la sangre no retorne a la aurícula. El ventrículo es eficaz con paredes relativamente delgadas y un saco muscular en la porción ventrocaudal del saco pericárdico. Su forma es la de una pirámide invertida (10).

En los alevines se observa claramente la presencia de una vena denominada onfalomesentérica o vitelina que es la encargada de absorber las sustancias nutritivas del saco vitelino hacia el alevín.

Los objetivos tenidos en cuenta para la realización de este trabajo fueron:

1. Registrar y analizar la actividad eléctrica del corazón y establecer en que momento de la embriogénesis se inicia ésta.
2. Analizar y determinar en lo posible, un registro de la actividad auricular y ventricular.
3. Tratar de detectar la existencia de actividad eléctrica en el seno venoso y en el bulbo arterial.

4. Observar y grabar por medio de estereoscopia de luz, el sistema cardiovascular del embrión de la trucha.

#### Material y métodos

El material del estudio se obtuvo en la Estación Piscícola de la CAR (Corporación Autónoma Regional de Bogotá) localizada en el Embalse del Neusa, en la Sabana de Bogotá.

Los huevos se recogieron mediante el método seco y se fecundaron artificialmente. Se tomó un número determinado de hembras a punto de desovar, produciéndoles una suave presión con los dedos en la parte abdominal para inducirles el desove. Posteriormente se utilizó un número menor de machos, se les llevó a cabo el mismo procedimiento para obtener la esperma. Tanto huevos como esperma se recogieron en un mismo recipiente donde se manipularon cuidadosamente con una pluma de ave para favorecer la mezcla y asegurar la fertilización.

Los huevos fueron trasladados en dos estadíos. Para el primero, recién fecundadas (ovas verdes), el transporte se efectuó en un frasco de vidrio con agua y éste colocado en una nevera de icopor con hielo. Las ovas embrionadas (segundo estadío), se envolvieron en una gasa húmeda y se colocaron en una pequeña caja de icopor con hielo.

Al llegar al laboratorio se procedió a aclimatar gradualmente los huevos. Se trató de mantener la temperatura a niveles bajos utilizando cubos de hielo. Durante todo el tiempo se mantuvo un control de temperatura.

Los huevos se almacenaron en un acuario de 80 cm de largo por 40 de ancho y 50 cm de alto. El volumen de agua no sobrepasó los 10 cm de altura. Durante todo el proceso se mantuvieron los huevos en oscuridad total, oxigenando permanentemente con una bomba de aire. Con intervalos de dos días, se retiraron los huevos y alevines muertos.

**Equipos:** Para poder obtener la actividad eléctrica cardíaca, se utilizó un sistema de micro manipulación, según métodos convencionales, construido en nuestro laboratorio. Por encima de la caja y para homogenizar la iluminación se implementó una lámpara de luz fría de fibra óptica.

A la bandeja se le efectuaron dos orificios para que, por medio de mangueras, se estableciera una circulación de agua similar a la que encuentran los huevos en incubación, una temperatura que oscila entre 10°C y 12°C ( $\bar{X} = 11.3^\circ\text{C}$ ), tratando de obtener oxigenación y temperatura homogéneas.

Para poder mantener en la bandeja los huevos o alevines en posición, se elaboró un bloque plástico con ranuras y orificios pulidos de tal manera, que la iluminación fuera uniforme (12).

El sistema óptico se implementó utilizando una cámara de Video Color Fisher 1/1800 sec Camcorder 8 FVC 801, a la cual se le acopló por medio de un anillo, una lente Pentax de 500 mm 1.4, para lograr un sistema macro invertido. De esta manera se obtuvo una magnificación aproximada de 120 aumentos. Se usó un conmutador que a su vez se conecto a un Televisor Sony Triniton KV 2140 RWP.

Se usó un preamplificador de dos canales de alta ganancia diseñado y construido en nuestro laboratorio. Al osciloscopio de dos canales y memoria, Tektronix 214 Storage, se le anexó una cámara oscura a una Video Cámara Color, Handycam CCD-TR5, cuya salida se conectó al conmutador para poder recurrir al mismo televisor alternativamente como monitor.

Como auxiliar para grabar el Video, se empleó una cámara Sony Video Walkman, 8 Recorder GV-9. Como sistema óptico alterno, se utilizó un estereoscopio Wild Heerbrugg Plan XI que tiene incorporada una cámara fotográfica de 35 mm Pentax y una Cámara Video Color Panasonic Mod WV 3100.

## Resultados

Usando micropipetas con una punta aproximadamente de 1 ( $\mu$ m), fue posible con relativa facilidad, hacer contacto con el huevo. Luego de perforar la membrana externa, acomodando los microelectrodos en diferentes posiciones, se comenzó a observar actividad eléctrica de aproximadamente 15 microvoltios. La frecuencia de la espiga fue de 120 por minuto, con una duración de más o menos 100 msec.

Se consideró que la actividad eléctrica es un 80% positiva y un 20% negativa, en relación con línea de base.

En los cuatro huevos estudiados se obtuvieron resultados similares; se pudieron constatar cambios de frecuencia de la espiga con respecto a la temperatura. Con el agua a temperatura de 10°C, la frecuencia fue de 120 por minuto, al añadir hielo a la preparación, inicialmente la frecuencia subió y al calentarse el agua, la frecuencia comenzó a descender hasta desaparecer la actividad eléctrica en el trazado.

## Conclusiones

Se considera que por el bajo voltaje de la preparación, no se observan los artefactos espúreos eléctricos, que imposibilitan realizar un análisis de la morfología de las espigas.

Es importante anotar que al cambiar la posición interna de los microelectrodos, la morfología es diferente.

Para futuros trabajos, es recomendable utilizar sistemas de aislamiento para disminuir las interferencias y obtener trazados más limpios.

## Bibliografía

1. Roberts, R. & C. Shepherd 1980. Enfermedades de la trucha y el salmón.
2. Pons-Rosello, J. 1971. Cría de truchas. De: Capacitación Agraria. Madrid, España.
3. Huet, M. 1973. Salmónidos americanos. De: Tratado de piscicultura. 3: 95-96. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
4. \_\_\_\_\_ . 1973. Reproducción artificial de salmónidos. op. cit. 3: 105-106.
5. Romer, A.S. 1966. Primera fase de desarrollo de los vertebrados. De: Anatomía comparada. 5: 78-84. Ed. Interamericana, S.A. México.
6. Balinski, B.I. 1983. Desarrollo de los vasos sanguíneos. De: Introducción a la embriología. 14 (6): 472-77. Ed. Omega, Barcelona.
7. Schmidt-Nielsen, K. 1982. Circulación. De: Fisiología animal. 4: 92-93 Ed. Omega, Barcelona.
8. Hill, R. 1980. Fisiología animal comparada. p 635 Ed. Reverte. Barcelona.
9. Lagler K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R. & D.R. May Passino. 1977. Diagrama de corazón de trucha. De: Ichthyology. 7: 198. Ed. John Wiley & Sons.
10. \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ . 1977. Blood and circulation. op. cit. 7: 198-199. Ed. John Wiley & Sons.
11. Bures, J., Petran, M. & J. Zacher. 1967. Electrophysiological apparatus and technique. (F) electrodes. De: Electrophysiological Methods in Biological Research. 2: 222-227. Czechoslovak. Library of Congress, N.Y.
12. Geddes, L.A. 1972. Surface electrodes. De: Electrodes and the measurement of bioelectric events. 2: 67-74. Ed. Wiley Interscience, N.Y.