



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
ESCUELA DE POST GRADO

“José Torres Vásquez”



MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA

EFFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE PITUITARIA DE
Prochilodus nigricans* “boquichico”, *Potamorhina latior
“yahuarachi”, *Anodus elongatus* “yulilla” SOBRE LA
LIBERACIÓN Y VIABILIDAD DE PRODUCTOS GONÁDICOS DE
***Piaractus brachypomus* “paco”.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN ACUICULTURA.

Autora: Rubith Magaly Del Risco Orbe.

Iquitos – Perú

2014

MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

.....
Dr. Enrique Ríos Isern

Presidente

.....
Msc. Roxana Cubas Guerra

Miembro

.....
Msc. Marina Del Águila Pizarro

Miembro

Asesor

.....
Dr. Fernando Alcántara Bocanegra

Dedicatoria

A Dios todopoderoso por darme la vida y estar presente en todo momento de mi vida. A mi esposo Tito y a mi hija Aleshka Inés a quienes amo y son ellos el motor de cada día para superarme en lo profesional y lo personal.

A mis padres Feliciano y Susana, mis hermanos Bibiana y Abel, a quienes les estoy muy agradecido por el cariño, aliento y todo el esfuerzo brindado en todo momento, en especial por su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

- A **Dios** nuestro señor, por su grandioso amor, permitiéndome en todo momento de mi vida crecer personal y profesionalmente.
- A la Presidencia del **Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica**. Al **Proyecto Cátedra Concytec/Acuicultura**. Al Dr. Lorgio Verdi Olivares su Coordinador. Por el apoyo financiero brindado para la realización del presente estudio.
- Al Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) del Programa de Investigación AQUAREC, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), por brindarme todas las facilidades en sus instalaciones para la ejecución de la presente investigación de tesis. Así mismo al equipo técnico y administrativo de dicho Centro por el apoyo y asistencia durante la fase experimental de la tesis.
- A mi asesor el **Dr. Fernando Alcántara Bocanegra** por su apoyo, su amistad y orientación durante la realización de esta investigación.
- Así mismo, a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo y culminación de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra” del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en donde el propósito de este estudio fue determinar el efecto de dos concentraciones de pituitaria de *Prochilodus nigricans* “boquichico”, *Potamorhina latior* “yahuarachi”, *Anodus elongatus* “yulilla” a reproductores de “paco” *Piaractus brachypomus*; en un tiempo de experimentación de 60 días. Los reproductores de “paco” utilizados fueron del Centro de Investigaciones “FAC”, las dosis suministradas de cada pituitaria – hipófisis fue de 2.5 y 5.0 mgrs. de hip/kgrs de peso en hembras y los machos de 1.0 y 1.5 mgrs de hip/kgrs. de peso. Diez horas post inducción, se procedió a liberar a las parejas al no presentar indicios de desove, sin embargo en la dosis de 2.5 mg/Kg. de pez de las tres especies donantes tuvieron una leve respuesta al inductor hormonal dado que se pudo notar signos de dilatación de la parte ventral del pez e internamente aumentó el porcentaje en la migración del núcleo. En las hembras inducidas con hipófisis de “boquichico” a una dosis de 5.0 mg/Kg. de pez no llegaron a desovar observándose prolapso post inducción probablemente por la sobredosis hormonal notándose el endurecimiento abdominal. Siendo adelantado concluir que esta especie no respondió satisfactoriamente frente a las dosis establecidas.

Palabras claves: Paco, Reproducción, Inducción, Hipófisis, Fertilización.

ABSTRACT

This work was conducted in the Research Center "Fernando Alcantara Bocanegra" Research Institute of the Peruvian Amazon where the purpose of this study was to determine the effect of two concentrations of pituitary *Prochilodus nigricans* "boquichico" *Potamorhina latior* "yahuarachi" *Anodus elongatus* "yulilla" players to "paco" *Piaractus brachypomus*, an experimental time of 60 days. Players "paco" used were of the Research Center "FAC" pituitary supplied each dose - pituitary was 2.5 and 5.0 mgrs . hip / kgs weight in females and males of 1.0 and 1.5 mgrs hip / kgs. weight . Ten hours post induction , proceeded to release the couples when no traces of spawning , however the dose of 2.5 mg / Kg . fish species of the three donors had a mild response to hormonal inducer because they could see signs of dilatation of the ventral part of the fish and internally increased the percentage migration of the nucleus. In females with pituitary induced "boquichico" at a dose of 5.0 mg / Kg . fish did not reach spawning induction observed prolapse post probably hormonal overdose noticing the abdominal tightening . Being upfront conclude that this species did not respond satisfactorily meet the established dose.

Keywords : Paco , Playback , Induction, Pituitary , Fertilization .

CUADRO DE CONTENIDOS

	Página
Página de Jurado y Asesor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Resumen.....	v
Cuadro de Contenido.....	vi
Lista de Tablas.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Gráficos.....	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	19
3.1.1. Área de Investigación	19
3.1.2. Tipo de investigación	20
3.1.3. Diseño Experimental	20
3.1.4. Población y Muestra	21
3.2. Procedimientos, técnica e instrumentos de recolección de datos	21
3.2.1. Hipófisis de especies donadoras	21
3.2.1.1. Recolección de glándula de pituitaria del medio natural	21
3.2.1.2. Técnica de preservación de hipófisis	22
3.2.2. Reproducción inducida	22
3.2.2.1. Selección de reproductores	22
3.2.2.2. Preparación del tratamiento hormonal	24
3.2.2.3. Inducción	25
3.2.3. Tratamiento hormonal	26
3.2.4. Procesamiento de la Información (Tratamientos de datos).....	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	28
4.1.1. Hipófisis de especies donadoras	28
4.1.1.1. Recolección y Preservación de glándula de pituitaria (Hipófisis)..	28

4.2.2. Reproducción Inducida	29
4.2.2.1. Selección de Reproductores	29
4.2.2.2. Inducción	32
3.2.3. Tratamiento hormonal	32
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	36
CAPÍTULO VI. CONCLUSION	39
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	40
CAPÍTULO VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	41
CAPÍTULO IX. ANEXOS	51

LISTAS DE TABLAS

N°	TÍTULO	Página
01	Estímulos y concentraciones a aplicarse en la reproducción de “paco”	20
02	Tratamientos hormonales aplicados a las hembras de “paco”	25
03	Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “boquichico en la extracción de pituitaria - hipófisis.....	28
04	Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “yahurachi” en la extracción de pituitaria - hipófisis.....	29
05	Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “yulilla” en la extracción de pituitaria – hipófisis	29
06	Dosis Total en la inducción hormonal según el Peso y la Concentra ción de dosis en hembras de “paco”	32

LISTAS DE FIGURAS

N°	TÍTULO	Página
01	Imagen satelital del área de estudio	19
02	_Recolección de la muestra en puerto y observación grado de madurez	21
03	Extracción de la Hipófisis y preservación en acetona pura.....	22
04	Selección de reproductores hembra y macho de “paco” del estanque N° 12.....	23
05	Obtención de óvulos y su posterior observación de la posición del núcleo	23
06	Peso de hembras y machos de “paco” y colocados en tanques de cemento.....	24
07	Pituitaria de peces donantes trituradas y pesadas de acuerdo a dosis.....	24
08	Aplicación de la hipófisis vía intraperitoneal en hembras de “paco”	25
09	Biopsia post-inducción y observación del efecto de hipófisis aplicado de acuerdo a la dosis.....	25
10	Características post inducción: Papila genital roja evaginada	33
11	Características post inducción: vientre flácido,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	33
11	Ovocitos con poco % de núcleo en migración (pre inducción).....	35
12	Ovocitos con mayor % de núcleo en migración (post inducción).....	35

LISTAS DE GRAFICOS

Nº	TÍTULO	Página
01	Distribución del peso total de machos de “paco”	30
02	Distribución del peso total de hembras de “paco”	30
03	Distribución de la longitud total de machos de “paco”	31
04	Distribución de la longitud total de hembras de “paco”	31
05	Porcentaje de núcleo en migración pre inducción.....	35
06	Porcentaje de núcleo en migración post inducción.....	35

CAPITULO 1

1.1.- INTRODUCCIÓN

El “paco” (*Piaractus brachypomus*) es una especie dulceacuícola ampliamente distribuida en toda la cuenca amazónica (Roux y Bechara. 1998). En la actualidad se le considera como uno de los peces con mayor potencial productivo y reproductivo para las distintas formas de piscicultura (Castagnolli. 1992; Ministerio de Pesquería, 2000; Perdomo *et al.*, 2002; Luchini. 2004; García *et al.*, 2009).

Esta especie en su hábitat natural está influenciada a constantes estímulos ambientales que activan una serie de eventos fisiológicos como son la proliferación oogonial, la vitelogénesis, la maduración de los oocitos y la ovulación. (Lam. 1983; Blanco. 1999; Atencio. 2001; Rodríguez y Carrillo. 2001; Atencio. 2002). Algunas especies en cautiverio no se reproducen de manera espontánea, en estas condiciones, las gónadas crecen y se desarrollan normalmente, pero la maduración final del oocito, la ovulación y la espermiación no ocurren (Donaldson y Hunter. 1983; Woynarovich y Horvath. 1983; Matsuyama *et al.*, 1991; Senhorini y Landines. 2003). Estos eventos, que en el medio natural son iniciados por un aumento en la secreción de la gonadotrofina hipofisiaria (GtH) en cautividad lo bloquea. (Swanson, 1991; Copeland y Thomas, 1992; Yaron. 1995; Lutz. 1998; Atencio. 2001; Marino *et al.*, 2003; Cruz *et al.*, 2004; Cruz. 2006). Estudios realizados, por varias décadas, en numerosas especies han demostrado que es posible reforzar hormonalmente o reemplazar enlaces específicos en las vías reproductivas a través de la intervención hormonal (Woynarovich y Horvath. 1983; Olivereau y Nagahama, 1983; Van Oordt y Peute, 1983; Otero *et al.* 1986; Cambre *et al.* 1986; Fortuni *et al.*, 1988; Quesada *et al.* 1988;

Romagosa *et al.*, 1990; Rottman *et al.* 1991; Rodríguez. 1992; García-García. 1994; Zaniboni-Filho. 1996; Atencio-García 2000; Romagosa *et al.*, 2001; Narahara *et al.*, 2002; Atencio. 2002; Streit. *et al.* 2002; Romagosa *et al.*, 2004; Muñoz *et al.*, 2004). El protocolo más ampliamente usado en la reproducción inducida de esta especie, es empleando extracto de hipófisis de carpa ((Donaldson y Hunter, 1983; Vinatea. 1987; Carolsfeld. 1989; Wallace y Selman. 1991; Landinez. 1994; Donaldson. 1996; Atencio. 2001; Streit. *et al.*, 2002; Andrade *et al.* 2002; Cordero *et al.*; 2003;). Actualmente la tendencia es la búsqueda de otros inductores que permitan obtener mejores resultados en cuanto a la calidad de los gametos producidos (Ihering y Azevedo. 1934; Eckman. 1980; Luchini y Rancel. 1981; Alcántara *et al.* 1982; Alcántara *et al.* 1985; Alcántara *et al.* 1986; Da silva. *et al.* 1987; Alcántara *et al.* 1987; Rosas *et al.*, 1999; Padilla *et al.*, 2001; Atencio. 2002; Martino. 2003; Mata *et al.*, 2004. Voto. 2004). El objetivo principal de este estudio es determinar el efecto que tiene dos concentraciones de pituitaria de *P. nigricans* “boquichico”, *P. latior* “yahuarachi”, *A. elongatus* “yulilla” sobre la liberación y viabilidad de productos gonádicos de *P. brachypomus*.

La finalidad de esta investigación fue aportar información referida a cuan efectiva es el uso de hipófisis de estas tres especies en la reproducción del paco que pretende tener una alternativa en el uso de hipófisis de menor costo especialmente al alcance de la economía del acuicultor.

CAPÍTULO 2

2-1.- ANTECEDENTES

La ictiofauna amazónica está compuesta en su mayoría de peces considerados en los órdenes characiformes, siluriformes, perciformes y osteoglosiformes. Estos órdenes constituyen importantes grupos de peces que desempeñan un rol particular como componentes de los desembarques en los principales puertos de la cuenca. La composición de las capturas se debe, entre otras razones, a la abundancia y a la preferencia por ciertas especies (Padilla *et al.* 2001).

En la Amazonía Peruana se explota cerca de 70 especies de peces para consumo humano y más de 400 con fines ornamentales. En el Perú, cerca del 80% de las capturas de pesca en agua dulce, está constituido por boquichico (*P. nigricans*), llambina, yahurachi, dorado, chio chio, palometa, ractacara, corvina, sardina, sábalo, maparate, doncella, yulilla y saltón (Ministerio de Pesquería, 2000).

Prochilodus nigricans (boquichico), *Potamorhina latior* (llambina) y *Psectrogaster amazónica* (ractacara), constituyen el 62% de los desembarques en la región Loreto, y el número de especies registradas en los desembarques se incrementó de 21 especies en el año 1984 a más de 65 especies en el año 2006 (Castagnolli 1992; Garcia *et al.*, 2009).

El *Piaractus*, es una especie que se destaca en nuestra región por conjugar varias de las características deseables a la hora de escoger una especie en emprendimientos destinados a la piscicultura como ser su hábito alimentario omnívoro, buena resistencia a enfermedades y a las condiciones climáticas imperantes y buena tasa de crecimiento en cautiverio en sistema semi intensivo de

engorde (Roux y Bechara. 1998). Asimismo la carne tiene buena aceptación por parte del mercado consumidor a precios diferenciados y se han logrado resultados satisfactorios en la reproducción en cautiverio, siendo necesario en la actualidad el mejoramiento de las metodologías utilizadas (Perdomo *et al.* 2002; Luchini. 2004).

De acuerdo con la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el *Piaractus* es un pez migratorio, en condiciones naturales. En cautiverio, bloquea su sistema endocrino inhibiendo la ovoposición o desove (Atencio. 2002).

Mediante un manejo técnico adecuado, el *Piaractus* puede desarrollar sus productos gonadales, es decir: óvulos o espermatozoides para completar el proceso de fertilización, requiriendo, de reproducciones inducidas, aplicando extractos hormonales para estimular su ovulación final y desove (Blanco. 1999; Rodríguez y Carrillo. 2001; Atencio. 2002).

La reproducción es un factor condicionado, regido por las condiciones fisiológicas del pez. Las condiciones externas son captadas por el pez y transformadas en señales nerviosas que activan la formación y liberación hormonal desencadenando el proceso reproductivo (Blanco. 1999; Rodríguez y Carrillo. 2001).

En cautiverio los peces reofílicos maduran, mas no desovan, ya que la maduración gonadal se desencadena solo si se presentan factores medio ambientales adecuados de fotoperiodo, temperatura y pluviosidad (Matsuyama *et al.*, 1991); por tal motivo deben ser inducidas por medio de hormonas gonadotrópicas, las cuales pueden ser exógenas o hipofización (pituitaria de otro pez), de origen mamífero (gonatropina coriónica humana, GCH), de origen químico (esteroides sexuales) o sencillamente sintéticos (hormona liberadora de la hormona luteinizante). (Woynarovich y Horvath.

1983; Otero et al 1986; Atencio-García 2000; Atencio. 2002). Estas hormonas inciden sobre el hipotálamo provocando la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Olivereau y Nagahama, 1983; Van Oordt y Peute, 1983; Cambre et al., 1986; Quesada et al., 1988; García-García, 1994; Muñoz et al. 2004), la cual estimula las células gonadotrópicas de la hipófisis, induciendo la producción de la hormona (FSH), encargada de la formación de vitelo y de la hormona luteinizante (LH), responsable de la maduración final de los ovocitos (Copeland y Thomas, 1992; Yaron. 1995).

El uso de diferentes sustancias para inducir la vitelogénesis, maduración, ovulación y, finalmente el desove en las diferentes especies de peces en cautiverio ha sido evaluado por varios autores (Swanson, 1991; Atencio. 2001.; Cruz et al. 2004.; Cruz. 2006) y actualmente vienen empleándose con éxito en varias especies de peces marinos y estuarinos, tales como los lenguados *Paralichthys tropicus* con gonadotropina coriónica humana (hCG) (Rosas et al. 1999) y el mero *Epinephelus marginatus* (Marino et al. 2003), entre muchas otras. Se han obtenido también resultados exitosos en especies de peces dulceacuícolas como *Brycon cephalus* (Romagosa et al. 2001) y *Brycon insignis* (Andrade et al. 2002), *B. amazonicus* (Landinez. 1994), utilizando en las dos especies Extracto de Hipófisis de Carpa (EHC) (woynarovich. 1977), y en *Brycon opalinus* (Narahara et al. 2002) usando Extracto de Hipófisis de Salmón (EHS). En siluriformes, como *Pseudoplatystoma fasciatum* (Leonardo et al. 2004) también se ha reportado el uso exitoso de EHC solo o combinado con hCG.

La hipofización, considerada como la primera generación de inductores para el desove, ha sido muy usada desde 1930 (Donaldson. 1996; Streit. et al., 2002). El primer ensayo de hipofización fue realizado en Argentina por Bernardo Houssay en 1931, en el cual se suministró mediante inyecciones intraperitoneales extractos de hipófisis de *Prochilodus platensis* en el *Cnesterodon platensis* “bagre” con la finalidad de obtener ovulación. El método fue perfeccionado por Rodolfo Von Ihering, quien en el año de 1934 en colaboración con Azevedo logró el desove en cautiverio del *Prochilodus argenteus* “curimbata” en Brasil (Donaldson y Hunter, 1983).

A la fecha, se ha logrado inducir la reproducción de boquichico, *Prochilodus nigricans* (Pezo y Sicchar, 1979; Eckman, 1980; Alcántara, 1982; Ruiz et al. 1985); sábalo, *Brycon* sp (Eckman, 1980); gamitana, *Colossoma macropomum* (Alcántara.1985) y paco *Colossoma brachypomum* (Alcántara y Guerra. 1986). El grado de avance es variado, siendo Alcántara y Guerra (1986) quienes lograron un avance significativo en la producción de semilla de gamitana y paco para el cultivo (Da silva. et al.; 1987; Rodríguez. 1992; Martino. 2003).

El uso de extracto de hipófisis de carpa (EPC) es el inductor más usado, pero presenta algunas desventajas como su alto costo (Cordero et al.; 2003; Wallace y Selman. 1991), variabilidad en la calidad y cantidad de hormonas presentes (Lam. 1983) especialmente en el contenido de gonadotropinas (GtH).

Brasil se convirtió en el primer país en lograr la reproducción artificial o inducida de *Colossoma*, con aplicaciones de glándulas pituitaria (hipófisis), y una serie de hormonas estimulantes como conceptual, primogonil, anteron, gonadotropina coriónica humana (G.C.H.), etc.(Atencio 2002).

La selección de reproductores aptos para ser inducidos es la etapa mas importante dentro del proceso de desove en cautiverio (Carolsfeld, 1989) y desafortunadamente no siempre se le da la importancia que merece. De los dos procedimientos más comunes utilizados para seleccionar hembras de peces para inducción, por su facilidad es la observación de las características externas de vientre abultado y papila genital prominente. El otro método implica la obtención de ovocitos a través de la técnica de la biopsia ovárica, para porcentualización de la migración nuclear final y medición de los diámetros de los mismos (Romagosa et al. 1990; Harvey & Carolsfeld. 1993; Fortuni et al. 1988).

Existen varios factores que pueden afectar la preparación de un reproductor para que alcance el objetivo principal, que es el de responder a la inducción con hormonas, principalmente hipofisiarias, produciendo óvulos y espermatozoides viables y consecuentemente juveniles de buena calidad. Para que esto ocurra se debe conocer el comportamiento reproductivo de la especie en cautiverio, el origen de los reproductores, la cantidad disponible y el manejo y condiciones de cultivo de estos reproductores (Senhorini y Landines. 2003). En Brasil, existe en la actualidad, un banco de hipófisis en el Centro de Investigación y entrenamiento en Acuicultura (CEPTA), extraídas de hipófisis de curimatá (*Prochilodus lineatus*) con el objeto de viabilizar la reproducción inducida de peces en ese país (Alcántara et al., 1987). Por lo tanto en nuestro país surge también la necesidad de crear un banco de hipófisis de peces que son abundantes en nuestra región y utilizarlo cuando existe una baja disponibilidad de hipófisis en época de reproducción.

CAPÍTULO 3

3.1.- METODOLOGÍA

3.1.1.- Área de estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAAB) del Programa de Investigación para el uso del agua y sus recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). ubicado a la margen derecha del Km. 4.5 de la carretera Iquitos Nauta, al sur oeste de la ciudad de Iquitos. Políticamente pertenece al distrito de San Juan, provincia de Maynas, departamento de Loreto. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas: 18M, 686452 E y 9577874 S, a 112 msnm (Figura 01), Imagen Satelital cortesía de Google Earth ver. 6.1.0.5001.

Figura 01. Imagen satelital del área de estudio



3.1.2.- Tipo de Investigación.

La investigación fue de tipo experimental aplicada, se dice experimental porque se probó dos concentraciones de pituitaria de tres especies diferentes las cuales fueron inducidas en los reproductores de paco y aplicada porque se aportó con resultados para verificar la eficacia de los inductores en la reproducción del “paco” *Piaractus brachypomus*.

3.1.3.- Diseño de Investigación

El diseño corresponde a una investigación experimental, para este trabajo de investigación se utilizó 03 especies de peces donadoras de pituitaria (hipófisis) con 02 concentraciones diferentes (C1 = 2.5 mg/kg; C2 = 5 mg/kg) para cada tratamiento, en un esquema factorial de 3x2, dando un total de 6 unidades experimentales (Tabla 1).

Tabla 01. Estímulos y concentraciones a aplicarse en la reproducción de “paco”

Hipófisis*/Concentración*	C ₁	C ₂	Repeticiones
H ₁	H ₁ C ₁	H ₁ C ₂	H ₁ C ₁ H ₁ C ₁ H ₁ C ₁ H ₁ C ₂ H ₁ C ₂ H ₁ C ₂
H ₂	H ₂ C ₁	H ₂ C ₂	H ₂ C ₁ H ₂ C ₁ H ₂ C ₁ H ₂ C ₂ H ₂ C ₂ H ₂ C ₂
H ₃	H ₃ C ₁	H ₃ C ₂	H ₃ C ₁ H ₃ C ₁ H ₃ C ₁ H ₃ C ₂ H ₃ C ₂ H ₃ C ₂

*(C1= 2.5 mg/kg; C2= 5.0 mg/kg; H1 = Hipófisis Boquichico, H2 = Hipófisis Yahuarachi, H₃ = Hipófisis Yulilla)

Variable independiente (x): Hipófisis y Concentración.

Variable dependiente (y): Productos gonádicos.

3.1.4. Población y muestra.

El universo poblacional estuvo constituido por 24 reproductores de “paco” 12 machos y 12 hembras del estanque N° 12 pertenecientes al Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAAB) del Programa de Investigación para el uso del agua y sus recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

3.2.- Procedimientos, técnica e instrumentos de recolección de datos.

3.2.1. Hipófisis de especies donadoras.

3.2.1.1. Recolección de glándula de pituitaria (hipófisis) del medio natural:

Se recolectó la glándula de pituitaria de los peces donadores en comunidades ubicados a lo largo del río Ucayali, aprovechando el mijano de los peces que es de diciembre a marzo. La extracción de la glándula de pituitaria (hipófisis) se llevó a cabo de acuerdo al proceso reportado por Woynarovich (1977). Al momento de la extracción de la glándula *in situ* se colectó sólo las glándulas de peces que presentaban gónadas en avanzado estado de madurez sexual - estadio III, IV y V (Figura 2) para asegurar la mayor concentración de hormonas y se registró el peso, talla y fecha de recolección.

Figura 2.-Recolección de la muestra en puerto y observación grado de madurez.



3.2.1.2. Técnica de preservación de hipófisis:

Luego de localizar y extraer la hipófisis se procedió a su deshidratación sumergiéndola en acetona pura durante 48 h cambiándole el líquido a las 12 y 24 h (Pickford y Atz 1957). Para su almacenamiento definitivo se dejó secar con una toalla de papel y guardó las glándulas secas en frascos de vidrio para su conservación (Figura 3).

Figura 3.- Extracción de la Hipófisis y preservación en acetona pura.



3.2.2. Reproducción Inducida

3.2.2.1. Selección de reproductores:

Se capturó los reproductores del estanque N°12 en donde se seleccionaron hembras de “paco” por sus características externas como vientre abultado, papila genital ligeramente enrojecida y prominente (Figura 04) y por la observación de la posición del núcleo a través de biopsias del ovario, tomando en cuenta el porcentaje de ovocitos con núcleo en migración (Figura 5). Los machos, fueron elegidos por la emisión de esperma por presión del vientre con los dedos, en la región genital.

Figura 4.- Selección de reproductores hembra y macho de “paco” del estanque N° 12.



Figura 5.- Obtención de óvulos y su posterior observación de la posición del núcleo.



Una vez seleccionados los reproductores, éstos fueron pesados, medidos y trasladados inmediatamente al laboratorio y colocados en tanques de cemento de 1.0 m³ recubiertos con mayólicas, con recambio permanente de agua y a temperatura constante de 27 °C (Figura 6).

Figura 6.- Peso de hembras y machos de “paco” y colocados en tanques de cemento.



3.2.2.2. Preparación del Tratamiento Hormonal

Con ayuda de un mortero y pilón las hipófisis conservadas en refrigeradora de cada pez donante fueron trituradas y pesadas con la ayuda de una balanza analítica - Qhaus Adventurer (Figura 7). La dosis empleada fue de 2.5 y 5.0 mg/kg del peso corporal, los cuales fueron diluidos en 2 ml de suero fisiológico y concentrado en un tubo eppendorf.

Figura 7.- Pituitaria de peces donantes trituradas y pesadas de acuerdo a dosis.



3.2.2.3. Inducción.

Para la inducción se utilizó el extracto de la glándula de pituitaria (H_1 , H_2 , H_3) previamente conservada, recibiendo la dosis total en dos partes. Las hembras recibieron la primera dosis equivalente al 10% (estimulante) y la segunda dosis equivalente al 90% (desencadenante). Los machos recibieron en la primera dosis el 50% y en la segunda dosis el 50% restante. Las inyecciones fueron con jeringas descartables de 1 cc. y 5 cc. La vía de inoculación fue intraperitoneal (Figura 8). La primera dosis fue a las 7:00 pm. y las parejas fueron mantenidas en los tanques de cemento recubiertos con mayólicas y separadas por una malla. Doce horas después (7:00 am.), fue aplicada la segunda dosis.

Tabla 2. Tratamientos hormonales aplicados a las hembras de “paco”

Hormona	Dosis Total	Dosis	
		1° (0h)	2° (12h)
H_1 , H_2 , H_3 (mg/kg)	2.5	0.25	2.25
H_1 , H_2 , H_3 (mg/kg)	5.0	0.50	4.50

Figura 8.- Aplicación de la hipófisis vía intraperitoneal en hembras de “paco”.



3.2.3. Tratamiento Hormonal.

Después de la segunda dosis, se procedió a tomar cada hora el registro de la temperatura, con la finalidad de determinar el tiempo en que se completa la ovulación (periodo de latencia) antes del desove.

Diez horas después de la segunda dosis (5:00 pm), se procedió a observar algún signo que nos indicaría la ovulación, se levantó a las hembras y se realizó una suave presión en la parte abdominal sin deslizamiento de los dedos (stripping), y ver la existencia de expulsión de los ovocitos.

Para reforzar el efecto de los inductores, se realizó la biopsia de los óvulos los cuales fueron vistos a través del estereoscopio (Figura 9), se midió el porcentaje de ovocitos con la posición de núcleo en migración según el tipo de concentración de hipófisis usado. Al percatarse la falta de respuesta de las hembras, fueron liberadas junto a los machos en sus estanques respectivos.

Figura 9.- Biopsia post-inducción y observación del efecto de hipófisis aplicado de acuerdo a la dosis.





3.2.4. Procesamiento de la Información (Tratamientos de datos).

Para el manejo de la información cualitativa se empleó estadística descriptiva e inferencial, a través de tablas de contingencia los cuales fueron procesados con la ayuda del programa SPSS 15.0 para Windows.

CAPITULO 4

4.1.- RESULTADOS

4.1.1. Hipófisis de especies donadoras.

4.1.1.1. Recolección y Preservación de glándula de pituitaria (Hipófisis)

Para obtener la hipófisis de “boquichico” se colectó en total una muestra 310 ejemplares de los cuales se lograron extraer y preservar 225 glándulas de diferentes meses de los años 2011 y 2012. En el laboratorio se pesó la glándula de pituitaria teniendo un peso de 2 mg.

Tabla 3. Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “boquichico en la extracción de pituitaria - hipófisis.

Fecha muestreo	Peso (g)	LS (cm)	Peso gónada (g)
09/01/2011	431,5± 196,7	14,22 ± 7,46	64,3± 20,19
26/01/2011	460,6 ± 302,5	26,78 ± 4,89	59,85± 78,6
27/01/2011	56,6 ± 28,9	13,6 ± 1,68	7,16± 8,3
15/02/2011	356,6 ± 149,0	24,1 ± 2,92	22,17± 23,8
20/02/2011	289 ± 150,5	21,22 ± 11,7	36,18± 20,23
18/01/2012	420,3 ± 308,5	25,81 ± 3,69	53,34± 74,1
03/03/2012	76,6 ± 28,9	13,6 ± 1,68	7,16± 8,3
04/03/2012	386,1 ± 257,8	25,9 ± 4,69	29,35± 53,6

Para obtener hipófisis de “yahuarachi” se colectó en total una muestra 228 ejemplares, de los cuales se lograron extraer y preservar 205 glándulas de diferentes meses de los años 2011 y 2012. En el laboratorio se pesó la glándula de pituitaria teniendo un peso de 1,8 mg.

Tabla 4. Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “yahuarachi” en la extracción de pituitaria - hipófisis

Fecha muestreo	Peso (g)	LS (cm)	Peso gónada (g)
10/01/2011	363,1± 150,2	20,4 ± 8,21	25,33± 20,19
26/01/2011	312,6 ± 178,2	19,8 ± 5,46	21,85± 17,89
19/02/2011	366,6 ± 153,0	24,1 ± 4,72	23,73± 21,2
20/02/2011	321,1 ± 150,5	20,0 ± 10,6	20,10± 19,5
01/03/2012	280,4 ± 150,8	19,8 ± 3,69	34,1± 20,3
03/03/2012	285,6 ± 150,5	19,5 ± 3,65	33,6± 19,8

Para obtener la hipófisis de “yulilla” se colectó en total una muestra 178 ejemplares, de los cuales se lograron extraer y preservar 167 glándulas de diferentes meses de los años 2011 y 2012. En el laboratorio se pesó la glándula de pituitaria teniendo un peso de 1,8 mg.

Tabla 5. Peso, Longitud Estándar (LS) y peso de gónadas de hembras de “yulilla” en la extracción de pituitaria – hipófisis

Fecha muestreo	Peso (g)	LS (cm)	Peso gónada (g)
10/01/2011	298,0± 147,2	20,1 ± 6,90	32,3± 20,10
25/01/2011	300,2 ± 164,2	20,4 ± 6,87	32,2± 20,0
19/02/2011	256,6 ± 164,1	18,8 ± 4,72	28,1± 16,5
20/02/2011	261,4 ± 153,4	18,9 ± 4,44	23,2± 14,5
01/03/2012	277,8 ± 143,9	19,7 ± 4,35	29,7± 20,2
03/03/2012	281,3 ±150,2	19,8 ± 3,86	27,4± 16,8

4.2.2. Reproducción Inducida

4.2.2.1. Selección de Reproductores

Los valores del peso de los “pacos” machos variaron con una media y desviación estándar de 5.013 ± 0.55 , con rangos mínimos y máximos entre 4.0 – 5.9 kg y en las hembras de 6.01 ± 1.17 y 4.40 – 8.85 kg., respectivamente. (Gráfico N°01 y N°02).

Gráfico 01. Distribución del peso total de machos de “paco”.

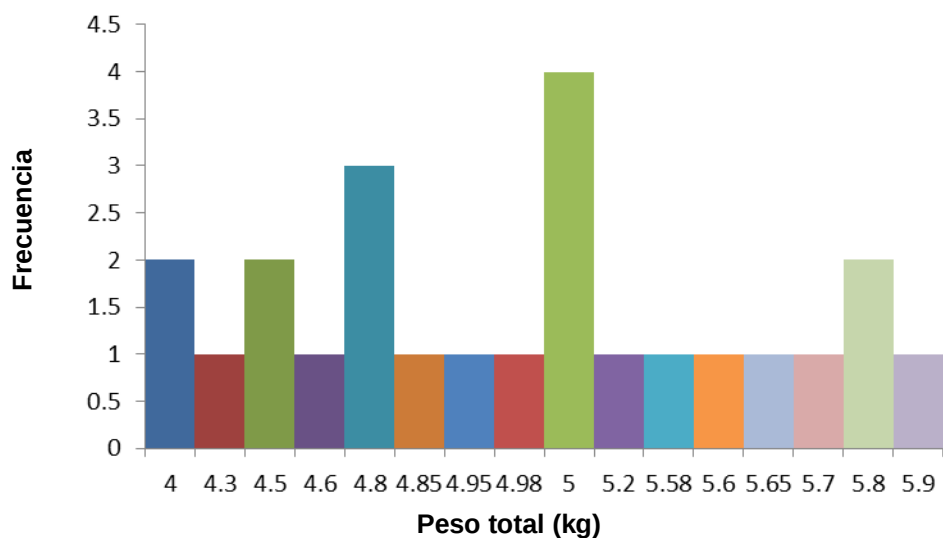
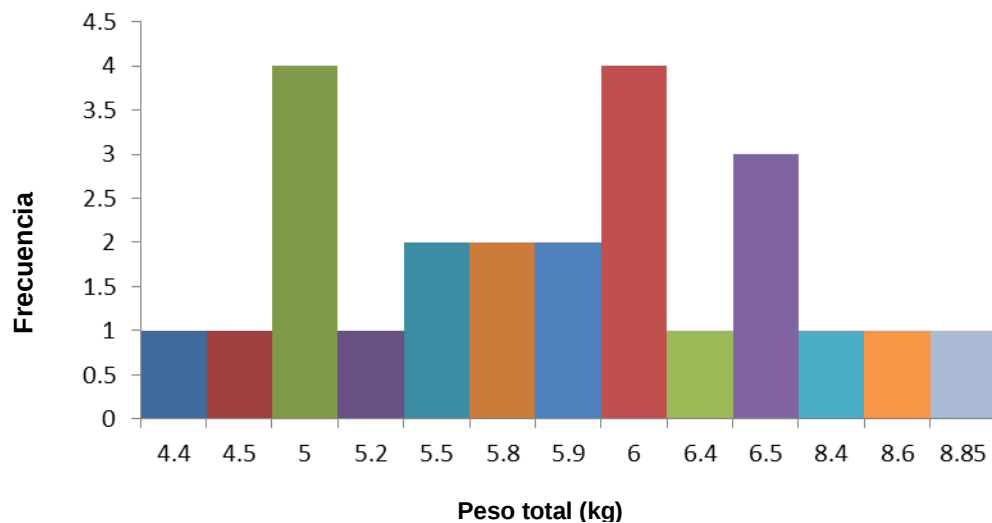


Gráfico 02. Distribución del peso total de hembras de “paco”.



Los valores de longitud de los “pacos” machos variaron con una media y desviación estándar de 60.47 ± 2.16 , con rangos mínimos y máximos entre 55.0 – 63.0 kg y en las hembras de 62.18 ± 3.59 y 55.0 – 69.0 kg., respectivamente. (Ver Gráfico N°03 y N°04).

Gráfico 03. Distribución de la longitud total de machos de “paco”.

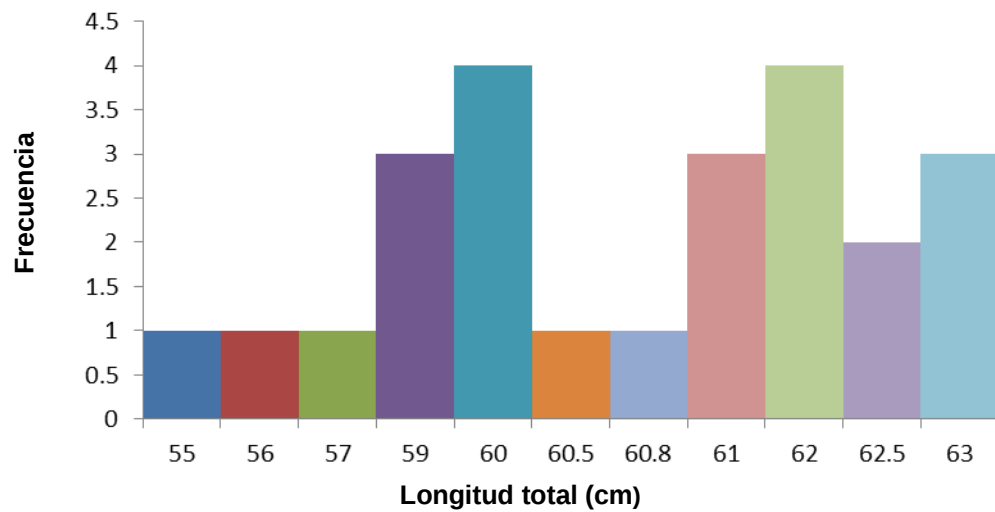
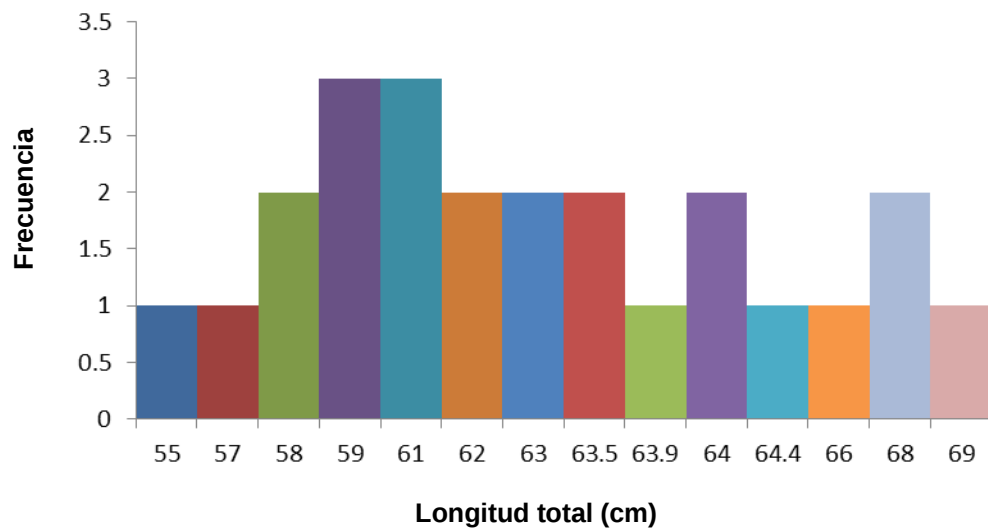


Gráfico 04. Distribución de la longitud total de hembras de “paco”.



4.2.2.3. Inducción

La dosis total aplicada, según la concentración de dosis y el tipo de hormona, se calculó de acuerdo al peso de cada uno de los reproductores (Tabla N° 6).

Tabla N°6.- Dosis Total en la inducción hormonal según el Peso y la Concentración de dosis en hembras de “paco”

Hormona	Peso (Kg.)	Concentración Dosis (mg.)	Dosis Total (mg.)	Dosis Inicial (mg.)	Dosis Final (mg.)
H. Boquichico	4,400	2,5	11	1,1	9,9
	6,000	5,0	30	3	27
H. Yahuarachi	5,900	2,5	14,75	1,475	13,275
	6,500	5,0	32,5	3,25	29,25
H. Yulilla	6,000	2,5	15	1,5	13,5
	5,000	5,0	25	2,5	22,5

4.2.3. Tratamiento Hormonal.

Los parámetros fisicoquímicos del agua en los tanques fueron de 27.96 ± 1.2 °C de temperatura y 6 ± 1.2 mg/l de oxígeno disuelto (Anexo N° 01)

En todos los ensayos realizados a los reproductores de “paco” presentaron las mismas características externas después de la última aplicación de la hipófisis de los peces donantes.

En reproductores hembras, donde se les aplicó la hormona de “boquichico” a una dosis de 5mg/Kg., se observó una manifestación externa de respuesta al tratamiento: el vientre endurecido, la papila genital roja y evaginada con signos de prolapso (Figura 10). En cuanto a la dosis de 2.5mg/Kg. se observó únicamente el vientre flácido.

En reproductores hembras en donde se aplicó hormona de “yahuarachi” y “yulilla” a una dosis de 2.5 y 5mg/Kg., se observó en ambas dosis el vientre flácido y

óvulos en grumos con listas de sangre. (Figura 11).

Figura 10.- Características post inducción: Papila genital roja evaginada (prolapso)



Figura 11.- Vientre flácido y óvulos en grumos con listas de sangre



Posterior a observar las características externas post inducción se realizó la biopsia a cada reproductor, teniendo como respuesta que las hembras que fueron inducidas con hipófisis de “boquichico” a una dosis total de 5mg/Kg. de pez aumentaron en el porcentaje de ovocitos con núcleo en migración (Gráfico N°6) comparando con el registro de biopsia pre inducción (Gráfico N°5) (Figura 12 y 13), indicándonos que a esa dosis se obtuvo respuesta en cuanto al aumento de maduración gonadal (FOM) no llegando a producirse el rompimiento de la vesícula germinal (folículo) para la ovulación.

En cuanto a la dosis correspondiente a 2.5 mg/Kg. de las tres especies donantes en la biopsia post inducción se observó un leve aumento en el porcentaje de ovocitos con núcleo en migración, presentándose el mismo caso en aquellas hembras que fueron inducidas con hipófisis de “yahuarachi” y “yulilla” a dosis de 5mg/Kg. de pez, indicándonos que la aplicación de las dosis de hipófisis de ambas especies, tuvieron una leve respuesta hormonal por la presencia del vientre ligeramente flácidos, notándose en la biopsia ovariana.

Gráfico N° 05. Porcentaje de núcleo en migración pre inducción

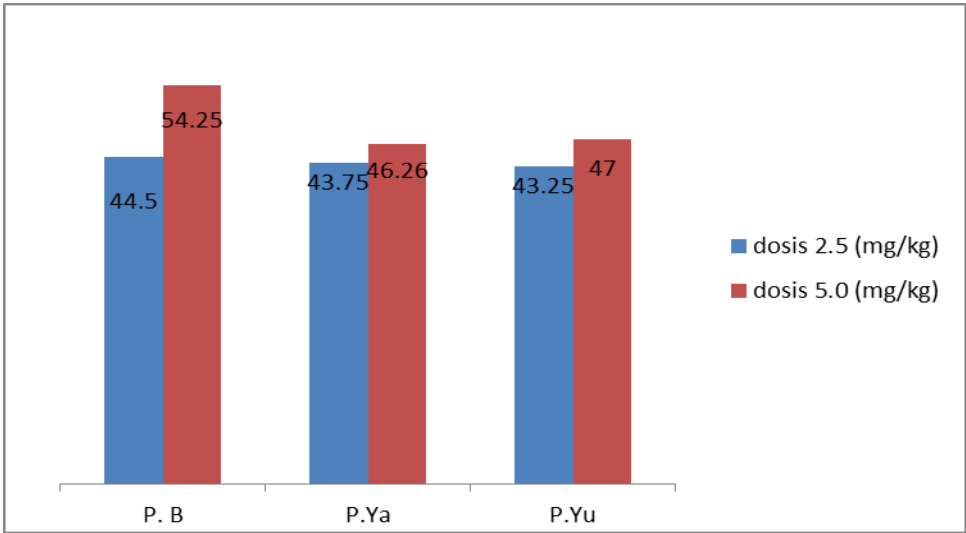


Gráfico N° 06. Porcentaje de núcleo en migración post inducción.

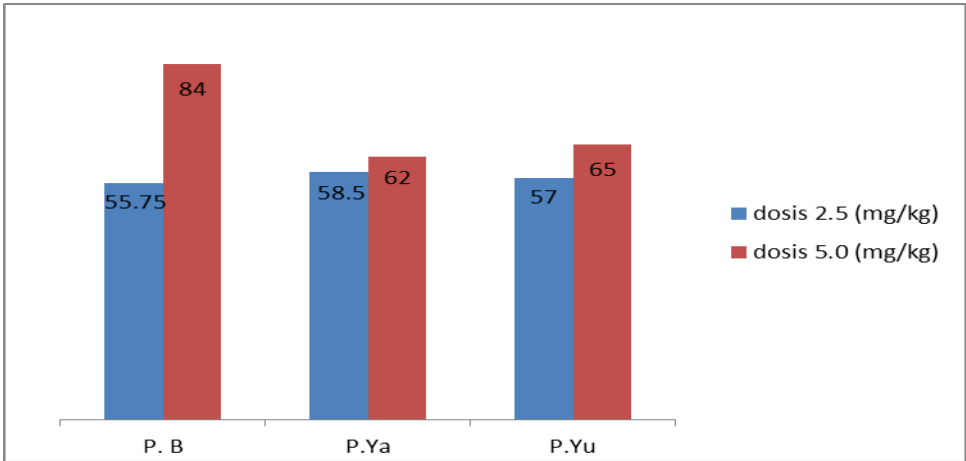


Figura 12.- Ovocitos con poco % de núcleo en migración (pre inducción).

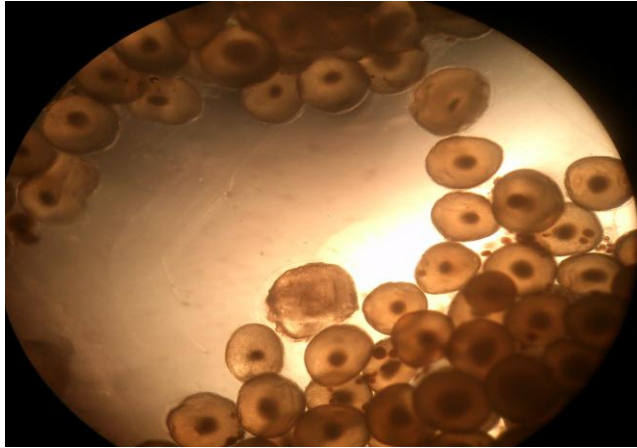
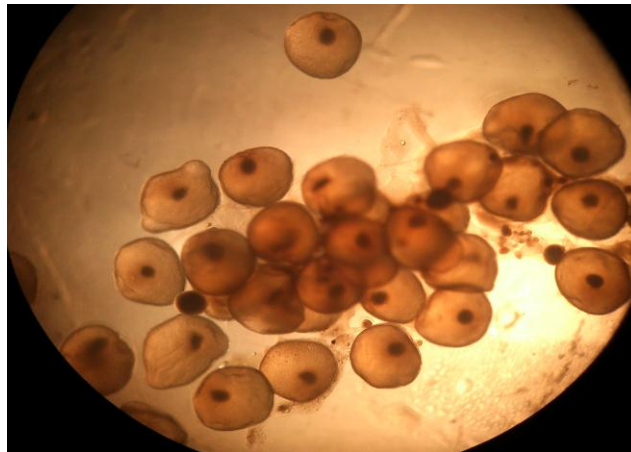


Figura 13.- Ovocitos con mayor % de núcleo en migración (post inducción).



CAPITULO 5

5.- DISCUSIÓN

5.1. Hipófisis de especies donadoras.

En la técnica de recolección de las glándulas de hipófisis de las especies de peces donadoras, se tomaron registros de fecha, peso, talla, sexo y peso de las gónadas y en el almacenamiento definitivo de las glándulas se hizo en frascos de vidrio; tanto hipófisis de hembra y macho recolectados fueron colocados en los mismos frascos. Sin embargo en un trabajo realizado de Extracción hipofisiaria de “Coporo” (*Prochilodus mariae*) como agente inductor (González et al, 2010), se guardaron las glándulas extraídas tomando en cuenta el sexo y fecha de recolección con la finalidad de tener un dato más exacto en la determinación de efectividad de la hormona, no teniendo ningún efecto en la efectividad.

En cuanto al tamaño promedio de la glándula extraída del “boquichico” fue de 2 mg, del “yahuarachi” y “yulilla” fue de 1,8 mg, lo cual podría constituir una desventaja como especies donadoras de hipófisis si lo comparamos con otras especies como por ejemplo “gamitana” que tiene 7,4 mg.

Welcomme (1979), citado por Galvis et al. (1989) y Novoa y Ramos (1982) indican que la reproducción de muchos peces en los ríos tropicales (Characiformes) es altamente estacional existiendo una sincronización entre los procesos reproductivos de la mayoría de peces y el incremento en el nivel de las aguas. *Cyprinus carpio* considerado como donador universal de hipófisis es un pez altamente prolífero, con desoves parciales, teniendo 2 o 3 desoves en intervalos de 14 días, indicándonos de esa manera que ésta especie almacena gran cantidad de hormona gonadotrófica.

5.2.- Tratamiento Hormonal.

En el presente trabajo las hembras con dosis de 2.5 mg/Kg. de las tres hormonas utilizadas, al obtener muestras de ovocitos post inducción, estos presentaban grumos con listas de sangre según Branco *et al* (2010) en un trabajo realizado para ver el desempeño reproductivo de hembras de *Piaractus mesopotámicus* inducido con hipófisis de *Geophagus proximus* (Cíclido) la presencia de grumos demuestra una mala calidad de los ovocitos y la formación de ésta puede estar relacionada a la dosis hormonal suministrada que no fue suficiente para la maduración total de los ovocitos. En un trabajo realizado con extracto de hipófisis de “coporo” en la inducción de *P. mesopotamicus* (STREIT JR., 2005), las hembras no presentaron estímulo en el desove ni en la liberación de los óvulos.

Dosis de 5,0 mg/Kg de hormona de «boquichico» en este experimento mostraron mejor efectividad en cuanto al aumento de porcentaje de núcleos en migración no llegándose a completar el rompimiento del folículo. En otros experimentos con *P. mesopotamicus* (BOCK e PADOVANI, 2000; STREIT JR., 2005) dosis de 0,5 - 5,0 mg/Kg de hipófisis de boquichico la hembras presentaron sucesos reproductivos eficientes. En ensayos realizados con hipófisis de “boquichico” en la inducción con la misma especie, se obtuvieron respuesta a una dosis de 3-4 mg/Kg.

La temperatura promedio en el presente trabajo fue de 27.96 ± 1.2 °C indicándonos una temperatura ideal para el desove, según Landines & Parra (2005) una temperatura promedio de 27°- 29°C es adecuada para la reproducción de la mayoría de las especies en cautiverio. Da Silva & Pinheiro (1989), manifiesta que para

hembras de *Colossoma macropomum* empleando hipófisis de carpa el desove se produce a 29°C.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, puede deberse a efectos de dosis muy bajas, presentándose trastornos en el proceso de desove. Según Woynarovich y Horvath (1981); dosis muy bajas y excesivas de hormonas presentan una ovulación parcial y trastornos en la secuencia normal de desove, sin embargo Kossowky (1980), manifiesta que esto depende de la especie. Asimismo, Woynarovich y Horvath (1981), manifiestan que la administración de la hormona por sí sola no determina la ovulación completa, factores como temperatura, oxígeno, pH y tranquilidad de los peces, juegan un papel decisivo.

El confinamiento de los peces disminuye los niveles de gonadotropina activa; y por ende, las hormonas sexuales que determinan la maduración folicular en los reproductores (según la recopilación de Rodríguez *et al.* 1992). Así mismo, la inhibición del desove, viene dada por la influencia entre otros factores, como el mal manejo, y parámetros ambientales negativos que causan estrés en los reproductores siendo este último uno de los factores que influye directamente en el proceso reproductivo, desencadenando la liberación de cortisol, impidiendo una estimulación eficiente de la maduración ovocitaria (Auró de Ocampo y Ocampo, 1999 y Flores, 2002). En la medida que se puedan controlar estos aspectos, mucho más eficiente será el método de obtención del desove por inducción hormonal.

CAPITULO 6

6.- CONCLUSIONES

- La recolección de hipófisis de los peces donantes se realizó en los meses donde se encontraron en avanzado estado de madures sexual con la finalidad de encontrar una alta concentración de hormonas gonodotróficas.
- La dosis de 2.5 mg/Kg. de pez de las tres especies donantes tuvieron una leve respuesta al inductor hormonal dado que se pudo notar signos de dilatación de la parte ventral del pez e internamente por el aumento de porcentaje en la migración del núcleo.
- Las hembras inducidas con hipófisis de “boquichico” a una dosis de 5.0 mg/Kg. de pez no llegaron a desovar observándose prolapso post inducción probablemente por la sobredosis hormonal notándose el endurecimiento abdominal.
- La temperatura registrada durante todo el proceso de pre y post inducción de las hormonas a los reproductores fue de 27.96°C.
- Factores como la alimentación y el estrés fueron opciones no evaluadas en este estudio, pudiendo haber influido en el desempeño reproductivo en la aplicación de los inductores hormonales.

CAPITULO 7

7.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda para trabajos futuros aplicar diferentes dosis que nos permitan un mejor resultado de cada inductor hormonal.
- Al momento de la inducción es importante la utilización de guantes quirúrgicos y un tipo de gel para la extrusión y/o manipuleo de peces.
- Los equipos de biopsia deben ser adecuados para evitar lesiones internas a nivel de oviducto para que nos permitan tener una mejor lectura visual de la muestra.
- Es necesario la prueba de corticoides para los ejemplares reproductores para ver si los niveles de estrés influyen positiva o negativamente en la respuesta de ovulación final.

CAPITULO 8

8.1.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara, F. 1982. Ensayo sobre reproducción inducida de boquichico, *Prochilodus nigricans*, Agassiz 1829, en cautiverio. Inst. Mar del Perú. Laboratorio de Inquitos. Informe interno. 60p.

Alcántara, F. 1985. Reproducción inducida de “gamitana”, *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818, en el Perú. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis Doctoral. 62p.

Alcántara, F. y H, Guerra. 1986. Avances en la producción de alevines de gamitana, *Colossoma macropomum* y paco, *C. Brachypomum* por reproducción inducida. Inst. Mar del Perú. 45p.

Alcántara, F. 1987. Aspectos metodológicos de la reproducción inducida de peces reofílicos. Proyecto GCP/RLA/075/ITA. 40p.

Andrade, E.; E. Kavamoto; M. Narahara y J. Fenerich-Verani. 2002. Reprodução induzida da piabanha, *Brycon insignis*, mantida em cativeiro. Rev Brás Zootec.; 31:803-811.

Atencio-García, V. 2000. Impactos de la hidroeléctrica Urrá en los peces migratorios del río Sinú. *Temas agrarios* Rev. Fac. Ciencias Agrícolas de la U. de Córdoba, 2000; 9:29-40.

Atencio, V. 2002. Producción de alevinos de especies nativas. Departamento de

Acuicultura, Centro de Investigación Piscícola (CINPIC). Rev. MVZ-Córdoba. 6: (1) 9-14.

Auró de Ocampo, A. y L. Ocampo. 1999. Diagnóstico del Estrés en Peces. Universidad Nacional Autónoma de México. Veterinaria México. 30 (4): 337 – 344.

Blanco, A. 1999. Riproduzione indotta in una nuova specie ittica. <http://www.aquaguide.com/aquaflow/doc/990203.htm>

Branco, G. S.; A. Santos; L. Jesus, J. Senhorini; A. Ninhaus-Silveira y R. Veríssimo-Silveira. 2010. Desempenho reprodutivo de fêmeas de *Piaractus mesopotamicus* induzidas com hipófises de *geophagus proximus* provenientes da pesca profissional no rio paran . Laborat rio de Ictiologia Neotropical – Dep. Biologia e Zootecnia.

Cambr , M.; W. Verdonck; F. Ollevier; F. Vandesande; T. Batten y E. K nh. 1986. Immunocytochemical identification and localization of the different cell types in the pituitary of the seabass (*Dicentrarchus labrax*). Gen. Comp. Endocrinol. 61: 368-375.

Carolsfeld, J. 1989. Reproductive physiology e induced breeding of fish as related to culture of Colossomas. En: Hernandez, A. (Ed.) Cultivo de *Colossoma*. SUDEPE-Colciencias-CIID. Canada. 37-73p.

Castagnolli, N. 1992. Cr      de peixes de  gua doce. Jaboticobal: FUNEP. Brasil. 68p.

Copeland, P. y P. Thomas. 1992. Isolation of maturational gonadotropins from spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*) and development of a β -subunit directed

radioimmunoassay for gonadotropin measurement in sciaenid fishes. Gen. Comp. Endocrinol., 88, 100-110.

Cordero, C.; B. Pertuz y J. Solano. 2003. Reproducción inducida del bocachico (*prochilodus magdalenae* steindachner, 1878) con ovaprim. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura. 8:(2), 335.

Cruz, P.; S. Pardo; J. Arias; P. Lombo-Castellanos y D. Lombo. 2004. Cryopreservation of Yamú *Brycon siebenthalae* Milt J World Aquaculture Soc; 35:529-535.

Cruz, P. 2006. Manejo hormonal de la función reproductiva de peces tropicales bajo condiciones de cautiverio. Memorias III Seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 65p.

Da silva, A.B.; J.E. Vinatea y F. Alcantara. 1987. *Manual de reproducción de peces Colossoma sp, "pacu" y "tambaqui"*. Proyecto GCP/RLA/075/ITA. 56p.

Donaldson, E.M. y G.A. Hunter. 1983. Induced final maturation, ovulation, and spermiation in cultured fish. En: HOAR, W.S., RANDALL, D.J. & DONALDSON, E.M. Fish Physiology, Vol. IX (B), Cap. 7. 54p.

Donaldson, E.M. 1996. Manipulation of reproduction in farmed fish. Anim Reprod Sci.; 42: 381-392.

Eckman, R. 1980. Reproducción inducida de *Prochilodus nigricans* (agassiz 1829) de el bajo Amazonas. Acuicultura. Compañía de Publicación Científica. El Servier,

Amsterdam. 20: 381–383.

Flores, C. 2002. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleósteos. Revista de ictiología. 10 (1/2): 57-78.

Fortuny, A.; R. Espinach y V. Amutio. 1988. Hormonal induction of final maturation and ovulation in the sábalo, *Prochilodus platensis* Holmberg: treatments, latency and incubation times and viability of ovules retained in the ovary after ovulation. Aquacult.; 73: 373-381.

Galvis, G.; Mojica, J.; Rodríguez, F. 1989. Estudio ecológico de una laguna de desborde del río Metica - Orinoquia Colombiana. Centro Editorial Universidad Nacional de Colombia, Fondo Fen Colombia.

García-García, A.; J. Muñoz-Cueto; R. Rodríguez y M. Sarasquete. 1994. Protein G- immunocytochemistry. Application to the pituitary gland of the killifish, *Fundulus heteroclitus*. Eur. J. Histochem., 38: 229-236

García, A.; H. Tello; G. García y F. Duponchelle. 2009. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. Fish Physiol Biochem. 15 p.

González, J; G. Hernández; O. Messia y A. Pérez. 2010. Extracto hipofisiario de Coporo (*Prochilodus mariae*) como agente inductor sustitutivo en la reproducción de su misma especie. INIA- CENIAP, Departamento Acuicultura y Pesca. Zootecnia Trop., 28(1): 25-32.

Harvey, B. y J. Carolsfeld. 1983. Induced breeding in tropical fish culture. IDCR.

Otawa. 144p.

Ihering, R. y P. Azevedo. 1934. A curimata dos acudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). En: Arch.Inst. Biol. No. 5(19); 143 – 184.

Lam, T.J. 1983. Environmental influences on gonadal activity in fish. In: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM. Fish Physiology (IXB), London. Academic Press: 65-101.

Landinez, P. 1994. Inducción de la reproducción del yamú (*Brycon siebenthalae*) a partir de extracto de hipófisis de carpa (EPC); Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 105p.

Landines, M y Mojica, H. 2005. Manejo y Reproducción de Carácidos. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional de Colombia. 91-104 p.

Luchini, L. (2004). “Perspectivas en acuicultura: Nivel mundial, regional y local”. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección de Acuicultura. Argentina. 88p.

Luchini, L y C. Rancel. 1981. Reproducción inducida y desarrollo larval del “Bagre negro” *Rhamdia* sp. (Val.) Eig. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 12: 1-7.

Lutz, I. 1998. Induced spawning-Principles and examples. Aquacul. Magaz. 24 (6): 72-76.

Marino, G.; E. Panini; A. Longobardi; A. Mandich y M. Finoia. 2003. Induction of ovulation in captive-reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), with a sustained-release GnRHa implant. Aquaculture; 219:841- 858.

- Martino, G. 2003.** Contribución al diagnóstico del desarrollo gonadal para la inducción de la cachama *Colossoma macropomun*. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA2003. 120p.
- Mata, E.; J. Rosas; A. Velásquez y T. Cabrera. 2004.** Inducción hormonal al desove y descripción del corocoro *Orthopristis ruber* Cuvier (Pises: Haemulidae). Revista de Biología Marina y Oceanográfica. 39 (1): 21-29.
- Matsuyama, M.; S. Adachi; Y. Nagahama; C. Kitajima y S. Matsuura. 1991.** Annual reproductive cycle of the captive female Japanese sardine *Sardinops melanostictus*: relationship to ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones. Mar. Biol. 108: 21-29.
- Ministerio de Pesquería. 2000.** Plan de Ordenamiento de las pesquerías en la Amazonía Peruana. El Peruano, Lima-Perú. 66 p.
- Muñoz Cueto, J.; D. González; N. Mora; D. Saligaut; S. Zanuy y A. Elizur. 2004.** New insight in development origins of different GnRH (Gonadotrophin-Releasing hormone) system in Perciform fish: an immunohistochemical study in the european sea bass (*Dicentrarchus labrax*). J.Chem. Neuroanat 2004; 28:1-15.
- Narahara, M.; A. Talmeli; E. Kavamoto y H. Godinho. 2002.** Reprodução induzida da pirapitinga do sul, *Brycon opalinus*, mantida em condições de confinamento. Rev Bras Zootec; 31:1070-1075.
- Novoa, D.; Ramos, S. 1982.** Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. Caracas (Venezuela): Editorial Arte. 358 pp.
- Olivereau, M. y Y. Nagahama. 1983.** Immunocytochemistry of gonadotrophic cells in the pituitary of some teleost species. Gen. Comp. Endocrinol. 50: 252-260.
- Otero, R.; J. Solano; A. González y F. Zappa. 1986.** Migración de peces del río Sinú.

Montería, Colombia: Universidad de Córdoba/Corelca. 124p.

Padilla, P.; F. Alcántara y R. Ismiño. 2001. Reproducción inducida de la doncella *pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario – larval. IIAP. FOLIA AMAZÓNICA VOL. 12 (1-2).

Perdomo, D.; M. Useche y M. Gonzáles. 2002. Utilización de macroincubadoras en el proceso de reproducción inducida de cachamas (*Colossoma macropomum*) Pisces Characidae. Rev. Científ. FCVLUZ XII (2): 425-427.

Pezo, R. y L. Sicchar. 1979. Reproducción inducida por hipofisación en “boquichico” *Prochilodus nigricans*, Agassiz 1820. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Tesis título biólogo. Iquitos, Perú. 33 p.

Quesada, J.; M. Lozano; A. Ortega y B. Agulleiro. 1988. Immunocytochemical and ultrastructural characterization of the cell types in the adenohypophysis of *Sparus aurata* L. (Teleost). Gen. Comp. Endocrinol. 72:209-225.

Rodríguez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica de peces. 1ra. Ed. México: A.G.T. Editorial S.A. 40p.

Rodríguez, M y A. Carrillo. 2001. Manual de reproducción de peces de agua dulce. Serie técnica FAO. 60p.

Romagosa, E.; P. De Paiva y H. Godinho. 1990. Pattern of oocyte diameter frequency distribution in females of the pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) (*Colossoma mitrei* Berg 1895), induced to spawn. Aquacult. 1990; 86: 105-110.

Romagosa, E.; M. Narahara; M. Borella y V. Fenerich. 2001. Seleção e

caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus* induzidas a reprodução. Bol. Inst. Pesca 2001; 27:139-147.

Romagosa, E.; M. Borella y S. Batlouni. 2004. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). Aquaculture; 240:451-461.

Rosas, J.; D. Arana; T. Cabrera; J. Millán y J. Darry. 1999. The potencial use of the Caribbean Flounder *Paralichthys tropicus* as an aquaculture species. Aquaculture 1999; 176: 51-54.

Rottman, R.W.; J.V. Shireman. Y F.A. Chapman. 1991. Determining Sexual Maturity of Broodstock for Induced Spawning of Fish. Southern Regional Aquaculture Center SRAC. Institute of food and Agricultural Services. Publications SRAC, Florida, USA, No. 423. 1-9 pp.

Roux, J.P. y J.A. Bechara. 1998. Engorde de pacú (*Piaractus mesopotámicus*) en sistemas semi-intensivos en el norte de la provincia de Santa Fe (Argentina). Revista de Ictiologia . 6 (1-2) :65-72.

Senhorini, J. y M. Landines. 2003. Generalidades sobre manejo y selección de reproductores de peces reofílicos. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA).79;90

Streit, J.R.; D.P. Morales; J.V. Ribeiro y R.P. Cardozo. 2002. *As tendencias da utilizacao de hipofise na reproducao de peixes – Revisao.* Arq. Cienc. Vet. Zool. UNIPAR, 5(2); 231-238.

Streit Jr., D.P. Morales; J.V. Ribeiro; E. Sakaguti; J.A. Povh.; H.L. Moreira. 2005.

Effects of three diferente sources of pituitary extract on gonadal inducer in male and female pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p.439-447, 2005.

Swanson, P. 1991. Salmon gonadotropins: Reconciling old and new ideas. *En: Proc.of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish* (A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime & M.S. Rolfe, Eds.). Fish Symp, 91. Shelfield. 2-7.

Van Oordt, P. y J. Peute. 1983. The cellular origin of the pituitary gonadotropins in teleosts. *En: Fish Physiology*. (Hoar, W.S., Randall, D.J. y Donaldson, E.M. Eds.). Academic Press, New York. IXA: 137-186.

Vinatea, J.E. 1987. Manual de reproducción de peces Colossoma sp “pacú” y “tambaquí”: Sobre inducción final de maduración, ovulación y espermiación en peces cultivados. Serie Técnica FAO. 70p.

Voto, B. 2004. Piscicultura amazónica con especies nativas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Perú, Lima. En línea: www.fao.org/ag/aGL/agll/rla128/iap/iap1/texto.htm. 14/3/07.

Wallace, R. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am. Zool.*; 21: 325-343.

Woynarovich, E. 1977. La Propagación de Peces. Informe Técnico N° 72. Venezuela. 48 p.

Woynarovich, E y L. Horvath. 1980. The artificial propagation of warm-water finfishes. A manual for extension. FAO Fisheries Technical Papers, 201. 183 p.

Yaron, Z. 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture.*; 129:49-73.

ANEXOS

Anexo 1.- Ficha de registro de peso, talla de reproductores de “paco” y temperatura en cada ensayo.

Hembras de “paco”

N° Muestra	Peso	Longitud	Temperatura °C
1	4,600	62	28
2	5,800	63	27.5
3	5,700	63	28.5
4	5,800	62,5	28.5
5	5,900	63	28.5
6	5,600	62,5	28
7	4,800	62	28
8	4,850	62	27.8
9	5,580	60.8	27.8
10	5,650	60,5	28
11	4,300	61	28
12	5,000	61	28
13	4,800	61	28
14	4,950	62	28,5
15	5,000	60	28,5
16	5,200	60	27
17	4,800	60	27
18	5,000	60	27
19	4,500	59	28
20	4,500	57	28
21	4,980	59	28
22	5,000	59	28
23	4,000	55	28
24	4,000	56	28.5

Machos de “paco”

N° Muestra	Peso	Longitud	Temperatura °C
1	6,000	64,4	28
2	6,000	63,5	27.5
3	5,000	62	28.5
4	8,850	69	28.5
5	6,400	66	28.5
6	4,500	58	28
7	4,400	55	28
8	8,600	68	27.8
9	8,400	68	27.8
10	6,500	63	28
11	6,500	63	28
12	6,000	64,0	28
13	5,900	63,5	28
14	5,900	63,9	28,5
15	6,000	64	28,5
16	5,500	62	27
17	5,800	61	27
18	5,800	61	27
19	6,500	61	28
20	5,000	59	28
21	5,000	59	28
22	5,200	59	28
23	5,000	57	28
24	5,500	58	28.5

