

T  
636.084  
R32

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

ESCUELA DE POST GRADO "JOSÉ TORRES VÁSQUEZ"

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA



UNAP



TESIS

**Efecto de la tasa y frecuencia de alimentación en el crecimiento de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) "arahuana", en ambientes controlados**

**BERNARDO OLAFF RIBEYRO SCHULT**

**PRESENTADA A LA ESCUELA DE POST GRADO PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA.**

DONADO POR:  
Ribeyro Schult, Bernardo O.  
Iquitos, 11 de 08 de 2014

Iquitos, Perú, 2013



372



# UNAP

Escuela de Post Grado  
Oficina de Asuntos Académicos

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Directoral N° 0100-2010-EPG-UNAP de fecha 10 de Diciembre de 2013. la Escuela de Postgrado designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de Sustentación de Proyecto de Tesis a los señores que a continuación se indica:

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| MSc. Roger Angel Ruiz Frias    | Presidente |
| MSc. Emer Gloria Pizango Paima | Miembro    |
| Dr. Enrique Ríos Isern         | Miembro    |

Y, en el distrito de San Juan Bautista a los catorce días del mes de Diciembre de 2013 a horas 07:00 p.m., en el Auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, se constituyó el Jurado, para escuchar la sustentación de la tesis titulada: **"EFECTO DE LA TASA Y FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE Osteoglusom bicirhosum (Cuvier, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) "Arahuana", EN AMBIENTES CONTROLADOS"**, presentado por el egresado **BERNARDO OLAFF RIBEYRO SCHULT**, como requisito para optar el grado de **MAGISTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria y el Estatuto General de la UNAP.

Después de haber escuchado con atención la sustentación y luego de formuladas las preguntas las que,

*fueron respondidas satisfactoriamente*

El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

1. La Sustentación es: *APROBADA por UNANIMIDAD*
2. Observaciones : \_\_\_\_\_

En fe de lo actuado los miembros del Jurado suscriben la presente acta por cuadruplicado. Seguidamente, el Presidente de Jurado dio por concluida la sustentación, siendo las *8:35* p.m.

Con lo cual, se le declara al sustentante *APTO* para recibir el Grado Académico de Magister en Ciencias con Mención en Acuicultura.

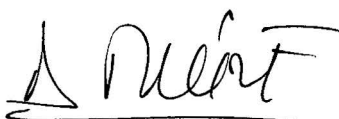
*[Signature]*  
MSc. Roger Angel Ruiz Frias  
Presidente

*[Signature]*  
MSc. Emer Gloria Pizango Paima  
Miembro

*[Signature]*  
Dr. Enrique Ríos Isern  
Miembro

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**  
**ESCUELA DE POST GRADO “JOSÉ TORRES VÁSQUEZ”**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA**

**COMITÉ DE TESIS**




**Blgo. Angel Ruiz Frías, M. Sc.**

Presidente del Jurado



**Blga. Emer Gloria Pizango Palma, M.Sc.**

Miembro del Jurado



**Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.**

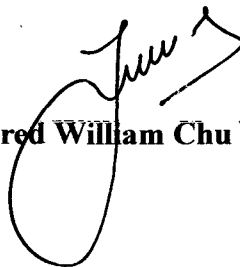
Miembro del Jurado

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**  
**ESCUELA DE POST GRADO “JOSÉ TORRES VÁSQUEZ”**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN ACUICULTURA**

**ASESORES**



**Blga. Rosa Angélica Ismiño Orbe, M.Sc.**



**Blgo. Fred William Chu Koo, M.Sc.**

## *Dedicatoria*

*A Dios padre todopoderoso por guiarme en cada momento de mi vida personal y profesional.*

*A mi familia Marisa y Betyto, a mis padres y hermanos, y a mis seres queridos.*

*A las personas dedicadas al manejo de la especie arahuana en ambientes naturales y controlados. Que los resultados obtenidos en esta investigación sean de mucha utilidad para ellos y que se vean reflejados en la mejora de las condiciones de manejo de los alevinos de este pez amazónico.*

## AGRADECIMIENTOS

Al trazarse metas en la vida; la culminación de los estudios de Maestría y la Tesis de investigación, nos envuelve una gran satisfacción personal y profesional, por lo que quisiera aprovechar este pequeño espacio para agradecer infinitamente a las instituciones y personas que hicieron posible el desarrollo de esta investigación:

Al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), que a través del Programa Cátedra CONCYTEC – Acuicultura, hizo posible el financiamiento de los estudios de Post Grado.

A la Coordinación general del Proyecto Cátedra CONCYTEC en Acuicultura, al Dr. Lorgio Verdi Olivares y al equipo de profesionales, que participaron en el desarrollo de la Maestría en Ciencias con Mención en Acuicultura.

Al Ing. Salvador Tello Martín, director del Programa AQUAREC, por permitir que esta investigación se desarrollara en las instalaciones del mencionado programa.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y al Proyecto INCAGRO (Innovación y Competitividad para el Agro Peruano), quienes a través del subproyecto **“Bases para el manejo sostenible y cultivo de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la amazonía peruana”**, financiaron la presente investigación.

De manera especial y sincera a mis asesores, los biólogos Rosa Angélica Ismiño Orbe y Fred William Chu Koo, por el apoyo y confianza en el tema de investigación de tesis, y porque sus reconocidas capacidades han sido un aporte invaluable, no solamente en el

desarrollo de la tesis, sino también en mi formación como investigador, el cual no se hubiese podido concebir sin la oportuna participación de ambos.

Quiero extender un sincero agradecimiento al Dr. Fernando Adán Alcántara Bocanegra, Dr. Jesús Núñez, Blgo. Luciano Alfredo Rodríguez Chu y al Sr. Luis Lamberto Arévalo Llerena, y a todos los técnicos en acuicultura del IIAP – AQUAREC, por su disponibilidad y generosidad en compartir sus experiencias y conocimientos en acuicultura. No cabe duda que sus participaciones y consejos han enriquecido el trabajo realizado.

A los miembros del jurado, por las oportunas y valiosas sugerencias en la redacción del informe final de la tesis.

A todas las personas que colaboraron desinteresadamente durante el desarrollo de la presente investigación de tesis: Blga. Marisa Chujutalli, Blga. Miriam Verástegui, Blga. Judith Del Castillo, Blgo. Santiago Manosalva, Blgo. Andrés Cubas, Blgo. Juvenal Napuchi, Blgo. Humberto Arbildo, Blgo. Pedro Ramírez, Franco Guerra, Verónica García, Jair Reátegui, Vanessa Loarte, Julio Pisfil, Hugo Marichin, Cherry Yahuarcani, Luis Zafra, y a todas las personas que aportaron sus esfuerzo físico y sus conocimientos.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| COMITÉ DE TESIS .....   | ii   |
| ASESORES .....  | iii  |
| DEDICATORIA .....   | iv   |
| AGRADECIMIENTOS .....   | v    |
| ÍNDICE DEL CONTENIDO .....  | vii  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | ix   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | x    |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....  | xi   |
| RESUMEN .....   | xii  |
| ABSTRACT .....  | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN .....   | 1    |
| II. ANTECEDENTES .....  | 3    |
| III. METODOLOGÍA .....  | 5    |
| 3.1. Localización y descripción del lugar de estudio .....  | 5    |
| 3.2. Tipo de investigación .....  | 5    |
| 3.3. Diseño de la investigación .....   | 6    |
| 3.3.1. Periodo experimental .....   | 6    |
| 3.3.2. Unidades experimentales .....  | 6    |
| 3.3.3. Diseño experimental .....  | 7    |
| 3.3.4. Población y muestra .....  | 8    |
| 3.3.5. Procedimientos, técnicas e instrumentos de<br>recolección de datos .....   | 8    |
| 3.3.5.1. Alimento y alimentación .....  | 8    |
| 3.3.5.2. Calidad del agua .....   | 12   |
| 3.3.5.3. Procesamiento de la Información .....  | 13   |
| IV. RESULTADOS .....  | 15   |
| 4.1. Efecto de las tasas de alimentación sobre los<br>parámetros de crecimiento de los alevinos de<br><i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuanas" en ambientes<br>controlados. ....       | 15   |
| 4.2. Efecto de las frecuencias de alimentación sobre los<br>parámetros de crecimiento de los alevinos de<br><i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuanas" en ambientes<br>controlados. .... | 16   |



|   |       |    |
|---|-------|----|
| 4.3. Efecto de la interacción de las tasas y frecuencias de alimentación sobre los parámetros de crecimiento de los alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuanas" en ambientes controlados. | ..... | 17 |
| 4.4. Parámetros físico – químicos del agua  | ..... | 20 |
| V. DISCUSIÓN  | ..... | 21 |
| VI. CONCLUSIONES  | ..... | 26 |
| VII. RECOMENDACIONES  | ..... | 27 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | ..... | 28 |
| IX. ANEXOS  | ..... | 33 |

## ÍNDICE DE TABLAS

| TABLA | TÍTULO  | Pág. |
|-------|---|------|
| 1     | Tasas y Frecuencias de alimentación empleados en la alimentación de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana" durante un periodo experimental de 70 días. ....   | 7    |
| 2     | Resumen del proceso de adaptación de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana" al alimento balanceado. ....  | 9    |
| 3     | Crecimiento en peso y longitud e índices zootécnicos (promedios $\pm$ D.S.) de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas de alimentación. ....               | 15   |
| 4     | Crecimiento en peso y longitud e índices zootécnicos (promedios $\pm$ D.S.) de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes frecuencias de alimentación. ....         | 16   |
| 5     | Crecimiento en peso y longitud (promedios $\pm$ D.S.) de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas y frecuencias de alimentación. ....                       | 18   |
| 6     | Índices zootécnicos (promedios $\pm$ D.S.) registrados en alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas y frecuencias de alimentación. ....                      | 19   |
| 7     | Calidad de agua (promedio $\pm$ D.S.) registrada durante la fase de cultivo de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas y frecuencias de alimentación. .... | 20   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | TÍTULO   | Pág. |
|--------|--|------|
| 1      | Vista del frontis y mapa de límites del Centro de Investigaciones de Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). | 5    |
| 2      | Tanques de concreto empleados como unidades para la adaptación de los alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana” al consumo de alimento balanceado.  | 6    |
| 3      | Vista de las unidades experimentales (artesas de madera, revestidas con plástico) empleados en el estudio.   | 7    |
| 4      | Cosecha de larvas de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana” en los estanques de manejo de reproductores del CIFAB, AQUAREC, IIAP.  | 8    |
| 5      | Alimento extruido de la marca PURINA®, línea Puripaiche (50% de PB).   | 9    |
| 6      | Raciones dosificadas en sus respectivos frascos para cada tratamiento.   | 9    |
| 7      | Pesado de los alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana” en la balanza digital (Ohaus – Traveler™).  | 10   |
| 8      | Medición de los alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana” con una regla de 30 cm, utilizada como ictiómetro.  | 10   |
| 9      | Vista del registro del peso y longitud de los alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana”.  | 10   |
| 10     | Kit para análisis de agua, modelo AQ-2 de la marca LaMotte®.   | 12   |
| 11     | Equipo multiparámetro YSI 55 y pHmetro WTW 330i empleados para medir la concentración de oxígeno disuelto y la acidez de las aguas durante el estudio.   | 13   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | TÍTULO   | Pág. |
|-------|--|------|
| 1     | Pesos promedios (g) registrados durante la fase de cultivo de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana”, alimentados con dos tasas y tres frecuencias de alimentación, durante setenta días. ....       | 34   |
| 2     | Longitudes promedios (cm) registradas durante la fase de cultivo de alevinos de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> “arahuana”, alimentados con dos tasas y tres frecuencias de alimentación, durante setenta días. .... | 35   |

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de dos tasas de alimentación (5% y el 7%), tres frecuencias de alimentación (2, 4 y 6 veces / día) y sus interacciones en el crecimiento de los alevines de la arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Un total de 180 alevines con rangos de pesos entre 2.36 g. a 2.54 g. y rangos de longitudes entre 8.35 cm. a 8.52 cm. fueron criados en 18 de madera-tanques revestidos de plástico y se alimentaron con una dieta extruida con 50% proteína cruda (Puripaiche®, marca Purina) durante 70 días. Se registraron cada 10 días los datos biométricos (peso y longitud) para determinar la ganancia media de peso, tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA), la tasa de crecimiento específico (TCE), factor de condición de Fulton (K), la supervivencia de los peces (S) y para ajustar la ración diaria para los siguientes 10 días. Ocho parámetros de calidad del agua se monitorizaron durante el experimento. El análisis de la prueba *t* de Student mostró que el peso de los peces al final ( $P = 0,000001$ ), la media de la ganancia de peso ( $P = 0,00001$ ) y la TCAA ( $P = 0,00001$ ) fueron significativamente influenciada por la tasa de alimentación. La prueba de ANOVA no mostró diferencias significativas para la frecuencia de alimentación, así como lo hizo ANOVA de dos vías para la interacción entre estas dos variables experimentales. Peces alimentados bajo el tratamiento T7F4 mostraron mayor aumento de peso medio, mientras que los alevines en tratamiento T5F2 tuvieron el aumento de peso más bajo. En cuanto a la ganancia de longitud, los peces bajo el tratamiento T5F4 tuvieron la mayor ganancia, y los alevinos bajo el tratamiento T5F2 el más bajo. La tasa de crecimiento específico (TCE) y el factor de condición de Fulton (K), no mostraron diferencias significativas, ni se registró mortandad de peces durante el experimento. Los valores de calidad de agua registrados en este estudio pueden considerarse adecuados para el cultivo de la arahuana. En resumen, sólo la tasa de alimentación influyó en el crecimiento y la conversión alimenticia de los alevinos de arahuana con una tasa de alimentación del 7% de la biomasa.

**Palabras claves:** *Osteoglossum bicirrhosum*, tasa y frecuencia de alimentación, tasa de conversión alimenticia aparente, supervivencia.

## ABSTRACT

The goal of this study was to evaluate the effects of two feeding rates (5% and 7%), three feeding frequencies (2, 4 and 6 times/day) and their interactions on the growth of silver arowana fingerlings (*Osteoglossum bicirrhosum*). A total of 180 fingerlings with weight ranges between 2.36 g. to 2.54 g. and ranges of lengths between 8.35 cm. to 8.52 cm were reared in 18 plastic folded wood-tanks and fed with a 50% crude protein extruded diet (Puripaiche®, Purina brand) during 70 days. Every 10 days biometrical data were recorded (weight and length) to determine the mean weight gain, apparently feed conversion ratio (AFCR), specific growth rate (SGR), Fulton condition factor (K), fish survival (S) and to adjust the daily feed ration for the following 10 days. Eight water quality parameters were monitored during the experiment. Student *t* test analysis showed that only fish final weight ( $P=0.000001$ ), mean weight gain ( $P=0.00001$ ) and FCR ( $P=0.00001$ ) were significantly influenced by feeding rate. ANOVA test did not report significant differences for feeding frequency, as well as did Two-way ANOVA for the interaction between these two experimental variables. Fish fed under the T7F4 treatment showed higher mean weight gain, while fingerlings under T5F2 treatment had the lowest weight gain. Regarding to mean length gain, fish under T5F4 treatment had the highest gain and those animals under T5F2 the lowest one. The specific growth rate (SGR) and Fulton condition factor (K), showed no significant differences, and no fish mortality was recorded during the experiment. Water quality values recorded in this study can be considered adequate for silver arowana culture. To sum up, only the feeding rate influenced the growth and feed conversion ratio of silver arowana fingerlings being a feeding rate of 7% of fish biomass the best one.

**Keywords:** *Osteoglossum bicirrhosum*, feeding rate and frequency, apparently feed conversion ratio, survival.

## I. INTRODUCCIÓN.

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, conocida también como arahuana plateada, es un pez amazónico que está incluido en el listado de peces de agua dulce del Perú (Ortega & Vari, 1986; Ortega & Chang, 1998) y en Loreto ha sido reportada en los ríos Tapiche, Putumayo, Pastaza, Ucayali, Pacaya, Napo, entre otros (Ortega, 1991; Ortega *et al.*, 2003; Gómez & Tang, 2005; Ortega *et al.*, 2006), siendo la especie ornamental más importante de dicha región, en términos de generación de divisas (Alcántara *et al.*, 2007). Las crías de *O. bicirrhosum* tienen alta demanda especialmente en el mercado asiático.

A pesar de la enorme importancia económica para la economía regional y la creciente demanda del exterior (Alcántara *et al.*, 2007), la oferta de larvas de este pez se sustenta únicamente en la extracción del medio natural, actividad que por lo general, involucra la muerte de los machos adultos ya que éstos protegen a las crías dentro de la cavidad bucal (Gómez & Tang, 2005). Un estudio realizado por Alcántara *et al.* (2007) reportó que las empresas exportadoras de crías de arahuana desde Iquitos hacia el mercado externo en los últimos años (KC Fish, Acara Aquarium, MS Tropical, Stingray Aquarium, Oafa, Amazon Tropical y Acuario Miriam I), dependieron exclusivamente de la captura y envío de ejemplares provenientes del medio natural.

Por esta razón, existe una fundada preocupación de los administradores del recurso y entes estatales dedicados a la investigación y conservación de los recursos naturales amazónicos por generar conocimiento que ayude a la adecuada administración pesquera del recurso, y tecnologías de cultivo para promover su crianza y producción de crías en cautiverio y de ese modo contribuir a la mitigación del actual nivel de explotación pesquera que vienen sufriendo las poblaciones naturales de esta especie en la región Loreto. En tal sentido, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) viene ejecutando varios estudios con el propósito de generar tecnologías para la producción de alevinos de arahuana y así, reducir el fuerte impacto que se viene ejerciendo sobre las poblaciones naturales de esta emblemática especie íctica.

En acuicultura, el adecuado manejo alimenticio es un factor clave en el éxito de las operaciones, sobre todo en las primeras etapas de vida de los organismos en proceso de

cultivo, constituyendo un elemento básico a tener en cuenta al momento de desarrollar los paquetes tecnológicos para el cultivo de cualquier organismo.

Las tasas y frecuencias de alimentación óptimas para las distintas fases de vida de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, aún no han sido definidas y eso conduce a una particular incertidumbre al momento de diseñar una rutina de alimentación para este pez. La subalimentación, tal igual que la sobrealimentación, pueden ser perjudiciales para la salud de los peces ya que podrían ser causales del deterioro en la calidad del agua, baja eficiencia alimenticia y derivar en una mayor susceptibilidad a enfermedades (Priestley *et al.*, 2006).

Por lo general, la tasa de crecimiento y conversión alimenticia se relacionan directamente con la ración y la frecuencia de alimentación. Por tanto, es importante ser capaces de determinar la tasa y frecuencia de alimentación más favorable para la especie y para la fase de vida del pez que será cultivado (Priestley *et al.*, 2006). En ese sentido, la presente investigación evaluó los efectos del empleo de dos tasas (5 y 7%) y tres frecuencias (2, 4 y 6 veces/día) de alimentación y su interacción (T5F2, T5F4, T5F6, T7F2, T7F4 y T7F6) sobre el crecimiento, utilización del alimento y la sobrevivencia de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”.



## II. ANTECEDENTES.

Las prácticas alimenticias óptimas llevan a mejorar la eficiencia alimenticia, incrementar la tasa de crecimiento, disminuir el desperdicio de alimento, y consecuentemente, incrementar las ganancias en acuicultura (Hossain *et al.*, 2001; Webster *et al.*, 2001). En ese sentido, estudios diversos fueron realizados para determinar el manejo alimenticio adecuado para especies de peces de importancia económica, intentándose emplear en situaciones de cultivo, el patrón alimenticio presentado por los peces en la naturaleza (Azzaydí *et al.*, 1999). Empero, para poder establecer estrategias eficientes de manejo alimenticio, se debe obligatoriamente determinar la tasa y la frecuencia de alimentación (Goddard, 1996).

Durante las fase iniciales de su historia de vida, es decir en aquella etapa donde las larvas llegan a convertirse en alevinos, las arahuanas (*Osteoglossum bicirrhosum*) pueden ser alimentadas con tasas de alimentación que varían entre 10 al 20%, divididas en tres (3) frecuencias de alimentación diarias; sin embargo, durante el transcurso de alevín a juvenil, estos peces pueden ser alimentados con 6% de su biomasa total, distribuidas hasta en cuatro (4) raciones, a medida que se adapta al alimento balanceado, a través de un proceso de acostumbramiento con peces guppys y escarabajos por tres semanas (Castro y Santamaría, 1993; Argumedo, 2005; Landines *et al.*, 2007; Urueña, 2009; Ribeyro *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2010).

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 (Aldea, 2002; Padilla *et al.*, 2004; Velásquez *et al.*, 2007), facilitando la aplicación de dichos protocolos de adaptación en arahuana. Es así que Sánchez *et al.* (2007) reportan respuestas positivas a la aceptación de una dieta extrusada de 45% de proteína por ejemplares de arahuana cultivados en jaulas flotantes, indicando que la característica de flotabilidad de los pellets fue muy importante debido a la posición de la boca del pez y a los hábitos alimenticios de la especie.

Investigaciones realizadas en el Perú, por Padilla *et al.* (2004, 2005) encontraron que los alevinos de paiche obtienen mejor conversión alimenticia, cuando son alimentados con una

tasa de alimentación equivalente al 6% de su biomasa corporal. Por otro lado, por razones de sobrepoblación o baja oferta alimenticia los alevinos de paiche pueden retrasar su crecimiento pero posteriormente lo recuperan cuando son alimentados con raciones de pescado ad libitum o al menos al 8% de su peso corporal. Sin embargo Del Risco *et al.* (2008), utilizando una tasa de alimentación del 3%, obtiene resultados alentadores utilizando alimento balanceado con niveles proteicos de 40%.

Evaluando el efecto de las frecuencias de alimentación (2, 3 y 4 veces/día) sobre el crecimiento de juveniles de paiche, Gandra (2002) no registra diferencias en el rendimiento productivo de los mismos. Lo que demuestra que aparentemente en el paiche, la frecuencia de alimentación no tendría influencia significativa en su crecimiento, sugiriendo los autores, alimentar a los peces con una frecuencia de 2 veces/día por permitir igual rendimiento con mínimo requerimiento de mano de obra.

En un estudio de determinación de la frecuencia de alimentación en gamitana (*Colossoma macropomum*), Rabello *et al.* (2006) evaluó la aplicación de tres frecuencias (2, 3 y 4 veces al día), y concluye que estos no influyen significativamente en la composición corporal de los peces, después de un periodo de privación de alimento de 14 días, recomendando que la mejor frecuencia de alimentación para juveniles de gamitana sería de 2 veces al día. Sin embargo Campos *et al.* (2007), determinó que la mejor frecuencia de alimentación para gamitanas, cultivadas en jaulas, es de 2 veces/día, y con una tasa de alimentación de 1% de biomasa total (a diferencia de las otras tasas experimentadas: 3 y 5%).

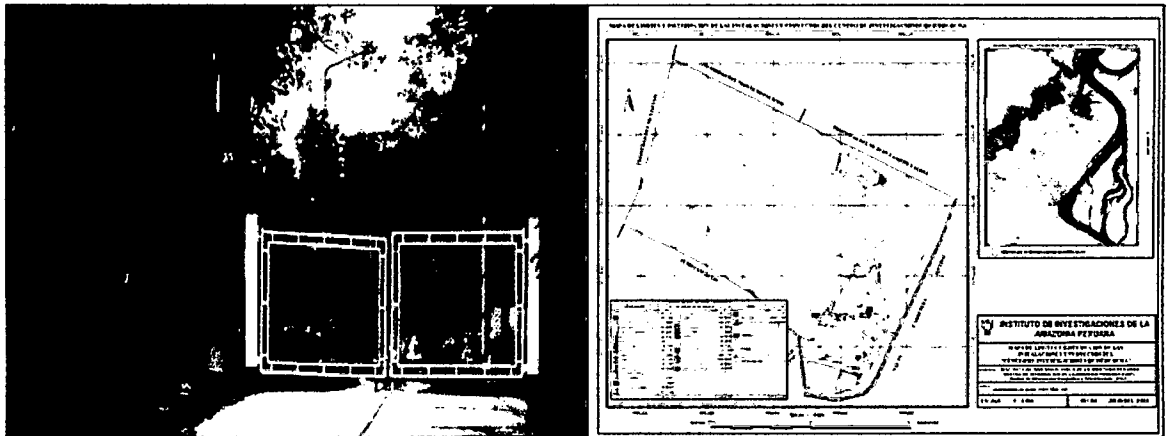
Rodríguez *et al.* (2005) reporta un FCA de 0.7; Hernández *et al.* (2010) FCA de 1.16, y Ribeyro *et al.* (2009) TCA entre 1.26 y 1.46. Es importante aclarar que los alevinos de los peces poseen una tasa metabólica muy elevada. Sin embargo, haciendo una comparación con el paiche, que al igual que la arahuana es un pez carnívoro (OSPPA, 2005); *Arapaima gigas* "paiche", presenta valores de FCA de 3 (Padilla *et al.*, 2004, 2005).

Rodríguez *et al.* (2005) reporta en su investigación (realizada en acuarios) un valor de  $0.03\% \text{ día}^{-1}$ , del mismo modo Ribeyro *et al.* (2009), registrándose TCE entre 4.40 - 4.58%  $\text{día}^{-1}$ , para un estudio en peceras, y con una tasa de alimentación de 10%, mientras que en los Sistemas Cerrados de Recirculación (SCR) usados en el experimento de Hernández *et al.* (2010), obtuvieron resultados de la TCE de  $\text{TK1} = 1.72\% \text{ día}^{-1}$   $\text{TK2} = 1.34\% \text{ día}^{-1}$ .

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Localización y descripción del lugar de estudio.

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de reproducción inducida de peces amazónicos del Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB)”, este el mismo que se encuentra dentro de la jurisdicción administrativa del Programa de investigación para el uso y conservación del agua y sus recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), y está ubicado geográficamente a  $3^{\circ} 48.9' 9''$  S y  $73^{\circ} 19'18.2''$  W, con una altitud de 128 m.s.n.m., situado en el km. 4.5 de la carretera Iquitos – Nauta en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, en la Región Loreto (Figura 1).



**Figura 1.** Vista del frontis y mapa de límites del Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB)”, sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

#### 3.2. Tipo de investigación.

El presente trabajo de investigación fue del tipo experimental; y nos permitió conocer el efecto de dos tasas de alimentación y tres frecuencias de alimentación en el incremento en peso y longitud así como en la utilización del alimento y la sobrevivencia de alevinos de arahuana.

### 3.3. Diseño de la investigación.

#### 3.3.1. Período experimental.

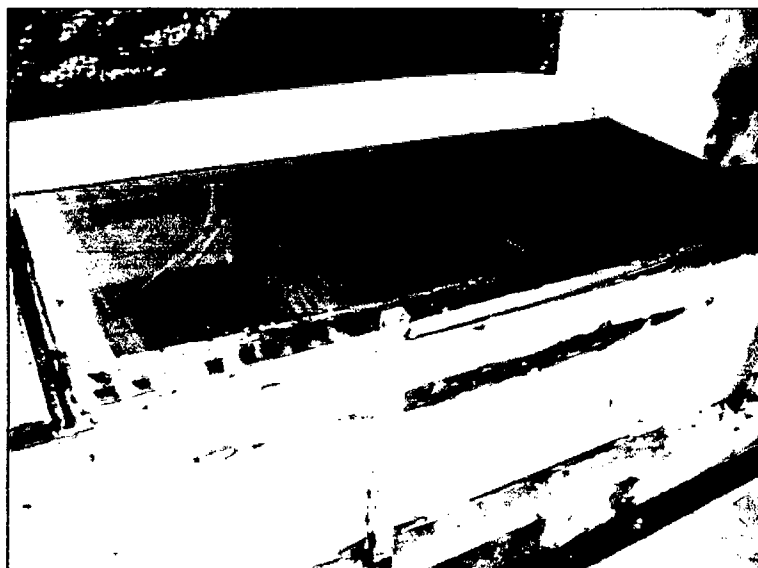
El período experimental fue de 70 días y se utilizó un total de 180 alevinos de arahuana. Los peces fueron medidos y pesados al inicio y al final del experimento. Los mismos que fueron adaptados previamente al consumo de alimento balanceado, ajustando los protocolos de adaptación de alevinos de paiche (Velásquez *et al.*, 2007), aplicados para las arahuanas.



**Figura 2.** Tanques de concreto empleados como unidades para la adaptación de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” al consumo de alimento balanceado.

#### 3.3.2. Unidades experimentales.

El experimento se llevó a cabo en dieciocho (18) artesas rectangulares de madera (0.50 x 0.50 x 1.50 m) revestidos internamente con plástico impermeable. Cada artesa contó con aireación independiente y piedras difusoras. El volumen aproximado de agua utilizado en cada unidad experimental fue de 200 litros (densidad de cultivo 1 pez/20 litros), la limpieza y el recambio de agua se realizó totalmente cada tres días, para tratar de mantener la calidad del agua dentro de los parámetros permisibles para el cultivo de peces y evitar la aparición de patógenos.



**Figura 3.** Vista de las unidades experimentales (artesas de madera, revestidas con plástico) empleadas en el estudio.

### 3.3.3. Diseño experimental.

Se empleó un diseño factorial de 2 x 3 (dos tasas de alimentación y tres frecuencias de alimentación) con tres repeticiones de acuerdo con diseños similares reportados por Schuchardt *et al.* (2008) y Rasmussen *et al.* (2007).

**Tabla 1.** Tasas y Frecuencias de alimentación empleados en la alimentación de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” durante un periodo experimental de 70 días.

| <b>Tasas de alimentación</b> | <b>Frecuencias de alimentación</b>   | <b>Interacción (Código)</b> |
|------------------------------|--|-----------------------------|
| <u>T5</u> : 5%               | <u>F2</u> : 2 veces/día (7 a.m. y 4 p.m.)                                  | T5 F2                       |
| <u>T7</u> : 7%               | <u>F2</u> : 2 veces/día (7 a.m. y 4 p.m.)                                  | T7 F2                       |
| <u>T5</u> : 5%               | <u>F4</u> : 4 veces/día (7 a.m., 9.30 a.m., 1 p.m. y 4 p.m.)               | T5 F4                       |
| <u>T7</u> : 7%               | <u>F4</u> : 4 veces/día (7 a.m., 9.30 a.m., 1 p.m. y 4 p.m.)               | T7 F4                       |
| <u>T5</u> : 5%               | <u>F6</u> : 6 veces/día (7 a.m., 9 a.m., 11 a.m., 1 p.m., 3 p.m. y 6 p.m.) | T5 F6                       |
| <u>T7</u> : 7%               | <u>F6</u> : 6 veces/día (7 a.m., 9 a.m., 11 a.m., 1 p.m., 3 p.m. y 6 p.m.) | T7 F6                       |

### 3.3.4. Población y muestra.

Se utilizaron 180 alevinos de arahuana con rangos de pesos entre 2.36 gr. a 2.54 gr. y rangos de longitudes entre 8.35 cm. a 8.52 cm. todos procedentes de una misma progenie nacidos en el Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra” (CIFAB) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).



**Figura 4.** Cosecha de larvas de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en los estanques de manejo de reproductores del CIFAB, AQUAREC, IIAP.

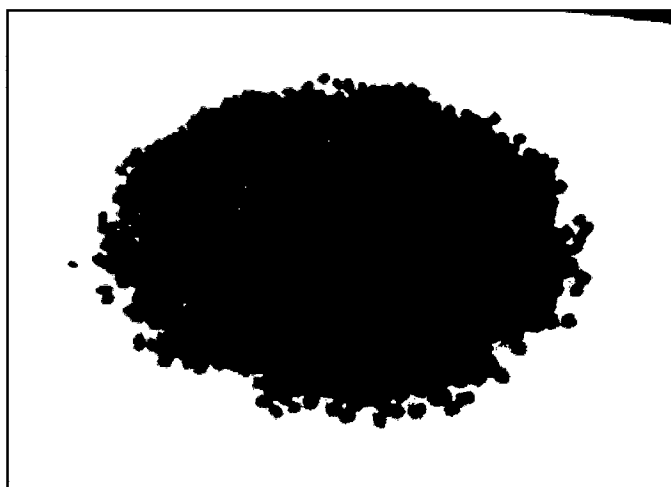
### 3.3.5. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

#### 3.3.5.1. Alimento y alimentación.

Al inicio del experimento los peces se pesaron y midieron seleccionando a los ejemplares que presenten peso y talla similares para la ejecución del estudio. Antes de iniciar el experimento, los peces fueron adaptados a un alimento balanceado comercial tipo extruido conteniendo 50% de proteína bruta, cuyas partículas median 3 mm (PURINA®, línea PURIPAICHE); según lo recomendado por Pearson-Leruyet *et al.* (1993), se realizó el destete progresivo alimentando con larvas de quironómidos y otorgando alimento extruido triturado (en polvo), luego progresivamente se fue incrementando el tamaño de la partícula del alimento (granulado), y disminuyendo la cantidad de larvas de quironómidos suministrados, este proceso se realizó hasta observar la aceptación total del alimento (Ver Tabla 2). Los peces se alimentaron de acuerdo a las tasas y frecuencias de alimentación establecidas en los tratamientos, las cuales se detallan en la Tabla 1. El fotoperiodo utilizado fue de 12 horas luz/12 horas oscuridad (fotoperiodo natural).

**Tabla 2.** Resumen del proceso de adaptación de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” al alimento balanceado.

| <b>Adaptación de alevinos de arahuana</b> |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| <b>1 al 5 día</b>                         | <b>6 al 10 día</b>  | <b>11 al 15 día</b>   | <b>16 al 20</b>  | <b>21 al 25</b>                                 |
| larvas de quironómidos                    | larvas de quironómidos / alimento extruido en polvo (partículas muy pequeñas) | larvas de quironómidos menor proporción/ alimento extruido (partículas granuladas 0.5 mm) | larvas de quironómidos muy poca proporción/ alimento extruido (partículas granuladas 1 mm) | alimento extruido (partículas pequeñas de 1 mm) |



**Figura 5.** Alimento extruido de la marca PURINA®, línea Puripaiche (50% de PB).

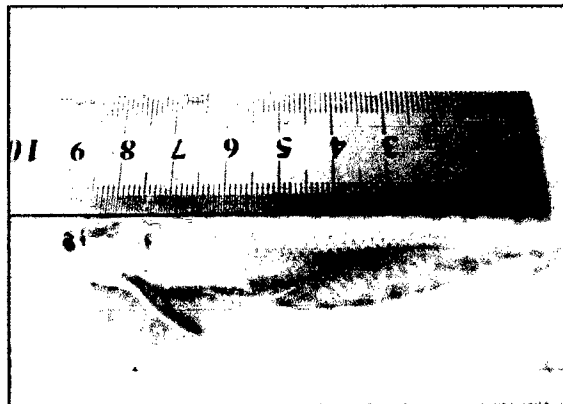


**Figura 6.** Raciones dosificadas en sus respectivos frascos para cada tratamiento.

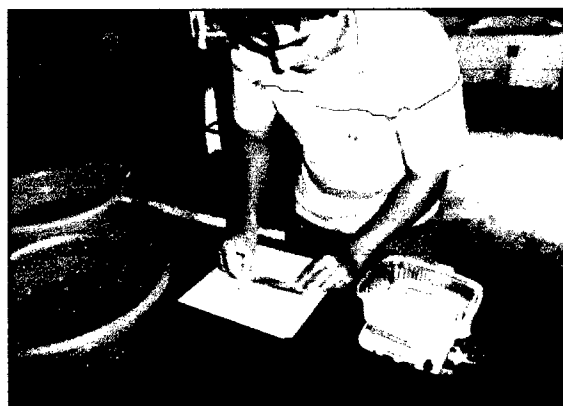
Para evaluar el efecto de las tasas y las frecuencias de alimentación en los alevinos de arahuana, se realizaron muestreos cada diez días registrando datos del peso (Figura 7) y longitud total (Figura 8) de los ejemplares de cada réplica, empleándose para tales fines, una balanza digital con precisión de 0.05 g (Ohaus – Traveler™) y una regla de 30 centímetros y graduada en milímetros utilizada como ictiómetro.



**Figura 7.** Pesado de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en la balanza digital (Ohaus – Traveler™).



**Figura 8.** Medición de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” con una regla de 30 cm, utilizada como ictiómetro.



**Figura 9.** Vista del registro del peso y longitud total de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”.



Con los datos registrados (Ver anexos 1 y 2), se calcularon los siguientes índices zootécnicos:

### ***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:

$$TCE (\%) = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{T} \times 100$$

**Donde:**

Ln: logaritmo natural

Wf: peso al tiempo final

Wi: peso al tiempo inicial

T: tiempo de estudio

### ***Tasa 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:

$$TCAA = \frac{\text{cantidad de alimento suministrado (materia seca)}}{\text{biomasa ganada (materia húmeda)}}$$

### ***Factor de condición corporal de Fulton (1902)***

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:

$$K = \frac{P}{L^3} \times 100$$

**Donde:**

P: peso total (g)

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

### ***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:

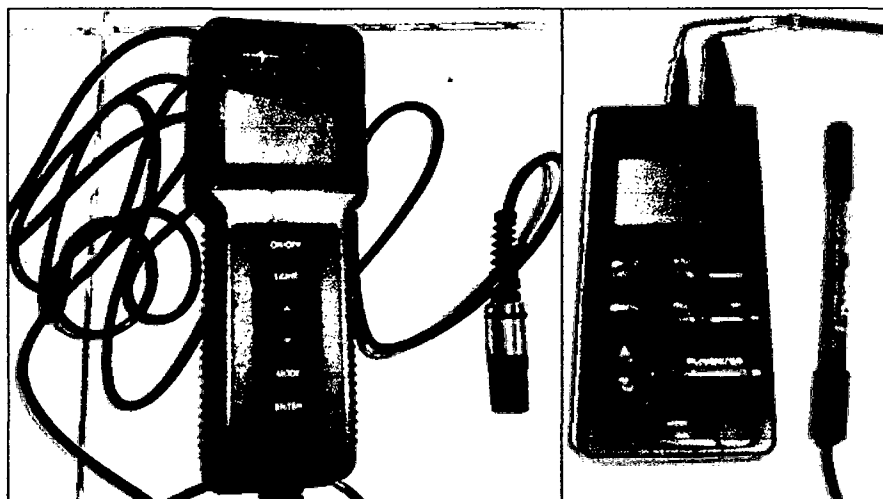
$$S (\%) = \frac{\text{número de peces cosechados}}{\text{números de peces sembrados}} \times 100$$

### **3.3.5.2. Calidad del agua.**

Se realizaron registros diarios de temperatura (C°) con un termómetro Aquaristik GMBH-SERA, pH (pHmetro WTW 330i, Figura 11) y oxígeno disuelto (oxímetro YSI 55, Figura 11). Cada diez días se evaluaron los niveles de alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>, ppm), amonio (NH<sub>3</sub>-N, ppm), dureza total (CaCO<sub>3</sub>, ppm), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, ppm) y nitritos (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ppm), empleando un test kit para análisis de agua, modelo AQ-2 LaMotte (Foto 11). Los datos se anotaron en una ficha de registro (Figura 10; Tabla 5).



**Figura 10.** Kit para análisis de agua, modelo AQ-2 de la marca LaMotte®.



**Figura 11.** Equipo multiparámetro YSI 55 y pHmetro WTW 330i empleados para medir la concentración de oxígeno disuelto y la acidez de las aguas durante el estudio.

### **3.3.5.3. Procesamiento de la Información.**

El procesamiento de los datos se realizó en el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 20.

#### **Inicio del experimento - *Homogeneización de las muestras.***

Los alevinos de arahuana fueron pesados (g) y medidos (cm) y sometidos al análisis de varianza (One-way ANOVA, Frecuencias de alimentación) y una prueba de *t de Student* (Tasas de alimentación); cuyos valores no significativos ( $P > 0,05$ ) indicaron la homogeneidad de los animales distribuidos en los tratamientos.

#### **Final del experimento.**

Para el análisis de los datos se utilizó las siguientes pruebas estadísticas:

Para evaluar el efecto independiente de cada variable, se realizó el análisis de varianza simple (One-way ANOVA) para las frecuencias de alimentación, y la prueba de *t de Student* para las tasas de alimentación. Posteriormente se utilizó el análisis de varianza de doble vía (Two-way ANOVA) para analizar principalmente el efecto de la interacción entre ambas variables (tasa x frecuencia de alimentación) en todos los parámetros de crecimiento e índices zootécnicos evaluados en el estudio.

En caso de existir diferencias significativas en los ANOVA simple a ser ejecutados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  la desviación estándar. Todos los valores o resultados expresados en porcentajes se transformaron por el método del arco seno previo a su análisis en ANOVA siguiendo las recomendaciones de Lochmann *et al.* (2009).

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Efecto de las tasas de alimentación sobre los parámetros de crecimiento de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuanas" en ambientes controlados.

En la Tabla 3, se muestra los valores de peso y longitud inicial y final, así como los índices zootécnicos evaluados. Los valores biométricos iniciales (peso y longitud) de la población de arahuana en estudio no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ); y al final de la experimentación, si mostraron diferencias significativas el peso final ( $P=0.000001$ ), la ganancia de peso ( $P=0.00001$ ) y la Tasa de conversión alimenticia aparente ( $P=0.0001$ ), no mostrando diferencia significativa, la longitud final, ganancia de longitud, tasa de crecimiento específico, factor de condición y la sobrevivencia.

**Tabla 3.** Crecimiento en peso y longitud e índices zootécnicos (promedios  $\pm$  D.S) de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas de alimentación.

| Parámetros                                     | Tasas de alimentación |                  | t de Student    |
|--|-----------------------|------------------|-----------------|
|  | 5%                    | 7%               |                 |
| Peso inicial (g)                               | 2.44 $\pm$ 0.25       | 2.49 $\pm$ 0.28  | 0.704           |
| Peso final (g)                                 | 13.86 $\pm$ 0.36      | 14.98 $\pm$ 0.35 | <b>0.000001</b> |
| Ganancia de peso (g)                           | 11.41 $\pm$ 0.41      | 12.50 $\pm$ 0.37 | <b>0.00001</b>  |
| Longitud inicial (cm)                          | 8.41 $\pm$ 0.16       | 8.47 $\pm$ 0.23  | 0.561           |
| Longitud final (cm)                            | 15.31 $\pm$ 0.41      | 15.53 $\pm$ 0.62 | 0.39            |
| Ganancia de longitud (cm)                      | 6.57 $\pm$ 0.31       | 7.27 $\pm$ 0.07  | 0.452           |
| Tasa de crecimiento específico (TCE)           | 2.49 $\pm$ 0.15       | 2.57 $\pm$ 0.15  | 0.247           |
| Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA) | 1.62 $\pm$ 0.01       | 1.58 $\pm$ 0.02  | <b>0.0001</b>   |
| Factor de condición (K)                        | 0.39 $\pm$ 0.03       | 0.40 $\pm$ 0.05  | 0.365           |
| Sobrevivencia (%)                              | 100                   | 100              | -               |

Fuente: Ficha de campo; Valores promedio de la fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P<0.05$ ).

**4.2. Efecto de las frecuencias de alimentación sobre los parámetros de crecimiento de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuanas” en ambientes controlados.**

En la Tabla 4, se muestra los valores de peso y longitud inicial y final, así como los índices zootécnicos evaluados. Los valores biométricos iniciales y finales (peso y longitud) de la población de arahuana en estudio no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ); al igual que los índices zootécnicos evaluados al final de la experimentación.

**Tabla 4.** Crecimiento en peso y longitud e índices zootécnicos (promedios  $\pm$  D.S) de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, alimentados por 70 días con diferentes frecuencias de alimentación.

| Parámetros                                     | Frecuencias de alimentación |                   |                   | One-way Anova |
|--|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
|  | F2: 2 veces/día             | F4: 4 veces/día   | F6: 6 veces/día   |               |
| Peso inicial (g)                               | 2.54 $\pm$ 0.33a            | 2.41 $\pm$ 0.19a  | 2.45 $\pm$ 0.28a  | 0.716         |
| Peso final (g)                                 | 14.13 $\pm$ 0.74a           | 14.59 $\pm$ 0.76a | 14.54 $\pm$ 0.48a | 0.449         |
| Ganancia de peso (g)                           | 11.59 $\pm$ 0.65a           | 12.18 $\pm$ 0.71a | 12.09 $\pm$ 0.61a | 0.275         |
| Longitud inicial (cm)                          | 8.44 $\pm$ 0.34a            | 8.44 $\pm$ 0.05a  | 8.44 $\pm$ 0.12a  | 0.995         |
| Longitud final (cm)                            | 15.20 $\pm$ 0.69a           | 15.43 $\pm$ 0.49a | 15.63 $\pm$ 0.29a | 0.368         |
| Ganancia de longitud (cm)                      | 6.75 $\pm$ 0.45a            | 7.01 $\pm$ 0.47a  | 7.19 $\pm$ 0.31a  | 0.226         |
| Tasa de crecimiento específico (TCE)           | 2.46 $\pm$ 0.17a            | 2.57 $\pm$ 0.11a  | 2.55 $\pm$ 0.18a  | 0.459         |
| Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA) | 1.61 $\pm$ 0.01a            | 1.60 $\pm$ 0.01a  | 1.60 $\pm$ 0.03a  | 0.863         |
| Factor de condición (K)                        | 0.41 $\pm$ 0.05a            | 0.40 $\pm$ 0.04a  | 0.38 $\pm$ 0.03a  | 0.539         |
| Sobrevivencia                                  | 100                         | 100               | 100               | -             |

Fuente: Ficha de campo; Valores promedio de la fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P<0.05$ ).

**4.3. Efecto de la interacción de las tasas y frecuencias de alimentación sobre los parámetros de crecimiento de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuanas” en ambientes controlados.**

En las Tablas 5 y 6, se muestran los valores de peso y longitud inicial y final, así como los índices zootécnicos evaluados de la población de arahuana en estudio; los mismos que no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ).

**Tabla 5.** Crecimiento en peso y longitud (promedios  $\pm$  D.S.) de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana", alimentados por 70 días con diferentes tasas y frecuencias de alimentación.

| Interacciones<br>(Código)   | Peso Inicial<br>(g)          | Peso Final<br>(g)             | Peso ganado<br>(g)            | Longitud Inicial<br>(cm)     | Longitud Final<br>(cm)        | Longitud ganada<br>(cm)      |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>T5F2</b>                 | 2.42 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup> | 13.54 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup> | 11.13 $\pm$ 0.64 <sup>a</sup> | 8.35 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup> | 14.93 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup> | 6.57 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup> |
| <b>T7F2</b>                 | 2.66 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup> | 14.72 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup> | 12.06 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup> | 8.52 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup> | 15.46 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup> | 6.94 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup> |
| <b>T5F4</b>                 | 2.37 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup> | 13.91 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup> | 11.54 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> | 8.45 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup> | 15.31 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup> | 6.88 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup> |
| <b>T7F4</b>                 | 2.46 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup> | 15.27 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup> | 12.83 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup> | 8.41 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup> | 15.55 $\pm$ 0.67 <sup>a</sup> | 7.13 $\pm$ 0.63 <sup>a</sup> |
| <b>T5F6</b>                 | 2.54 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup> | 14.12 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup> | 11.57 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup> | 8.42 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup> | 15.69 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup> | 7.27 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup> |
| <b>T7F6</b>                 | 2.36 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup> | 14.96 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup> | 12.61 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup> | 8.46 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup> | 15.57 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup> | 7.11 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup> |
| Interacción (two-way anova) | 0.436                        | 0.266                         | 0.58                          | 0.749                        | 0.59                          | 0.558                        |

**Fuente:** Ficha de campo. Valores promedio de la misma columna que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

**Leyenda:** T5: tasa de alimentación de 5%; T7: tasa de alimentación de 7%; F2: frecuencia de alimentación de 2 veces/día; F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día; F6: frecuencia de alimentación de 6 veces/día.



372



**Tabla 6.** Índices zootécnicos (promedios  $\pm$  D.S.) registrados en alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, alimentados por 70 días, con diferentes tasas y frecuencias de alimentación.

| Interacciones<br>(Código)            | Tasa de Crecimiento<br>Específico | Tasa de Conversión           |                              |               |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
|                                      |                                   | Alimenticia<br>Aparente      | Factor de Condición          | Sobrevivencia |
| <b>T5F2</b>                          | 2.47 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>      | 1.62 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 0.41 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup> | 100           |
| <b>T7F2</b>                          | 2.45 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>      | 1.60 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 0.40 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup> | 100           |
| <b>T5F4</b>                          | 2.53 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>      | 1.63 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 0.39 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup> | 100           |
| <b>T7F4</b>                          | 2.62 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>      | 1.57 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup> | 0.41 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup> | 100           |
| <b>T5F6</b>                          | 2.46 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>      | 1.63 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup> | 0.37 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 100           |
| <b>T7F6</b>                          | 2.64 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>      | 1.58 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 0.40 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup> | 100           |
| Interacción ( <i>two-way anova</i> ) | 0.577                             | 0.117                        | 0.722                        | -             |

**Fuente:** Ficha de campo. Valores promedio de la misma columna que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

**Leyenda:** T5: tasa de alimentación de 5%; T7: tasa de alimentación de 7%; F2: frecuencia de alimentación de 2 veces/día; F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día; F6: frecuencia de alimentación de 6 veces/día

#### 4.4. Parámetros físico-químicos del agua.

Los valores de los parámetros físicos y químicos del agua en cada una de las réplicas de los tres tratamientos estuvieron dentro del rango óptimo para el cultivo de peces amazónicos, entre ellas la arahuana, que es una especie de clima tropical y de agua dulce (Tabla 7).

**Tabla 7.** Calidad de agua (promedio  $\pm$  D.S.) registrada durante la fase de cultivo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, alimentados por 70 días, con diferentes tasas y frecuencias de alimentación.

| Parámetros               | Interacciones<br>(Código) |                |                |                |                |                |
|--------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                          | T5F2                      | T7F2           | T5F4           | T7F4           | T5F6           | T7F6           |
| Temperatura (°C)         | 26.5 $\pm$ 1.4            | 26.2 $\pm$ 1.5 | 25.9 $\pm$ 1.7 | 26.9 $\pm$ 1.5 | 26.8 $\pm$ 1.5 | 26.3 $\pm$ 1.6 |
| Oxígeno disuelto (mg/l)  | 5.8 $\pm$ 1.9             | 5.6 $\pm$ 2.2  | 5.8 $\pm$ 1.7  | 5.7 $\pm$ 2.6  | 5.7 $\pm$ 2.4  | 5.8 $\pm$ 1.6  |
| pH (upH)                 | 6.6 $\pm$ 0.3             | 6.7 $\pm$ 0.5  | 6.8 $\pm$ 0.4  | 6.9 $\pm$ 0.2  | 6.8 $\pm$ 0.3  | 6.7 $\pm$ 0.4  |
| Nitritos (ppm)           | <0.05                     | <0.05          | <0.05          | <0.05          | <0.05          | <0.05          |
| Amonio (ppm)             | 0.2 $\pm$ 0.3             | 0.2 $\pm$ 0.3  | 0.2 $\pm$ 0.3  | 0.2 $\pm$ 0.3  | <0.2           | <0.2           |
| Dióxido de carbono (ppm) | 5.2 $\pm$ 1.4             | 5.2 $\pm$ 1.3  | 5.1 $\pm$ 1.1  | 5.1 $\pm$ 1.2  | 5.0 $\pm$ 0.9  | 5.1 $\pm$ 1.1  |
| Alcalinidad total (ppm)  | 16.0 $\pm$ 2.0            | 15.5 $\pm$ 2.0 | 16.0 $\pm$ 1.5 | 15.5 $\pm$ 2.5 | 15.0 $\pm$ 2.5 | 16.0 $\pm$ 1.0 |
| Dureza total (ppm)       | 12.0 $\pm$ 3.0            | 13.1 $\pm$ 2.0 | 12.0 $\pm$ 2.5 | 14.0 $\pm$ 3.0 | 14.0 $\pm$ 2.5 | 14.0 $\pm$ 3.0 |

**Fuente:** Ficha de campo.

**Leyenda:** T5: tasa de alimentación de 5%; T7: tasa de alimentación de 7%; F2: frecuencia de alimentación de 2 veces/día; F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día; F6: frecuencia de alimentación de 6 veces/día

## V. DISCUSIÓN.

Al finalizar el periodo de alimentación, se comprobó que los peces respondieron satisfactoriamente al alimento balanceado extruído suministrado. Durante la etapa de transición y adaptación al consumo del alimento balanceado se hizo evidente que, por la posición de la boca y la conocida capacidad olfatoria y visual de los ejemplares de esta especie (Argumedo, 2005), los alevinos se adaptarían rápidamente al consumo de la dieta extruída.

La prueba *de t de Student* realizada para comparar la ganancia de longitud de las arahuanas al término del estudio, no halló diferencias significativas ( $p= 0.452$ ); lo que indica que la variable tasa de alimentación no tiene efecto significativo sobre el crecimiento en longitud de las arahuanas. Sin embargo, al comparar el crecimiento de los peces en términos de ganancia de peso, se encontraron diferencias significativas ( $p= 0.00001$ ); donde el mayor peso ganado fue registrado en la tasa de 7% (Tabla 3).

En el presente estudio, la tasa de alimentación de 7% fue suficiente para promover un buen nivel de crecimiento, los mismos que ganaron pesos similares a los obtenidos por Argumedo (2005) y Ribeyro *et al.* (2009), a pesar de no tener las mismas condiciones de cultivo. A pesar de que Argumedo (2005) recomienda una tasa de alimentación del 20% en alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” de 1.4 g de peso promedio cultivados en estanques de tierra, Ribeyro *et al.* (2009) utilizó una tasa de alimentación de 10% para alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” de 1.3 g de peso promedio cultivados en peceras.

La fase experimental de este estudio se realizó en artesas bajo techo, evitando la influencia de otros ítems alimenticios. Sin embargo, en un trabajo similar realizado en peceras por Ribeyro *et al.* (2009), con arahuanas de 1.3 g de peso y 6.83 cm promedio, se registró

ganancias de peso de 10.36 a 11.69 g, y longitudes de 6.99 a 7.49 cm, no encontrando diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos evaluados.

Los pesos obtenidos en las artesas (capacidad de 200 L) durante el presente estudio (11.13, 11.54, 11.57, 12.06, 12.83 y 12.61 g de peso promedio), fueron menores a los obtenidos por Castro y Santamaría (1993); a los 170 días de cultivo (peso promedio de 25.2 g y longitud promedio de 15.6 cm.), sin embargo las longitudes fueron similares (14.93, 15.31, 15.69, 15.46, 15.55 y 15.57 cm de longitud total por tratamiento); la diferencia en la ganancia de peso entre en el presente estudio y el obtenido por Castro y Santamaría (1993), se debe a que los alevinos fueron alimentados con alimento balanceado y suplementada además la alimentación con insectos (larvas de avispa y termitas), al cultivar a los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en estanques de concreto de 75 m<sup>2</sup> de superficie, con una densidad de siembra de 1.07 individuos/m<sup>2</sup>.

Al realizar un análisis de comparación mediante la prueba de análisis de varianza simple (One-way ANOVA) para comparar el crecimiento en longitud ganada de las arahuanas al término de los 70 días de alimentación, no se encontró diferencias significativas ( $P=0.259$ ); lo cual indica que la frecuencia de alimentación no tiene efecto significativo en el crecimiento en longitud de las arahuanas, presentando longitudes similares con las tres frecuencias de alimentación proporcionadas (F2: 2 veces/día; F4: 4 veces/día y F6: 6 veces/día; Tabla 4), sin embargo, al comparar el crecimiento en peso, longitud e índices zootécnicos de las arahuanas al término de los 70 días de alimentación, no se encontró diferencias significativas; y los mayores pesos ganados fueron los registrados en las frecuencias de 4 y 6 veces al día (Tabla 4).

Para este estudio, el alimentar 4 ó 6 veces al día generó la misma respuesta productiva en los alevinos *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”; y aunque similares resultados fueron reportados en el Brasil en la especie paiche (Gandra *et al.*, 2007), la literatura aporta ejemplos de trabajos donde el uso de diferentes frecuencias de alimentación si tienen influencia en el crecimiento. Por ejemplo, Webster *et al.* (2001) evaluó varias frecuencias

de alimentación con juveniles del híbrido “Sunshine bass” (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*), concluyendo que, con una frecuencia de alimentación adecuada, es posible mejorar la tasa de crecimiento y disminuir los residuos de alimento, recomendando una frecuencia de alimentación de 2 veces/día. De igual modo, Ruohonen *et al.* (1998), experimentaron tres frecuencias de alimentación (1, 2 y 4 veces/día) en la “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) y revelan que para maximizar el desempeño productivo de esta especie, sería ideal alimentarla 4 veces/día. Asimismo, un estudio similar realizado en larvas de “ayu” (*Plecoglossus altivelis*), mostró que este pez crece más cuando se alimenta 6 veces/día (Cho *et al.*, 2003).

En cuanto a los índices zootécnicos, la tasa de alimentación no influyó sobre la tasa de crecimiento específico (TCE), factor de condición (K) y la sobrevivencia (S). Sin embargo se encontró diferencias significativas ( $p=0.0001$ ) en la tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA), donde los peces alimentados con el 7% presentaron mejores TCAA (Tabla 3).

Durante el presente estudio se obtuvo valores de TCE de 2.45 a 2.64% día<sup>-1</sup>, sin embargo estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ribeyro *et al.* (2009), quienes registraron TCE entre 4.40% día<sup>-1</sup> y 4.68% día<sup>-1</sup>, para su estudio en peceras, y con una tasa de alimentación de 10%, mientras que Rodríguez *et al.* (2005) reporta en su investigación (realizada en peceras) que la TCE es de 0.03% día<sup>-1</sup>, siendo inferior a los resultados obtenidos en los Sistemas Cerrados de Recirculación (SCR) usados en el experimento de Hernández *et al.* (2010), en los cuales obtuvieron resultados de la TCE en su tratamiento TK1= 1.72% día<sup>-1</sup>, y TK2= 1.34% día<sup>-1</sup>).

Se obtuvieron valores de conversión alimenticia aparente (TCAA), entre 1.57 y 1.63, los cuales se mantuvieron constantes durante todo el experimento, sin embargo estos resultados son relativamente altos en comparación con los registrados por Rodríguez *et al.* (2005) con FCA de 0.7; Hernández *et al.* (2010) FCA de 1.16, y Ribeyro *et al.* (2009) TCA entre 1.26 y 1.46. Es importante aclarar que los peces a edades tempranas poseen una tasa

metabólica muy elevada. Sin embargo, haciendo una comparación con el paiche, que al igual que la arahuana es un pez carnívoro (OSPPA, 2005), presenta valores de FCA de 3 (Padilla *et al.*, 2004, 2005).

En el presente estudio, el factor de condición de Fulton (K), obtenido para los tratamientos, permite inferir (K= 0.37 a 0.41; Tabla 3) que según la escala de Williams (1964) citado por Mayorga (1992), los individuos estuvieron bien nutridos (rango de 0.25 – 0.75) a la largo de todo el experimento; sin embargo estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández *et al.* (2010), quienes registraron K = 0.41, para juveniles de arahuanas en sistemas cerrados de recirculación.

Durante la fase experimental, la supervivencia fue del 100%, lo que demuestra de manera contundente la alta resistencia de las crías de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” a las condiciones de cultivo y la viabilidad técnica de su manejo en condiciones controladas, lo que coincide con las observaciones de Argumedo (2005).

El análisis de varianza de doble vía (Two-way ANOVA) realizado para comparar el crecimiento en peso ganado de las arahuanas al término de los 70 días de alimentación, no se encontró diferencias significativas (P= 0.558); lo que indica que la interacción entre la tasa y la frecuencia de alimentación no tuvo efecto significativo en el crecimiento en peso de las arahuanas, presentando pesos similares con las seis interacciones alimenticias proporcionadas (T5F2, T7F2, T5F4, T7F4, T5F6 y T7F6; Tabla 5). Del mismo modo, al comparar el crecimiento en longitud al término de los 70 días de alimentación, no se encontró diferencias significativas (P= 0.580; Tabla 5). En la tabla 5, se presentan las ganancias en peso de las arahuanas, de acuerdo a las interacciones de alimentación suministradas, donde podemos observar que la interacción alimenticia T7F4, presentó mayor ganancia en peso ( $12.83 \pm 0.03$  g); asimismo, podemos observar que la interacción alimenticia T5F6, presentó mayor ganancia en longitud ( $7.27 \pm 0.07$  cm).

En lo que respecta a la calidad del agua, debemos indicar que, aún no se han reportado valores óptimos de amonio y nitrito en cultivo para la especie. Los valores obtenidos son relativamente altos en comparación con los óptimos reportados para otras especies dulce acuícolas, sin embargo no necesariamente indican que sean inapropiados para la especie, pues los peces crecieron sin registro de mortandad (Tabla 4). Los registros de la calidad de agua son relativamente similares a los registrados por Ribeyro *et al.* (2009). Los valores de pH se aproximaron al rango (6.5-8.5) reportado por Argumedo (2005), para la cría comercial de arahuana, lo cual nos puede indicar que estos son los más apropiados para la especie. Sin embargo, falta realizar estudios de diferentes rangos de temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dureza total, alcalinidad, pH y concentraciones de amonio y nitrito, que permitan determinar las condiciones apropiadas para el cultivo de esta especie en diferentes sistemas de producción. Los valores de calidad de agua y sus variaciones en cada una de las réplicas de los tres tratamientos evaluados estuvieron dentro de los valores adecuados para la piscicultura (Vinatea, 1997).

## VI. CONCLUSIONES.

La tasa de alimentación de 7% de su biomasa promovió mayor ganancia en el crecimiento en peso y longitud de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en las condiciones de este estudio.

La frecuencia de alimentación no influyó en el crecimiento en peso y longitud de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”; sin embargo, la alimentación se vuelve más eficaz al utilizar las frecuencias de 4 y 6 veces/día.

La interacción T7F4 (T7: tasa de alimentación al 7% y F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día), promovió mayor rendimiento, en cuanto al peso ganado, mientras que la interacción entre la tasa de alimentación de 5% y la frecuencia de alimentación de 6 veces/día, produjo mayor rendimiento, en cuanto a la longitud ganada en los alevinos *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”.

La supervivencia fue del 100%, lo que demuestra la alta resistencia de los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” y la viabilidad técnica de su manejo en condiciones controladas.



## VII. RECOMENDACIONES

Alimentar a los alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” con tasas de alimentación de 7% y una frecuencia de alimentación de 4 veces al día, pues el incremento de la frecuencia de alimentación, implica más horas-hombre dedicadas a la alimentación de esta especie.

Realizar más trabajos en ambientes controlados, peceras, artesas, tanques y estanques, de alimentación de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en sus diferentes estadios, en cuanto a tasas de alimentación, frecuencia de alimentación; asimismo, sobre las factores físicos - químicos del agua necesarias para el cultivo de esta especie.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AGUDELO-ZAMORA H., J. LÓPEZ y C. SÁNCHEZ-PÁEZ. 2007. Hábitos alimenticios 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.
- ALCANTARA F., F. CHU-KOO, C. CHÁVEZ, S. TELLO, K. BANCES, M. TORREJON, J. GÓMEZ y J. NORIEGA. 2007. La pesquería ornamental de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de sus cultivo. *Folia Amazonica* **16 (1/2)**: 55-61.
- ALDEA G. 2002. Cultivo de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 54 p.
- ARGUMEDO E. 2005. Arawanas. Manual para la cría comercial en cautiverio. Editorial Produmedios. Colombia. 106 pp.
- AZZAYDI M., F. MARTINÉZ, S. ZAMORA y F. SÁNCHEZ-VÁSQUEZ. 1999. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* **170**:256–266.
- CAMPOS E, L. DE CARVALLO, H. MARTINS y R. ROUBACH. 2007. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciencia Rural, Santa Maria*. **37 (4)**: 1109 – 1115.
- CASTRO D., y C. SANTAMARÍA. 1993. Notas preliminares sobre el desarrollo de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) (Vandelli, 1829) en estanques de tierra. *Colombia Amazónica*, **6**:47-59.
- CHO S., Y. LIM, J. LEE, S. PARK y S. LEE. 2003. Effects of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of Ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. *Journal of the World Aquaculture Society*. **34**:85-91
- DEL RISCO M., J. VELÁSQUEZ, M. SANDOVAL, P. PADILLA, L. MORI-PINEDO y F. CHU-KOO. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Folia Amazónica* **17 (1/2)**: 29-37.

- GANDRA A. 2002. Estudo da frequência alimentar do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA. Manaus - Brasil. 36 pp.
- GANDRA, A., D. ITUASSU, M. PEREIRA-FILHO, R. ROUBACH, R. CRESCENCIO y B. CAVERO. 2007. Pirarucu growth under different feeding regimes. *Aquaculture International*, **15**:91-96.
- GODDARD S. 1996. Feed management in intensive aquaculture. New York: Chapman & Hall, 194pp.
- GÓMEZ J. y M. TANG. 2005. Biología y aprovechamiento de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” 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 C., E. GÓMEZ y H. HURTADO. 2010. Estudio preliminar del levante de juveniles de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. Revista Facultad de Ciencias Básicas. ISSN 1900-4699. **6(1)**: 96-113.
- HOSSAIN M., G. HAYLOR y 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 Á.; F. URUEÑA y L. RODRÍGUEZ. ARAWANAS. Páginas 9 – 22. 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 Bogota. Bogota D. C. – Colombia. 2007.
- LOCHMANN R., R. CHEN, F. CHU-KOO, W. CAMARGO, C. KOHLER y C. KASPER. 2009. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and nonspecific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, **40(1)**: 33-44.
- MAYORGA M. 1992. Biología reproductiva y alimentación de las poblaciones de Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii*, Humbolt 1805. (Pisces: Trichomycteridae), en la laguna de Fúquene. Tesis Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, D.C., 86 p.

- ORTEGA H. y P. VARI. 1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **437**:1-25.
- ORTEGA H. 1991. Adiciones y correcciones a la lista anotada de los peces continentales del Perú. *Publicación del Museo de Historia Natural UNMSM (A)*, **39**:1-6.
- ORTEGA H. y F. CHANG. 1998. Peces de aguas continentales del Perú. In: Halffter, G. (Ed). *La diversidad biológica de Iberoamérica III*. Volumen Especial, *Acta Zoológica Mexicana*. 223p.
- ORTEGA H., M. HIDALGO y G. BERTIZ. 2003. Los peces del río Yavarí. In: Pitman, N.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D. (Eds.) *Yavarí: Rapid Biological Inventories Report 11*. Chicago IL: The Field Museum. p. 59-62 y 220-243.
- ORTEGA H., I. MOJICA, C. ALONSO y M. HIDALGO. 2006. Listado de peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo - peruano. *Biota Colombiana*, **7(1)**:95-112.
- OSPPA-LOS DELFINES. GM-LOS TUCANES. 2005. Plan de manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la Cocha Shanuinto-Yanayacu Río Pacaya RNPS. ProNaturaleza. Iquitos. Perú, 31 pp.
- PADILLA P., A. GARCIA y M. SANDOVAL. 2005. Crecimiento compensatorio de alevinos de paiche *Arapaima gigas*, en ambientes controlados. Biología de las poblaciones de peces de la Amazonía y piscicultura. Coloquio Internacional. Páginas 173-177.
- PADILLA P., R. ISMIÑO, F. ALCANTARA y S. TELLO. 2004. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del Paiche, *Arapaima gigas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana –IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro de Investigaciones Quistococha de Loreto. MEMORIAS: Manejo de Fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica, 59-62 pp.
- PERSON-LEYURET J, ALEXANDRE J, THEBAUD L, MUGNIER C. Marine fish larve feeding: Formulated diets or live prey?. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1993; **42**:211–224.
- PRIESTLEY M., E. STEVENSON y G. ALEXANDER. 2006. The Influence of feeding frequency on growth and body condition of the common Goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Nutrition*, **136**:1979-1981.
- RABELLO D., T. DA CRUZ, C. CASTRO, E. BRAGA, E. GUZMAO, M. PEREIRA y R. ROUBACH. Efeito da frequência alimentar durante a realimentação de *Colossoma*

- macropomum* (Cuvier, 1818) submetidos à privação alimentar. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA) 2006. Disponible en: <http://www.civa2006.org>. Acceso Octubre 1, 2009.
- RASMUSSEN R., H. FLEMMING y S. JENSEN. 2007. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high-temperature re-circulated water. *Aquaculture International*. **15**: 97–107.
- RIBEYRO O., GUERRA F., RODRIGUEZ L., ISMIÑO R., NUÑEZ J. y F. CHU-KOO. 2009. Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con tres frecuencias alimenticias. *Folia Amazonica*, **18(1/2)**:75-80.
- RODRÍGUEZ C, J. ALONSO y M. LANDINES. 2005. Evaluación de cuatro modelos de crecimiento en juveniles de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) manejada en cautiverio en Amazonia Colombiana. Presentación de Poster. Universidad Nacional de Colombia.
- RUOHONEN, K., J. VIELMA y D. GROVE. 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. *Aquaculture* **165**, 111–121.
- SANCHEZ C., J. ALONSO y E. AGUDELO. 2007. La arawuana *Osteoglossum bicirrhosum* un recurso para usar y conservar. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. Colombia*. **II (2)**: 84-92.
- SCHUCHARDT D., J. VERGARA, H. FERNANDEZ-PALACIOS, C. ALINOWSKI, C. HERNANDEZ-CRUZ, M. IZQUIERDO y L. ROBAINA. 2008. Effects of different dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization and body composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition*. **14**: 1–9.
- 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/Urueña.pdf](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Urueña.pdf). Acceso Octubre 15, 2009.
- VELÁSQUEZ J., M. DEL RISCO, F. CHU-KOO, F. ALCANTARA, C. CHÁVEZ, H. MARICHIN y S. TELLO. 2007. Protocolo de adaptación de alevinos de paiche

*Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio. *Folia Amazónica* **16 (1/2):** 7-10.

VINATEA, A. L. 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura. Florianópolis/BR. Ed. da UFSC. 166p.

WEBSTER C., K. THOMPSON, A. MORGAN, E. GRISBY y S. DASGUPTA. 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.

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Pesos promedios (g) registrados durante la fase de cultivo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, alimentados con dos tasas y tres frecuencias de alimentación, durante setenta días.

| <b>Tratamientos / Interacciones</b> | <b>Inicio</b> | <b>10 días</b> | <b>20 días</b> | <b>30 días</b> | <b>40 días</b> | <b>50 días</b> | <b>60 días</b> | <b>70 días</b> |
|-------------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>T5 F2 - 1</b>                    | 2.71          | 3.54           | 4.36           | 5.88           | 7.14           | 8.28           | 10.51          | 13.10          |
| <b>T5 F2 - 2</b>                    | 2.21          | 2.80           | 4.24           | 5.45           | 7.24           | 8.52           | 11.01          | 13.73          |
| <b>T5 F2 - 3</b>                    | 2.33          | 2.90           | 4.36           | 5.54           | 7.18           | 8.41           | 10.52          | 13.80          |
| <b>T7 F2 - 1</b>                    | 2.86          | 3.68           | 5.13           | 7.39           | 9.73           | 11.84          | 13.74          | 14.95          |
| <b>T7 F2 - 2</b>                    | 2.91          | 3.93           | 5.24           | 7.58           | 9.71           | 11.75          | 13.41          | 14.96          |
| <b>T7 F2 - 3</b>                    | 2.21          | 3.15           | 4.97           | 7.12           | 9.15           | 11.31          | 12.89          | 14.24          |
| <b>T5 F4 - 1</b>                    | 2.51          | 3.60           | 4.69           | 6.33           | 7.49           | 9.98           | 12.09          | 13.99          |
| <b>T5 F4 - 2</b>                    | 2.40          | 3.41           | 4.47           | 5.77           | 7.32           | 9.62           | 11.84          | 13.91          |
| <b>T5 F4 - 3</b>                    | 2.19          | 3.27           | 4.45           | 5.89           | 7.08           | 9.59           | 11.64          | 13.82          |
| <b>T7 F4 - 1</b>                    | 2.72          | 3.74           | 5.51           | 7.22           | 9.40           | 11.54          | 13.67          | 15.51          |
| <b>T7 F4 - 2</b>                    | 2.40          | 3.48           | 5.14           | 7.10           | 9.13           | 11.34          | 13.45          | 15.25          |
| <b>T7 F4 - 3</b>                    | 2.25          | 3.31           | 4.90           | 6.84           | 8.99           | 11.16          | 13.18          | 15.10          |
| <b>T5 F6 - 1</b>                    | 2.66          | 3.43           | 4.37           | 6.36           | 7.86           | 10.14          | 12.48          | 14.16          |
| <b>T5 F6 - 2</b>                    | 2.84          | 3.91           | 5.08           | 6.85           | 8.89           | 10.92          | 12.73          | 14.22          |
| <b>T5 F6 - 3</b>                    | 2.13          | 2.93           | 4.12           | 5.72           | 7.86           | 9.59           | 11.99          | 13.97          |
| <b>T7 F6 - 1</b>                    | 2.49          | 4.15           | 6.10           | 8.08           | 9.87           | 11.55          | 13.17          | 14.80          |
| <b>T7 F6 - 2</b>                    | 2.45          | 4.21           | 6.28           | 8.25           | 10.10          | 11.71          | 13.34          | 15.15          |
| <b>T7 F6 - 3</b>                    | 2.13          | 4.18           | 6.14           | 8.05           | 10.00          | 11.81          | 13.29          | 14.94          |

**Fuente:** Ficha de campo.

**Leyenda:** T5: tasa de alimentación de 5%; T7: tasa de alimentación de 7%; F2: frecuencia de alimentación de 2 veces/día; F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día; F6: frecuencia de alimentación de 6 veces/día



**Anexo 2.** Longitudes promedios (cm) registradas durante la fase de cultivo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana”, alimentados con dos tasas y tres frecuencias de alimentación, durante setenta días.

| <b>Tratamientos / Interacciones</b> | <b>Inicio</b> | <b>10 días</b> | <b>20 días</b> | <b>30 días</b> | <b>40 días</b> | <b>50 días</b> | <b>60 días</b> | <b>70 días</b> |
|-------------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>T5 F2 - 1</b>                    | 8.65          | 9.80           | 10.94          | 12.01          | 12.76          | 13.34          | 14.03          | 14.92          |
| <b>T5 F2 - 2</b>                    | 8.12          | 9.12           | 10.13          | 11.06          | 11.79          | 12.45          | 13.36          | 14.68          |
| <b>T5 F2 - 3</b>                    | 8.29          | 9.24           | 10.18          | 10.91          | 11.69          | 12.54          | 13.56          | 15.18          |
| <b>T7 F2 - 1</b>                    | 8.84          | 10.04          | 11.20          | 12.19          | 12.93          | 13.94          | 14.91          | 15.90          |
| <b>T7 F2 - 2</b>                    | 8.71          | 10.07          | 11.43          | 12.31          | 13.11          | 14.00          | 15.06          | 16.13          |
| <b>T7 F2 - 3</b>                    | 8.01          | 9.16           | 10.31          | 11.17          | 11.97          | 12.92          | 13.78          | 14.36          |
| <b>T5 F4 - 1</b>                    | 8.46          | 9.86           | 11.26          | 12.13          | 12.91          | 13.53          | 14.35          | 15.65          |
| <b>T5 F4 - 2</b>                    | 8.44          | 9.32           | 10.20          | 11.13          | 11.98          | 12.89          | 13.98          | 15.00          |
| <b>T5 F4 - 3</b>                    | 8.41          | 9.33           | 10.24          | 11.19          | 12.08          | 13.18          | 14.19          | 15.29          |
| <b>T7 F4 - 1</b>                    | 8.47          | 9.70           | 10.93          | 11.89          | 12.79          | 13.75          | 14.78          | 15.82          |
| <b>T7 F4 - 2</b>                    | 8.41          | 9.54           | 10.66          | 11.86          | 12.81          | 13.97          | 14.99          | 16.04          |
| <b>T7 F4 - 3</b>                    | 8.36          | 9.24           | 10.12          | 10.87          | 11.91          | 12.86          | 13.73          | 14.78          |
| <b>T5 F6 - 1</b>                    | 8.57          | 9.80           | 11.02          | 12.11          | 12.91          | 13.70          | 14.71          | 15.89          |
| <b>T5 F6 - 2</b>                    | 8.45          | 9.93           | 11.41          | 12.48          | 13.32          | 14.14          | 14.86          | 15.74          |
| <b>T5 F6 - 3</b>                    | 8.25          | 9.08           | 9.89           | 11.09          | 12.00          | 13.03          | 14.26          | 15.44          |
| <b>T7 F6 - 1</b>                    | 8.57          | 9.52           | 10.46          | 11.49          | 12.38          | 13.46          | 14.22          | 15.28          |
| <b>T7 F6 - 2</b>                    | 8.43          | 9.08           | 9.89           | 11.09          | 12.00          | 13.03          | 14.26          | 15.44          |
| <b>T7 F6 - 3</b>                    | 8.38          | 9.48           | 10.58          | 11.62          | 12.69          | 13.76          | 14.88          | 16.00          |

**Fuente:** Ficha de campo.

**Leyenda:** T5: tasa de alimentación de 5%; T7: tasa de alimentación de 7%; F2: frecuencia de alimentación de 2 veces/día; F4: frecuencia de alimentación de 4 veces/día; F6: frecuencia de alimentación de 6 veces/día