

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Escuela de Formación Profesional de  
Acuicultura

**"EFECTO DE CUATRO NIVELES PROTEÍCOS DE DIETAS PELETIZADAS EN EL  
CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE ARAHUANA, *Osteoglossum bicirrhosum*  
(CUVIER, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) CRIADOS EN JAULAS  
FLOTANTES. CABALLOCOCHA, LORETO-PERÚ"**

**TESIS**

Requisito para optar el título profesional de

**BIÓLOGO ACUICULTOR**

AUTORA:

**LILIBETH HOYOS SARMIENTO.**

IQUITOS-PERÚ

2014

**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR:**



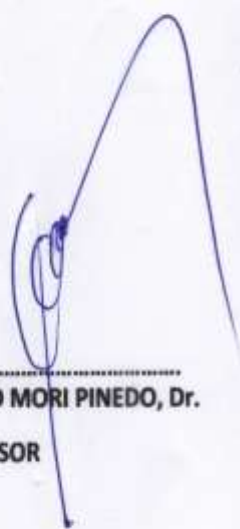
.....  
**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA. Msc.**  
**Presidente**



.....  
**Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA. Msc.**  
**Miembro**



.....  
**Blga. NORMA ARANA FLORES**  
**Miembro**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long, sweeping tail that curves upwards and then downwards.

.....  
**Bigo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.**

**ASESOR**



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**Dirección de Escuela Profesional de**  
**Acuicultura**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Iquitos, 10 de diciembre de 2014

En la ciudad de Iquitos, a los diez (10) días del mes de diciembre de 2014 y, siendo las 12:00 horas: se reunió en el Auditorio de las Direcciones de Escuelas de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 023-2014-DEFP-A-UNAP, presidido e integrado por **Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc., Presidente**; **Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc., Miembro**; y **Blga. NORMA ARANA FLORES, Miembro**; para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"EFECTO DE CUATRO NIVELES PROTEICOS DE DIETAS PELETIZADAS EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE ARAHUANA, *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) CRIADOS EN JAULAS FLOTANTES. CABALLOCOCHA, LORETO-PERÚ"**, realizado por la bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela Profesional de Acuicultura: **Lilibeth Hoyos Sarmiento** de la Promoción I-2012, graduada de Bachiller con R.R. N° 2506-2012-UNAP de fecha 31 de diciembre de 2012; reconociendo como asesor: **Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.**



Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de la bachiller, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por la bachiller y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto: Aprobar Regular LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO Regular; quedando en consecuencia la candidata apta para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 18:00 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

  
**Rossana Cubas Guerra**  
PRESIDENTE

  
**Emer Gloria Pizango Paima**  
MIEMBRO

  
**Norma Arana Flores**  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA.**

Al Señor Todopoderoso por la salud, bendiciones y ser la luz de mi camino.

A mis padres Salvador Hoyos Apagüeño e Ilmer Sarmiento Yaicate, por sus deseos de superación, consejos y apoyo incondicional que me brindan en cada instante de mi vida.

A mis queridos y adorados abuelitos Eulogio Hoyos Mozombite y Etelvina Apagüeño Ijuma que se encuentran en la Gloria del Señor, que en vida siempre desearon verme profesional.

A mis queridos y preciosos bebés, Leonardo Neymar Pezo Ruiz y el que esta en camino, por ser mi fuerza y motor de mi vida para lograr mis objetivos.

A Rony Narvin Pezo Ynga, por ser una persona muy especial en mi vida.

A mis queridos hermanos y a toda mi familia.

## **AGRADECIMIENTO.**

- A la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, representada por sus docentes que me brindaron las enseñanzas para mi formación profesional.
- Al Econ. W. Pablo Soria Ruiz, Director Ejecutivo del PEDICP, por la oportunidad y apoyo brindado para la ejecución del proyecto de tesis.
- Al Ing. Mauro Vásquez Ramírez, Director de Recursos Naturales y Medio Ambiente – PEDICP por la oportunidad brindada.
- Al Blgo. Luis Alberto Moya Ibáñez, por apoyo brindado en los diferentes procesos del proyecto de tesis.
- Al Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo, Dr., por el asesoramiento brindado antes, durante y después de la ejecución del proyecto de tesis.
- Al equipo del proyecto “Modelos Prácticos de Producción Piscícola de Consumo Humano y uso Ornamental sede Caballo Cocha, dirigido por el coordinador Raúl Gaya Valderrama, seguido de los técnicos: Velcher Bartra Chávez, Carlos André Amaringo Cortegano y vigilante Francisco Isarra, por el apoyo y confianza brindado durante la ejecución de la tesis.
- Al Ing. Edgar Daniel Sánchez y su equipo de técnicos: Atilio, Omar, Elías, Quintana, Uriel, Cleus, Ebaristo, Adrian, Juan y Gerardo, por el apoyo y consejos durante la ejecución del proyecto de tesis.
- Al Ing. Jorge Flores Laulate, por el apoyo brindado durante la ejecución de la tesis.
- A Blgo. Rony Narvin Pezo Ynga, por sus consejos y aporte de sus conocimientos y a Cinthia Medina por su gran amistad y consejo durante la ejecución de la tesis.
- A todas las personas que me apoyaron en la ejecución de la presente tesis.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	ii
ASESOR	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DEL CONTENIDO	vii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRAFICOS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1. Área de estudio	8
3.2. Descripción de la especie en estudio	8
3.3. Métodos	13
3.3.1. Periodo experimental	13
3.3.2. Construcción de la jaula de cuarentena	14
3.3.3. Manejo de alevinos de arahuana en jaula de cuarentena	14
3.3.4. Adaptación al alimento peletizado	14
3.3.5. Unidades experimentales	14
3.3.6. Instalación para las jaulas experimentales	15
3.3.7. Diseño experimental	16
3.3.8. Densidad de siembra	16
3.3.9. Frecuencia alimenticia	16
3.3.10. Peso promedio general de los alevinos de arahuana	16
3.3.11. Dietas experimentales	17
3.3.12. Siembra de alevinos	18
3.3.13. Biometría de los peces	18

3.3.14. Índices zootécnicos	18
3.3.15. Calidad del agua	20
3.3.16. Procesamiento de la información	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	30
5.1. Crecimiento de los peces	30
5.2. Índices zootécnicos	31
5.3. Calidad del agua	33
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	35
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
IX. ANEXOS	40



## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1	Proceso de adaptación de alevinos de arahuana, <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> al alimento peletizado.	14
Cuadro N° 2	Distribución de las jaulas experimentales por tratamiento – repetición	16
Cuadro N° 3	Composición porcentual de los insumos y de los aditivos en las dietas experimentales	17
Cuadro N° 4	Composición nutricional de las dietas	18
Cuadro N° 5	Promedios de Peso y Longitud de alevinos arahuana, <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Agosto a diciembre de 2013	21
Cuadro N° 6	Índices zootécnicos registrados en alevinos de arahuana, <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas. Agosto a diciembre de 2013.	23
Cuadro N° 7	Calidad de agua (promedio mensual) registrada durante la fase de cultivo de alevinos de arahuana, <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , alimentados con cuatro niveles de proteína en dietas peletizadas. Agosto a diciembre de 2013.	24

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Variaciones del peso (g) promedio de los alevinos de arahuana, durante la fase experimental alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas, en el centro piloto-MAO. Caballo Cocha.	22
Gráfico N°2	Variación de la longitud total (cm) de los alevinos de arahuana, <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , durante la fase experimental alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas, en el centro piloto-MAO. Caballo Cocha.	22
Gráfico N° 3	Variación de la Temperatura (°C): del agua durante la fase experimental.	25
Gráfico N° 4	Variación del oxígeno disuelto (mg/l) del agua durante la fase experimental.	26
Gráfico N° 5	Variación mensual del potencial de hidrogeno pH del agua durante la fase experimental.	26
Gráfico N° 6	Variación mensual del CO <sub>2</sub> del agua durante la fase experimental.	27
Gráfico N° 7	Variación mensual de la alcalinidad (ppm) del agua durante la fase experimental.	27
Gráfico N° 8	Variación mensual de la dureza total (ppm) del agua durante la fase experimental.	28
Gráfico N° 9	Variación mensual del nitrito (ppm) del agua durante la fase experimental.	28
Gráfico N° 10	Variación mensual del amonio NH <sub>4</sub> (ppm) del agua durante la fase experimental.	29

## LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1.	Ficha de Registros Biométricos (peso y longitud) de los alevinos de arahuana	41
Anexo 2.	Ficha Parámetros Físicos y Químicos del Agua	42
Anexo 3.	Análisis de varianza (ANOVA) inicial y final de los pesos promedios de alevinos de arahuana	42
Anexo 4.	Mapa satelital de la ciudad de Caballo Cocha.	43
Anexo 5.	Construcción de las unidades experimentales	43
Anexo 6.	Elaboración del alimento peletizado.	44
Anexo 7.	Biometría de los peces	44
Anexo 8.	Análisis del agua.	44

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de cuatro dietas peletizadas en el crecimiento de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* criados en jaulas flotantes, en el periodo de Agosto a Diciembre del 2013. Se realizó en el Centro Piloto del proyecto “Modelos Prácticos de Producción Piscícola de Consumo Humano y Uso Ornamental” en la ciudad de Caballo Cocha. Se utilizaron 72 peces con promedio inicial de 22.6 g y 17.2 cm de peso y longitud, los cuales fueron distribuidos en 12 jaulas, con una tasa de alimentación de 6% de la biomasa, el análisis de varianza ANOVA ( $p > 0.05$ ) de los promedios de peso y longitud demostraron que no existió diferencia significativa entre tratamientos. El diseño que se aplicó fue completamente al azar (DCA), con cuatro (4) tratamientos ( $T_1 = 22\%$  PB;  $T_2 = 24\%$  PB;  $T_3 = 26\%$  PB y  $T_4 = 28\%$  PB), y tres (3) repeticiones. Los registros biométricos se realizaron cada 30 días. De manera diaria se registró Temperatura, Oxígeno disuelto, y pH y cada quince días dióxido de carbono, dureza total, alcalinidad, nitritos y amonio. El peso y longitud final de los peces fueron: 36.6 g, 37.5 g, 37.7, 38.9 g y 19.9 cm, 20.1 cm, 19.9 cm y 20.2 para  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  respectivamente, no registrando diferencia significativa entre los tratamientos. Los índices zootécnicos obtenidos fueron los siguientes: Índice de conversión alimenticia aparente para  $T_1$  10.76,  $T_2$  10.88,  $T_3$  11.03 y  $T_4$  8.91, tasa de crecimiento específico para  $T_1$  0.42,  $T_2$  0.40,  $T_3$  0.39 y  $T_4$  0.49 factor de condición 0.46 para  $T_1$  y  $T_2$ , 0.48 para  $T_3$  y  $T_4$  y porcentaje de sobrevivencia fue de 100% para todos los tratamientos, concluyendo que los tratamientos tuvieron el mismo efecto. Los parámetros físicos y químicos del agua tuvieron los siguientes valores en promedio: Temperatura 30.3 °C, Oxígeno 5.9 mg/l, pH 7.4, Dióxido de carbono 11.7 mg/l, Alcalinidad 34 mg/l, Dureza 42.75 mg/l, Nitritos 0.05 mg/l y Amonio 0.4 mg/l, siendo valores aceptables para el cultivo de esta especie ya que son resistentes al manipuleo.

## I. INTRODUCCION

Los peces constituyen una de las principales fuentes alimenticias y de ingresos económicos para la región amazónica, ampliamente conocida por constituirse una de las más grandes y complejas redes fluviales del mundo. En sus inicios, la explotación pesquera se centró exclusivamente en la captura y comercialización regional y nacional de peces de consumo, sin embargo desde hace más de tres décadas se empezaron a capturar ejemplares vivos destinados al comercio nacional e internacional de peces ornamentales. En ambas categorías, los tres representantes sudamericanos pertenecientes a la familia Osteoglossidae, componen un selecto grupo de especies que poseen elevado valor comercial en los mercados locales, nacionales e internacionales **(Argumedo, 2005)**.

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) pertenece al orden Osteoglossiformes, considerado como pez primitivo, convirtiéndose en uno de los ejemplos vivientes de la familia Osteoglossidae, la cual posee una característica muy particular, que lo catalogan como un pez de gran atractivo en el ámbito ornamental **(Sánchez et al., 2007)**. Son precisamente esos atractivos, los que han promovido que la arahuana sea un pez explotado intensamente en la Amazonía, actividad que por lo general, involucra la matanza de machos adultos para la captura de las crías que éstos protegen dentro de la cavidad bucal **(Gómez & Tang, 2005)**. Esta especie, en el Perú, se comercializa tanto como pez ornamental al estado de larva y como pez de consumo al estado adulto. Los alevinos dependiendo de su longitud llegan a costar aproximadamente entre 5 a 25 dólares cada uno **(Mancera & Álvarez, 2008)** y un adulto que puede llegar a medir 1.20 cm **(Rodríguez et al., 2005)**, en el mercado

internacional tiene un costo de US\$100-500 (**Argumedo, 2005; Mancera & Álvarez, 2008**).

En la Amazonía se ha comenzado la cría a través de cultivos en jaula, estanques y acuarios, bajo criterios de acuicultura como el mejoramiento y calidad del agua, la nutrición y el manejo sanitario para la reducción de enfermedades, y de esta manera optimizar la calidad del pez y satisfacer la demanda comercial, con el fin de disminuir la pesca de la especie en su medio silvestre (**Rodríguez, 2006**).

La arahuana presenta un comportamiento alimenticio generalista y oportunista, de régimen omnívoro con fuerte tendencia a la carnívora (**Agudelo et al., 2007**). La que presenta mayores dificultades para su crianza en cautiverio, aun así, esta dificultad puede ser solucionada a través de la alimentación con raciones peletizadas, considerando una etapa previa de adaptación a dicho alimento.

Durante las fases iniciales hasta llegar a alevino, las arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*), pueden ser alimentadas con tasas de alimentación que varían entre 10 al 20%; sin embargo, durante el transcurso de alevino a juvenil, estos peces pueden ser alimentados con 6% de su biomasa total, a medida que se adapta al alimento balanceado, a través de un proceso de acostumbramiento con peces gupys y escarabajos por tres semanas (**Castro & Santamaría, 1993; Argumedo, 2005; Landines et al., 2007; Urueña, 2009**).

Hasta la fecha, el uso de alimento balanceado del tipo peletizado es el que más se ha difundido en nuestra región amazónica peruana, debido a su fácil producción, si se compara con el alimento extruido que requiere mayor tecnología para su procesamiento y por ende más cantidad. Sin embargo, el alimento extruido posee

grandes ventajas, entre ellas: el permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, presentar mayor durabilidad de almacenamiento, bajo contenido de finos, mayor estabilidad en el agua y polución significativamente reducida. Asimismo, posee mayor digestibilidad, mayor contenido energético y evacuación estomacal más lenta **(Nicovita, 2003)**.

Sin embargo, para lograr un cultivo con mayores beneficios se debe tener en cuenta la cantidad y calidad de proteína en la dieta, pues es uno de los principales determinantes del crecimiento de los peces.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro niveles proteicos de dietas peletizadas en el crecimiento de alevinos de arahuana, para contribuir en el manejo adecuado de esta especie y por ende reducir el fuerte impacto que se viene ejerciendo sobre las poblaciones naturales de esta especie.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

**Hossain et al. (2001); Webster et al. (2001)**, señala que las prácticas alimenticias óptimas llevan a incrementar la tasa de crecimiento, disminuir el desperdicio de alimento, y consecuentemente, incrementar las ganancias en acuicultura.

**Castro & Santamaría, (1993); Argumedo, (2005); Landines et al. (2007); Urueña, (2009)**, mencionan que durante las fases iniciales hasta llegar a alevinos, las arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*), pueden ser alimentadas con tasas de alimentación que varían entre 10 al 20%; sin embargo, durante el transcurso de alevinos a juvenil, estos peces pueden ser alimentados con 6% de su biomasa total, a medida que se adapta al alimento balanceado, a través de un proceso de acostumbramiento con peces gupys y escarabajos por tres semanas.

**Aldea, (2002); Padilla et al. (2003); Velásquez et al. (2007)**, reportan que el paiche, (*Arapaima gigas*), una especie piscívora muy cercana filogenéticamente a la arahuana, se adapta al consumo de raciones peletizadas o extrusadas con contenidos proteicos entre 45 a 50% en períodos de cuatro a cinco semanas.

**Ribeyro et al. (2009)**, evaluaron los efectos de tres frecuencias de alimentación (FA2, FA4 y FA6) sobre el crecimiento de alevinos de arahuana alimentados con una dieta extruída comercial (55% PB) durante 50 días. Las frecuencias de alimentación (2, 4 y 6 veces/día), no influyeron en el crecimiento de los alevinos, pero han podido notar que la alimentación se optimiza con el uso de las frecuencias alimenticias de 2 y 4 veces/día con una ganancia de peso de 11.6 g y 11.69, TCE de 4.46 y 4.58 y sobrevivencia del 100%.



**Hernández et al. (2010)**, Evaluaron la cinética de crecimiento y sobrevivencia, en juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum*, cultivados en Sistemas Cerrados de Recirculación, durante cuatro meses, a una densidad de 30 peces/500 litros de agua, en cada tanque: TK1 (12.2 g) y TK2 (14.83 g), alimentados con Truchina al 50% PB en los tres primeros meses y en el último mes al 38% PB. Reportan un peso final de 66.96 g, para TK1 y 55.91 g para TK2.

**Argumedo(2005)**, menciona que la calidad de proteína, el tamaño de la partícula y la flotabilidad del pellets, determina la aceptación o rechazo del alimento por parte de los alevinos de arahuana y el nivel de proteína bruta que recomienda para esta especie varía entre 40 a 45%.

**Urueña (2005)**, elaboro un protocolo para el manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* en cautiverio. Utilizó 170 larvas de 1.18 g de peso y 5.91 cm de longitud promedio, se les ofreció un balanceado de 48 % PC sin embargo, no se registró consumo del producto por lo cual se optó por utilizar un protocolo de transición a base de alimento vivo (coleópteros del genero *Bruchus*) y el balanceado. Durante el estudio registró mortalidad del 80 % por anorexia 44.1%, ruptura del saco vitelino 23.5%, cambios bruscos de pH 16.4%, estrangulamiento de saco vitelino 10.2% y cambios bruscos en el tipo de alimento 5.6%.

**Sánchez et al. (2007)**, realizaron estudios sobre técnicas para el manejo y levante de alevinos a juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* de 1 g de peso y 7 cm de longitud promedio, en jaulas flotantes de 1 m<sup>3</sup>, durante 70 días evaluaron cuatro tratamientos: T1 y T3 con balanceado más Lámpara caza insectos; T2 y T4 Purina más Lámpara caza insectos. Los resultados no muestran diferencias significativas entre los tratamientos,

los peces del T2 tuvieron mayor ganancia en peso de  $3.87 \pm 0.05$  g, mientras el T3 fue menos eficiente con  $2.57 \pm 0.05$  g presentando una mortalidad total de 65.8%.

**Manosalva & Cubas (2013)**, evaluaron la influencia de tres dietas comerciales extrusadas T1: Puripaiche 50% PB, T2: Aquatech 42% PB y T3: Nutrisam 50% PB, en el crecimiento de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, con un peso promedio inicial de 5.77 g y 10.72 cm de longitud, cultivados en peceras durante 70 días. Los resultados no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos. Los peces del T1 (Aquatech) tuvieron mayor ganancia en peso de 13,24 g, TCE de 1.69 y sobrevivencia de 100% mientras el T1 fue menos eficiente con una ganancia de peso de 10.90 g.

**Aldea (2002)**, evaluó el rendimiento de paiche *Arapaima gigas*, alimentado con dietas artificiales con tres niveles de proteína bruta (45, 50 y 55%), en jaulas flotantes, durante ocho meses. Los peces alimentados con el 50% PB presentaron mejores índices de conversión alimenticia de 4.27, tasa específica de crecimiento de 1.38 y un factor de condición de 0.97.

**Padilla et al. (2003)**, evaluaron el efecto de tres tasas de alimentación: 6, 8 y 10% de la biomasa, en alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con una dieta peletizada con 50% de proteína bruta, durante seis meses. Reportan que los alevinos de paiche obtienen mejor conversión alimenticia de 3:1 y un factor de condición de 0.97, cuando son alimentados con una tasa de alimentación equivalente al 6% de su biomasa corporal.

**Del Risco et al. (2008)**, evaluaron el efecto de tres niveles de proteína (35, 40 y 45%) en el crecimiento de alevinos de paiche, *Arapaima gigas* de peso promedio de 86.84 g en tanques de cemento, durante 84 días. Al finalizar el experimento, los peces de los tratamientos T2 y T3 (40 y 45 % de PB respectivamente), ganaron peso promedio entre 174.8 y 161.4 g más que los peces del T1.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Área de estudio.

El presente estudio se realizó en las instalaciones del centro piloto del proyecto “Modelos Prácticos de Producción Piscícola de Consumo Humano y Uso Ornamental” instalados dentro de la Institución Educativa Pública Primaria y Secundaria Miguel Acosta Oyarce, beneficiario del proyecto, ubicado en la ciudad de Caballo Cocha provincia de Ramón Castilla Departamento de Loreto, entre los paralelos 04° 12'06” de latitud sur y los meridianos 77°37'05” de longitud oeste, y a una altitud de 61msnm, abarcando una superficie de 7,545.15Km. La comunidad de Caballo Cocha presenta temperatura ambiente mínima mensual es de 26,4°C, humedad relativa entre 83.2% y 90%. (Anexo 4).

#### 3.2. Descripción de la especie en estudio

##### 3.2.1. Ubicación sistemática de la especie

Filo : Chordata

Subfilo : Vertebrata

Clase : Actinopterygii

Orden : Osteoglossiformes

Familia : Osteoglossidae

Género : *Osteoglossum*

Especie : *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829)

**Nombres comunes :**

Perú : Arahuaana.

Brasil : Aruanã, baiano, macaco da agua.

Asia : Dragón fish.

Colombia : Arawana y arowana.

**3.2.2. Distribución geográfica.**

Las arahuana hacen parte de la familia Osteoglossidae, la cual congrega un selecto grupo de peces óseos, distribuidos en zonas tropicales de Sudamérica, África, Asia y Australia. En la zona de Sudamérica se agrupan dos especies arahuana plateada, *Osteoglossum bicirrhosum*, y la arahuana azul, *Osteoglossum ferreirae*, la arahuana plateada está distribuida en gran parte de la cuenca amazónica brasilera, guyanesa, peruana y colombiana en esta última se reporta en Leticia, en el río Putumayo y en río Caquetá, mientras que la arahuana azul está presente en el canal principal del río Bita en Colombia y el sistema del río Negro en Brasil (**Argumedo, 2005**).

La distribución de *O. bicirrhosum* en el Perú está restringida hacia el área de la Reserva Nacional Pacaya Samiria y la cuenca del Putumayo, los mismos que son refugios importantes de reproducción de la especie. Habita en los bosques inundados y los lagos durante los períodos de creciente y vaciante de los ríos respectivamente. Vive en ambientes acuáticos tranquilos, poco profundos y generalmente transparentes. *O. bicirrhosum* nada habitualmente a lo largo de la superficie, por lo que su pesca se realiza desde las orillas de los caños y de las cochas, (**Rojas, 2007**).

### 3.2.3. Morfología interna y externa.

La arahuana es un pez de cuerpo y cabeza lateralmente comprimidos. El cuerpo está cubierto por escamas de coloración parda a ligeramente amarilla, con reflejos iridiscentes. La cabeza es de color marrón oscuro a claro, con una amplia boca oblicua (supera) y se alimenta en la superficie del agua. El mentón, con dos barbillas cortas proyectadas horizontalmente, las que probablemente tienen función táctil. **(Cala, 1973).**

La boca *O. bicirrhosum* es grande y oblicua que forma un ángulo aproximado de 28 grados. La apertura de la mandíbula inferior es de aproximadamente de 30 grados en condiciones normales de caza o de consumo de concentrados para peces, sin embargo en los procesos de extracción manual de larvas, la mandíbula puede duplicar su ángulo de apertura sin que se presenten lesiones en los machos incubantes. Los ojos son grandes, altamente desarrollados y ubicados en el extremo superior de la cabeza, lo cual permite al pez mantener una visión amplia de su entorno y mantenerse atento al ataque de cualquier predador natural, al mismo tiempo que facilita la ubicación y captura de sus presas. La lengua es áspera y ósea. Posee el cuerpo cubierto de grandes escamas, fuertes e imbricadas en forma de mosaico. También, el conjunto de escamas sobre la línea lateral poseen modificaciones excepcionales caracterizadas por la presencia de un sistema sensitivo que permite al pez detectar los cambios de presión causados por vibraciones de agua circundante. **(Argumedo, 2005).**

La faringe, el esófago y el estómago de *O. bicirrhosum* están conformados por tejidos gruesos, altamente elásticos, que permiten la ingestión y almacenamiento de volúmenes considerables de alimento. En el estómago se dan las primeras y más

importantes etapas de la digestión, gracias a la presencia de glándulas gástricas que secretan sustancia especializadas en desdoblar tejidos biodigeribles. Posteriormente el alimento pasa al intestino, relativamente corto, donde se termina de dirigir mediante la participación de enzimas y sustancias segregadas por el hígado, el páncreas, los ciegos pilóricos y la vesícula biliar, finalmente se da el proceso de absorción de los nutrientes y se desechan los residuos sólidos como heces fecales a través del ano. **(Argumedo, 2005).**

#### **3.2.4. Alimentación**

*O. bicirrhosum* es una especie omnívora con preferencia de insectos y peces. En individuos capturados en bosque inundado durante la creciente y en la cocha El Dorado durante la vaciante se ha encontrado, a través del análisis del contenido estomacal, los siguientes ítems alimenticios: insectos (49%), peces (44%), arañas (4%) y crustáceos (3%). Además, se encontró material vegetal, que no constituye parte de la dieta del animal, sino que es un alimento casual, como consecuencia de la modalidad de captura de sus presas, **(Gómez & Tang, 2005).**

En el estadio de alevinos se alimentan de larvas de mosquitos y otros organismos microscópicos. Así mismo, reporta evidencias en la cuenca Yanayacu - Pucate, donde se ha podido observar que *O. bicirrhosum* en la zona de litoral, persigue a su presa a menudo saltando completamente fuera del agua. **(Rojas, 2007).**

#### **3.2.5. Aspectos reproductivos.**

La reproducción comienza al inicio del periodo de creciente de los ríos (octubre a enero) y tiene fecundidad baja (de 100 a 350 óvulos). La estrategia reproductiva de *O. bicirrhosum* es poco común, pues la incubación de los huevos se realiza oralmente por

los machos (**Argumedo; 2005. Rodríguez et al., 2005; Urueña, 2005**), además de la baja fecundidad; que en el mejor de los casos es cercana a los 200 larvas/año (Argumedo, 2005). Esta especie conforma parejas que permanecen unidas hasta que se produce la expulsión y fertilización de los huevos; a partir de este momento el macho comienza la incubación oral y la hembra comienza a recuperar la energía invertida durante el desarrollo de los ovarios (**Argumedo, 2005; Rodríguez et al., 2005**).

Las arahuana presentan reproducción bisexual caracterizada por el desarrollo de espermatozoide y óvulos en individuos masculinos y femeninos separados. Estos peces presentan dimorfismos sexuales marcados, lo cual dificulta la determinación de género para conformar lotes de reproductores con proporciones adecuadas. Una característica particular del aparato reproductor masculino y femenino es la presencia de ovarios y testículos derechos atrofiados, mientras los izquierdos son funcionales y bien desarrollados, (**Argumedo, 2005**).

Schwartz & Levi, 1968 (**citados por Rojas, 2007**), sostiene que las larvas de *O. bicirrhosum* antes de alcanzar una longitud de 5 cm son incapaces de nadar porque el saco vitelino tiende a hundirlos. Al alcanzar el estadio nadador, el padre, que protege a las larvas en su boca, permite la salida de las crías de su boca para nadar alrededor del él y cazar larvas de mosquitos y otros organismos microscópicos, reuniéndolas rápidamente al detectar algún peligro que ponga en riesgo la vida de las crías. Así mismo, concuerda con **Cala (1973)**, porque menciona que en compensación con el bajo número de alevinos producidos, el cuidado parental incrementa sus probabilidades de supervivencia.



### **3.2.6. Aspectos económicos.**

Gran parte de los peces ornamentales capturados en la Amazonia son destinados a la exportación, la arahuana plateada, endémica de la cuenca amazónica y la arahuana azul perteneciente a la cuenca del Orinoco, ocupan el quinto renglón más importante en las exportaciones de peces ornamentales lo cual ha conllevado a una enorme presión pesquera; reflejada en la disminución de las poblaciones naturales y en el consecuente aumento en el esfuerzo de pesca para estas especies.

En el comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce, las arahuanas sudamericanas alcanzan excelentes precios, que pueden oscilar de US \$8 a 12 para *Osteoglossum bicirrhosum*, que es la especie más popular. Los principales compradores de arahuana son los países orientales, en los cuales la tenencia de estas mascotas está fuertemente asociada a factores culturales. En estos países las arahuanas son conocidas como “peces dragón” o “dragón fish” lo cual las convierten en “amuletos de buena suerte”, portadores de progreso y bienestar para quienes las poseen. Muchas de las empresas dedicadas a este oficio coinciden en que las exportaciones de estos peces tienden a aumentar gradualmente, lo cual se le añade que la demanda de los mismos tiene un comportamiento relativamente estable.

**(Argumedo, 2005)**

### **3.3. Métodos.**

#### **3.3.1. Período experimental.**

El período experimental fue de 120 días y se utilizó un total de 72 alevinos de arahuana, procedentes del medio natural.

### 3.3.2. Construcción de la jaula para cuarentena.

Se destinó el estanque seminatural del colegio Miguel Acosta Oyarce (MAO), de 3200 m<sup>2</sup> y 1.20 metros de profundidad, donde fue instalado la jaula para cuarentena de medidas 2 x 2 x 2 m<sup>3</sup>, las mismas que contaron con un armazón de madera 2 x 2 pulgadas, cubiertas de mallas anchoveteras de ½ pulgada de cocada, donde se realizó la observación y posterior adaptación de los alevinos al alimento peletizado. (Anexo5)

### 3.3.3. Manejo de alevinos de arahuana en jaula para cuarentena.

Los alevino fueron colocados en la jaula para cuarentena, previa aclimatación por un periodo de 30 minutos aproximadamente, realizándose el monitoreo cada hora para ver el estado de los peces. La alimentación de los alevinos fue con trocitos de filete de pescado Tucunare, *Cichla monoculus* y se inició al día siguiente.

### 3.3.4. Adaptación al alimento peletizado.

La fase de adaptación al alimento se realizó en 28 días, previamente a los 120 días de periodo experimental, ajustando los protocolos de adaptación de alevinos de paiche (Velásquez *et al.*, 2007), aplicados para las arahuanas, los peces tuvieron un peso inicial de 21,3 g y longitud promedio de 16, 6 cm en el cuadro N° 1, se muestra el resumen de la etapa de adaptación

Cuadro N° 1. Proceso de adaptación de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* al alimento peletizado.

1 al 3 días	4 al 8 días	9 al 12 días	13 al 17 días	18 al 23 días	24 al 27 días	28 días
Trocitos de filete de pescado	90% trocitos de filete de pescado/ 10% polvo alimento peletizado	70% trocitos de filete de pescado/ 30% polvo alimento peletizado	50% trocitos de filete de pescado/ 50% polvo alimento peletizado (partículas granuladas)	30% trocitos de filete de pescado/ 70% polvo alimento peletizado (partículas granulada de 1 mm)	10% trocitos de filete de pescado/ 90% polvo alimento peletizado (partículas granulada de 1 mm)	Alimento peletizado (partículas pequeñas de 1.5 mm)

En el cuadro N° 1 se muestra la adaptación de los alevinos al alimento peletizado que consistió en siete etapas, lo cual se ha ido paulatinamente graduando los porcentajes de filete de pescado y alimento peletizado hasta lograr la aceptación al 100%. 1. En los tres primeros días se suministró trocitos de filete de pescado. 2. Se suministró 90% de filete de pescado mesclado con el 10% de alimento peletizado (28%PB) en polvo. 3. El porcentaje bajó a 70% de filete y 30% de alimento peletizado en polvo. 4. En esta etapa los porcentajes son iguales para ambos insumos 50% filete y 50% alimento peletizado en partículas pequeñas. 5. Se suministró 30% de filete mesclado con 70% de alimento peletizado en partículas de 1mm. 6. El porcentaje de filete bajo a 10% mesclado con 90% de alimento peletizado de 1mm. Y en la etapa 7 se logró la aceptación al 100% de alimento peletizado.

### **3.3.5. Unidades experimentales.**

Se construyeron 12 jaulas experimentales de 1m x 1m x 1.10 m (1.10 m<sup>3</sup>), las que contaron con un armazón de madera de 2 x 2 pulgadas, cubiertas de mallas galvanizada de 1cm de cocada sujetadas por el borde con ripillas y tachuelas de 1 pulgada, se elaboraron tapas de las jaulas para la protección contra depredadores y entradas de insectos, todas las jaulas se pintaron con pintura esmalte (sin plomo), con el fin de que las mallas no se oxiden y tengan una larga duración. (Anexo 5).

### **3.3.6. Instalación para las jaulas experimentales.**

Se prendieron 16 estacas de madera de medidas 2.5 x 2 pulgadas de 1.50 metros de altura, al fondo del estanque, sujetadas por listones de madera horizontalmente,

formando cuatro hileras de 8 metros de largo, dejando un espacio de 50 cm entre las dos hileras para facilitar el suministro de alimento a los alevinos de arahuana. Posteriormente las jaulas fueron colocadas y sumergidas en el agua dejando un borde de 10 cm hacia arriba.

### 3.3.7. Diseño experimental.

Se aplicó el diseño completamente al azar (DCA), con cuatro (4) tratamientos ( $T_1= 22\%$ ;  $T_2= 24\%$ ;  $T_3=26\%$  y  $T_4= 28\%$  PB), y tres (3) repeticiones.

### 3.3.8. Densidad de siembra.

Se sembraron 72 alevinos de arahuana con una densidad de 6 peces/jaula, distribuidos en 12 jaulas experimentales de  $1.10\text{ m}^3$ .

### 3.3.9. Frecuencia de alimentación.

Fueron alimentados con una frecuencia de dos veces al día 8:00 a.m. y 4:00 p.m. con una tasa de alimentación de 6 % de la biomasa de cada jaula.

### 3.3.10. Peso promedio general de los alevinos de arahuana.

Los peces tuvieron un peso promedio inicial de 22.6 g y una longitud promedio de 17.2 cm.

Cuadro N° 2: Distribución de las jaulas experimentales por tratamiento – repetición.

<b>T4 R1 (01)</b>	<b>T3 R2 (03)</b>	<b>T2 R2 (05)</b>	<b>T3 R1 (07)</b>	<b>T1 R2 (09)</b>	<b>T4 R3 (11)</b>
<b>T2 R3 (02)</b>	<b>T4 R2 (04)</b>	<b>T1 R3 (06)</b>	<b>T2 R1 (08)</b>	<b>T3 R3 (10)</b>	<b>T1 R1 (12)</b>

Leyenda: **Tratamiento 1**(22%PB), repetición 1,2 y 3, **Tratamiento 2** (24%PB), repetición 1,2 y 3, **Tratamiento 3** (26%PB), repetición 1,2 y 3, **Tratamiento 4** (28%PB), repetición 1,2 y 3.

### 3.3.11. Dietas experimentales.

Se elaboraron dietas peletizadas de 22, 24, 26 y 28 % PB, en la planta de producción de alimento peletizado para peces y aves del Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del Putumayo. PEDICP. Las mimas que fueron formuladas por el proyecto. Se utilizando los siguientes insumos, maíz amarillo molido, harina de pescado, torta de soya, polvillo de arroz y almidón de yuca, cuadro N° 3. (Anexo 6).

Cuadro N° 3: Composición porcentual de los insumos y de los aditivos en las dietas experimentales.

Insumos	T1 22%PB	T2 24%PB	T3 26%PB	T4 28%PB
Maíz amarillo molido	51.000	47.000	46.000	45.000
Harina de pescado	3.500	3.500	22.600	7.500
Torta de soya	34.000	39.500	11.400	41.500
Polvillo de arroz	5.000	2.000	17.000	
Almidón de yuca	3.000	3.000	3.000	3.000
Calcio	2.500	2.200	2.200	1.100
Aceite de palma				1 litro
Fosfato	0.400	2.000	2.000	0.40
Fungiban	0.100	0.150	0.150	0.150
Premix	0.060	0.120	0.120	0.140
Colina	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Lisina	0.090	0.040	0.040	0.110
Metionina	0.030	0.040	0.040	
Sal	0.200	0.350	0.350	
Antioxidante	0.020			
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Cuadro N° 4. Composición nutricional de las dietas

NUTRIENTES	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA4
Humedad	9.22	9.35	12.35	9.33
Proteína bruta	22.50	24.94	26.20	27.30
Grasa	1.65	1.99	1.39	3.00
Carbohidrato	59.28	55.63	50.13	54.22

**Fuente:** Laboratorio de Ingeniería de los Alimentos. FIA- UNAP

### **3.3.12. Siembra de alevinos de arahuana.**

Se sembraron 6 alevinos de arahuana en cada uno de las unidades experimentales, no encontrándose diferencias significativas entre los peces de los tratamientos (ANOVA), indicándonos que la población fue homogénea. Se utilizó baldes de 60 litros de capacidad para el traslado de los peces y para fines profilácticos se utilizó sal de pesca a razón de 5 g/l por cinco minutos.

### **3.3.13. Biometría de los peces**

Se registraron datos biométricos cada 30 días del 100% de la población, utilizando una balanza gramera marca CONSTANT modelo 14192-80B y un ictinómetro de madera graduada en centímetros (Anexo 7), con la finalidad de obtener datos de crecimiento en peso (g) y longitud (cm), que nos permitieron calcularlas nuevas raciones alimenticias a ser ofrecidas. Los datos se registraron en fichas elaboradas por la tesista. (Anexo 1).

### **3.3.14. Índices zootécnicos**

Los parámetros de crecimiento tanto en peso (g) como de longitud (cm) fueron evaluados de la siguiente manera:

- **Tasa de crecimiento específico (TCE)**

Expresa el crecimiento en peso del pez diariamente influenciado por el espacio, alimento y temperatura. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{TCE} = \{(\ln W_f - \ln W_i) / (t)\} * 100$$

Dónde: Ln: logaritmo natural

Wf: peso al tiempo final

Wi: peso al tiempo inicial

T: tiempo de estudio

- **Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)**

Determina el grado de asimilación efectiva de los alimentos. Es la relación entre la cantidad de alimento seco ofrecido y el peso húmedo ganado, cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{ICAA} = \text{alimento ofrecido (materia seca)} / \text{biomasa ganada (peso húmedo)}$$

- **Factor de condición (K)**

Expresa el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio en que vive en función de su nutrición durante el tiempo de cultivo. Su fórmula es:

$$K = (W / L^3) * 100$$

Dónde:

W: peso total (g)

L<sup>3</sup>: longitud total al cubo (c

- **Sobrevivencia (S)**

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento. La fórmula es:

$$S = (\text{número de peces cosechados} / \text{número de peces sembrados}) * 100$$

### **3.3.15. Calidad del agua**

Se realizaron registros diarios de temperatura (°C) (8:00 am y 4:00 pm), con un termómetro de mercurio, pH y oxígeno disuelto (kits de análisis de agua) y cada quince días se evaluaron los niveles de alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>, ppm), dureza total (CaO<sub>2</sub>, ppm), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, ppm), nitritos (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ppm) y amonio (NH<sub>3</sub>-N, ppm), empleando un test kit para análisis de agua, modelo AQ-2 LaMotte (ANEXO 5). Los valores se anotaron en una ficha de registro (Anexo 2).

### **3.3.16. Procesamiento de la Información**

Los datos de peso y longitud, fueron almacenadas y procesadas en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, evaluados a través del análisis de varianza (ANOVA) simple, utilizando el programa estadístico SPSS versión 20, el nivel de significancia de la prueba fue de ( $p > 0.05$ ).



#### IV.RESULTADOS.

##### 4.1. Efecto de los niveles de proteína sobre el crecimiento en peso y longitud de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, cultivados en jaulas flotantes.

Cuadro N° 5. Promedios de peso y longitud de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* por tratamiento. Agosto a diciembre de 2013

Actividad	Peso Promedio (g)				Longitud Promedio (cm)			
	T <sub>1</sub> -22%	T <sub>2</sub> -24%	T <sub>3</sub> -26%	T <sub>4</sub> -28%	T <sub>1</sub> -22%	T <sub>2</sub> -24%	T <sub>3</sub> -26%	T <sub>4</sub> -28%
	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
Siembra	22,2	23,1	23,5	21,5	17,1	17,3	17,4	16,9
1 <sup>er</sup> Muestreo	23,5	24,8	24,6	23,6	17,5	17,6	17,5	17,0
2 <sup>do</sup> Muestreo	25,7	27,0	27,5	26,7	17,7	18,0	17,8	17,4
3 <sup>er</sup> Muestreo	30,5	30,7	30,6	30,8	19,0	19,1	18,7	18,9
4 <sup>to</sup> Muestreo	36,6	37,5	37,7	38,9	19,9	20,1	19,9	20,2

Fuente: Ficha de campo; Valores promedio de peso promedio (g) y longitud promedio (g), no muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

En el cuadro N° 5, se muestra los valores de peso y longitud promedio de cada tratamiento, desde el inicio hasta el final del experimento. Según el análisis estadísticos ANOVA ( $P > 0.05$ ) del peso (g) y longitud final (cm), no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que estos tuvieron efectos iguales. (Ver Anexo N° 3).

Los gráficos 1 y 2 muestran la variación de peso (g) y longitud (cm) durante la fase experimental, los peces mostraron un crecimiento en peso y longitud similar en los cuatro tratamientos; obteniendo peso corporal y longitud total promedio al final del cultivo, para el **T1**: 36,6 g y 19,9 cm, **T2**: 37,5g y 20,1 cm y **T3**: 37,7g y 19,9 cm y **T4**: 38,9 y 20,2 cm respectivamente.

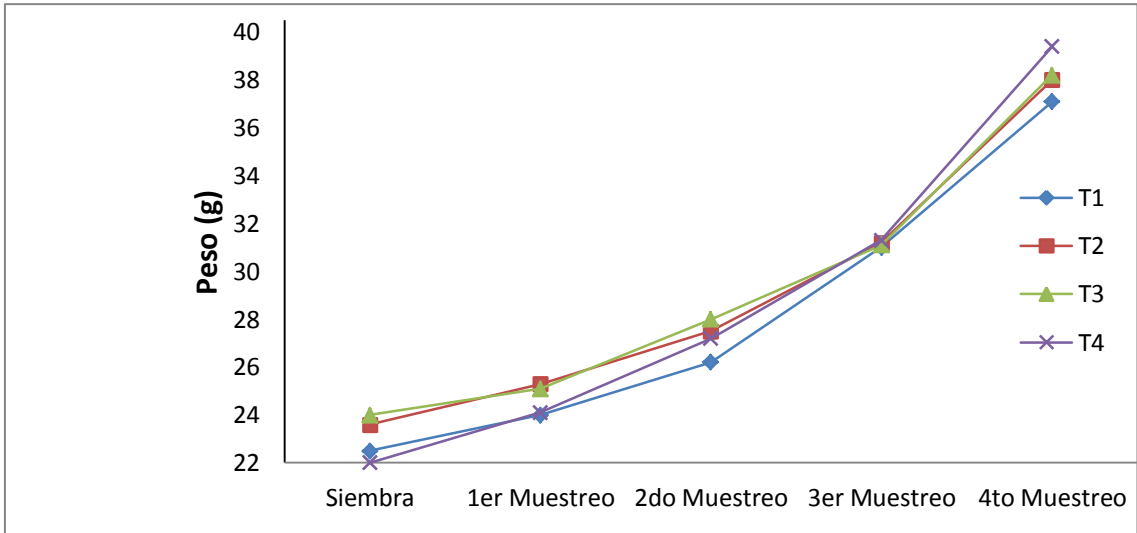


Gráfico N° 1.- Variaciones del peso (g) promedio de alevinos de arahuana, durante la fase experimental, alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas, en el centro piloto-MAO. Caballo Cocha. Meses

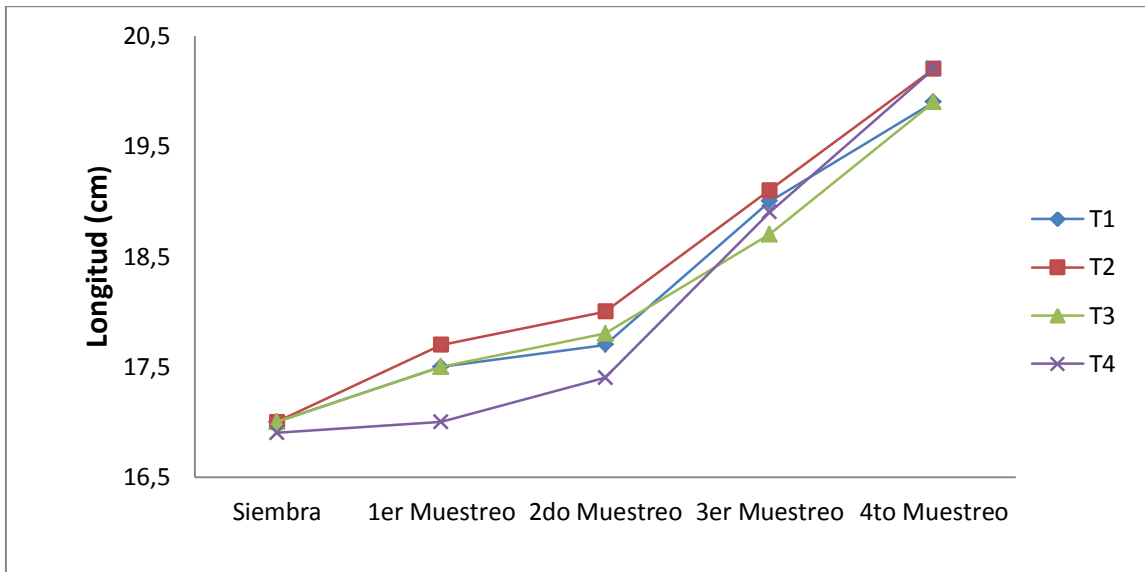


Gráfico N°2.- Variación de la longitud (cm) promedio de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, durante la fase experimental alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas, en el centro piloto-MAO. Caballo Cocha.

## 4.2. Índices zootécnicos

Cuadro N° 6: Índices zootécnicos registrados en alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, alimentados con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas. Agosto a diciembre de 2013.

TRATAMIENTO	GANANCIA (g) PESO/DÍA	INCREMENTO DE PESO (g)	TCE (%)	K	ICAA	S (%)
T1 22 % PB	0,2	14.4	0.42	0.46	10.76	100
T2 24 % PB	0,2	14.4	0.40	0.46	10.88	100
T3 26 % PB	0,2	14.2	0.39	0.48	11.03	100
T4 28 % PB	0,3	17.4	0.49	0.48	8.91	100

**Leyenda:** Tasa de crecimiento específico (TCE), factor de condición (K), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) y sobrevivencia (S) de alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* alimentadas con cuatro niveles de proteína de dietas peletizadas, durante 120 días.

En el cuadro N° 6, se presentan los índices zootécnicos evaluados en el estudio, mostrando que no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ), presentando un mejor resultado aparentemente el T4 (28 % PB), al tener un mayor crecimiento, TCE e ICAA, seguido del T3 (26% PB), T2 (24% PB%) y T1 (22 % PB) respectivamente. En cuanto a la tasa de supervivencia fue de 100% para todos los tratamientos.

### 4.3. Calidad del agua

Cuadro N° 7. Calidad de agua (promedio mensual) durante la fase de cultivo de alevinos de arahuana, *Oteoglossum bicirrhosum*, alimentados con cuatro niveles de proteína en dietas peletizadas. Agosto a diciembre de 2013.

PARÁMETROS	Promedio mensual			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura (°C)	30,3	30,0	30,0	31,0
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,2	6,3	5,4	7,4
Potencial de hidrogeno (pH)	7,4	8,0	7,0	7,2
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	16,0	12,0	5,0	14,0
Alcalinidad (ppm)	32,0	38,0	30,0	36,0
Dureza (ppm)	45,0	30,0	46,0	50,0
Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	0,05	0,05	0,05	0,05
Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	0,4	0,4	0,4	0,4

Fuente: Ficha de campo de evaluación de parámetros físico – químicos durante el periodo experimental.

En el cuadro N° 7, se muestra el promedio mensual de cada uno de los parámetros físicos y químicos analizados, mostrando variaciones que se encuentran dentro de los rangos aceptables para el cultivo de esta especie. El promedio de temperatura mínima registrado fue de 29 °C en las mañanas y 31°C en las tardes. En cuanto a oxígeno disuelto O<sub>2</sub> el valor mínimo fue de 5,4 mg/l y su máxima de 7,4 mg/l. El promedio mínimo de pH registrado fue de 7,0 unidad de pH en el mes de Noviembre y su máxima 8,0 unid de pH en el mes de Octubre. El promedio mínimo de CO<sub>2</sub> registrado

fue de 5 ppm en el mes de Noviembre y su máxima 16 ppm en el mes setiembre, Referente a la alcalinidad, el promedio mensual mínima fue de 30 ppm y en el máximo en el mes de octubre 38 ppm. El promedio mínimo de dureza fue de a 30 ppm y su máximo fue de 50 ppm. Los promedios mensuales de nitrito no varían durante los cuatro meses, se mantiene a un valor de 0,05 ppm y los promedios mensuales de amonio no varían durante los cuatro muestreos, se mantiene a un valor de 0,4 ppm.

En los siguientes gráficos se muestran las variaciones mensual de temperatura (°C), oxígeno (O<sub>2</sub>), potencial de hidrogeno (pH), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>), dureza (CaO<sub>2</sub>), nitritos (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y amonio (NH<sub>3</sub>-N).

#### 4.4.1 Temperatura (°C)

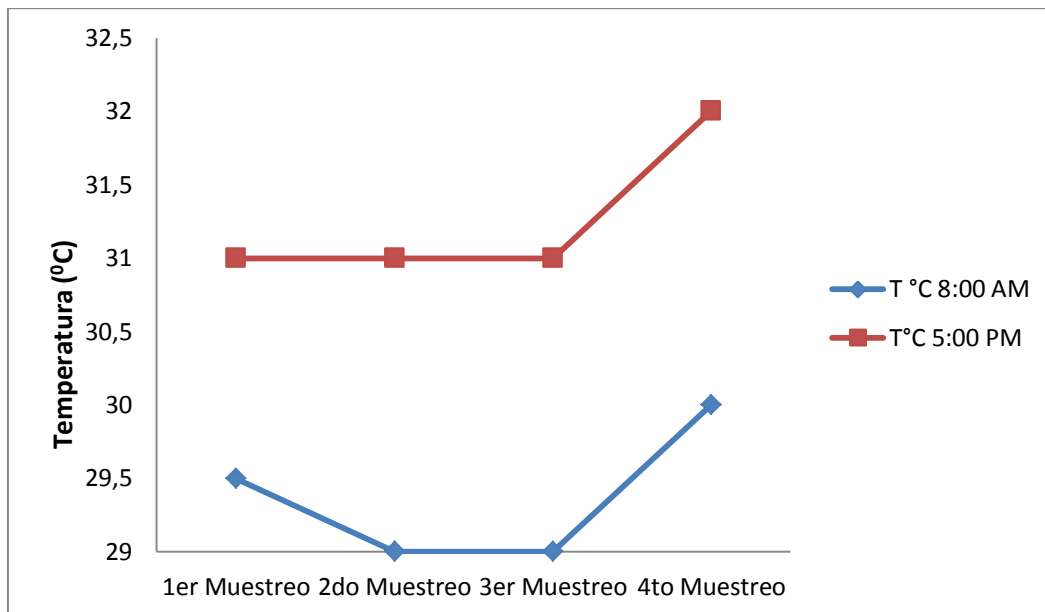


Gráfico Nº 3.- Variación de la Temperatura (°C): del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.2 Oxígeno Disuelto (mg/l)

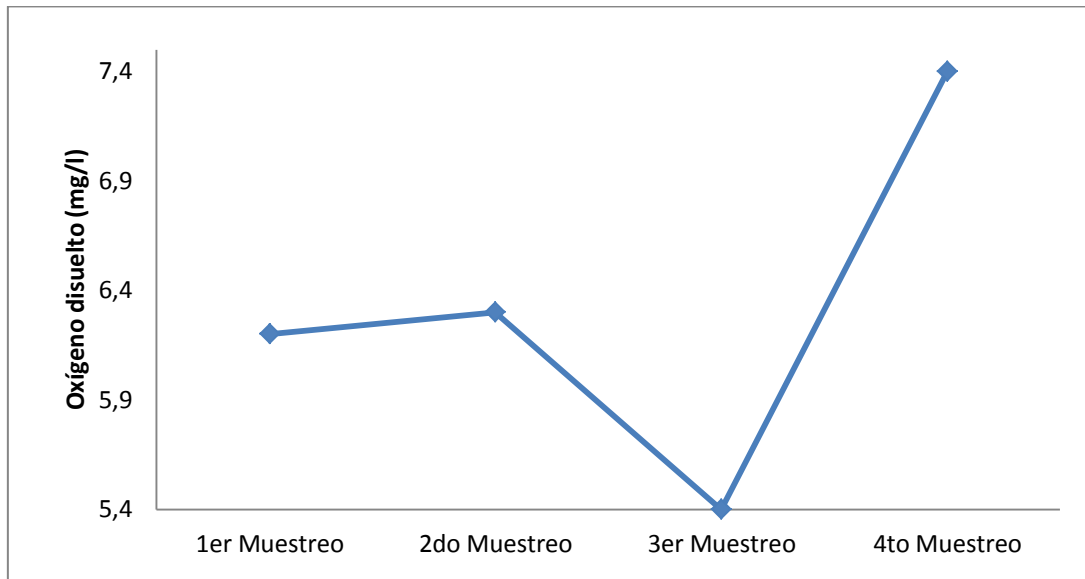


Gráfico N° 4.- Variación del oxígeno disuelto (mg/l) del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.3 Potencial de hidrogeno (pH)

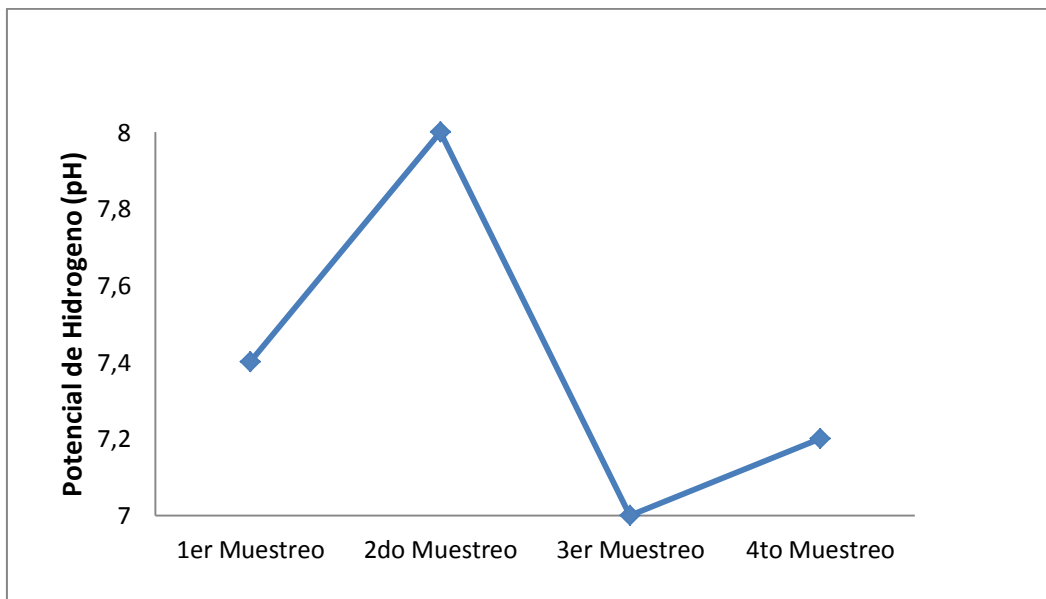


Gráfico N° 5.- Variación mensual del potencial de hidrogeno pH del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.4 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)



Gráfico N° 6.- Variación mensual del CO<sub>2</sub> del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.5. Alcalinidad (ppm).



Gráfico N° 7.- Variación mensual de la alcalinidad (ppm) del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.6. Dureza total (ppm).

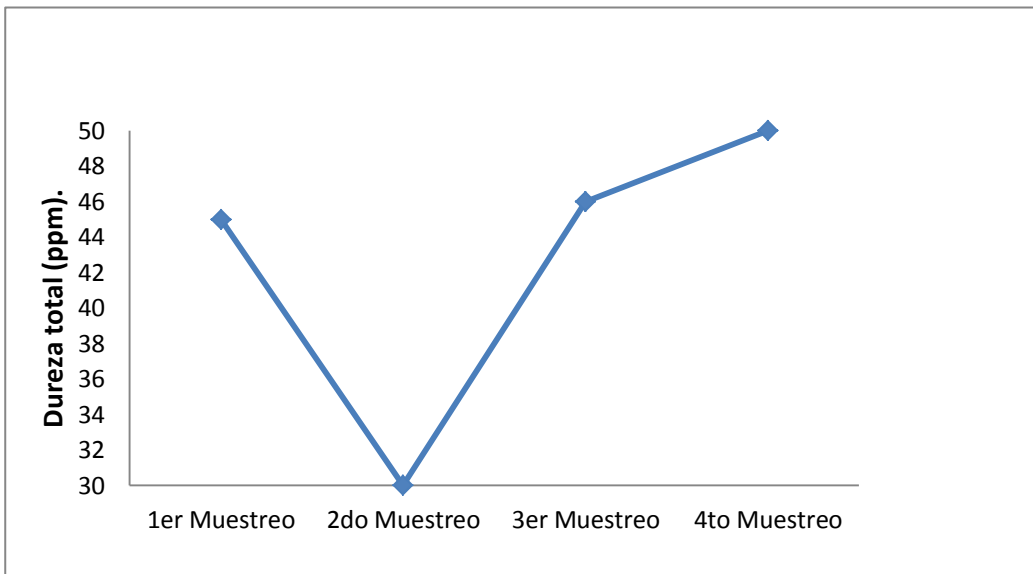


Gráfico N° 8. - Variación mensual de dureza total (ppm) del agua durante la fase experimental.

#### 4.4.7. Nitritos $\text{NO}_2$ (ppm).

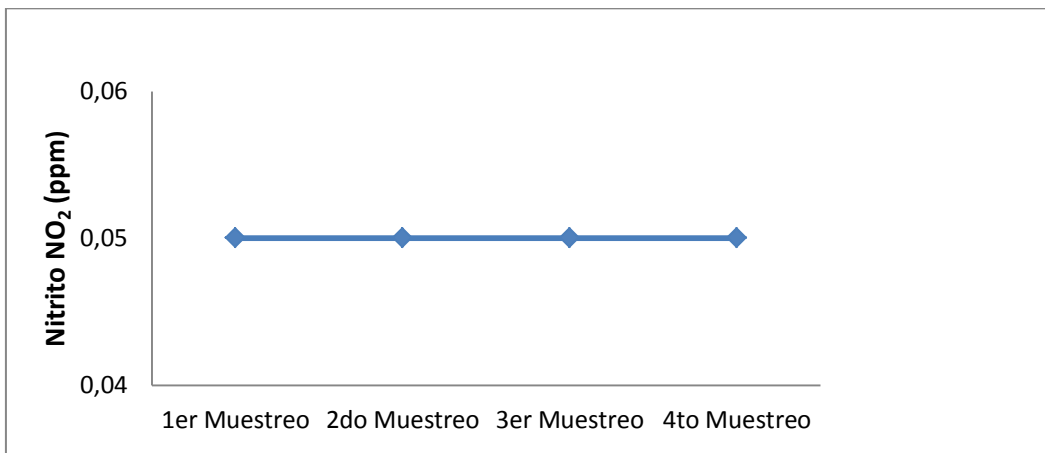


Gráfico N° 9.- Variación mensual del nitrito (ppm) del agua durante la fase experimental.



#### 4.4.8. Amonio $\text{NH}_4$ (ppm).

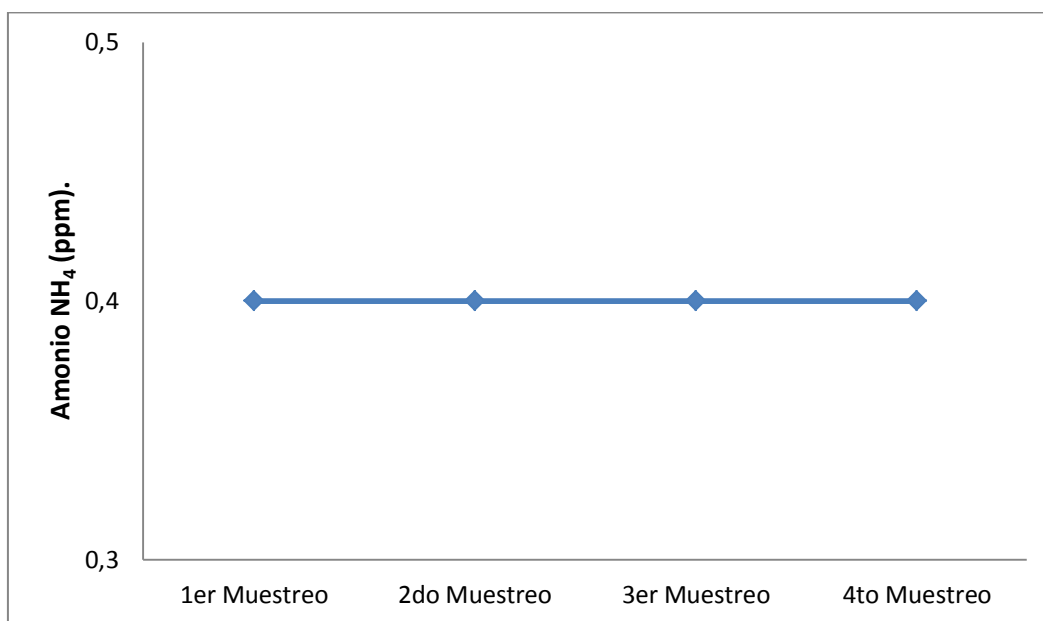


Gráfico N° 10.- Variación mensual del amonio  $\text{NH}_4$  (ppm) del agua durante la fase experimental.

## V. DISCUSIÓN.

### 5.1. Crecimiento de los peces.

**Ribeyro et al. (2009)**, Trabajaron con tres frecuencias de alimentación (FA2, FA4 y FA6) sobre el crecimiento de alevinos de arahuana alimentados con una dieta extruída comercial (55% PB) durante 50 días, los peces obtuvieron una ganancia de peso de: T1 11.06 g, T2 11.69 g y T3 10.36 g, mientras que en este estudio se evaluó el efecto de cuatro dietas peletizadas (22, 24, 26 y 28% PB) en arahuana durante 120 días, se obtuvo una ganancia de peso de 14.4 para T1 y T2, 14.2 para T3 y 17.4 para T4, siendo el T4 aparentemente el mejor, resultados muy diferente con respecto a los autores ya mencionados debido a que utilizaron alimento extruido de 55% de PB, lo cual es un alimento con alto nivel de proteína animal. Por otro lado **Sánchez et al. (2007)**, realizaron estudios sobre técnicas para el manejo y levante de alevinos a juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* en jaulas flotantes, alimentados con una dieta comercial de 45% PB durante 70 días, los peces del T2 tuvieron mayor ganancia en peso de  $3.87 \pm 0.05$  g, mientras el T3 fue menos eficiente con  $2.57 \pm 0.05$  g, se debe considerar que aparte del suministro de la dieta comercial los peces se alimentaron con una amplia variedad de insectos debido que utilizaron lámpara casa insectos, en nuestro caso se realizo en jaulas flotantes con tapas evitando la influencias de otros ítems alimenticios.

**Hernández et al. (2010)**, quienes evaluaron la cinética de crecimiento y sobrevivencia, en juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum*, cultivados en Sistemas Cerrados de Recirculación, durante cuatro meses alimentados con Truchina al 50% PB en los tres primeros meses y en el último mes al 38% PB, obtuvieron un peso final de 66.96 g y 55.91 g para TK1 y TK2 respectivamente, mientras en el presente trabajo el mejor peso

final fue para T4 con 38.9 g, muy diferente a lo reportado por los autores ya mencionado debido a que en este trabajo se utilizó niveles de proteína bajos, la cual indica que la dieta tiene mayor cantidad de proteína vegetal. Por otro lado **Argumedo (2005)**, menciona que la calidad de proteína, el tamaño de la partícula y la flotabilidad del pellets, determina la aceptación o rechazo del alimento por parte de los alevinos de arahuana y el nivel de proteína bruta que recomienda para esta especie varía entre 40 a 45%.

## 5.2. Índices zootécnicos.

**Ribeyro et al. (2009)**, utilizaron una dieta extruída comercial (55% PB) durante 50 días, obteniendo tasa de crecimiento específico de 4.46, 4.58 y 4.40 para el T1, T2 y T3 respectivamente, valores superiores en comparación a nuestros resultados, teniendo para T1: 0.42, T2: 0.40, T3: 0.39 y T4: 0.49, cuyos valores son bajos debido al nivel bajo de proteína utilizada en este estudio.

**Hernández et al. (2010)**, registraron un factor de condición de 0.41 para el T1 y T2 en alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, valores muy cercanos a este trabajo que se obtuvo un factor de condición de 0.46 para T1 y T2 y 0.48 para T3 y T4.

**Aldea (2002)**, evaluó el rendimiento de paiche *Arapaima gigas*, alimentado con dietas artificiales con tres niveles de proteína bruta (45, 50 y 55%), en jaulas flotantes, durante ocho meses. Obteniendo que los peces alimentados con el 50% PB presentaron mejores índices de conversión alimenticia de 4.27, tasa específica de crecimiento de 1.38 y un factor de condición de 0.97 mientras en este trabajo el T4 obtuvo el mejor índice de conversión alimenticia de 8.91, tasa de crecimiento específico de 0.49 y un factor de condición de 0.48, valor alto en cuanto al índice de

conversión alimenticia, debido al nivel bajo de proteína en la dieta peletizada, se debe considerar que la arahuana es una especie filogenéticamente cercana al paiche.

**Manosalva & Cubas (2013)**, trabajaron con tres dietas comerciales extrusadas T1: Puripaiche 50% PB, T2: Aquatech 42% PB y T3: Nutrisam 50% PB, en el crecimiento de alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, cultivados en peceras durante 70 días. Obtuvieron mejor índices de conversión alimenticia para T2 con 2.66 mientras en este trabajo se obtuvieron valores altos de índice de conversión alimenticias de 8.91 para el T4 mejor que los demás tratamientos, valores muy diferentes a lo reportados por los autores ya mencionados, que utilizaron dietas comerciales extrusadas de alto nivel proteico y buena flotabilidad de los pellets. Por otro lado **Padilla et al. (2003)**, trabajaron con tres tasas de alimentación: 6, 8 y 10% de la biomasa, en alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con una dieta peletizada con 50% de proteína bruta, durante seis meses, obteniendo mejor conversión alimenticia de 3:1 y un factor de condición de 0.97.

**Ribeyro et al. (2009)**, trabajaron con una dieta extruída comercial (55% PB) sobre el crecimiento de arahuana durante 50 días. Obtuvieron una sobrevivencia total del 100% coincidiendo con este trabajo que se obtuvo sobrevivencia del 100% para todos los tratamientos. Por otro lado **Manosalva & Cubas (2013)**, trabajaron con tres dietas comerciales extrusadas en el crecimiento de alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, cultivados en peceras durante 70 días, obtuvieron una sobrevivencia de 95% para T1, 100% para T2 y 95% para T3. Mientras **Urueña (2005)**, al implementar un protocolo de adaptación al consumo de alimento balanceado en alevinos de arahuana, obtuvo solo 20% de sobrevivencia.

### 5.3. Calidad del agua.

En lo que respecta a la calidad del agua, debemos indicar que, aún no se han reportado valores óptimos en cultivo para esta especie en diferentes sistemas de producción.

**Ribeyro et al. (2009)** registra valores temperatura (°C) entre 26,5 y 26,9 °C, durante 70 días de cultivo en peceras de vidrio, mientras en este trabajo se registró temperatura (°C) entre 30 y 31 °C, por otro lado **Hernández et al. (2010)** obtuvieron un promedio de temperatura de 24°C durante cuatro meses.

**Manosalva & Cubas, (2013)**, obtuvieron promedios de oxígeno disuelto de 4.1 mg/l, mientras en este estudio el promedio de oxígeno disuelto fue de 6,0 mg/l. **Argumedo (2005)** menciona que el rango promedio de concentración de oxígeno disuelto fluctúa entre 3.5 y 5.2 mg/l; a su vez **Ribeyro et al. (2009)** registraron valores de 5.9 mg/l en FA2, 5.3 mg/l en FA4 y 5.7 mg/l FA6.

**Hernández et al. (2010)** registraron valores de pH de 5.5 a 6.5 en TK1 y para TK2 de 5.0 a 6.5; en este trabajo se registró pH de 7.4, mientras que **Ribeyro et al. (2009)** obtuvieron 6.7 en FA2; 6.7 en FA4 y 6.8 en FA6. **Manosalva & Cubas, (2013)** registraron un pH de 6.9; mientras **Argumedo (2005)** afirma que el rango deseable para la cría comercial de arahuana está entre 6.5 y 8.5.

## VI. CONCLUSIONES.

- ❖ Al final de la fase experimental los pesos de los peces no mostraron diferencia significativa, concluyendo que los niveles de proteína no tuvieron efecto en el incremento de peso (g) y longitud (cm) de los alevinos de arahuana.
  
- ❖ Los índices Zootécnicos evaluados: GP, TCE, K, ICAA y S, no registraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos, obteniendo en el presente estudio ICAA elevado, debido al bajo nivel de proteína de origen animal en la dieta.
  
- ❖ Los parámetros físicos y químicos del agua fueron rangos aceptables para el cultivo de alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda el uso de mayores concentraciones de proteína en la dieta para esta especie que es omnívora con fuerte tendencia carnívora, para alcanzar tasas de crecimiento favorables.
- ❖ Se recomienda utilizar pellets que tenga flotabilidad, por la posición de la boca y la conocida capacidad olfatoria y visual de los ejemplares de esta especie.
- ❖ En especies con hábitos alimenticios carnívoros se deben adaptar al alimento artificial en estadíos temprano (pos larvas y alevinos).

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- AGUDELO-ZAMORA, H.D.; LÓPEZ-MACIAS, J.N.; SÁNCHEZ-PÁEZ, C.L. 2007. Hábitos alimentarios de la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo, Colombia. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 36 (1-2): 91-101.
- ALDEA, G. M.; ALCÁNTARA, B.F. & PADILLA, P.P. (2002). Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, con dietas artificiales en jaulas flotantes. Resúmenes de exposiciones del I Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Agraria la Molina; Facultad de Pesquería. Lima – Perú. 33p.
- ARGUMEDO, E. 2005. Arawanas. Manual para la cría comercial en cautiverio. Editorial Produmedios. Colombia. 106 pp.
- CALA, P. 1973. Estudios Ictiológicos Colombianos: 1 Presencia de *Osteoglossum* en los Llanos (Orinoquía). *Lozanía* 18:9-15.
- CASTRO, D.M. & C. A. SANTAMARIA. 1993. Estudio preliminar del desarrollo de la “Arawana” (*Osteoglossum bicirrhosum*) (Vandelli, 1829) a diferentes densidades de siembra. *Colombia Amazónica* 6(2): 61-72.
- DEL RISCO, M.; VELÁSQUEZ, J.; SANDOVAL, M.; PADILLA, P.; MORI, L.; CHU-KOO.F. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de alevinos de paiche, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Folia amazónica*, 17 (1-2) 29-37.
- GÓMEZ, J. & TANG, M. (2005). Biología y aprovechamiento de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahwana” en la microcuenca de la Cocha El Dorado-Reserva



Nacional Pacaya Samiria. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 121p.

HERNÁNDEZ, O.C.; GÓMEZ, R.E. & HURTADO, G.H 2010. Estudio preliminar del levante de juveniles de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. *Universidad Militar Nueva Granada de Colombia*, 6(1):96-113.

HOSSAIN M.; G. HAYLOR & M. BEVERIDGE. 2001. Effect of feeding time on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. *Aquacult Res* 32:999–1004.

LANDINES, A; F. URUEÑA & L. RODRÍGUEZ. ARAWANAS. 9 – 22 p. En: LANDINES, Á; A. SANABRIA y P. DAZA. Editores. Producción de peces ornamentales en Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Bogotá D. C. – Colombia. 2007.

MANCERA. N. & ÁLVAREZ, R. 2008. Comercio de peces ornamentales en Colombia. *Acta Biol. Colombia*. Vol. 13 No. 1: 23 – 52.

MANOSALVA, S. & CUBAS, A. 2013. Influencia de tres dietas comerciales extrusadas en el crecimiento de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) en ambientes controlados. Presentada a la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), para obtener el título de Biólogo en mención en Acuicultura. Iquitos- Perú. 55 pp.

NICOVITA. 2003. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo técnico.

Publicad                                  en                                  Página                                  Web  
[<http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/truchas04c.htm>]. [02 / 2005]

PADILLA, P.; ISMIÑO, R.; ALCÁNTARA, F.B.; TELLO, S. 2003. Producción y manejo de alevinos de paiche en ambientes controlados. *In:* Alcántara, F. B.; Montreuil, V. H. (Eds). *Memoria del Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucú*. p. 125-141

RIBEYRO, S.O.; GUERRA, G.F.; RODRÍGUEZ, C.L.; ISMIÑO, R.O.; NUÑEZ, J. & CHU-KOO, F. 2009. Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con tres frecuencias alimenticias. *Folia Amazónica*. 18 (1-2): 75 – 80pp.

ROJAS, G. 2007. Plan de manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la cuenca Pacaya – Reserva Nacional Pacaya Samiria. PRO NATURALEZA. 65pp.

RODRIGUEZ, C.; ALONSO, J. & LANDINES, M. 2005. Evaluación de cuatro modelos decrecimiento en juveniles de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) manejada en cautiverio en Amazonía Colombiana. Presentación de Poster. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 28-35.

RODRIGUEZ, C. 2006. Estado de pesca actual de la Arawana pez ornamental en peligro. Universidad Nacional. Bogotá. Pág. 20-31.

SANCHEZ, C. L.; J. C. ALONSO & E. AGUDELO. 2007. La Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* un Recurso para Usar y Conservar. Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola año II, vol. 2, 2007. ISSN 1909 – 8138. Colombia. 09pp.

- URUEÑA, F. 2005. Guías de producción de peces ornamentales de La Orinoquía Colombiana. Arawanas. Universidad Nacional de Colombia. Villavicencio-Meta, 2-11 p.
- URUEÑA, F. 2009. Elaboración de un protocolo de manejo de larvas de arawana plateada, *Osteoglossum bicirrhosum* en cautiverio. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en: [http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS\\_VALIDAS/pdfs/Uruena.pdf](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Uruena.pdf). Acceso Octubre 15, 2009
- VELÁSQUEZ, J.; DEL RISCO, M.; CHU-KOO F.; ALCÁNTARA, F.; CHÁVEZ, C.; PADILLA, P.; MARICHÍN, H.; TELLO, S. 2007. Protocolo de adaptación de alevinos de paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio. *Folia Amazónica*, 16 (1-2); 7-10.
- WEBSTER, C.; THOMPSON, K.; MORGAN, A.; GRISBY E. & DASGUPTA, S. 2001. Frequency feeding affects growth, not fillet composition, of juvenile Sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* grown in cages. *J Aquacult Soc* 32:79–88.

## **IX. ANEXOS.**

**Anexo 1.** Ficha de Registros Biométricos (peso y longitud) de los alevinos de arahuana

Tratamiento:

Fecha:

Hora:

Tratamiento/Repeticición	Jaulas	Siembra		1er Muestreo		2do Muestreo		3er Muestreo		4to Muestreo	
		Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)
T4R1	1	16.8	20.7	16.9	22.0	17.2	26.0	18.5	29.5	19.8	37.2
T2R3	2	17.6	23.7	17.5	24.3	17.9	26.3	19.1	30.2	20.2	37.5
T3R2	3	17.4	24.0	17.5	24.6	17.8	27.1	18.9	30.6	20.3	38.5
T4R2	4	17.0	21.7	17.1	24.4	17.5	26.2	18.6	29.2	19.8	36.6
T2R2	5	17.1	22.8	17.7	24.8	18.1	27.4	18.9	30.3	19.8	35.3
T1R3	6	17.0	23.0	17.6	23.9	17.8	25.3	19.0	30.5	19.9	37.8
T3R1	7	17.3	22.7	17.5	24.4	17.7	25.8	18.7	30.0	19.5	36.5
T2R1	8	17.2	22.8	18.0	25.2	18.0	27.4	19.4	31.5	20.4	39.7
T1R2	9	16.8	20.3	17.0	22.3	17.3	25.1	18.9	2.5	19.7	35.3
T3R3	10	17.3	23.7	17.5	24.8	17.9	29.6	18.5	31.3	19.8	38.2
T4R3	11	16.8	22.2	16.9	24.3	17.6	27.9	19.6	33.8	20.8	42.8
T1R1	12	17.7	23.3	17.9	24.3	18.0	26.6	19.2	31.7	20.2	36.7

**Anexo 2.** Ficha de Parámetros Físicos y Químicos del Agua

Fechas	Diariamente				Cada 15 días				
	Oxígeno mg/l	pH	Temperatura °C		CO <sub>2</sub> mg/l	Dureza total mg/l	Nitritos mg/l	Alcalinidad	Amonio
			Mañana	Tarde					
29/08/2013	5.2	6.5	28.0	30.0	16.0	56.0	0.1	30.0	0.2
12/09/2013	7.7	7.3	29.6	30.9	16.0	56.0	0.1	30.0	0.2
27/09/2013	4.7	7.4	29.1	31.0	0.0	34.0	0.1	32.0	0.4
12/10/2013	7.7	8.7	29.2	30.7	8.0	24.0	0.1	40.0	0.4
27/10/2013	4.7	7.3	29.3	30.8	16.0	36.0	0.1	36.0	0.4
11/11/2013	5.6	7.0	29.1	31.0	0.0	48.0	0.1	28.0	0.4
26/11/2013	5.2	6.9	29.4	31.2	5.0	44.0	0.1	32.0	0.4
11/12/2013	6.9	6.9	29.9	32.0	14.0	56.0	0.1	40.0	0.2
26/12/2013	7.8	7.5	30.7	32.4	0.0	44.0	0.1	32.0	0.4

**Anexo 3.** Análisis de varianza (ANOVA) inicial y final de los pesos promedios de alevinos de arahuana (Ft: 4,07).

ANOVA DEL PESO INICIAL DE ALEVINOS DE ARAHUANA			
Fuentes de variación	GL	SC	CM
Tratamientos	3	6.889	2.296
Error	8	8.093	1.012
F <sub>c</sub> = 2.2699 -----NS	(p) = 0.1572		

Leyenda: Grado de libertad (GL), suma de cuadrado (SC), cuadrado medio (CM), F calculado (FC), probabilidad (P)

ANOVA DEL PESO FINAL DE ALEVINOS DE ARAHUANA			
Fuentes de variación	GL	SC	CM
Tratamientos	3	7.829	2.610
Error	8	38.533	4.817
$F_c = 0.5418$	$(p) = 0.6697$		

Leyenda: Grado de libertad (GL), suma de cuadrado (SQ), cuadrado medio (QM), F calculado (FC), probabilidad (P)

**Anexo 4:** Mapa satelital de la ciudad de Caballo Cocha.



b) Ciudad de Caballo Cocha



a) Vista del Centro Piloto del Proyecto- MAO

**Anexo 5.** Construcción de las unidades experimentales.



a) Jaula de cuarentena



b) Construcción de los cuadrantes para las jaulas



c) Clavado de la malla con ripillas



d) Resistencia para las jaulas

**Anexo 6. Elaboración del alimento peletizado.**



a) Chancado del maíz



b) Mezcla de los insumos y



c) Peletizado del alimento



d) Secado del alimento

**Anexo 7. Biometría de los peces.**



b) Registro del peso (g) de los peces.



a) Registro de longitud (cm) de los peces.

**Anexo 8. Análisis del agua.**



a) Registro de los parámetros físico- químico del agua.



b) Lectura del pH del agua.