



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua en el desarrollo
de embriones y larvas de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*)
en Tarapoto**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Walter Elí Díaz Aguilar

ASESOR:

Blgo. M.Sc. Gilberto Ubaldo Ascón Dionicio

Tarapoto – Perú

2005

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua en el desarrollo
de embriones y larvas de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*)
en Tarapoto**

Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:
Walter Elí Díaz Aguilar**

Sustentado y aprobado el día 23 de setiembre del 2005 ante el honorable jurado

.....
Blgo. Dr. Winston Franz RÍOS RUIZ
Presidente

.....
Ing. Zoot. Roberto Edgardo ROQUE ALCARRAZ
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Guillermo VÁSQUEZ RAMÍREZ
Miembro

.....
Blgo. M.Sc. Gilberto Ubaldo ASCÓN DIONICIO
Asesor

Declaración de Autenticidad

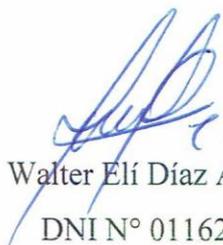
Yo, Walter Elí Díaz Aguilar, egresado(a) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 01162182, Domiciliado en el Jr. Sinchi Roca N° 365, distrito Tarapoto - San Martín, con la tesis titulada: “Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua en el desarrollo de embriones y larvas de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) en Tarapoto”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 23 de Setiembre del 2005


Walter Elí Díaz Aguilar
DNI N° 01162182



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Díaz Aguilar Walter Eli°	
Código de alumno :	95-012	Teléfono: 935803584
Correo electrónico :	diazaguelorw@gmail.com	DNI: 01162182

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	CIENCIAS AERORIAS
Escuela Profesional de:	AERONOMIA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua en el desarrollo de embriones y larvas de <i>doncella (pseudopleistoma fasciatum)</i> en tarapoto
Año de publicación:	2005

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

12, 03, 2019




.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios, a mis padres y demás familiares que directa o indirectamente hicieron de mí un profesional.

A mi hermana Amelia quien fue la que nunca quiso que dejara de estudiar, cuando me encontraba en problemas y aprietos.

A José Salvador y María Anabel, mis dos hijos, que son motivo por quien trato de salir adelante.

Agradecimiento

- A Dios, por haberme dado las fuerzas suficientes para terminar mis estudios superiores en medio de tantos problemas y peligros, que el ser humano afronta dentro de la sociedad, si quiere salir adelante.
- A mis padres y familiares que hicieron lo posible por solventarme económicamente durante mi permanencia en esta casa superior de estudios.
- A toda la plana de docentes de la UNSM-T; “Facultad de Agronomía” que forjaron en mi un conocimiento suficiente para poder desenvolverme en el campo profesional, así colaborar con el desarrollo de nuestra sociedad.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-Tarapoto; por permitirme realizar el trabajo de investigación en sus instalaciones, el cual me permite obtener mi título profesional.

Índice general

	Página
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1 Clasificación taxonómica.....	3
1.2 Características morfológicas de la doncella.....	3
1.3 El factor agua.....	6
1.4 Fuentes y sistemas de utilización del agua en piscicultura.....	13
1.5 Otros trabajos realizados.....	14
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO.....	18
2.1 Materiales.....	18
2.2 Metodología.....	19
2.3 Análisis estadístico.....	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1 Resultados.....	27
3.2 Discusiones.....	31
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	41

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Promedio de parámetros físicos y químicos del agua en la fase tratamiento hormonal, incubación y eclosión de la doncella (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>).....	20
Tabla 2: Promedio de parámetros físicos y químicos del agua en la fase larval de la doncella (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>).....	20

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Estomago abultado (hembra).....	21
Figura 2: Papila genital dilatada y rojiza.....	21
Figura 3: Inducción hormonal.....	22
Figura 4: Desove.....	22
Figura 5: Fertilización.....	23
Figura 6: Colocación de huevos fertilizados en una de las incubadoras.....	23
Figura 7: Materiales y métodos usados para determinar la calidad del agua.....	25
Figura 8: Promedio de parámetros en las diferentes etapas del proceso reproductivo de la doncella.....	27
Figura 9: Relación de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad de la doncella.....	28
Figura 10: Relación del pH sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella.....	28
Figura 11: Relación del oxígeno disuelto sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella.....	29
Figura 12: Relación del dióxido de carbono sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella.....	29
Figura 13: Relación de la dureza en el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella.....	30
Figura 14: Relación del amoniacó en el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella.....	30

Resumen

El presente experimento se realizó con el objetivo de evaluar los parámetros físicos y químicos del agua del río Cumbaza durante las primeras fases del proceso reproductivo en laboratorio de la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*), lo cual se dio en dos fases; la primera que fue de preparación de reproductores, y la segunda fase que constó de la evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua del río Cumbaza durante el desarrollo embrionario y larval del (*Pseudoplatystoma fasciatum*), y se realizó en el laboratorio del fundo Cacatachi de propiedad de la UNSM. El análisis de regresión fue para conocer el punto de asociación entre cada parámetro evaluado y el análisis de correlación para relacionar cada parámetro evaluado con los valores obtenidos del porcentaje de mortalidad de larvas. Con relación a la calidad de agua del río Cumbaza, se indica que son propicias para el normal desarrollo embrionario del *Pseudoplatystoma fasciatum*. Lo cual registró un periodo de 15 horas; en las cuales los parámetros físicos y químicos registraron una media de: Temperatura de 26.4 °C, pH de 7.36, Concentración de Oxígeno de 7.33 mg/l, Concentración de CO₂ 3.66 mg/l, Contenido de Dureza (CaCO₃) de 45.60 mg/l y con una Concentración de Amoníaco de 1.30 mg/l. Por último la variación climática con respecto a la temperatura registrada varió a razón de $\pm 2,5$ °C de lo óptimo requerido por esta especie en la última fase larval, ocasionando un alto porcentaje de mortalidad en las larvas del *Pseudoplatystoma fasciatum*.

Palabra clave: Doncella, preparación de reproductores, embrionario y larval, fase larval, mortalidad.

Abstract

The following experiment was carried out with the objective of evaluating the physical and chemical parameters of the water of Cumbaza river during the first phases of the reproductive process in the laboratory of the maiden (*Pseudoplatystoma fasciatum*), which occurred in two phases; The first one was breeding preparation, and the second phase consisted in the evaluation of the physical and chemical parameters of the water of Cumbaza River during the embryonic and larval development of the (*Pseudoplatystoma fasciatum*), and was carried out in the laboratory of Cacatachi farm owned by the UNSM. The regression analysis was to know the point of association between each parameter evaluated and the correlation analysis to relate each parameter evaluated with the values obtained from the larval mortality percentage. With regard to the water quality of Cumbaza River, it is indicated that they are conducive to the normal embryonic development of *Pseudoplatystoma fasciatum*. Which registered a period of 15 hours; in which the physical and chemical parameters recorded an average of: Temperature of 26.4 °C, pH of 7.36, Oxygen Concentration of 7.33 mg / l, Concentration of CO₂ 3.66 mg / l, Hardness Content (CaCO₃) of 45.60 mg / l with an Ammonia Concentration of 1.30 mg / l. Finally, the climatic variation with respect to the recorded temperature varied by ± 2.5 °C from the optimum required by this species in the last larval phase, causing a high percentage of mortality in the larvae of the *Pseudoplatystoma fasciatum*.

Keywords: maiden, breeding preparation, embryonic and larval, last larval phase, mortality.



Introducción

La mayoría de los peces considerados en los órdenes characiformes, siluriformes, perciformes y osteogloosiformes, se encuentran distribuidos en los hábitats que conforman los ríos de la Amazonia Peruana, estos grupos de peces desempeñan un rol importante en la alimentación diaria de la población, el cual conlleva a una mayor presión de pesca diaria para satisfacer dicha necesidad, debido a su abundancia, preferencia y calidad.

En la actualidad, por fines netamente comerciales se viene realizando la pesca irracional de nuestros recursos hidrobiológicos, cuya acción esta trayendo como consecuencia un desequilibrio del estado natural en que habitan, principalmente las diferentes especies de peces existentes en los ríos amazónicos. Esta situación nos obliga a realizar trabajos de investigación en acuicultura, con el propósito de mejorar su nutrición y elevar el contenido en volumen, que permita satisfacer el mercado local, regional y nacional, y de esta manera atenuar la elevada presión de pesca. Las especies de peces de mayor importancia comercial dentro de nuestra amazonia son: gamitana (*Colossoma macropomum*), paco (*Piaractus brachypomum*), paiche (*Arapayma gigas*), y los grandes bagres como la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*); los mismos que son cultivados tanto en espejos de agua, como en laboratorios; de los cuales se han conseguido importantes logros con relación a su adaptación, producción, preservación y conservación, incorporando de esta manera hacia los usuarios una disponibilidad y diversidad de carne fresca para la alimentación del poblador amazónico.

En la provincia y/o región San Martín, contando con buenos afluentes de agua, lo cual puede ser utilizado para el desarrollo de diversos cultivos acuáticos, es necesario conocer además la calidad que esta posee, para poder determinar si las diferentes especies de peces de importancia comercial y de exportación puede o no desarrollarse, o conocer bajo que parámetros de calidad de agua se puede reproducir y desarrollar en forma eficaz y así definir los parámetros en calidad de agua que necesita una u otra especie para evitar la erradicación de especies muy aceptadas por el consumidor.

Dentro del manejo de producción de peces, la reproducción inducida es una actividad que a través de la aplicación hormonal tanto en progenitores hembras como en machos nos

permite obtener elevado número de óvulos fértiles y espermatozoides viables. Esta actividad ha sido realizada con mucho éxito por Kossowski y Madrid, 1985; Contreras y Contreras, 1989; Cancino, 1990 y Castagnolli, 1992.

En la región San Martín poco o casi nada se sabe sobre su fomento y promoción del cultivo de la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*), existen pocos trabajos sobre su adaptabilidad y/o reproducción en condiciones de cautiverio.

En tal sentido se hace necesario evaluar y analizar el medio en el cual se podría desarrollar esta especie, con la finalidad de conocer su comportamiento para lo cual le corresponde a la investigación llevar a cabo un papel muy importante en la obtención de alternativas que viabilicen su fomento a través de la investigación.

En el trabajo de investigación se estudio los parámetros físicos y químicos del agua durante el desarrollo embrionario y larval del (*Pseudoplatystoma fasciatum*), utilizando agua proveniente del rio Cumbaza, en condiciones de laboratorio; por lo tanto el trabajo constituye en este campo el primero en la región San Martín. Los resultados obtenidos nos indican que en estas primeras etapas reproductivas la doncella requiere de temperaturas estables y adecuadas para su normal crecimiento y desarrollo. Conociendo los factores físicos y químicos del agua y su relación con las primeras etapas del proceso reproductivo del (*Pseudoplatystoma fasciatum*), esperamos contribuir con los cimientos para la realización de futuros trabajos de investigaciones en nuestra Región.

El trabajo tuvo un solo objetivo donde se evaluó los parámetros físicos y químicos del agua del río Cumbaza en las primeras fases del proceso reproductivo (desarrollo embrionario-larval) de la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) bajo condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Clasificación taxonómica

Lauder (1983), menciona que la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*), pertenece a la clasificación siguiente:

Súper Clase	:	Peces.
Clase	:	Osteichthyes
Sub clase	:	Actinopteygii.
Orden	:	Siluriformes.
Familia	:	Pimelodidae.
Género	:	<i>Pseudoplatystoma</i>
Especie	:	<i>fasciatum</i> .

1.2 Características morfológicas de la doncella

Sánchez (2001), menciona que la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) presenta un cuerpo alargado y robusto, con una cabeza grande y deprimida, y una ranura de la fontanela poco profunda a mitad de distancia de los ojos y del proceso occipital. Presenta una coloración gris oscuro en todo el cuerpo, con barras trasversales negras y claras sobre el dorso y varias manchas oscuras: en el vientre de fonda claro.

1.2.1 Comportamiento de la doncella en condiciones naturales

Con relación a la alimentación Padilla (2001), indica que esta basada generalmente de peces con escama para todo su ciclo de vida. En el estado juvenil tienen una preferencia por los camarones, cumpliendo un papel muy importante en su dieta alimenticia.

Con respecto a la reproducción Tallarico (1997), sostiene que la época de desove, fertilización y eclosión de huevos en la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) coincide con las épocas lluviosas, siendo los meses de Febrero-Abril, el periodo de

mayor proceso reproductivo en las cuales además migran hacia las cabeceras de los ríos, con la finalidad de suplir su alimentación y de su generación.

En lo que concierne a su hábitat Padilla (2001), manifiesta que *Pseudoplatystoma fasciatum* es un animal que presenta un comportamiento defensivo, en tal sentido suele habitar lugares poco perturbados por el accionar del hombre y otros factores geológicos naturales de los ríos; con la finalidad de evitar el peligro de extinción de su especie.

Con relación a la longitud y peso Rodríguez (1992), reporta que las doncellas más grandes capturadas en condiciones naturales tenían una longitud de 1,00 m y un peso entre 10 y 12 kg respectivamente.

1.2.2 Endocrinología de la reproducción de peces

Harvey y Hoar (1980), mencionan que el sistema nervioso y endocrino de los vertebrados actúa eficazmente para coordinar los eventos reproductivos. La percepción de estímulos ambientales como la duración del día (fotoperiodo), la temperatura y las precipitaciones esta regida par el sistema nervioso e influye el paso de la información desde los receptores sensoriales hasta el cerebro. Al llegar al hipotálamo la información neural determina la actividad de la hipófisis por medio de mensajeros químicos denominados hormonas liberadoras, los cuales a su vez estimulan la hipófisis para liberar a la circulación general una hormona llamada gonadotropina cuyo destino son las gónadas; su efecto es estimular la producción de esteroides sexuales en la gónada, esteroides que posteriormente serán responsables de la maduración de los gametos.

1.2.3 Ciclo reproductivo y época desove

Tallarico (1997), hace mención que en condiciones naturales de los ríos de la amazonia brasilera, la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) posee una actividad cíclica anual y el desove coincide con la época lluviosa. Así mismo, indica que las doncellas hembras capturadas en los meses de Julio y Agosto se encontraban en reposo sexual, teniendo los ovarios de forma cilíndrica con las extremidades superiores rombas y las inferiores con oviductos cortos y aparentemente unidos entre si. Otras hembras capturadas a partir del mes de Octubre presentaban óvulos

en diferentes estadios de maduración. Otras doncellas hembras capturadas en los meses de Diciembre-Marzo los óvulos que se extrajeron, se encontraban maduros y viables para la fertilización.

Arias (1992), reporta que los eventos de maduración final y desove del *Piaractus brachyomus* (paco) en cautiverio pueden variar. Los resultados obtenidos nos indican que la maduración y desove de cuatro hembras de paco de un plantel de 22, se produjo en los meses de Octubre y Noviembre y no en la época de normal ocurrencia que es a partir de los meses de Abril a Julio.

1.2.4 Reproducción inducida de peces

Harvey (1980), manifiesta que tanto la maduración gonadal como el desove se manifiestan en respuestas a los estímulos ambientales (temperatura, fotoperiodo, pluviosidad, entre otros factores). En la actualidad, el piscicultor puede sentirse afortunado al tener la posibilidad de intervenir eficazmente en donde faltan algunos estímulos y llevar artificialmente todo el proceso de reproducción.

El objetivo de la reproducción inducida de todas las especies de peces es producir gametos viables que darán lugar a la fecundación bajo condiciones controladas; en cambio en la fecundación natural solo se logra al manifestarse totalmente el desove; esto toma tiempo, porque requiere de un espacio considerable, perdiéndose además un alto porcentaje de huevos por no estar fecundados y después de eclosionar los huevos, existe alta mortalidad de larvas al encontrarse expuestas a las condiciones adversas del medio ambiente.

1.2.5 Aspectos fisiológicos de los peces

Akifumi y Kubitza (1992), sostienen que las condiciones inadecuadas de calidad del agua, resultan perjudiciales para el fomento y desarrollo, afectando la reproducción, el crecimiento, así como la calidad de carne de los peces. Existen numerosas variables de procesos relacionados con la calidad del agua y su influencia en los importantes aspectos fisiológicos de los peces, algunos de los cuales a continuación se indican:

- a. **Peciloterma.** La temperatura corporal de los peces, varía de acuerdo con las oscilaciones de temperatura del agua. Desde el punto de vista energético la pecilotermia confiere una ventaja a los peces (poiquilotermos) comparándolo con los demás animales homeotérmicos, que gastan buena parte de energía de los alimentos para mantener su temperatura corporal.

- b. **Respiración.** Con ayuda de las branquias los peces realizan el intercambio gaseoso por difusión directa entre la sangre y el agua; cuanto mayor sea la concentración de oxígeno y menor la concentración del anhídrido carbónico en el agua, más fácilmente se realizará la respiración de los peces.

- c. **Excreción fecal.** Parte del alimento suministrado que es digerido y/o absorbido por los peces, va a ser excretado como heces dentro del propio ambiente de cultivo (estanques de engordes), los cuales son descompuestos por la acción biológica de las bacterias. Esta acción bajo las condiciones de laboratorio diezma la concentración del oxígeno.

- d. **Excreción nitrogenada.** El amonio es el principal residuo nitrogenado excretado por los peces, que surge como principal residuo del metabolismo proteico. Los alimentos con excesivos contenidos proteicos y con desbalance en su composición de aminoácidos, aumentan la excreción de amonio emitido por los peces, éste amonio en cantidades excesivas acidifican el agua de los estanques, resultando el agua tóxica para los peces. Motivo por el cual se debe tomar medidas preventivas para evitar la acumulación de dicho compuesto.

1.3 El factor agua

Vinatea (1990), menciona que a pesar de ser un elemento de consumo, el agua constituye un bien natural indispensable e insustituible para la sobrevivencia de los organismos terrestres. Esto significa que todo ser viviente tiene derecho a ingerir y obtenerla en gran pureza que sea compatible con sus exigencias orgánicas.

a. Propiedades del agua

Vinatea (1990), explica que existen algunas características que le atribuyen como propiedades del agua, que a continuación se indican:

- **Calor específico:** Es la cantidad de calor en calorías que requiere el agua para aumentar la temperatura en un 1° C de una unidad de peso. El calor específico del agua líquida es bastante alto (1,0) superado apenas por sustancias tales como amonio líquido (1,23) o Hidrógeno líquido (3,4). El alto calor específico del agua, su elevado calor latente de evaporación esta en función de una cantidad relativamente grande de energía calorífica requerida para separar la molécula de Hidrógeno del agua líquida.
- **Tensión superficial:** La tensión superficial del agua es la consecuencia de la cohesión y adhesión de las moléculas de agua entre sí. Al observar un poco de agua, podemos ver muchos insectos que caminan o patinan sobre la superficie como si esta fuese sólida. Todos estos fenómenos se deben a la tensión superficial. La tensión superficial permite ver la molécula de agua como una unidad.
- **Densidad:** La densidad del agua se puede incrementar hasta un máximo de 1,0 g/ml a 3,94 °C. Por encima de esta temperatura la densidad del agua decrece en un ritmo progresivo.

b. Factores que afectan la calidad del agua

Existen diferentes factores que determinan la calidad del agua en instalaciones acuícolas dentro de ellos tenemos:

– Factores físicos:

Arredondo (1998), menciona que los parámetros físicos tienen gran importancia en la dinámica de la columna de agua de un estanque. Por tanto, es necesario conocer su variación a lo largo de un ciclo de cultivo y observar su relación con la distribución y el comportamiento de las comunidades bióticas. Entre ellos se mencionan:

a. Conductividad:

Arredondo (1998), reporta que es una expresión numérica de la propiedad que tiene el agua para conducir una corriente eléctrica. El análisis depende de la concentración total de sustancias ionizadas disueltas en el agua y la temperatura a la que se realiza el análisis.

b. Sólidos totales:

Arredondo (1998), indica que los sólidos totales en aguas dulces y marinas son importantes que se deben de determinar; un elevado contenido de sólidos puede dañar las branquias de los peces, además pueden interferir en la respiración y la alimentación.

c. Temperatura:

Arredondo (1998), menciona que la temperatura es probablemente el factor más importante en los ecosistemas acuáticos y de manera directa e indirecta tiene relación con los fenómenos limnológicos, así como en la estabilidad de la masa de agua y sobre el metabolismo biótico.

Akifumy (1997), manifiesta que cuanto mayor sea la temperatura del agua mayor será el consumo de oxígeno por los peces.

Ihering (1936), reporta que los peces de la familia pimelodidae se desarrollan normalmente en condiciones controladas. El desarrollo del embrión, y la influencia de una temperatura de 18 a 19°C en forma constante permite la eclosión del 90 % en un periodo de 46 horas.

Godinho (1997), señala que la familia pimelodidae demora un periodo de 27 horas para eclosionar, si la temperatura oscila entre 23 -24°C.

Kossowski (1985), manifiesta que el *Pseudoplatystoma fasciatum* se desarrolla embrionariamente muy bien eclosionando a las 17 horas después de la fecundación si la temperatura persiste en 25°C.

Padilla (2001), menciona que el *Pseudoplatystoma fasciatum* logra eclosionar en un 85 % después de 12 - 16 horas de haberse realizado la incubación cuando la temperatura del agua esta en promedios de 27°C

Kubitza (1997), reporta que los peces tropicales presentan un ciclo de vida normal, cuando la temperatura oscila alrededor de 26 - 30 grados de temperatura del agua, haciendo mención que cada etapa del desarrollo del pez, necesita cierto valor de temperatura en forma estable, siendo el valor requerido de temperatura en el estado larval, diferente a lo requerido para el estado de alevino y muy distinto a lo requerido durante el desarrollo embrionario. En algunas especies, los requerimientos de temperatura son de igual valor para las diferentes etapas de desarrollo y crecimiento en forma normal del pez.

Valencia (1988), manifiesta que la temperatura promedio del agua para el desarrollo ovogénico, espermatogénico y larval del *Colossoma macropomum*, debe ser de 28 °C, obteniéndose con esta temperatura una fecundidad y eclosión de huevos del 90 %; sí la temperatura decrece por debajo de 24 °C ó aumenta por encima de 30 °C ocurre una destrucción total tanto de los embriones como de larvas.

Arias (1992), indica que el desarrollo embrionario y larval de peces del genero *Brycon* se desarrolla en forma exitosa cuando la temperatura del agua oscila entre 26.5 - 29 °C.

Godinho (1997), menciona que el desarrollo ovárico, del embrión y de las larvas del *Pseudoplatystoma gruscans* se realizan exitosamente cuando la temperatura del agua fluctúa entre 23-27 °C. Temperaturas extremas pueden ocasionar una alteración o peligro de mortalidad de un 50 %.

c. Transparencia del agua:

Es la medida de profundidad hasta la cual se puede ver un objeto a través del agua. Esta variable se encuentra en función con las condiciones del día y del sentido de vista del observador.

– **Factores químicos**

Vinatea (1990), menciona que existen reacciones químicas que se dan en el interior o dentro de las moléculas del agua, que pueden afectar el comportamiento de diversos organismos vivos que tienen como hábitat al agua. Dentro de algunos factores químicos tenemos

a. Alcalinidad:

Vinatea (1990), reporta que es la medida de su capacidad para neutralizar ácidos. La alcalinidad de las aguas naturales, se debe a la ausencia de ciertos ácidos débiles y bases fuertes o débiles. Los bicarbonatos (HCO_3^-) representan la mayor parte de la alcalinidad, ya que estos son formados en cantidades considerables por la acción de dióxido de carbono (CO_2) con materiales básicos presentes en el suelo.

Ceccarelli (1980), menciona que especies del genera *Brycon* se desarrolla embrionaria, larval y alevínica cuando la alcalinidad del agua presenta un promedio de 19,5 ppm.

b. Salinidad:

Vinatea (1990), indica que la salinidad es un factor químico que sucede dentro de un cuerpo de agua y se define como la concentración total de iones disueltos en el agua. Generalmente, la salinidad se expresa en miligramos/litro (mg/l), mientras que en la acuicultura es más conveniente expresarla en partes por mil (‰) ejemplo $5,500\text{mg/l} = 5,5\text{‰}$.

c. Dióxido de carbono libre:

Akifumi (1997), relata que el dióxido de carbono libre comparativamente al nitrógeno, oxígeno, de la atmósfera, en el agua son bastantes bajas. El agua pura saturada con CO_2 a 25°C tiene una concentración de 0,46 mg/l.

Ascón (1999), menciona que el agua cuando presenta un pH mayor de 8,34 no se puede detectar el contenido de dióxido de carbono, y para la producción de peces tropicales dicho contenido debe ser de 2,3 a 5,8 mg/l de CO_2 .

d. Dureza total

Akifumi (1997), indica que representa la concentración de iones de calcio y magnesio presente en el agua. La dureza total de agua se expresa en equivalente CaCO_3 (mg de CaCO_3/l).

Arias (1992), reporta que el tratamiento hormonal, desove, eclosión y desarrollo larval del paco no sufren trastornos si la dureza del agua esta alrededor de 30 ppm.

e. pH

Akifumi (1997), señala que es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno, expresa el grado de acidez o alcalinidad de un líquido y esta definida por el tipo de sustancias que están presentes. Un ácido es una sustancia que libera iones de hidrógenos en una solución acuosa o recibe electrones en reacciones químicas. Un ácido puede ser del tipo orgánico, tal como ácido etanoico (CH_3COOH) o inorgánico como el ácido clorhídrico (HCl).

Sampaio (1997), reporta que para producir buena calidad de carne de especies de *Colossoma macropomum* es necesario mantener rangos de pH en el agua de 5,7 a 8.

Arias (1992), hace mención que el desarrollo embrionario del *Colossoma* sp (gamitana) resulta eficiente a valores de pH que varían desde 7,5 a 8,5 eclosionando de 15 a 18 horas después de fertilizado los huevos, requiriendo este mismo valor para todo su ciclo de vida.

Ceccarelli (1980), explica que las larvas del genero *Brycon*. 5e desarrollan normalmente con un tenor de 6,6 de pH del agua registrándose un 2 % de mortalidad como máximo.

Borghetti (1978), menciona que las oscilaciones del pH en el agua pueden variar de 6.9 a 7.4 para el normal desarrollo embrionario y larval del *Colossoma macropomum*, resultando perjudicial si estos valores se alteran.

Godinho (1997), reporta que el desarrollo embrionario y de las larvas del *Pseudoplatystoma fasciatum* se realiza normalmente cuando el pH del agua varía entre 6,5 y 7,2.

f. Oxígeno disuelto

Akifumi (1997), indica que el oxígeno es el primer factor limitante en la productividad de los sistemas acuícolas. Es recomendable una concentración mínima de oxígeno disuelta en el agua alrededor de un 40% de saturación. Cuando mayor sea el flujo de agua mayor será el contenido de oxígeno disuelto y por lo tanto mayor será la biomasa de peces que puede ser sustentada.

Valencia (1988), reporta que el desarrollo embrionario de *Colossoma macropomum* es de 12,30 horas, cuando mantiene una concentración de oxígeno disuelto en el agua de 7 ppm lo cual también es necesario para el desarrollo y crecimiento corporal del pez.

Sampaio (1997), menciona que para producir carne de *Colossoma macropomum* es recomendable mantener rangos de oxígeno disuelto en el agua en niveles que varían de 4.7 a 6.6 mg/l, además para su reproducción y desarrollo embrionario.

Vander (1987), aporta que el oxígeno disuelto puede variar entre 5,5 a 6,3 mg/l, si existe mayor o menor concentración se dará una mortalidad del 5 al 10%.

Arias (1992), indica que el contenido de oxígeno existente en el agua debe de presentar promedios de 6,5 ppm que para la reproducción, desarrollo embrionario y crecimiento de larvas, completando el ciclo del desarrollo embrionario en esta condición a las 18 horas, después de fertilizado los huevos.

Roubach (1986), sostiene que los peces del genero *Piaractus* necesitan para su crecimiento y reproducción tenores de oxígeno disuelto de 5 ppm.

Godinho (1997), recomienda que para obtener un 80% de desove, 90 % de eclosión y 10 % de mortalidad en larvas de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*), el agua debe tener en promedio de 5,6 a 6,5 ppm de oxígeno disuelto en el agua.

g. Amonio tóxico

Es un metabolito proveniente de la excreción nitrogenada de los peces y otros organismos acuáticos y de la descomposición microbiana de residuos orgánicos (Akifumi, 1997).

La principal fuente de compuestos nitrogenados en un sistema de cultivo, es el resultado del metabolismo de las proteínas contenidas en el alimento y el amonio es el producto final mas importante del catabolismo de las proteínas excretadas por los peces, crustáceos y moluscos (Arredondo, 1998).

h. Nitrito

Es un metabolito intermedio del proceso de nitrificación durante el cual el amonio se oxida a nitrato (NO_3) a través de la acción de bacterias del género nitrosomonas y nitrobacter. En condiciones de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, el desarrollo de la bacteria del genero nitrobacter, se limita, favoreciendo así el acumulo de nitrito en el agua (Vinatea, 1990).

1.4 Fuentes y sistemas de utilización del agua en piscicultura

1.4.1 Fuentes de agua para piscicultura

Akifumi (1997), reporta que el adecuado suministro de agua de alta calidad es fundamental para los presentes y posteriores explotaciones acuícolas. A continuación se presenta una discusión sobre la calidad y limitaciones en cuanto al uso de las diversas fuentes de agua a utilizar en piscicultura:

a. Aguas superficiales

Los ríos son las principales fuentes superficiales de agua usada para la piscicultura. Tales aguas presentan concentraciones de oxígeno y gas carbónico

próximos a la saturación siendo adecuados para la vida de los peces excepto en los casos en los cuales haya contaminación con residuos agrícolas (pesticidas) industriales y urbanísticos.

b. Aguas subterráneas

Son aquellas provenientes de filtraciones de las profundidades del suelo hacia la superficie terrestre y pocos han sido usados en el abastecimiento del sistema acuícola.

1.4.2 Sistemas de utilización del agua en piscicultura

Akifumi (1997), menciona que la intensidad de utilización a renovación del agua en los sistemas de producción intensivas de peces pueden ser clasificados como:

- **Sistema de agua estática**

Este tipo se caracteriza por la reposición de agua perdida debido a la infiltración, evaporación de agua en los estanques o viveros los cuales pueden ser usados en 2 o mas ciclos de cultivo sin ser vaciados.

- **Sistema de renovación de agua**

Donde existe adecuada disponibilidad y renovación del agua, el sistema puede ejecutarse por las técnicas de gravedad para el abastecimiento del agua. Muchos productores optan por utilizar este sistema de renovar el agua. Bajo este sistema puede existir entrada y salida de aguas en forma continua o renovación periódica de un cierto volumen de agua de los estanques.

- **Sistema de recirculación de agua**

Este sistema es adecuado cuando el objetivo es producir un gran volumen de peces, sin limitaciones en cuanto al uso y disponibilidad de agua y el área.

1.5 Otros trabajos realizados

(Ihering y Acevedo, 1936), indica que los óvulos fecundados después de realizar el proceso de división celular denominado como fase de mórula, pasa a la fase siguiente conocida como fase de blástula, la cual esta formada por una capa de células, conteniendo en su interior una cámara llena de un liquido blastólico. En la

siguiente etapa de gástrula, aparece el endodermo, del cual se derivan el epitelio de los aparatos respiratorios, urinarios y digestivo; llegando finalmente al término del desarrollo embrionario, encontrándose apto para realizar la ruptura de la membrana embriónica.

Bermúdez, (1980), menciona que todo el proceso de desarrollo embrionario se realiza en 20 horas y 40 minutos a partir de la fertilización, aún pH de 7,6 y una temperatura de 26,7 °C. Los huevos incubados de gamitana (*Colossoma macropomun*) a 28,8 °C, eclosionaron en 19 horas y 20 minutos, permaneciendo el oxígeno disuelto en el agua en 7 ppm.

Alcantara y Guerra, (1986), indican que durante el periodo de incubación evaluaron la variación del oxígeno disuelto que tuvo una concentración de $3,20 \pm 0,29$ ppm y el pH que tuvo un valor de $6,37 \pm 0,09$. Al parecer, el bajo tenor de oxígeno disuelto observado no tuvo carácter limitante para la sobrevivencia y desarrollo de los eventos ontogénicos durante la incubación, alcanzándose un porcentaje de eclosión de 30%. Así mismo, en la siembra de larvas en las jaulas, se observó elevada resistencia a los cambios bruscos de temperatura en el paco (*Piaractus brachypomun*). Las larvas que estuvieron en las incubadoras a una temperatura de 26,8 °C, se sembraron en los estanques de larvicultura a una temperatura de 33,4 °C., sin registro de mortalidad significativa en un lote de 30 000 larvas.

Rodriguez y Nielsen, (1992) manifiestan que las larvas de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) duran aproximadamente tres días para reabsorber el saco vitelino. Al cuarto día se reabsorbe el saco vitelino y la larva mide 7 mm. Su alimento es el zooplancton, observándose una mayor actividad durante la noche, siendo susceptible a la luz, recurriendo a lugares oscuros.

Padilla et al., (2001), reportan que las larvas del *Pseudoplatystoma fasciatum*, en acuarios de vidrio con ventilación constante y alimentadas con Nauplios de *artemia salina*, observaron un adecuado crecimiento y desarrollo larval, las cuales fueron sembradas a los 25 días de nacidas en tanque de concreto previamente tratadas. Allí fueron alimentados con zooplancton de los estanques y cápsulas de huevo a fin de observar su desarrollo, lográndose mantenerlos por solo 10 días.

El mismo autor indica que se consiguió la reproducción artificial de la doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) mediante la incubación hormonal usando pituitaria de capa y ovudal (D-alanina 6). Así mismo, se determinó que las doncellas hembras tienen una media de 1,204 óvulos por gramo de óvulos y su eclosión se inició a las 14 ± 2 horas de incubación a 27°C de temperatura. También indican que esta especie crece muy bien en su fase larval (10 días), alimentada con zooplancton (daphnias, ciclops, etc.).

Villanueva y Riofrío, (2002), describen que a partir de la manipulación del nivel y flujo de agua en peces inducidos hormonalmente, se obtuvieron los desoves y la fecundación en forma espontánea. En este estudio la fuente de agua fue un estanque para maduración de reproductores de paco (*Piaractus brachipomus*), alimentando con plancton y controlado con filtros de mallas en la toma de aguas. El flujo de agua fue de 2,5 l/min., con una temperatura promedio de $27,5^{\circ}\text{C}$, pH de 7,1; 5,0 ppm de oxígeno disuelto y 15 ppm de CO_2 . Los reproductores de paco tanto machos como hembras fueron inyectados con un análogo de la hormona luteinizante (LH-RH), aplicándose en dos dosis, con un intervalo de 12 horas. Se utilizaron dos técnicas tanto para el desove, así como para la fecundación de los huevos. En la primera se provocó el cortejo ovulación y fecundación de los huevos en forma normal tal como se produce en el medio natural, todo esto con un nivel y flujo de agua constante. En la segunda técnica se utilizó el método tradicional de captura y extrusión de ambos sexos con fertilización es seco, hidratación y desarrollo embrionario con agua sin reciclar. Obteniéndose con la primera técnica un 40 % de eclosión y en la segunda técnica un 80 % efectiva.

Ihering y Acevedo, (1936) observaron que el desarrollo embrionario en dos especies de la familia Pimelodidae, *Pimelodella taleriistriga* y *Rhamdia* que le ocurra en un lapso de 46 horas a una temperatura de 18 a 19°C . Por otro lado, Godinho et al., (1978), reporta que en *Rhamdia hilarii*, otro pimelodide, el tiempo de eclosión es de 27 horas a una temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Así mismo, Kossowski y Madrid, (1986), manifiestan que el *pseudoplatystoma fasciatum*, eclosionan a las 17 horas con 40 minutos de la fecundación a una temperatura de 25°C .

Por otra parte, Kossowski y Madrid, (1986), indica que, manteniendo las larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum* en acuario de vidrio con ventilación constante y alimentadas con nauplios de *Artemia salina*, observaron un buen desarrollo larval.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en dos fases:

- a. La primera fase concerniente a la preparación de reproductores, se realizó en la Estación Pesquera "Ahuashiyacu" (E.P.A.), ubicado a 5,00 Km al sur de la ciudad de Tarapoto, margen izquierda de la quebrada Ahuashiyacu, en el Caserío las Palmas, utilizando una pareja reproductora de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*), alevinos de tilapia y pellets, como alimento de los mismos.

Ubicación geográfica

Latitud sur : 6°34'
Longitud norte : 74°20'
Altitud : 356 msnm

Ubicación política

Caserío : Las Palmas
Distrito : Banda de Shilcayo
Provincia : San Martín
Región : San Martín

- b. La segunda fase se realizó en el fundo Cacatachi propiedad de la UNSM, ubicado en el km 8.5 de la carretera Fernando Belaunde Terry al norte de la ciudad de Tarapoto. En esta se realizó la evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua proveniente del río Cumbaza, durante el desarrollo embrionario y la sobrevivencia larval del *Pseudoplatystoma fasciatum*. Utilizando como material biológico huevos y larvas de doncella procedentes de

la inducción hormonal y nauplios de arthemias salinas usados como alimento vivo para las larvas.

Ubicación geográfica

Latitud sur : 6°22'
Longitud norte : 76°12'
Altitud : 295 msnm

Ubicación política

Distrito : Cacatachi
Provincia : San Martín
Región : San Martín

2.2 Metodología

2.2.1 Preparación de reproductores

La preparación de los reproductores se llevó a cabo entre los meses de Septiembre de 2003 a Marzo de 2004, utilizando la especie *Pseudoplatystoma fasciatum* procedentes del stock perteneciente a IIAP-SM; los reproductores fueron establecidos en estanques de 300 m² a razón de 1 Kg biomasa / 10m². Estando la alimentación suministrada de pellets con un tenor proteico de 25 %, ración suministrada en base del 3% de la biomasa en forma diaria, además, de tilapias hembras y machos vivos para que se reproduzcan en los estanques, de los cuales las doncellas se alimentaron y complementaron su dieta a libre necesidad.

2.2.2 Selección de reproductores

Fue realizada el 10 de abril de 2004, se utilizó una pareja para lo cual se tuvo en cuenta para la hembra, el grado de desarrollo del vientre que fue de consistencia suave y abultada, con papila genital dilatada y rojiza. Con la finalidad de poder visualizar el desarrollo de los óvulos, se realizó la biopsia ovárica, (visualización del núcleo), obteniéndose así muestras de ovocitos, y luego con la ayuda del líquido de serra, y el microscopio se observó que dichos ovocitos estaban entrando en proceso de reabsorción, pero que aun podían ser fertilizados y obtener un buen promedio de eclosión.

En el macho utilizado se ejerció una ligera presión del abdomen en las proximidades de la región uro-genital. Observándose esperma blanco lechoso denso, tal como se muestra en la figura 1.

Tabla 1

Promedio de parámetros físicos y químicos del agua en la fase tratamiento hormonal, incubación y eclosión de la doncella (Pseudoplatystoma fasciatum).

Etapas / parámetros	T°	pH	Mg/l O₂	Mg/ l CO₂	Dureza mg/l CaCO₃	Alcalinida d Mg/l de HCO₃	Amoniac o mg/l de NH₃
Tto. Hormonal	26.30	7.67	7.41	3.57	46.40	17.10	1.38
Desove	26.50	7.62	7.00	5.00	51.30	17.10	1.56
Incubación	26.40	7.36	7.33	3.66	45.60	17.10	1.30
Eclosión	26.00	7.60	6.20	4.00	51.30	17.10	1.68

Tabla 2

Promedio de parámetros físicos y químicos del agua en la fase larval de la doncella (Pseudoplatystoma fasciatum).

Tem.	pH	O.D	CO₂	Alcalinidad	Dureza	Amon.	Morta.	Sobrevivencia
26.80	7.55	6.25	4.25	17.10	55.58	1.59	3.33	244826.40
26.58	7.40	6.50	3.67	17.10	57.00	1.88	5.55	231238.50
26.25	7.05	7.00	4.00	17.10	57.00	1.62	12.50	202333.70
26.25	7.43	6.25	4.00	17.10	42.75	1.53	14.30	173400.00
26.64	7.12	7.00	3.80	17.10	51.30	1.54	9.10	157620.60
26.08	7.04	5.60	4.00	17.10	41.04	1.51	6.66	147123.10
25.70	7.07	5.83	4.00	17.10	42.70	1.54	7.10	136677.40
24.75	7.25	5.83	4.00	17.10	42.70	1.71	93.30	9157.40
24.20	7.10	5.83	3.83	17.10	42.75	1.94	98.00	180.00
27.00	7.60	5.00	5.00	17.10	51.30	2.68	98.33	3.00



Figura 1: Estomago abultado (hembra)

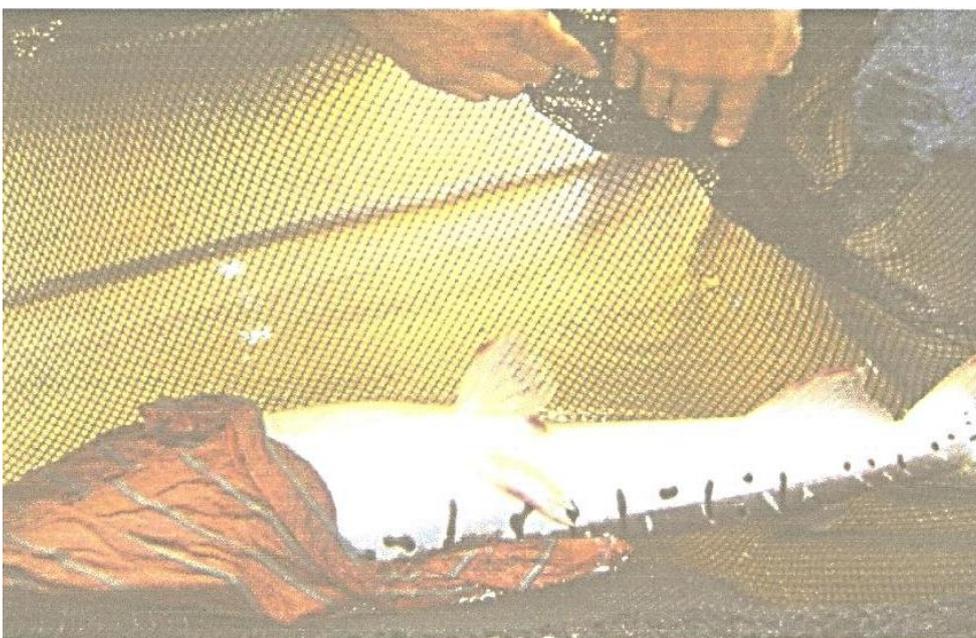


Figura 2: Papila genital dilatada y rojiza

2.2.3 Hormona y dosificación

La hormona utilizada fue el Conceptal (Acetato de Buserelina) análogo de la GnRH y la dosificación que se empleó fue de 2,6 ml/Kg para las hembras, la cual se aplicó en dos dosis, la primera se consideró como preparatoria (10 % de la dosis total) y la segunda conocida como la desencadenante (90 % de la dosis) y para el

macho fue el 10 % de la dosis total, concordante el momento de aplicación con la desencadenante en la hembra, (Ascón 1992).

2.2.4 Inducción, desove y fertilización

La inducción se efectuó el 11 abril de 2004, utilizando una jeringa hipodérmica de 5 ml. La vía de inoculación fue intraperitoneal, entre la aleta abdominal y la papila urogenital.

Los productos sexuales fueron recolectados en pequeñas bandejas de plástico, primero el de la hembra y luego el del macho, procediéndose a mezclar en forma homogénea dichos productos, con la finalidad de fertilizar los huevos; iniciándose en este momento el desarrollo embrionario.

Luego se procedió al lavado e hidratación de los huevos fertilizados, por un tiempo de 30 minutos.



Figura 3: Inducción hormonal



Figura 4: Desove



Figura 5: Fertilización

2.2.5 Incubación

La incubación (desarrollo embrionario), se efectuó el día 13 de abril de 2004. La incubación de los huevos hidratados se realizó en incubadoras tipo Woyarovich de fibra de vidrio de flujo ascendente, de las cuales 10 incubadoras fueron de 60 l y 5 de 200 l, en las que se mantuvo un flujo de agua constante de 2 a 3 l/min. Las cantidades de huevos depositados en cada incubadora fueron de 250 y 400 ml de huevos hidratados respectivamente.

La evaluación del porcentaje de fertilización, se realizó luego de la fase de Gástrula, aproximadamente a las 7 horas después de la fertilización.

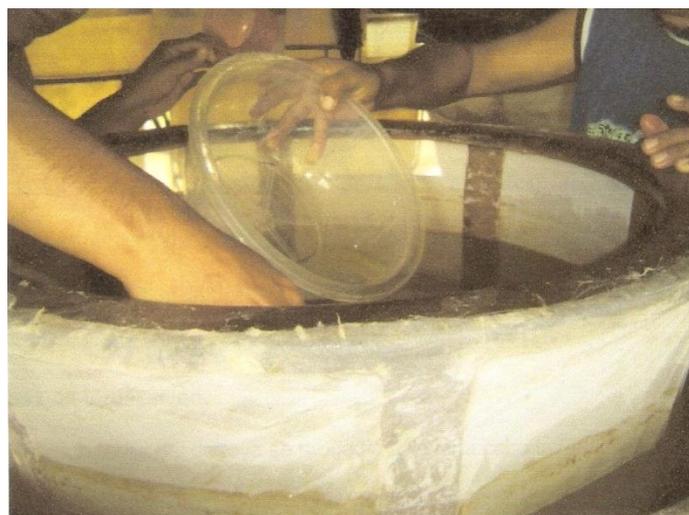


Figura 6: Colocación de huevos fertilizados en una de las incubadoras

2.2.6 Larvaje

La fase larval consintió a partir de la eclosión de los huevos. Las larvas fueron colocadas en las incubadoras de 200 l permaneciendo por un espacio de 12 horas, siendo después colectadas por sifóneo, primero a pequeños tanques de fibra de vidrio con recirculación de agua y luego trasladadas a acuarios de vidrio de 100 l de capacidad y en artesas de 10 a 20 larvas/l respectivamente. A las 48 horas de eclosionado cuando nadaban perfectamente en sentido horizontal se comenzó a suministrar alimento vivo basado en nauplios de artemia salina, al observarse que no presentaban un saco vitelínico, sino que presentaban ya un estómago desarrollado.

Para el conteo de larvas se realizó mediante el método volumétrico, consistiendo primeramente en concentrar las larvas en baldes colectores, tomándose luego pequeñas muestras (50 ml) en las cuales se contó la cantidad de larvas existentes en estas medidas, para luego calcular el número promedio total de larvas, en las cuales también se contó el número de larvas muertas. Los datos se registraron en las figuras del anexo.

2.2.7 Tasa de fertilización

La misma fecha del desove se procedió a llevar a cabo la fertilización, en la cual, se tomó por sifóneo una muestra al azar de huevos de las incubadoras y se procedió a contar el número de huevos fertilizados, los cuales eran translucidos y presentaban divisiones en la zona germinal, los huevos no fertilizados tenían coloración blanquecina, lo que pudo comprobarse con ayuda del estereoscopio, determinándose posteriormente el porcentaje de viabilidad de los huevos. La tasa de fertilización se evaluó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de huevos} = \text{Peso de huevos (Kg)} \times \text{N}^\circ \text{ de huevos/kg}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de larvas} = \text{N}^\circ \text{ de huevos} \times \% \text{ de fertilización.}$$

2.2.8 Control de calidad del agua

Se llevó a cabo a partir del momento en que se realizó el tratamiento hormonal en forma ininterrumpida con un intervalo de tiempo a cada 4 horas. Se evaluó la calidad del agua del Río Cumbaza, utilizando parámetros como la temperatura, pH,

oxígeno disuelto, CO₂ libre, alcalinidad total, dureza total, amoníaco. Los instrumentos utilizados para la medición de los parámetros físicos y químicos del agua fueron: para.

Temperatura: se utilizó el Termómetro de Mercurio, los valores se expresaron en °C.

pH: se utilizó un Peachímetro Electrónico can precisión al 0,01de unidad, los valores se expresaron en Unidades Internacionales de pH.

Oxígeno disuelto: se utilizó el Oxímetro Digital marca YSI, los valores se expresaron en mg O₂/l.

CO₂ libre: se empleó el método de la fenolftaleína de HACH, los valores se expresaron en mg CO₂/l.

Alcalinidad total: se empleó el método del anaranjado de metilo de HACH, los valores se expresaron en mg HCO₃/l.

Dureza total: se utilizó el método EDTA de HACH, los valores se expresaron en mg CaCO₃/l.

Amoníaco: se empleó el espectrofotómetro del kit de HACH, los valores se expresaron en mg NH₃/l.

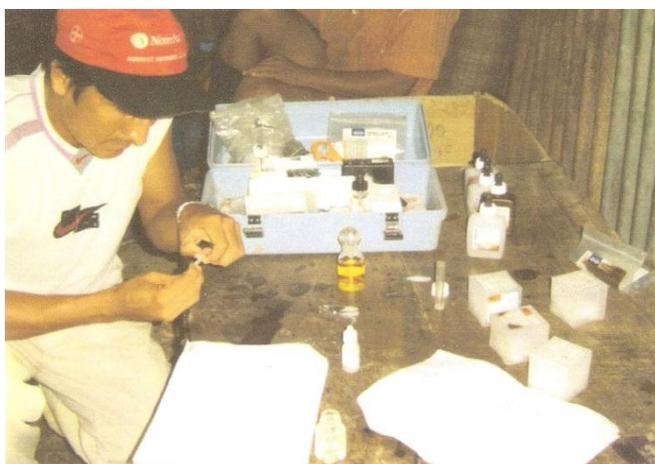


Figura 7: Materiales y métodos usados para determinar la calidad del agua

Todos los datos referentes a la evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua se registraron en una ficha, los cuales fueron tomados en un intervalo de tiempo de tres horas. El presente trabajo de investigación fue realizado a partir del día 12 al 23 de abril de 2004 en forma ininterrumpida a partir de las 5.00 pm hasta las 6.00 pm respectivamente.

2.3 Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de regresión con la finalidad de conocer gráficamente el punto de asociación entre uno de los parámetros estudiados. En análisis de correlación fue utilizado para relacionar cada uno de los parámetros, con los valores obtenidos del porcentaje de mortalidad de larvas, el cual permitió conocer la influencia de los parámetros durante el desarrollo larval del *Pseudoplatystoma fasciaturn*. Para el desarrollo embrionario se utilizó promedios de parámetros físicos y químicos del agua, lo cual sirvió para elaborar un gráfico con la secuencia observada durante estos procesos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

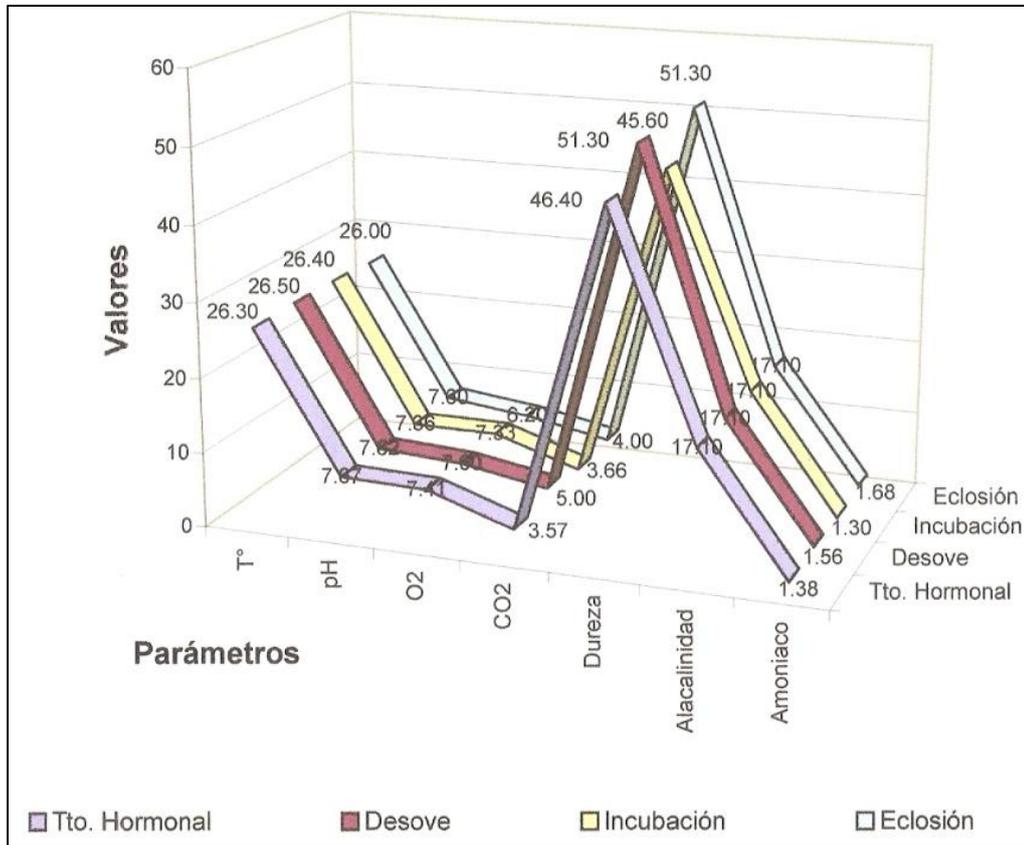


Figura 8: Promedio de parámetros en las diferentes etapas del proceso reproductivo de la doncella

Esta figura demuestra la secuencia registrada de los parámetros físicos y químicos estudiados para determinar la calidad del agua durante las cuatro etapas que conforman el desarrollo embrionario, en la cual se observa una homogeneidad en la secuencia, no existiendo alteración discordante entre una gráfica y otra.

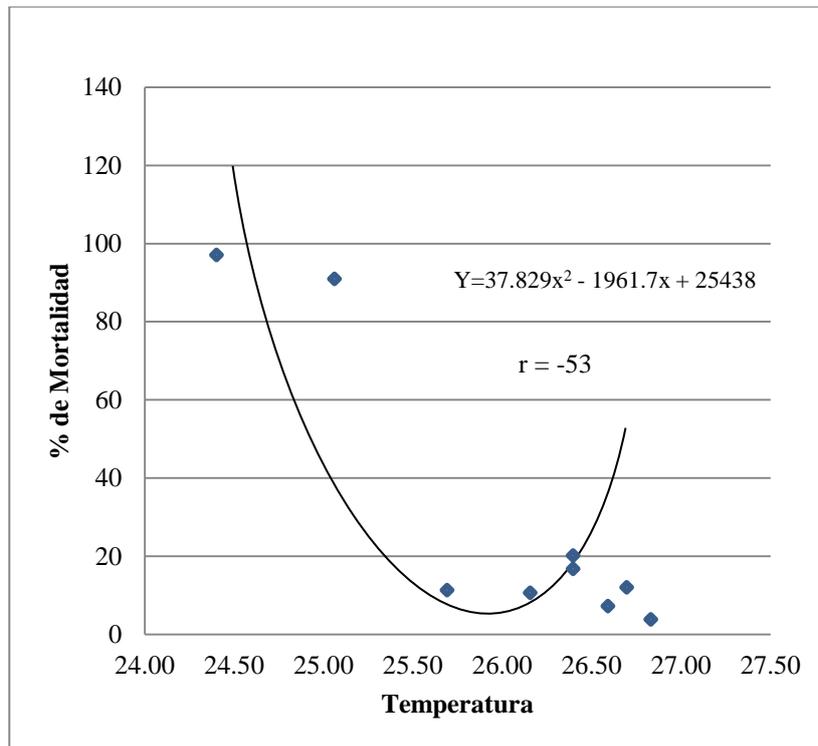


Figura 9: Relación de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad de la doncella

La figura nos muestra que el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella es menor, cuando el agua mantiene una temperatura de 25,7 a 26,8 grados de temperatura.

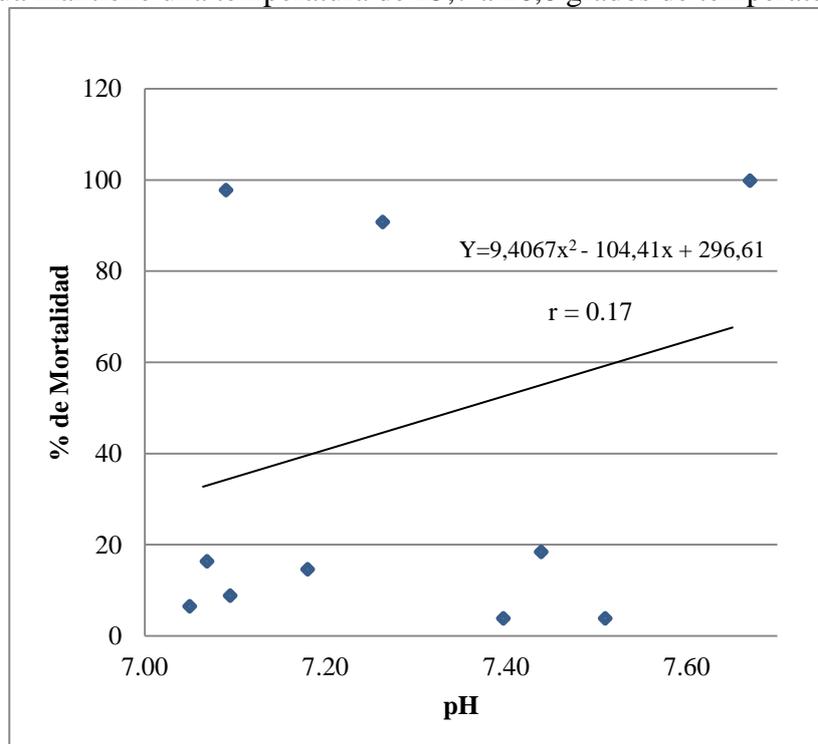


Figura 10: Relación del pH sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella

La figura nos indica que el menor porcentaje de mortalidad de larvas de doncella, se registra cuando el pH es de 7.00 a partir del cual al aumentar el pH, el porcentaje de mortalidad también aumenta.

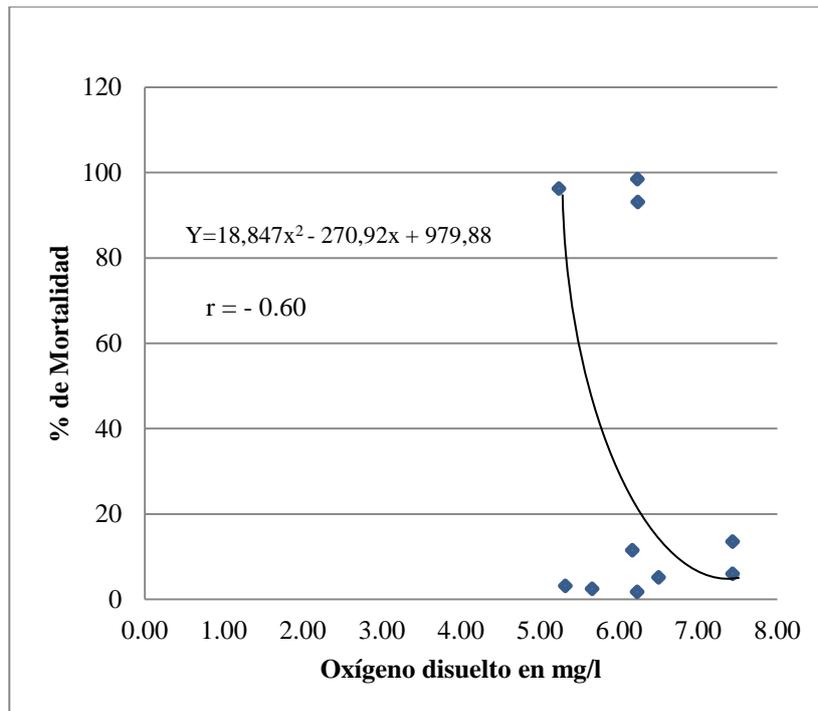


Figura 11: Relación del oxígeno disuelto sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella

En la figura, se observa que el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella, es menor cuando el contenido de oxígeno disuelto en el agua es de 7,00 mg/l, resultando este valor ideal para el desarrollo en la fase larval de la doncella.

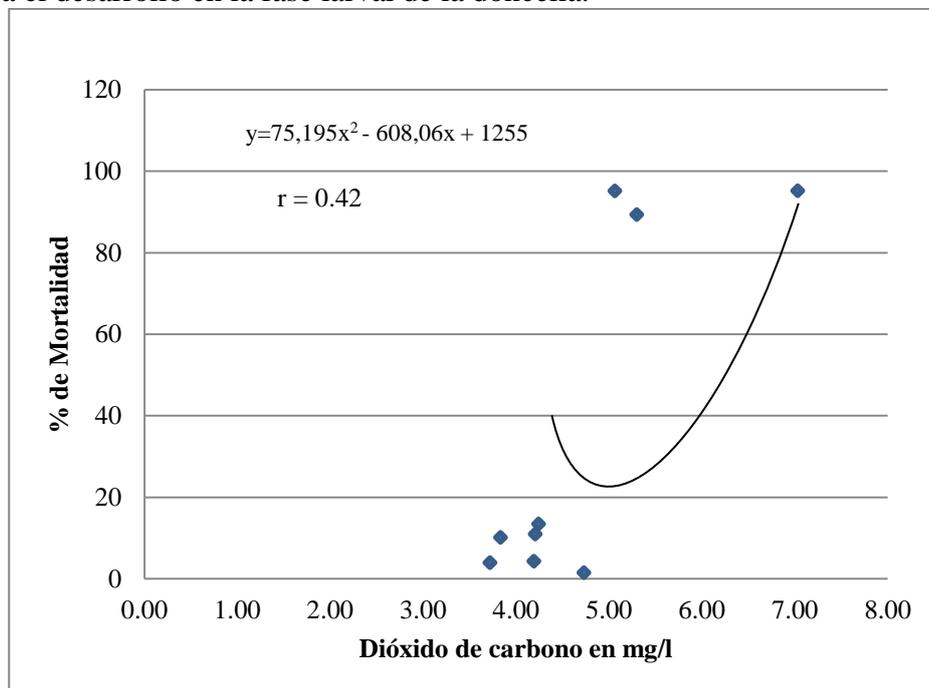


Figura 12: Relación del dióxido de carbono sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella

La figura representa el menor porcentaje de mortalidad de larvas, cuando la concentración de dióxido de carbono en el agua tiene un valor de 4,00 mg/l.

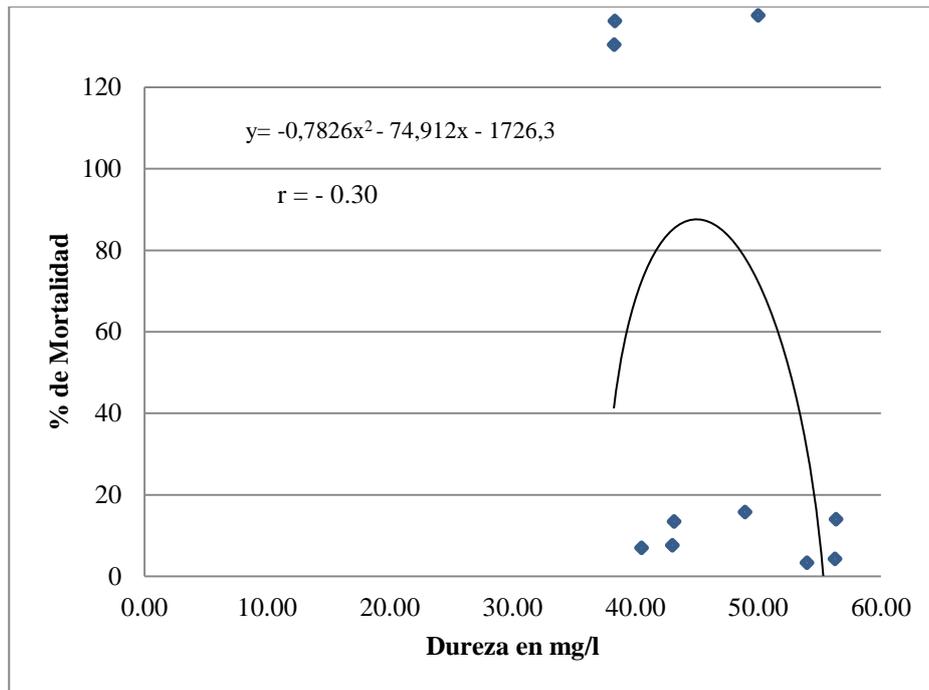


Figura 13: Relación de la dureza en el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella

Se observa que las larvas de doncella presentan una elevada mortalidad cuando el contenido de CaCO_3 en el agua es de 50,00 mg/l.

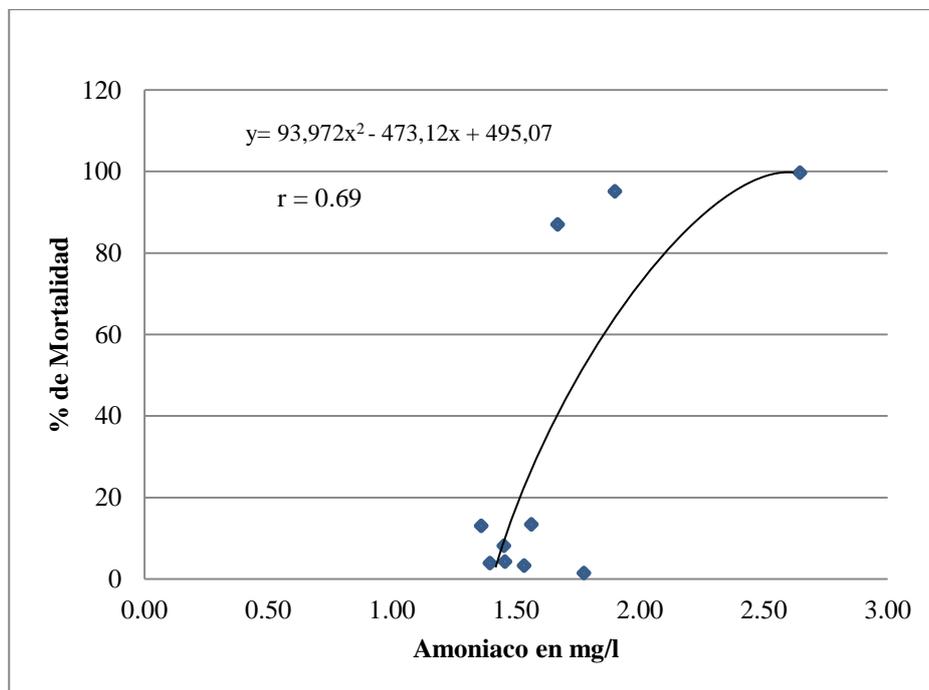


Figura 14: Relación del amoníaco en el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella

En esta figura se observa que las larvas de doncella se desarrollan en forma normal, cuando el contenido de amoníaco en el agua es menor de 1,5 mg/l.

3.2 Discusión

3.2.1 Evaluación del desarrollo embrionario

En la figura 7, nos muestra la variación promedio de los parámetros físicos y químicos del agua en las fases del tratamiento hormonal, desove, desarrollo embrionario y al momento de la eclosión. En dichas condiciones de calidad de agua, se logro observar que:

- a. El tratamiento hormonal tuvo un periodo de duración de 17 horas, con una temperatura de 26.30 °C, un pH de 7.6, una concentración de oxígeno disuelto y CO₂ de 7.41 mg/l y 357 mg/l respectivamente, dureza del agua de 46.40 mg/l de CaCO₃, alcalinidad de 17.1 mg/l de HCO₂ y contenido de amoníaco de 1.38 mg/l, logrando desovar 950 gramos de óvulos, con un promedio de 1675 óvulos / gramo, obteniéndose solamente 16% de fertilidad, posiblemente se deba al tiempo discordante a la época de maduración óptima de los óvulos en condiciones naturales. Los resultados obtenidos con relación al tratamiento hormonal y temperatura, tienen semejanzas con los trabajos realizados por Palmira et al., (2001); sin embargo, con relación al numero de óvulos / gramo, en el presente trabajo de investigación los resultados obtenidos fueron superiores a los registrados por Palmira et al., (2001).

- b. El periodo del desarrollo embrionario tuvo una duración de 15 horas, can una temperatura promedio de 26.40 °C, un pH de 7.36, contenido de oxígeno de 7.33 mg/l, contenido de CO₂ de 3.66 mg/l, una dureza del agua de 45.60 mg/l de CaCO₃, alcalinidad de 17.1 mg/l de HCO₃, Y una concentración de amoníaco de 1,30mg/l. El periodo de desarrollo embrionario del presente trabajo se relacionan con los trabajos efectuados por (Palmira et al., 2001; Ihering y Acevedo, 1936; Kossowski, 1985). Se adjunta fotos del proceso de desarrollo embrionario en el Anexo N° 01-02.

3.2.2 Evaluación de la fase larval

Relación de la temperatura del agua

En la figura 8, muestra la temperatura del agua y su relación con el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella, y según el análisis del coeficiente de regresión se obtuvo un valor de "b = - 1961.7", representando una curva negativa, en la cual se

registraron valores oscilantes entre 25.7 a 26.8 °C, demostrándonos en este rango un menor porcentaje de mortalidad de larvas; sin embargo, cuando se registraron datos de temperaturas menores de 24.75 °C y mayores de 27.00 °C, el desarrollo fisiológico de larvas de doncella fue afectados en ambos extremos de temperatura, representando mayores incrementos de mortalidad de larvas de doncella; este alto porcentaje de mortalidad posiblemente se han debido a la oscilación brusca de temperatura registrada con una diferencia de 5 grados, teniendo un efecto negativo en la adaptación poiquilotérmica. En ambos extremos no pudo reajustar los cambios necesarios para modular su estado fisiológico de las larvas de doncellas. Este resultado concuerda por lo indicado por (Sánchez, 1994). Es posible que esta variación de temperatura haya influenciado en el incremento de otros parámetros como: pH, Oxígeno disuelto, dióxido de carbono, dureza del agua y contenido de amoníaco.

Los resultados obtenidos también tienen directa relación con los trabajos efectuados por Kosowski, (1985); Padilla, (2001) y Godinho, (1997). El resultado del coeficiente de correlación registró un valor de -0.53, expresando un grado de relación negativa; es decir a medida que aumenta la temperatura a partir de 24.75 °C el porcentaje de mortalidad disminuye hasta llegar a 27.00 °C; por el contrario si aumenta la temperatura por encima de los 27.00 °C, el porcentaje de mortalidad tiende a aumentar. Ambos análisis discutidos son concordantes con lo referenciado a Calzada, (1970). También se dice que por cada unidad de variación en la temperatura, el porcentaje de mortalidad es afectado en un 53%.

Relación del pH del agua

En la figura 9, nos muestra la relación del pH del agua y su incidencia en el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella, en la cual mediante el análisis de coeficiente de regresión se obtuvo un valor de " $b = 104.41$ ", el cual nos indica el desarrollo de un pendiente negativa: es decir los valores de pH tuvieron una oscilación fluctuante desde 7.00 a 7.60, indicándonos que la viabilidad del pH y su incidencia en el porcentaje de mortalidad fue mínima; porque los valores de pH obtenidos están en directa concordancia con lo establecido por Godinho (1997) Esta relación entre ambas variables fue corroborado con el análisis obtenido del coeficiente de correlación que fue de 0.17, en la cual nos muestra una escasa

relación entre ambas variables. Ambos análisis estadísticos estudiados tienen estrecha relación con lo fundamentado por Calzada (1970), el cual manifiesta que valores cercanos a cero, la relación entre una variable a otra es mínima; es decir que por cada aumento en unidad del parámetro pH, el porcentaje de mortalidad aumenta en un 17%.

Relación del oxígeno disuelto del agua

En la figura 10 muestra el parámetro del oxígeno disuelto en el agua y su influencia sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella. El valor obtenido a través del coeficiente de regresión de " $b = - 270.92$ ", nos representa una curva negativa. Así mismo, se observa que a cantidades menores de 7 mg/l de oxígeno disuelto, el porcentaje de mortalidad fue menor. El coeficiente de correlación de -0.60 nos indica la existencia de una alta relación entre las dos variables estudiadas; el cual, al aumentar el contenido de oxígeno en el agua a partir de 6.00 mg/l, el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella tiende a disminuir. Por el contrario, a concentraciones menores de 7.0 mg/l el porcentaje de larvas de doncellas tiende a aumentar. La interpretación de los análisis estadísticos estudiados es corroborada por Calzada (1970), definiendo que por cada unidad de variación del parámetro oxígeno, el parámetro mortalidad es afectada en un 60%. Los resultados obtenidos en ambos análisis efectuados guardan cierta concordancia con Alcántara y Guerra (1986); Ceccarelli (1980); Godinho (1997); Villanueva y Riofrio (2002), a pesar de haberse desarrollado en *Piaractus brachypomus*.

Relación del dióxido de carbono (CO₂) del agua

En la figura 11 indica la relación del dióxido de carbono del agua y su incidencia sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella; donde a través del resultado del coeficiente de correlación se obtuvo un valor de " $b = 608.06$ ", representando una pendiente positiva, en donde se observa que a concentraciones de un rango mayor de 4.00mg/l de dióxido de carbono el porcentaje de mortalidad tiende a aumentar. Si la concentración del dióxido de carbono fluctúa de 3.5 a 4.00 mg/l, el porcentaje de mortalidad de larvas de doncellas es menor; es posible que esta concentración no represente un daño significativo en el comportamiento fisiológico de larvas. Por otra parte, el coeficiente de correlación de 0.42 nos indica que existe una relación entre ambas variables; es decir existe cierta influencia del

CO₂, con relación al porcentaje de mortalidad de larvas de doncella. Estos resultados son fundamentados por Calzada (1970), con relación a los análisis estudiados expresando que por cada unidad de aumento del parámetro dióxido de carbono, a partir de 4mg/l, el porcentaje de mortalidad se ve influenciado en un 42%. Los resultados obtenidos a través de ambos análisis, no son concordantes con lo mencionado por Villanueva y Riofrío (2002), quienes realizaron un trabajo de investigación en *Piaractus brachipomus*; parece que las larvas de doncella necesitan menores concentraciones de CO₂ (de 3 a 5 mg/l) para su desarrollo.

Relación de la dureza del agua

En la figura 12 muestra los resultados obtenidos de la dureza del agua sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de doncella y mediante el análisis del coeficiente de regresión " $b = 74.91$ ", nos demuestra el registro de una curva positiva. Es decir, cuando los valores fluctúan entre 42.75 a 51.30 mg/l de CaCO₃ (dureza del agua) tiende a registrarse un mayor porcentaje de mortalidad de larvas de doncellas. Sin embargo, a valores fluctuantes entre 55.58 a 57.00 mg/l de CaCO₃, se registró valores mínimos de mortalidad. El análisis del coeficiente de correlación, registró un valor negativo de -0.30, indicando que el grado de asociación entre ambos parámetros estudiados fue mínima, el cual por cada aumento en unidad del parámetro dureza, la mortalidad se ve influenciada en un 30%. Los resultados obtenidos tanto del análisis del coeficiente de regresión y como el análisis del coeficiente de correlación, coinciden con los trabajos efectuados por Calzada (1970). En los trabajos efectuados por Arias (1992), en *Piaractus brachipomun*, no coinciden con los resultados obtenidos de ambos análisis del presente trabajo estudiado. Parece, que las larvas de doncella en el proceso de desarrollo larval se adaptan perfectamente a mayores contenidos de carbonato de calcio.

Efecto del amoniaco del agua

En la figura 13 muestra el efecto del amoniaco en el agua sobre el porcentaje de mortalidad de la doncella, donde los valores obtenidos a través del coeficiente de regresión " $b = 473.12$ ", nos indica que la pendiente es positiva. Así mismo, se observa que a concentraciones de 1.50 mg/l de amoniaco el porcentaje de mortalidad es menor en larvas de doncellas. Esto corroborado con el coeficiente de

correlación de 0.69 indicando que existe una relación expresado que a menores concentraciones de 1.5 mg/l de amonio, el porcentaje de mortalidad de doncellas es menor y mayores concentraciones de 1.5 mg/l de amoniaco el porcentaje de mortalidad es mayor, dicho también que por cada variación en aumento del parámetro amonio, el porcentaje de mortalidad es influenciada en un 69% el cual es sustentado por Calzada (1970).

Así mismo, la cantidad de amoniaco en el agua va a depender del tipo de alimento suministrado al pez y la descomposición microbiana de los residuos orgánicos (Akifumi, 1997).

CONCLUSIONES

- Se logró la ovoposición de la doncella con tratamiento de Acetato de Buseralina fue de 1675 óvulos por gramo, no encontrándose reciprocidad en la viabilidad de los óvulos en el proceso de la fertilización que alcanza un porcentaje del 16%.
- La calidad de agua analizada procedente del rio Cumbaza indica que las características físicas y químicas son propicias para el normal desarrollo embrionario del *Pseudoplatystoma fasciatum*.
- El proceso del desarrollo embrionario registra un periodo de 15 horas; en las cuales los parámetros físicos y químicos evaluados en el agua registraron una media de: Temperatura de 26.4 °C, pH de 7.36, Concentración de Oxígeno de 7.33 mg/l, Concentración de CO₂ 3.66 mg/l, Contenido de Dureza (CaCO₃) de 45.60 mg/l y con una Concentración de Amoniac de 1.30 mg/l.
- La variación climática con respecto a la temperatura registrada varia a razón de \pm 2,5 °C de lo óptimo requerido por esta especie en la ultima fase larval, ocasionando un alto porcentaje de mortalidad en las larvas del *Pseudoplatistoma fasciatum*.

RECOMENDACIONES

- Es posible la realización de futuros trabajos de reproducción artificial de doncella al nivel de laboratorio, siempre y cuando la temperatura del agua oscile entre 25 a 26 °C.
- Seguir trabajando con el tratamiento hormonal de Acetato de Buserelina y otros tipos de hormonas, con la finalidad de conseguir el más alto valor de la secreción de óvulos.
- Los futuros trabajos de investigación y producción deben realizarse en épocas acordes con las características reproductivas de esta especie, sin dejar de lado las investigaciones que se pueden realizar en épocas diferentes a lo requerida por ellas, tratando de obtener valores propios a nuestra realidad en lo que concierne a la calidad de agua y su influencia en dicho proceso reproductivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agreda, E. (2000). *EL CEPMA San Martín*. Intermediate Technology Development Group, ITDG - Peru. Lima, Perú. 105 pp.
- Akifumi & Kubitzka. (1997). *Curso de calidad de Agua en la Producción de Peces Piracicaba S.P.* Brasil.
- Alcántara, F. (1985). *Reproducción inducida de "Gamitana" Colossoma macropomum Cuvier, 1818 en el Perú*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 41 pp.
- Arias, A.J. (1992). *Avances en la reproducción inducida de Piaractus brachipomus*. Red de Agricultura. Boletín K-10. Enero - Abril.
- Arredondo, F. G. (1998). *Calidad del Agua en Acuicultura (Conceptos y Aplicaciones)* AGT Editor ECEA. México.
- Ascón, D. G. (1999). *Efectos del pH y Oxígeno sobre la Regulación Iónica en el desenvolvimiento embrionario del Colossoma macropomun Cuvier*. Manaus - Brasil.
- Ascón, G. (1996). *Informe Técnico Anual: Acuicultura en San Martín*. Informe Técnico Anual. IIAP-CRI-SM. Tarapoto, Perú. 12.
- Borghetti, J.R. (1978). *The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of Paco (Piaractus mesopotamicus) raised in cages*.
- Cancino, L. (1990). *Efecto del extracto de pituitaria de carpa y de la hormona liberadora de gonadotropinas (LH-Rha) sobre la maduración gonadal del bagre rayado, Pseudoplatystoma fasciatum (Lineaus 1766) (Pises Suiluriformes)*. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de biología Marina. Tesis de grado. 87 pp.
- Castagnolli, N. (1992). *Criacao de peixes de agua doce*. Campus de Jaboticabal, Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias. FUNEP, 189 pp.
- Ceccarelli, P.S. (1980). *Canibalismo en larvas de Matrinxa (Brycon cephalus)*.

- Contreras, P.; Contreras, J. Resultados preliminares de la reproducción inducida del bagre rayado, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Lineaus 1766). Proyecto Estación Piscícola San Silvestre. E: Inderena Barranca-bermeja. pp.
- Godinho, H.P. (1997). *Inducción experimental y desove del Surubin (Pseudoplatystoma coruscans)*.
- Graeff, E.W. (1996). *Policultivo de Matrincha (Brycon sp) e Jaraqui sp en pequeñas represas*.
- Harvey, B.J. & Hoar, S.W. (1980). *Teoría y Práctica de reproducción Inducida en los Peces IDRC - TS21*. Canadá.
- Ihering. (1936). *Periodo de desarrollo embrionario de peces de la familia Pimelodidae*. En Arq. Inst. Biolg. S. Paulo.
- Kossowski, C. (1985). *Ensayo de la reproducción inducida en el Bagre Rayado Cabezón (Pseudoplatystoma fasciatum)* en Acta científica Venezolana.
- Lauder G.V. & Liem K.F. (1983). *Evolución e interrelación del Pez de la Sub Clase Actinopterygii*, Boletín del Museo de Comparación Zoológica.
- Oliveira, M. (1990). *Desenvolvimiento embrionario del Colossoma macropomum*.
- Padilla, P.; F., Alcantara & R., Ismino. (2001). *Reproducción Inducida de la Doncella Pseudoplatystoma fasciatum y Desarrollo embrionario-larval*. Folia Amazónica Vol. 12(1-2); 141-154. IIAP.
- Rodríguez, J. & G, Nielsen. (1992). *Reproducción y alevinaje del bagre rayado Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766)*. En: Memorias - VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura y II Encuentro Venezolano de Acuicultura. Barquisimeto -Venezuela. 246-248 pp.
- Rouvach, B y R. (1986). *Utilización de frutas en la crianza y alimentación de Colossoma macropomum*. INPA-Manaus. A. M. Brasil.

- Sampaig, S.M. (1997). *Efecto de la torta de soya en el engorde y calidad de carcasa del Tambaqui Colossoma macropomum*.
- Sánchez, R. (2001). IIAP. *Programa de ecosistemas acuáticos - catalogo de peces comerciales*.
- Sánchez, V.G. (1994). "Ecología de los Insectos" Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Entomología. Lima Perú. Pág. 38-59.
- Tallarico, M.O. (1997). "Surubim" Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Hídricos de la Amazonia, IBAMA Belo Horizonte - Brasil.
- Valencia, O. y Puentes, R. (1988). *El cultivo del Colossoma macropomum (cachara) en Colombia*.
- Vander, M. (1987). *Acuaculture research/calidad de agua para la producción de Colossoma macropomum*
- Vinatea, A.L. (1992). *Principios Químicos de la Calidad de Agua en Piscicultura*. DAUESC, Brasil.

Anexos

Anexo A: Desarrollo embrionario

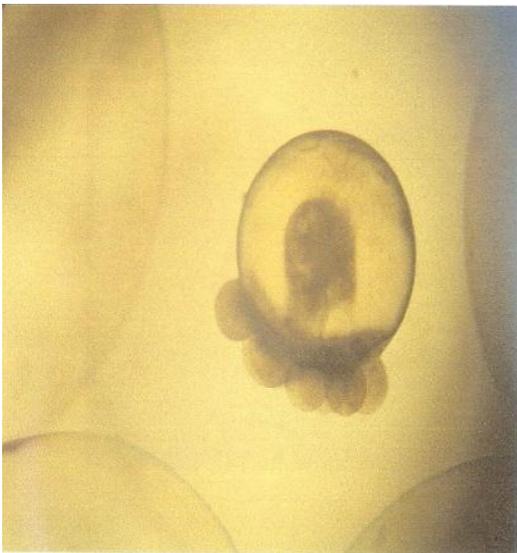
(1:00 Hora)



(3:00 Horas)

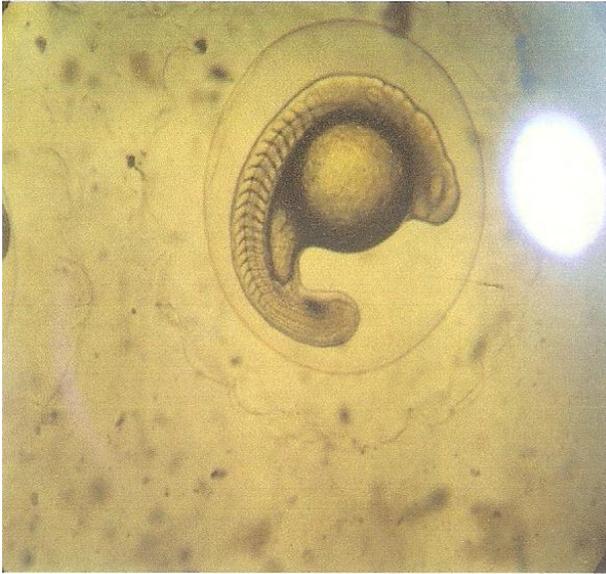


(6:00 Horas)



(9:00 Horas)

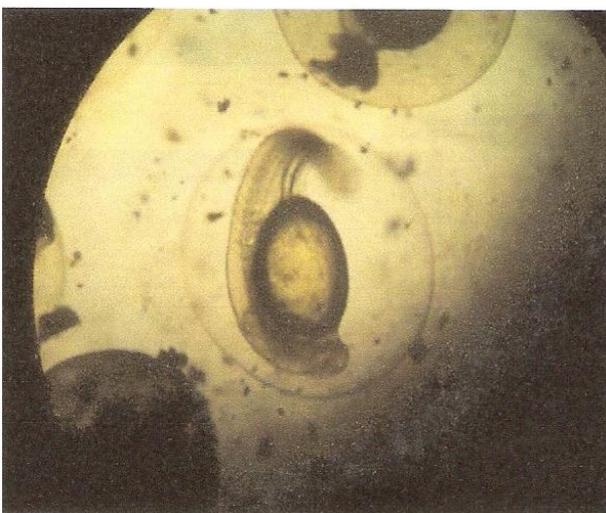




(11:00 Horas)



(13:00 Horas)



(15:00 Horas)

Anexo B: Desarrollo larval

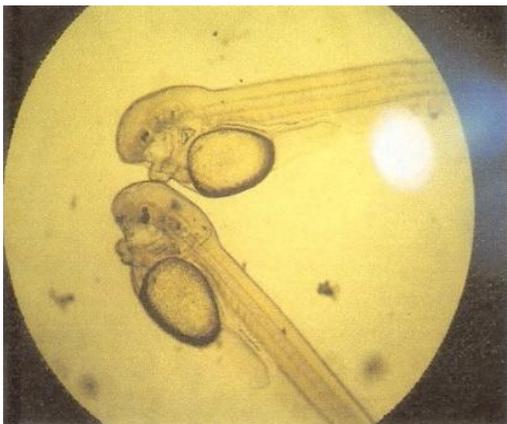
(1:00 Hora)



(6: Horas)



(12 Horas)



(24 Horas)



(48 Horas)



(72 Horas)

