



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

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de Paiche (*Arapaima gigas*) en estanques de la Estación Pesquera Ahuashiyacu”.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
BERTHA ALMEYRA FERNÁNDEZ BARRERA**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA PECUARIA**

**TESIS**

**"Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de**

**Paiche (*Arapaima gigas*) en estanques de la Estación Pesquera**

**Ahuashiyacu".**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**BERTHA ALMEYRA FERNÁNDEZ BARRERA**

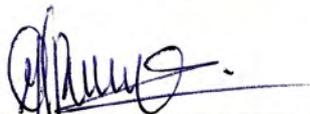
**MIEMBROS DEL JURADO**



**Ing. Justo Germán Silva Del Aguila**  
**PRESIDENTE**



**Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez**  
**SECRETARIO**



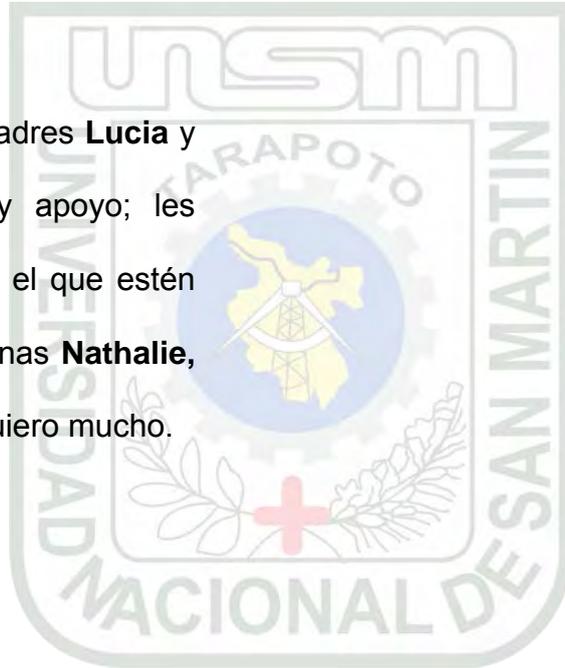
**Ing. María Emilia Ruiz Sánchez**  
**MIEMBRO**



**Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

Con cariño para mis padres **Lucia** y **Eddy** por su amor y apoyo; les agradezco de corazón el que estén conmigo; a mis hermanas **Nathalie**, **Patricia** y **Paola** las quiero mucho.



A mi abuelita, la Sra. **Almeyra del Castillo Vela**, por ser la persona más buena y comprensiva de este mundo, es a quien dedico esta tesis.

Con todo mi amor a **Carlos Fernando**, por su apoyo incondicional en el desarrollo de la tesis.

## AGRADECIMIENTO

- Al Director Regional de la Producción, Región San Martín **Ing. Pesq. ÁNGEL LÓPEZ MALAVERRY**, por brindarme las facilidades y el apoyo logístico.
- A la Sra. **LEANDRA CÓRDOVA ZAMORA**, por su apoyo brindado.
- Al **Blgo. Pesq. VICTOR ATAHUALPA PÉREZ QUEVEDO JORDAN**, Jefe de la Estación Pesquera Ahuashiyacu, en las gestiones realizadas para el apoyo logístico.
- Al **Ing. M.Sc. JAVIER ORMEÑO LUNA**, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, por participar en calidad de asesor del presente proyecto de investigación.
- Al **Blgo. M.Sc. GILBERTO ASCON DIONICIO**, Docente Asociado de la Facultad de educación y Humanidades, por su orientación técnica y profesional.
- Expresar las gracias al personal técnico que labora en la Estación Pesquera Ahuashiyacu y los técnicos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

## CONTENIDO

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Clasificación taxonómica	4
3.2. Aspectos generales sobre el paiche	5
3.3. Problemas sanitarios	6
3.4. Descripción de la especie	6
3.5. Sistemas de crianza	9
A. Crianza intensiva	10
B. Crianza semi intensiva	10
C. Profundidad de aguas	11
3.6. Experiencias de crianza del paiche	12
3.7. Alimentación	13
3.7.1. Requerimientos nutricionales de especies tropicales	15
3.7.2. Alimento extruido	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. Materiales	18
4.1.1. Materiales de laboratorio	18
4.1.2. Insumos	18
4.1.3. Componente biológicos	18
4.2. Metodología	18
4.2.1. Ubicación del experimento	18
4.2.2. Características generales del área en estudio	19

4.2.3. Condiciones climáticas	19
4.2.4. Características del experimento	20
A. Análisis físicos y químicos del agua	20
B. Muestreos biométricos	21
C. Procedencia de los peces	21
D. Unidades experimentales	21
E. Siembra de los juveniles	22
F. Alimentación de los peces	23
4.2.5. Diseño experimental	23
4.2.5.1. Estadística no paramétrica	23
4.2.5.2. Componentes en estudio	24
4.2.6. Parámetros registrados	25
4.2.6.1. Evaluacion de crecimiento	25
A. Tasa de crecimiento especifico (TCE)	25
B. Conversión alimenticia aparente (CAA)	26
C. Tasa de sobrevivencia	26
V. RESULTADOS	27
5.1. Ganancia de peso	27
5.2. Crecimiento en longitud	34
5.3. Tasa de crecimiento especifico	42
5.4. Conversión alimenticia aparente	42
5.5. Aspectos limnológico del agua del estanque	43
5.5.1. Temperatura	43
5.5.2. Ph	44
5.5.3. Oxigeno disuelto	44

VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
	6.1. Ganancia en peso	46
	6.2 Incremento en longitud	48
	6.3 Tasa de crecimiento específico	49
	6.4 Conversión alimenticia aparente	49
	6.5 Tasa de sobrevivencia	50
	6.6. Temperatura	51
	6.7. Oxígeno disuelto y ph	51
VII.	CONCLUSIONES	53
VIII.	RECOMENDACIONES	55
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
X.	RESUMEN	63
XI.	SUMMARY	64
	ANEXOS	



## I. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 2500 especies ícticas habitan la cuenca amazónica, y el Paiche (*Arapaima gigas*), es uno de los peces nativos de mayor importancia económica, ecológica y social, por presentar un amplio potencial para el desarrollo comercial. Debido a sus características fisiológicas y biológicas, está considerada como una especie promisoría para su cultivo en ambientes controlados, ya sea en estanques y jaulas en sus diferentes fases de crecimiento.

La acuicultura es una posibilidad de producción y aprovechamiento del Paiche y de proteína animal, así como para reducir la presión de la pesca sobre las poblaciones naturales. No obstante por regla general, los peces carnívoros como el “paiche” exigen dietas con alto contenido proteico, aspecto que incrementa significativamente los costos de producción, comparada con la crianza de especies omnívoras. Su eficiente conversión alimenticia y altos precios de la carne en el mercado hacen que esta actividad sea una alternativa rentable.

La determinación de la densidad óptima para cada fase de crianza del paiche, es un factor importante para su producción, necesaria para la obtención de buenas ganancias de peso, tamaño y por ende, optimizar el crecimiento de los peces, disminuir la mortalidad, al igual que el tiempo de cría y obtener lotes homogéneos, que garanticen una mayor generación económica.

En nuestra región la piscicultura con paiche es reciente, y es muy precaria la investigación en este pez amazónico, en tal sentido se están realizando estudios

para mejorar su cultivo en ambientes controlados. Contribuyendo con este pensamiento, se realizó el presente trabajo con la finalidad de aportar al conocimiento de la tecnología del cultivo, evaluando la influencia de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche en ambientes controlados.

## II. OBJETIVOS

- 2.1 Determinar la densidad óptima de crianza de paiche en fase juvenil, en condiciones de estanques de tierra.
  
- 2.2 Contribuir, a la generación tecnológico sobre la crianza de paiche (*Arapaima gigas*), en ambientes controlados.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Clasificación taxonómica

El paiche siguiendo el sistema taxonómico adoptado por **Berger (1972)**, se ubica en la siguiente forma:

Reino : Animalia

Phylum : Chordata

Subphylum : Vertebrata

Clase : Actinopterygii

Orden : Osteoglossiformes

Suborden : Osteoglossoidei

Superfamilia : Osteoglossoidae

Familia : Osteoglossidae

Género : Arapaima

Especie : *Gigas*

Nombre científico : *Arapaima gigas*.

El género arapaima fue creado por **Muller en 1843**, con una especie, el paiche, situación que perdura hasta el momento. Se trata pues de un género momotípico. El nombre genérico ha sido tomado del vernacular “arapaima”. Y el específico gigas, que significa gigante, en alusión a su gran tamaño (**Sánchez, 1969**).

### **3.2. Aspectos generales sobre el paiche.**

En el Perú se le conoce con el nombre vulgar de “paiche”, proveniente del vocablo indígena original “payshi”. En el Brasil su nombre más difundido es “piraricú” debido a su coloración rojiza. En la Guayana el nombre es “arapaima” que probable mente viene del nombre original “warapaima” (**Sánchez, 1969**).

En la selva amazónica peruana, el paiche vive en los lagos y ríos de poca corriente, particularmente de aguas negras y sobre todo en cochas existentes en los sistemas hidrográficos de estos ríos (**Sánchez, 1961; Campos, 1995**).

La crianza del “paiche” en cautiverio ha sido objeto de controversia, en razón de las características de la especie: posee un ciclo de vida largo, sólo se reproduce después del quinto año, y es carnívoro. Su crianza en diversas estaciones de piscicultura, ha revelado que se trata de un animal con gran potencial de cultivo (**Sousa & Val, 1990**).

La carne de paiche rinde piezas de carne firme que puede ser conservada por varios meses a través de un proceso artesanal de salada y deshidratación, además de ser deliciosa, prácticamente está desprovista de espinas y posee un rendimiento de 57% de filete, su textura permite la elaboración de variados platos (**TCA, 1999**). La piel del paiche que representa el 10% del peso del animal, puede ser aprovechado en la industria, como materia prima para carteras, zapatos y cinturones, contribuyendo de manera importante al incremento económico del cultivo de esta especie (**Imbiriba et al., 1994**).

Se menciona también que la carne seca y salada de paiche es un producto de buen aspecto inmejorable y de gran valor nutritivo. El análisis bromatológico de una muestra de filete seco, reporta 36.5%de proteína (Sánchez; 1994, Menezes; 1951, citado por Pérez; 2002)

**Cuadro N° 01:** Composición Química de la carne del paiche.

Composición	%
Humedad	35.0
Proteínas totales	36.5
Grasa bruta	1.6
Carbohidratos	2.4
Sales minerales	24.5
Calorías	147.8

Fuente: Sánchez, 1994

### 3.3. Problemas sanitarios

El paiche presenta dos nemátodes gastrointestinales que parasitan con mucha frecuencia, que son: *Goezia spinulosa*, que se aloja en el estomago, y *Philometra senticosa*, que parasita la vejiga aerífera en grandes cantidades. Y como parásito externo se tiene a la sanguijuela (Tratado De Cooperación Amazónica, 1999).

### 3.4. Descripción de la especie.

El paiche tiene cuerpo subcilíndrico y alargado que se comprime en forma progresiva a partir del origen de la aleta dorsal. Cabeza deprimida con el

espacio interorbital plano y con numerosas placas óseas (**Sánchez, 1961**). Boca superior, grande y oblicua, provista de numerosos dientes relativamente pequeños e iguales entre sí; la lengua está bien desarrollada, presenta un hueso interno achatado, ligeramente arqueado llamado hioides; se observa también en la boca, dos placas óseas laterales que funcionan como dientes, las cuales detienen a la presa, matándola por aplastamiento antes de la deglución; el tubo digestivo es corto propio de peces carnívoros (**TCA, 1999**).

El color de los especímenes es castaño claro, a partir del octavo o noveno mes de edad. (**Bard & Imbiriba, 1986**) con color pardo negruzco en la cabeza y el dorso, las escamas posteriores ribeteadas de color rojo oscuro; las aletas ventrales en los adultos con manchas negras y amarillas, dispuestas en forma de ondas regulares; la aleta dorsal, anal y caudal con manchas claras (**TCA, 1999**).

En épocas de reproducción se presenta una característica sexual secundaria estragenital donde el macho adquiere una acentuada coloración oscura en la parte superior de la cabeza prolongándose a la región dorsal hasta casi la intersección de la aleta dorsal, y en los flacos, vientre y parte caudal toman una coloración roja intensa. En la hembra la variación de la coloración es poco perceptible, tomando un color castaño claro. Las larvas y alevinos son negros (**Fontenele, 1957; Imbiriba, 2001; Bard Imbiriba, 1986; TCA, 1999**).

Anatómicamente el “paiche” presenta un sistema branquial con un grado relativo de atrofia y que es insuficiente para abastecer de oxígeno a la gran

masa corporal, lo que es compensado por la vejiga natatoria que funciona como pulmón. **Sánchez, (1961)** observo que un “paiche” adulto no permanece sumergido más de 40 minutos, esto cuando es perseguido, pero normalmente sale a la superficie a tomar aire a intervalos de 10 a 15 minutos, mientras que los jóvenes realizan esta actividad con mayor frecuencia (**TCA, 1999**).

El paiche es una especie heterosexual sin dimorfismo sexual y con fecundación externa, se aclimata con facilidad en los ambientes artificiales, llegando a la madurez sexual después del quinto año de vida (en ambientes naturales), presentan órganos sexuales impares, con una solo gónada desarrollada, que es del lado izquierdo (**TCA, 1999; Fontenele, 1957-citado por Ruiz 2005**). Mientras que en ambientes controlados la primera reproducción se da entre el 3er y 4to año. En el IIAP Ucayali se ha reproducido paiches de 7 y 4 años de edad, lo cual está permitiendo incrementar el conocimiento sobre la reproducción de esta especie (**Rebaza; 2003**).

Presenta cuidado parental (**Alcántara, 2001**), los reproductores tienen el hábito de construir nidos – excavaciones en el suelo, donde son encontradas las larvas, después del quinto día de haber nacido las larvas comienzan a nadar y son visibles en la cabeza del padre.

El paiche nada generalmente a media agua, por movimientos ondulatorios del cuerpo y ayudándose principalmente con la cola, acostumbra, este gigantesco pez a dar volteretas, sacando el cuerpo fuera del agua, y como si se apoyara sobre la cabeza, los nativos dicen que lo hacen para defecar, pues afirman que

encuentran restos de excremento blanquecinos donde se ha producido el aletazo. Debido a la mucosidad que lo cubre el cuerpo y que disminuye su resistencia a la fricción, el paiche puede nadar o desplazarse en ambientes con muy poco agua, en relación con su gran peso (**Sánchez, 1961**).

### **3.5. Sistemas de Crianza.**

En el Perú se conoce de la siembra de paiche en ambientes naturales y artificiales tanto en la Amazonia como en la costa. En la amazonia en las décadas del cincuenta al sesenta se sembraron en el lago Sauce (San Martín) y en la cocha Maldonado (Madre de Dios), y en la costa peruana se sembró en el reservorio de San Lorenzo (Piura). En estos cuerpos de agua también sembró tilapia para la alimentación del paiche (**Tratado De Cooperación Amazónica, 1999**).

**Sánchez, 1961; Fontenele, 1982; Bard & Imbiriba, 1986**, menciona que el paiche presenta características propias, que le convierten en una especie promisoría para la piscicultura, tales como: su alta resistencia al manipuleo, fácil adaptabilidad a su crianza en cautiverio, su rápido crecimiento alcanzando 10 Kg. en el primer año de crianza, no presenta canibalismo, la excelente calidad de su carne por no presentar espinas intramusculares y por no presentar exigencias ambientales en cuanto a niveles de oxígeno disuelto, al respecto **Huet (1983)**, señala que la temperatura influye considerablemente en las principales actividades vitales de los peces, particularmente en su respiración, crecimiento y reproducción.

En piscicultura se busca establecer una densidad de peces suficientemente alta, para alcanzar una elevada producción en el estanque (**Quiroz, 2000**).

**A) Crianza intensiva:** Implica el uso de alimentos balanceados suplementarios (extruidos o paletizado) principalmente a base de insumos regionales, además de la renovación o aireación del agua del estanque; es decir implica un control total.

También en esta modalidad de cultivo se suministra alimento ya sea pescado vivo o muerto, entero o en trozos; así como vísceras de pescado o pollo (**TCA, 1999**). Sin embargo este tipo de alimentación no es muy recomendable debido a la insuficiencia de la biomasa de peces forrajeros como fuente de alimentación para el paiche, (**Cavero, 2002**).

En este tipo de crianza no se requiere de gran número de individuos de paiche (máximo 2000 peces/ha). Por otro lado, el régimen carnívoro de las especies puede ser solucionado según el método de crianza **Bard & Imbiriba, (1986)**, Se reporta trabajos con densidades de 0.7 peces/m<sup>2</sup>, logrando un peso final de 5.3 kg en 10 meses de crianza en jaulas flotantes **Pereira Filho, 2002; citado por Chu- Koo (2006)**.

**B) Crianza semi – intensivo:** En este tipo de crianza se suministra al estanque fertilizantes orgánicos como la gallinaza para incrementar la disponibilidad general de nutrientes para la productividad acuática (**TCA, 1999**).

Se reportan trabajos con densidad de 1pez/50m<sup>2</sup>, se logro una producción de 1360kg/ha/año **Rebaza et al., (1999); citado por Chu – Koo, 2006**), en Brasil se trabajo con 1 pez/17m<sup>2</sup> con un peso inicial de 25g, obteniendo ganancias de 3 Kg en 6 meses y en Colombia se trabajo con una densidad de 1pez/ 8m<sup>2</sup> con dietas combinadas obteniendo una ganancia de 2,8 Kg/año **(Chu Koo 2006)**.

A través de la asociación del paiche con animales domésticos, es posible el aprovechamiento de las excretas como fertilizante para el aumento de las poblaciones de peces forrajeros, como la tilapia, *Oreochromis nilotica* el bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum* **(Alcántara & Guerra, 1992; Pérez, 2002)** y , que luego servirán de alimento al piche, siendo mas ventajoso criar en el mismo estanque al pez forrajero y al paiche, algunos autores afirman que esta especie se alimenta también de presas muertas **(Fontenele, 1957)**, como por ejemplo, peces cortados en pedazos, dando preferencia a organismos vivos **(Bard & Imbiriba, 1986; Imbiriba,2001)**.

### **C) Profundidad de Aguas**

**Kubitza et al., (1999)**, citado por **Cavero**, señala; el paiche en su habita: vive en las orillas densas de hierbas, que se extienden al agua sin estar arraigadas en el suelo, como por ejemplo las gramíneas conocidas como gramalote (*Echinochloa polystachia* y *Paspalum repens*). En la zona del río Pacaya las especies *Pistia stratiotes*, *Neptunia oleracea* y *Eichornia azurea* son las plantas más comunes que se encuentran en las zonas que prefiere el paiche para habitar. **(Rebaza et al., 1999)**.

En el caso de estanques se debe tener en cuenta que las profundidades deben variar entre 1,20 y 0,60 m ya que los peces no requieren de profundidades mayores **T. C. A (1999)**.

### **3.6 Experiencias de crianza del paiche**

**Kubitza et al., (1999)**, menciona que la densidad de siembra permite el control de la tasa de crecimiento de los peces.

**Chu Koo (2006)**, indica que en Brasil, trabajó con 1 pez/17m<sup>2</sup> con un peso inicial de 25g, obteniendo ganancias de 3 Kg en 6 meses y en Colombia se trabajó con una densidad de 1pez/ 8m<sup>2</sup> con dietas combinadas obteniendo una ganancia de 2,8 Kg/año.

**Souza & Val (1990)**, afirma que el piche al final de unos años puede presentar aumento en peso considerable es decir que si tenemos un paiche con peso inicial de 40 g al cabo de 12 meses se obtendrá peces de 4.0 kg. Este mismo autor menciona que el crecimiento y ganancia del “paiche” en cautiverio puede ser comprobado de una semana a otra. Mientras que **Wocnitza – Maendo (1984)**, **Bastos (1995)** citado por **Pérez (2002)**, refiere que la longitud media del paiche al primer año de vida es de 80 cm, 150 cm luego de dos años, alcanzando algunas veces una longitud máxima de 245 cm.

**Aldea (2002)**, menciona que al trabajar con 55% de proteína bruta, los peces alcanzaron 2720 g con una ganancia de peso diario de 16.48g presentando incremento progresivo en masa corporal.

**Maeda & Honczaryk (1995)**, reportan resultados sobre los pesos promedios, alimentando al “paiche” con diferentes dietas durante cinco meses: con pescado picado, alcanza un peso medio de 3146 g; con ensilado biológico alcanza un peso medio de 2686 g; y 2167 cuando se utiliza ensilado (80%), torta de soya (10%), harina de trigo (9%) y pre mezcla de vitaminas y minerales. Al respecto (**Cavero, 2002**). Menciona que el cultivo alimentado con peces forrajes no favorece a la siembra de altas densidades de “paiche”, debido a la infraestructura de la biomasa de peces forrajeros como fuente de alimentación para el paiche

Otras investigaciones como la de **Barard & Imbiriba (1986)** Reportan peces de 4497g con una ganancia de peso diario de 27g alimentados con tilapia a razón del 8% de su biomasa.

Otras investigaciones hechas por **Reyes (1998)**, menciona que se acepta una sobrevivencia no menor de 80%, de lo contrario indica un deficiente manejo. Al respecto **Rebaza et al., (2000)**, reporta una sobrevivencia de 100% asumiendo, el autor comenta que se que trabajo con ejemplares previamente adaptados a las condiciones de cautiverio.

### **3.7 Alimentación.**

A pesar del gran potencial que tiene esta especie para la piscicultura, el conocimiento sobre su hábito alimenticio, aun es limitado y por tanto se requiere determinar sus exigencias nutritivas (**Imbiriba, 2001**).

Esta especie ofrece buenas perspectivas para piscicultura. Aunque es carnívora, no requiere presas vivas y acepta como alimento trozos de carne o de peces. Por su tamaño, se presta más a la piscicultura intensiva, pero puede ser utilizado en grandes embalses en asociación con otros peces (**Fontenele, 1948**).

El paiche, es un pez carnívoro, que se alimenta básicamente de pequeños peces en proporción de 8 a 10% de su peso vivo, cuando es joven, y 6% cuando es adulto. Suele comer peces de los géneros *Prochilodus*, *Tetragonopterus*, *Leporinus*, prefiriendo a los *Loricarídeos*. (**Rebaza et al., 1999; Sánchez, 1961; Imbiriba, 2001**). Dentro de su dieta tiene la participación variable de otros ítems, como moluscos, crustáceos e insectos (**Quiroz, 2000**). Como predador, el paiche se encuentra en el nivel trófico más alto de la cadena alimenticia (**Imbiriba, 2001**). Captura su presa mayormente al atardecer o amanecer, mediante una fuerte succión con la boca, produciendo un chasquido y brusco movimiento de la cabeza, acompañado muchas veces de un coletazo (**Sánchez, 1961; Rebaza, et al ,1999**).

En cautiverio el “paiche” acepta peces vivos o muertos, enteros o en trozos, vísceras de pescado, embriones de pollo, ensilados biológicos de peces así como también víscera de pollo. Se reportan resultados sobre los pesos promedios, alimentando al “paiche” con diferentes dietas durante cinco meses: con pescado picado, alcanza un peso medio de 3146 g; con ensilado biológico alcanza un peso medio de 2686 g; y 2167 cuando se utiliza ensilado (80%), torta de soya (10%), harina de trigo (9%) (**Maeda & Honczaryk 1995**).

### **3.7.1 Requerimiento nutricionales de especies tropicales.**

El valor nutritivo de una dieta alimenticia se considera por sus principales elementos nutritivos (proteínas, carbohidrato, lípidos, vitaminas y minerales) y por el aporte energético, que podrá ser asimilado por los peces para el desempeño de las diversas funciones vitales (**Talbot, 1985; De La Higuera & Cardeneta, 1987**), citado por **Aldea, (2002)**. En general deben ser administradas a los peces, dietas con niveles adecuados de proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales por períodos relativamente largos (**Cowey, 1979**).

### **3.7.2 Alimento extruido**

El alimento balanceado extruido contiene sustancias nutritivas como; proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales, con alta digestibilidad, generados por los procesos de gelatinización como almidones y posee 100% de flotabilidad. Este tipo de alimento extruido, ha sido evaluado en la región Ucayali, por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), cuyos resultados indican que usando dieta para paiches con 30 a 40% proteína se alcanzan pesos promedios por año de 10 Kg.

#### **A. Importancia del alimento extruido.**

Los pelets extruidos son más resistentes a la desintegración, debido al cocimiento de los almidones, formando una estructura rígida, que envuelve los finos polvos en el alimento y aumenta la estabilidad en el agua.

Este tipo de alimento, reduce las pérdidas o desperdicios, creando más consumo para los peces y manteniendo limpio el agua.

Las bacterias no sobreviven al proceso de extrusión, por lo que se tienen alimentos más saludables y seguros de utilizar.

### **1. Ingredientes del alimento extruido**

- Harina de pescado super prime.
- Torta de soya.
- Moyuelo de trigo
- Sub productos de molinería.
- Aglutinantes.
- Harina Integral de soya.
- Aceite semirrefinado de pescado.
- Aceite vegetal.
- Carbonato de calcio.
- Colina.

### **2. Vitaminas (x Kg de alimento).**

- Vitamina A, 5000 U.I
- Vitamina B, 2000 U.I
- Vitamina E, 50 U.I
- Vitamina K, 10 g
- Vitamina B1, 10 g
- Riboflamina (B2), 15 g
- Niacina, 70 g
- Acido Pantoténico, 40 g

- Piridoxina (B6), 10 g
- Biotina, 1,50 g.
- Acido Fólico, 5,0 g.
- Vitamina b12, 20 mg.
- Acido Ascoórbico (stay c), 200 mg.

### 3. **Minerales trazas (min x kg de alimento).**

- Manganeso, 15 g.
- Hierro, 50 g.
- Cobre, 5 g.
- Yodo, 0,50 g.
- Selenio, 0,10 g.

### 4. **Antioxidante.**

- 200 mg x Kg.

### 5. **Antimicótico.**

- 1500 mg x Kg.

**Cuadro Nº 02:** Raciones para Paiche, según clases o edades (peletizados extruidos)

Alimento	Diámetro (mm)	Estadio	Tamaño (cm)	Tasa de alimentación
INICIO 40% P	1.5 x 1.5	ALEVIN	8-14	8.5-7.5
CRECIMIENTO 40% P	3 x 3	JUVENIL	14-18	7.5-5.0
PRE-ENGORDE 40% P	6*6/8*8/12*12*16*16	ADULTO	18-60	5.0-4.0
ENGORDE 40- 30% P	22*22/26*26*30*30/32*32	ADULTO	>60	4.0-2.5

**FUENTE: TCA (1999)**

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Materiales de laboratorio**

- Balanza analítica de capacidad de 20 kg.
- Oxímetro.
- Peachímetro
- Termómetro
- Ictiómetro
- Baldes de polietileno de 20 litros.
- Bandejas de 5 litros.

#### **4.1.2. Insumos**

- Alimento extruido de 6 a 8 mm de diámetro

#### **4.1.3. Componentes biológicos**

- Juveniles de paiche
- Tilapia (alimento de paiche)

### **4.2. Metodología**

#### **4.2.1. Ubicación del experimento**

Los estudios del presente experimento se desarrollaron en la Estación Pesquera “Ahuashiyacu”, ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo a 5 Km de la ciudad de Tarapoto, a la margen izquierda de la quebrada Ahuashiyacu, carretera de acceso al Caserío Bello Horizonte;

administrativamente depende de la Dirección Regional de la Producción-San Martín.

#### 4.2.2. Características generales del área de estudio

##### A. Ubicación Política

Departamento	:	San Martín
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Banda de Shilcayo

##### B. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	:	06° 34'
Longitud Oeste	:	74° 20'
Altitud	:	356 m.s.n.m.

##### C. Zona de vida

La zona en mención se ubica en un bosque seco tropical (bs – t) de acuerdo a la clasificación ecológica que presenta **Holdridge**.

#### 4.2.3 Condiciones Climáticas

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI (2009), Región San Martín, informa las condiciones climáticas de la zona de estudio.

- **Temperatura media anual**

Máxima : 33, 20 °C

Mínima : 18, 60 °C

- **Humedad relativa**

Hr : 74, 5%

- **Precipitación**

Pp : 992.1 - 1,110 mm/año

Fuente : SENAMHI - San Martín 2009

#### **4.2.4. Características del experimento.**

Se realizó el ensayo experimental con cuatro densidades de siembra de juveniles de “paiche” (*Arapaima gigas*), para lo cual se tuvo 3 tratamientos y 3 repeticiones para cada caso y 01 testigo de comparación. El estudio se realizó por un período de 6 meses de Enero a Junio del 2009, teniendo como variable principal el número de peces/m<sup>2</sup>, quedando distribuidos según se indica en el (cuadro N°03).

El nivel proteico de la dieta fue de 40% de Proteína, el alimento es de característica física extruido flotante de 6 a 8 mm.

##### **A. Análisis físico y químico del agua.**

Se realizó el análisis de los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, temperatura y pH con una frecuencia de dos veces por semana, a las 8:00 a.m. y 4:00 p.m. antes de realizar la alimentación diaria; para registrar si están dentro de los rangos permisibles para el crecimiento satisfactorios de los peces en estudio.

## **B. Muestreo Biométricos**

Al inicio de la investigación se tomaron los datos biométricos de todos los peces utilizados en la investigación, tanto de longitud (cm) y peso (Kg); fueron tomados cada 30 días, haciendo un total de 6 muestreos, del 20% de la población sembrada; los ejemplares fueron elegidos al azar; es decir, se pesaron y midieron sin ninguna selección, utilizando una balanza (kg) y un ictiómetro (cm) respectivamente. Asimismo se registraron los parámetros físicos y químicos del agua.

## **C. Procedencia de los peces.**

Se utilizaron juveniles de “paiche”, proporcionados por la Dirección Regional de la Producción –SM, que actualmente se encuentran en la Estación de Pesquería “Ahuashiyacu”.

## **D. Unidades experimentales.**

En el presente estudio se utilizó 10 estanques de tierra de 300m<sup>2</sup> de 1.5 metros de profundidad, para los tres tratamientos, con sus respectivas repeticiones y el testigo de comparación.

**Cuadro N° 03:** Distribución de los tratamientos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	TESTIGO	T1	T2	T3
	1kg/9m <sup>2</sup>	1kg/11m <sup>2</sup>	1kg/16m <sup>2</sup>	1kg/21m <sup>2</sup>
I	33	27	18	14
II		27	18	14
II		27	18	14
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>81</b>	<b>54</b>	<b>42</b>

**E. Siembra de los juveniles.**

La siembra de los peces se realizó el 15 de Enero del 2009 en horas de la mañana en estanque de tierra de 300 m<sup>2</sup>, fueron ubicados de acuerdo a las densidades planteadas por el presente estudio (cuadro N°03); previamente pesados y medidos obteniendo tallas y pesos promedios de siembra para cada tratamiento.

**Cuadro N° 04:** Pesos promedios iniciales por tratamiento

DATOS INICIO	TESTIGO	T1	T2	T3
	1kg/9m <sup>2</sup>	1kg/11m <sup>2</sup>	1kg/16m <sup>2</sup>	1kg/21m <sup>2</sup>
Peso promedio; kg	3.8	3.6	3.7	3.8
Longitud promedio; cm	75.1	75.3	75.6	75.6
Número de peces/ repetición	33	27	18	14
Total de peces / Tratamiento	33	81	54	42
<b>Total de peces utilizados</b>	<b>210</b>			

## **F. Alimentación de los peces.**

El alimento utilizado en los tratamientos 1, 2 y 3 fue de tipo artificial Extruido de 6 a 8 mm de diámetro con un valor proteico del 40%, conteniendo harina de pescado, torta de soya, moyuelo de trigo, vitaminas, aceites y minerales.

La forma de alimentación fue al voleo a las 8.30 a.m y 4 p.m de lunes a domingo.

### **4.2.5 Diseño experimental.**

Se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones, incluyendo un testigo de comparación, el mismo que fue alimentado con especies vivas denominado forraje (tilapia).

Los datos analizados fueron procesados en el programa estadístico Infostat versión 1.1.

#### **4.2.5.1 Estadística no paramétrica.**

Se aplicó para determinar las comparaciones sobre variaciones de peso y longitudes de los alevinos de "paiche"; además se registró las variaciones de parámetros físicos-químicos, como: Temperatura, pH y oxígeno en los estanques de crianza de peces.

#### 4.2.5.2 Componentes en estudio.

Los tratamientos corresponden a diferentes densidades de siembra con alimento extruido, calculados con el 5% de la biomasa total por unidades experimentales; el testigo de comparación fue alimentado con pez forraje.

**Cuadro N° 05:** Análisis de varianza del experimento

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>
Tratamiento	<b>t-1</b>
Error	<b>t(r-1)</b>
<b>Total</b>	<b>rt-1</b>

**Fuente:** Arroyo (2000)

#### **Modelo Aditivo Lineal**

$$y_{ij} = \mu + Ti + \epsilon_{ij}$$

Donde:

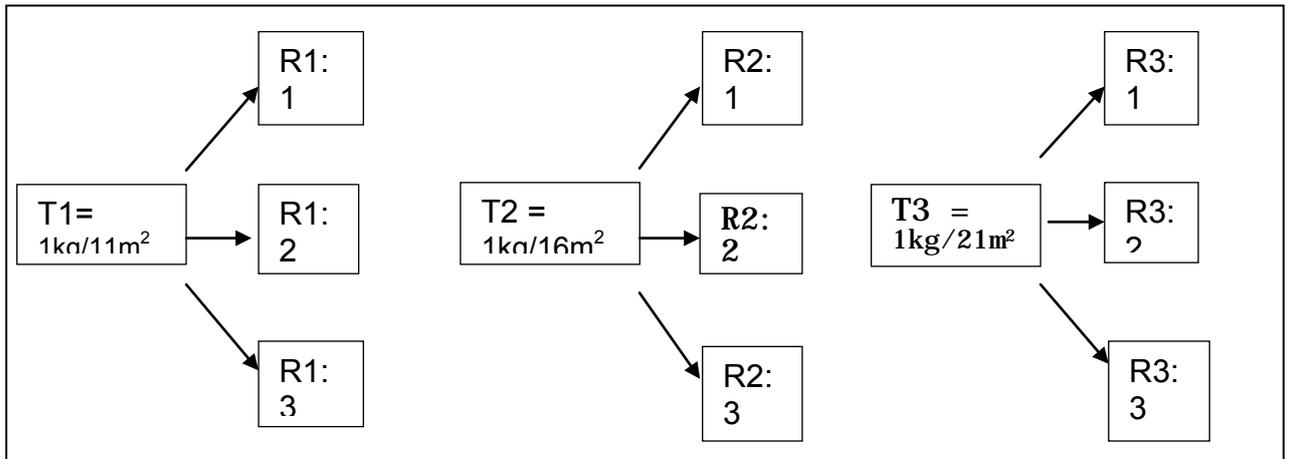
$y_{ij}$  = Valor observado del i-ésimo tratamiento de siembra que corresponde a la j-ésima tasa de alimentación.

$\mu$  = Media general

$Ti$  = Efecto del tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

## Distribución de los tratamientos



### 4.2.6 Parámetros registrados.

#### 4.2.6.1 Evaluación del crecimiento

La evaluación del crecimiento, se realizó con la finalidad de observar que los peces estuviesen en buenas condiciones, que estén aprovechando bien los alimentos, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas.

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

Expresa el incremento de longitud o peso del pez, el cual está influenciado por la dieta, variaciones de temperatura, etc.

$$\text{TCE} = \frac{W_f - W_i}{T}$$

Donde:

Wf = Peso al final del experimento.

Wi = Peso al inicio del experimento.

T = Tiempo (periodo de crianza)

### **B. Conversión alimenticia aparente.**

Sirve para determinar el grado de efectividad de los alimentos; expresa la cantidad de alimento suministrado que se está convirtiendo en peso vivo del pez. Es la relación entre el alimento seco ofrecido y el peso húmedo ganado y se calcula según TRESEIRA & CULQUICHICÓN (1993).

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

### **C. Tasa de sobrevivencia:**

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

## V. RESULTADOS.

Al inicio del experimento se realizó la toma de datos; como peso y longitud al momento de la siembra; para determinar los pesos y longitud inicial por tratamiento.

**CUADRO N° 06:** Peso y longitud de los peces (inicio del experimento).

TRATAMIENTO	PESO (kg)	LONGITUD(cm)
1	3,6	75,3
2	3,7	75,6
3	3,8	75,6
Testigo	3,8	75,1
PROMEDIO	3.7	75.4

### 5.1 GANANCIA DE PESO.

Al sembrar los juveniles, el valor promedio de los tres tratamientos fue de 3.7 Kg. El tratamiento 2 registró el valor más bajo 3.7 Kg y el tratamiento 3 y testigo presentaron el valor más alto 3.8kg. Posteriormente se incrementaron los valores, a partir del segundo mes de investigación.

Al término del estudio, el testigo presentó el valor promedio más bajo de 7.2 Kg y el tratamiento 3 el valor promedio más alto 9.2 Kg entre los tratamientos.

Al realizar el análisis estadístico al final de la investigación resultó que existe diferencia significativa entre los tratamientos (cuadro N° 13 y figura N°06).

**Cuadro N° 07:** Incremento de peso durante la fase experimental.

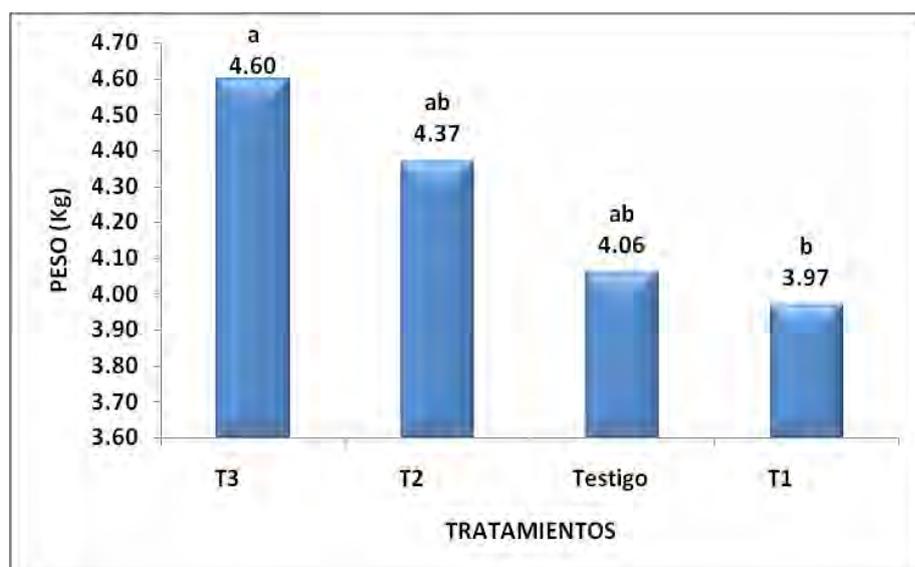
TRATAMIENTO	PESO Kg		
	INICIAL	FINAL	Incremento en 182 días/Kg
T1	3.6	7.8	4.2
T2	3.7	8.7	5
T3	3.8	9.2	5.4
TESTIGO	3.8	7.5	3.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.7</b>	<b>8.3</b>	<b>4.8</b>

**Cuadro N° 08:** ANVA de los pesos promedios del primer muestreo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.87	3	0.29	2.21	0.1391 NS
Error	1.57	12	0.13		
Total	2.44	15			

CV: 8.61 %

R<sup>2</sup> = 67%

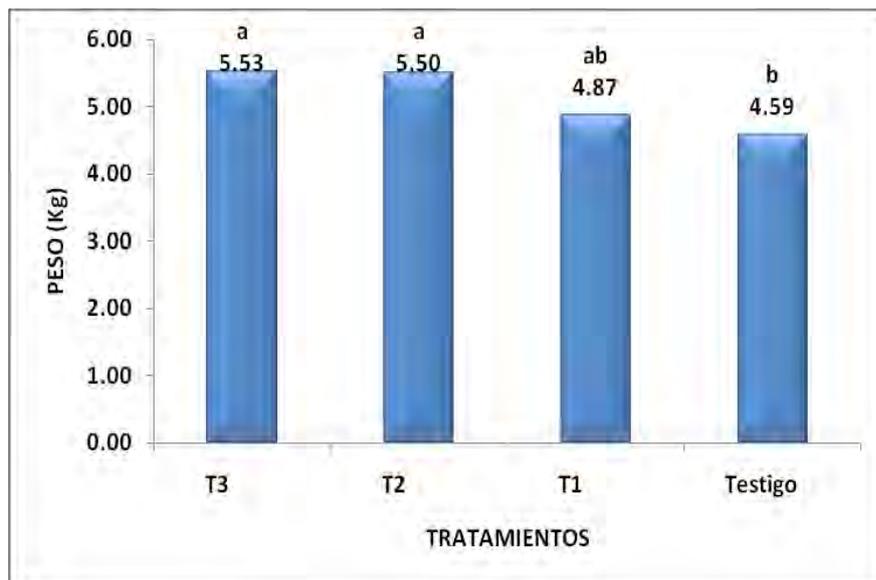


**Gráfica N° 01:** DUNCAN de los peso promedios del primer muestreo.

**Cuadro N° 09:** ANVA de los peso promedios del segundo muestreo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2.86	3	0.95	3.99	0.0348 *
Error	2.86	12	0.24		
Total	5.72	15			

CV: 9.79%      R<sup>2</sup> = 50.00 %



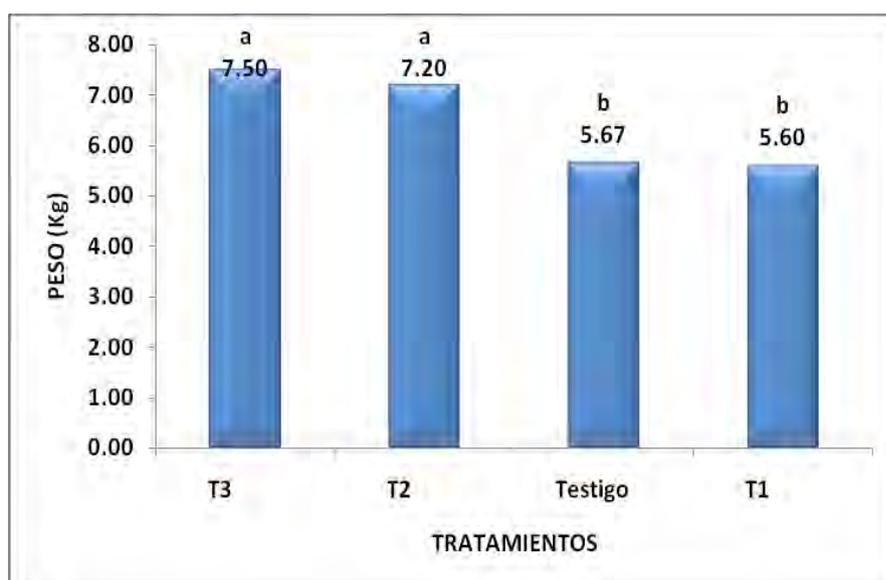
**Gráfica N° 02:** DUNCAN de los peso promedios del segundo muestreo.

**Cuadro N° 10:** ANVA del peso promedio del tercer muestreo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	10.98	3	3.66	7.35	0.0047 *
Error	5.97	12	0.5		
Total	16.96	15			

CV: 11.22%

R<sup>2</sup> = 65.00 %



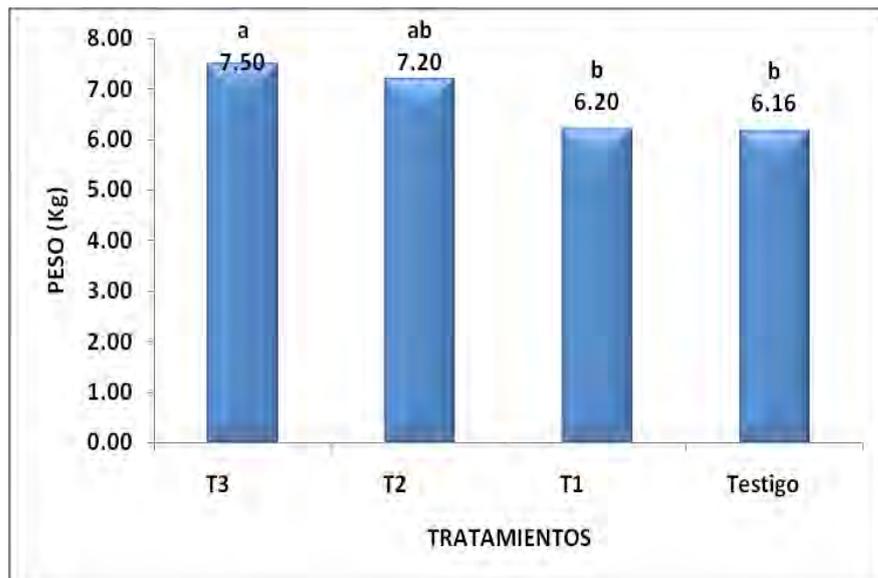
**Gráfica N° 03:** DUNCAN peso del tercer muestreo.

**Cuadro N° 11:** ANVA del peso promedio del cuarto muestreo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	5.36	3	1.79	4.13	0.0317 *
Error	5.2	12	0.43		
Total	10.56	15			

CV: 9.95%

R<sup>2</sup> = 51.00 %



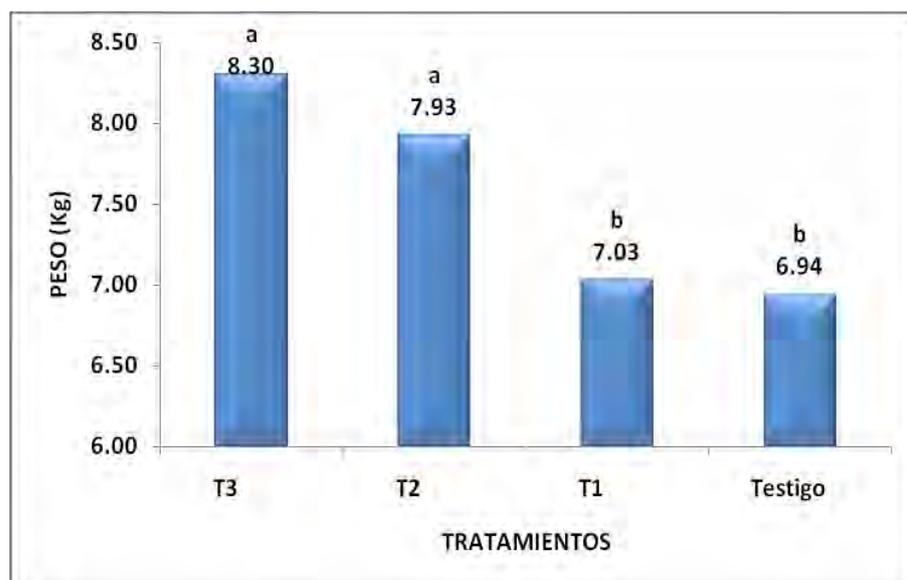
**Gráfica N° 04:** DUNCAN de los pesos promedios del cuarto muestreo.

**Cuadro Nº 12:** ANVA de los pesos promedios del quinto muestreo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	5.15	3	1.72	7.23	0.005 **
Error	2.85	12	0.24		
Total	8	15			

CV: 6.59 %

R<sup>2</sup> = 64.00 %



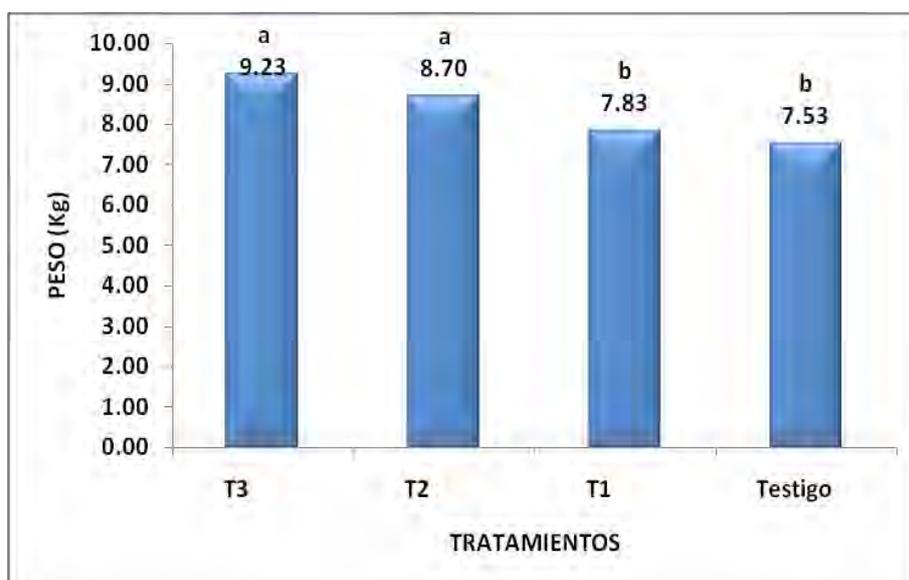
**Gráfica Nº 05:** DUNCAN de los pesos promedios del quinto muestreo.

**Cuadro Nº 13:** ANVA de los pesos promedios del sexto muestreo

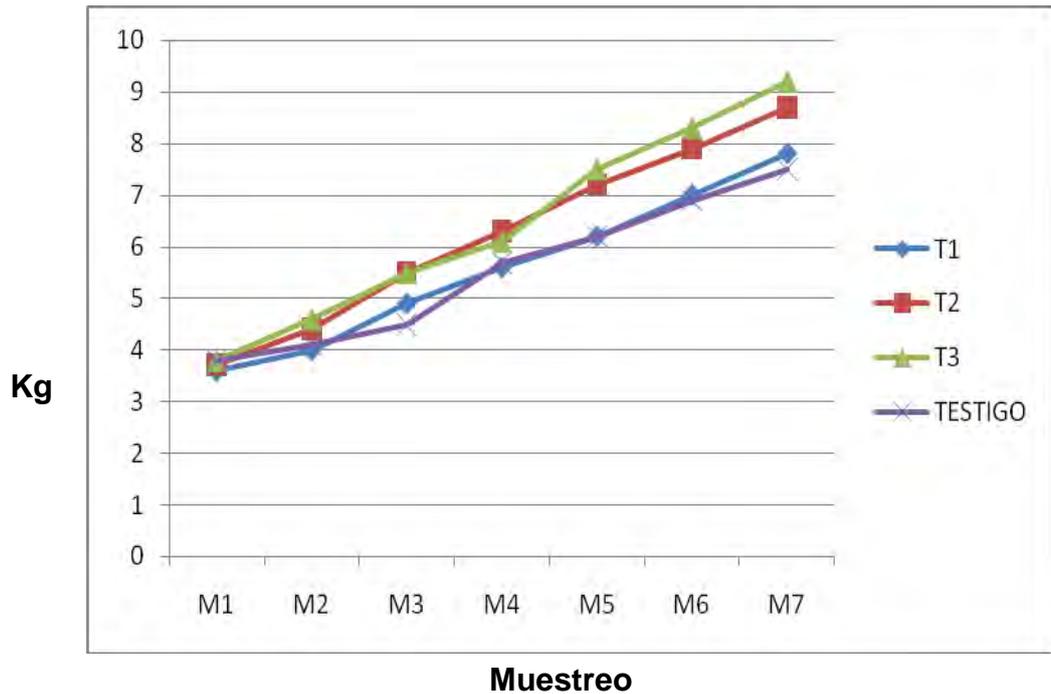
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7.42	3	2.47	10.35	0.0012 *
Error	2.87	12	0.24		
Total	10.29	15			

CV: 6.02 %

R<sup>2</sup> = 72.00 %



**Gráfica Nº 06:** DUNCAN de los pesos promedios del sexto muestreo.



**Gráfica N° 07:** Variación del peso del “paiche” durante la fase experimental.

## 5.2 CRECIMIENTO EN LONGITUD.

La siembra se realizó con un valor promedio para los tres tratamientos de 75.4 cm, registrando el tratamiento 2 y 3 los valores más altos con 75.6 cm.

La longitud total lograda al final del estudio en promedio fue de 92.2 para el tratamiento 1 y testigo y de 95.6 para el tratamiento 3 siendo el valor más alto entre todos los tratamientos. Sin embargo, no se observó diferencia significativa entre tratamientos a nivel de ANVA y DUNCAN (cuadro N° 20 y grafica N° 13).

**Cuadro N° 14:** Incremento de longitud durante la fase experimental.

TRATAMIENTO	LONGITUD Cm		
	INICIAL	FINAL	Incremento en 182 días/Cm
T1	75.3	92.2	16.9
T2	75.6	93.6	18
T3	75.6	95.6	20
TESTIGO	75.1	92.2	16.9
<b>PROMEDIO</b>	<b>75.4</b>	<b>93.4</b>	<b>17.95</b>

**Cuadro N° 15:** ANVA de la longitud del primer muestreo.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	125.4	3	41.8	4.38	0.0266 NS
Error	114.45	12	9.54		
Total	239.85	15			

CV: 3.95 %

R<sup>2</sup> = 52.00 %



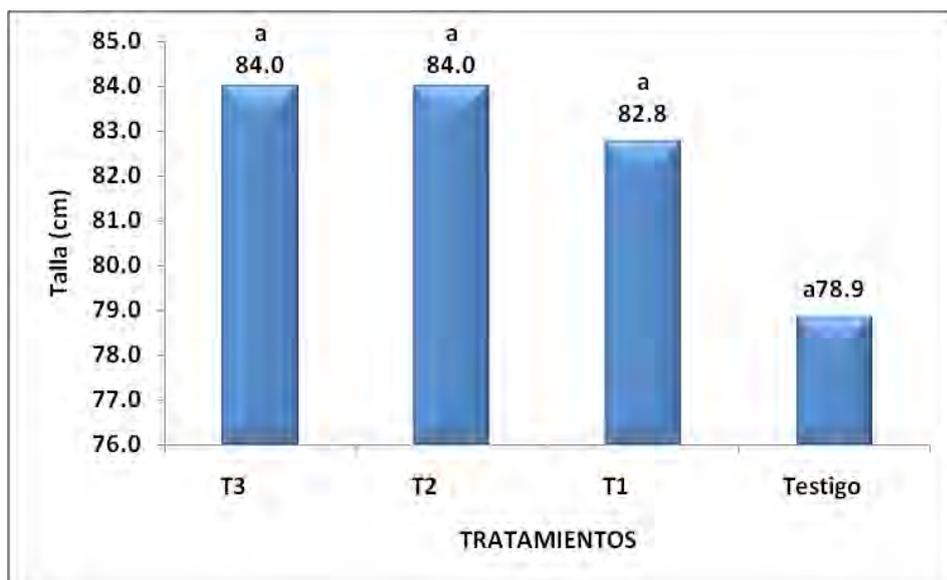
**Gráfica N° 08:** DUNCAN de la longitud promedio del primer muestreo.

**Cuadro N° 16:** ANVA de la longitud del segundo muestreo.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	91.2	3	30.4	2.15	0.147 NS
Error	169.58	12	14.13		
Total	260.78	15			

CV: 4.61 %

R<sup>2</sup> = 62%



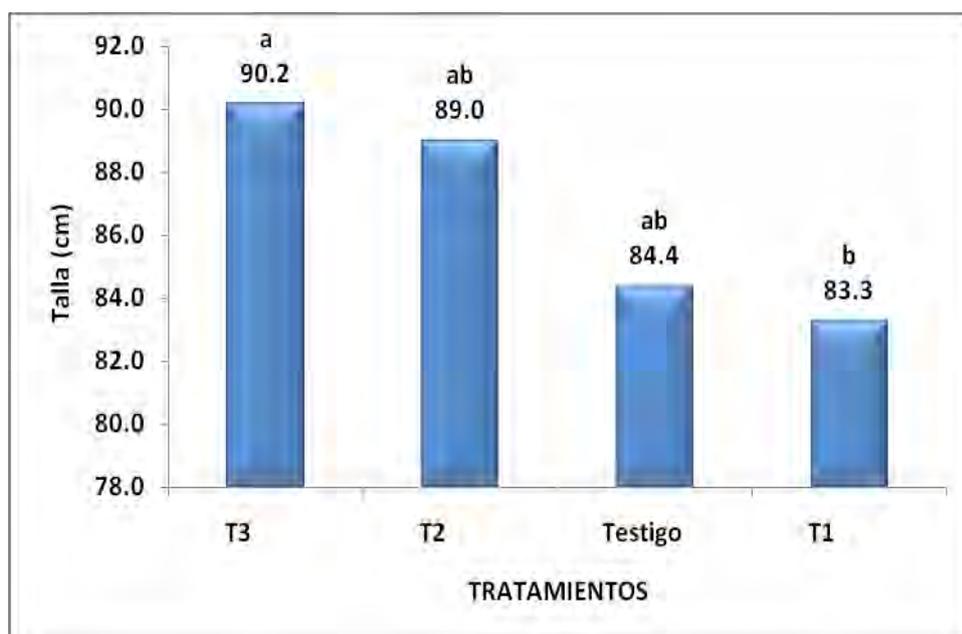
**Gráfica N° 09:** DUNCAN de la longitud promedio del segundo muestreo.

**Cuadro N° 17:** ANVA de la longitud del tercer muestreo.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	119.49	3	39.83	2.8	0.0856 NS
Error	170.94	12	14.25		
Total	290.43	15			

CV: 4.38 %

R<sup>2</sup> = 71%



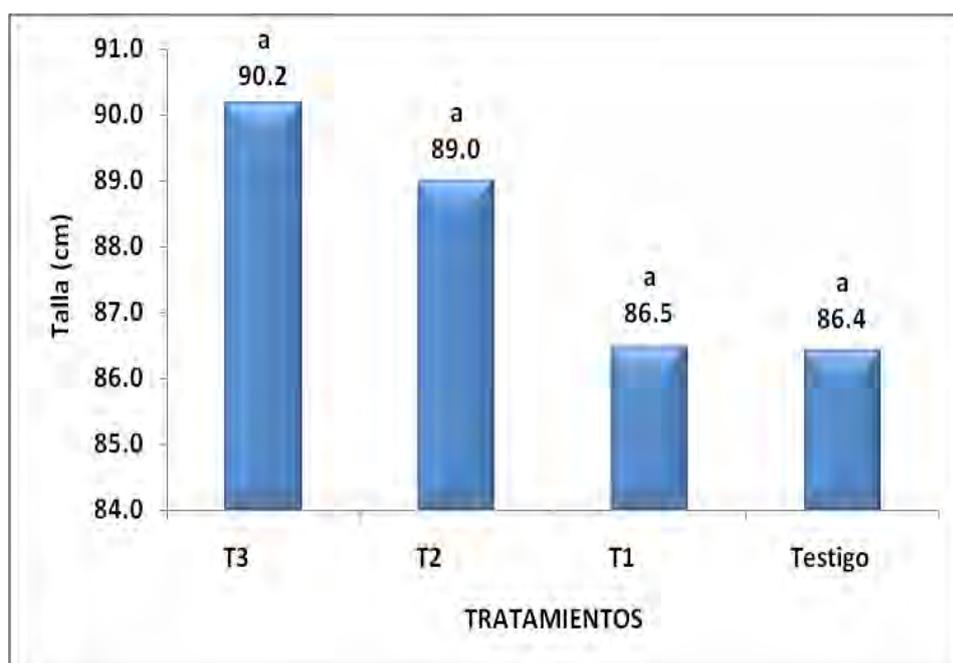
**Gráfica N° 10:** DUNCAN de la longitud promedio del tercer muestreo.

**Cuadro N° 18:** ANVA de la longitud del cuarto muestreo.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	38.87	3	12.96	1.08	0.3957 NS
Error	144.38	12	12.03		
Total	183.25	15			

CV: 396 %

R<sup>2</sup> = 71%



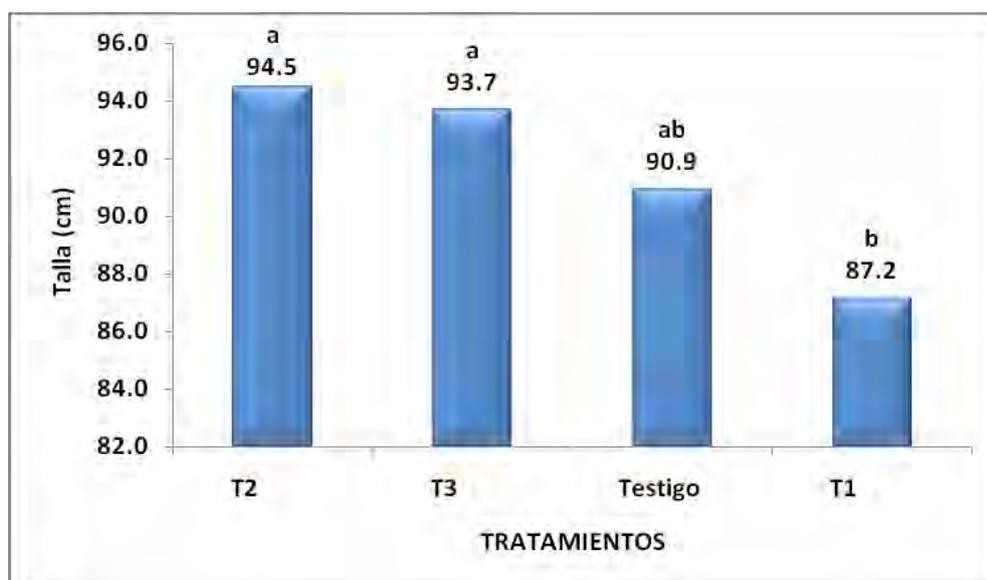
**Gráfica N° 11:** DUNCAN de la longitud promedio del cuarto muestreo.

**Cuadro N° 19:** ANVA de la longitud del quinto muestreo.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	99.47	3	33.16	3.78	0.0404 *
Error	105.17	12	8.76		
Total	204.64	15			

CV: 3.24 %

R<sup>2</sup> = 91%



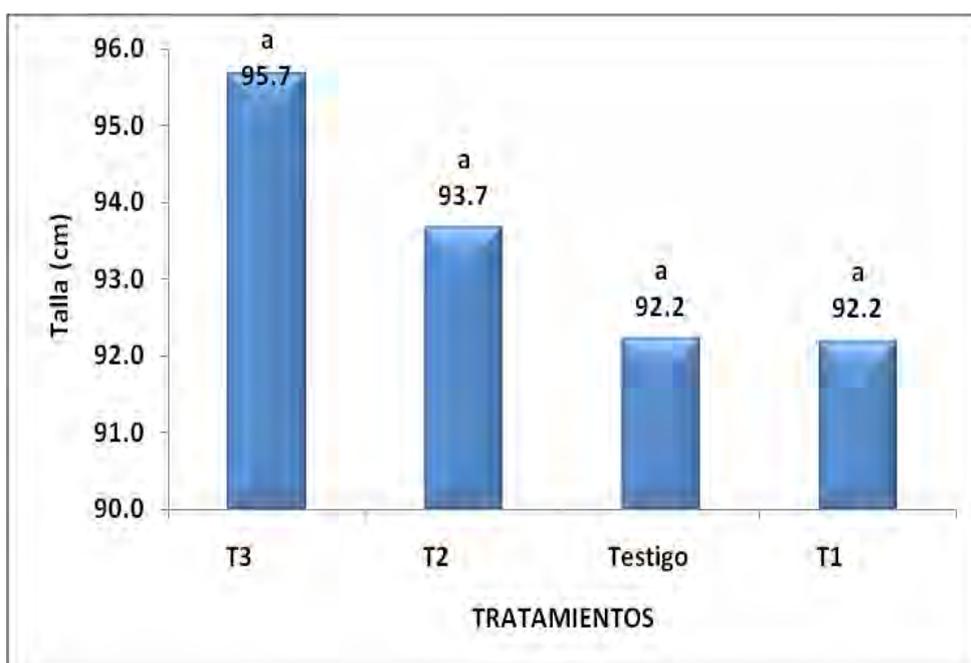
**Gráfica N° 12:** DUNCAN de la longitud promedio del quinto muestreo.

**Cuadro N° 20:** ANVA de la longitud del sexto muestreo

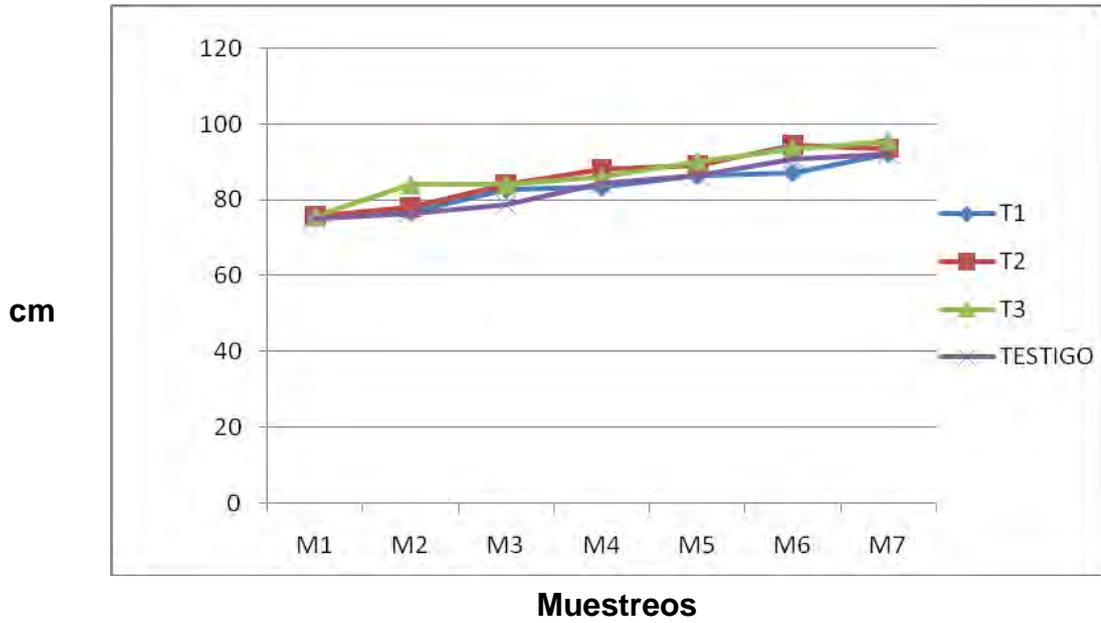
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	28.45	3	9.48	1.09	0.3897 NS
Error	104.15	12	8.68		
Total	132.6	15			

CV: 3.16 %

R<sup>2</sup> = 89%



**Gráfica N° 13:** DUNCAN de la longitud promedio del sexto muestreo.



**Gráfica N°14:** Variación de la longitud del paiche durante la fase experimental.

**Cuadro N° 21:** Peso y longitud promedios de los diferentes tratamientos al final del experimento.

TRATAMIENTO	PESO (Kg)	LONGITUD(cm)
1	7.8	92.2
2	8.7	93.6
3	9.2	95.6
Testigo	7.5	92.2
PROMEDIO	8.3	93.4

### 5.3 TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE).

Se obtuvo una tasa de crecimiento específico de 30.07 g/día en el tratamiento 3, fue el que mayor crecimiento registro en todo el estudio y de 20.30 g/día para el testigo que registró los valores de crecimiento más bajos (cuadro N° 22).

### 5.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE (CAA).

El tratamiento de 1 Kg/11m<sup>2</sup> presentó una conversión alimenticia aparente de 5.10Kg, siendo el más bajo con respecto a una conversión alimenticia aparente de 8.4 Kg par el testigo, que resulto el más altos con respecto a los demás tratamientos (cuadro N° 22).

**Cuadro N° 22:** Tasa de crecimiento especifico, Conversión alimenticia.

<b>PARÁMETROS EVALUADOS</b>	<b>Testigo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Tasa de crecimiento especifico ( <b>gr/día</b> )	20,3	23,4	27,5	30,1
Conversión alimenticia aparente( <b>kg</b> )	8,4	6,1	5.3	5.1
Tasa de sobrevivencia ( <b>%</b> )	100%	100%	100%	100%

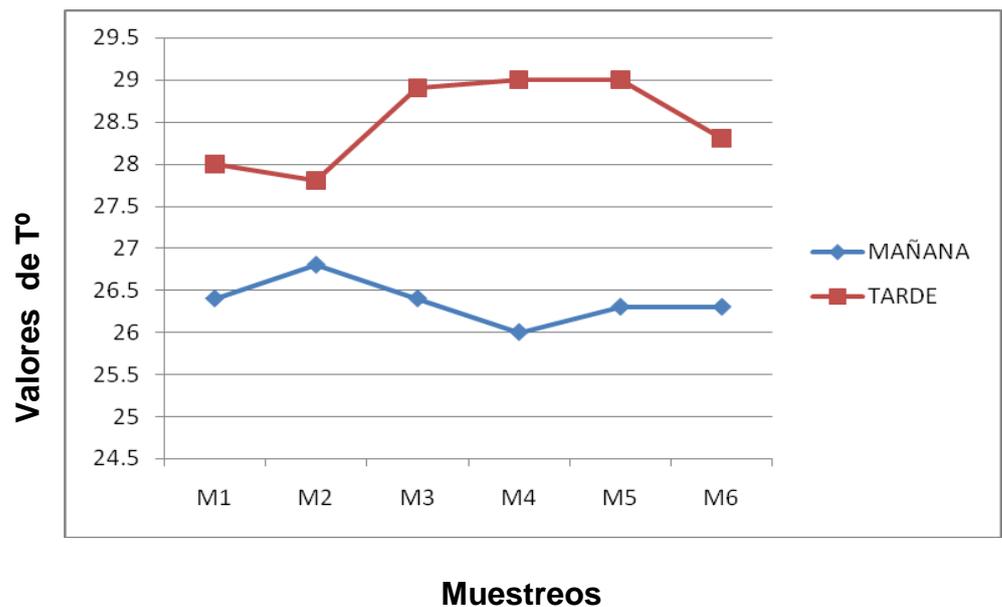
**Cuadro N° 23:** Cantidad de alimento consumido durante la fase experimental.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CANTIDAD DE ALIMENTO OFRECIDO (Kg)</b>
1	3341,42
2	2460,31
3	1982,43
TESTIGO	1352,3

Al concluir este experimento, el tratamiento con 1pez/21m<sup>2</sup> alcanzó los mejores resultados en talla y peso, mientras que el tratamiento con 1pez/11m<sup>2</sup> y el testigo es el que presentó menor crecimiento en todo el desarrollo de esta trabajo de investigación.

## 5.5 Aspectos limnológicos del agua del estanque

**5.5.1 Temperatura:** Por las mañanas, se registraron, oscilaciones de 26 °C a 26,9 °C y por las tardes, se obtuvo una variación de 27,5 °C a 29 °C.



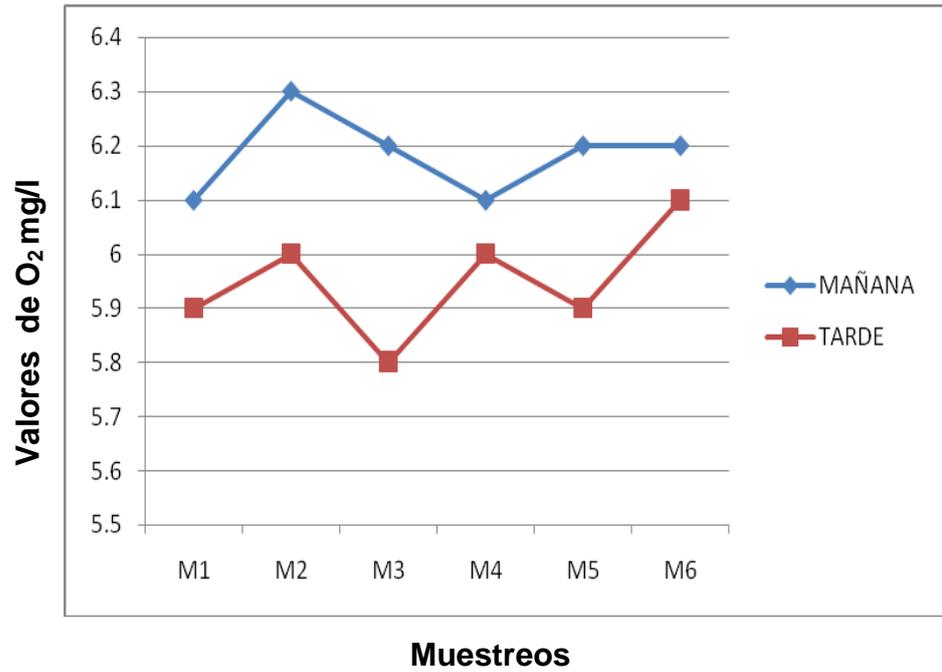
**Gráfica N° 15:** Variación de la temperatura durante la fase experimental.

**5.5.2 pH:** Este parámetro tuvo una variación de 5,4 a 6,2 registrando los promedios más bajos en el primer mes del experimento y los más altos en el tercer y cuarto mes del experimento.



**Gráfica N° 16:** Variación del pH en el agua del estanque durante la fase del experimento.

**5.5.3 Oxígeno disuelto:** Los valores de este parámetro evaluados durante el período del experimento, muestran el alto contenido de oxígeno del agua del estanque donde se realizó el experimento, registrando datos en promedio por la mañana de 6,2 mg/l y en la tarde de 5,9 mg/l, esto es debido a que el cambio de agua en el estanque era constante.



**Gráfica Nº 17:** Variación del oxígeno disuelto del el agua del estanque durante la fase del experimento.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### Parámetros de crecimiento

En el presente estudio se trabajó con peces de 1 años de edad, alimentados con alimento balanceado extruido con el 40% de proteína durante 6 meses (182 días).

#### 6.1 Ganancia de peso.

Se trabajó con el 40% de proteína bruta y los resultados obtenidos en 182 , días según el análisis de varianza y medias (cuadro N°13 grafico N° 06), al final de la investigación mostraron diferencia significativa entre los tratamientos; al respecto el tratamiento 3 y el tratamiento 2, superan en peso respectivamente a los tratamiento 1 y al testigo , obteniendo el tratamiento 3 un valor promedio en peso de 9,23 Kg y el tratamiento 2 un valor promedio de 8,7 Kg, comparando desde el peso inicial (cuadro N° 06). Además la curva de crecimiento en peso muestra un lento ascenso y en forma constante a partir del 5 mes de evaluación (Grafica N° 07), el tratamiento 3 con una densidad de 1pez/21m<sup>2</sup>, es el que mejores resultados presento en toda la fase de estudio del presente trabajo.

**Souza & Val (1990)**, afirma que el paiche al final de unos años puede presentar aumento en peso considerable, es decir si tenemos un paiche con peso inicial de 40g al cabo de 12 meses se prevé obtener peces de 4.0 Kg; comparando con los datos del presente trabajo se demuestra que con pesos iniciales de 3,8 Kg en un período de 6 meses se obtuvieron peces de 8.3 Kg en promedio. Del mismo modo, **Aldea (2002)**, menciona que al trabajar con

55% de proteína bruta los peces alcanzaron 2720 g con una ganancia de peso diario de 16.48g presentando incremento progresivo en masa corporal, la cual influyo de manera considerable en el incremento de peso.

**Chu Koo (2006)**, trabajo con densidades de 1 pez/17m<sup>2</sup> con un peso inicial de 25g, obteniendo ganancias de 3 Kg en 6 meses, lo cual comparando con el presente trabajo de investigación, se trabajo con una mayor densidad de 1 pez/21 m<sup>2</sup> y con un peso inicial de 3,8 kg; se obtuvieron peses en 6 meses de 9.2 kg; cuya densidad es superior a lo mencionado por el autor.

**Souza & val (1991) citado por Aldea (2002)**, menciona que el crecimiento y ganancia de peso del paiche en cautiverio pueden ser comprobados de una semana a otra.

Según los datos obtenidos en el presente estudio queda demostrado que es posible la crianza del paiche en estanques de tierra y que las densidades utilizadas mas el alimento balanceado influyeron de manera significativa en el crecimiento del pez, lo cual contradice con lo mencionado por **Sousa & Val (1990)**, que manifiestan que el paiche no acepta adecuadamente alimento artificial por ser una especie carnívora, pero **(Cavero, 2002)**, manifiesta que la insuficiencia de peces forraje para alimento del paiche surge como una alternativa de producción intensiva al uso de raciones balanceadas.

## 6.2 Incremento en longitud

Los análisis estadísticos de los parámetros establecidos de crecimiento indican que no hubo diferencia significativa entre las densidades estudiadas (cuadro N° 20 gráfico N° 13), obteniendo el T3 = 95.6 cm los mejores resultados en comparación con los demás tratamiento y el testigo (según se muestra en el cuadro N° 14) respectivamente, **Wosnitza- Mendo (1984)**, **Bastos (1995)**, **citado por Pérez (2002)**, refiere que la longitud media del paiche al primer año de vida es de 80 cm, 150 cm luego de dos años, alcanzando algunas veces una longitud máxima de 245 cm. Al respecto, comparando con los datos obtenidos por el presente trabajo de investigación, se demuestra que peces de 1 año de edad al término de la investigación llegaron a un promedio en longitudes de 93.4 cm, lo cual se encuentra dentro de los rangos mencionados por el autor. Sin embargo **Aldea (2002)**, menciona que obtuvo ganancia en longitud de 66.33 cm en 6 meses, trabajando con 55% de proteína bruta, influyó de manera positiva en el incremento progresivo del “paiche”.

De acuerdo a los datos obtenidos por los análisis estadísticos del presente trabajo de investigación, queda demostrado que el crecimiento en longitud de los peces se desarrolló de manera independiente a la densidad de siembra; por lo cual **Del Solar (1943)**, citado por **Menezes (1951)**, sostiene que el paiche tiene un incremento en longitud y peso relativamente bajo hasta los 75 cm y a partir de dicho tamaño, se acelera la producción de carne, guardando paralelismo con el crecimiento en longitud hasta llegar a 150 cm.

### 6.3 Tasa de Crecimiento Específico (TCE)

La densidad de siembra permite el control de la tasa de crecimiento de los peces afirma **Kubitza et al., (1999)**. Con relación al crecimiento de los peces obtenidos en el presente estudio, se demostró que si hubo diferencia entre los tratamientos, tales como ganancia de peso y la tasa de crecimiento específico; obteniéndose la mayor ganancia en el T3 con 30.1g/día, encontrándose el T1 =23.4 g/día Testigo=20.3 g/día encontrándose por debajo del T2 y T3 (según se muestra en el cuadro N° 22), al respecto **Cavero (2002)**, reportó la mayor ganancia de peso y mejor tasa de crecimiento en el tratamiento con 25 peces/m<sup>3</sup> ( mayor densidad de siembra); **Maeda & Honczaryk (1995)**, obtuvieron peces de 2167g, con una ganancia de peso diario de 14.45g alimentándolos con ración durante 5 meses; **Brard & Imbiriba (1986)**, reportaron peces de 3070g y con una ganancia de peso diario de 15.74g, criados con tilapia a razón del 8% de su biomasa durante 6 meses y medio ; **Souza & Val (1990)**, al cabo de 12 meses se obtuvo peces de 3848 g , con una ganancia de peso diario de 10.69 g criados con pescado picado a razón del 6% de su biomasa.

### 6.4 Conversión Alimenticia Aparente (CAA)

La conversión alimenticia aparente, está definido como la cantidad de alimento o ración, necesario para que el pez obtenga 1 Kg de peso, por tanto, cuando mayor fuera al valor de la conversión alimenticia aparente, menor será la eficiencia del alimento o ración **Ituassú, (2002 )**.

En el presente trabajo se alimentó a los peces con alimento balanceado extruido al 40% de proteína bruta, al respecto **Kubitza at al., (1999)**, menciona

que la conversión alimenticia aparente está directamente relacionado a la calidad del alimento, siendo importante tener en cuenta: el valor nutritivo, el grado de palatabilidad y la estabilidad en el agua; cuando el alimento presenta un mejor valor nutritivo, un alto grado de palatabilidad que estimula el consumo y mayor estabilidad en el agua, el alimento o ración mejora aprovechando por los peces.

En el presente estudio se obtuvieron la siguiente tasa de conversión alimenticia: Testigo= 8.4; T1=6.1; T2=5.3 y T3= 5.1 Kg, los resultados demuestran que si hubo diferencia entre los tratamientos; por lo que la conversión alimenticia se vio influenciada por la densidad de siembra para este estudio. **Cavero (2002) citado por Ruíz (2005)**, encontró significancia entre sus densidades con respecto a la conversión alimenticia aparente y reporta datos entre 0,8 y 1,12 respectivamente, esto se presume que fue debido al tipo de ración empleada.

## **6.5 Tasa de sobrevivencia**

En este trabajo de investigación, la tasa de sobrevivencia en los tres tratamientos y el testigo resultó el 100% y no estuvo influenciada por la densidad de siembra. Este porcentaje es muy alto lo que demuestra que esta especie se adapta muy bien a las condiciones de cultivo. Para peces amazónicos comerciales, comenta **Reyes (1998)**, se acepta una sobrevivencia no menor de 80%, de lo contrario indica un deficiente manejo. **Rebaza et al., (2000) citado por Pérez (2002)**, reportan una sobrevivencia de 100% asumiendo que ésta se debió a la siembra de ejemplares previamente

adaptados a las condiciones de cautiverio, encontrando alimento en cantidad y tamaño adecuado; **Maeda & Honczaryk (1995)**, reportaron tasa de sobrevivencia que oscila entre 92,8 a 100%; lo cual queda demostrado en el presente estudio que el paiche tiene buena rusticidad y tolera el manipuleo.

## 6.6 Temperatura

El paiche es un pez de clima tropical, donde las temperaturas son elevadas durante todo el año; en este estudio se registraron medias de 26 °C – 26,9 °C en las mañanas y por las tardes 27,5 °C – 29 °C respectivamente; lo cual concuerda con **Humberto (1973)**, reporta valores de 26.7 – 29,5 en el trapecio amazónico y, **Alcántara & Guerra (1992)**, por su parte, reportan medias de 25,7 -34.8 °C en cautiverio; **Huet (1983)**, señala que la temperatura influye considerablemente en las principales actividades vitales de los peces, particularmente en su respiración, crecimiento y reproducción.

## 6.7 Oxígeno disuelto y ph

El paiche, no tiene requerimientos especiales respecto de la calidad de agua en condiciones naturales, vive en lagos eutróficos, con alto contenido de gases, provenientes de la descomposición de la materia orgánica, que conduce a una reducción del oxígeno disuelto en el agua; **Pontes (1977) citado por Aldea (2002)**, reporta de oxígeno disuelto de 0,1 – 3,0 mg/l, lo cual son inferiores al del presente trabajo de 6,2 y 5,9 mg/L debido a que existía disponibilidad y facilitaba el recambio del agua en los estanques.

El ph registrado en este estudio varía de 5,4 a 6,2; al respecto **Aldea (2002)**, menciona que obtuvo promedios de 4,5 a 6,3. Sin embargo, los resultados se encuentran en el rango reportado por **Alcántara & Guerra (1992)**, que registraron valores de ph de 5 – 9,5 en estanques.

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1. El tratamiento 3 dió resultados en longitud y peso, llegando a obtener en promedio como peso final 8.7 kg y 93.6 cm en longitud; esto debido a que dicho tratamiento se empleo una menor densidad de 1 pez/ 21m<sup>2</sup> y por ende menor números de individuos por estanque y mayor espacio por metro cuadrado.
- 7.2. La tasa de crecimiento específico en el presente trabajo de investigación dio como resultado, que el tratamiento de 1kg/21m<sup>2</sup> con 30.1 g/día fue el que obtuvo mayor crecimiento por día durante la fase de investigación, con respecto a los demás tratamiento; esto debido a que se suministró la cantidad adecuada de alimento y el aprovechamiento fue mayor; mientras que con los demás tratamientos queda demostrado que la cantidad de alimento era insuficiente para el desarrollo adecuado de los peces.
- 7.3. La conversión alimenticia para el presente estudio, nos indica que el tratamiento 3 es el que mostró mejores resultados con el 5,1 kg; esto significa que para obtener 1 kg de carne necesito 5,1 kg de alimento; comparando con los demás tratamientos que mostraron resultados de T1 = 6,1 kg; T2= 5,3 kg; lo cual son superiores al del tratamiento 3 y por lo cual me generaría mayor gasto.
- 7.4. La sobrevivencia obtenida fue del 100% para cada tratamiento y el testigo; quedando demostrado que el paiche es un pez que tolera el manipuleo y se adapta fácilmente a los condiciones de cultivo en ambientes controlados.

- 7.5. Los parámetros físicos del agua no tuvieron ninguna injerencia en el crecimiento y aprovechamiento de los juveniles de paiche.
- 7.6. En el testigo no se observó un incremento en peso superior a los demás tratamientos, a pesar de que en su ambiente natural es netamente carnívoro; quedando demostrado que la alimentación con peces forrajes con respecto a la conversión alimenticia es muy elevada; concluyendo que el abastecimiento de peces forrajes es insuficiente para la crianza de paiches en ambientes controlados.
- 7.7. Los resultados obtenidos por el presente estudio demuestra el gran potencial piscícola que presenta el “paiche”.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. La crianza de juveniles de paiche, con la densidad de  $1\text{kg}/21\text{m}^2$ ; que permite obtener menor número de individuos por estanque, a mayor espacio por  $\text{m}^2$ .
- 8.2. Se recomienda la crianza del paiche en ambientes controlados por su fácil adaptación y rusticidad.
- 8.3. Para la crianza del “paiche” se recomienda trabajar con alimento balanceado extruido por la característica de mantenerse flotando en el agua, lo cual es muy bien aprovechado por el pez, evitando así el desperdicio del alimento.
- 8.4. Se recomienda la crianza de reproductores de paiche en la Región San Martín como una nueva alternativa y así incentivar la crianza del paiche.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCÁNTARA, B. F; GUERRA, F. H.** 1992. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. Folia Amazónica. V. 4Nº 1.p. 129 – 139 p.
- ALCÁNTARA, B. F.** 2001. Manejo de alevinos de paiche. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro de investigación de Investigaciones Quistococha. Iquitos – Perú 40p.
- ALDEA, G. M.** 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis de Biólogo. UNAP. Iquitos – Perú. 54p.
- BARD, J. & IMBIRIBA, E. P.** 1986. Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*. Boletín EMBRAPA – CPATU, 52: 17 p.
- BASTOS, N.** 1995. Conocimiento actual sobre pirarucu, *Arapaima gigas*. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. V 11 Nº1. 33-56p.
- BERGER, CH.** 1972. Estudio del factor de condición del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier) en la zona reservada del río Pacaya entre los años 1959 a 1969, tesis Bach. Cienc. UNMSM. Lima - Perú.
- CAMPOS, L.** 1995, Cultivo y reproducción de *Arapaima gigas* “paiche” y otras especies dulceacuícolas de la Amazonía. Iquitos – Perú. 45 p.

- CAVERO, S. B. 2002.** Densidad de estocagem de juveniles de piraricu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), en tanques-redes de pequeno volumen. Disseertação apresentando ao Prograna de Pos- graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convenio INPA/Ua, como parte dos requisitos para obtenção do titulo de Mestre em Ciências Biològicas, área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior. 46pp. Managuas – Brasil.42 p.
- CHU-KOO, F. 2006.** Domesticación y crianza en cautiverio del *Arapaima gigas*: Manejo, aspectos reproductivos y nutricionales.
- COWEY, C. B. 1979.** Exigências de proteínas e aminoácidos pelos peixes. In: Fundamentos de Nutrição. N. Castagnolli (Edit). UNESP. Campus de Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias. 31- 41 p.
- DE LA HIGUERA, M & CARDENETE, G. 1987.** Fuentes alternativas de proteínas y energía en acuicultura. In: Alimentación en axuicultura. J. Zool., 56:953 – 958.
- DIRECCION REGIONAL DE PESQUERIA DE LORETO. 1997,** Resumen de la situación de las piscigranjas del fundo Acarahuzú en la carretera a Zungarococha - Informe de coordinación.

- FONTENELE, O.** 1957. Hábitos de desova do piraricu, “ARAPAIMA GIGAS” (CUVIER) (Pises: Isospondyli, Arapaimidae) y evaluación de sus larvas. Publicado N° 153. Série I – C. Ministerio Viación y obras públicas.
- FONTENELE, O.** 1982. Contribuição para conhecimento de biología de pirarico *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativerio: (Actinoptrygii, Osterglossidae). DNOCS. Coletânea de trabalhos Técnicos. Série I – C.
- FUKUSHIMA, M; TRESIERRA, A. & CAMPOS, B.** 1975. Evaluación del paiche de un programa de investigación limmológica y pesquera en el lago Sauce (San Martín). Informe Científico Convenio. Ministerio de Pesquería - Universidad Nacional de Trujillo 34 p.
- HURTADO, J.** 1973. Aspectos biológicos – pesqueros del *Arapaima gigas* (cuvier, 1817) (Pisces:Arapaimadae) en el sistema de várzea (lagos de Tararpoto, el Correo y zonas aledañas) en el municipio de Puerto Nariño – Amazonas. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad del valla Colombia.
- HUET, M.** 1983. Tratado de piscicultura. Tercera edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrit-España. 100 p.
- IMBIRIBA, E. P.** 1994. Reprodução, larva e alevinonagem do pirarucú, *Arapaima gigas* (CUvier). Recomendações Básicas N° 26. Belém- Brasil. 21 p.

- IMBIRIBA, E.** et al. 1996. Criação d pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). Coleção. CRIAR N°2. Brasília. 92 p.
- IMBIRIBA, E. P.** 2001. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas* Kem cativerio. Acta Amazónica 31 (2): 299- 316 p.
- ITUASSÚ, D.** 2002. Exigencia proteica de juveniles de piraricu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1892). Dissertação em Biología tropical e recursos Naturais do convenio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mester em Ciências Biológicas, área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior. 46 p. Manaus – Brasil.
- KUBITZA, F.; LOUS, L; ONO, E.; VAZ, A.** 1999. Planejamento da Produção de peixes. 3ra. Edição. Rev. E ampl. Jundiaí: SP, Brasil 77 p.
- MAEDA, L. & HONCZARYK, A.** 1995. Características bioquímicas e nutricionais do ensilado biológico de pescado e sua avaliação em dietas para o “pirarucu”, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em cativo. Relatório Final. INPA. Manaus - AM.22 p.
- MENEZES, R. S. DE.** 1951. Notas biológicas e económicas sobre o pirarucú. Série Estudios técnicos N° 3. Ministerio de Agricultura. Ríó de Janeiro. Brasil. 152 p.

- PADILLA, P; ALDEA, M; ALCÁNTARA, F.** 2002. Adopción de paiche *Arapaima gigas*. Al alimento artificial. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). Libro de Resúmenes de la reunión de Limnología Neotropical “Neolimnos” 2.
- PÉREZ, T. O.** 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier 1829) en ambientes controlados. Tesis de Biólogo. UNAP. Iquitos – Perú. 61 p
- QUIROZ, S. S.** 2000. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. Tesis para optar el título de biólogo Pesquero- UNT. Trujillo- Perú. 63p.
- REBAZA, A. M.; ALCANTARA, B. F. & VALDIVIESO, G. M.** 1999. Manual de piscicultura del paiche *Arapaima gigas*. Edit. Manatí Gráfico S.A. Caracas – Venezuela. 72 p.
- REBAZA, M., F. ALCANTARA y M. VALDIVIESO.** 1999. Manual de Piscicultura del paiche (*Arapaima gigas* CUVIER). Secretaría Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) – IIAP – FAO. 35 p.
- REBAZA, M; REBAZA, C; DEZA, S.** 2003. Observaciones de la reproducción de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier) en ambientes controlados en le IIAP Ucayali. Seminario taller Internacional de Manejo de Paiche o piraricu. Iquitos – Perú. 111 – 123 p.

- REYES, A. W.** 1998. Cultivo de peces amazónicos. Revista peruana de Limnología y Acuicultura Continebtal. Año IV N° 01. Publicación especial APLAC N° 4 Trujillo- Perú. 62 p.
- RUIZ, A. A.** 2005. Influencia de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), criados en jaulas flotantes.
- SANCHEZ, J.** 1960. "El paiche" ( *Arapaima gigas*). Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Informe del servicio de Pesquería y Caza. Ministerio de Agricultura. Lima. 63 pp.
- SÁNCHEZ, R. J.** 1961. "El paiche" Aspectos de su historio natural, ecología y aprovechamiento. Servicio de Pesquería. Ministerio de Agricultura. 48 p.
- SANGUINO W., R. LUCERO, L. CEBALLOS Y J. NELSON** (1998) Evaluación del potencial de pirarucú (*Arapaima gigas*) a diferentes densidades de siembra en el Centro Experimental Amazónico (CEA) Mocoa, Departamento del Putumayo.
- SOUZA, R. & VAL, A.** 1990. O gigante das aguas doces. Ciencia Hoje. Vol.11 N°4.
- SOUZA, R & VAL, A.** 1990. Parámetros hematológicos (Série vermelha) de *Arapaima gigas* ( *Osteoglossidormes*) durante o primeiro ano de vida em cativeiro. Dissertçõ de Pesquería XI.

**TALBOT, C.** 1985. Laboratory methods in fish feeding and nutritional studies. In:  
Fish Energetics. New Perspectives. P. Tytler & Calow (Edit.) 125 – 154.

**TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA.** TCA. 1999. Manual de piscicultura  
del paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier). 9 – 71 p.

## X. RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la influencia de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas* (cuvier, 1 829) en ambientes controlados de la Estación Pesquera Ahuashiyacu. Se trabajó con 10 estanques de 300m<sup>2</sup> ubicados en la línea "B" en la Estación Pesquera Ahuashiyacu y con una profundidad de 1,5 m.

Se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos, tres repeticiones y un testigo de comparación (T<sub>1</sub>:1pez/11m<sup>2</sup>, T<sub>2</sub>:1pez/16m<sup>2</sup>, T<sub>3</sub>: 1pez/21m<sup>2</sup> y testigo: 1 pez/9m<sup>2</sup>), se sembró 210 paiches con una longitud y peso promedio de 75,4cm y 3,7 kg respectivamente. Se realizaron evaluaciones biométricas mensuales, obteniendo muestras superiores al 20% por unidad experimental reportando datos al final del experimento de longitud y peso promedio de 8.3Kg y 93.4 cm.

A 180 días de crianza, los resultados indican que sí existió diferencia significativa entre los tratamientos; siendo el tratamiento 03 de 1pez/21m<sup>2</sup> el que dio mejores resultados en comparación con el tratamiento 01 de 1pez/11m<sup>2</sup> que dio menor resultados.

**Palabras claves:** Juveniles de paiche, alimento extruido, densidad de siembra.

## XI. SUMMARY

This study had as purpose evaluate the influence of sowing density in the growth of juvenile of paiche *Arapaima gigas* (cuivir, 1829) in controlled environments of the Ahuashiyacu Fishing Station. We worked with 10 ponds of 300m<sup>2</sup> located on the line "B" on the Ahuashiyacu Fishing Station and with a depth of 1, 5 m.

A design was applied completely at random by three treatments and a witness group of comparison (T<sub>1</sub>:1pez/11m<sup>2</sup>, T<sub>2</sub>:1pez/16m<sup>2</sup>, T<sub>3</sub>: 1pez/21m<sup>2</sup>) and a witness group 1pez/ 9m<sup>2</sup> with three repetitions; 210 paiches were sowed with a length and average weight of 75,4 cm and 3,7 kg respectively. Biometric evaluations were performed monthly, obtaining samples over 20% for experimental unit, reporting information at the end of the experiments length and average weight of 8, 3 kg and 93.4 cm.

At 180 days of rearing, the results indicate that have existed significant differences between treatments, being 03<sup>rd</sup> treatment of 1pez/ 21m<sup>2</sup> which gave better results compared with 1<sup>st</sup> treatment of 1pez/ 11m<sup>2</sup> which gave lower results.

**Key words:** Paiche youth, extruded feed, density of seed



**ANEXO**

**Cuadro N° 25:** Peso promedio de los diferentes muestreos.

Muestreos \ Tratamientos	Inicial	1	2	3	4	5	6
T1	3,6	4,0	4,9	5,6	6,2	7,0	7,8
T2	3,7	4,4	5,5	6,3	7,2	7,9	8,7
T3	3,8	4,6	5,5	6,1	7,5	8,3	9,2
TESTIGO	3,8	4,1	4,5	5,7	6,2	6,9	7,5

**Cuadro N° 26:** Longitud promedio de los diferentes muestreos.

Muestreos \ Tratamientos	Inicial	1	2	3	4	5	6
T1	74,5	76,8	82,8	83,3	86,5	87,2	92,2
T2	75,6	78,0	84,0	88,2	89,0	94,5	93,6
T3	75,8	84,0	84,0	84,0	90,2	93,6	95,6
TESTIGO	75,1	76,6	78,9	84,4	90,9	92,2	92,2

Fotos N° 01: Preparación del estanque.



Fotos N° 02: Siembra de los peces.



Fotos N° 03: Muestreo biométrico.



Fotos N° 04: Alimentación de los peces.

