

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE BIOLOGIA**

**TESIS**

**INFLUENCIA DEL ALIMENTO EXTRUIDO CON  
TRES NIVELES DE PROTEÍNA EN EL  
CRECIMIENTO DE ALEVINOS/JUVENILES DE  
PAICHE *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829)**

***PRESENTADO POR***


**Br. Rubith Magaly del Risco Orbe  
Br. Luis Javier Velásquez Varela**

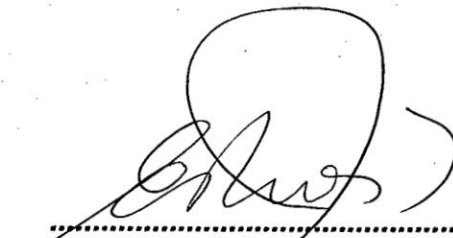
***Para Optar el título Profesional de Biólogo***

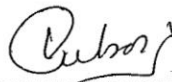
***IQUITOS – PERÚ***

***2006***


**JURADO CALIFICADOR**

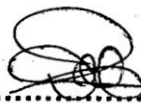
  
.....  
**Dr. Fernando Alcántara Bocanegra\***  
**Presidente**

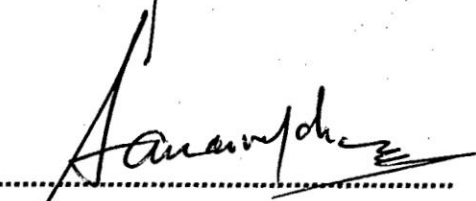
  
.....  
**Blgo. Enrique Ríos Isern, Msc.\***  
**Miembro**

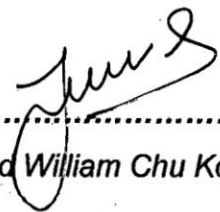
  
.....  
**Blga. Rosana Cubas Guerra. Msc.\***  
**Miembro**

**ASESORES**

  
.....  
**Dr. Luis Alfredo Mori Pinedo\***

  
.....  
**Msc. Palmira Padilla Pérez\*\***

  
.....  
**Dr. Manuel Sandoval Chacón\*\***

  
.....  
**Dr. Fred William Chu Koo\*\***

\* Docente, UNAP  
\*\* Investigador, IIAP

*A la biodiversidad... porque siempre podemos aprovecharla de manera sostenible para que futuras generaciones puedan gozar de sus bondades.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- ❖ A Dios Todopoderoso, por su amor, por ser nuestro guía y protector.
- ❖ A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por medio de la Facultad de Ciencias Biológicas, por nuestra formación profesional.
- ❖ Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, a través del Programa de Ecosistemas Acuáticos.
- ❖ Al Proyecto BIODAMAZ por el financiamiento y facilidades brindadas para la ejecución del estudio.
- ❖ Al Ing. Salvador Tello, por el apoyo brindado.
- ❖ A la Blga. MSc. Palmira Padilla Pérez, al Dr. Manuel Sandoval por su confianza y asesoría brindada durante la ejecución del proyecto.
- ❖ Al Dr. Fred Chu Koo, por sus enseñanzas y asesoría brindada en la parte estadística.
- ❖ Al Dr. Luis Mori Pinedo por sus observaciones y sugerencias brindadas.
- ❖ Al Dr. Fernando Alcántara Bocanegra, Blgo. Homero Sánchez, Blga. Aurea García, y a la Blga. Rosa Ismiño por la confianza, enseñanzas y asesoría ofrecida.
- ❖ Al Dr. Manoel Pereira-Filho y Dr. Bruno Sagratzki Caverio por su gran apoyo y amistad.
- ❖ Al personal administrativo del IIAP, Sra. Mercedes Torres secretaria del PEA, Sra. Carolina Bazalar, Sra. Jeannette Del Águila, Srta. Danny Lomas administradora y secretarias del Proyecto BIODAMAZ, por facilitarnos la logística y material necesario para los trabajos de campo y gabinete.



- ❖ Al personal técnico que labora en el Programa de Ecosistemas Acuáticos:  
Hugo Marichin, Edwin Agurto, Italo Orbe, Cherry Yahuarcani, Asunción Apuela, Lamberto Arévalo, Medardo Montoya, Germán Orbe, Sixto Valderrama, Domingo García, Luis Zafra, Edgar Taricuarima, Roberto Flores, Reiner Flores por el apoyo brindado durante la ejecución del estudio.

## CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	08
INDICE DE FIGURAS.....	09
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1. BIOLOGÍA DEL ARAPAIMA GIGAS.....	12
2.2. CULTIVO DEL ARAPAIMA GIGAS.....	13
2.3. ALIMENTO EXTRUSADO.....	15
2.4. ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	18
3.2. MÉTODOS.....	18
3.2.1. Adaptación de alevinos al consumo del alimento extrusado.....	18
3.2.2. Unidades experimentales.....	19
3.2.3. Diseño experimental.....	20
3.2.4. Alimentación de los peces.....	20
3.2.5. Índices zootécnicos.....	22
3.2.6. Evaluación de los parámetros limnológicos.....	24
3.2.7 Análisis estadístico.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. PRIMERA ETAPA.....	25
4.2. SEGUNDA ETAPA.....	26
4.3. ANÁLISIS COMBINADO.....	28

4.4 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO/QUÍMICOS DEL AGUA...	32
V. DISCUSIÓN.....	34
5.1. ADAPTACION DE LOS ALEVINOS AL CONSUMO DEL ALIMENTO EXTRUSADO.....	34
5.2. PRIMERA ETAPA.....	34
5.3. SEGUNDA ETAPA.....	36
5.4. ANÁLISIS COMBINADO.....	37
5.5. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO Y QUÍMICOS DEL AGUA	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
VIII. RESUMEN.....	42
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	49

## INDICE DE TABLAS

TABLA. N°	Pág.
01. Resumen de los tratamientos diarios en la adaptación de alevinos de paiche.....	19
02. Composición porcentual de las raciones extrusadas utilizadas para el estudio del desarrollo de alevinos/juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> .....	21
03. Media y Desviación Estándar de los pesos y longitudes iniciales y finales con sus respectivas ganancias en 104 días de estudio con alevinos de paiche.....	25
04. Valores medios y desviación estándar de TCE, K, TCAA, S y Ganancia de peso diario en 104 días de estudio con alevinos de paiche.....	26
05. Media y desviación estándar de pesos y longitudes iniciales y finales con sus respectivas ganancias en 84 días de estudio con juveniles de paiche.....	27
06. Valores medios y desviación estándar de TCE, K, TCAA, S y Ganancia de peso diario en 84 días de estudio con juveniles de paiche.....	27
07. Peso promedio en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	29
08. Longitud promedio en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche..	30
09. Tasa de conversión alimenticia aparente en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	31
10. Ganancia de peso en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche..	32
11. Valores promedios y desviación estándar de Oxígeno disuelto (mg/l), Temperatura (°C), pH, conductividad eléctrica (µS) y Sólidos totales disueltos (ppm) para cada etapa experimental.....	34
12. Valores promedio y desviación estándar de Amonio (ppm), Alcalinidad (ppm), Dureza total (ppm) y CO2 (ppm) para cada etapa experimental.....	34

## INDICE DE FIGURAS

### FIGURA N°

	<i>Pág.</i>
01. Evolución de los pesos promedio durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	28
02. Evolución de las longitudes promedio durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	29
03. Evolución de las Tasas de Conversión Alimenticia Aparente (TCAA) durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	30
04. Evolución de la ganancia de peso diario en gramos para cada tratamiento durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.....	32

## I.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad la piscicultura está siendo considerada como una actividad muy prometedora para el desarrollo de la Amazonía peruana, pues esta región cuenta con abundancia de agua y espacio, así como una gran variedad de especies de peces que se desarrollan muy bien en ambientes controlados y tienen gran demanda en el mercado. Sin embargo, el beneficio económico de la piscicultura se encuentra íntimamente relacionado con el suministro y el costo del alimento (**Vergara et al., 1998**).

En los últimos años el paiche, *Arapaima gigas*, se está perfilando como una especie promisoría y de gran importancia para la piscicultura, por su alto valor comercial en el mercado internacional, por la excelente calidad de su carne, por su resistencia al manipuleo y por presentar respiración aérea (**Fontenele & Vasconcelos, 1982**).

En la piscicultura intensiva, la alimentación del paiche con raciones que no atienden las exigencias nutricionales de la especie, conlleva a deficiencias en la respuesta inmunológica del pez, aumentando la probabilidad de incidencia de enfermedades y parásitos. De igual manera el acúmulo del material orgánico proveniente de los residuos del alimento y de las heces, también puede causar alteraciones en el agua y afectar el crecimiento de los peces (**Banzatto & Kronka, 1989**).

Otro factor que puede influenciar en la calidad del agua y en la producción es la digestibilidad de los alimentos, ya que cuanto más digerible, mayor será su absorción y conversión alimenticia, consecuentemente menor la excreción de heces. Cuando la calidad nutricional, la digestibilidad y la estabilidad de la ración son pésimas, la contaminación del agua será mayor, afectando negativamente la producción de peces (**Imbiriba, 2001**).

Hasta la fecha, el uso de alimento balanceado en la presentación de peletizado es el que más se ha difundido en nuestra región, debido a su fácil y bajo costo de producción, en comparación con el alimento extruido que requiere mayor tecnología para su procesamiento. Sin embargo, otros países amazónicos como es el caso de Brasil y Colombia tienen muy difundido el uso del alimento extruido por las grandes ventajas que presenta. En este contexto, el alimento extruido permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, pues posee mayor durabilidad de almacenamiento, un 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)**

Otra de las ventajas del alimento extruido es su flotabilidad, la cual permite obtener datos más precisos del consumo diario de alimento, de esta manera es más fácil calcular no solo el consumo de alimento si no también el factor de conversión alimenticia ya que este alimento flota y por lo tanto uno puede verificar que los peces lo están consumiendo y este no se pierde en el fondo del estanque.

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 **(De la Higuera, 1973)**.

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del alimento extruido con tres niveles de proteína en el desarrollo de alevinos y juveniles de paiche e identificar las dietas con los porcentajes de proteína que produzcan mayor rendimiento en peso, longitud, tasa de conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento específico, ganancias de peso diario y de biomasa.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Biología del *Arapaima gigas*

**GUERRA (1980)**, reporta que el paiche, *Arapaima gigas*, es una de las pocas especies de agua dulce de esta región de América Tropical, que ha merecido la atención de muchos estudiosos tanto regionales como foráneos, debido a su gran valor científico (considerado como relicto por muchos autores), y económico (figura en segundo lugar en cuanto a su volumen de ingreso a Iquitos, según estadísticas del Ministerio de Pesquería).

**IMBIRIBA et al. (1996)**, mencionan que el paiche es una especie estrictamente ictiófaga, es decir que se alimenta exclusivamente de peces. Presenta el cuerpo en forma alargada revestida de grandes y espesas escamas; la aleta caudal tiene forma redondeada. La cabeza del paiche es pequeña en relación al tamaño del cuerpo y presenta una boca superior grande y oblicua. Los ejemplares adultos presentan los caracteres sexuales secundarios solamente pocos días antes y después del desove. Los machos adquieren una coloración rojiza, en cambio en las hembras esta coloración es poco perceptible. Los paiches presentan órganos sexuales impares, en el caso del macho la funcionalidad se restringe al testículo izquierdo pues el derecho está atrofiado. Como en los demás peces ictiófagos, el tubo digestivo del paiche es corto; esta especie presenta dos aparatos respiratorios: branquias para respiración acuática y vejiga natatoria, que se comunica con el tubo digestivo y funciona como pulmón. La respiración aérea del paiche representa un proceso vital para la especie ya que esta muere si se ve impedida de salir de la superficie.

**BERG (1937)**, Citado por **MONTREUIL & GARCÍA (2001)**, reporta que la ubicación taxonómica del paiche es la siguiente:

Clase	:	Osteichthyes
Infraclase	:	Teleostei
Subclase	:	Actinopterygii
Orden	:	Osteoglossiformes
Suborden	:	Osteoglossoidei



Superfamilia : Osteoglossoidae  
Familia : Arapaimidae  
Género : Arapaima  
Especie : *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829)

## 2.2. Cultivo de *Arapaima gigas*

**ALCÁNTARA & GUERRA (1992)**, citan que el paiche, es un pez de gran demanda en la amazonía, cuyas posibilidades de cultivo han sido poco exploradas fundamentalmente por su régimen carnívoro.

**MOURA & NASCIMENTO (1992)**, señalan que en cultivos asociados de paiche con ganado porcino y bubalino se puede lograr especímenes de paiche de aproximadamente 10 Kg. después de un año de cultivo.

**ALCÁNTARA & GUERRA (1992)**, indican que paiches sembrados con un peso promedio de 845 gramos y 45 cm. utilizando "bujurqui" como presa en su cultivo, alcanzaron 3,468 gramos de peso promedio y una longitud de 73.7 cm. en 14 meses de estudio.

**CAVERO (2000)**, señala que el estudio de la alimentación es básico para promover el cultivo de paiche en ambientes confinados, teniendo como objetivo maximizar su tasa de crecimiento.

**GUERRA (2000)**, reportan que la tasa de alimentación diaria varía en función de la biomasa de los peces en cultivo, generalmente durante la precría, es del 5 al 7 %; aunque, es común el suministro *ad libitum*, o sea, se administra de acuerdo a lo que consumen. En la fase de engorde se considera que el 3 % es una tasa de alimentación apropiada para el pez.

**SÁNCHEZ (2000)**, menciona que la población de Loreto utiliza al paiche en reemplazo de la carne bovina que escasea en la región, a la que el paiche supera en calidad y en algunos casos en cantidad.

**RABELLO (2001)**, realizó comparaciones de dietas con diferentes porcentajes de proteína en ejemplares de *Arapaima gigas*. En 45 días de experimentación se encontró diferencias significativas en los tratamientos en relación a la ganancia de peso, donde la ración con 48% de proteína bruta fue significativamente superior a otros tres tratamientos con 30, 36 y 42%.

**CAVERO et al. (2002)**, alimentaron alevinos de paiche con un peso inicial de  $0.84 \pm 0.14$  Kg. con alimento extruido de 40% de proteína bruta, durante 140 días, obteniéndose una conversión alimenticia de 1.31.

**PEREIRA-FILHO et al. (2002)**, por su parte alimentaron ejemplares de *Arapaima gigas* durante 10 meses con alimento extruido de 40% de proteína bruta y 3400 Kcal EB/Kg de ración, registrándose una conversión alimenticia de 1.69 y un peso medio final de  $5.33 \pm 1.1$  Kg.

**VENTURIERI & BERNARDINO (2002)**, indican que a pesar de las altas conversiones en especies carnívoras, la ganancia del peso diario del paiche es notable, lo que confirma el excelente potencial que la especie tiene para el cultivo.

**PADILLA et al. (2003)**, por otro lado mencionan que el hábito alimenticio de peces carnívoros es una de las mayores dificultades para su crianza en cautiverio, aún así, esta dificultad puede ser solucionada a través de la alimentación con raciones peletizadas o extrusadas, considerando una etapa previa de adaptación a dicho alimento.

**PADILLA & ISMIÑO (2003)**, realizaron un estudio evaluando tres tasas de alimentación diaria (6, 8 y 10% de la biomasa) en *Arapaima gigas* y reportaron que la mejor conversión alimenticia y el mayor factor de condición se obtuvo con la tasa de alimentación al 6%; asimismo, no encontraron diferencias significativas entre los pesos y longitudes de los peces testados en el experimento.

**RUIZ (2005)**, concluye que paiches alimentados con alimento peletizado con 50% de proteína en jaulas flotantes y a una densidad de siembra de 3 peces/m<sup>3</sup>, logran una TCAA de 4.59

**SAAVEDRA (2006)**, considera como alevinos los ejemplares de *Arapaima gigas* desde los 10 días, luego de reabsorber el saco vitelino, hasta cuando se independizan de sus progenitores, lo cual sucede entre los tres a cuatro meses de edad cuando han alcanzado 100g de peso y 24cm de longitud. Por otro lado, trabajos de nutrición sobre requerimientos nutricionales y fuentes proteicas que se han realizado indican que las dietas ofrecidas deben estar hechas a base de harina de pescado, tener alta disponibilidad de proteína (por encima del 40% de proteína cruda en alevinos) y poseer buen perfil de aminoácidos esenciales.

### **2.3. Alimento Extrusado**

**NICOVITA (2003)**, Los alimentos balanceados para camarones y peces deben ser diseñados, producidos y evaluados para las diferentes etapas y modalidades de cultivo de cada especie y deben poseer un balanceado de nutrientes esenciales, como: proteínas, aminoácidos, ácidos grasos y micro nutrientes minerales y vitamínicos.

**VERGARA et al. (1998)**, señalan que el uso de una dieta extrusada en la alimentación de truchas permitió obtener una mejor eficiencia al compararse con los peces alimentados con la dieta peletizada en cuanto a la conversión alimenticia, al índice de eficiencia proteica y la tasa de crecimiento en el periodo acumulado. La causa más probable de la alta eficiencia en estos índices radicaría en la mejora de la digestibilidad del nutriente por la alteración del almidón y de los componentes proteicos debido al procesamiento por extrusión. El costo de producción de un kilo de trucha con la dieta extruida es menor respecto a la dieta peletizada.

**FAO (2005)**, indica que las altas temperaturas que se emplean durante el cocido por extrusión facilitan la ruptura de las membranas de celulosa que

rodean a las células vegetales y a los gránulos individuales de almidón de los cereales y las oleaginosas, con la consecuente gelatinización del almidón y el incremento de la biodisponibilidad calorífica de los carbohidratos, también esto provoca la inactivación y/o destrucción de factores antinutricionales termolábiles que se encuentran normalmente presentes en los cereales y oleaginosas (i.e. inhibidores enzimáticos del crecimiento) y contaminantes exógenos dentro de los subproductos animales (i.e. *Salmonella*). La alta durabilidad mecánica de los pelets extruidos (obtenida por la gelatinización del almidón y una fuerte aglutinación intermolecular) resulta en una baja producción de finos durante el manejo, transporte y alimentación, lo que asegura un consumo máximo de alimentos y minimiza la contaminación del agua (debida a la descomposición potencial de los finos no consumidos dentro del cuerpo de agua en el que se cultivan los peces o camarones). Los pelets extruidos son extremadamente estables en agua y pueden mantener su integridad física por períodos prolongados, permitiendo que más alimento sea consumido mientras se mantiene la calidad del agua.

El cocido por extrusión produce pelets que son extremadamente estables en estado seco y entonces se pueden almacenar por largos períodos de tiempo sin degradación de los nutrientes.

**NICOVITA (2003)**, indica que las principales ventajas que se puede obtener de un producto extruido son: 1. Alta calidad del producto: La implicancia de factores como Alta-Temperatura/Corto-Tiempo, propios de un proceso de extrusión, minimiza la degradación de los nutrientes del alimento, mejorando la digestibilidad de las proteínas (al desnaturalizarlas) y almidones (por gelatinización). La cocción por extrusión también destruye compuestos antinutricionales como inhibidores de tripsina y de enzimas no deseadas como lipasas, lipoxidasas y microorganismos. 2. Mejora el valor nutritivo energético: Permite adicionar aceite o grasa extrapellet a niveles de 30%. Con una considerable mejora del valor nutricional de los alimentos para salmónidos, el cual se observa en rápidos crecimientos y reducción de la conversión alimenticia, disminuyendo costos. 3. Mejora de la apariencia, palatabilidad y digestibilidad: de los alimentos para animales. 4.

Adaptabilidad: Producción de una amplia variedad de productos con pequeños cambios en ingredientes y condiciones de operación. 5. Características de los Productos: Permite la producción de una gama de formas, texturas, colores y apariencias muy difícil de lograr con otros tipos de procesos. 6. No producción de desperdicios: Importante ventaja en la industria de alimentos. Cuenta con una presencia mínima de finos en el proceso y el producto, contribuyendo a proteger el medio ambiente. 7. No requerimiento de aglutinantes: El proceso de extrusión por sus condiciones de aglomeración, gelatinización, elimina la necesidad de sustancias ligantes extras.

**FAO (2005)**, reporta que el peletizado por expansión o extrusión es un proceso de calentamiento húmedo, por medio del cual los ingredientes premolidos y mezclados secos son primero acondicionados con vapor y/o agua a presión atmosférica (la mezcla de alimentos en esta etapa contendrá 20–30% de humedad; temperatura de acondicionamiento 65–95C°) y luego son llevados a un barril de extrusión presurizado (conocido como extrusor) en donde la mezcla de alimento es cocida a una temperatura de 130–180C° por medio de calor y presión mecánica por 10–60 segundos (el período de cocimiento y la temperatura dependen del tamaño de partícula de los ingredientes, de la composición de la mezcla del alimento y de las propiedades físicas requeridas de la dieta extruida). La harina cocida es entonces extruida por medio de un tornillo ahusado, pasando a través de un dado al final del barril de extrusión presurizado hacia el exterior, donde el material se expande y es cortado a la longitud o forma física deseados. Durante este proceso, el alimento cocido y extruido emerge del dado con una densidad más baja y con un contenido de humedad de 25–30%, el cual requiere de un secado posterior. El proceso de extrusión requiere de una cierta cantidad de carbohidratos presentes en la mezcla (como almidón); el almidón gelatinizado se vuelve plástico, absorbe agua y en el sobrecalentamiento se vaporiza produciendo la expansión consecuente. Un diagrama de flujo típico para una fábrica de alimentos que utiliza un sistema de cocido y extrusión se muestra en el anexo N° 1(**Anexo 1**).

## **2.4. Alimentación Artificial**

**VENTURIERI & BERNARDINO (1999)**, reportan que entrenar alevinos de paiche a consumir raciones secas es relativamente fácil en comparación con otras especies carnívoras.

**PERSON-LERUYET *et al.* (1993)**, sostienen que para iniciar la alimentación artificial se puede realizar el "destete progresivo", dicha estrategia que ha tenido éxito con diversas especies de peces consiste en suministrar alimento artificial en conjunto con alimento vivo desde el inicio de la alimentación exógena realizando reducciones graduales en la proporción del alimento vivo.

## **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Área de estudio**

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP – Quistococha, ubicado geográficamente a 3° 48.9' 9" S y 73° 19' 18.2" W, con una altitud de 128 m.s.n.m.; situado en la comunidad de Quistococha en el km. 4.5 de la Carretera Iquitos Nauta en la, provincia de Maynas, departamento de Loreto. **(Anexo N°2)**

### **3.2. Métodos**

#### **3.2.1. Adaptación de los alevinos al consumo de alimento extruido**

Según lo recomendado por Person-Leruyet *et al.* (1993), se procedió a iniciar la alimentación artificial realizando el "destete progresivo", en la cual dicha estrategia consistió en suministrar alimento artificial en conjunto con alimento vivo desde el inicio de la alimentación exógena realizando reducciones graduales en la proporción del alimento vivo. Los pasos para este procedimiento se muestran en la Tabla N° 1.

**TABLA N° 1.** Resumen del los tratamientos diarios en la adaptación de alevinos de paiche.

<b>ADAPTACIÓN DE ALEVINOS DE PAICHE</b>					
<b>1-3 día</b>	<b>4-5 día</b>	<b>6 día</b>	<b>7-8 día</b>	<b>9-10 día</b>	<b>11-12 día</b>
peces forraje estrujados	trocitos de filete de pescado	95 % pasta de pescado y 5% de polvo de estrusado	90 % pasta de pescado y 10% de polvo de estrusado	85 % pasta de pescado y 15% de polvo de estrusado	80 % pasta de pescado y 20% de polvo de estrusado
<b>13-14 día</b>	<b>15-16 día</b>	<b>17-18 día</b>	<b>19-20 día</b>	<b>21-22 día</b>	<b>23 día</b>
75 % pasta de pescado y 25% de polvo de estrusado	65 % pasta de pescado y 35% de polvo de estrusado	60 % pasta de pescado y 40% de polvo de estrusado	50 % pasta de pescado y 50% de polvo de estrusado + alimento extruido puro en pequeñas cantidades	40 % pasta de pescado y 60% de polvo de estrusado + alimento extruido puro en pequeñas cantidades	100% alimento extruido puro

Fuente: Fichas de Campo.

### **3.2.2. Unidades experimentales**

El presente estudio se realizó en dos etapas:

#### **3.2.2.1. Primera etapa**

Se sembró 45 alevinos de Paiche distribuidos en nueve tanques rectangulares de cemento de 1.5 x 0.7 x 0.9m, revestidos internamente de mayólicas y conteniendo un volumen de agua aproximado de 0.4m<sup>3</sup> (**Anexo N°3 - A**).

#### **3.2.2.2. Segunda etapa**

Se sembró los mismos individuos de la primera etapa pero en estadio de juveniles distribuidos en nueve jaulas flotantes de 1.20 x 1.20 x 1.20m. dentro del estanque N° 1-B de las instalaciones del Centro de Investigaciones de Quistococha – IIAP, con un volumen aproximado de 1.30m<sup>3</sup> (**Anexo N°3 - B**).

El traslado de los individuos desde los tanques de cemento hacia las jaulas flotantes se realizó a primera hora de la mañana (7:00am), en bolsas plásticas llenas con agua; este proceso tomo un tiempo aproximado de dos horas.



### 3.2.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres (3) tratamientos y tres (3) repeticiones, con una densidad de 5 peces/tanque para ambas etapas de estudio, utilizando un total de 45 especímenes de *Arapaima gigas* en el estadio de alevinos (durante la primera etapa) y 44 juveniles (en la segunda etapa).

### 3.2.4. Alimentación de los Peces

La alimentación de los peces estuvo basada en dietas extruidas, elaboradas con una máquina Extrusora de tipo ETT-90X (JARCON del Perú S.R.L) (**Anexo N° 4 - A**). Los peces fueron alimentados seis veces al día, durante la primera etapa (104 días) y cinco veces al día durante la segunda etapa (84 días), con raciones equivalentes al 3% de su biomasa corporal.

Los tratamientos a utilizar en las dos etapas fueron (**Anexo N° 4 - B**):

\* Para alevinos (primera etapa):

T1	:	35 % de PB
T2	:	40% de PB
T3	:	45% de PB

\*Para juveniles (segunda etapa):

T1	:	35 % de PB
T2	:	40% de PB
T3	:	45% de PB

Al inicio del experimento, todos los peces fueron pesados y medidos, no encontrándose diferencias estadísticas entre los peces de los tratamientos (ANOVA), indicándonos que la población fue homogénea. A fin de evaluar el crecimiento de los peces y reajustar la ración de acuerdo a la biomasa de la población, quincenalmente se realizaron muestreos biométricos los cuales fueron registrados en fichas de registro (**Anexo N° 5**).



En la Tabla 2 se muestra la composición de ingrediente y nutrientes de las dietas utilizadas en el estudio, para lo cual se tomó como referencia los requerimientos nutricionales del catfish (NRC, 1993).

**TABLA 2:** Composición porcentual de las raciones extrusadas utilizadas para el estudio del desarrollo de alevinos/juveniles de paiche *Arapaima gigas*.

INSUMOS	Dietas		
	1	2	3
Maíz amarillo	40,00	40,00	30,00
Torta de soya Paraguay	31,20	6,10	7,03
Harina de pescado FAQ	21,48	48,08	55,50
Molluelo de trigo	0,00	0,00	3,00
Aceite de palma	1,99	1,42	
Maíz gluten	4,00	4,00	4,00
Carbonato de Calcio	0,28	0,00	0,00
L – Lisina	0,40	0,00	0,00
Antihongo Mold ZAP	0,15	0,15	0,15
DL – Metionina	0,24	0,00	0,07
Premix Acuicultura	0,12	0,12	0,12
Cloruro Colina 60 %	0,1	0,1	0,1
Antioxidante Endox	0,02	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Proteína %	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>
ED (Kcal/Kg)	3000	3200	3210
Mat. Seca %	90,00	91,09	91,59
Fibra	2,06	1,31	1,31
Grasa	6,47	7,79	6,53
Carbohidratos	39,19	31,42	26,52
Lisina	2,50	2,75	3,15
Metionina	1,01	1,14	1,35
Cistina	0,48	0,45	0,49
Arginina	2,21	2,32	2,62
Histidina	0,88	1,00	1,12
Isoleusina	1,57	1,87	2,12
Leusina	3,03	3,46	3,8
Fenilalanina	1,69	1,81	2,02
Tirosina	1,16	1,32	1,51
Treonina	1,39	1,67	1,88
Triptofano	0,42	0,45	0,51
Valina	1,84	2,13	2,39
Met + Cist	1,50	1,59	1,85
Fen + Tir	2,68	2,95	3,39
AC. GS. N – 3	1,00	2,02	2,22
AC. GS. N – 6	1,05	0,80	0,08
Fosfato total	0,85	1,34	1,52
Ca	1,00	1,82	2,10
Na	0,23	0,49	0,57

Fuente: PEA – IIAP – Planta de elaboración de alimento extrusado

267



### 3.2.5. Índices Zootécnicos

#### a. Longitud total

Expresada en centímetros. Estuvo basada en la longitud comprendida entre el rostro u hocico y el extremo de la aleta caudal. Para obtener esta medida se utilizó un Ictiómetro de 1 m.

#### b. Peso total

Expresado en gramos. Estuvo basado en el peso de la masa corporal del pez. Para medir este parámetro, se utilizó una balanza comercial de hasta 10 kg. de capacidad.

#### c. Tasa de crecimiento específico (TCE)

Expresa el incremento en longitud o en peso del pez como resultado de procesos bióticos y abióticos, influenciados por el espacio, alimento y temperatura. La fórmula utilizada para obtener este parámetro fue la siguiente:

$$TCE = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{T_f - T_i} \times 100$$

Donde:

- Ln: Logaritmo natural
- Wf: Peso al tiempo final
- Wi: Peso al tiempo inicial
- Tf: Tiempo final de cultivo
- Ti: Tiempo inicial de cultivo

**d. Conversión Alimenticia Aparente (CAA)**

Determina el grado de asimilación y efectividad de los alimentos; es la relación entre la cantidad de alimento ofrecido y el peso húmedo ganado. La fórmula utilizada para obtener este parámetro fue la siguiente:

$$CAA = \frac{\text{Cantidad de alimento ofrecido}}{\text{Biomasa ganada}}$$

**e. Sobrevivencia (S)**

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento. La fórmula utilizada para obtener este parámetro fue la siguiente:

$$S(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peces cosechados}}{\text{N}^\circ \text{ de peces sembrados}} \times 100$$

**f. Factor de condición (K)**

Se le conoce también como grado de robustez o índice ponderal; expresa el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio en que vive en función de su nutrición desarrollada en el tiempo de crianza. Su fórmula es:

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

Donde:

- W : Peso total (g.)
- L<sup>3</sup> : Longitud total al cubo (cm.)
- K : Factor de condición

### **3.2.6. Evaluación de los parámetros limnológicos.**

Mediciones diarias de la temperatura, oxígeno disuelto en el agua, pH y conductividad eléctrica en el horario de 8:00 a.m.

Dureza total, amonio, CO<sub>2</sub> y nitritos, se midieron quincenalmente, con la ayuda de kits colorimétricos LAMOTTE (Washington, U.S.A.); con la finalidad de garantizar la buena calidad del agua donde los peces estaban siendo cultivados. Los datos de cada medición fueron registrados en las fichas de campo (**Anexo 6**).

#### **a. Temperatura y O<sub>2</sub>**

Se realizó con la ayuda de un Oxímetro (YSI MODEL 57) con termómetro incorporado.

#### **b. Potencial Hidrógeno (pH)**

Se realizó con la ayuda de un potenciómetro marca HANNA.

#### **c. Conductividad eléctrica**

Se realizó con la ayuda de un Conductímetro (Modelo CO 150), con una sensibilidad de 0.01  $\mu$ s.

### **3.2.7. Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos, fueron introducidos a la base de datos de la computadora, y mediante el software "JMPIN V. 4.04." se procedió al análisis de varianza (ANOVA), empleando para el análisis posterior la prueba de Tukey; con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

## IV.- RESULTADOS

### 4.1. Primera etapa

En la tabla 3 se muestran la media y desviación estándar de los pesos y longitudes iniciales y finales así como las respectivas ganancias de peso y longitud de los peces de cada tratamiento durante la primera fase de estudio (alevinos de paiche) que comprendió un periodo de 104 días.

**TABLA 3.** Media y desviación estándar de pesos y longitudes iniciales y finales con sus respectivas ganancias en 104 días de estudio con alevinos de paiche.

Trat.	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Ganancia Peso (g)	Longitud Inc. (cm)	Longitud Fin. (cm)	Ganancia Long. (cm)
T1	86,3 ± 2,0 <sup>a</sup>	340,0 ± 22,6 <sup>a</sup>	253,7 ± 20,6 <sup>a</sup>	23,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	35,6 ± 0,8 <sup>a</sup>	12,2 ± 0,9 <sup>a</sup>
T2	88,5 ± 5,2 <sup>a</sup>	581,1 ± 56,6 <sup>b</sup>	492,6 ± 54,7 <sup>b</sup>	23,3 ± 0,4 <sup>a</sup>	42,3 ± 0,9 <sup>b</sup>	19,0 ± 0,9 <sup>b</sup>
T3	86,6 ± 0,8 <sup>a</sup>	568,1 ± 70,5 <sup>b</sup>	481,5 ± 70,7 <sup>b</sup>	23,2 ± 0,2 <sup>a</sup>	41,5 ± 1,4 <sup>b</sup>	18,3 ± 1,2 <sup>b</sup>
<b>p</b>	<b>0,7044</b>	<b>0,0025</b>	<b>0,0024</b>	<b>0,6307</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0004</b>

Fuente: fichas de campo; p = probabilidad

Cantidades de la misma columna con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre estas.

Los resultados indican que el crecimiento en longitud y peso de los peces alimentados con T1 fue significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) a los observados en los peces alimentados bajo los tratamientos T2 y T3, no habiendo diferencias significativas entre estos dos tratamiento, en este sentido, los mejores resultados en crecimiento fueron conseguidos con el T2 (40 % PB).

En la tabla 4 se muestran los valores medios y desviación estándar de los índices zootécnicos obtenidos durante el periodo de 104 días de estudio con alevinos de paiche.

**TABLA 4.** Valores medios y desviación estándar de TCE, K, TCAA, S y Ganancia de peso diario en 104 días de estudio con alevinos de paiche.

Tratamiento	TCE	K	TCAA	S (%)	Gan. Peso diario
T1	0,57 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,85 ± 0,11 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	2,44 ± 0,20 <sup>a</sup>
T2	0,79 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,76 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,27 ± 0,09 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	4,74 ± 0,53 <sup>b</sup>
T3	0,79 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,79 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,32 ± 0,16 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	4,63 ± 0,68 <sup>b</sup>
<b>p</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,1233</b>	<b>0,0021</b>		<b>0,0024</b>

Fuente: fichas de campo; p = probabilidad

Cantidades de la misma columna con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre estas.

Los resultados muestran que los peces alimentados con la ración conteniendo solo el 35% de PB, presentan tasas de crecimiento específico (TCE), conversión alimenticia aparente (TCAA) y ganancia de peso diario significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ) a los alimentados con las raciones de 40 y 45 % de PB. Por otro lado la tasa de supervivencia y el factor de condición, son iguales para los tres tratamientos.

#### 4.2. Segunda etapa

En la tabla 5 se muestran la media y desviación estándar de los pesos y longitudes iniciales y finales así como las respectivas ganancias de peso y longitud de los peces de cada tratamiento durante la segunda fase de estudio (juveniles de paiche) que comprendió un periodo de 84 días.

**TABLA 5.** Media y desviación estándar de pesos y longitudes iniciales y finales con sus respectivas ganancias en 84 días de estudio con juveniles de paiche.

Trat.	P. Inc.	P. Fin.	Gan. Peso	Long. Inc.	Long. Fin.	Gan. Long
T1	346,3 ± 28,1 <sup>a</sup>	901,4 ± 230,7 <sup>a</sup>	555,1 ± 240,5 <sup>a</sup>	35,74 ± 1,0 <sup>a</sup>	48,1 ± 3,9 <sup>a</sup>	12,4 ± 4,7 <sup>a</sup>
T2	573,8 ± 62,4 <sup>b</sup>	1332,8 ± 221,5 <sup>b</sup>	759,1 ± 166,5 <sup>a</sup>	42,18 ± 1,0 <sup>b</sup>	54,3 ± 2,1 <sup>b</sup>	12,1 ± 1,4 <sup>a</sup>
T3	568,1 ± 70,6 <sup>b</sup>	1384,7 ± 120,6 <sup>b</sup>	816,5 ± 50,4 <sup>a</sup>	41,52 ± 1,5 <sup>b</sup>	54,5 ± 1,4 <sup>b</sup>	13,0 ± 0,3 <sup>a</sup>
<b>p</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,0452</b>	0,2256	<b>0,0011</b>	<b>0,0444</b>	0,093

Fuente: fichas de campo; p = probabilidad

Cantidades de la misma columna con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre estas.

Los resultados indican que el crecimiento en peso y longitud finales de los peces alimentados con T1 fueron significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ) a los observados en los peces alimentados bajo los tratamientos T2 y T3, no habiendo diferencias significativas entre T2 y T3, en este sentido, los mejores resultados en crecimiento al final fueron conseguidos con el T3 (45 % PB).

En la tabla 6 se muestran los valores medios y desviación estándar de los índices zootécnicos obtenidos durante el periodo de 84 días de estudio con juveniles de paiche.

**TABLA Nº 6.** Valores medios y desviación estándar de TCE, K, TCAA, S y Ganancia de peso diario en 84 días de estudio con juveniles de paiche.

Tratamiento	TCE	K	TCAA	S (%)	Gan. Peso diario
T1	0,49 <sup>a</sup> ± 0,14	0,80 <sup>a</sup> ± 0,02	1,97 <sup>a</sup> ± 0,45	80,00 ± 20,00 <sup>a</sup>	6,61 <sup>a</sup> ± 2,86
T2	0,43 <sup>a</sup> ± 0,04	0,83 <sup>a</sup> ± 0,05	2,13 <sup>a</sup> ± 0,21	93,33 ± 11,55 <sup>a</sup>	9,04 <sup>a</sup> ± 1,98
T3	0,46 <sup>a</sup> ± 0,02	0,85 <sup>a</sup> ± 0,02	1,91 <sup>a</sup> ± 0,12	100 <sup>a</sup>	9,72 <sup>a</sup> ± 0,60
<b>p</b>	0,7323	0,1474	0,6508	0,2519	0,2256

Fuente: fichas de campo; p = probabilidad

Cantidades de la misma columna con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre estas.

Estos resultados indican que no existe diferencias significativas ( $p>0.05$ ) para los tres tratamientos pero sin embargo los mejores resultados en TCAA y Ganancia de peso diario lo reporta el T3 (45% PB) con 1,91 y 9,72g respectivamente.

### 4.3. Análisis combinado

En la tabla 7 podemos observar los resultados de los pesos promedio para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

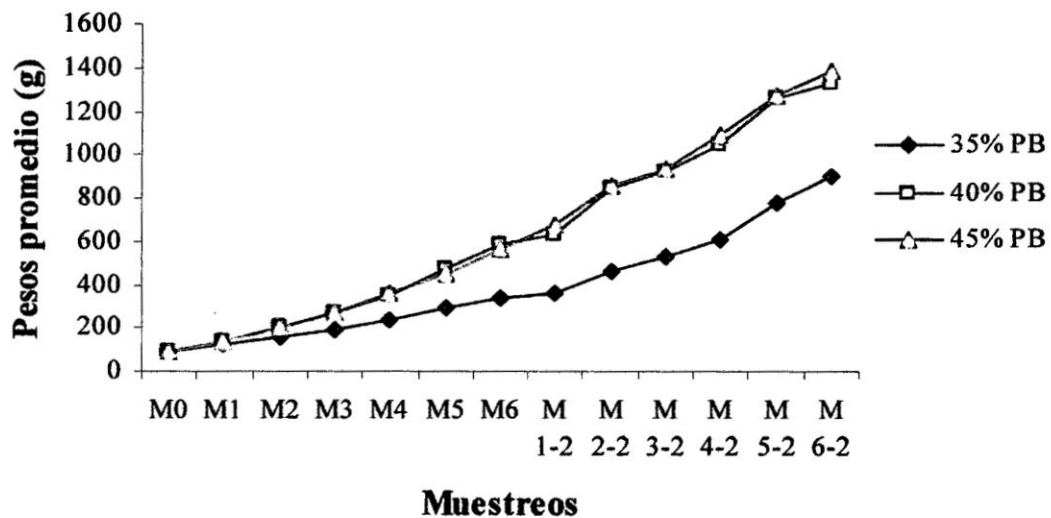
**TABLA N° 7.** Peso promedio en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.

		PESO PROMEDIO											
Tratamiento	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1-2	M2-2	M3-2	M4-2	M5-2	M6-2
T1	86,3	121,5	152,2	192,7	240,4	293,6	340,0	364,0	461,0	527,2	608,6	775,3	901,4
T2	88,5	136,3	197,5	266,4	353,7	470,5	581,1	633,6	843,5	925,8	1049,5	1258,5	1332,8
T3	86,6	137,5	206,0	266,7	356,0	454,4	568,1	677,6	854,7	939,3	1092,4	1273,3	1384,7

Fuente: fichas de campo

M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

**Figura 1** Evolución de los pesos promedio durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.



M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

En la figura 1 podemos observar la evolución de los pesos promedio para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.



En esta figura se puede apreciar que no existen diferencias en peso promedio entre T2 y T3 ( $p>0,05$ ), por lo tanto podemos sugerir que ambos tratamientos evolucionan de manera homogénea, por otro lado, los T2 y T3 difieren en relación al T1, cuya evolución en el tiempo es mucho menor.

En la tabla 8 podemos observar los resultados de las longitudes promedio para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

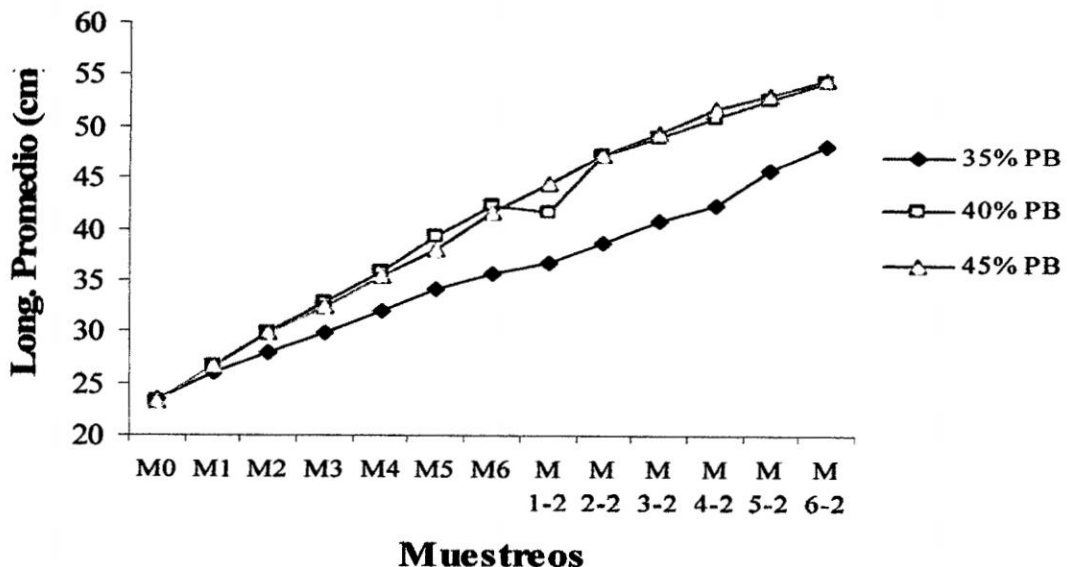
**TABLA N° 8.** Longitud promedio en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.

LONGITUD PROMEDIO													
Tratamiento	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1-2	M2-2	M3-2	M4-2	M5-2	M6-2
T1	23,4	25,9	27,9	29,8	32,0	34,1	35,6	36,6	38,7	40,7	42,3	45,6	48,1
T2	23,3	26,7	29,9	32,8	35,8	39,2	42,3	41,6	47,1	48,9	50,7	52,6	54,3
T3	23,2	26,6	29,9	32,5	35,4	37,9	41,5	44,3	47,1	49,2	51,7	53,0	54,5

Fuente: fichas de campo

M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

**Figura 2** Evolución de las longitudes promedio durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.



M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

En la figura 2 podemos observar la evolución de las longitudes promedio para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

En esta figura se puede apreciar que T1 presenta diferencias significativas en relación a T2 y T3 pero sin embargo podemos apreciar que T2 y T3 evolucionan de manera homogénea y ambos resultados son ligeramente superiores al T1 cuya evolución en el tiempo es menor.

En la tabla 9 podemos observar los resultados de las Tasas de Conversión Alimenticia Aparente (TCAA) para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

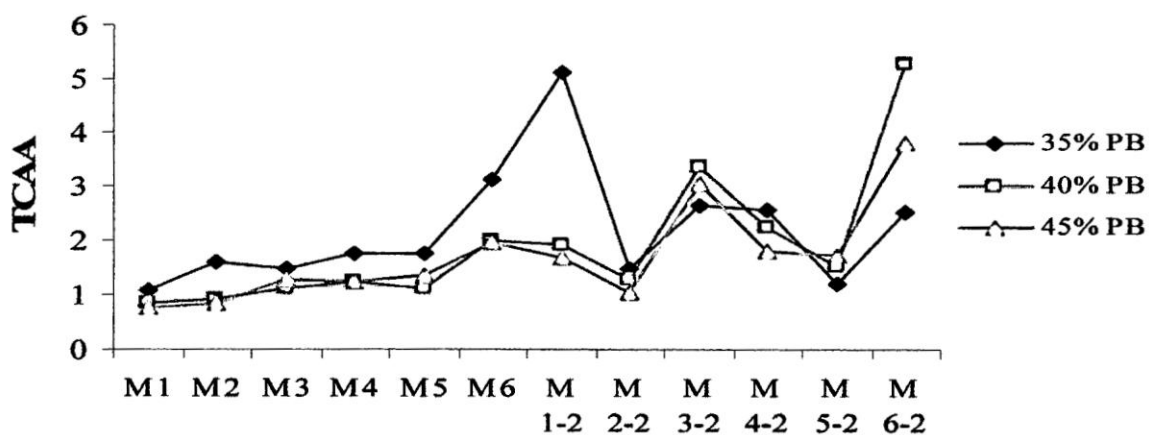
**TABLA N° 9.** Tasa de conversión alimenticia aparente en 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.

TCAA												
Tratamiento	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1-2	M2-2	M3-2	M4-2	M5-2	M6-2
T1	1,08	1,62	1,48	1,75	1,77	3,13	5,14	1,49	2,66	2,57	1,21	2,53
T2	0,84	0,92	1,11	1,24	1,11	2,00	1,92	1,30	3,38	2,24	1,51	5,30
T3	0,77	0,83	1,28	1,24	1,38	1,97	1,68	1,05	3,03	1,81	1,74	3,82

Fuente: fichas de campo

M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

**Figura 3.** Evolución de las Tasas de Conversión Alimenticia Aparente (TCAA) durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.



**Muestreos**

M = muestreos en la 1° etapa, M-2 = muestreos en la 2° etapa

En la figura N° 3 podemos observar la evolución de las Tasas de Conversión Alimenticia Aparente (TCAA) para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

En esta figura se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre T2 y T3 ( $p > 0,05$ ) por lo tanto podemos sugerir que ambos tratamientos evolucionan de manera homogénea; por otro lado, los T2 y T3 presentan diferencias ( $p < 0,05$ ) en relación a T1 durante los primeros muestreos.

Otra evidencia clara, es que durante la primera fase e inicios de la segunda, el T1 muestra valores de TCAA superiores a los T2 y T3 ( $p < 0,05$ ), pero sin embargo en muestreos posteriores los valores de TCAA de T1 se emparejan con T2 y T3.

En la tabla 10 podemos observar los resultados de la ganancia de peso diario en gramos para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

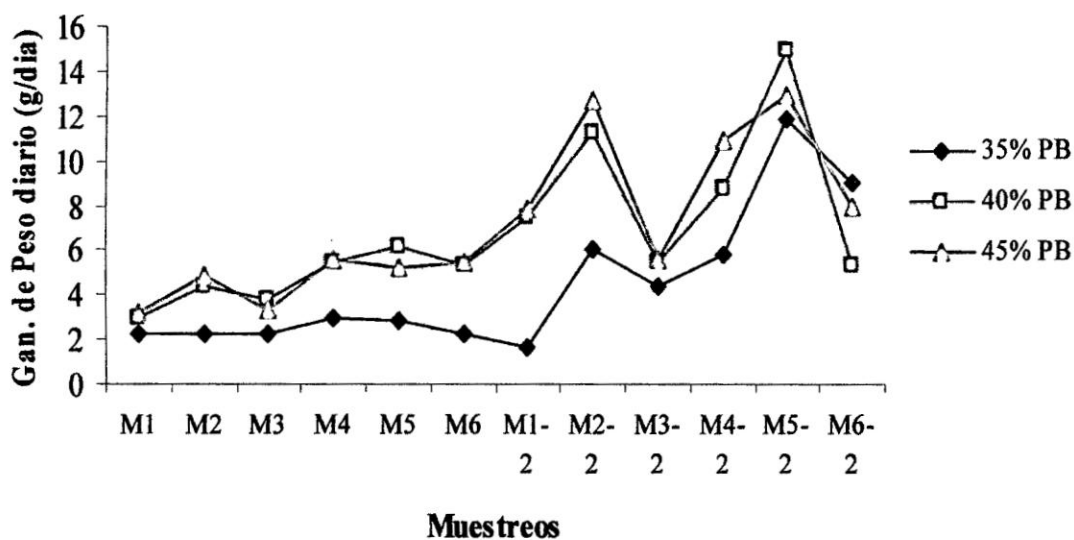
**TABLA N°10.** Ganancia de peso diario (g), durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.

GANANCIA DE PESO DIARIO (g)												
Tratamiento	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1-2	M2-2	M3-2	M4-2	M5-2	M6-2
T1	2,2	2,2	2,3	3,0	2,8	2,2	1,7	6,1	4,4	5,8	11,9	9,0
T2	3,0	4,4	3,8	5,5	6,2	5,3	7,5	11,3	5,5	8,8	14,9	5,3
T3	3,2	4,9	3,3	5,6	5,2	5,4	7,8	12,7	5,6	10,	12,9	8,0

Fuente: Ficha de Campo.

**M** = muestreos en la 1° etapa, **M-2** = muestreos en la 2° etapa

**Figura 4** Evolución de la ganancia de peso diario en gramos para cada tratamiento durante 188 días de estudio con alevinos y juveniles de paiche.



M = muestreos en la 1ª etapa, M-2 = muestreos en la 2ª etapa

En la figura 4 podemos observar la evolución de la ganancia de peso diario en gramos para cada tratamiento durante la primera y segunda etapa de estudio.

En esta figura se puede apreciar que no existe diferencias entre T2 y T3 ( $p > 0,05$ ), por lo tanto podemos sugerir que ambos tratamientos evolucionan de manera homogénea; por otro lado, los T2 y T3 presentan diferencias en relación al T1 cuya evolución en el tiempo es mucho menor ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4. Análisis de los parámetros físico y químicos del agua

Los análisis de temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales en suspensión y oxígeno disuelto, para cada uno de los tratamientos, no muestran diferencias entre tratamientos.

En la tabla 11 y 12, se muestran los valores promedio por etapas de los análisis físico/químicos.

**Tabla 11.** Valores promedio y desviación estándar de Oxígeno disuelto (mg/l), Temperatura (°C), pH, conductividad eléctrica (µS) y Sólidos totales disueltos (ppm) para cada etapa experimental.

<b>Etapas</b>	<b>Oxígeno disuelto (mg/l)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad eléctrica (µS)</b>	<b>Sólidos totales disueltos (ppm)</b>
<b>1º Etapa</b>	2,16 ± 0,06	24,23 ± 2,04	5,73 ± 0,63	855,87 ± 25,57	759,34 ± 60,90
<b>2º Etapa</b>	3,25 ± 0,85	28,56 ± 1,91	5,7 ± 0,07	45,67 ± 4,04	25,67 ± 4,04

Fuente: fichas de campo

**Tabla 12.** Valores promedio y desviación estándar de Amonio (ppm), Alcalinidad (ppm), Dureza total (ppm) y CO<sub>2</sub> (ppm) para cada etapa experimental.

<b>Etapa</b>	<b>Amonio ppm</b>	<b>Alcalinidad ppm</b>	<b>CO<sub>2</sub> ppm</b>	<b>Dureza ppm</b>
<b>1º Etapa</b>	0,63 ± 0,38	25,67 ± 4,04	17 ± 4,00	26,67 ± 5,77
<b>2º Etapa</b>	0,2 ± 0,00	32,33 ± 2,52	13,33 ± 1,53	32,33 ± 2,52

Fuente: fichas de campo

## **V.- DISCUSIÓN**

### **5.1. Adaptación de los alevinos al consumo de alimento extrusado**

Tal como lo afirma Queiroz (1999), el paiche es una especie especializada en comer peces; en tal sentido no acepta de manera voluntaria el alimento estrusado, siendo necesario desarrollar un proceso de adaptación.

En base a lo recomendado por Person-Leruyet *et al.* (1993), se pudo constatar la efectividad de un destete progresivo como estrategia para la adaptación al alimento balanceado, que en nuestra experiencia, la utilización de carne molida de pescado sin espinas mezclado de manera porcentual con polvo del alimento extrusado cuyas proporciones fueron disminuyendo y aumentando respectivamente, demostró una gran efectividad logrando una adaptación total al consumo de extrusado en tres semanas, resultado que guarda relación con lo mencionado por Bardales & García (2001), quienes afirman que los periodos de adaptación a los alimentos balanceados en paiche generalmente comprenden de 7 a 30 días. Por otro lado Aldea (2002), consigue una adaptación al alimento balanceado en dos meses de entrenamiento, cuyo sistema consiste en un proceso gradual de suministro de pescado y alimento balanceado por separado mientras que en nuestro sistema nosotros combinamos ambos insumos haciendo que la adaptación sea mas rápida y menos estresante para los peces. En el cultivo de estas especies una adaptación rápida al alimento balanceado es muy importante para poder obtener ganancia de mayores pesos y en menor tiempo.

### **5.2. Primera etapa (alevinos)**

En lo que se refiere a crecimiento y ganancia de peso de alevinos de paiche, el nivel de proteína del alimento ejerce mucha influencia donde los peces alimentados con T1 lograron resultados significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ) a los observados en los peces alimentados bajo los tratamientos T2 y T3, y aunque entre estos dos últimos no se reportan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) los mejores resultados en

crecimiento y ganancia de peso fueron conseguidos con el T2 (40 % PB); estos datos coinciden con los obtenidos por López & Bustos (2002), quienes evaluaron el efecto de diferentes niveles de proteína (35, 40 y 45% de proteína cruda) en el crecimiento del paiche, e indican que la ganancia de peso obtenida al final del experimento fue mayor para los peces alimentados con niveles de 40% de PB, seguida de la alcanzada con peces alimentados con el 45% de PB, siendo los peces alimentados con 35% de PB los que tuvieron menor desempeño. Asimismo, Kubitzka (1999) sostiene que los niveles de proteína para las dietas de alevinos de paiche deben estar próximos al 40%. Esto se apoya en el hecho de que en el medio natural los alevinos de paiche consumen organismos planctónicos ricos en proteína como rotíferos, cladóceros y copépodos que contienen niveles de proteína bruta entre 52 y 64%.

Según lo anterior, en nuestro experimento se evidencia que una dieta con porcentajes de proteína del 40% sería la más recomendable puesto que porcentajes inferiores a 40% comprometen en gran medida el desarrollo de los individuos y por otro lado, porcentajes de proteína superiores al 40% probablemente no sean aprovechados en su totalidad pues estarían excediendo a los requerimientos nutricionales de esta especie.

En lo que respecta a los resultados de índices zootécnicos, se pone nuevamente en evidencia la influencia del nivel de proteína de la dieta en el desarrollo de los alevinos de paiche especialmente en los datos de TCAA donde se puede apreciar que una dieta con 40% de PB logra una TCAA de 1.27 que es muy estimulante desde el punto de vista económico para el cultivo de esta especie.

Asimismo la Tasa de crecimiento específico y la ganancia de peso diario obtenido en el T1 son significativamente inferiores a las obtenidas en el T2 y T3.

En lo que respecta a supervivencia de los individuos es evidente que la especie se adapta muy bien a la crianza en cautiverio ya que en esta primera etapa se registró una supervivencia del 100%

En nuestro experimento, el consumo diario de alimento de los individuos fue del 3% de su biomasa total, en contraste con lo recomendado por López & Bustos (2002) en un 5% e Imbiriba *et al.* (1996) en un 8, ó 10%; es muy importante señalar que los individuos de nuestro experimento no aceptaban cantidades de alimento extrusado superiores al 3% de la biomasa e inclusive estas cantidades se reducían durante los días en que la temperatura del agua descendía 1 o 2 C°, probablemente por un reducción del metabolismo que, como lo indica Kubitz (1999), la temperatura del agua influye en la tasa de vaciamiento gástrico que puede determinar la sensación de hambre en el pez; asimismo, la textura, el tamaño o palatabilidad del alimento pueden haber influido en la cantidad que están dispuestos a consumir diariamente pues al compararlo con otro grupo de peces que estaban consumiendo peces forraje, ellos aceptaban raciones mucho mayores al 3% de la biomasa diaria y efectivamente esta poca cantidad de alimento puede haber comprometido el desarrollo de los especímenes, en este sentido sería necesario el uso de atrayentes alimenticios que permitan estimular un mayor consumo de alimento tal como lo sugiere Crescencio (2001), quien indica que la inclusión de camarón seco como ingrediente en la elaboración de la ración balanceada tiene muy buenos resultados.

### **5.3. Segunda etapa (juveniles)**

En lo que se refiere a crecimiento y ganancia de peso de juveniles de paiche, se registró que el nivel de proteína del alimento ejerce mucha influencia donde los peces alimentados con T1 lograron resultados significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ) a los observados en los peces alimentados bajo los tratamientos T2 y T3, y aunque entre estos dos últimos no se reportan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) los mejores resultados en crecimiento y ganancia de peso fueron conseguidos con el T3 (45 % PB); pero probablemente las diferencias entre T2 y T3 no justifican desde el punto de vista económico sustituir una ración de 40% de PB por una de 45% de PB.

Los resultados obtenidos guardan relación con los registrados en la primera etapa experimental, donde continuamos evidenciando la influencia que proporciona los porcentajes de proteína superiores al 40 % en el desarrollo del paiche.



Existen diversas modalidades de cultivo para el paiche donde se ofrecen alimentos con distintos niveles nutricionales y distintos rendimientos tanto en crecimiento como en economía para el productor piscícola y una buena medida de la eficiencia del alimento en el desarrollo de los individuos es la Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA).

En lo que se refiere a índices zootécnicos encontramos que los resultados obtenidos para TCAA (40% PB = 2.13) son cercanos a los obtenidos por Pereira-Filho *et al.* (2002) quienes registran una TCAA de 1.69 con alimento extruido de 40 % de PB en un periodo de 10 meses de estudio, esto demuestra que desde el punto de vista económico, los tenores de 40% de PB, son los más recomendables para el cultivo de esta especie.

Por otra parte, durante esta etapa experimental ya no se registraron diferencias significativas en lo que respecta a Tasa de crecimiento específico y ganancia de peso diario.

Durante la presente etapa se registró la muerte de algunos individuos pero no se registró señales externas de presencia de parásitos o alguna enfermedad ni alteraciones físico/químicas del agua por lo que se asume que las mortandades se debieron probablemente al estrés por traslado inicial.

#### **5.4. Análisis combinado**

Todos los resultados obtenidos durante las dos fases del experimento muestran una evolución homogénea en lo que se refiere a crecimiento en peso, longitud y TCAA, para cada tratamiento pero se evidencia la influencia positiva que ejercen los niveles de proteína superiores a 35 %.

Para los tres tratamientos, se evidencia que entre los muestreos M6 y M1-2, los valores de TCAA se elevan drásticamente, esto podría deberse al efecto del estrés

producido por el traslado de los individuos desde los tanques de cemento a las jaulas flotantes. Puesto que fueron llevados a un ambiente completamente diferente con otras condiciones ambientales y necesitaron un periodo de aclimatación lo que se evidencia en el M1-2 donde hay un reajuste de la TCAA.

Como se mencionó anteriormente, durante la segunda etapa, los valores de tasa de crecimiento específico, ganancia de peso diario y factor de condición no presentan diferencias significativas. Los valores de TCE para los tres tratamientos oscilan alrededor de 0.4 que son valores muy inferiores al compararlos con los registrados por otros autores, tal es el caso de Aldea (2002), quien reporta una tasa de 1.3 con ración peletizada al 50% de proteína bruta y Padilla *et al.* (2003) registrando una tasa de crecimiento de 1.25.

Es difícil contrastar con otros autores los resultados de la ganancia de peso diario pues es un valor que varía de manera directa a medida que el pez va ganando peso por lo tanto depende directamente del periodo o tiempo de cultivo tal y como se puede apreciar en la figura N° 4

Los valores finales obtenidos en lo que se refiere al factor de condición K (alrededor de 0.8), son similares a los registrados por otros autores como es el caso de Pérez (2002) y García *et al.* (2002) quienes encontraron valores de factor de condición desde 0.79 hasta 0.97; asimismo, Pereira *et al.* (2002) reportan un valor de 1.02 en paiches alimentados con ración al 40% de proteína.

### **5.5. Análisis de los parámetros físico y químicos del agua**

Como se puede observar en la tabla 7, los valores medios de oxígeno disuelto para la segunda etapa (3,25 ppm) son mayores que los registrados en la primera etapa (2,16ppm). Es evidente que esto se debe a que en la primera etapa el experimento se desarrolló en tanques de cemento sin aireación ni flujo constante de agua por lo que la cantidad de oxígeno fue menor debido a la descomposición de los materiales de desecho de los individuos así como a sus propia respiración branquial. Por otro

lado, la segunda etapa fue desarrollada en un estanque, donde existe mayor aireación, volumen de agua y fotosíntesis, manteniendo un mayor nivel de oxígeno disuelto. Lo mismo ocurre con los niveles de temperatura, puesto que los tanques están bajo techo y no reciben luz solar directa mientras que las aguas del estanque, son calentadas directamente por el sol por lo que presentan un promedio de temperatura mucho mayor, favoreciendo el metabolismo de los peces.

En lo que se refiere a pH, las diferencias son mínimas pero sin embargo en relación a la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos, las diferencias entre tanques y estanques son realmente grandes, esto es debido a que durante la primera fase experimental, diariamente se adicionaba sal al agua de los tanques, con el propósito de prevenir enfermedades en los peces y reducir el grado de estrés, esto producía un gran incremento en la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos.

En lo que se refiere a los valores promedios de Amonio (ppm), Alcalinidad (ppm), Dureza total (ppm) y CO<sub>2</sub> (ppm) para cada etapa experimental, estos se encuentran dentro de los rangos aceptables para el cultivo del paiche según los patrones descritos por Campos (2001).

## **VI.- CONCLUSIONES**

- Existe una gran influencia de los niveles de proteína en el desarrollo de los especímenes, siendo 40% de PB el nivel óptimo para el crecimiento tanto de alevinos como juveniles.
- Alevinos alimentados con dietas de 40 y 45% de PB reportan mejores resultados en peso, longitud, ganancia de peso diario, biomasa, TCAA y TCE que el de 35% de PB; sin embargo, para la etapa de juveniles, no se evidencia diferencias significativas en lo que se refiere a índices zootécnicos.
- Dietas con un porcentaje de proteína superior a 40%, probablemente estén excediendo los requerimientos nutricionales del paiche en ambas etapas y dietas inferiores al 40% limitan el desarrollo de los especímenes.

## VII.- RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar estudios orientados a lograr un mayor consumo del alimento extrusado, pues probablemente una tasa de consumo del 3% de su biomasa, sea muy baja; asimismo, estos estudios se pueden orientar hacia la textura, tamaño y palatabilidad del alimento (usando atractantes alimenticios).
- ✓ Es necesario indicar que la temperatura del agua influye directamente en el consumo de alimento, encontrándose que en los días en que la temperatura del agua es inferior a los 24°C el consumo de alimento es mínimo (menor al 3% de la biomasa) mientras que a temperaturas superiores, los individuos consumen la totalidad de su ración (3% de su biomasa), por lo que se recomienda que se realicen experimentos solo en estanques o en su defecto colocar termorreguladores para garantizar una temperatura óptima del agua y homogénea durante el desarrollo experimental.

## VIII.- RESUMEN

El presente estudio se realizó durante los meses de Agosto del 2005 a Marzo del 2006, con la finalidad de determinar el efecto de tres niveles de proteína (35, 40 y 45%) en el crecimiento de alevinos y juveniles de paiche en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP – Quistococha, ubicada en el departamento de Loreto. El estudio consistió en dos fases experimentales: la primera fase tuvo 104 días de duración, utilizándose 45 alevinos de paiche ( $86.84 \pm 15.73$  g); y la segunda fase de 84 días, utilizándose 44 juveniles de paiche ( $496,06 \pm 129,75$  g). Se utilizaron tres dietas extrusadas (tratamientos) por triplicado con diferente nivel de proteína. En ambas fases, los peces fueron alimentados diariamente con una tasa equivalente al 3% de la biomasa corporal, registrándose el crecimiento en peso y longitud en muestreos quincenales. Los resultados nos revelan que en la Fase 1, hubieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, siendo que los peces sometidos al T1 presentaron los niveles más bajos de rendimiento que aquellos sometidos a los tratamientos T2 y T3, no existiendo diferencias significativas entre los dos últimos, sin embargo los mejores resultados fueron obtenidos en los peces alimentados con el T2 (Peso final de 581,1 g y TCAA de 1,27); en lo que se refiere a la Fase 2 (juveniles), hubieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, siendo que los peces sometidos al T1 presentaron los niveles más bajos de rendimiento que aquellos sometidos a los tratamientos T2 y T3, no existiendo diferencias significativas entre los dos últimos sin embargo los mejores resultados fueron obtenidos en los peces alimentados con el T3 (Peso final de 1384.77 g y TCAA de 1,91). Para ambos experimentos se evidencia una notable influencia de los elevados niveles de proteína del alimento en el desarrollo de los individuos donde niveles inferiores al 40% estarían comprometiendo el crecimiento de alevinos y juveniles. En lo que se refiere a los datos de calidad de agua, estos estuvieron dentro de los rangos aceptables para el cultivo del paiche.

## IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÁNTARA, F. & H. GUERRA. 1992. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. Folia Amazónica. Vol. 4(1), 129-139pp. Iquitos-Perú.
- ALDEA, G. M. 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 54p.
- BANZATTO, D. & KRONKA, S. 1989. Experimentação Agrícola. Departamento de Ciências Exatas. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP. 247pp.
- BARDALES, M.F. & R. L. GARCÍA. 2001. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de Paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829). Tesis para optar el título de Biólogo. UNAP. Iquitos-Perú.
- CAMPOS, L. 2001. Historia biótica del paiche *Arapaima gigas* y bases para su cultivo en la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 27 pág.
- CAVERO, B. M. PEREIRA-FILHO, R. ROUCACH; D. RABELLO; A. LIMA & R. CRESCENCIO. 2002. Densidade de estocagem x homogeneidade do lote, na criação de juvenil de pirarucú, em tanques-rede de pequeno volume no período de pre-engorda. Em: Acuicultura, XII Simposio. Goiania-Brasil.
- CAVERO, B. S. 2000. A aqüicultura e o pirarucu. Seminário de Área II. Universidade do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Programa de Pós-graduação em Biologia Aquática e Pesca Interior. Manaus-Brasil.

- CRESCENCIO, R. 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Dissertação de Maestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus-Brasil.
- DE LA HIGUERA, M. 1973. Requerimientos de proteína y aminoácidos en los peces. In: Nutrición en Acuicultura II. J. Espinoza de los Monteros & U. Labarta (Edit) Madrid. 53-98p.
- FAO, 2005. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de Capacitación. Programa cooperativo gubernamental. GCP/RLA/102/ITA Proyecto Aquila II. FAO-Italia. Documento de campo nº 4. (<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/ab492s13.htm>).
- FONTENELE, O. & VASCONCELOS. E. A. 1982. O pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), nos açudes do Nordeste: Resultados de sua aclimação e prováveis causas de depleção de seus estoques. Bol. Tec. DNOCS. Fortaleza, 40(1): 43 – 66pp.
- GARCÍA, L.; BARDALES, F.; MORI, L. 2002. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (CUVIER, 1870). In: Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura. 518-528p.
- GUERRA, F. 1980. Desarrollo Sexual del Paiche (*Arapaima gigas*) en las Zonas Reservadas del estado (Río Pacaya y Samiria) 1971-1975. Informe Nº67. IMARPE. Callao-Perú. 17pp.
- GUERRA, F. 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la Amazonía Peruana. IIAP. Iquitos – Perú. 81 pp.
- IMBIRIBA, P. 2001. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica 31(2): 299-316 pp.



- IMBIRIBA, E.; J. LOURENÇO; L. MOURA & L. BRANDÃO, 1996. Criação de pirarucú. Coleção Criar. Brasília, Brasil. Nº 26,4 p.
- KUBITZA, F. 1999. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Ed. Divisão de biblioteca e documentação. Jundiaí, SP, Brasil. 96 p.
- LÓPEZ, N. & O. BUSTOS. 2002. Evaluación de tres niveles 35, 40 y 45 % de proteína en el pirarucú (*Arapaima gigas*) durante la etapa de alevinaje, con la utilización de harina de pescado y torta de soya como fuentes de proteína. Bogotá, Colombia. 139p.
- MONTREUIL, V. & GARCÍA, A. 2001. Bioecología del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier,1817). Proyecto Evaluación de Pesquerías Amazónicas (PESCAM).PEA-IIAP. 85 p.
- MOURA C. & NASCIMENTO C. 1992. Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos. Belém: EMBRAPA-CPATU. 21pp. (EMBRAPA-CPATU. Circular técnico,65).
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1993. National Académic Press Washington, D.C. 115 pp.
- NICOVITA. 2003. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo tecnico. Publicado en Página Web  
[\[http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/truchas04c.htm\]](http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/truchas04c.htm). [02 / 2005]
- PADILLLA, P. & R. ISMIÑO. 2003. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento de paiche, *Arapaima gigas*. PEA- IIAP, Iquitos – Peru.
- PADILLLA, P; M. ALDEA; F. ALCÁNTARA. 2003. Adaptación del paiche, *Arapaima gigas* a la alimentación con dieta artificial. PEA – IIAP. Iquitos – Peru.

- PADILLA, P. P.; ALCÁNTARA, B. F. & TELLO, M. S. 2003. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas*. Informe Técnico Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú.
- PEREIRA-FILHO, M.; B. CAVERO; R. ROUBACH; D. RABELLO; A. LIMA & R. CRESCENCIO. 2002. Resultados preliminares da engorda do pirarucu *Arapaima gigas* em viveiro cavado. Aqüicultura, XII Simpósio. Goiânia-Brasil.
- PERSON-LERUYET, J.; J. ALEXANDRE; L. THEBAUD & C. MUGNIER, 1993. Marine fish Larvae Feeding: Formulated diets or live prey?. En: J. World Aquacult. Soc., Vol. 42. 211 – 224.
- PÉREZ, T. O. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) en ambientes controlados. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos-Perú. 61p.
- QUEIROZ, S. 1999. A preservação e o uso sustentados dos pirarucus em Mamirahuá. Em: Estrategias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirahuá. 108 – 141.
- RABELLO I. 2001. Exigência protéica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier 1829). Desertação de Maestrado apresentada ao Programa de pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. INPA, Manaus-AM. 16 – 18.
- RUIZ, A. C. 2005. Influencia de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), en jaulas flotantes. Tesis para optar el título de Biólogo. UNAP. 54 pp.

SAAVEDRA. 2006. Reproducción y alevinaje del Pirarucú. Publicado en Página Web

[http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS\\_VALIDAS/pdf/Saavedra.pdf](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdf/Saavedra.pdf). (2006),

SÁNCHEZ, J. 2000. El paiche: Aspectos de su Historia Natural, Ecología y Aprovechamiento. Dirección de Pesquería y Caza. 63 pp.

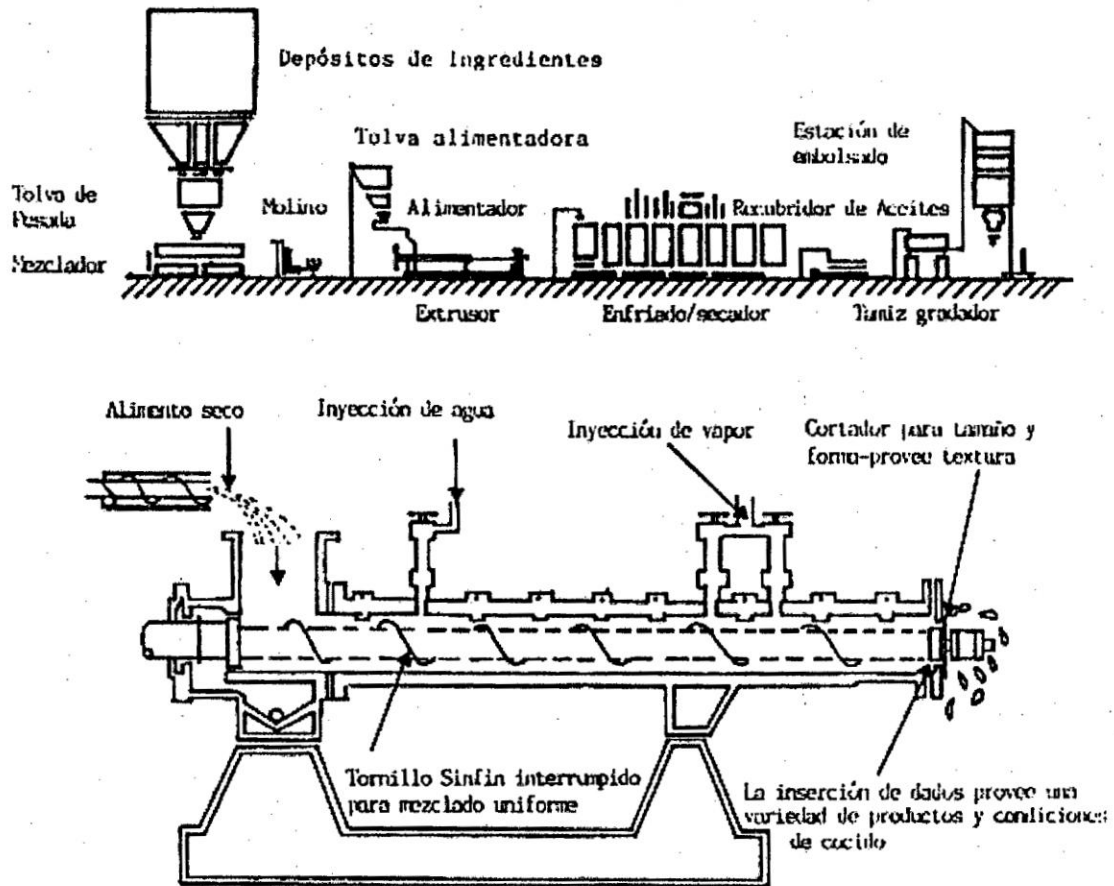
VENTURIERI, R. & G. BERNARDINO. 1999. Pirarucú, espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. Em: Revista Panorama da Aqüicultura. 9 (53): 13-21.

VENTURIERI, R. & BERNARDINO, G. 2002. Pirarucu: espécie ameaçada pode ser salva através o cultivo. Publicado em Página web: [\[http://www.panoramadaaquicultura.com.br/Paginas/revistas/53/pirarucu.asp\]](http://www.panoramadaaquicultura.com.br/Paginas/revistas/53/pirarucu.asp). [08 / 2002].

VERGARA V.; C. GÓMEZ & F. FLORES. (1998). Resúmenes del Seminario: "AVANCES EN ALIMENTACION DE TRUCHAS" (22 Mayo 1998) en Huancayo, organizado por la Dirección Regional de Pesquería Huancayo – Programa de Investigación en Alimentos UNA La Molina.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

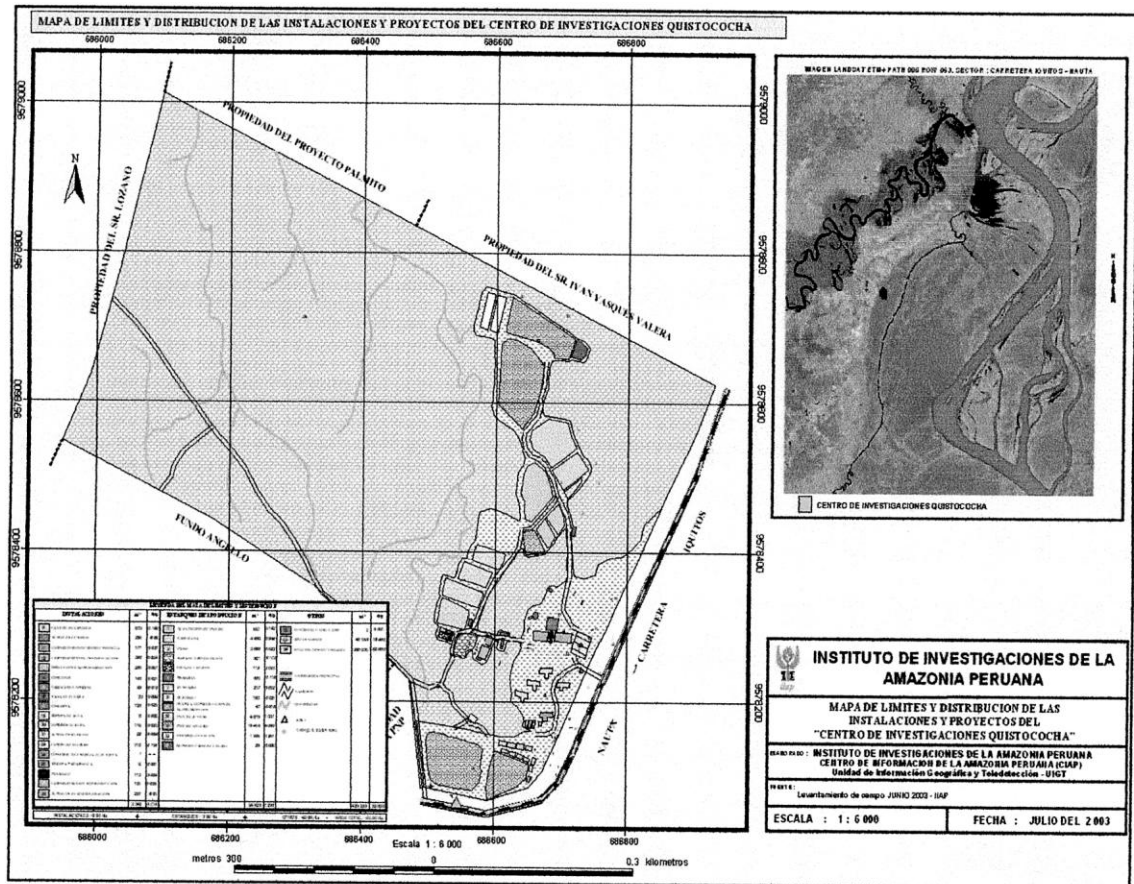


fuelle: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S13.htm>

Un diagrama de flujo típico de una planta para fabricación de alimentos animales utilizando un sistema de cocido por extrusión

## ANEXO 2

### Mapa de límites y distribución de las instalaciones del Centro Experimental de Quistococha (Iquitos-Perú).



Fuente: PEA - IIAF

### ANEXO 3

B) tanques de cemento (primera etapa)



B) Jaulas flotantes (segunda etapa)



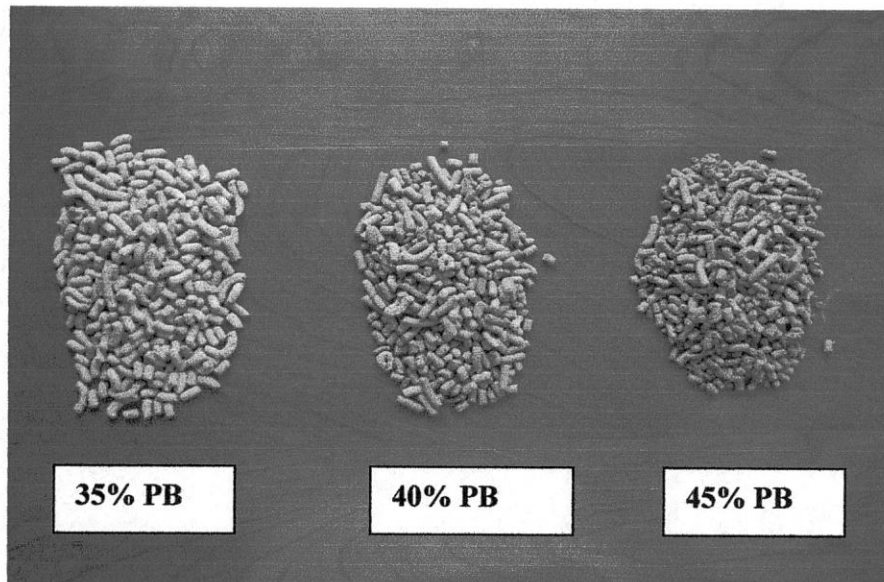


## ANEXO Nº 4

### B) Extrusora de tipo ETT-90X



### B) Alimento extrusado con 3 niveles de proteína





ANEXO N° 5

FICHA DE CAMPO

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

CODIGO DE TANQUE: \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

NUMERO	PESO (g)	LONGITUD TOTAL (cm)
<b>PROMEDIO</b>		

Peso promedio (g)	
Longitud promedio (cm)	
Biomasa total (g)	
Tasa de conversión alimenticia aparente	
Alimento proporcionado hasta la fecha (g)	
Tasa de supervivencia	
Tasa de crecimiento específico	

## ANEXO 6

### FICHA DE CAMPO

Parámetros físico químicos básicos del agua

Fechas	Oxígeno mg/l	pH	Temperatura °C	Sólidos totales disueltos mg/l	Conductividad (µS)
<b>Promedio</b>					

Fecha	Dureza Total mg/l	Amonio mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Alcalinidad mg/l	Nitritos mg/l
<b>Promedio</b>					