

MANUAL DE REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE ORESTIAS HASTA LA OBTENCIÓN DE ALEVINOS EN CONDICIONES CONTROLADOS PARA EL REPOBOLAMIENTO EN EL LAGO TITICACA





INTRODUCCION

Actualmente, la contaminación de los ecosistemas acuáticos lénticos representa uno de los principales problemas ambientales por resolver (Samantray, Mishra, Panda & Rout, 2009), debido a que afecta la biodiversidad endémica, donde tal situación en sinergia con otras variables ambientales como las meteorológicas, pueden ocasionar efectos adversos como por ejemplo, la mortandad masiva de peces en el lago Titicaca dado los efectos de remoción de ecotoxicidad local (Argota,2015).

Ante tal situación, es necesario realizar el repoblamiento, con finalidad de mantener la biodiversidad íctica del lago Titicaca. Para tal fin el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca viene realizando los trabajos sobre la obtención de alevinos de Orestias, mediante la técnica de reproducción artificial.

Esperamos que este manual constituya una herramienta útil como guía en el proceso de obtención de alevinos de Orestias desde el desove, incubación, larvaje, alevinaje y alimentación. Y sirva de apoyo a los interesados en el tema; y, que conlleve a desarrollar esta actividad tan necesaria para el sector producción. Deseamos que las poblaciones involucradas en el tema, aspiren a incursionar eficientemente en la actividad acuícola, utilicen esta información y sean capaces de implementar la producción, hacerlo sostenible y rentable en el tiempo.



Antecedentes

El PELT es la institución en la región de Puno que viene trabajando en la recuperación y repoblamiento de los peces nativos, cuya contraparte boliviana viene a ser el Centro de Investigación y Desarrollo Boliviano (CIDAB) ubicado en Tiquina (Bolivia).

En marzo y abril del año 2000, se desarrolló un primer proyecto exploratorio por iniciativa de PADESPA-PERU (AECI) y ejecutado por la Universidad de Barcelona y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, junto con el PELT. La finalidad de dicho proyecto fue establecer un plan de trabajo, analizar la problemática in situ, realizar una colecta de especies nativas de la cuenca Lago Titicaca, ver si era factible iniciar la caracterización genética de los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*. A tal efecto se colectaron 393 especímenes de diversas especies de ambos géneros en 17 localidades de la cuenca del Lago Titicaca.

El Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano - CIDAB, desde 1991 viene realizando estudios sobre el comportamiento biológico y la reproducción artificial de las Especies Icticas Nativas del Lago Titicaca. Con apoyo de organismos internacionales mediante el Proyecto "Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca - Desaguadero - Poopo - Salar de Coipasa (TOPS)" y el Sub Contrato "Desarrollar la Capacidad de Programas de Pesca Artesanal en Bolivia" (21.24), el CIDAB ha logrado validar la técnica y metodología de Reproducción Artificial de *Orestias agassii* y *Orestias luteus*. Los motivos para realizar dichos estudios, son los riesgos en procesos de extinción y/o la probable disminución en población de estas especies por diferentes causas como: introducción de especies exóticas y manejo inadecuado de recursos pesqueros.

Amaru G, Yujra E, Gamarra C. 2021. Realizaron estudios sobre "Reproducción y crecimiento de carachi amarillo *Orestias Luteus* en condiciones de laboratorio utilizando alimento vivo". Este estudio proporciona información sobre reproducción artificial y crecimiento de *Orestias luteus* en condiciones de laboratorio.

1. Obtención y selección de reproductores



1.1 Obtención de reproductores

La obtención de reproductores de Orestias se realiza por acopio de pescadores de la zona circunlacustre. Para un trabajo óptimo, se considera los siguientes aspectos:

- Los reproductores deberán estar constituido por hembras y machos en los estadías V y VI, considerando los aspectos genotípicos y fenotípicos óptimos para la reproducción.
- Los materiales y equipos utilizados sean limpios y desinfectados.
- El personal encargado a realizar los trabajos de reproducción artificial, conozca los procedimientos del trabajo.



Ejemplar hembra en estadía VI, apto para la reproducción artificial.



Ejemplar macho en estadía VI, apto para la reproducción artificial.

1.2 Selección de reproductores

Este trabajo consiste principalmente en la observación del nivel de madurez sexual, que se consigue con una suave presión en el abdomen, donde se observa la salida de algunos óvulos de color amarillento en el caso de hembras, y para el caso de los machos se realiza el mismo proceso, donde se observa la salida de una cantidad pequeña de semen blanquecino.



Para seleccionar los reproductores; además del sexo, se determina el peso y talla entre otras características seleccionando como aptos los del estadio V y VI.



Los datos de talla y peso promedio son:
Talla: 14.2 cm
Peso: 56.4 gr

2. Desove y fecundación artificial



2.1 Desove

El proceso consiste en la obtención de óvulos de los reproductores hembras mediante una ligera presión con el dedo pulgar e índice en el abdomen en dirección anteroposterior a la altura del poro urogenital, depositándolo en un recipiente liso y limpio.

Extracción del semen

Es el proceso de la extracción de la lecha espermática de los reproductores machos, para lo cual se realiza una ligera presión en el abdomen en dirección anteroposterior a la altura del poro urogenital.

Una vez sexados los individuos adultos fértiles (separación de machos y hembras), se obtienen las ovas de las hembras (translucidas y amarillentas) y el esperma en machos (líquido blanquecino), a través del orificio urogenital.



Los óvulos extraídos no deben tener impurezas como sangre, orina o heces fecales.

2.2 Fecundación artificial

Luego del desove se procede a realizar el frezamiento, que es un método que consiste en fecundar los ovocitos de forma artificial, depositando los espermias sobre las ovas, que es distribuido y mezclado con la ayuda de una pluma de ave, dejando reposar por 20 minutos con una proporción en volumen de agua: ova de 3:1, a temperatura ambiente. Pasado este tiempo, se procede a hidratar las ovas por un tiempo de 24 horas. La fecundación se realiza por el Método Seco, que consiste en:

- Colocar las ovas aptas en una bandeja completamente seca, agregar el semen, que es distribuido y mezclado entre las ovas, con ayuda de una pluma de ave.
- Dejar en reposo (hidratación) durante un periodo de 1 hora a temperatura de ambiente.
- La proporción sexual de hembra: macho será de 2:1.



Mediante la ayuda de una pluma de ave, se procede al mezclado de productos sexuales.

2.3 Desaglutinación de ovas

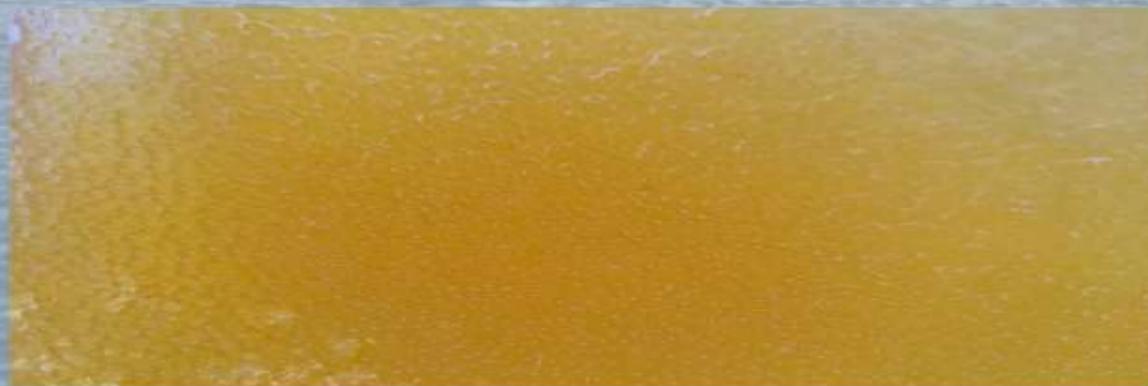
Seguidamente, se procede a la desaglutinación de las ovas 24 horas después de la fecundación, una vez que las ovas adquirieron mayor resistencia. El proceso se realiza por medio de la fricción de los dedos



Las ovas de Orestias son adherentes (aglutinadas), cuentan con filamentos en forma de cilios y racimos.



La desaglutinación se realiza de forma mecánica con la yema de los dedos.



Ovas completamente desaglutinadas libre de impurezas, y listas para su incubación.

3. Incubación



3.1 Lavado y cálculo de la cantidad de ovas

Lavado de ovas

Una vez desaglutinada las ovas, se procede al lavado; el cual consiste en eliminar restos de semen, sangre, mucus y otras impurezas que dificulten la fecundación.



Enjuagar las ovas con agua limpia, con la ayuda de una pluma.



Ovas limpias libre de impurezas, lista para su incubación

Calculo de la cantidad de ovas

El conteo de las ovas se realiza por el método volumétrico; el cual consiste en escurrir las ovas, que posteriormente se evacuan a la jarra graduada, y con agua previamente medida el volumen. La unidad de medida utilizada es mililitros (ml). Finalmente el resultado se multiplica por la constante numeral (135).



Colocar las ovas en un tamiz, para escurrir completamente.



Verificar el volumen desplazado del agua.

3.2 Incubación de ovas



Una vez lavadas y contadas las ovas se colocan en vasos de incubación tipo McDonald con un flujo de agua suave y continuo. La cantidad de ovas por cada vaso se colocan 30,000 unidades a una temperatura promedio de 16°C. Durante esta etapa las ovas desarrollarán su ciclo embriológico hasta el momento de la eclosión.

Durante el tiempo de incubación se realizan los trabajos de limpieza, desinfección y separación de ovas muertas en un periodo 3 días, dependiendo de la aparición de hongos (*Saprolegnia* sp.) en las ovas muertas.

Las ovas se incuban, previa desinfección de las incubadoras (vasos tipo McDonald), para evitar la aparición de hongos.



Detalle del sistema de incubación de ovas embrionadas en vasos tipo McDonald

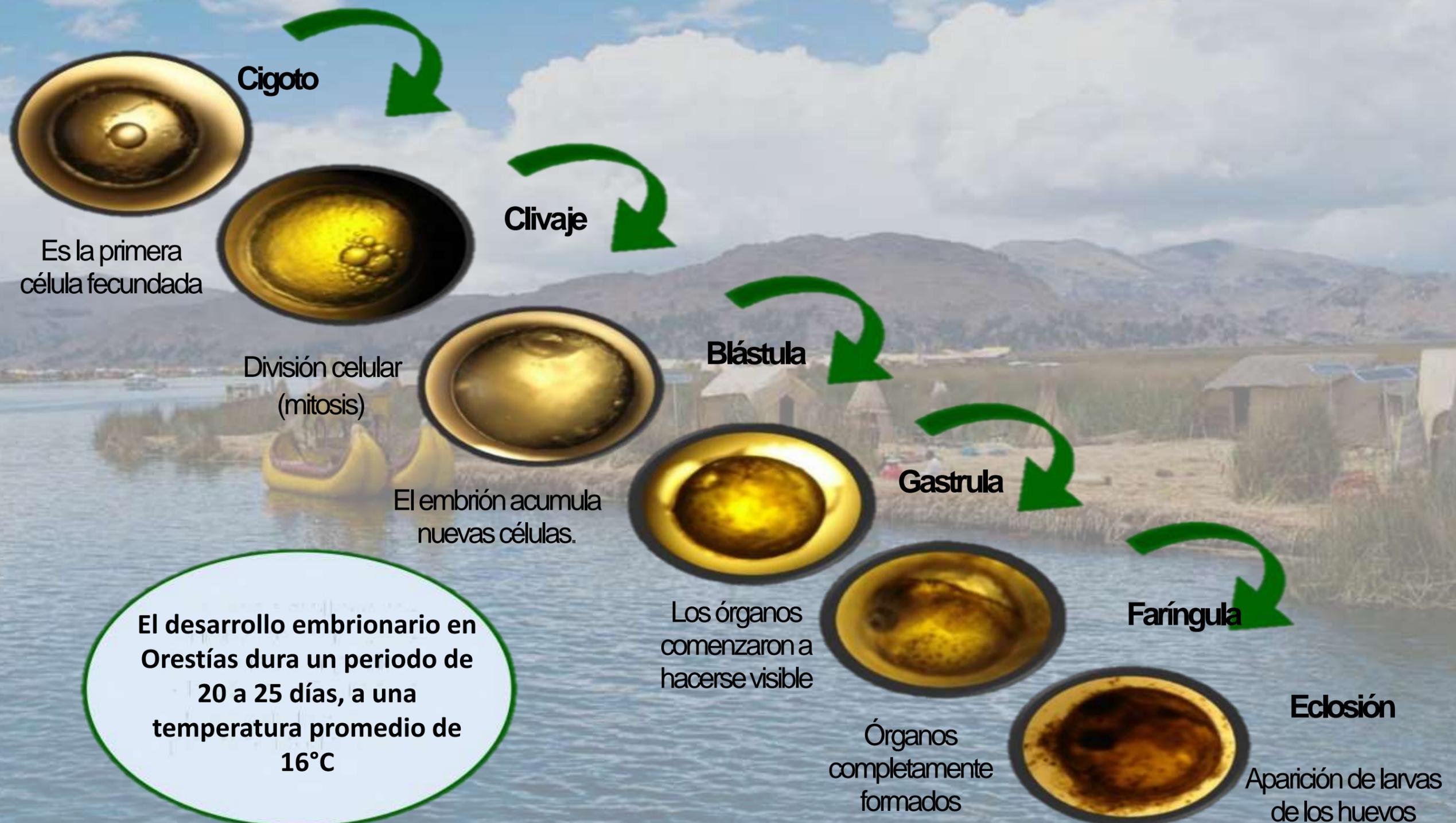


3.3 Desarrollo embrionario



El desarrollo embrionario en peces permite determinar el proceso cronológico de la formación morfológica de un nuevo organismo. Se toma desde la fertilización y eclosión, seguida por la fase larval hasta la etapa de alevín. (Hernández et al.,2016)

Desarrollo embrionario de *Orestias*



4. Larvaje y Alevinaje



4.1 Larvaje

Las larvas son embriones eclosionadas que posteriormente toman la forma de un pez adulto; su característica es la presencia de un saco vitelino (saco de nutrición), que contiene sustancias nutritivas procedentes de la ova fecundada y constituye la única fuente de energía y alimentación de la larva durante los primeros días de su vida.

La reabsorción del saco vitelino varía en función de la temperatura del agua, pudiendo variar entre 3 a 5 días desde la eclosión.



Las larvas recién nacidas deben mantenerse en la cuna de recepción por un periodo de un día, pasado este tiempo, las larvas se evacuan a las artesas o tanques de 600 litros de capacidad, donde posteriormente son alimentados con microalgas (*Chlorella vulgaris*).



Producción de *Chlorella vulgaris* para la alimentación de larvas de *Trichomycterus*

Alimentación de larvas

La alimentación de larvas es a base de *Chlorella vulgaris*. en un volumen de 1 litro por día y por cada artesa con una concentración de 6×10^6 .ml⁻¹ y por un tiempo de 3 días; transcurrido éste tiempo, se procede a suministrar nauplios de *Artemia* sp. en cantidades menores; con el fin de acostumbrarlos a la alimentación con este tipo de alimento vivo.

4.2 Alevinaje

Una vez que el pez completa la reabsorción de su saco vitelino, pasa a la etapa de alevino. El alevino inicialmente es un pez pequeño que morfológicamente ya se asemeja a un pez adulto, tiene un comportamiento activo que se observa en las artesas. Durante esta etapa se realizan los trabajos de alimentación, biometría y control de la mortalidad.



Se recomienda mantener en óptimas condiciones las artesas de alevinaje; teniendo un control estricto de la mortalidad, limpieza, alimentación, biometría y monitoreo de la calidad del agua. Por cada artesa se disponen 25,000 unidades peces.



Incubación de Artemia



Nauplios de Artemia

Alimentación de alevines

La alimentación en la etapa de alevinos es a base de nauplios de Artemia sp., en una cantidad de 2 gramos diarios por cada artesa, y con una frecuencia de 3 veces por día (8:00, 12:00 y 16:00 horas).

5. Repoblamiento



5.1 Transporte de alevinos

Una vez que los alevinos adquieran las tallas adecuadas (1.0 cm), se procede a evacuarlas a su hábitat natural. El sistema de transporte empleado para trasladar los alevinos hasta los lugares de siembra son baldes y tanques de 20 y 40 litros respectivamente, con agua del lago limpia, previo monitoreo de la temperatura.

Es recomendable que el transporte se realice en horas de la mañana, antes de la salida del sol. Los recipientes de transporte deben de contar con tapas herméticas.



Transporte de alevinos, desde el muelle hasta el lugar de siembra, que normalmente se usa un bote con motor fuera de borda



Ubicación del lugar de siembra, con la participación de autoridades de la zona (alcalde, presidente de la asociación, teniente, entre otros)

5.2 Siembra de alevinos

La siembra de los alevinos de *Trichomycterus* se realiza a la edad de 25 días de eclosionado, cuando el alevino puede alimentarse y sobrevivir en forma independiente, en su medio natural. El cual debe presentar la condiciones adecuadas (parámetros fisicoquímicos y disponibilidad de alimento) para la sobrevivencia de los alevinos.



Previa a la liberación de alevines, se mide la temperatura del agua en ambos casos (del ambiente natural y del recipiente de transporte); si presentan variación de más de 1°C, se procede a aclimatar.



La liberación de los alevines se realiza de manera lentamente, con la finalidad de evitar el stress.

GRACIAS

