

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del área de estudio**

La investigación se desarrolló en las instalaciones del Departamento de Medio Ambiente del Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural del Cantón Ibarra (FONSALCI), en los altos del muelle bar Yahuarcocha. Las mismas que se encuentran ubicadas en:

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	Priorato

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud	0° 22' 21.11" N
Longitud	78° 05' 55.50" W
Altitud	2 185 msnm.

#### **3.2. Ecología**

La zona del emplazamiento del estudio se encuentra en el sector norte de la laguna de Yahuarcocha, en este lugar, las corrientes de aire son menos frecuentes, el agua presenta una temperatura que oscila entre los 16 a 22°C, no hay totora en las orillas ni presencia de algas y las instalaciones que se encuentran en el sector del

muelle bar Yahuarcocha presentan las características adecuadas para instalación y ejecución del experimento.

### 3.3. Características del agua

En este sector, de acuerdo a los análisis físico-químicos y biológicos, se presentaron como parámetros óptimos en lo referente a temperatura que oscila entre 18 a 24 °C, con pH de 7,9 y Oxígeno de 8,4 ppm (Anexo 4).

### 3.4. Tratamientos y diseño experimental

Los factores en estudio fueron:

#### Factor A: Tipo de eclosionador

T1: Tipo silo.

T2: Tipo armario.

#### Factor B: Especie de tilapia

E1: Roja

E2: Negra

Se estudiaron cuatro tratamientos (Cuadro 2), resultantes de la combinación de los factores (Anexo 5).

**Cuadro 2.** Tratamientos aplicados en el ensayo.

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	FACTOR A	FACTOR B
		ECLOSIONADOR	ESPECIE
1	T1E1	Silo	Roja
2	T1E2	Silo	Negra
3	T2E1	Armario	Roja
4	T2E2	Armario	Negra

Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y cinco repeticiones, en arreglo factorial A x B, en donde A representa el tipo de eclosionador y B la especie de tilapia.

La unidad experimental en los dos tipos de eclosionadores tuvo los siguientes volúmenes, en el eclosionador de silo un volumen de 2,5 litros y en el eclosionador de armario de 25 litros.

El área total del experimento fue de 50m<sup>2</sup>.

Para las variables evaluadas en las cuales se detecto diferencia significativa entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 5%, en tanto que los factores y su interacción, se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%.

#### ESQUEMA DEL ADEVA

F de V	gl
Total	19
Repeticiones	4
Tratamientos	3
Tipo de Eclosionador (T)	1
Especie (E)	1
T x E	1
Error experimental	12
<hr/>	
CV (%)	

### **3.5. Manejo del experimento**

Se inició identificando el sector más adecuado en relación con calidad de agua, infraestructura para instalación de tanque reservorio, elementos considerados determinantes para la instalación, planeamiento y diseño del experimento.

#### **3.5.1. Ubicación del área del experimento**

El experimento se realizó en las instalaciones del Muelle Bar Yahuarcocha, ubicado en la parte nor-occidental de la laguna, kilómetro 9 de la autopista.

#### **3.5.2. Delimitación del área del experimento**

Se estableció un área de 50m<sup>2</sup>, en la cual se instalaron los dos tipos de eclosionadores. El eclosionador de silo tuvo las siguientes dimensiones: 0,40 m de alto por 15cm de ancho de los dos lados y estos una separación de 0,3 m entre eclosionadores. Se utilizaron 10 eclosionadores de armario (californianos), cada uno de los cuales presenta las siguientes dimensiones: 0,25 m de alto, por 0,40 m de largo por 0,40 m de ancho. Los eclosionadores estuvieron sobre mesar de soporte con las siguientes características: de 4 m de largo y 1 m de ancho para los eclosionadores tipo silo y 4 m de largo y 1.7 m de ancho para los eclosionadores tipo armario.

#### **3.5.3. Construcción de Jatchery**

Se realizó la construcción del jatchery de 8 m de largo por 5 m de ancho en forma de un mini invernadero con postes de madera y cubierta plástica, en la parte interior se construyeron dos mesas de soporte de dos niveles, para los eclosionadores en la parte superior y en la inferior para las bandejas recolectoras de alevines.

### **3.5.4. Instalación del sistema de bombeo**

Para el sistema de bombeo se utilizó un tanque reservorio con capacidad para 500 litros de agua, el cual se encontraba ubicado en la terraza de las instalaciones a una altura de 3,5 metros de los eclosionadores. La bomba de agua se colocó a 1,50 metros del espejo de agua de la laguna, se le acopló una válvula chek y una canastilla que no permita el paso de impurezas al tanque reservorio, esta manguera de conducción de agua hacia el tanque reservorio tiene una pulgada y media de diámetro. Luego del tanque reservorio sale por el conducto principal de dos pulgadas y media de diámetro, este a un metro de salida descendente se divide en dos canales de conducción por medio de una “T” los cuales van directo a los dos tipos de eclosionadores, cada eclosionador tuvo de una llave de paso de agua que permitió la regulación de entrada de agua a los diferentes eclosionadores (Anexo 6).

### **3.5.5. Construcción de eclosionadores**

#### **3.5.5.1. Eclosionadores tipo silo**

Para la construcción de estos eclosionadores se hizo la compra de jarras o bombonas de 0,40 m de alto por 0,15 m de ancho, a las cuales se les acopló un canal de salida en la parte superior, este canal de salida presentó una longitud de 0,15 m de largo. Para determinar turbulencia, movimiento de ovas y caudal (l/min), se realizó un pre-ensayo que consiste en la elaboración de tres tipos diferentes de eclosionadores de silo para observar turbulencia, movimiento de ovas y caudal, para lo cual describiremos a continuación estos tres tipos:

Para el primer modelo se instaló una capa de espuma flex a 0,15 m de la base la cual tiene pequeños orificios y en el centro de esta uno grande por donde pasa la manguera de conducción de agua hasta el fondo de esta. El agua que sale del fondo por medio de la manguera sale a presión por los pequeños orificios y

oxigena a las ovas que se encuentran ubicados de la espuma flex a 0,10 m más arriba en una malla plástica que no permite que las ovas bajen hasta la capa de espuma flex que es la que origina la presión. (En este modelo se observó que se necesita mayor entrada de agua para generar mayor presión ocasionando así el desborde de agua y de ovas hacia las bandejas de recolección).

Para el segundo modelo se utilizó botellas desechables de gaseosa de tres litros, a las cuales desde su base se midió 15cm hacia arriba para proceder a su corte y extraer la parte cortada para su posterior utilización. A la parte extraída de la botella se le hizo un orificio en el centro para poder encajar la manguera de paso de agua y con un clavo se perforó en todos sus alrededores de una manera uniforme para permitir la salida de agua de este recipiente. Luego de haber hecho todas las perforaciones en este recipiente se colocó en la base de la jarra con la parte cortada hacia abajo y se procedió a pegar con silicona por todo su alrededor para que el agua salga solo por las perforaciones hechas con el clavo.

A 15cm de este recipiente se colocó una malla plástica que no permite que las ovas bajen hasta la base de la bombona. En este modelo se observó que no existe mucha movilidad de ovas y presenta los mismos problemas que el anterior, se necesita mayor entrada de agua para generar mayor presión ocasionando así el desborde de agua y de ovas hacia las bandejas de recolección.

En el tercer modelo de eclosionador que se construyó, se le acopló en el interior de la bombona una botella de cola desechable de tres litros en sentido inverso donde el pico se asienta en la base de la bombona, a este pico se le selló y se le adaptó válvulas que generen una salida uniforme obteniendo así mejores resultados (En este modelo el flujo de agua es bajo y continuo, generando así un movimiento de ovas uniforme y suave como se necesita para la oxigenación de estas, llegando así a obtener los resultados esperados.)

En el pre-ensayo que se efectuó se obtuvieron los mejores resultados con el tercer modelo de eclosionador, ya que este presentaba una turbulencia o corriente de agua uniforme, las ovas estaban en constante movimiento uniforme y la salida del agua era menor que los anteriores. Con este tipo de eclosionador se utilizó en la investigación para determinar la efectividad del eclosionador de silo en relación al porcentaje de eclosión de ovas.

### **3.5.5.2. Eclosionadores tipo armario**

Para la construcción de este tipo de eclosionadores se construyeron dos cajones de vidrio de dos metros de largo por 0,40 m de ancho los cuales fueron divididos cada 0,40 m, llegando así a obtener cinco peceras individuales por cajón, con 10 eclosionadores individuales de vidrio, en los cuales se practico en a cada uno un pequeño canal en la parte superior central.

Este tipo de eclosionador tiene un flujo de entrada de agua descendente (Anexo 5).

### **3.5.6. Conducción del agua**

La conducción del agua desde el tanque reservorio se realizó por gravedad hasta llegar a los eclosionadores, cada uno de los cuales disponía de entrada de agua en forma individual. En los eclosionadores de silo la entrada de agua fue ascendente con un caudal de tres litros/minuto, mientras que en los eclosionadores de armario la entrada de agua fue descendente en forma de cascada con una entrada de agua de diez litros/minuto.

### **3.5.7. Selección de reproductores**

La selección de reproductores se efectuó tomando en cuenta las siguientes características fenotípicas del animal:

- Peso del pez entre 250 g, en adelante para las hembras y en los machos de 300 g.
- Cuerpo que sea proporcional, de cabeza pequeña.
- No presenten alteraciones cutáneas, como problemas de hongos.

La selección se efectuó en las instalaciones piscícolas de propiedad de la familia Morán, capturando a los peces por medio de redes para luego clasificarlos de acuerdo con lo mencionado.

### **3.5.8. Densidad de siembra**

La densidad de siembra que se efectuó fue en una relación tres a uno (tres hembras por cada macho). La siembra se efectuó en los dos estanques solo de hembras y el tercero solo machos.

Se construyó dos piscinas de nueve metros de largo, seis de ancho 1.2 m de profundidad. En la una se ubicaron las hembras de tilapia roja y en la otra las de tilapia negra, con una densidad poblacional de tres peces/ m<sup>3</sup> teniendo así 184 de cada especie por piscina.

Tanto que para los machos se construyó una piscina de 13 metros de largo, nueve de y 1.2 m de profundidad en los cuales se mantuvo una población de 75, con una densidad e dos peces/ m<sup>3</sup>.

### **3.5.9. Prevención y control de enfermedades**

La prevención de enfermedades se realizó mediante controles preventivos al momento de la cosecha, traslado, “siembra”, crianza y engorde de los peces, llegando a obtener así peces sanos, no estresados y libres tanto de hongos como de parásitos, de apropiada contextura física. Para eso se realizaron baños profilácticos con azul de metileno en dosis de un gramo en 500 litros de agua.

### **3.5.9.1 Control en ovas**

Los controles profilácticos en ovas se realizaron con una dilución de un gramo de azul de metileno en 500 litros de agua, que es la capacidad del tanque recolector de agua que distribuye a todos los eclosionadores, también se realizó la eliminación manual de ovas que no eclosionaron o que se hallaban cubiertas de hongos.

### **3.5.9.2. Control de enfermedades en reproductores**

Uno de los principales problemas que se observó en los reproductores fueron: la presencia de hongos en las escamas y piel de los peces o en heridas manifestadas como lesiones algodonosas de color blanco, gris o verde. Para el tratamiento de hongos se utilizó sal en grano en cantidades de 250 g/ m<sup>3</sup>.

### **3.5.10. Reproducción**

Para tener una etapa de desove sincronizado y uniforme se colocó un macho por cada cinco hembras, durante 15 días para la reproducción, luego de terminado este período los machos se retiraron para su respectiva piscina. Los machos fueron colocados cada 45 días, así se llegó a tener una recolección de ovas uniforme por cosecha.

### **3.5.11. Recolección de ovas**

Para la recolección de ovas se utilizaron las redes de arrastre de fondo, para la captura de reproductores, teniendo así una recolección masiva de peces estimada en un 80% a los cuales se les extrajo las ovas de su cavidad bucal y luego se depositaron en un recipiente, para continuar con el proceso de lavado de ovas, mantenerlas limpias, libres de lodo e impurezas y evitar problemas sanitarios. Luego de esto fueron colocadas en los respectivos eclosionadores.

### **3.5.12. Colocación de ovas en eclosionadores**

Para la colocación de las ovas en los eclosionadores, se procedió a realizar un conteo de ovas mediante el proceso de volumen teniendo así, en un recipiente de 4 cm<sup>3</sup> la cantidad de cien ovas, lo que permitió mantener un conteo por medio del llenado de este recipiente hasta llegar a mil ovas por eclosionador.

### **3.5.13. Tiempo de permanencia en estado de ova**

Para esta fase del proceso se consideró la temperatura del agua y la cantidad de oxígeno disuelto, pues de esto dependió el número de días de incubación. Se estableció un periodo de 18 a 22 días, los primeros 5 correspondieron a ovas embrionadas, por la aparición de los ojos, luego se apreció un periodo de 7 días en estado de coma y el tiempo restante en la eliminación del saco vitelino que es cuando procede a ser alevín.

### **3.5.14. Reversión sexual**

Para la reversión se molió el alimento luego se tamizó, luego se adicionó 80 miligramos de la hormona 17-alfa-metil testosterona por kilogramo de alimento, la cual se ha disuelto previamente en 650 mililitros de etanol por kilogramo de alimento, tratando de hacer una mezcla muy homogénea.

Posteriormente se dejó secar a temperatura ambiente por espacio de uno a dos días a la sombra con el fin de que el alcohol se volatilice lentamente; y así asegurar una adherencia completa de la hormona a cada una de las partículas de alimento.

### **3.5.15. Etapa de alevinaje – tiempo de duración**

La etapa de alevinaje tuvo una duración de 105 días iniciando con un peso de 0,5g hasta llegar a los 17g para su posterior siembra en la laguna de Yahuarcocha y en los criaderos propiedad de la familia Morán ubicados en el pueblo de Yahuarcocha.

### **3.5.16. Alimentación**

Se utilizó alimento de alto contenido proteico (45%), energético y tamizado para asegurar un consumo uniforme y fácil por parte del alevín. En general, el tamaño de la partícula que se suministró durante el período de reversión fue de 0.5 y 0.8 milímetros.

### **3.5.17. Siembra**

Para la siembra de los alevines se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- Conteo preciso de una muestra o del total de la semilla (volumétrico, por peso o manual, es decir conteo individuo por individuo).
- Aclimatación de temperatura: el agua de las bolsas de transporte de alevines
- Se mezcló por un tiempo no menor a 30 minutos con el agua del estanque y del espejo de agua de los diferentes sectores de la laguna donde se sembró los peces.

## **3.6. Descripción de las variables evaluadas**

### **3.6.1. Porcentaje de eclosión**

Se evaluó el porcentaje de ovas eclosionadas, mediante un conteo de larvas obtenidas hasta el día 28, luego de ser colocadas las ovas en los eclosionadores.

Las ovas que eclosionaron se transformaron en larvas, las mismas que fueron transferidas a bandejas individuales para su respectivo conteo, llegando así determinar el porcentaje de eclosión tomando en cuenta que eran 1000 ovas por ensayo.

### **3.6.2. Peso y tamaño de la larva al momento de la eclosión**

El pesaje se realizó de la siguiente manera:

1. Se peso el recipiente mas la cantidad de agua
2. Pesado del recipiente mas el agua y mas las larvas
3. Diferenciación de resultados entre el paso uno y paso dos
4. Determinar el promedio del promedio individual por larva.

### **3.6.3. Peso y tamaño del alevín al momento de la “siembra” en los estanques**

Para el tamaño y peso del alevín al momento de la “siembra” se procedió a extraer de las bandejas recolectoras a los alevines luego de haber pasado por un período de 105 días se procedió a colocarles en un recipiente de 250 ml la cantidad de 10 alevines luego de saber el resultado se obtuvo la diferencia de peso del frasco para establecer el peso de los alevines, para su tamaño se procedió a medir a 10 alevines y sacar una media.

El transporte de los alevines se realizó en fundas de polietileno hasta la propiedad del Ing. Morán para la “siembra” en los estanques.

### **3.6.4. Supervivencia desde el momento de la eclosión hasta la siembra**

La supervivencia se consideró desde el momento de la eclosión hasta la “siembra”; se tomó en cuenta el porcentaje de ovas eclosionas hasta el estadio de alevines a “sembrar”, extrayendo de forma manual las ovas no eclosionadas, larvas y alevines muertos.