



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**MAESTRÍA EN ACUICULTURA**

**TESIS**

**PROTOCOLOS PARA LA REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE *Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841), USANDO EXTRACTO PITUITARIO DE CARPA, CONCEPTAL Y OVAPRIM**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ACUICULTURA**

**PRESENTADO POR : ALFONSO BERNUY RODRÍGUEZ  
TEDDY BARBARÁN RAMÍREZ**

**ASESOR : BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**MAESTRÍA EN ACUICULTURA**

**TESIS**

**PROTOCOLOS PARA LA REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE *Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841), USANDO EXTRACTO PITUITARIO DE CARPA, CONCEPTAL Y OVAPRIM**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ACUICULTURA**

**PRESENTADO POR : ALFONSO BERNUY RODRÍGUEZ  
TEDDY BARBARÁN RAMÍREZ**

**ASESOR : BLGO. ENRIQUE RÍOS ISERN, DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N°136-2023-OAA-EPG-UNAP

En Iquitos, en la plataforma virtual institucional de la Escuela de Postgrado (EPG) de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), a los dos días del mes de noviembre de 2023 a horas 10:00 a.m., se dio inicio a la sustentación de la tesis denominado **"PROTOCOLOS PARA LA REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE *Myleus Schomburgkii* (JARDINE, 1841), USANDO EXTRACTO PITUITARIO DE CARPA, CONCEPTAL Y OVAPRIM"**, aprobado con Resolución Directoral N°1321-2023-EPG-UNAP, presentado por los egresados **ALFONSO BERNUY RODRIGUEZ y TEDDY BARBARAN RAMIREZ**, para optar el **Grado Académico de Maestro en Acuicultura**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y el Estatuto de la UNAP.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°0697-2011-EPG-UNAP, está conformado por los profesionales siguientes:

Blgo. Luis Exequiel Campos Baca, Dr.	(Presidente)
Blgo. Roberto Pezo Díaz, Dr.	(Miembro)
Blga. Emer Gloria Pizango Paima, MSc.	(Miembro)

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron respondidas: EN FORMA SATISFACTORIA

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:

La sustentación pública y a tesis ha sido: APROBADA con calificación BUENA.

A continuación, el Presidente del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 11:30 del dos de noviembre de 2023; con lo cual, se le declara a los sustentantes APTOS, para recibir el **Grado Académico de Maestro en Acuicultura**.

Blgo. Luis Exequiel Campos Baca, Dr.  
Presidente

Blgo. Roberto Pezo Díaz, Dr.  
Miembro

Blga. Emer Gloria Pizango Paima, MSc.  
Miembro

Blgo. Enrique Rios Isern, Dr.  
Asesor

*Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonia del Perú, rumbo a la acreditación*

Calle Los Rosales cuadra 5 s/n, San Juan Bautista, Maynas, Perú  
Teléfono: (5165) 261101 Correo electrónico: [postgrado@unapikitos.edu.pe](mailto:postgrado@unapikitos.edu.pe) [www.unapikitos.edu.pe](http://www.unapikitos.edu.pe)





TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL 02 DE NOVIEMBRE  
DEL 2023 EN LA PLATAFORMA VIRTUAL INSTITUCIONAL DE LA  
ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS - PERÚ.



.....  
**BLGO. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, DR.**  
**PRESIDENTE**



.....  
**BLGO. ROBERTO PEZO DIAZ, DR.**  
**MIEMBRO**



.....  
**BLGA. GLORIA PIZANGO PAIMA, MSC.**  
**MIEMBRO**



.....  
**BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, DR.**  
**ASESOR**

Nombre del usuario:  
**Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**

ID de Comprobación:  
**68592360**

Fecha de comprobación:  
**26.05.2022 13:05:35 CST**

Tipo de comprobación:  
**Doc vs Internet**

Fecha del Informe:  
**26.05.2022 13:16:19 CST**

ID de Usuario:  
**Ocultado por Ajustes de Privacidad**

Nombre de archivo: **ANTIPLAGIO - ALFONSO BERNUY RODRIGUEZ Y TEDDY BARBARAN RAMIREZ**

Recuento de páginas: **48** Recuento de palabras: **11027** Recuento de caracteres: **68908** Tamaño de archivo: **7.11 MB** ID de archivo: **79631122**

## 19.7% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **13%** con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/59>)

19.7% Fuentes de Internet

575

Página 50

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

## 30.2% de Citas

Citas

64

Página 51

No se han encontrado referencias

## 0% de Exclusiones

No hay exclusiones

## Modifind

Modificaciones del texto detectadas. Busque más detalles en el informe en línea.

Caracteres sustituidos

2

***A Dios por darme la gracia de la vida, a mis queridos padres Eloy Alfonso y Melania con eterna gratitud que desde el cielo guían mi caminar, a mis hermanos con aprecio, y a mis queridos hijos con amor y cariño.***

**Alfonso Bernuy Rodríguez**

***Agradecer a Dios, a la memoria de mi padre, abuelos e hijos que me iluminan desde el cielo, al apoyo de mi querida madre, a mis hermanas y por el amor y comprensión de mis hijos.***

**Teddy Barbarán Ramírez**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso por la vida, la salud y por ser quien guía nuestros caminos ante las adversidades y momentos felices y ayudarnos a ser mejores personas cada día.

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana a través de la Escuela de Post Grado “José Torres Vásquez” por la apertura de la Maestría en Ciencias con Mención en Acuicultura y continuar formando excelentes profesionales para promover el desarrollo de la Región Loreto.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, a través del proyecto de inversión pública denominado “Mejoramiento de la transferencia de tecnología acuícola del IIAP para contribuir a la seguridad alimentaria en las regiones de la Amazonía Peruana”, por el apoyo financiero y orientación en el desarrollo de la presente investigación.

A nuestro asesor Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr., por el apoyo y orientaciones durante el desarrollo práctico y teórico del proyecto de investigación.

Al Blgo. Fredd William Chu Koo, Dr., por la motivación para la ejecución de este proyecto de investigación a través del Programa de Investigaciones para el uso del agua y sus recursos (AQUAREC) del IIAP.

Al Blgo. Jorge Armando Ayarza Rengifo, MSc., como asesor externo por sus atinadas sugerencias en los ensayos experimentales del presente trabajo.

A los Biólogos Kevin Morgan Ruiz Tafur y José Carlos Zumaeta Cachique por el apoyo brindado en el análisis estadístico y sugerencias en el contenido de la investigación.

A los profesionales, equipo técnico y administrativo del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB) del programa de investigaciones para el uso del agua y sus recursos (AQUAREC) del IIAP. A todos muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Páginas

Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Resultado del informe de similitud	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	x
Índice de gráficos	xi
Índice de ilustraciones	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	11
1.3. Definición de términos básicos	14
<b>CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPOTESIS</b>	<b>17</b>
2.1. Variables operacionales	17
2.2. Formulación de la hipótesis	18
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y diseño de la investigación	19
3.2. Población y muestra	21
3.3. Técnicas e instrumentos	21
3.4. Procedimientos de recolección de datos	22
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	28
3.6. Aspectos éticos	28
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTAS</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS:</b>	
1.- Ficha del tratamiento hormonal en hembras	
2.- Ficha del tratamiento hormonal en machos	



- 3.- Ficha de respuesta hormonal en hembras y machos
- 4.- Ficha de análisis estadístico de las gónadas
- 5.- Diámetro en milímetros (mm) de ovocitos en diferentes meses de evaluación
- 6.- Registro de parámetros físicos y químicos durante la incubación
- 7.- Ficha de horas/grado de la hembra con chip: 371735

## ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N° 1 Tratamientos utilizados en la inducción hormonal de <i>Myleus schomburgkii</i>	21
Tabla N° 2 Estadística descriptiva del desove de <i>Myleus schomburgkii</i> con EPC	32
Tabla N° 3 Estadística descriptiva del desove de <i>Myleus schomburgkii</i> con EPC en diferentes sistemas	33
Tabla N° 4 Características del semen	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Páginas
Gráfico N° 1	Pesos promedios de <i>Myleus schomburgkii</i>	29
Gráfico N° 2	Longitudes promedios de <i>Myleus schomburgkii</i>	30
Gráfico N° 3	Respuesta a la ovulación, con tres inductores hormonales	30
Gráfico N° 4	Respuesta a la espermiación, con tres inductores hormonales	31
Gráfico N° 5	Valores medios del diámetro de los óvulos, según meses evaluados	32
Gráfico N° 6	Valores promedios de calidad de agua	33
Gráfico N° 7	Volumen de semen de <i>Myleus schomburgkii</i> con diferentes tratamientos	34
Gráfico N° 8	Concentración espermática de <i>M. schomburgkii</i> con diferentes tratamientos	35
Gráfico N° 9	Espermatocrito de <i>Myleus schomburgkii</i> con diferentes tratamientos	35

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Páginas
Ilustración N° 1	08
Ilustración N° 2	19
Ilustración N° 3	20
Ilustración N° 4	20
Ilustración N° 5	22
Ilustración N° 6	24
Ilustración N° 7	24
Ilustración N° 8	24
Ilustración N° 9	24
Ilustración N° 10	25
Ilustración N° 11	26
Ilustración N° 12	26
Ilustración N° 13	28
Ilustración N° 14	28

## RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de tres inductores hormonales (Extracto Pituitario de Carpa, Conceptal® y Ovaprim®) en inducción al desove y la espermiación en la reproducción de *Myleus schomburgkii*, ( $0.70 \pm 0.10$  kg de peso y  $27.81 \pm 1.25$  cm de longitud en machos y  $0.72 \pm 0.29$  kg de peso y  $28.84 \pm 3.56$  cm de longitud en hembras). Los peces fueron capturados del medio natural (Aguas abajo de la comunidad de Santa Clara en la cuenca del Río Nanay) y llevados al Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra” del IIAP, Iquitos. Se aplicaron protocolos en un intervalo de 12 hrs. al inicio luego paso a 15 hrs, en dos dosis (10 % del total calculado y 90 % de la dosis total calculado respectivamente): T1 (EPC): 6 mg/kg en hembras y 2 mg/kg en machos; T2 (Conceptal) 2.5 ml/kg en hembras y 1.5 ml/kg en machos y; T3: (Ovaprim) 0.50 ml/kg en hembras y 0.25 ml/kg en machos. Encontrándose efecto positivo sobre la ovulación en un 66.6 % en el T1 y 11.1 % en el T2, resultados corroborados con el análisis de varianza, determinándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos. En machos inducidos se obtuvo una leve respuesta positiva con la hormona EPC (T1), siendo un 22.2 % de eficiencia hormonal. Asimismo, se reportó diferencias significativas en el análisis del diámetro ovocitario. El desove ocurrió a las 27 hrs (con EPC) después de aplicada la dosis final de inducción obteniendo 4.52 g equivalente a 208.80 promedio de óvulos /g de desove y fecundidad de 942.03, siendo la fecundación positiva.

**Palabras clave:** Extracto de Pituitaria de Carpa, Ovaprim®, Conceptal® y *Myleus schomburgkii*.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the effect of three hormonal inducers (EPC, Conceptal®, and Ovaprim®) on spawning induction and spermiation in the reproduction of black-winged palmetto *Myleus schomburgkii*, ( $0.70 \pm 0.10$  kg of weight and  $27.81 \pm 1.25$  cm in length in males and  $0.72 \pm 0.29$  kg in weight and  $28.84 \pm 3.56$  cm in length in females). The reproducers were captured from the natural environment (Downstream community Santa Clara River Nanay) and transported to the facilities of the "Fernando Alcántara Bocanegra" Research Center of the IIAP, Iquitos. The protocols were applied in a 12-hour interval, which were performed in two doses (the first 10% of the total calculated and the second 90% of the total dose calculated): T1 (EPC): 6 mg / kg in females and 2 mg / kg in males; T2 (Conceptal) 2.5 ml / kg in females and 1.5 ml / kg in males and; T3: (Ovaprim) 0.50 ml / kg in females and 0.25 ml / kg in males. A positive effect on ovulation was found in 66.6% in T1 and 11.1% in T2, results corroborated with the analysis of variance, determining significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments. Regarding the induced males, a slight positive response was obtained on the spermiation with the EPC hormone (T1), being 22.2% of hormonal efficiency, while the other treatments did not have positive effects ( $P > 0.05$ ). Likewise, significant differences were also reported in the analysis of oocyte diameter in different months of evaluation. Spawning occurred at 27 hrs (using EPC) after the final induction dose of 4.52 g and 208.80 (mean egg count / 1 g of spawning) and fecundity of 942.03 were applied. Fertilized eggs had positive results.using fish tanks with zero flow at 40 hours.

**Keywords:** Carp pituitary extract, Ovaprim®, Conceptal®, and *Myleus schomburgkii*.



## INTRODUCCIÓN

La palometa banda negra *Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841), es un pez redondo, de hábitos diurnos, huidizo y propio de cuerpos de aguas lenticos, alcanza los 45 cm de longitud estándar y se diferencia de las otras palometas por poseer una banda oscura transversal. Se distribuye en la cuenca del río Amazonas media y baja, río Nanay, cuenca del río Orinoco superior y Surinam. Los ejemplares de esta especie tienen un alto valor comercial con fines de exportación de uso ornamental sobre todo en su fase post larval, teniendo una escala ascendente en la última década, logrando exportar más de 500 mil unidades principalmente a los mercados asiáticos (**Santos et al., 2006; Moreau y Coomes 2007; DIREPRO, 2018**). En el año de 1951, se inicia en la Amazonía peruana el proceso de captura y explotación de peces ornamentales, debido a su variedad, abundancia y alto valor en el mercado internacional, generando de esta manera ingresos al estado peruano y trabajo a numerosas familias que se dedican a la pesca de estos recursos hidrobiológicos (**Gómez, et al, 2005**). Consecuentemente, hasta la fecha, los volúmenes exportables de estos recursos aún proceden de la captura del medio natural ocasionando un desequilibrio de las poblaciones de peces en los ríos y cochas naturales de la Amazonía peruana como es la especie banda negra.

En ese sentido, la piscicultura se presenta como una alternativa, para la búsqueda de protocolos de reproducción de *Myleus schomburgkii* (**Arias & Aya 2009; Arias & Aya, 2011**) mediante la utilización de los métodos de inducción hormonal (**Arias & Hernández, 2009**) para disminuir la presión de pesca sobre las poblaciones naturales y de esta manera asegurar la generación de empleo para las familias que se dedican al rubro de peces ornamentales.

En los últimos 30 años, la intensa presión de pesca está ocasionando una severa disminución en los stocks pesqueros amazónicos (García *et al.*, 2009), sobre todo en las especies de alto valor comercial, tanto para el consumo

humano directo, como también para los peces ornamentales. La tendencia decreciente de los desembarques pesqueros de gamitana (*Colossoma macropomum*), paco (*Piaractus brachypomus*), los grandes bagres, el paiche (*Arapaima gigas*) y la arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) son sólo algunos ejemplos de ello (De Jesús & Kohler, 2004; Alcántara *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009).

En el caso específico de la palometa banda negra, la Dirección Regional de la Producción de Loreto ha alertado sobre el notable incremento de la exportación de ejemplares de esta especie a destinos asiáticos, principalmente a la provincia china de Hong Kong (DIREPRO Loreto, 2012), donde se les estaría criando y engordando para el consumo humano directo (R. Yalán, *op.cit.*). Esta noticia podría ser catalogada como positiva si es que se tratase de peces provenientes de la acuicultura. Sin embargo, la exportación está íntegramente basada de ejemplares extraídos de la cuenca del río Nanay (región Loreto), acción que no es sostenible en el tiempo y que podría tener consecuencias funestas para los stocks naturales de dicha especie, de la cual se desconocen aspectos básicos como por ejemplo, su fecundidad total, fecundidad relativa, edad de primera madurez sexual, etc. (F. Chu *op.cit.*). Empero, el éxito de cualquier programa de acuicultura comienza con la reproducción en cautiverio de la especie que será cultivada, pues solo garantizando dicho proceso se podrán obtener volúmenes importantes y constantes de producción de semilla y carne (Daza *et al.* 2005). Para ello, uno de los desafíos de mayor interés es la estimulación de la ovulación (Villanueva & De la Mota, 1998).

En tal sentido el presente trabajo de investigación se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál será el protocolo de inducción hormonal (Extracto de Pituitaria de Carpa, Conceptal y/o Ovaprim) más eficiente en el logro de la reproducción inducida de la palometa banda negra (*Myleus schomburgkii*) en el IIAP Loreto?

En este contexto, en la presente investigación se plantea evaluar el efecto de tres inductores hormonales en la reproducción de la palometa banda negra *Myleus schomburgkii* en ambientes controlados.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

De acuerdo a la literatura consultada existen pocos estudios referidos a la reproducción inducida de peces del género *Myleus*. Por citar algunos ejemplos:

Se evaluaron las posibilidades de reproducción de *Myleus schomburgkii* con extracto de hipófisis de carpa como inductor hormonal, registrando una respuesta ovulatoria en uno de sus tratamientos **(Arias & Aya, 2011)**.

Además, evaluaron el uso de Ovaprim® en la inducción reproductiva de *Myleus rubripinnis* logrando respuestas ovulatorias y desoves por estrujamientos en todos los tratamientos **(Arias & Aya, 2009)**.

En la reproducción de *M. schomburgkii* los autores señalan que la dosis de 7.7mg/kg de peso vivo del pez fue las más adecuadas, divididas en dos aplicaciones hormonales, la primera correspondiente al 10% de la dosis total, y la segunda correspondiente al 90 % de la dosis total en un intervalo de 24 horas. En los machos, una única dosis de 5 mg/kg la cual fue inyectada con la aplicación de la primera dosis de las hembras **(Arias & Aya, 2011)**.

Para la reproducción de *Myleus rubripinnis*, los autores destacan a la dosis de 1ml/kg de Ovaprim® como la más adecuada para inducir a la ovulación **(Arias & Aya, 2009)**.

En ese contexto, se procederá a citar literatura sobre reproducción inducida en otros peces del orden characiformes.

### Reproducción inducida en otras especies de Serrasalmidos

Además, del uso de hipófisis de carpa (EHC) y Ovaprim® en especies como *Myleus schomburgkii* y *Myleus rubripinnis*, otros investigadores compararon el uso de ambos inductores hormonales en la reproducción inducida de

*Colossoma macropomum*. Donde se evaluó dos tratamientos, uno con Ovaprim® (0,5 ml/kg) y otro con EHC (5 mg/kg) y un tercer grupo fue el control. El desempeño reproductivo fue evaluado en machos, mediante la producción y concentración de esperma; en las hembras, a través del porcentaje de ovulación, fecundidad absoluta, fecundidad relativa, tasa de fecundación y tasa de eclosión. El Ovaprim® tuvo un efecto similar al EHC en la producción y concentración del semen de los machos inyectados. En las hembras, el porcentaje de ovulación fue similar (100%) en ambos tratamientos, consecuentemente los autores indican que el tratamiento con Ovaprim® es efectivo para Inducir el desove, pero produce óvulos de baja calidad (**Arias y Hernández, 2008**).

De igual modo, otras investigaciones establecieron que, de las especies del género *Colossoma* y *Piaractus* se pueden obtener desoves artificiales parciales o parcelados, con la cual un mismo animal puede desovar varias veces en un mismo período reproductivo; tal es así que en el presente trabajo dos morocotos (*Piaractus brachypomus*) y una cachama negra (*Colossoma macropomum*) desovaron más de dos veces en un mismo periodo reproductivo, obteniéndose más de 2.5 kg de óvulos. La periodicidad promedio entre desoves fue de 51.2 días. Presentando un promedio de óvulos obtenido por desove de 166 g por kg/pez comparativamente con 39.2 g por kg/pez que se obtuvo con el resto de las hembras desovadas en el período de estudio, (**Martirio, G. 2006**).

Por otro lado evidenciaron en sus resultados la posibilidad de reemplazar el extracto hipofisario de carpa importada por glándulas obtenidas de peces autóctonos; por ejemplo las glándulas de pacú para la inducción de sus propios reproductores, las mismas que logran la mejora del rendimiento económico de la explotación, donde la utilización de tales recursos, permiten reducir los costos de la inducción hormonal, lo que redundaría en una disminución del precio final de los alevinos destinados a engorde, concluyendo que dichos resultados contribuyan al crecimiento de la piscicultura en la región (**Sánchez et al. 2006**).

Otros investigadores señalan que el uso de extractos hipofisarios en peces de los géneros *Colossoma* y *Piaractus*, muestra una respuesta positiva, principalmente en las hembras, en las cuales se utilizó una dosis de 3 mg/kg del peso vivo del pez dividido en dos aplicaciones. La primera aplicación de inducción correspondió al 10% de la dosis total y la segunda (correspondiente al 90% de la dosis total) se administró con un intervalo de 12 horas, mientras que a los machos se inyectó una sola dosis de 0.3 mg/kg del peso vivo del pez, administrada al mismo tiempo que la segunda dosis en la hembra. Los resultados mostraron que en el género *Colossoma* (a) alcanzó un promedio de 483.3 gr en los desoves, y en el género *Piaractus* (b) se reportó un promedio de 242.8 gr ( $P < 0.001$ ) respectivamente. En cuanto a la fertilización, en el género (a) se obtuvieron 68.2% y en el género (b) 76.1% ( $P > 0.05$ ), utilizando extractos hipofisarios **(Corcuy y Valdez 1994)**.

### **Reproducción inducida en peces del género Brycon**

El uso de inductores hormonales (EPC: T1 = 5 mg/kg en hembras y 2 mg/kg en machos, Conceptal: T2 = 2.5 ml/kg en hembras y 1.5 ml/kg en machos y Ovaprim: T3 = 0.50 ml/kg en hembras y 0.25 ml/kg en machos) en parejas de *B. cephalus* sábalo cola roja con  $1.67 \pm 0.22$  kg de peso y  $47.63 \pm 3.23$  cm de longitud en machos y  $2.74 \pm 0.29$  kg de peso y  $52.83 \pm 2.83$  cm de longitud en hembras aplicando dos dosis de inductores hormonales (dosis inicial del 10% del total y dosis final o desencadenante 12 horas después de la primera, que representa al 90% de la dosis total calculada) mostraron en el T1 ( $4.8 \pm 1.04$  ml) y T3 ( $2.7 \pm 1.4$  ml) un volumen seminal similar pero superior al T2 ( $1.43 \pm 0.5$  ml). Los autores también señalan diferencia significativa en las lecturas del espermatocrito entre los machos utilizando EPC en comparación a la utilización de Ovaprim y Conceptal; y en cuanto a las hembras refieren que sólo reportaron ovulación utilizando EPC, es decir con el T1; presentando ovulación a las  $196.6 \pm 45.4$  horas – grado, con índices de ovulación del 66.6% y tasas de fertilización media de  $78.6 \pm 4\%$ . El peso promedio de desove fue de  $195 \pm 72$  g por hembra, mientras que la eclosión se inició entre las 10 a 12 horas post fecundación. Con estos resultados los autores validan el uso del

inductor hormonal EPC, ya que tuvo efectos positivos en la ovulación e indican que todos los tratamientos hormonales tuvieron efectos positivos en la espermiación de *Brycon cephalus* en cuanto al volumen seminal y los valores de espermatozoides a diferencia de la concentración espermática, en donde no se registró influencia atribuible a los inductores hormonales **(Ayarza y Lozano, 2018)**.

Asimismo, utilizando extracto de pituitaria de carpa reportó desove en las hembras que utilizó. Sin embargo, de cinco hembras obtuvo resultados negativos en la fertilidad. El autor reportó el desove a las  $5,68 \pm 0,53$  horas, luego de aplicar segunda dosis, a una temperatura media del agua de  $28,12 \pm 0,61^{\circ}\text{C}$ , lo que representa  $159,01 \pm 14,47$  horas-grado. También mencionó que las hembras de 4 años de edad con peso promedio de  $2310 \pm 143,17$  g, tuvieron un promedio de  $1497,60 \pm 14,57$  óvulos/gramo; la tasa de fertilización y eclosión fue de  $68,80 \pm 1,92\%$  y  $53,59 \pm 8,68\%$  respectivamente. La eclosión ocurrió a las  $11,67 \pm 0,32$  horas, a una temperatura de agua de  $28,25 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$ , concluyendo que para la eclosión se requiere  $331,07 \pm 12,56$  horas-grado **(Babilonia 2013)**.

Por otro lado, la utilización del extracto de hipófisis de carpa es una técnica simple y muy utilizada en la reproducción de peces, con varios protocolos en función al desconocimiento de las características cuantitativas y cualitativas de origen **(Streit et al., 2002)**.

Mediante una dosis previa, la cantidad y calidad de los gametos mejoran significativamente frente a los tratamientos de una sola dosis **(Woynarovich y Horvat, 1983)**.

En este sentido, después de aplicar la segunda dosis, el desove en *Brycon moorei sinuensis* “dorada”, *Brycon siebenthalae* “yamú” y *Prochilodus magdalenae* “bocachico”, ocurre entre 5 – 6 horas y entre 6 – 7 horas en *Piaractus brachipomus* y *Colossoma macropomum* “cachamas” y en *Sorubim*



*cuspidatus* y *Pseudoplatystoma fasciatum*, “bagres” todos entre 27 – 29 °C **(Atencio, 2001)**.

A las 11.3 horas en *Curimatella lepidura* a 25,5 °C, a las 21 horas en *Leporinus piau* “lisa”, entre 23 – 24 °C, entre 20,9 - 21,2 horas a 24 °C en otros bagres *Rhamdia hilarii* y *Pseudopimelodus charus* **(Sampaio y Sato, 2007; Sampaio y Sato, 2009; Sampaio y Sato, 2006)**.

En cuanto a la dosificación de los inductores hormonales, menciona que la utilización de la técnica basada en dos dosis de inducción para los reproductores, tiene mejores resultados que el empleo de la técnica de seis dosis, en el que indica que de siete ensayos realizados, obtuvo un desove de "gamitana" y dos desoves de "paco". El mismo autor resalta la eficacia del "conceptal", análogo sintético de la hormona Gn-RH; en el desove de "boquichico" *Prochilodus nigricans*, Agassiz, 1829, utilizando para la dosificación hormonal dos tratamientos, el primero con 2.6 ml de conceptual/kg del peso vivo y el segundo con 1.3 ml de conceptual/kg del peso vivo con 3 y 2 réplicas respectivamente, logrando desove con el primer tratamiento y alcanzando una supervivencia de alevinos del 40% **(Ascón 1992)**.

### **Consideraciones generales de *Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841)**

#### **Clasificación taxonómica**

La especie *Myleus schomburgkii* banda negra (Ilustración 1), es un pez amazónico nativo, con migración constante en cualquier época del año, esto debido, a la disponibilidad de alimento y época reproductiva **(Moreau y Coomes 2007)**.

Actualmente se denomina *Mylopus schomburgkii* **(Nunes, 2015; Andrade et al., 2016)**.

Tiene una restringida distribución geográfica que comprenden países sudamericanos como Surinam, Brasil, Colombia y Perú; de gran importancia pesquera y ornamento, con grandes ventajas para la acuicultura, tanto en

Perú como en Colombia.

Taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

Reino	:	Animalia
Filo	:	Chordata
Clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Characiformes
Familia	:	Serrasalminidae
Género	:	<i>Myleus</i>
Especie	:	<i>M. schomburgkii</i> (Jardine & Schomburg, 1841)



**Ilustración 1.** *M. schomburgkii*

*Myleus schomburgkii* (banda negra, gancho azul, disk tetra, pacú, palometa, pampano) es considerado como uno de los más bellos de los grandes tetras, en ambientes naturales puede llegar hasta los 45 cm de longitud total, el cuerpo es de color amarillento plateado con una conspicua banda dorso-ventral negra y una llamativa aleta anal cuyos radios anteriores son de color azul(Blanco et al 1992; Moreau y Coomes 2007).

Vive en pequeños cardúmenes en aguas poco profundas, donde se alimentan de hojas, frutos y semillas (Taphorn 1992).

La reproducción en los ambientes naturales se da durante el incremento de las aguas de los ríos, coincidiendo con la época de lluvias, muy parecido a lo reportado para *Myleus rubriprinnis* (Müller y Troschel, 1844, Le Bail et al., 1989).

Presenta dimorfismo sexual a partir del primer año de vida, encontrando que en las hembras la aleta anal toma forma recta, mientras que en la aleta anal desarrolla dos lóbulos (ondulada). En el apareamiento los machos se vuelven de un tono de coloración rojo espléndido en los costados y adquieren prolongaciones filamentosas especialmente largas en sus aletas dorsal y anal

**(Sánchez et al., 2011).**

### **Experiencias de estudios en piscicultura con la especie *Myleus schomburgkii***

Es necesario e importante mencionar que hasta la fecha no se ha logrado avanzar con el desarrollo del paquete tecnológico del pez en estudio, debido a la limitante información acerca de la ficha técnica de la banda negra. Sin embargo, adicional a los ensayos en acuicultura han sido abordados paulatinamente para dar inicio a la domesticación de la especie y su contribución al desarrollo de la piscicultura neotropical en la Amazonía peruana **(Arias y Aya 2009 y 2011).**

Es entonces que determinaron la sobrevivencia de post larvas hasta el crecimiento en la etapa de alevinaje de la banda negra *Myleus schomburgkii* criados en acuarios utilizando tres tipos de alimento vivo. Los autores utilizaron un diseño completamente al azar conformado por tres tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales. Las post larvas de banda negra (90 ejemplares) fueron obtenidos del medio natural con peso y longitud promedio inicial de 0.15 g y 2.03 cm para el T1 (moina); 0.16 g y 2.10 cm para el T2 (tubifex) y 0.17 g y 2.14 cm para el T3 (larvas de zancudo), los cuales fueron ofrecidos a saciedad de los peces en tres frecuencias durante el día (08:00, 12:00 y 16:00 horas) durante 60 días de cultivo. Los datos de peso y longitud al final del experimento fueron de 1.47 g y 4.18 cm para el T1, 1.63 g y 4.18 cm para el T2 y 1.93 g y 4.35 cm para el T3, los cuales no presentaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); en cuanto a la sobrevivencia, esta fue reportada en un 62.2 % representando un moderado nivel de sobrevivencia en su etapa post larval y en referencia de los tipos de alimentos utilizados, los autores no reportaron diferencia significativa y finalmente reportaron que los rangos registrados de calidad de agua se encuentran dentro de lo permitidos para la crianza de peces amazónicos, los cuales fueron los siguientes:  $T^{\circ}C = 26.68$ ;  $O_2 = 2\text{mg/L}$ ;  $pH = 6$ ,  $CO_2 = 14\text{ mg/L}$ ; Nitratos = 0.5 mg/L y Nitritos = 0.3 mg/L **(Monge y Navarro 2014).**

Así mismo, se caracterizó el desarrollo embrionario de la palometa banda negra *Myliobatis schomburgkii*, en condiciones controladas utilizando ovas obtenidas por inducción hormonal, registrando los diferentes cambios morfológicos durante el desarrollo embrionario de la banda negra en intervalos de 15 minutos desde las 0 hpf hasta las 2 hpf; a partir de este momento, cada 30 minutos hasta las 5 hpf y cada hora desde la 6 hpf, hasta el momento de la eclosión. Para la determinación de cada fase del desarrollo embrionario, se fijó, desde el momento en el que el 50% de los huevos alcanzaron cada fase. Los resultados mostraron una división meroblástica, finalizando después de 9 horas y 28 minutos con el inicio de la fase denominada mórula a las 10,49 hpf. A las 12,35 se observó el blastoporo dando inicio la fase denominada blástula, finalizando después de 5 horas y 35 minutos. A las 18,10 hpf se inició la fase de gastrulación que dio origen al anillo germinal, durando dicha fase 11 horas y 10 minutos. A las 27,10 hpf se evidenció el cierre del blastoporo, marcando el comienzo de la organogénesis, desarrollándose muchos eventos, entre los más importantes y trascendentales esta la aparición del corazón (latidos cardiacos) (38,26 hpf). Finalmente, a las  $44 \pm 0.5$  hpf ocurrió la eclosión con una Temperatura de:  $29 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{o}_2$ :  $7,4 \pm 0,2$  mg/L; pH:  $4,8 \pm 0,6$  y Conductividad eléctrica:  $37 \pm 2,4$  us/cm. Con base a los resultados la autora concluyó que *Myliobatis schomburgkii* experimenta un desarrollo embrionario lento en comparación con otras especies reofílicas (Núñez 2017).

Se evaluaron el efecto de la densidad de siembra y frecuencia alimenticia en el crecimiento de post larvas de banda negra, *Myliobatis schomburgkii* en ambientes controlados hasta su talla comercial (25 mm). Los autores utilizaron un BCA (Bloque Completamente al Azar), con tres densidades de siembra (5, 10 y 15 peces/l) y tres frecuencias alimenticias (2, 4 y 6 horas) haciendo un total de 27 unidades experimentales; las post larvas de banda negra (1350 individuos) fueron obtenidas del medio natural con peso y longitud promedio inicial de 0.04 g y 10.7mm y fueron alimentadas con *Artemia* sp. de forma **ad libitum**, según tratamiento; en dicho trabajo, también evaluaron los principales parámetros del agua (temperatura, oxígeno y pH). Los datos registrados al finalizar el cultivo de peso y longitud promedio final fueron de:

0.97 g, y 25.11 mm para B1, 0.83 g, y 22.51 mm para el B2 y 0.73 g con 20.71 mm para el B3, siendo el mejor tratamiento el T1 del B1 con densidad de 5 post larvas/litro de agua con una frecuencia de alimentación de cada dos horas logrando diferencia significativa en peso y longitud durante 45 días de crianza. Los datos de calidad de agua se reportaron dentro de los rangos normales para la crianza de peces amazónicos ( $T\text{ }^{\circ}\text{C} = 27.66$ ;  $\text{O}_2 = 3.80\text{ mg/L}$  y  $\text{Ph} = 6.2$ ) (**Noriega y Del Águila, 2018**).

## **1.2. Bases teóricas**

La reproducción de los peces y en todas las especies de animales está regulada por una serie de factores, y con plena coordinación de los sistemas nervioso y endocrino, dando lugar a la percepción de estímulos ambientales, la liberación de gametos y los eventos posteriores, de naturaleza hormonal (**Harvey y Hoar, 1980; Gómez y Velásquez, 2002**), en ese contexto, podemos señalar que:

La Hipófisis e Hipotálamo presentan un componente epitelial conocido como adenohipófisis; también presentan hormonas gonadotrópicas (que favorecen la maduración gonadal y la esteroidogénesis, que ayuda al organismo para que se pueda reproducir), somatotropina u hormona del crecimiento, la corticotropina, la prolactina, la hormona tirotrópica y la hormona estimulante de los melanocitos (**Harvey y Hoar, 1980; Gómez y Velásquez, 2002**).

Por otro lado, la neurohipófisis, conecta la adenohipófisis a la base del cerebro y está compuesta en gran parte por las fibras axónicas de neuronas cuyos cuerpos celulares están localizados en el hipotálamo. Asimismo, en la hipófisis de los peces el núcleo más importante es el NLT o nucleus lateralis tuberis debido que ayuda en el proceso para la producción de la hormona liberadora o HL y este a su vez contribuirá en la producción de gonadotropina que a través de la circulación sistemática son llevadas a las gónadas, iniciando así la producción de los esteroides sexuales (andrógenos, estrógenos y

progestágenos), hormonas de intervención directa en el desarrollo gonadal **(Harvey y Hoar 1980)**.

Las gonadotropinas son aquellas hormonas que permiten el desarrollo de las células sexuales. Es decir, las hormonas foliculoestimulantes (FSH) y luteinizante (LH) son glicoproteínas producidas y liberadas por la hipófisis anterior, de donde se vierten al torrente sanguíneo para dar lugar a las gónadas. La FSH, en la hembra, actúa sobre los folículos en los que se encuentran los óvulos en desarrollo, produciendo su crecimiento además de iniciar la secreción de la hormona sexual femenina, el estrógeno, que, al alcanzar determinados niveles, inhibe la secreción hipofisiaria de la FSH. En el macho, esta hormona promueve la espermatogénesis. La LH produce la ruptura del folículo y así se produce la ovulación y el folículo que nutrió por algún tiempo al óvulo, por efecto de esta hormona, crece y da origen al cuerpo lúteo, mismo que empieza a secretar progesterona, hormona indispensable en el embarazo. Esta hormona, en el macho, favorece la secreción de andrógenos. La síntesis y la liberación de las hormonas gonadotrópicas hipofisiarias, son reguladas por la hormona hipotalámica liberadora de gonadotrofinas (GnRH), misma que provee el enlace entre los sistemas nervioso y endocrino **(Gómez y Velásquez, 2002)**.

En ese sentido, la vitelogénesis comprende la incorporación y procesamiento de vitelogenina y lípidos neutros en los oocitos, los cuales son las fuentes principales de nutrición del embrión en desarrollo dando lugar a la maduración de los oocitos u ovulación, que es la ruptura folicular y la expulsión del oocito desnudo, proceso que permitirá el desarrollo de la fecundación y por ende el inicio de la reproducción de las especies de peces **(Harvey y Hoar, 1980; Hiramatsu et al., 2015)**.

Asimismo, la liberación del espermatozoide del cisto o proceso de espermiación, migra y se acumula en el ducto espermático hasta el momento en el cual ocurre su liberación y pasada la época de reproducción, los espermatozoides remanentes son fagocitados por las células de Sertoli o por



macrófagos presentes en el lumen de los lóbulos y del ducto **(Pérez, 2018; Schulz y Nóbrega, 2011)**.

### **Reproducción inducida**

La necesidad de sincronizar los ritmos de reproducción de la hembra con los del macho resulta indiscutible, pues el espermatozoide del macho ha de estar maduro y listo para cuando la hembra haya producido los huevos; en consecuencia, el éxito de la piscicultura para el desarrollo de un evento de reproducción inducida, es estimular la ovulación y, en la cual intervienen una serie de variables fisiológicas y ambientales. Dentro de las variables fisiológicas, se encuentran las hormonas gonadotrópicas (dirigida por la gonadotropina pituitaria). Asimismo, como ya se dijo al principio de este párrafo la ovulación en sí, repercute en el éxito de la reproducción; sin embargo, parece ocurrir como resultado de estímulos endógenos después de la maduración final del oocito, si bien hay factores ambientales que también pueden contribuir, la administración de gonadotropina exógena resulta aún más importante **(Harvey & Hoar, 1980; Gómez y Velásquez, 2002)**.

### **Análogos de mGnRH-a**

Desde la identificación de su estructura (1971) y luego de comprobar su efectividad en el desove de varias especies de peces, el estudio de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (GnRH) de mamíferos y sus análogos han contribuido a la inducción de la maduración final de peces; siendo los más utilizados el LHRH (análogo de mamíferos) y el sGnRH (análogo de salmón), permitiendo hasta la fecha sintetizar más de 3500 análogos de GnRH, los cuales actúan a nivel hipofisario y estimulan a los peces a producir su propia gonadotropina con sólo la utilización de dosis bajas, haciendo su uso económicamente viable **(Harvey & Carolsfeld, 1993; Gomez y Veleásquez, 2002; Cyprino et al., 2004)**.

Consiguientemente, el uso de Ovaprim, se sustenta por su aplicación en más

de 15 especies de peces en los últimos 20 años y porque ayuda a inducir la maduración dentro de un período de desove; anticipar la fecha del desove, sincronizando la misma; y aumentar la producción seminal y el recuento de células espermáticas (Hill et al., 2009; Phelps, 2010; Robattini, 2016).

Asimismo, es más económico, de fácil manejo e incrementa el número de espermatozoides por mL, utilizando 0.25 ml/kg en machos de *Brycon cephalus*; de igual modo, mejoró la supervivencia de crías de *Heterobranchus bidorsalis* “african clariid catfish” y *Ctenopharyngodon Idella* “carpa herbívora” sin ningún rasgo de anomalías morfológicas fuera de la temporada de su reproducción (Villanueva y De la Motta, 1998; Ononuju et al., 2007; Ayarza y Lozano, 2018).

Por otro lado, el uso de conceptual estimula la acción del LH y del FSH, actuando a nivel hipofisario; sin embargo, debido a su menor efectividad, es necesario una dosis mayor en comparación a los otros análogos de GnRH (LHRH y sGnRH) para que la maduración final y el desova sean alcanzados, por ejemplo un estudio en la Amazonía peruana utilizó 2.6 ml/kg en 13 hembras *Piaractus brachypomus* logrando inducir la ovulación y desove del 85 % de dichas hembras (Alcántara et al., 2016; Robattini, 2016).

### 1.3. Definición de términos básicos

**AUSENCIA DE DESOVE.** Especies que pueden desarrollar normalmente la vitelogénesis, la maduración final de los oocitos y la ovulación, pero no son capaces de realizar la puesta (desove).

**DESOVE INDUCIDO.** Desove obtenido por manipulación ambiental o tratamiento del animal, por ejemplo, ciclo de temperaturas y de fertilidad, choque osmótico, irradiación de la piel por UV, inyecciones hormonales.

**ESPERMIACIÓN.** La liberación de espermatozoides (espermiación)

**FACTORES EXTRÍNSECOS.** Son factores externos como la temperatura,

luz, salinidad y confinamiento que juegan un papel preponderante en la maduración, ovulación y puesta, debido a su profunda influencia sobre la sensibilidad folicular, ya que se requieren señales ambientales precisas para su sincronización.

**FACTORES INTRÍNSECOS.** Factores internos que pueden alterar el proceso de oogenesis.

**FECUNDACIÓN.** Proceso por el cual dos gametos (masculino y femenino) se fusionan durante la reproducción sexual para crear un nuevo individuo con un genoma derivado de ambos progenitores.

**FOLÍCULOS POSTOVULATORIOS.** Capas foliculares que permanecen en el ovario después de liberado el oocito.

**GLÁNDULA.** Órgano que se encarga de sintetizar y liberar sustancias químicas necesarias para el funcionamiento de un organismo y pueden cumplir función de secreción, excreción y endocrino.

**GLÁNDULA PITUITARIA O GLÁNDULA ENDOCRINA,** se encuentra en la base del cerebro de los vertebrados y que secreta diversas hormonas que juegan un papel importante en la regulación del crecimiento y de las funciones sexuales.

**GnRH (HORMONA LIBERADORA DE LA GONADOTROPINA).** Hormona peptídica sintetizada en el hipotálamo y que induce la liberación de la gonadotropina por la hipófisis.

**HIPÓFISIS.** Glándula responsable de secretar hormonas estimuladoras de tejidos sintetizadores de esteroides.

**HIPOFISACIÓN.** Es el uso de extractos de hipófisis para inducir la puesta en peces, el cual se inició a fines de la década de 1930 en Brasil.

**HIPOTÁLAMO.** Órgano del cerebro que asegura la coordinación neuro-endocrina (es decir, entre el sistema nervioso y endocrino) de las actividades viscerales (por ejemplo, control de temperatura, equilibrio en el agua, entre otros.).

**HORMONA DE LIBERACIÓN.** Hormona que se produce en el hipotálamo y que actúa para estimular la producción de gonadotropina y su posterior liberación al sistema vascular de la adenohipofisis.

**MADURACIÓN.** Clarificación del vitelo e incremento de tamaño debido a la hidratación caracterizada por el inicio o reanudación de la migración de la vesícula germinal hacia el polo animal y la posterior ruptura de ésta (proceso llamado “breakdown” en inglés). Los oocitos ya maduros son llamados huevos u ovas.

**OOGENESIS.** Estado de desarrollo oocitario donde se pueden diferenciar el tamaño, la cantidad y distribución de vitelo, así como la morfología de los cromosomas. Este proceso comprende: oogonias, cromatina nucleolar, fase perinucleolar, alveolo cortical (vesícula vitelina), vitelogénesis y maduración.

**OVULACIÓN.** Expulsión de huevo maduro fuera del tejido que lo rodea (Folículo).

**PISCICULTURA NEOTROPICAL.** Conjunto de actividades técnicas y capacidades de crianza de peces amazónicos con avanzando paquete tecnológico generando rentabilidad en las familias productoras, para ello es necesario tener el control sobre todas las fases del ciclo de vida del pez, especialmente la reproducción.

**VITELOGÉNESIS.** O síntesis de vitelo, la cual ocurre fuera del oocito. Fase donde el oocito experimenta un aumento de tamaño prolongado y sostenido. La incorporación del vitelo que proviene del hígado en los ovocitos en crecimiento.

## CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

### 2.1. Variables operacionales

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<p>Variable independiente (x)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extracto Pituitario de Carpa (EPC)</li> <li>- Conceptal y</li> <li>- Ovaprim</li> </ul>	<p>En hembras:</p> <p>ovulación</p> <p>EPC: 6 mg/kg</p> <p>Conceptal: 2.5 ml/kg</p> <p>Ovaprim: 0.50 ml/kg</p> <p>En machos:</p> <p>espermiación</p> <p>EPC: 2 mg/kg</p> <p>Conceptal: 1.5 ml/kg</p> <p>Ovaprim: 0.25 ml/kg</p>	<p>Presencia/ausencia</p> <p>Presencia/ausencia</p>
<p>Variables dependientes (y)</p> <p>Respuesta a los inductores hormonales</p>	<p>En hembras:</p> <p>Ovulación</p> <p>En machos:</p> <p>Espermiación</p>	<p>Frecuencia porcentual del diámetro de los oocitos.</p> <p>Fecundidad relativa de las hembras.</p> <p>Porcentaje (%) de fertilización/fecundación de los huevos, tasa de eclosión de huevos.</p> <p>Porcentaje (%) de desove de las hembras.</p> <p>Volumen seminal (ml).</p> <p>Concentración espermática.</p> <p>Espermatocrito.</p>

## 2.2. Formulación de la hipótesis

- **Hi:**

Las hormonas Extracto Pituitario de Carpa, conceptual y ovaprim, utilizadas en la reproducción inducida, tienen efecto positivo en la ovulación y espermiación de la palometa banda negra *Myleus schomburgkii*.

- **Ho:**

Las hormonas Extracto Pituitario de Carpa, conceptual y ovaprim, utilizadas en la reproducción inducida, no tienen efecto positivo en la ovulación y espermiación de la palometa banda negra *Myleus schomuburgkii*.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación se desarrolló en el año 2016, bajo el tipo experimental, ya que consistió en la manipulación de una variable experimental (inductor hormonal) no comprobada, en condiciones controladas, con el fin de describir de qué modo produce una situación o un efecto particular en la reproducción de *Myleus schomburgkii*.

#### 3.1.1. Área de estudio

Este trabajo se realizó en las instalaciones piscícolas del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra – CIFAB del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El CIFAB está ubicado geográficamente a 3° 48.9' 9" S y 73° 19'18.2" W, con una altitud de 128 m.s.n.m., a la altura del kilómetro 4.5 de la carretera que une las ciudades de Iquitos y Nauta, respectivamente. Políticamente el CIFAB pertenece al distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto. (Ilustración 2).



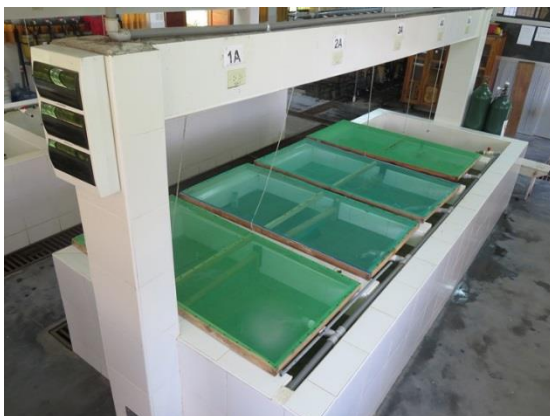
**Ilustración 2.** Vista del frontis y mapa satelital en google earth del Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB)”, sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

### 3.1.2. Periodo experimental

La fase experimental duro 730 días (02 años), y se utilizaron 54 ejemplares adultos de *Myleus schomburgkii*, con un promedio de peso de  $0.72 \pm 0.29$  kg para las hembras y  $0.70 \pm 0.10$  kg para los machos, y una longitud promedio de  $28.84 \pm 3.56$  cm para las hembras y  $27.81 \pm 1.25$  cm para los machos respectivamente, siendo las muestras homogéneas para ambos sexos; los ejemplares fueron evaluados previamente para verificar la presencia de productos sexuales.

### 3.1.3. Unidades experimentales

En una primera instancia se utilizaron tanques rectangulares de cemento de 0.75x0.7x0.9m., revestidos internamente de mayólicas con volumen aproximado de agua en base 150 litros (**Ilustración 3**). Al no obtener resultados se utilizó jaulas flotantes de tubos de Policloruro de Vinilo Clorado (PVC) de 1.0 x 1.0 x 1.0m revestidos con malla plástica dentro de un estanque de 1,400 m<sup>2</sup>. (**Ilustración 4**). El diseño fue completamente aleatorio con una matriz de tipo factorial de 3 x 3 con tres repeticiones.



**Ilustración 3.** Tanques de mayólica para la inducción de *M. schomburgkii*



**Ilustración 4.** Jaulas flotantes para la inducción de *M. schomburgkii*

Los peces fueron marcados con chips electromagnéticos (pit-tags) para facilitar su identificación y monitoreo de su desempeño reproductivo en el tiempo. La muestra para el estudio estuvo compuesta por 54 peces que



conformarán 27 parejas (09 parejas por cada protocolo de inducción), los cuales fueron seleccionados aleatoriamente entre aquellos ejemplares que presentaron las siguientes características externas: vientre abultado y papila ligeramente dilatada y enrojecida en las hembras y expulsión de semen por suave presión abdominal en los machos.

### 3.1.4. Diseño experimental

Esta investigación se realizó mediante un diseño experimental: T1 (Extracto Pituitario de Carpa), tratamiento T2 (Conceptal ®) y tratamiento T3 (Ovaprim ®), sobre el desempeño reproductivo en hembras y machos en un diseño aleatorio completamente al azar de 3x3, con diferentes dosificaciones a un solo intervalo (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tratamientos utilizados en la inducción hormonal de *Myleus schomburgkii*.

Tratamientos	N°	Inductor	Dosis hormonal		Hembras		Machos		Intervalo en horas
			Hembra	Macho	1ra dosis	2da dosis	1ra dosis	2da dosis	
<b>T1</b>	3*	EPC**	6 mg/kg	2 mg/kg	10%	90%	50%	50%	15
<b>T2</b>	3	Conceptal	2.5 ml/kg	1.5 ml/kg	10%	90%	50%	50%	15
<b>T3</b>	3	Ovaprim	0.50 ml/kg	0.25 ml/kg	10%	90%		100%	15

\* Repeticiones por tratamiento

\*\* Extracto Pituitario de Carpa.

### 3.2. Población y muestra

Se utilizaron 54 reproductores de *Myleus schomburgkii* de una población de 181 ejemplares, todos provenientes del medio natural (Aguas debajo de la comunidad de Santa Clara en la Cuenca del Río Nanay), los mismos que fueron sometidos a un proceso de "adaptación" a la presencia humana y al manejo en estanques, propio de las tareas de acuicultura en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra – CIFAB, con el fin de reducir el porcentaje de respuestas negativas a los protocolos de inducción.

### 3.3. Técnicas e instrumentos

El presente estudio, fue estructurado de la siguiente manera: selección de los

reproductores aptos y la aplicación de hormonas a fin de evaluar la acción de éstas sobre el proceso reproductivo de *Myleus schomburgkii*.

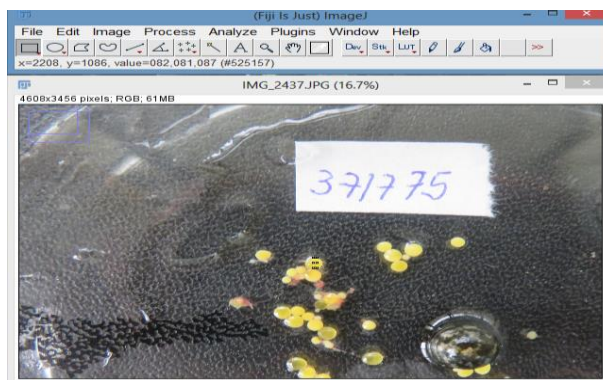
### 3.4. Procedimientos de recolección de datos

#### 3.4.1. Selección de reproductores para el estudio

Estos fueron seleccionados al azar, los mismos que fueron sometidos a un proceso de "adaptación" a la presencia humana y al manipuleo propio de las tareas de acuicultura en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra – CIFAB. Asimismo, fueron alimentados a una tasa del 2% de su biomasa, con alimento balanceado para reproductores con un tenor proteico del 30% PB. Para la selección se tuvo en cuenta la siguiente escala: Nivel 1 (poro cerrado y no se observa la papila), Nivel 2 (poro ligeramente abierto y la papila poco enrojecida), y Nivel 3 (el poro abierto con la papila enrojecida y proyectada hacia fuera).

#### 3.4.2. Evaluación del diámetro de los ovocitos

Se tomaron muestras de ovocitos de cada hembra de *Myleus schomburgkii* a través de biopsia ovárica, las muestras obtenidas eran fijadas con formalina tamponada al 10% para posteriormente medir el diámetro de los huevos (ovocitos) con un programa llamado Imagen J (Ilustración 5).



**Ilustración 5.** Programa Imagen J, para medición de ovocitos de *Myleus schomburgkii*

### **3.4.3. Determinación del desempeño reproductivo de los peces**

#### **3.4.3.1. Registro de horas/grado**

Después de la segunda dosis de inducción, se registró cada hora la temperatura y oxígeno disuelto en las unidades experimentales respectivas, esto con la finalidad de estimar las horas/grado o el “tiempo de latencia” antes del desove.

#### **3.4.3.2. Índice de ovulación**

El índice de ovulación fue considerado de acuerdo a lo recomendado por **Kestemon (1988)**, es decir, número de hembras ovuladas sobre el número total de hembras tratadas.

Índice de ovulación = total de hembras ovuladas/total de hembras inducidas

#### **3.4.3.3. Fecundidad**

Para el cálculo de la fecundidad de cada hembra se aplicó la fórmula de **Laevastu (1980)**, es decir, de cada hembra que desovaba, se pesó la cantidad (g) de ovocitos desovados; luego se tomó una muestra de aproximadamente 1 g y se fijó en formol al 10 % para su posterior conteo.

$$F=n*G/g$$

Donde:

F = Fecundidad (número de ovocitos desovados por hembra)

n = Número de ovocitos en la submuestra

G= Peso (g) de los ovocitos desovados por hembra

g = Peso (g) de la submuestra

#### **3.4.3.4. Fecundación**

Luego de identificar el inicio de desove, se procedió a levantar a las hembras y se realizó una suave presión en la parte abdominal sin deslizamiento de los dedos (stripping), recibiendo los ovocitos en un recipiente seco y con peso conocido. De igual manera se procedió con los machos cuidando de no

colectar el semen con orina, lo cual puede activar su movilidad. Seguidamente se mezclaron los productos sexuales en seco con la ayuda de una pluma de pato durante dos minutos aproximadamente. Cumplido este periodo, se adicionó agua con el fin de ayudar en la fecundación (ver ilustración 6, 7, 8 y 9).



**Ilustración 6.** Desove de reproductores de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 7.** Espermiación de reproductores de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 8.** Mezcla de los productos sexuales de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 9.** Fertilización y fecundación en *Myleus schomburgkii*

### 3.4.3.5. Incubación

Para la incubación de los huevos se utilizaron tres sistemas diferentes que se describen a continuación:

- A. **Pecera de vidrio:** se utilizó 1 pecera de 50 litros de capacidad las cuales fueron revestidas con plástico oscuro, para reducir la incidencia de luz sobre los huevos de, las mismas que fueron empleadas como incubadoras durante el proceso de incubación. trabajando solo con 10

litros de agua, además los huevos fecundados fueron colocados en un balde de plástico (300 ml) contenidos por flotadores de tecnopor **ver (ilustración 10)**.

B. **Incubadora tipo Woynarovich:** incubadoras de flujo ascendente con capacidad de 9 litros de agua con aireación permanente alimentada por un blower y un flujo de agua de 4 l/min **(ilustración 11)**.

C. **sistema de circuito cerrado:** Utilizamos un tanque de fibra de vidrio de 30 litros de volumen de agua de capacidad, con un flujo de agua constante de 0.5 l/min, este tanque contenía una piedra difusora alimentada por un blower para garantizar la oxigenación del sistema, un termostato que permitía mantener la temperatura constante y tres sistemas de filtración: mecánica, biológica y UV **(ilustración 12)**.



**Ilustración 10.** Sistema de pecera utilizado en la incubación de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 11.** Sistema woynarovich utilizado en la incubación de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 12.** Sistema de circuito cerrado utilizado en la incubación de *Myleus schomburgkii*

#### **3.4.3.6. Determinación de la fecundación y la tasa de eclosión de los huevos**

La tasa de fecundación se realizó de acuerdo a Ferraz et al (2002), es decir, se calculó en función al número óvulos fecundados y el número total de óvulos; mientras que la tasa de eclosión (%) se calculó relacionando el número de larvas viables de muestras con el total de óvulos no eclosionados (Pardo-Carrasco et al., 2002).

El número de larvas obtenidas se estimó por medio del método volumétrico mediante la siguiente ecuación:



$$N = V\sum ni/k$$

Dónde:

V = volumen del agua con larvas;

ni = es el número de larvas en la muestra;

k = es el número de muestras y

N = número total de larvas (Rothbard, 1981).

#### **3.4.3.6. Análisis de las gónadas**

Los peces que no alcanzaron a desovar o a espermiar fueron analizados la cavidad abdominal con la finalidad de observar el grado de madurez sexual de las gónadas en base a la escala de madurez propuesto por García *et al.*, 2001

#### **3.4.3.7. Evaluación de la espermiación y calidad espermática**

El material seminal se analizó considerando los siguientes aspectos: i) macroscópicos: color, fluidez, viscosidad, y ii) microscópicos: motilidad directa subjetiva; todo este proceso se desarrolló mediante la utilización de una gota de semen mezclada con dos gotas de solución de bicarbonato de sodio al 1% colocada en una lámina y analizada bajo microscopio de contraste de fase 400x.

#### **3.4.3.9. Concentración espermática.**

Siendo el N° espermatozoides/mm<sup>3</sup>, fue determinado por el conteo directo en una cámara de Neubauer. Adicionalmente se tomó medida del volumen espermático de cada macho con una probeta graduada en milímetros.

#### **3.4.3.10. Monitoreo de la calidad de agua**

Durante el estudio, se registró la temperatura (°C), pH y conductividad eléctrica con un Multiparametró de la marca HACH modelo Hq40d (Ilustración 13) y para el caso del oxígeno disuelto un Oxímetro YSI modelo 550<sup>a</sup> (Ilustración 14). Con una frecuencia de registro de datos al inicio, durante y al finalizar el proceso de incubación de los óvulos.



**Ilustración 13.** Multiparámetro HACH



**Ilustración 14.** Oxímetro YSI

### **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Previo al análisis, estos datos fueron sometidos a una prueba de homogeneidad o normalidad con el Test Shapiro Wilk. Para evaluar el efecto individual de cada variable (Tasa de Fecundación, tasa de viabilidad y Tasa de Eclosión), se realizó el análisis de varianza de una vía (one-way ANOVA). De existir diferencia significativa en el ANOVA, se aplicó la prueba de comparaciones. Para todos los análisis se empleó el programa estadístico BioEstat 5. Para la medición del diámetro ovocitario se empleó el programa de medición de imágenes digitales Imagen J.

### **3.6. Aspectos éticos**

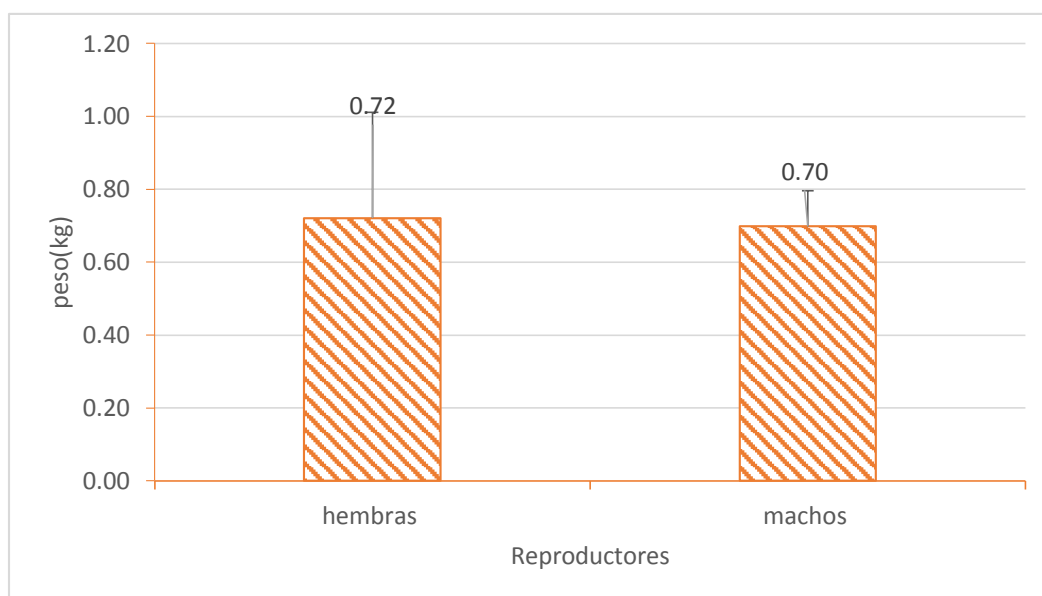
Toda información que se generó en la investigación, es de total confidencialidad, se respetó las normas éticas internacionales, nacionales e institucionales, de tal manera, que las actividades de manipulación de los ejemplares del estudio no se hayan vistos afectados. Asimismo, en las referencias bibliográficas, se respetó estrictamente los derechos de autor.



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

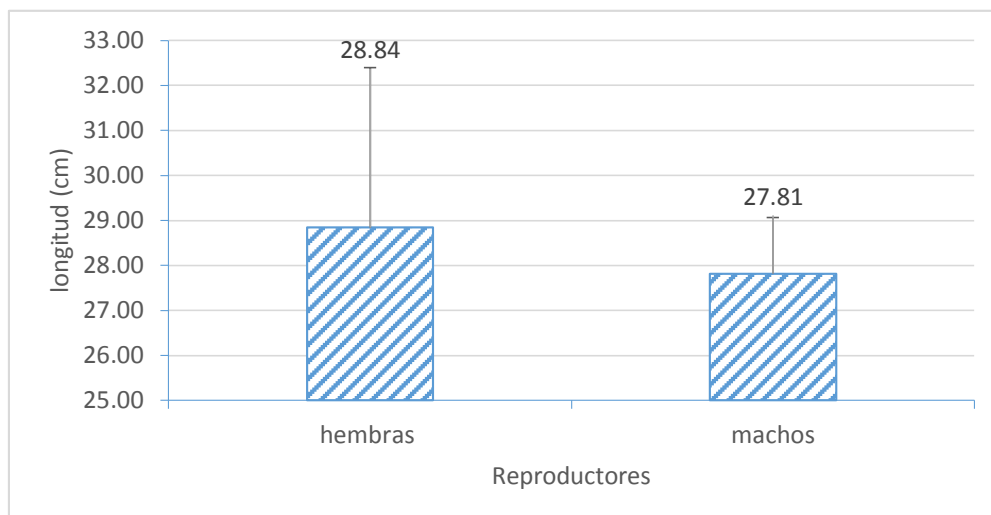
### 4.1. Análisis biométrico del plantel reproductor

Los reproductores hembras de *Myleus schomburgkii* tuvieron un peso promedio y desviación estándar de  $0.72 \pm 0.29$  kg, con rangos mínimos y máximos de  $0.40 \pm 1.15$  kg, y los machos un peso promedio de  $0.70 \pm 0.10$  kg, rangos mínimos y máximos de  $0.58 - 0.95$  kg (ver Gráfico 1). Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), siendo las muestras homogéneas con respecto al peso tanto en hembras como en machos.



**Gráfico 1.** Pesos promedios de *Myleus schomburgkii*

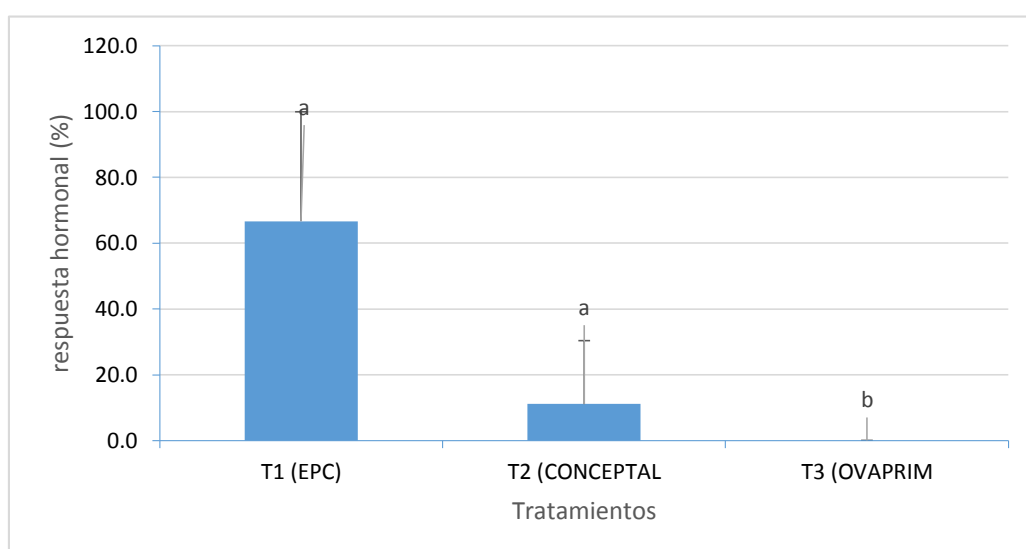
Los reproductores hembras de *Myleus schomburgkii* tuvieron una longitud promedio y desviación estándar de  $28.84 \pm 3.56$  cm, con rangos mínimos y máximos de  $25.00 - 35.00$  cm, y los machos  $27.81 \pm 1.25$  cm, y rangos mínimos y máximos de  $25.5 - 30.00$  cm (ver Gráfico 2). Al realizar el ANOVA no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), siendo las muestras homogéneas con respecto a la talla para ambos sexos.



**Gráfico 2.** Longitudes promedios de *Myleus schomburgkii*

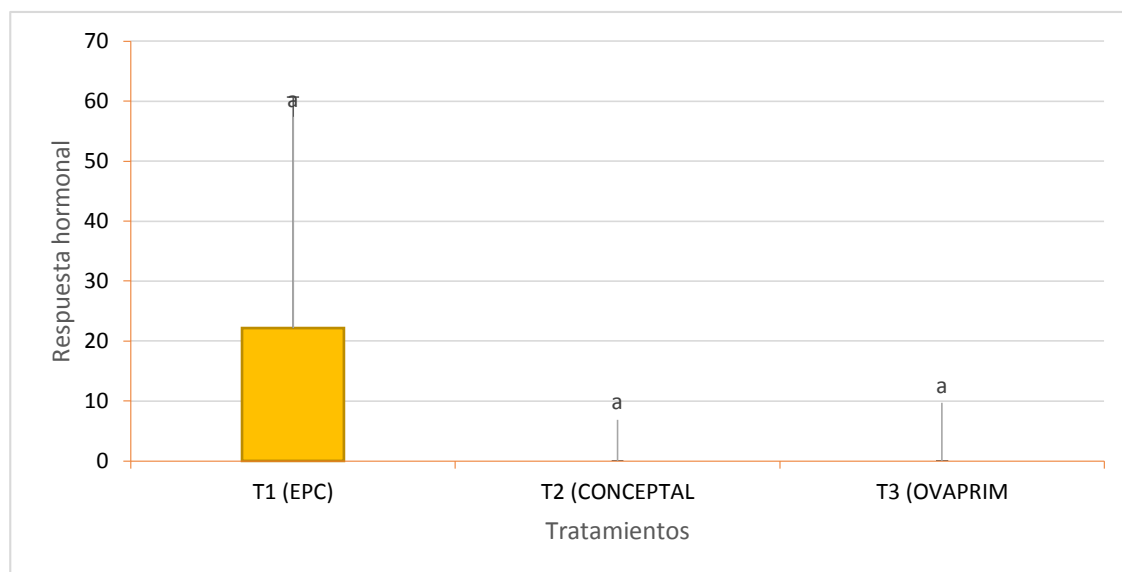
#### 4.2. Tratamientos hormonales

La reproducción inducida fue en febrero del año 2016, encontrándose efecto positivo sobre la **ovulación** siendo la hormona Extracto Pituinario de Carpa (EPC) (T1) que alcanzo la mejor eficiencia hormonal con un 66.6% seguido de la hormona conceptual (T2) con un 11.1%, y por último la hormona ovaprim (T3) con resultados completamente negativos 00.0%; estos resultados se corroboran con el análisis de varianza (ANOVA), determinándose que existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) utilizando tres tipos de hormonas en *Myleus schomburgkii* (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Respuesta a la ovulación, con tres inductores hormonales

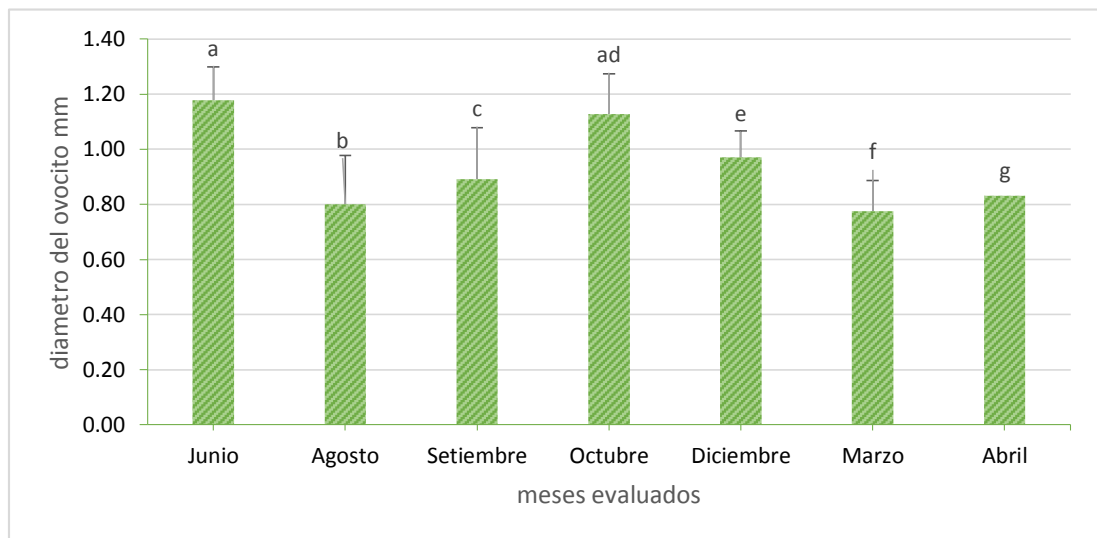
La inducción en machos tuvo una leve respuesta positiva sobre la espermiación con la hormona Extracto Pituitario de Carpa (EPC) (T1) con el 22.2 % de eficiencia hormonal los otros tratamientos sobre los machos Conceptal (T2) y Ovaprim (T3) no tuvieron efectos positivos, corroborando con el ANOVA se determinó que no existe diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Respuesta a la espermiación, con tres inductores hormonales

#### 4.3. Análisis del diámetro ovocitario

En el Gráfico 5, se muestra una variación o desarrollo asincrónico del diámetro de los ovocitos de *Myleus schomburgkii* durante los meses de evaluación (Junio, Agosto, Setiembre, Octubre y Diciembre del 2016 – Marzo y Abril del 2017). Además, los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indican que si existe diferencia significativa ( $P<0.05$ ), con respecto al diámetro del ovocito en diferentes meses de evaluación.



**Gráfico 5.** Valores medios del diámetro de los óvulos, según meses evaluados

#### 4.4. Determinación del desempeño reproductivo de los peces

La ovulación de *Myleus schomburgkii* ocurrió a las 27 horas después de suministrado la última dosis de la hormona Extracto Pituitario de Carpa (EPC), mientras que utilizando la hormonas conceptual y ovaprim no se encontró respuesta alguna. La ovulación de *Myleus schomburgkii* se dio en 692.8 horas-gradados. En la tabla 2, se aprecia el peso promedio del desove y desviación estándar en  $4.52 \pm 0.76$  g, además se determinó que en promedio hay 208.80 óvulos /gramo con una desviación estándar de 5.53 y finalmente una fecundidad promedio de 942.03 y una desviación estándar de 170.09 (ver tabla 2)

**Tabla 2.** Estadística descriptiva del desove de *Myleus schomburgkii* con Extracto Pituitario de Carpa (EPC)

	Nro hembras	peso (hembra)	peso de óvulos (g)	Nro. de óvulos /g	fecundidad
ensayo 1	1	540	5.17	209.86	1084.98
	2	790	4.18	213.52	892.51
	3	1135	3.60	200.44	721.58
	4	830	5.12	208.80	1069.06
	<b>promedio</b>	<b>823.75</b>	<b>4.52</b>	<b>208.16</b>	<b>942.03</b>
	Desv. Stándar	243.97	0.76	5.53	170.90

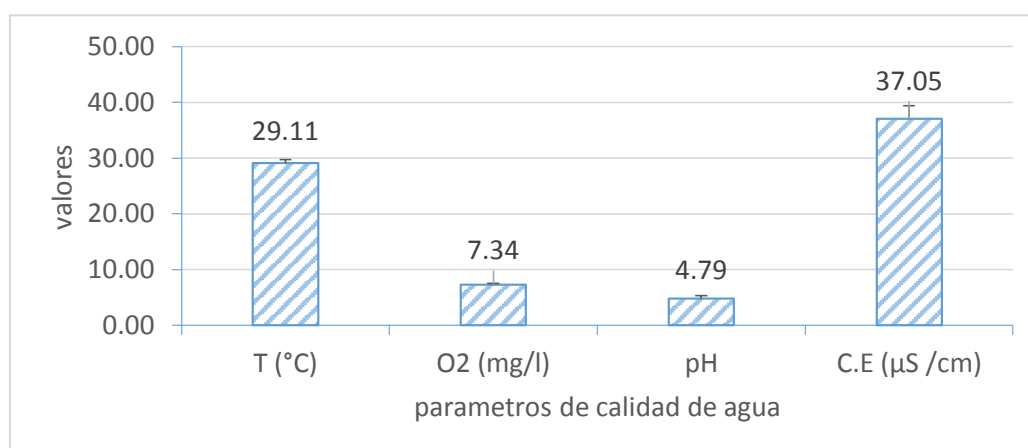
Los huevos fecundados de *Myleus schomburgkii* fueron puestos en peceras, incubadoras con circuito cerrado e incubadoras tipo woynarovich. Se obtuvo resultados positivos incubando los huevos en peceras con flujo cero mientras que en el resto de los sistemas utilizados los resultados fueron negativos (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Estadística descriptiva del desove de *Myleus schomburgkii* con Extracto Pituitario de Carpa en diferentes sistemas

sistemas	desove (g)	huevos incubados	huevos eclosionados	Tasa de eclosión (%)
Peceras	5.17	1085	6	0.6
Sistema cerrado	4.18	893	0	0
incubadoras	3.60	722	0	0
incubadoras	5.12	1069	0	0

#### 4.5. Calidad del agua durante la incubación

Durante la incubación en peceras de *Myleus schomburgkii* se registraron los siguientes parámetros de calidad de agua: Temperatura del agua T (°C): 29.11 ± 0,65°C; Oxígeno disuelto (o<sub>2</sub>): 7.34± 0,16mg/L; pH: 4,79±0,51 y Conductividad eléctrica (C.E): 37± 0.5 us/cm. (Promedio ± desviación estándar) (ver Gráfico 6).



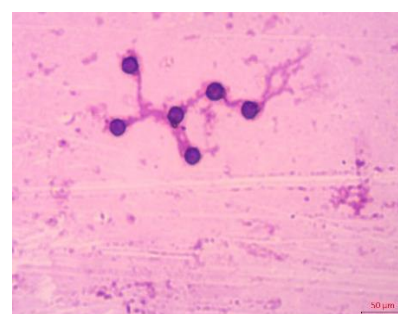
**Gráfico 6.** Valores promedios de calidad de agua

#### 4.6. Evaluación de la Espermiación y calidad espermática

En este estudio de los tres tipos de hormonas utilizadas (Extracto Pituitario de Carpa, conceptual y ovaprim), solo se obtuvo resultados positivos con el tratamiento con EPC (T1). El semen de *Myleus schomburgkii*, tiene un color blanco tenue, viscoso al contacto con las manos, no tiene algún olor característico, en la ilustración 15, se observa la cabeza de forma redonda y el flagelo pequeño (en comparación con otras especies amazónicas tiene una movilidad de 96% con un tiempo de activación de 1 segundo y una viabilidad de 1.30'30''50 décimas (ver tabla 4)

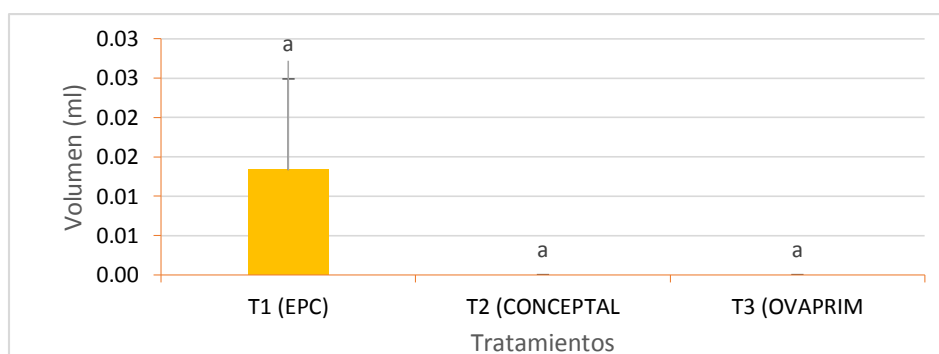
**Tabla 4.** Características del semen

código de pez	Variables		
	Movilidad (%)	tiempo de activación	viabilidad
371895	97	1 segundo	1.30'30''50 décimas
371739	95	1 segundo	1.30'30''50 décimas



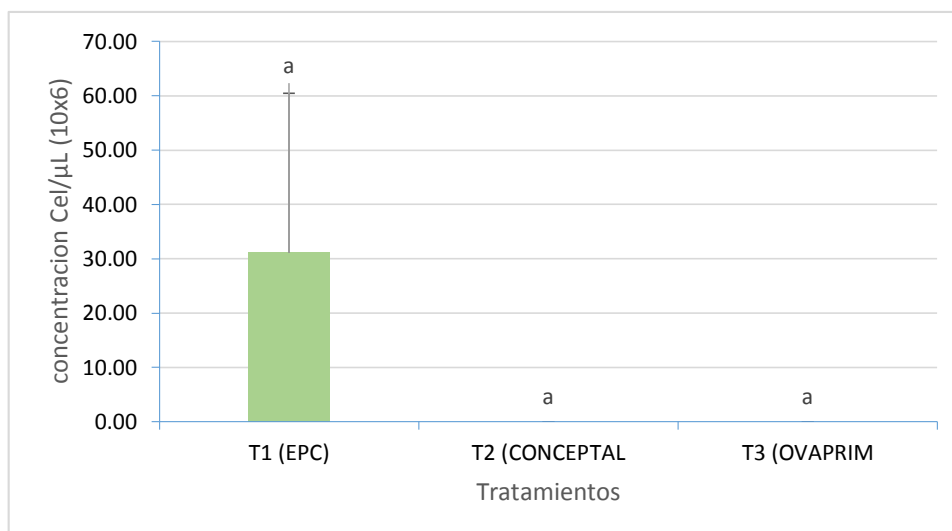
**Ilustración 15.** Semen de *Myleus schomburgkii*

Al aplicar tres tipos de hormonas, se obtuvieron resultados distintos en efecto solo se obtuvo respuesta positiva con la hormona Extracto Pituitario de Carpa, pero estadísticamente no se encontró diferencias significativas  $p>0.05$ , a continuación, se describen cada una de las características seminales de *Myleus schomburgkii*. En el primer caso con respecto al volumen de semen se obtuvo en promedio  $0.01 \pm 0.01$  ml sin haber encontrado diferencia significativa entre los tratamientos (Gráfico 7).



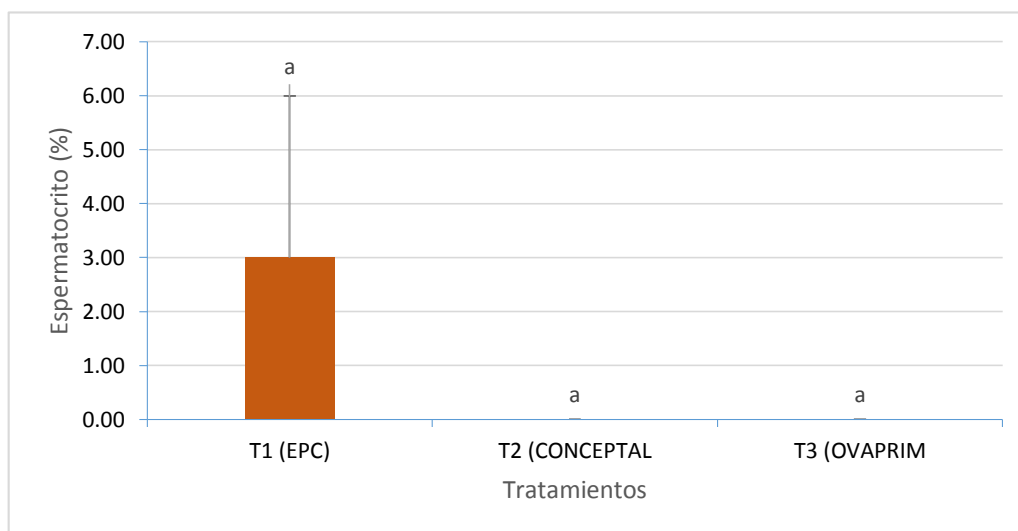
**Gráfico 7.** Volumen de semen de *Myleus schomburgkii* con diferentes tratamientos

En el segundo caso con respecto a la concentración espermática de *Myleus schomburgkii* al realizar el análisis de ANOVA, no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ), entre las hormonas utilizadas siendo todos los tratamientos iguales (Gráfico 8).



**Gráfico 8.** Concentración espermática de *M. schomburgkii* con diferentes tratamientos

En el último caso con respecto a la variable espermatocono al realizar el ANOVA no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ), es decir todos los tratamientos son iguales pero solo existió respuesta leve al inductor hormonal con la hormona Extracto Pituitario de Carpa (Gráfico 9).



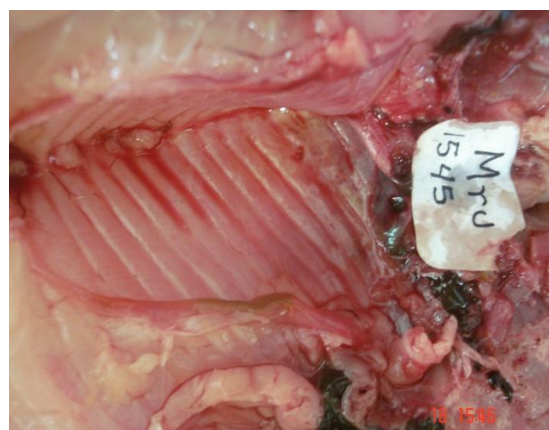
**Gráfico 9.** Espermatocono de *Myleus schomburgkii* con diferentes tratamientos

#### 4.7. Estudio de madurez gonadal

Las larvas de *Myleus schomburgkii*, fueron capturados del medio natural (Aguas debajo de la comunidad de Santa Clara en Cuenca del Rio Nanay) en marzo del 2012; estos especímenes fueron criados hasta noviembre del 2015 para estudios parasitológicos, posteriormente 182 ejemplares pasaron al plantel de reproductores para los ensayos de reproducción inducida. En abril del 2016, se iniciaron los ensayos de reproducción inducida y hubo respuesta positiva de machos y hembras sobre la maduración gonadal teniendo estas una edad promedio de aproximadamente 4 años y medio. En aquellos ejemplares que no respondieron a la inducción hormonal se realizaron una disección para estudio anatómico de las gónadas con el objeto de evaluar el estadio de madurez gonadal, donde se observaron que las especies analizadas de *Myleus schomburgkii* se encontraron en estadio IV de madurez gonadal (estadio de descanso o reposo) donde todas las gónadas estaban reabsorbidas como se muestran en las **Ilustraciones 16 y 17**. Según la literatura para que la especie pase al estadio maduro (estadio IV) al estadio de descanso o reposo (VI), pasa un periodo de tiempo de 6 meses. Según la observación anatómica en la disección se pudo observar que *Myleus schomburgkii* tiene el tipo de reproducción parcelada.



**Ilustración 16.** Gónada femenina de *Myleus schomburgkii*



**Ilustración 17.** Gónada en el macho de *Myleus schomburgkii*

El grado de madurez de las gónadas se determinó en base a la escala propuesta por García, A. et al 2001; donde considera 06 estadios para las hembras y 04 estadios para los machos de las especies de esta familia.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Tratamientos hormonales (Extracto Pituitario de Carpa, Conceptal y Ovaprin).

En esta investigación *Myleus schomburgkii*, palometa banda negra obtuvo el 66.6% de respuesta hormonal demostrando su efectividad en la ovulación utilizando la hormona pituitaria de carpa (EPC), siendo esta hormona considerada la de mejor elección utilizada en la reproducción de carácidos. La hormona Extracto Pituitario de Carpa, hizo efecto positivo en esta investigación debido a que contiene hormonas gonadotropinas (**GnRH**) la cual actúa a nivel del eje cerebro-hipotálamo-pituitaria-gónadas, produciendo la hormona luteinizante la responsable de la maduración final de las gónadas (**Rottmann et al 1991**), esto explica también que los peces en cautiverio sufren una especie de disfunción reproductiva principalmente las hembras produciendo una especie de estrés y esto hace que no se logre la liberación final de los ovocitos recurriendo finalmente a la inducción hormonal a través de hormonas como es el caso del Extracto Pituitario de Carpa (**Zohar & Mylonas, 2001, Landines et al., 2005**).

Corroborando con estudios relaciones a la misma especie que son escasas, existe un solo trabajo realizado en Colombia por **Arias & Aya (2011)**, donde utilizó el extracto pituitario de carpa (Extracto Pituitario de Carpa) en *Myleus schomburgkii* con una dosis de 7.7 mg / kg siendo diferente a la utilizada en esta investigación, en las cuales también encontró respuesta positiva en el desove obteniendo óvulos inviables donde con dos inyecciones hormonales del 10% de la dosis total en la primera inyección, en un intervalo de 24 horas y 90% en la segunda dosis, por lo que concluyen que la especie necesita más de 4 años para conseguir la primera maduración sexual en cautiverio, lo que corrobora con nuestra investigación donde se observó que las especies estudiadas alcanzaron su madurez gonadal a partir de 4 años y medio de edad aproximadamente. Al no encontrar más trabajos con relación a la misma especie corroboramos la buena respuesta positiva en la ovulación con la especie *Colossoma macropomun* realizado por **Verdi- olivares et al 2014**

donde utilizaron dosis de 6 mg/kg, en un intervalo de 12 horas y en dos inyecciones, la misma que fue utilizada en esta investigación con *Myleus schomburgkii*, resultados similares se encontraron con *Brycon cephalus* donde **Ayarza & Lozano (2018)**, al igual que **(Babilonia et al., 2014)** demostraron la efectividad positiva de la hormona Extracto Pituitario de Carpa en la ovulación final utilizando la dosis de 6 mg / kg, y 5.5 mg/kg respectivamente y en los mismos protocolos de inducción hormonal es decir dos dosis del 10% como dosis inicial y la segunda dosis del 90% como final con un intervalo de 12 horas. Por otro lado con la hormona conceptual se tuvo una respuesta hormonal del 11.1%, siendo bajo y la hormona ovaprim no tuvo respuesta positiva alguna con respecto a la liberación de los productos sexuales femeninos y esto se deba probablemente que en los protocolos de inducción hormonal no se consideró algún vehículo acuoso para la aplicación de las hormonas sintéticas así como no haber utilizado la dosis adecuada como lo menciona **Ramos (2000)**, otro factor fundamental que interviene en la reproducción son los factores ambientales quizás estos cambios que experimentan durante el mal manejo que por ende conlleva a situaciones de estrés bloquean los procesos neurohormonales y la hormona inyectada se ha eliminado rápidamente por el torrente sanguíneo y no haga el efecto que se requiere **Cook & Peter, (1980)**.

Con respecto a las hormonas conceptual y ovaprim utilizados en especies del género *myleus* son escasas a la fecha solo existe un trabajo realizado en Colombia por **Arias & Aya (2009)** donde probaron la efectividad de la hormona ovaprim en *M. rubripinnis* utilizando dos dosis o tratamientos de 0,5 mL / kg y 1 mL / kg., con protocolos de inducción de dos inyecciones la primera del 10%, intervalo de 24 horas y la final del 90%. Al término del experimento la dosis de 1 ml / kg fue la mejor obteniendo una respuesta del 50% en la ovulación. Además existen otros trabajos con especies diferentes que demuestran resultados positivos con las hormonas análogos mGnRH-a. como es el caso del conceptual o también llamado acetato de buserallina utilizado por **(Verdi- olivares et al., 2014)** donde utilizo la dosis de 2.6 ml/kg del peso del animal, obteniendo resultados positivos en la ovulación final en hembras

de *Piaractus brachipomus*, además en un trabajo realizado en Cuzco por (**Alarcón et al., 2015**) con acetato de buserelina (conceptal) donde evaluaron tres dosis de P1: 0.004mg/kg, P2: 0.007 mg/kg y P3: 0.01 mg/kg determinando que el tratamiento P2 con 0.007 mg/kg fue la mejor donde el 71.4% de las hembras tratadas desovaron. Frente a lo expuesto no se descarta el seguir probando la efectividad de hormonas sintéticas en la ovulación de *Myleus schomburgkii*, en posteriores investigaciones.

## **5.2. Determinación del desempeño reproductivo de los peces**

En esta parte abordaremos lo relacionado a la fecundidad determinado por el número de ovas por peso de la hembra, es un aspecto fundamental que garantiza el éxito en la reproducción inducida en los peces ya por que por medio de ello se estima la producción de larvas y alevinos en todo programa de acuicultura. En este estudio la fecundidad promedio fue de **942.03** es decir 208.16 óvulos por gramo para *Myleus schomburgkii*, relacionando al único trabajo con la misma especie se tiene que **Arias & Aya 2011** obtuvo óvulos inviiables no determinando la fecundidad en ese estudio por otro lado **Aya & Arias 2009** obtuvieron una fecundidad reproductiva de  $1.884 \pm 123$  óvulos / hembra, duplicando lo obtenido por *Myleus schomburgkii* en esta Investigación. Si relacionamos a esto con otras especies como *Brycon cephalus* tenemos una fecundidad promedio de 248, 235 realizado por **Ayarza & Lozano (2018)**. En otro estudio obtuvieron una fecundidad de 354,898 encontrado por (**Babilonia et al., 2014**) en el mismo Brycon. Se puede afirmar que esta variación de la fecundidad está determinada por el tipo de especie, peso del reproductor, estado de madurez, tipo de hormona y sobre todo evolutivo (**Vazzoler et al., 1996**).

Con respecto a cómo influye el uso de hormonas durante la inducción en peces se puede decir que producen cambios que se ven reflejados en el aumento de tamaño de los ovocitos debido a que las hormonas que se utilizan estimulan la producción de vitelogenina acumulándose en los óvulos. Este aspecto no pudo ser comprobado en esta investigación ni **Arias & Aya (2011)** que experimentaron también con la misma especie mencionan solo concluye

que obtuvieron huevos inviables y por otro lado **Aya & Arias (2009)** a pesar de haber obtenido resultados exitosos con *Myleus rubripinnis* no hacen mención en la información encontrada, sin embargo estudios realizados por **Ayarza & Lozano(2018)** demuestran que los óvulos de *Brycon cephalus* por efecto de la hormona Extracto Pituitario de Carpa incrementaron en un 19% del tamaño inicial.

### **5.3. Análisis de la espermiación y calidad espermática**

La obtención de espermatozoides de buena calidad durante el proceso de reproducción inducida es clave para obtener huevos viables que conlleven al éxito reproductivo. Bajo ese contexto la espermiación en peces puede o no ser inducido debido a que normalmente los machos criados en cautiverio llegan a producir sin ningún problema el espermatozoides. Los resultados obtenidos en esta investigación utilizando tres diferentes hormonas (Extracto Pituitario de Carpa, conceptual y ovaprim), solo encontramos respuesta positiva con la hormona Extracto Pituitario de Carpa, con la dosis de 2 mg/kg con una respuesta hormonal del 22.2 % mientras que las otras hormonas no tuvieron efecto alguno. Asimismo, durante los muestreos realizados mensualmente era difícil registrar la presencia de espermatozoides infiriendo que los reproductores de *Myleus schomburkii* les faltaba madurar sexualmente tal como lo afirma (**Arias & Aya 2011**) que no encontraron éxito en la espermiación de *Myleus schomburkii* y concluyeron que esta especie demora más de 4 años para alcanzar la primera maduración sexual en cautiverio.

En otro contexto referente a la calidad espermática las hormonas sintéticas al ser administradas elevan los niveles de la hormona luteinizante (LH) así como mayor hidratación testicular (**Billard et al., 1981**). así corroboramos con estudios como de **Ayarza & Lozano 2018** donde evaluaron la influencia de tres hormonas y encontraron diferencias en sus variables espermáticas donde con el tratamiento con Extracto Pituitario de Carpa, que tenía un volumen de  $4.83 \pm 1.04$  ml, espermatozoides (%) de  $25.33 \pm 2.517$ , concentración espermática de  $2.58 \pm 0.66$  y con conceptual un volumen seminal de  $1.43 \pm 0.51$ ml, espermatozoides (%)  $21.66 \pm 1.528$  y concentración espermática

(Cel/mL)  $1.6 \pm 0.93$  y con la hormona ovaprim  $2.73 \pm 1.41$ , espermatocono (%)  $20.33 \pm 0.577$  y concentración espermática (Cel/mL)  $4.3 \pm 1$ . además en un estudio con *Brycon siebenthalae* por (**Cruz-casallas et al., 2004**) evaluaron la calidad espermática encontrando diferencias estadísticas donde sin Extracto Pituitario de Carpa se obtuvo un volumen de  $1.8 \pm 0.2$  ml y con Extracto Pituitario de Carpa  $9.6 \pm 0.7$  ml, la concentración espermática ( $\times 10^6$  spz/ $\mu$ L) sin Extracto Pituitario de Carpa  $13.9 \pm 0.7$  y con Extracto Pituitrio Carpa  $8.4 \pm 0.3$  y el espermatocono (%) sin Extracto Pituitario de Carpa  $41.5 \pm 1.9$  y con Extracto Pituitario de Carpa  $12.6 \pm 0.5$ .

## CAPÍTULO VI: PROPUESTAS

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta Investigación damos las siguientes propuestas:

Validamos el uso de la hormona extracto pituitario de carpa (EPC) y la dosis de 6 mg/kg de peso del pez en dos aplicaciones 10% y 90% de la dosis total, en la inducción para la ovulación de hembras reproductoras de *Myleus schomburgkii* palometa banda negra criados en ambientes controlados.

Planteamos la utilización de la hormona EPC (T1) la dosis de 2 mg/kg de peso del pez en dos aplicaciones 50% y 50% de la dosis total para inducir la espermiación en reproductores machos de *Myleus schomburgkii* palometa banda negra en la presente investigación, pero evaluar luego de que los machos hayan alcanzado la madurez sexual.

A partir de esta investigación proponemos tener en cuenta en los futuros trabajos que se plantean desarrollar con respecto a la reproducción inducida de *Myleus schomburgkii* palometa banda negra y llegar a completar el paquete tecnológico completo.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Se concluye que el tratamiento 1 con la hormona extracto pituitario de carpa (EPC) tiene efectos positivos con el 66.6% de respuesta hormonal en la ovulación de las hembras de *Myleus schomburgkii*.

En la inducción de *Myleus schomburgkii* referente a la espermiación solo hizo efecto positivo el tratamiento 1 con la hormona EPC con una respuesta hormonal del 22. 2% mientras que las hormonas conceptual y ovaprim no tuvieron respuesta alguna.

Respecto a la evaluación del diámetro ovocitario de *Myleus schomburgkii* durante los 7 meses muestreados se encontraron ovocitos en todos los meses y de diferentes tamaños siendo un indicador de ser una especie con desoves parcelados.

Establecemos el uso del tratamiento hormonal T1 con Extracto Pituitario de Carpa con una dosis para las hembras de 6 mg/kg de pez en dos aplicaciones (10% inicial y 90% final con un intervalo de 15 horas y en el caso de machos recomendamos el uso de Extracto Pituitario de Carpa de 2 mg/kg de pez en dos aplicaciones (50% inicial y 50% final para la obtención de esperma en *Myleus schomburgkii*.

El sistema en peceras utilizados para la incubación de *Myleus schomburgkii* palometa banda negra fueron efectivas en comparación con el sistema clásico de incubadoras Woynarovich de flujo vertical y el de circuito cerrado.

## CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

Existe escasa información básica referente a *Myleus schomburgkii* por eso se recomienda realizar estudios de Bioecología de la especie en la cuenca del río Nanay permitiendo en un futuro entender más referente a la reproducción de esta especie siendo fundamental saber la talla de primera madurez sexual y así alcanzar con éxito la reproducción en cautiverio y su inserción en la acuicultura con fines ornamentales y de consumo.

Utilizar los protocolos de inducción hormonal establecidos en esta investigación poniendo mucho énfasis en el Extracto Pituitario de Carpa (EPC) pero utilizando un sistema diferente que induzca la ovulación y espermiación por ejemplo en acuarios de gran volumen o tanques de concreto.

Realizar más experimentos usando otros protocolos de inducción hormonal referente a las dosis de hormonas en especial con la hormona de primera elección en carácidos (Extracto Pituitario de Carpa) e intervalos de inducción diferente en *Myleus schomburgkii* con la finalidad de alcanzar la reproducción inducida de esta especie.

El uso de tanques de mayólica con color blanco no fueron los adecuados durante el proceso de inducción hormonal ya que los peces se estresaban y los ojos se blanqueaban por lo que se recomienda utilizar colores oscuros en el revestimiento de estos sistemas que sean diferentes a las características antes mencionadas.



## CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- **Alarcón G., L. Echevarria, C. Llerena, N. Mamani, y D. Inga.** Evaluación de la efectividad sobre el desove de tres protocolos de inducción hormonal con acetato de buserelina en *Piaractus brachypomus* aplicados en un centro de reproducción en cusco. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 3 (2), 51-57.
- 2.- **Alcántara F., F. Chu, C. Chávez, S. Tello, K. Bances, M. Torrejón, J. Gómez, y J. Noriega. 2007.** La pesquería de la *arahuana Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de su cultivo. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*. 16 (1-2): 55-61pp
- 3.- **Alcántara B., Fernando.; Verdi O. Lorgio.; Murrieta M., Germán A.; Rodríguez Ch., Luciano.; Chu K., Fred.; Tello M., Salvador.; Del Águila P., Marina. 2016.**Evaluación de dos inductores hormonales en la ovulación y desove de tres especies ícticas amazónicas. *Cienc amaz (Iquitos)* 6 (1), 103-108pp
- 4- **Andrade C., Marcelo; Jégu., Michel; Giarrizzo., Tommaso. 2016.** A new large species of *Myloplus* (Characiformes, Serrasalminidae) from the Rio Madeira basin, Brazil. *ZooKeys* 571: 153–167 (2016). DOI: 10.3897/zookeys.571.5983
- 5.- **Arias CJA, Aya BE. 2009.**Respuesta reproductiva de gancho rojo, *Myleus rubripinnis*, a dos tratamientos hormonales. *Mem XV Jornada Acui IALL. UnLlanos-IALL*. Villavicencio, oct. 9 2009. 25-29pp
- 6.- **Arias CJA, Aya BE. 2011.** Reproducción inducida con Extracto Hipofisario de Carpa de *Myleus schomburgkii*. *Mem XV Jornada Acui IALL. UnLlanos-IALL*. Villavicencio, oct. 9 2009. 25-29pp
- 7.- **Arias J.J, y J. H. L. Hernández. 2008.** Efectos del extracto hipófisario de

carpa común y el análogo de la GnRH sobre la maduración final del oocito y el desove de la cachama negra (*Colossoma macropomun*). Revista Científica, Vol, XIX, Núm.5, septiembre - octubre, 2009, pp. 486-494. Universidad del Zulia, Venezuela.

8.- **Ascón, G. 1992a.** Reproducción de alevinos de "Gamitaría" *Colossoma macropomun* y "Paco" *Piaractus brachypomus*, mediante el empleo de dos técnicas de reproducción inducida. Folia Amazónica. Vol. NO 4(1) - 1992.

9.- **Ascón, G. 1992b.** Reproducción inducida de "Boquichíco" *Prochilodus nigricans* con Gn-RH (a) en San Martín - Perú. Folia Amazónica. Vol. N° 4(2) - 1992.

10.- **Atencio, G., Víctor 2001.** Producción de alevinos de especies nativas. *Revista MVZ-CÓRDOBA* 2001; 6:(1), 9-14.

11.-**Ayarza R., Jorge A.; Lozano A., Fabiola N. 2018.** Generación y validación de protocolos de inducción hormonal para *Brycon cephalus* (Günther, 1869) "sábalo cola roja" en ambientes controlados. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Acuicultura. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana Facultad de Ciencias Biológicas Maestría en Acuicultura. Iquitos, Perú. 79pp.

12.- **Babilonia M., J. G.; Flores A., M. J. Chuquipiondo G., C. 2013.** Reproducción inducida del sábalo cola roja, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) en confinamiento, en la Amazonía Peruana. *Tesis para optar el grado de Maestría en Acuicultura*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP. Iquitos-Perú: Amazonía Aquaculture Service. 80pp.

13.- **Chu K., F.W.; Alcántara B., F. 2007.** De la selva su acuicultura. Sobre los avances en acuicultura en la Amazonía Peruana y las oportunidades de inversión. *Perú Económico*, 30(1):11-12.

**Cook, A.; Peter, R. 1980.** The effect of temperature on the clearance of intraperitoneally injected gonadotropin in the goldfish *Carassius auratus*. Aquaculture, 19: 275-285

14.- **Corcuy, A.N, y V.V, Valdez. 1994.** Prueba de hipofisación para la reproducción artificial de los peces del género *Colossoma* y *Píaractus*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.A.G.R.M Resumen Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Santa Cruz, Solivia.

15.- **Cruz-Casallas, P. E.; Y. M. Velasco-Santamaria; V. M. Medina-Robles J. A. Morales-Beltrán. 2004.** Relación entre espermatozoides y concentración espermática y variación de la calidad seminal durante la estación reproductiva del yamu (*Brycon siebenthalae*). 111 - 113 p. En: Memorias II Congreso Colombiano de Acuicultura, X Jornada de Acuicultura IALL.

16.- **Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N. 2004.** Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. 533 p

17.- **Daza, V.; Landines, M.; Sanabria, A. 2005.** Reproducción de los peces en el trópico. Ministerio de Agricultura de Colombia - Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá D.C. – Colombia. 246 pp.

18.- **De Jesús, M. J., Kohler, C. C., 2004.** The Commercial Fishery of the Peruvian Amazon. Fisheries Vol. 29 (4), 10–16

19.- **DIREPRO. 2013.** Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura según ámbito y especie (periodo enero – diciembre 2012). Boletín Estadístico.  
<http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU01/2012.pdf>  
f.

20.- **DIREPRO. 2018.** Boletín Estadístico de Peces Ornamentales – Dirección Regional de la Producción. Iquitos, Loreto.

21.- **Ferraz, E.; Cerqueira, V.; Alvarez-Lajonchère, L. & Candido, S. 2000.** Indução da desova do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, através de injeção á implante de LHRHa. Boletim do Instituto de Pesca, 28(2):125-133.

22.- **García A., Montreuil V., Rodríguez R. 2001.** Talla de la primera maduración y época de desove de la “Doncella” *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus), y el “Tigre zúngaro” *Pseudoplatystoma tigrinum* ( Valenciennes), en la Amazonía Peruana. Boletín do Museo Paraense Emilio Goeldi. 1(1): 3 – 13.

23.- **García, A.; Tello, S.; Vargas, G.; Duponchelle, F. 2009.** Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. Fish Physiology and Biochemistry 35, 53- 67

24.- **Gómez. J. 2005.** Plan de Manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la cocha Shahuinto -Río Pacaya - RNPS. Organización Social de Pescadores de Procesadores Artesanales - Los delfines de Manco Capac. 36 p.

25.- **Harvey, B.; Carolsfeld, J. 1993.** Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: IDRC, 1993. 144 pp

26.- **Harvey, B. & Hoar, W. 1980.** Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Bogotá, Colombia 48 pp.

27.- **Hill J., K. Heym, D. Pouder, J. Powell, C. Watson y R. Yanong. 2009.** Survey of Ovaprim use as a spawning aid in ornamental fishes in the United States. As administered through the University of Florida. Tropical Aquaculture Laboratory. North American Journal of Aquaculture. 71: 206 – 209pp.

- 28.- **Hiramatsu K, Todo T, Sullivan CV, Schilling J, Reading BJ, Matsubara T, Ryu YW, Mizuta H, Luo W, Nishimiya O, Wu M, Mushirobira Y, Yilmaz O, Hara A. 2015.** Ovarian yolk formation in fishes: Molecular mechanisms underlying formation of lipid droplets and vitellogenin-derived yolk proteins. *General and comparative endocrinology*, 221, 9-15.
- 29.- **Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. 2011.** Peces ornamentales amazónicos. Catálogo 2a Edición. Iquitos. Perú. 72 pp
- 30.- **Kestemont, P. 1988.** Effects of hormonal treatments on induced ovulation in Gudgeon, *Gobio gobio*. *Aquaculture*, 68:373-385.
- 31.- **Landines M, Mojica H. 2005.** Manejo y Reproducción de Carácidos. En: Victoria P, Landines M, Sanabria A. Reproducción de los peces en el trópico. Universidad Nacional de Colombia, editor. Bogotá; 2005. 91 – 104
- 32.- **Le Bail., P.Y.; Margeridon, A., Cauty, C., Planquette, E., Prevost, E., Loir, M. 1989.** Reproductive biology of *Myleus ternetzi*. *Aquat. Living Resour*, 2(3): 175-183pp
- 33.- **LAEVASTU, T. 1980.** Manual y métodos de biología pesquera. Editorial Acribia, Madrid, 243 pp.
- 34.- **Machado A., Antonio. 2003.** Peces de agua dulce. *Biodiversidad en Venezuela*, 1, 562-581.
- 35.- **Martino, G. 2006.** Contribución sobre desoves artificiales múltiples con las especies del género *Colossoma* y *Piaractus* en un mismo periodo reproductivo. Comunicación técnica - CIVA 2006 f <http://www.dva2006.orQI>, 147-151.
- 36.- **Monge V., Maximiliano & Navarro P., Karen E. 2014.** Levante de postlarvas de banda negra, *Myleus schomburgkii* (Jardine & Schomburgk,

1841) (PISCES - SERRASALMIDAE), utilizando diferentes tipos de alimento vivo. Requisito para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela de Formación Profesional de Acuicultura. Iquitos, Perú. 88pp

37.- **Moreau, Y, y M. Coomes. 2006.** Biodiversidad y piscicultura Tropical: Modelos de los grandes bagres del Sureste Asiático. P. 251 - 258. En: Primer coloquio de la Red de investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RITA), Editores J.F. Renno, J. Nuñez, C. García Dávila y F. Duponchelle, Iquitos, 27 de junio-I de julio, Perú.

38.- **Noriega D., Arnold O. & Del Águila C., Alex S. 2018.** Densidad de siembra y frecuencia alimenticia en el crecimiento de postlarvas de palometa banda negra *Myleus schomburgkii* (JARDINE, 1841) hasta la talla comercial en ambientes controlados. Requisito para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela de Formación Profesional de Acuicultura. Iquitos, Perú. 54pp

39.- **Nunes G., Vivian. 2015.** Revisão taxonômica de *Myleus* Müller & Troschel, 1844 e *Myloplus* Gill, 1896 (Characiformes, Serrasalminidae). Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais. Área de concentração: Ciências Ambientais. Maringá, Brasil. 124pp

40.- **Núñez C., Audrey. 2017.** Caracterización del desarrollo embrionario de *Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841) "Palometa banda negra" en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP-LORETO). Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniera Pesquera. Universidad Nacional de San

Agustín de Arequipa - Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Arequipa, Perú. 68pp

41.- **Ononuju C., L. Afuluenu y P. Effiong. 2007.** Induced propagation of African clariid catfish, *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffrey Saint Hillarie, 1809) using synthetic and homoplastic hormones. *African Journal of Biotechnology*. 6 (23): 2687 – 2693.

42.- **Pardo-Carrasco, S.; Suarez-Mahecha, H.; Muñoz-Lara, D.; Arias-Castellanos, J. & GIL, G. 2002.** Inducción de la ovulación y del desove del yamú, *Brycon siebenthalae*, con implantes de mGnRH-a. *Boletim do Instituto de Pesca*, 28(1): 19-24.

43.- **Pérez S., Daniela I. 2018.** Respuesta del eje reproductivo frente a la restricción alimentaria en el pez cíclido *Cichlasoma dimerus*. *Tesis presentada para optar al título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires en el área: CIENCIAS BIOLÓGICAS*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Argentina. 236pp

44.- **Phelps R. 2010.** Recent advances in fish hatchery management. *Rev. Bras. Zootec.* 39: 95 – 101pp

45.- **Prieto G., Bertha; Mireya Velázquez P., Mireya. 2002.** Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. *Rev Fac Med UNAM* Vol.45 No.6 noviembre-diciembre, 2002. 251-257pp

46.- **Robattini C., Helena. 2016.** Status da reprodução de espécies nativas de peixes do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul como exigência parcial para obtenção do título de Médica Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Veterinária. Porto Alegre, Brasil. 32pp

- 47.- **Rottmann, R.W.; J.V. Shireman Y F.A. Chapman.1991.** Determining Sexual Maturity of Broodstock for Induced Spawning of Fish. SRAC Publication, 423: 1-4
- 48.- **Sampaio V., Edson & Sato Y. 2006.**Biologia reprodutiva e desova induzida de duas espécies de bagres (Osteichthyes: Siluriformes) da bacia do rio São Francisco. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(3). 263-268pp
- 49.- **Sampaio V., Edson & Sato, Y. 2007.**Desova induzida e aspectos reprodutivos de *Curimatella lepidura* (Eig. & Eig., 1889) (Osteichthyes, Characiformes), espécie endêmica da bacia do rio São Francisco. *Revista Brasileira de Zoociências*, 9(2):137-144pp
- 50.- **Sampaio V., Edson& Sato, Y. 2009.**Aspectos reprodutivos de *Leporinus piau* Fowler, 1941 (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia Rio São Francisco, submetido à desova induzida *Ciência Animal Brasileira*, 10 (2009). 157–165pp
- 51.- **Sánchez S., A. González, J. Ortiz y J. Roux. 2006.** Utilización de hipófisis de diferentes peces autóctonos y extracto hipofisiario de carpa en la reproducción artificial de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*). Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias. Resumen: V-061.
- 52.- **Santos, G.; Ferreira, E.; Zuanon, J. 2006.** Peixes Comerciais de Manaus. Edições Ibama. Manaus: Ibama/AM, Pro Várzea, 40-43 p
- 53.- **Schulz RW, Nóbrega RH. 2011.**The reproductive organs and processes| Anatomy and Histology of Fish Testis. Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment, 1, 616-626pp
- 54.- **Streit JR, D. P.; Moraes, G. V.; Ribeiro, R. P.; Cardozo, R. M.; Moreira, H. L. M. 2002.** As tendências da utilização do extrato de hipófise na



reprodução de peixes – revisão. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, Umuarama, v. 5,. n. 2, p. 231 – 238

55.- **Taphorn D. C. 1992.** The characiform fishes of the Apure River Drainage, Venezuela. University of Florida.

56.- **Ramos, S. 2000.** Efeito de análogos de LHRH em combinação com receptores antagonistas de dopamina na indução à pulação do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), Disertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo. 47 p.

57.- **Verdi-Olivares, L., F. Alcántara-Bocanegra, L. Rodríguez-Chu, F. Chu-Koo, P. Ramírez-Arrarte y S. Tello-Martín. 2014.** Validación del Protocolo de Reproducción de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachipomus* y *Prochilodus nigricans* en Condiciones Controladas. *Ciencia Amazónica*. 4 (1): 54 – 59

58.- **Vazzoler AEA de M. 1996.** Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá (Brasil): Editora da Universidade Estadual da Maringá.

59.- **Villanueva M. y A. De la Motta. 1998.** Maduración sexual de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* fuera de temporada de reproducción natural. *Rev. Multequina*. 7: 61 – 68.

60.- **Woynarovich, E.; Horváth, L. 1983.** A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. FAO/CODEVASF/CNPq. Brasília.

61.- **Zohar, Y., Mylonas, C.C., 2001.** Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture* 197, 99–136.

## **ANEXOS**

## ANEXO N° 1. Ficha del tratamiento hormonal en hembras

Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	DOSIS (6 mg/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada (mg)	Efecto
					DE (10%)	DD (90%)		
EXTRACTO DE PITUITARIA DE CARPA	1°	H	0.4	25	0.20	1.80	2.00	Positivo
		H	0.45	26	0.23	2.03	2.25	Positivo
		H	0.45	27	0.23	2.03	2.25	Negativo
	2°	H	0.54	25.0	0.27	2.43	2.70	Positivo
		H	0.79	29.5	0.40	3.56	3.95	Positivo
		H	1.14	32.0	0.57	5.11	5.68	Positivo
	3°	H	0.83	28.0	0.42	3.74	4.15	Positivo
		H	1.15	33.0	0.58	5.18	5.75	Negativo
		H	0.50	25.0	0.25	2.25	2.50	Negativo
	Promedio		0.69	27.83	0.35	3.12	3.47	-
Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	DOSIS (2.5 ml/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada	Efecto
					DE (10%)	DD (90%)		
CONCEPTAL	1°	H	0.50	25	0.65	0.65	1.30	Negativo
		H	1.18	33	1.53	1.53	3.07	Negativo
		H	0.47	26	0.60	0.60	1.21	Negativo
	2°	H	1.11	32	1.44	1.44	2.89	Negativo
		H	0.51	26	0.66	0.66	1.33	Positivo
		H	1.14	32	1.48	1.48	2.96	Negativo
	3°	H	0.565	25.7	0.73	0.73	1.47	Negativo
		H	1.15	33.0	1.50	1.50	2.99	Negativo
		H	0.49	25.0	0.64	0.64	1.27	Negativo
	Promedio		0.79	28.63	1.03	1.03	2.05	-
Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	DOSIS (0.5 ml/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada	Efecto
					DE (10%)	DD (90%)		
OVAPRIM	1°	H	0.51	35	0.13	0.13	0.26	Negativo
		H	0.6	26	0.15	0.15	0.30	Negativo
		H	1.15	32	0.29	0.29	0.58	Negativo
	2°	H	0.80	28.00	0.20	0.20	0.40	Negativo
		H	0.50	26.00	0.13	0.13	0.25	Negativo
		H	0.50	25.00	0.13	0.13	0.25	Negativo
	3°	H	0.52	31.50	0.13	0.13	0.26	Negativo
		H	0.51	35.00	0.13	0.13	0.26	Negativo
		H	1.03	32.00	0.26	0.26	0.52	Negativo
	Promedio		0.68	30.06	0.17	0.17	0.34	-

## ANEXO N° 2. Ficha del tratamiento hormonal en machos

Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	Cantidad de semen	DOSIS (2 mg/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada (mg)	Efecto
						DE (50%)	DD (50%)		
EXTRACTO DE PITUITARIA DE CARPA	1°	M	0.79	28	0.02 ml.	0.79	0.79	1.58	Positivo
		M	0.81	27.5	0.02 ml.	0.81	0.81	1.62	Positivo
		M	0.55	26	-	0.55	0.55	1.10	Negativo
	2°	M	0.65	30	-	0.65	0.65	1.30	Negativo
		M	0.95	30	-	0.95	0.95	1.90	Negativo
		M	0.7	26	-	0.70	0.70	1.40	Negativo
	3°	M	0.65	27	-	0.65	0.65	1.30	Negativo
		M	0.68	28	-	0.68	0.68	1.36	Negativo
		M	0.76	27.00	-	0.76	0.76	1.52	Negativo
	Promedio		0.7	27.72	0.02	0.73	0.73	-	-
Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	Cantidad de semen	DOSIS (1.5 ml/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada (ml)	Efecto
						DE (50%)	DD (50%)		
CONCEPTAL	1°	M	0.755	29	-	0.57	0.57	1.13	Negativo
		M	0.815	29	-	0.61	0.61	1.22	Negativo
		M	0.71	27	-	0.53	0.53	1.07	Negativo
	2°	M	0.658	28	-	0.49	0.49	0.99	Negativo
		M	0.68	29	-	0.51	0.51	1.02	Negativo
		M	0.735	28.5	-	0.55	0.55	1.10	Negativo
	3°	M	0.585	27.5	-	0.44	0.44	0.88	Negativo
		M	0.585	27.5	-	0.44	0.44	0.88	Negativo
		M	0.57	28	-	0.43	0.43	0.86	Negativo
	Promedio		0.7	28.17	-	0.51	0.51	-	-
Tratamiento	Repetición	Sexo	Peso (kg)	Longitud (cm)	Cantidad de semen	DOSIS (0.25 ml/Kg de P.V)		Cantidad de hormona utilizada (ml)	Efecto
						DE (50%)	DD (50%)		
OVAPRIM	1°	M	0.575	25.5	-	0.07	0.07	0.14	Negativo
		M	0.73	27	-	0.09	0.09	0.18	Negativo
		M	0.57	26	-	0.07	0.07	0.14	Negativo
	2°	M	0.9	29	-	0.11	0.11	0.21	Negativo
		M	0.7	29	-	0.09	0.09	0.18	Negativo
		M	0.7	28	-	0.09	0.09	0.18	Negativo
	3°	M	0.7	27	-	0.08	0.08	0.16	Negativo
		M	0.8	30	-	0.10	0.10	0.20	Negativo
		M	0.7	27	-	0.08	0.08	0.16	Negativo
	Promedio		0.69	27.56		0.09	0.09	-	-

### ANEXO N° 3. Ficha de respuesta hormonal en hembras y machos

	respuesta hormonal en hembras			FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
	epc	conceptal	ovaprim	Tratamentos	2	76.5 e+02	38.2 e+02
	t1	t2	t3	Erro	6	29.6 e+02	493.951
r1	66.60	0.00	0.00				
r2	100.00	33.30	0.00	F =	7.7408		
r3	33.30	0.00	0.00	(p) =	0.0221		
promedio	66.63	11.10	0.00	Média (Coluna 1) =	66.6333		
desv standard	33.35	19.23	0.00	Média (Coluna 2) =	11.1		
				Média (Coluna 3) =	0		
	T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL	T3 (OVAPRIM				
	66.6	11.1	0	Tukey:	Diferença	Q	(p)
				Médias ( 1 a 2) =	55.5333	4.3279	ns
				Médias ( 1 a 3) =	66.6333	5.1929	< 0.05
				Médias ( 2 a 3) =	11.1	0.8651	ns

	Respuesta hormonal en machos			FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
	epc	conceptal	ovaprim	Tratamentos	2	98.6 e+01	492.84
	t1	t2	t3	Erro	6	29.6 e+02	492.84
r1	66.6	0	0				
r2	0	0	0				
r3	0	0	0	F =	1		
promedio	22.2	0	0	(p) =	0.4238		
desv standard	38.45	0	0				
	T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL	T3 (OVAPRIM				
	22.2	0	0				

## ANEXO N° 4. Ficha de análisis estadístico de las gónadas

	volumen			FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
	t1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)	Tratamentos		2 35.6 e-05	17.8 e-05
r1	0.02	0.00	0.00	Erro		6 26.7 e-05	44.0 e-06
r2	0.02	0.00	0.00				
r3	0.00	0.00	0.00	F =	4		
promedio	0.01	0.00	0.00	(p) =	0.0786		
desv standard	0.01	0.00	0.00				
T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)					
0.01	0.00	0.00					
0.01	0.00	0.00					

Espermatocono (%)							
	t1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)	FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
r1	6.00	0.00	0.00	Tratamentos	2	18	9
r2	3.00	0.00	0.00	Erro	6	18	3
r3	0.00	0.00	0.00				
promedio	3.00	0.00	0.00	F =	3		
desv standard	3.00	0.00	0.00	(p) =	0.1248		
	T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)				
	3.00	0.00	0.00				
	3.00	0.00	0.00				

Cel/μL (10x6)							
	T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)	FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
				Tratamentos	2	19.4 e+02	96.9 e+01
r1	58.2	0	0	Erro	6	17.2 e+02	286.404
r2	35.2	0	0				
r3	0	0	0	F =	3.3843		
promedio	31.13	0.00	0.00	(p) =	0.1035		
desv standard	29.31	0.00	0.00				
	T1 (EPC)	T2 (CONCEPTAL)	T3 (OVAPRIM)				
	31.13	0.00	0.00				
	29.31	0.00	0.00				

**ANEXO N° 5. Diámetro en milímetros (mm) de ovocitos en diferentes meses de evaluación**

N°	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre	Diciembre	Marzo	Abril
1	0.89	0.93	0.79	1.13	0.85	0.57	0.86
2	1.04	0.65	0.57	1.33	1.23	0.70	0.88
3	1.18	0.82	0.60	1.26	0.86	0.73	0.96
4	1.21	0.44	0.60	1.25	0.89	0.60	0.97
5	1.26	0.55	0.92	1.10	1.08	0.77	0.93
6	1.11	0.74	0.77	1.33	1.02	0.84	0.79
7	1.26	0.52	0.76	1.09	0.85	0.83	0.84
8	1.14	0.62	0.73	1.43	0.95	0.88	0.74
9	0.88	1.03	0.68	1.24	0.90	0.85	0.84
10	0.98	0.79	0.81	1.14	0.90	0.78	0.77
11	1.21	0.65	1.06	0.80	1.04	0.73	0.78
12	1.07	0.75	0.84	1.03	0.87	0.77	0.74
13	1.27	0.74	0.85	1.24	1.03	0.87	0.80
14	1.26	0.82	0.87	1.10	0.98	0.77	0.97
15	1.27	1.02	1.10	1.31	1.13	0.71	1.07
16	1.16	0.98	0.86	1.08	0.95	0.73	0.95
17	1.09	0.94	0.87	1.03	1.00	0.57	0.67
18	1.16	0.65	0.70	1.12	0.99	0.68	0.66
19	1.17	0.85	0.98	1.11	0.88	0.85	1.05
20	1.23	0.75	0.93	1.19	0.96	0.67	0.75
21	1.22	0.94	0.85	1.02	1.10	0.83	0.87
22	1.22	0.89	1.23	1.13	1.06	0.94	0.77
23	1.09	0.82	1.04	0.99	1.10	1.00	0.80
24	1.31	0.85	1.13	0.95	0.88	0.82	0.73
25	1.26	0.87	1.24	1.27	1.00	0.64	0.79
26	1.29	1.25	0.69	1.12	0.87	0.80	0.89
27	1.23	0.83	1.04	0.85	0.96	0.67	0.92
28	1.18	1.06	1.08	0.88	0.95	0.98	0.77
29	1.43	0.65	1.05	1.12	0.94	0.88	0.81
30	1.27	0.67	1.12	1.19	0.90	0.80	0.54
P	1.18	0.80	0.89	1.13	0.97	0.78	0.83
DS	0.12	0.18	0.19	0.15	0.10	0.11	0.12

**P: promedio, DS: desviación estándar**

**ANEXOS N° 6. Registros de parámetros físicos y químicos durante la incubación**

N° de registros	T (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Ph	C.E (μS /cm)
1	28.70	7.70	3.86	33.10
2	28.60	7.60	4.45	32.80
3	28.70	7.50	4.44	33.80
4	28.80	7.80	4.53	33.90
5	28.90	7.50	4.50	34.30
6	28.90	7.40	4.60	36.10
7	29.30	7.40	4.54	36.40
8	28.80	7.30	4.60	37.30
9	28.80	7.30	4.36	37.80
10	28.50	7.20	4.38	38.70
11	28.20	7.30	4.20	39.30
12	27.80	7.30	4.43	41.20
13	28.20	7.30	4.44	33.80
14	28.90	7.30	4.52	34.60
15	30.10	7.10	5.76	34.60
16	30.20	7.10	5.63	35.80
17	30.30	7.40	5.80	36.70
18	29.40	7.40	4.94	37.20
19	29.30	7.30	5.10	37.20
20	29.40	7.30	4.48	37.10
21	28.80	7.20	4.46	37.80
22	28.70	7.20	4.45	37.90
23	28.80	7.30	4.53	38.50
24	30.20	7.30	5.20	38.60
25	30.30	7.30	5.63	39.00
26	30.00	7.20	5.80	39.30
27	29.10	7.20	4.98	39.40
28	29.20	7.30	4.98	39.70
29	29.00	7.30	5.01	39.80
30	29.30	7.40	4.98	39.70
promedio	29.11	7.34	4.79	37.05
ds	0.654	0.157	0.513	2.310



**ANEXO N° 7. Ficha de horas/grado de la hembra con chip: 371735**

Horas	Hembra (Chip: 371735)	
	T°	Horas/grado
07:00	27.7	
08:00	27.7	55.4
09:00	27.7	83.1
10:00	27.7	55.4
11:00	27.8	83.2
12:00	27.8	111
13:00	28	139
14:00	28.2	167.2
15:00	28.3	195.5
16:00	28.4	223.9
17:00	28.4	252.3
18:00	28.3	280.6
19:00	28.3	308.9
00:00	28	336.9
21:00	27.7	364.6
22:00	27.6	392.2
23:00	27.7	419.9
00:00	27.5	447.4
01:00	27.4	474.8
02:00	27.3	502.1
03:00	27.2	529.3
04:00	27.1	556.4
05:00	27	583.4
06:00	26.9	610.3
07:00	27.1	637.4
08:00	27.6	665
09:00	28.8	693.8