

Mucus de trucha Arcoíris: Biotratamiento sostenible contra hongos en incubación de ovas

José Torres^{1*}

Juan Concepción²

Carlos Fajardo³

Albani Berra¹

Erick Martínez¹

¹Estación Experimental Truchícola La Mucuy (EETLM), Mucuy Alta - Parque Nacional Sierra Nevada, Centro Nacional de Investigaciones en Pesca y Acuicultura (CENIPA), Ministerio de Pesca y Acuicultura (MinPESCA), Mérida Venezuela.

²Laboratorio Centro de Ingeniería Genética (CIGEN) Universidad de Los Andes (ULA), Mérida Venezuela.

³Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Marinas y Ambientales, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz (UCA), Puerto Real, España.

*Correo electrónico: chemi65@gmail.com

La acuicultura de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es conocida en la región andina. Esta producción se realiza en los pisos altos de los estados Mérida y Táchira, gracias a sus condiciones climáticas y geográficas favorables. La trucha fresca es de fácil acceso para la población local. También se ha integrado en la gastronomía andina, en diversas preparaciones. Su sabor y versatilidad la hacen popular entre los consumidores.

En las zonas turísticas de los Andes, la trucha es un plato destacado, esto ha contribuido al incremento de su consumo. A nivel nacional, la trucha ha ganado popularidad como una opción de proteína saludable, debido a su bajo contenido de grasa y alto valor nutricional. La acuicultura ha crecido en Venezuela, promoviendo la producción de trucha en diversas regiones. El crecimiento ha permitido aumentar la oferta y el consumo. La acuicultura de truchas ha cobrado una importancia significativa en la producción de alimentos a nivel mundial. Esto es impulsado por la creciente demanda de pescado y la necesidad de prácticas sostenibles.

El proceso de la truchicultura comprende varias etapas claves: obtención de ovas y espermatozoides, incubación de huevos fecundados, alevinaje, crecimiento juvenil, engorde, cosecha y manejo de adultos. Cada una de estas etapas es crucial y requieren cuidados específicos. La etapa más delicada es la incubación de ovas fecundadas (embrionadas) y los alevines, en términos de cuidados fitosanitarios. Esta etapa se lleva a cabo en la Estación Experimental Truchícola La Mucuy (EETLM). Estación que pertenece al Centro Nacional de Investigaciones en Pesca y Acuicultura

(CENIPA) del Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura (MinPESCA).

Durante esta fase, los peces son especialmente susceptibles a infecciones. El hongo *Saprolegnia* sp. es uno de los principales agentes patógenos. Este puede diseminarse rápidamente entre las ovas, alevines, jóvenes y adultos en cuestión de días. La diseminación provoca una mortalidad elevada y compromete la viabilidad de la producción. Por lo tanto, es fundamental implementar medidas de bioseguridad y monitoreo riguroso. Para proteger a los alevines durante esta etapa crítica es necesario utilizar métodos biológicos amigables con el medio ambiente. El objetivo es proteger el equilibrio ecológico de la fauna y flora acuícola, aguas abajo de la unidad truchícola.

La finalidad de esta investigación es evaluar el uso del mucus epidérmico de trucha como agente biológico protector para las ovas durante la incubación.

Aspectos básicos de la incubación de ovas de trucha arcoíris

La incubación de ovas fertilizadas es una actividad básica en la cría de truchas (Foto 1). Este proceso implica varias etapas: 1. Extracción de gametos, 2. Fertilización de ovas, 3. Incubación de ovas, 4. Embrionaje, 5. Eclosión y 6. Larvaje.

Las ovas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) son fertilizadas externamente (*ex situ*) con semen (Foto 2). Las ovas fertilizadas formarán un cigoto, que evolucionará a embrión y luego a larva. La larva eclosionará entre los 18 y 30 días de incubación.

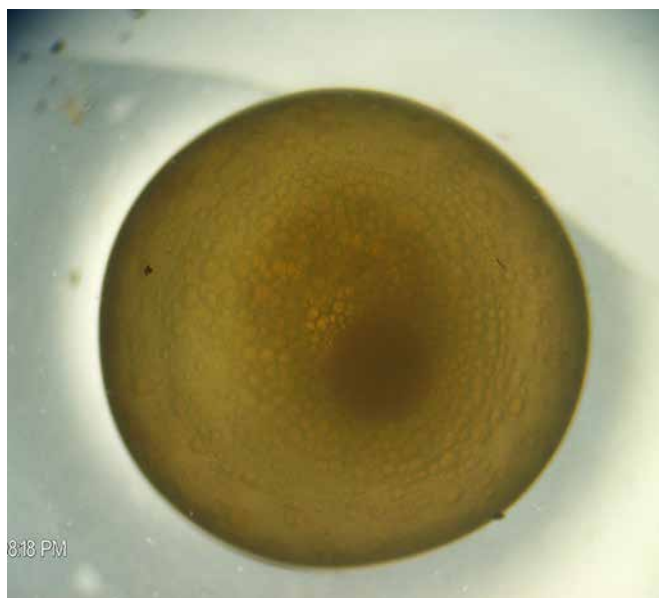


Foto 1. Ova de trucha arcoíris, sin embrionar.



Foto 2. Ova de trucha arcoíris, embrionada en etapa inicial.

Para la incubación de ovas, se utilizan salas de incubación o alevinaje con poca luz. Las ovas fertilizadas se depositan en cestas o bandejas de incubación de plástico. Estas se colocan en baterías o piletas de alevinaje, dentro de un sistema por donde fluye agua.

El rango de temperaturas de la incubación se encuentra entre 8 y 20°C. El tiempo de incubación es inversamente proporcional a la temperatura.

Causas de la baja producción de alevines de trucha arcoíris

El bajo porcentaje de alevines en la truchicultura se debe a diversas causas. Las más comunes son: 1. Calidad del agua, 2. Fertilización inadecuada, 3. Enfermedades, 4. Estrés (temperatura, manipulación, densidad de ovas), 5. Genética (reproductores de baja calidad genética pueden producir gametos menos viables), y 6. Manejo inadecuado de la incubación.

En la producción de alevines, el embrionaje de las ovas es una fase previa importante y delicada. Esta fase va hasta la formación del embrión con ocelos. Esto ocurre entre los 10 y 15 días. La duración exacta depende de las horas térmicas acumuladas y del caudal.

Principales patógenos que impactan la producción de alevines de trucha arcoíris

Los patógenos que afectan las ovas de trucha, incluyen: a) Bacterias, *Aeromonas salmonicida*, *Flavobacterium psychrophilum*; b) Oomicetos como *Saprolegnia* sp., *Achlya* sp., especialmente en ambientes con alta carga orgánica; y c) Virus, como la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) y el Virus de la Septicemia hemorrágica infecciosa (VHS).

Impacto de la saprolegniosis y tratamientos químicos para su control en ovas de trucha durante la incubación

En las truchicultura andina, uno de los principales desafíos es la infección de ovas por *Saprolegnia* sp. Este microorganismo pertenece al grupo de los oomicetos. Presenta hifas multinucleadas que pueden formar estructuras especializadas. Dichas estructuras se llaman esporangios, donde se producen esporas.

El impacto de *Saprolegnia* (*parasítica, diclina, ferax* y otras) es significativo en ovas, embriones, alevines y peces. Estas infecciones causan entre el 20% y el 100% de mortalidad en ovas. La muerte de las ovas ocurre debido a la invasión del pseudomicelio. Debido a que afecta la difusión de oxígeno y genera daños en la membrana externa de la ova (Foto 3).

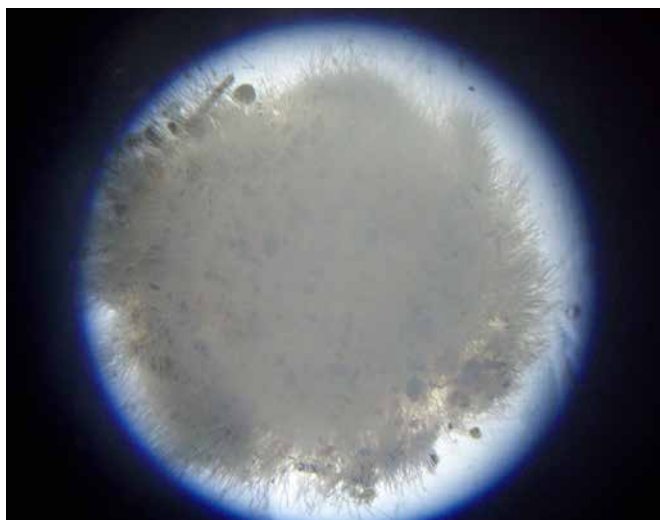


Foto 3. Ova de trucha arcoíris contaminada por *Saprolegnia* sp.

En la ETM se realizaron ensayos a nivel de laboratorio y en salas de incubación. Estos arrojaron resultados en el control de la saprolegniasis por métodos químicos (Cuadro 1). Los ensayos de incubación se hicieron en un sistema californiano de bandejas. En ellos se emplearon agentes químicos para el control de *Saprolegnia* sp. Los resultados de embrionaje y larvaje fueron del 86,46% con cloruro de sodio (NaCl), del 84,56% con Formaldehído (Formalina), del 80,99% con Limpieza manual, y del 68,82% sin ningún tratamiento (control), Torres y Fajardo, 2011. Estos resultados son de suma importancia, ya que, sugieren un buen manejo de la incubación, fertilización y embrionaje.

Sin embargo, la toxicidad de estos compuestos y la contaminación que generan, se plantea en este trabajo, el uso del mucus epidérmico. El cual, es un agente antisaprolegniasis que sirve como biotratamiento alternativo.

Principales moléculas en el mucus de trucha arcoíris como agentes antibacterianos y antifúngicos

El mucus de las truchas contiene moléculas que tienen propiedades antimicrobianas, lo que podría inhibir el crecimiento de *Saprolegnia* sp. Algunas de estas sustancias incluyen: Lisozimas; Defensinas; Inmunoglobulinas; Mucinas; Ácidos Grasos, Proteínas de fase aguda y Lactoferrina. El mucus epidérmico secretado por las células epiteliales dérmicas contiene microbicidas que tienen utilidad en la defensa del pez contra microorganismos a nivel de la piel, faneras y agallas (Fernandes, 2002).

Agentes microbicidas en las ovas y la epidermis de trucha

Las ovas de la trucha han sido estudiadas anteriormente, mostrando evidencias de Lisozima un bacteriolítico, y Lactoferrina como microbicidas (Torres *et al.*, 2006; 2008).

Es posible plantear que entre las moléculas antimicrobianas del mucus y de las ovas, se establezcan formas de cooperación para controlar la *Saprolegnia*.

Biotratamiento con mucus para el control de saprolegniasis en ovas de incubación

Para obtener el mucus epidérmico del tegumento para los tratamientos, se utilizaron truchas juveniles. Estas se sujetaron con guantes de nylon y algodón. Se realizaron movimientos en dirección céfalocaudal, para absorber el mucus de los flancos, dorso y vientre. Posteriormente, se exprimieron los guantes saturados de mucus (Fotos 4 y 5).

Cuadro 1. Porcentajes de eclosión (%) en ovas *Oncorhynchus mykiss* sometidas a los diferentes tratamientos profilácticos.

Bioensayo	Replicas	Control	Limpieza manual	Formalina (250 ppm)	Sal (30.000 ppm)
1	3	69,50	80,97	84,54	86,43
2	3	67,27	79,82	84,27	85,15
3	3	69,70	82,18	87,78	87,78
Promedio	9	68,82	80,99	84,56	86,46



Foto 4. Extracción de mucus epidérmico de trucha.



Foto 5. Exprimiendo el mucus de trucha del guante, en ponchera plásticas.

Una vez obtenido el mucus epidérmico, se colocó en un recipiente plástico para la aplicación de los tratamientos. Luego se aplicó a las ovas embrionadas, a través de inmersión, por una hora. Esto se repitió cada dos días, hasta alcanzar la etapa de larva pre-eclosión. Otro tratamiento consistió en la extracción manual de las ovas muertas utilizando pinzas. En el control no se aplicó ningún tratamiento a las ovas embrionadas.

Se utilizaron 900 ovas embrionadas. Con un porcentaje de embrionaje del 95% y 12 días de incubación. Las ovas se seleccionaron de manera homogénea en lotes de 100 ovas por triplicados para cada tratamiento. Las ovas se incubaron a 11°C, en un caudal de 5 L/min, en cajas de alevinaje de acrílico. Las ovas fueron sometidas a los tratamientos en 5 sesiones (Foto 6 a, b y c). Al finalizar, se contabilizó el embrionaje.

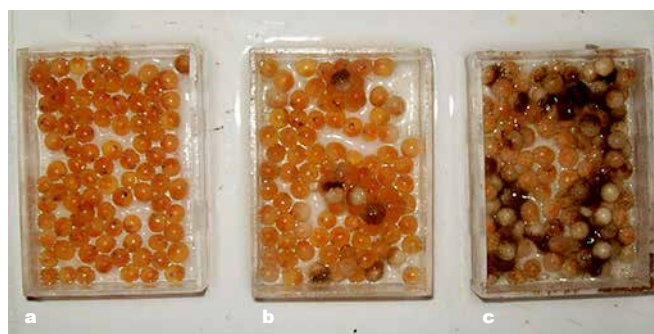


Foto 6. Cajas de incubación con ovas fertilizadas.

- a) Ovas sin tratamiento con *Saprolegnia* sp.
- b) Ovas con tratamiento de inmersión en mucus
- y c) Ovas con limpieza manual.

Los resultados del porcentaje de embrionaje (Figura 1) y larvaje (resultados no mostrados) fueron similares. El embrionaje para el tratamiento con mucus epidérmico fue de $84,67 \pm 1,11\%$. Para el tratamiento de limpieza manual fue de $92,33 \pm 3,11\%$. Cerca de un 8% más efectivo. El control sin ningún tratamiento presentó el menor porcentaje ($60,67 \pm 16,22\%$).

Es fundamental destacar que los controles sin tratamiento presentan las tasas de mortalidad más altas durante el embrionaje. En contraste, el tratamiento de limpieza manual con pinzas demostró ser ligeramente más eficaz en el control de la saprolegniasis (Cuadro 1).

Sin embargo, este método de limpieza manual requiere que una persona dedique 15 horas semanales para procesar las ovas fertilizadas durante el periodo de incubación. El objetivo es retirar las ovas muertas e infectadas por *Saprolegnia* sp. Esto implica que, a largo plazo, se genera un alto costo por mano de obra respecto al biotratamiento con mucus de truchas. Los resultados antisaprolegnia obtenidos con el biotratamiento mostraron un grado de alevinaje comparable al de los ensayos previos con tratamientos químicos.

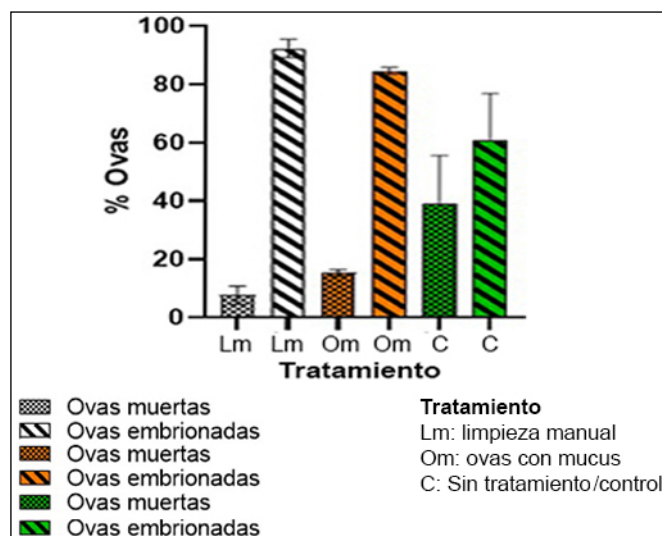


Figura 1. Supervivencia de ovas embrionadas de truchas en incubación respecto a tratamientos y biotratamientos antisaprolegnia.

Discusiones acerca de biotratamiento con mucus frente a la saprolegniasis

Los resultados obtenidos en este bioensayo con mucus de trucha son preliminares, pero indican que podría ser un método viable, dado que los rendimientos en alevinaje son bastante aceptables. No obstante, será necesario realizar un mayor número de ensayos utilizando mucus de trucha o de otros peces silvestres de agua dulce para evaluar los rendimientos de alevinaje en comparación con los métodos químicos y manuales, además de darle soporte estadístico.

Consideraciones y recomendaciones para el productor

El tratamiento por inmersión en mucus epidérmico constituye un biotratamiento efectivo. Sirve para el

control de la infección por *Saprolegnia*. Se obtuvo una supervivencia en embrionaje aproximada al 75%. Esto representa una mortalidad del 25%, menor al 40% de mortalidad del testigo.

La supervivencia en el tratamiento manual fue entre 85% y 95%. Los ensayos con formol y NaCl arrojaron un embrionaje del 85%. La supervivencia del testigo estuvo entre 60% y 68% del alevinaje. Esto sugiere el uso de gametos óptimos y un excelente manejo técnico.

En el alevinaje, la supervivencia fue: 95% (Limpieza manual), 85% (Baños de formol o NaCl), 75% (Baños de mucus) y 60% (Testigo sin tratamiento).

El mucus epidérmico de trucha posee componentes antisaprolegnia. Estos deben ser estudiados con mayor profundidad.

Los resultados del bioensayo son preliminares, pero indican un método viable. Los rendimientos en alevinaje son bastante aceptables. Será necesario realizar un mayor número de ensayos utilizando mucus de trucha y otros peces silvestres.

Esto servirá para evaluar los rendimientos de alevinaje en comparación con los métodos químicos y manuales. En los mismos, deben incluir un soporte estadístico riguroso.

Bibliografía consultada

- Fernandes, J. 2002. Antimicrobial peptides and antibacterial proteins from rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. University of St Andrews, UK. St Andrews Research Repository URI <https://hdl.handle.net/10023/22410>.
- Torres, J., J. Concepción and J. Vielma. 2006. Detección de lisozima y lactoferrina por western blot en ovas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Mundo Pecuário, 2 (3), 57–59. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/21969>.
- Torres, J., J. Concepción y J. Vielma. 2008. Detección de agentes antibacterianos en ovas de truchas Arcoiris. Revista digital INIA HOY, 2. http://www.inia.gov.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=460.
- Torres, J. y C. Fajardo. 2011. Tratamientos profilácticos anti-saprolegniasis para mejorar la supervivencia embrionaria en ovas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Zootecnia Tropical, 29(2), 235–239. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000200011.