Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

Influencia del alimento extruido en el crecimiento de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) utilizando diferentes tasas de alimentación, bajo sistema de cultivo en jaulas flotantes.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Carlos Fernando García Córdova

TARAPOTO – PERÚ

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ÁREA PECUARIA

TESIS

Influencia del alimento extruido en el crecimiento de alevinos de paiche (*arapaima gigas*) utilizando diferentes tasas de alimentación, bajo sistema de cultivo en jaulas flotantes.

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Carlos Fernando García Córdova

MIEMBROS DEL JURADO

Ing. M.Sc. César E. Chappa Santa María
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
SECRETARIO

Ing. Roberto E. Roque Alcarraz
MIEMBRO

Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por prestarme la vida y alegría, oportunidad que aproveché para concluir mis estudios universitarios.

A mis queridos y adorados padres **Carlos García** y **Leandra Córdova**, a mi adorado hermano **Boris García**; ellos hicieron realidad mis anhelados sueños para concluir el presente trabajo de investigación.

A mí adorada Novia **Bertha**, por su apoyo incondicional en las diferentes etapas de desarrollo de la tesis.

AGRADECIMIENTO

- A mi tío **Lic. M.Sc. MANUEL CÓRDOVA ZAMORA,** Docente Principal de la Pontificia Universidad Católica del Perú y esposa **Lic. M.Sc. CELESTINA PEÑA QUIÑONEZ**, Docente principal de la Universidad Nacional De Ingeniería; por su orientación y apoyo económico en todo el desarrollo de la tesis.

- Al Director Regional de Producción, Región San Martín, **Ing. Pesq. ÁNGEL LÓPEZ MALAVERRY,** por brindarme todas las facilidades y el apoyo logístico para desarrollar la tesis.

- Al **Blgo. Pesq. GILBERTO SIFUENTES ARANDA**, quien motivó la idea de realizar este trabajo de investigación.

- Al **Blgo. Pesq. VICTOR ATAHUALPA PÉREZ QUEVEDO JORDAN,** Jefe de la Estación Pesquera Ahuashiyacu por su apoyo en las gestiones para que me prestaran todo el apoyo logístico.

- Al **Blgo. M.Sc. GILBERTO ASCON DIONICIO,** Docente Asociado de la Facultad de educación y Humanidades, por su orientación técnica y profesional.

- 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.

- 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

		Págs.
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
	3.1. Reseña histórica de la piscicultura	4
	3.2. Técnicas de crianza en piscigranjas	5
	3.2.1. Sistemas de crianza	5
	3.2.2. Sistema de cultivo de peces	6
	3.3. Generalidades del paiche.	7
	3.3.1. Sistemática	8
	3.3.2. Distribución geográfica	9
	3.3.2.1. Hábitat	9
	3.3.3. Hábitos alimenticios	10
	3.3.3.1. Nutrición y alimentación del paiche en piscigranjas	11
	3.3.4. Aspectos reproductivos	14
	3.3.4.1. Comportamiento reproductivo en ambientes naturales	14
	3.3.5. Aspectos sanitarios	15
	3.3.5.1. Características de un alevino sano	15
	3.3.5.2. Características de un alevino enfermo	16
	3.3.5.3. Prevención de enfermedades	16
	3.3.5.4. Tratamiento de enfermedades	17

3.4. rianza del paiche en piscigranjas 19

3.5. rianza del paiche en jaulas flotantes 21

3.6. Experiencias de crianza de paiche 23

3.7. Alimento extruido 27

3.7.1. Importancia del alimento extruido 27

3.7.1.1. Características físicas del alimento extruido 28

3.7.1.2. Ingredientes del alimento extruido 28

3.7.1.3. Aporte nutricional del alimento 29

IV. MATERIALES Y MÉTODOS 30

4.1. Materiales 30

4.1.1. Materiales para crianza de peces 30

4.1.2. Materiales de laboratorio 30

4.1.3. Insumos 30

4.1.4. omponente biológicos 31

4.2. Metodología 31

4.2.1. ón del experimento 31

4.2.1.1 características generales del área en estudio 31

4.2.2. ondiciones climáticas 32

4.2.3. terísticas del experimento 32

A. Análisis físicos y químicos del agua 33

B. Muestreos biométricos 33

C. Procedencia de los peces 34

D. Construcción de jaulas flotantes 34

E. Unidades experimentales 35

F. Siembra de alevinos 35

G. Alimentación de alevinos 35

4.2.4. Diseño experimental 36

4.2.4.1. Estadística no paramétrica 36

4.2.4.2. Componentes en estudio 37

4.2.5. Parámetros registrados 38

A. Tasa de crecimiento específico (TCE) 38

B. Conversión alimenticia (CA) 39

C. Tasa de sobrevivencia (TS) 39

D. Análisis económico 39

V. RESULTADOS 40

VI. DISCUSIONES 53

6.1. Parámetros de crecimiento 53

6.2. Conversión alimenticia 56

6.3. Sobrevivencia 57

6.4. Características físico químicos del agua 57

6.5. Costos 58

VII. CONCLUSIONES 59

VIII. RECOMENDACIONES 61

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62

X. RESUMEN 68

XI. SUMMARY 69

ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, es uno de los países amazónicos privilegiados por presentar un gran potencial hidrográfico de agua dulce almacenada en grandes cuerpos de aguas como lagos, lagunas, estanques y represas que no son utilizados adecuadamente para el cultivo de peces.

Este potencial hídrico lo presentan las regiones amazónicas de San Martín, Ucayali y Loreto conocida en el mundo como una de las mayores fuentes hidrográficas, sin embargo, en términos de acuicultura se encuentran en su fase inicial de producción, teniendo como especies principales de cultivo: gamitana, paco, boquichico, doncella y paiche en menor escala.

Durante los últimos años la piscicultura ha tenido un desarrollo acelerado en la Amazonía Peruana, debido fundamentalmente a los avances obtenidos en el proceso de producción de semilla "alevinos" **(Reyes, 1998)** citado por **(Ramírez, 2002).**

Actualmente la Piscicultura es practicada en 98% en estanques y un 2% de cultivo de peces en jaulas flotantes relacionadas a pocas experiencias o trabajos de investigación.

Estudios realizados en otros países demuestran que es posible maximizar los rendimientos mediante el cultivo de peces en Jaulas, ya que nos permite un mejor aprovechamiento de las áreas de grandes ambientes principalmente de cuerpos de

agua lénticos e incluso en estanques; siendo una de las formas mas intensivas actualmente practicadas, volviéndose populares debido a su fácil manejo, exigiendo menor y rápido retorno de la inversión.

En la piscicultura el uso del alimento era del tipo peletizado, debido que esto es el que más se ha difundido en nuestra región amazónica peruana, debido a su fácil producción, que si se compara con el alimento extruido este requiere mayor tecnología para su procesamiento. Sin embargo el alimento extruido posee grandes ventajas, entre ellas: el permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, presentar mayor durabilidad de almacenamiento; 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 se puede verificar que los peces lo están consumiendo y este no se pierde en el fondo del estanque **(De la Higuera, 1973).**

Se considera que el uso de jaulas pequeñas como se plantea en la presente investigación, es una buena opción para la crianza de “paiche” en la fase de pre-engorde y engorde. Asimismo, experiencias de cultivo en jaulas ubicadas en estanques han demostrado que estas son capaces de soportar aproximadamente 29 Kg de carne de paiche/m^3, con individuos de hasta 10 Kg en un año de cultivo, equivalente a 10,000 kg/ha/año **(Rebaza *et al*., 1999)**

II. OBJETIVOS

1. Determinar la influencia del alimento extruido en el crecimiento de alevinos de "paiches" *Arapaima gigas* utilizando diferentes tasas de alimentación, bajo sistema de cultivo en jaulas flotantes.

2. Realizar el análisis económico del estudio y la viabilidad funcional de las jaulas flotantes construido con caña de bambú.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
TARAPOTO

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA PISCICULTURA

Muchos autores han coincidido en que el origen de la piscicultura es muy remota, (**Bardaach, 1990),** hace referencia que en un friso de una tumba egipcia, fechado 2500 años a.c., se ilustra la cosecha de Tilapia y sugiere que debe haber sido obra de cultivadores.

Existen referencias de prácticas de cultivo de peces en la **antigua China**, **Egipto**, **Babilonia**, **Grecia**, **Roma** y otras culturas euroasiáticas y americanas. Las referencias más antiguas datan en torno al año 3500 a.c. en la antigua China debido a que ya existían leyes de protección frente a los ladrones de pescado **(Ramírez, 2002).**

La piscicultura en el Perú se inició en 1910, con la introducción de la Tilapia rendalli por la UNA – La Molina, desde Cuba y se dan las primeras investigaciones con resultados favorables de aclimatación. **(Álvaro *et al.*, 1993)** citado por **(Ramírez, 2002).**

Según **(Moscoso, 2001 y Castillo, 2001),** mencionan que la piscicultura en la Región San Martín se inicia en 1962 con la introducción de la Tilapia rendalli procedente del Brasil por la Dirección General de Caza y Pesca del Ministerio de Fomento y Agricultura al lago Sauce como forraje para el “paiche o pirarucu” *Arapaima gigas*, no obteniéndose un cultivo exitoso. En 1979 recién ingresan

otras variedades de tilapia: *Oreocromis niloticus*, *Oreocromis hornorum* y *Oreocromis mossambicus* por instituciones como el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), con fines de investigación y cultivo en la zonas de selva alta produciéndose una rápida adaptación a la zona; es a partir de esta fecha en que se inicia un serio desarrollo con las tilapias.

3.2. TÉCNICAS DE CRIANZA EN PISCIGRANJAS

3.2.1. Sistema de crianza de peces.

ASCÓN (2005), manifiesta que los sistemas de crianza de peces son:

a) **Monocultivo.-** Consiste en la crianza de una sola especie como: *Oreocromis niloticus* (Tilapia nilótica), *Colossoma macropomum* (Gamitana), *Prochilodun nigricans* (Boquichico), *Arapaima gigas* (Paiche), etc. Representa como ventaja una mejor adecuación de las instalaciones y de las técnicas de cultivo a la especie así como una menor posibilidad de enfermedades. Como desventaja presenta una utilización parcial de alimentos naturales del estanque.

b) **Policultivo.-** Es la crianza de dos o más especies diferentes, con hábitos alimentarios diversos en un mismo estanque, trayendo consigo un mejor aprovechamiento de los alimentos naturales disponibles y como consecuencia una mayor productividad, asimismo el aprovechamiento de toda la columna de agua del estanque, en este tipo de cultivo es necesario tener en cuenta cual

es la especie principal y cual la secundaria así como estimar cual es la densidad de carga.

3.2.2. Sistema de cultivo de peces

Las formas por las cuales se procede a la crianza o cultivo de organismos acuáticos se denomina sistemas de cultivo. De acuerdo con la intensidad de uso, mecanización y de las técnicas y cuidados aplicados, de acuerdo a lo manifestado por **Ascón (2005),** los clasifica en cuatro tipos:

a) **Piscicultura Extensiva.-** Consiste en el aprovechamiento de un medio natural donde las posibilidades de control por el hombre son mínimas, aquí los peces se alimentan del alimento natural normalmente escaso debido a la falta de fertilización del agua.

b) **Piscicultura Semintensiva.-** Exige control sobre el abastecimiento y drenaje del estanque, principalmente se hace uso controlado de fertilización, el alimento complementario es proporcionado a organismos en cultivo tales como restos de cultivos agrícolas, harina de maíz, de soya y alimentos preparados de manera regular o irregular.

c) **Piscicultura Intensiva.-** Implica el uso de alimentos balanceados suplementarios (extruidos o paletizados) principalmente a base de insumos regionales, además de la renovación o aireación del agua del estanque; es decir implica un control total.

d) **Piscicultura Superintensiva.-** Este sistema está aplicado al cultivo en jaulas y estanques de concreto en las cuales se usa una gran renovación de agua, aquí la productividad por unidad de área es alta.

En cada uno de estos sistemas mencionados se pueden cultivar peces tanto en monocultivo como en policultivo.

3.3. GENERALIDADES DEL "PAICHE"

El paiche, también conocido como "pirarucú" en Brasil, "warapaima" en Colombia y "arapaima" o "de-chi" en Guyana, **(Rebaza *et al*., 1999; Chu-Koo, 2006)** habita en lagos y ríos con temperaturas entre 24 y 31 ºC. y se distribuye en la cuenca amazónica, particularmente en países como Perú, Brasil, Colombia, Bolivia y Guayana.

El "paiche", es un recurso pesquero tradicional y popular en la cuenca amazónica, y de gran importancia económica debido a la calidad y cantidad de su carne. Científicamente es de gran interés por ser una especie primitiva única en su género.

Es considerado como uno de los peces más grandes de agua dulce, alcanzando en estado adulto la longitud de 3 metros y pesos superiores a los 300 kg. **(Rebaza *et al.*, 1999).**

3.3.1. Sistemática

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 nombre genérico ha sido tomado del vernacular "arapaima" y el específico "gigas", que significa gigante, en alusión a su gran tamaño. **(Sánchez, 1969).**

3.3.2. Distribución geográfica

El paiche se encuentra en toda la cuenca del Amazonas y también otros ríos comprendidos desde Guyana hasta Bahía en el Brasil.

En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañón, Pastaza y Ucayali, con abundancia en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria **(Rebaza *et al*., 1999).**

3.3.2.1. Hábitat

Vive en las cochas y ríos de poca corriente, particularmente de aguas negras, pero los lagos de tercer orden de tipo eutrófico, conocidos por los lugareños como cochas, son sus lugares preferidos.

No tiene especiales exigencias en lo referente a la química y la intensidad de sedimentación del agua **(Kubitza *et al*., 1999)** citado por **Cavero (2003);** pero exige como lugar para vivir 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. El tenor de oxígeno disuelto en el agua de las cochas es sensiblemente bajo, debido a la temperatura elevada, abundancia de organismos vivos, presencia de gases provenientes de la descomposición de

materia orgánica, y falta de movimiento por circulación u oleaje. Sin embargo los peces de estos lugares muestran una perfecta adaptación a tales condiciones y especialmente el paiche por poseer doble respiración **(Rebaza *et al*., 1999).**

3.3.3. Hábitos alimenticios

A pesar del gran potencial que tiene el paiche para su explotación comercial, hasta ahora no se tiene mucho conocimiento de los hábitos alimenticios y de sus requerimientos nutricionales. Se conoce que el paiche es un pez carnívoro, y en ambientes naturales se alimenta de otros peces pequeños (bujurqui, boquichico, guppi, mojarras, etc.). Por sus características fisiológicas, está obligado a respirar aire atmosférico cada 20 min aproximadamente **(Bard e Imbiriba, 1986).**

Suele comer peces de los géneros *Prochilodus*, los cuales son sus preferidos, En cautiverio acepta peces vivos o muertos, enteros o en trozos, vísceras de pescado, embriones de pollo, que mueren durante el periodo de incubación artificial, ensilado biológico de peces y alimento artificial previa adaptación **(Rebaza *et al.*, 1999).**

Captura su presa mediante una fuerte succión con la boca, produciendo un chasquido y brusco movimiento de la cabeza, acompañado muchas veces de un coletazo. Las formaciones óseas de la boca, indican que estruja la presa matándola antes de tragarla. El paiche, como la gran mayoría de peces de agua dulce, procura

alimentarse en el atardecer o amanecer; durante el día cuando el calor es intenso, se mete debajo de la vegetación acuática en busca de cualquier sombra para huir de los fuertes rayos solares, manteniéndose quieto en el fondo del agua, emergiendo algunas veces para tomar aire **(Rebaza *et al.*, 1999).**

El paiche se alimenta de peces, calificándolo como carnívoro moderado, y que acepta el alimento balanceado, previa adaptación.

El paiche, a diferencia de otras especies omnívoras y herbívoras, son menos exigentes en sus requerimientos de proteína y aprovechan mejor una variedad mayor de alimentos de origen tanto vegetal como animal; los carnívoros (ictiófagos) requieren mayor contenido de proteínas en cautiverio y no aprovechan bien los alimentos de origen vegetal **(Sandoval *et al.*, 2007).**

3.3.3.1. Nutrición y alimentación del "paiche" en piscigranjas.

El régimen carnívoro del paiche podría considerarse una de las dificultades de su cultivo, pero en ambientes controlados es una especie que se adapta muy bien al alimento artificial (peletizado y extruido) **(Fontenele, 1948).**

Bard & Imbiriba (1986), reportan que otra alternativa de alimentación del Paiche en condiciones de cultivo es la ración peletizada, donde se debe tener en cuenta la fase de adaptación del alevino, debido que en ella el aparato digestivo del paiche esta en transición de planctívoro a carnívoro.

Se recomienda practicar el sistema de cultivo con peces forraje (**pez presa**), que consiste en favorecer el desarrollo de peces que tienen alto poder reproductivo, rápido crecimiento y bajo valor comercial, que son alimento para el paiche (**pez predador**). El bujurqui, la mojarra, son buenos peces como forraje. En San Martín, se puede usar, adicionalmente, tilapia, pues en la Región el cultivo de esta especie no está prohibido. En este sistema, la intervención del productor se da a través de la fertilización del estanque, para mejorar la productividad natural, reduciéndose significativamente los costos de alimentación **(Guerra *et al.,* 2002).**

Cuadro N° 01: Requerimientos nutricionales de los peces

Nutrientes	Bagre de canal	Carpa común	Tilapia
Energía base (Kcal ED/kg dieta)	3000	3200	3000
Proteína cruda (digestible), %	32 (28)	35 (30.5)	32 (28)
AMINOÁCIDOS			
Arginina, %	1.20	1.31	1.18
Histidina, %	0.42	0.64	0.48
Isoleucina, %	0.73	0.76	0.87
Leucina, %	0.98	1.00	0.95
Lisina, %	1.43	1.74	1.43
Metionina + Cistina, %	0.64	0.94	0.90
Fenilalanina + Tirosina, %	1.40	1.98	1.55
Treonina, %	0.56	1.19	1.05
Triptofano, %	0.14	0.24	0.28
Valina, %	0.84	1.10	0.78
n-3 ácidos grasos, %	0.5-1	1.00	-
n-6 ácidos grasos, %	-	1.00	0.5-1
MACROMINERALES			
Calcio, %	-	-	r
Cloro, %	-	-	nt
Magnesio, %	0.04	0.05	0.06
Fósforo, %	0.45	0.60	0.50
Potasio, %	r	nt	nt
Sodio, %	r	nt	nt
MICROMINERALES			
Cobre, mg/kg	5.00	3.00	r
Iodo, mg/kg	1.1e	nt	nt
Hierro, mg/kg	30	150	nt
Manganeso, mg/kg	2.40	13	r
Zinc, mg/kg	20	30	20
Selenio, mg/kg	0.25	nt	nt
VITAMINAS LIPOSOLUBLES			
A, UI/kg	1000-2000	4000	nt
D, UI/kg	500	nt	nt
E, UI/kg	50	100	50
K, UI/kg	r	nt	nt
VITAMINAS HIDROSOLUBLES			
Riboflavina, mg/kg	9.00	7.00	6.00
Acido pantotenico, mg/kg	15	30	10
Niacina, mg/kg	14	28	nt
Vitamina B12, mg/kg	r	nr	nr
Colina, mg/kg	400	500	nt
Biotina, mg/kg	R	1.00	nt
Folatos, mg/kg	1.50	nr	nt
Tiamina, mg/kg	1.00	0.50	nt
Vitamina B6, mg/kg	3.00	6nt	-
Mioinositol, mg/kg	nr	440	nt
Vitamina C, mg/kg	25-50	R	50

Fuente: (Ramírez, 2002)

3.3.4. Aspectos reproductivos

El “paiche” es una especie heterosexual, sin dimorfismo sexual y con fecundación externa, y se aclimata con facilidad en los ambientes artificiales, tanto en grandes embalses o en pequeños estanques en donde se reproduce naturalmente **(Guerra *et al.,* 2002).**

3.3.4.1. Comportamiento Reproductivo en Ambientes Naturales

En la cuenca amazónica a partir de noviembre, cuando las primeras lluvias elevan el caudal de los ríos y cochas, busca los lugares de agua limpia para preparar su nido. Durante este período el pez busca los puntos menos frecuentados por los lagartos y pirañas, enemigos de su prole. En esos lugares, con un metro y medio de profundidad, es donde la pareja realiza un cortejo nupcial con un intenso alboroto, unas veces asomándose a tomar aire y luego sumergiendo el cuerpo y emitiendo sonidos semejantes a la voz humana. Al igual que en otras especies de escamas, el “paiche” adquiere una coloración más intensa, presentando el carmesí de las escamas más brillante y el rojo se presenta en tonos más pronunciados, cubriendo puntos donde no había vestigios de ese color, como sucede con la parte inferior de la mandíbula **(Guerra *et al.,* 2002).**

3.3.5. Aspectos sanitarios

No todos lo peces mueren por agentes patógenos. Factores ambientales y carenciales causan tantas o más muertes que las propias enfermedades; por lo que se requiere tomar medidas preventivas, como la referida a la buena calidad del agua, alimentos sanos, manipuleo mínimo y tratamiento oportuno de enfermedades. **(Guerra *et al*., 2002).**

3.3.5.1. Características de un alevino de paiche sano

(Guerra *et al*., 2002), manifiesta las siguientes características de un alevino de paiche sano:

- Buenos reflejos y desplazamiento ágil dentro del agua.
- Reacción del giro de los ojos, cuando esta nadando o fuera del agua.
- Aleta caudal en posición vertical.
- Formación y desplazamiento en cardumen
- Coloración del cuerpo uniforme, brillante sin manchas ni ulceras.
- Aletas sin erosiones y enteras
- Atrapan con rapidez, cualquier tipo de alimento que se le ofrece.

3.3.5.2. Características de un alevino de paiche enfermo.

(Guerra *et al*., 2002), manifiesta las siguientes características de un alevino de paiche enfermo:

- Desplazamiento lento, sin dirección definida.
- Aislamiento del cardumen y desplazamiento en la superficie del agua.
- Reflejos lentos o carencia de ellos ante estímulos externos.
- Piel con color más oscuro que los demás, con ulceraciones y presencia de puntos blancos.
- Perdida del apetito y rechazo del alimento.
- Ojos opacos, blanquecinos y salientes.
- Frotaciones del cuerpo en las paredes o fondo de tanque, artesa, acuario o estanque.

3.3.5.3. Prevención de enfermedades.

(Guerra *et al*., 2002), manifiesta las siguientes consideraciones a tener en cuenta para prevenir las enfermedades en "paiches" y otras especies acuáticas:

a) **Agua de buena calidad.-** La mayor parte de enfermedades llegan con el agua, por lo que la primera recomendación es mantener la calidad del agua en

buenas condiciones. Esto se logra cuidando la fuente de ingreso, mejor si se usan filtros físicos. Dentro de recipiente de cría (tanques, artesas o acuarios), tener cuidado de los residuos del alimento no consumido y de las excretas de los peces, que se acumulan en el fondo. Eliminarlos diariamente mediante el sifoneo con manguera y recambiar el agua.

b) **Alimentos sanos.-** La calidad del alimento debe ser adecuada y garantizada, por lo que se recomienda la producción en el propio predio del productor. Evitar en lo posible comprar peces vivos de dudosa procedencia. Si se suministra alimento balanceado, este debe guardarse en lugares frescos, sin exceso de humedad.

3.3.5.4. Tratamiento de enfermedades.

Antes de iniciar cualquier tratamiento, es necesario hacer una observación directa al pez enfermo o en lo posible, hacer un examen para determinar las causas que están originando la enfermedad. Sólo después del diagnóstico, recomendar el tratamiento, que puede ser externo o también sistemático.

a) **Tratamiento externo**

- Inmersión: Baños breves de segundos hasta 5 minutos. Esta destinado al control de parásitos externos.

- Corta duración: Baños hasta de una hora, también destinada al control de parásitos externos.
- Larga duración ó indefinidos: Baños de una hora a varios días. Controla parásitos externos, hongos y bacterias.
- Tópica: Aplicación directa en la zona afectada, para el Control de hongos y bacterias.

b) Tratamiento sistemático.

- Con la alimentación: Tratamiento interno por vía oral; control de parásitos internos y bacterias
- Inyección: Tratamiento interno por vía intramuscular o intraparenteral para el control de bacterias.

Cuadro N° 02: Productos más comunes empleados en el tratamiento de enfermedades

PRODUCTO	PARÁSITO	DOSIS	DURACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Acriflavina	Trichodinas Bacterias	2.4 mg/l 1.2 mg/l	8 horas 11 horas	Baño Baño
Formól 40% ó formaldehifo	Ichthyophthirius Microsporidia Dactylogyrus	0.25 ml/l 0.03 ml/l 167-250mg/l	20 min 5 horas 1 hora	Baño Baño Baño
Dipterex 80	Dactylogyrus Lerneas	0.4 mg/l 0.7 ng/l	24 horas 15 días	Baño Baño
Masolen, Neguvon	Gyrodactylos	1%	2-3 minutos	Baño
Sal común	Trichodinas	15 g/l	5 minutos	Baño
Verde de malaquita	Hongos Trichodinas	0.15 mg/l 1 mg/l	24 horas 1 hora	Baño Baño
Verde de malaquita con formol 40%	Hongos Trichodinas	0.1 mg/l 15 ml/l	3-5 días/ 4 horas día	Baños con cambio de agua
Oxitetracilina Acriflavina, sal común	Bacteria Hongos	250 mg/20l (ox) 1 ml/2 l (Acri) 2 g/l sal	3-5 días	Baños

Fuente: (Guerra *et al*., 2002).

3.4. CRIANZA DEL "PAICHE" EN PISCIGRANJAS

A pesar que el paiche tiene régimen alimenticio carnívoro, presenta características propias, que la convierten en una especie promisoria para la piscicultura, tales como: su alta resistencia al manipuleo, fácil adaptabilidad a su crianza en cautiverio y al alimento balanceado, su rápido crecimiento alcanzando 10 Kg en el primer año de crianza mientras con ganadería se llega a producir no más de 200 kg ha^{-1} $año^{-1}$ **(Rebaza *et al.*, 1999)**; no presentar exigencias ambientales en cuanto a niveles de oxígeno disuelto, no presenta canibalismo, la excelente calidad de su carne por no presentar espinas intramusculares, alcanzando alto valor comercial en el mercado local, regional, nacional e internacional debido a su gran demanda **(Sánchez, 1961; Fontenele, 1942; Bard & Imbiriba, 1985).**

En la piscicultura del Paiche se presentan dos dificultades: la diferenciación de sexos a través de caracteres externos y de su régimen carnívoro, sin embargo estas dificultades pueden ser fácilmente manejadas. En la crianza intensiva de Paiche no se requiere gran números de alevinos (máximo 2000 peces/ha). Por otro lado su régimen carnívoro de la especie puede ser solucionado según el método de crianza **(Bard & Imbiriba, 1985),** a través de la asociación con animales domésticos, es posible el aprovechamiento de las excretas como fertilizante para el aumento de las poblaciones de peces forrajeros como la tilapia y el bujurqui **(Alcántara & Guerra, 1992; Palmira *et al.*, 2002)** y que luego servirá como alimento para el Paiche, siendo más ventajoso criarlos en el

mismo estanque al pes forrajero y al Paiche. Otra forma de alimentación es la utilización de alimento artificial extruido **(Rebaza *et al*., 2000).**

Sin embargo **Cavero (2002),** manifiesta que la crianza de Paiche en asociación con peces forrajeros no favorece la siembra de altas densidades de Paiche debido a la insuficiencia de la biomasa de peces forrajeros como fuente de alimentación. Es por eso que surge como otra alternativa de producción intensiva la crianza en jaulas flotantes y el uso de raciones balanceadas.

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, no consumen adecuadamente alimentos artificiales. Su crianza en diversas estaciones de piscicultura ha revelado que se trata de un animal con gran potencial de cultivo. **Sousa & Val (1990).**

El Paiche Según **Alcántara *et al*., (2001),** presenta todas las características de un buen pez para cultivo tanto en estanques como en jaulas flotantes, es resistente al manipuleo, resistente a las enfermedades; tiene rápido crecimiento, alcanzando hasta 10 Kg por año; se reproduce naturalmente en los estanques de tierra lo que facilita conseguir la semilla para cultivarlo; a pesar de su régimen carnívoro es un pez que se adapta fácilmente al alimento artificial.

Y**, Bard *et al*., (1975),** menciona que el Paiche tiene gran potencial para la piscicultura.

3.5. CRIANZA DEL PAICHE EN JAULAS FLOTANTES

El cultivo de peces en jaulas es un método de producción de peces en recipientes cerrados en el fondo y en todos sus lados, construidos de materiales que mantienen los peces en el interior de los recipientes, mientras que permite el recambio de agua y la remoción de desperdicios al agua que los rodea. Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas. Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo de un cuerpo de agua.

Las jaulas se construyen con paño de nylon de ½ pulgada de malla estirada, hilo n° 9, de color marrón, montadas sobre un armazón de tubo de PVC de 1" de diámetro (para alevinos de paiche). Se puede usar también armazón de madera, obviamente el tiempo de duración será menor **(Guerra *et al*., 2002).**

Las dimensiones de las jaulas son variadas, siendo las más usadas de 1.00 X 2.00 X 1.2 m para la crianza de alevinos de "paiche"; van sujetas al fondo con fijadores que pueden ser palos redondos u otros materiales. La cara superior de la jaula lleva una tapa de la misma malla **(Guerra *et al*., 2002).**

Por otro lado; **kubitza *et al*., (1999),** manifiesta que las jaulas rectangulares y cúbicas promueven un mejor intercambio de agua que en el caso de jaulas cilíndricas.

La respiración aérea del Paiche es una característica fisiológica que facilita su cultivo en jaulas flotantes, principalmente por la baja demanda de oxígeno en el agua, lo cual no es frecuente en peces con respiración branquial **(Kubitza *et al*., 1999)** citado por **(Cavero, 2002).**

(Tello *et al*., 2006), realizaron un análisis económico de la crianza de paiche en jaulas flotantes en la laguna de Imiría, Ucayali; el análisis se realizo a partir de la crianza de paiche en jaulas flotantes de 240 m^3, a densidades de siembra de 2, 3, 4 y 5 peces m^{-3}, alimentados con una dieta mixta compuesta por alimento extruido (40 y 30% de proteína bruta) durante los primeros cinco meses, y por una combinación de peces y alimento extruido, durante los siete meses restantes. De acuerdo con **(Tello *et al*., 2006),** los niveles de producción se ubicaron entre 12 y 16 Kg/m^{-3}/año; asimismo estos investigadores manifiestan que los costos de producción se ubicaron entre US$ 1.60 (3 peces m^{-3}) y los más altos a la densidad de 5 peces m^{-3}, concluyendo que los costos de producción por kilogramo, en el lago Imiría fue de US$ 4.00 y puesto en la ciudad de Pucallpa, de US$ 4.57.

3.6. EXPERIENCIAS DE CRIANZA DE PAICHE

Souza & Val (1991), dicen que el crecimiento o ganancia de peso del Paiche en cautiverio pueden ser comprobados de una semana a otra. Mientras que, **Pauly (1979),** señala que el crecimiento de un pez que respira aire de la atmósfera es muy rápido en los primeros años de su crecimiento y **Wosnitza – Mendo (1984),** reportaron que la longitud promedio del Paiche en el primer año de vida es de 80 cm, longitud que se encuentra dentro del rango de longitudes tomadas durante el experimento.

(Sanguino *et al*., 1998), experimentó la crianza de paiche con ejemplares de 172,97 gr y una longitud total de 30.45 cm en promedio. Se suministró peces forrajeros (alevinos de tilapia), a una tasa de 10% de la biomasa, y llego a estimar una producción de 12 900 kilos ha^{-1} $año^{-1}$, para una densidad de 1 pez por cada 12 m^2.

Asimismo, **(Rebaza *et al*., 1999),** citado por **Chu-Koo (2006),** en un sistema semi-intensivo trabajo con una densidad de 1 pez por 50 m^2, logrando una producción de 1360 kg ha^{-1} $año^{-1}$; mientras que en nivel intensivo, **Pereira-Filho (2002),** citado por **Chu-Koo (2006),** trabajo con una densidad de 0.7 peces m^2, logrando un peso final de 5.3 kg en 10 meses de crianza.

(Scorvo *et al*., 2004), Crió en un tanque de 186 m^3, dividido en compartimientos de 30 m^3, con sistema de circulación cerrada, 89 individuos de paiche, con un peso inicial promedio de 134.04 g y una longitud inicial promedio de 26.53 cm, durante 16 meses a una densidad de 0.96 peces m^{-3} y

alimentados con alimentos extruidos (40% proteína cruda); logrando obtener un peso promedio de 7 917 g y una longitud promedio de 96.78 cm.

En otras investigaciones como la de **Maeda & Honczaryk (1995),** reportan los siguientes resultados en cuanto a 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 premezcla de vitaminas y minerales.

Por otro lado **(Chu-Koo *et al*., 2006),** en un trabajo de investigación cuyo objetivo principal era determinar la tasa de alimentación óptima para juveniles de Paiche alimentados con peces forrajes, determinaron que el Paiche alimentado, ya sea con 2.5%, 5.0% y 7.5% crece en forma similar y se puede obtener rendimientos productivos satisfactorios.

En resultados de investigación realizado por **Aldea (2002),** Utilizando jaulas flotantes para el cultivo de "Paiche" Arapaima gigas, utilizando 3 dietas artificiales diferentes, encontró diferencias significativas en sus resultados. Obteniendo resultados en peso de 2720,25 g para el T_1, 2557,79 para el T_2 y 1480,88 para el T_3, utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. En este mismo experimento se evaluó el rendimiento de paiche *Arapaima gigas*, alimentado con dietas artificiales con tres niveles de proteína bruta (45%, 50% y 55%), en jaulas flotantes. El experimento tuvo dos fases: Fase de adaptación de los peces al alimento

artificial, con una duración de dos meses y fase de cultivo, con una duración de seis meses. Para evaluar el crecimiento de los peces se trabajó con una matriz de tres tratamientos y tres repeticiones cada tratamiento. Los resultados indican que existe diferencia significativa en peso entre tratamientos; siendo el tratamiento con el 50 % el que presentó las mejores condiciones con un índice de conversión alimenticia de 4.27, una tasa específica de crecimiento de 1.38 y un factor de condición de 0.97 mejor que los demás tratamientos.

Mientras que **(Palmira *et al*., 2002),** En un experimento el objetivo principal fue evaluar el efecto de tres tasas de alimentación: 6, 8 y 10% de la biomasa, en el rendimiento de alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con una dieta artificial peletizada con 50% de proteína bruta. Fueron utilizados jaulas de 2.4 m^3 (2x1.2x1m), en cada jaula se colocaron cinco peces con longitud y peso promedios de 25.80cm y 119.05g respectivamente; el experimento tuvo una duración de seis meses durante los cuales los peces fueron alimentados tres veces al día, al final de experimento los peces alcanzaron longitudes y pesos promedios de: 61.32cm, 2,105,00g; 62.46cm, 2,263.00g y 61.10cm, 2,163,00g respectivamente. Fue utilizado un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones para cada uno. Los resultados finales indican que no existe diferencia significativa en longitud ni en peso entre los tratamientos; siendo el tratamiento T1 (6%) presentó mejores condiciones aparentes, demostrando un índice de conversión alimenticia de 3:1 y un factor de condición de 0.97. Los parámetros físico/químicos del agua estuvieron dentro de los rangos satisfactorios para el cultivo de esta especie.

En otro trabajo de investigación **(Del Risco Orbe *et al*., 2007),** tuvo la finalidad de determinar el efecto del alimento extruido con tres niveles de proteína (35, 40 y 45%) en el crecimiento de alevinos de paiche en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP – Quistococha. El estudio se realizó durante los meses de Agosto del 2005 a Enero del 2006 con una duración de 104 días, utilizándose 45 alevinos de paiche (86.84 cm ± 15.73 g). Se utilizaron tres dietas estusadas (tratamientos) por triplicado con diferente nivel de proteína. 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 revelaron que existió diferencias significativas entre los tratamientos, siendo que los peces sometidos al T_1 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).

Mientras que **(Cavero, 2002)** en un cultivo de jaulas flotantes utilizando raciones estruzadas reporta datos de conversión alimenticia de 0,8 y 1,12,

(Rebaza *et al*., 1999), obtuvieron buenos resultados de 12 a 15 Kg por año, criados en jaulas flotantes utilizando alimento artificial extruido.

3.7. ALIMENTO EXTRUIDO

El alimento balanceado extruido es el alimento que contiene grupos de sustancias nutritivas de diversos tipos; proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales y cuentan con altos porcentajes de digestibilidad generados por los procesos de gelatinización de los almidones y cuyo porcentaje de flotabilidad es del 100% y está avalados por investigaciones científicas realizadas en la región Ucayali, Perú, por el instituto de investigaciones de la Amazonía peruana (IIAP), los resultados demuestran que utilizando un 70% de la dieta de paiches con 40 % de proteína y 30% de la dieta con 30% de proteínas se alcanzan crecimiento en un año de 10 Kg. como promedio Es de vital importancia para el éxito del cultivo, ya que el costo del alimento puede llegar a ser el 60% del costo de producción.

3.7.1. Importancia del alimento extruido.

Los pelets extruidos son más resistentes a la desintegración, debido a que el cocimiento de los almidones forma una importante estructura que les da rigidez. Esto reduce los finos (polvo) en el alimento y aumenta la estabilidad en el agua, llegando más Kg de alimento al estomago de los peces y protegiendo más la calidad del agua por una menor contaminación y se puede fabricar pelets de diámetros muy pequeños.

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

Al estar gelatinizados ó cocidos los almidones facilita la digestibilidad del alimento y las vísceras de los peces tendrán un menor contenido de grasa.

3.7.1.1. Características físicas del alimento extruido

- **Pellet** : Extruido flotante
- **Diámetro** : 6 – 8 mm

3.7.1.2. Ingredientes del alimento extruido

El alimento consta de los siguientes ingredientes: Harina de pescado súper prime, torta de soya, moyuelo de trigo, subproducto de molinería, aglutinantes, harina integral de soya, aceite semirefinado de pescado, aceite vegetal, carbonato de calcio y colina.

Vitaminas (x Kg de alimento)

Vit. A: 5000 U.I.; Vit. B: 2000 U.I.; Vit. E: 50 U.I.; Vit. K: 10 g; Vit. B1: 10 g; Ribo. (B2): 15 g; Niacina: 70 g; Ac. Pantoténico: 40 g; Piridoxina (B6): 10 g; Biotina: 0.50 g; Ac. Fólico: 5.0 g; Vit B12: 20 mg; Ac. Ascórbico (Atay C): 200 mg

Minerales trazas (min x Kg de alimento)

Manganeso: 15 g; Hierro: 50 g; Zinc: 50 g; Cobre: 5 g; Yodo: 0.50 g; Selenio:0.10 g; Antioxidante: 200 mg x Kg; Antimicótico: 1500 mg x Kg

3.7.1.3. Aporte nutricional del alimento extruido

Energía digestible: 3.2 Mcal/Kg; Proteína: 40 % min.; Lípidos: 6.97% min.; Fibra: 2.89% max.; Lisina: 2.78%; Arginina: 2.59%; Met + cist: 1.42%; Fosf. Total: 1.3% mín.; Calcio: 1.48% mín.; Sodio: 0.45% mín.; Humedad: 12% máx. **(Rebaza *et al*., 1999)**

Cuadro N° 03: Presentación de alimentos balanceados para paiches

Alimento	Forma Física	Diámetro (mm)	Estadío	Tamaño (cm)	Tasa de alimentación	Conversión esperada
INICIO 40% P	PELLET-EXTRUIDO	1.5*1.5	ALEVIN	8-14	8.5-7.5	0.8-0.9
CRECIMIENTO 40% P	PELLET-EXTRUIDO	3*3*	JUVENIL	14-18	7.5-5.0	0.9-1.1
PRE-ENGORDE 40% P	PELLET-EXTRUIDO	6*6/8*8/12*12*16*16	ADULTO	18-60	5.0-4.0	1.1-1.2
ENGORDE 40-30% P	PELLET-EXTRUIDO	22*22/26*26*30*30/32*32	ADULTO	>60	4.0-2.5	1.2-2.6

Fuente: (Rebaza *et al*., 1999)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales para crianza de peces

- Jaulas flotantes
- Caña de bambú
- Malla de 1½ con hilo Nº 18
- Galones de aceite
- Cabos de 2/8”
- Ligas, lastres y sacos pvc

4.1.2. Materiales de laboratorio

- Balanza analítica con precisión de 1 g.
- Kit de análisis de agua.
- Peachímetro
- Ictiómetro
- Baldes de polietileno de 20 L.
- Bandejas de polietileno de 5 L.

4.1.3. Insumos

- Alimento extruido de 6 mm, de diámetro.

4.1.4. Componentes biológicos

- Alevinos de “paiche”
- Alevinos de tilapia, como forraje.

4.2. Metodología

4.2.1. bicación 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.

4.2.1.1. Características generales del área de estudio.

A. Ubicación Política

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

B. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	:	06º 34’
Longitud Oeste	:	74º 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 **HOLDRICH.**

4.2.2. Condiciones Climáticas

El servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMI 2008) Región San Martín, informa sobre las condiciones climáticas ocurridas durante el experimento.

- **Temperatura media anual**

Máxima : 33, 20 ºC

Mínima : 18, 60 ºC

- **Humedad relativa**

Hr : 74, 5%

- **Precipitación**

Pp : 992.1 - 1,110 mm/año

Fuente: Senamhi – San Martín (2008)

4.2.3. racterísticas del experimento

El ensayo experimental se realizó utilizando alimento extruido con tres tasas de alimentación en el crecimiento de alevinos de "paiche" en jaulas flotantes. El estudio se realizó por un período de 5 meses de Enero – mayo 2009, teniendo como variable experimental el porcentaje de tasa de alimentación.

A. Análisis Físicos y Químicos del agua

Fue registrada 2 veces por semana, con la finalidad de verificar que los resultados de los análisis respectivos, se encuentren dentro de los rangos permisibles para el crecimiento satisfactorio de los peces en estudio.

Los parámetros más importantes a evaluar fueron: Temperatura, Oxígeno disuelto y pH, efectuándose a las 8.0hs y 16.0hs antes de proceder a la alimentación diaria.

B. Muestreos Biométricos

Al inicio del experimento se tomaron los datos biométricos de todos los peces registrando datos totales de las longitudes con un ictiómetro graduado en cm y pesos en una balanza con precisión de 1 g.

Estos muestreos biométricos se repetían cada 30 días, se retiraba los peces de las jaulas colocándolos en una bandeja de plástico con agua, para luego ser pesados y medidos. En esta fase los peces recibieron un baño de solución salina al 3% durante 3 segundos, para prevenir agentes patógenos en la piel debido a la pérdida de mucosidad por el manipuleo, posteriormente eran colocados de nuevo en sus jaulas y devueltos al mismo lugar que ocupaban en las jaulas, tomando muestras del 100% de la población de cada unidad experimental.

C. Procedencia de los peces.

Los alevinos de Paiche, nacieron en cautiverio en un estanque de reproductores de 2940 m^2 de espejo de agua y con 1,5 m de profundidad del centro de investigaciones de Quistococha del Programa de Ecosistemas Acuáticos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - Iquitos, los mismos que tuvieron una adaptación en la Estación Pesquera Ahuashiyacu, hasta alcanzar una longitud y peso de 27,25 cm y 147,63 g promedio.

D. Construcción de las jaulas

Las jaulas que fueron utilizadas en este trabajo de investigación, fueron diseñadas en forma experimental, utilizando caña de bambú, de forma rectangular con red, unidos entre sí internamente y conformando un espacio útil de 3m^3 por cada jaula. La malla utilizada en la construcción de las jaulas fue de 1.½" y de hilo N° 18, dicha estructura fueron suspendidos por galones vacíos de aceite unidos a la estructura de bambú por ligas y cabos Nº 2/8, dichas jaulas fueron ancladas mediante lastres, utilizando un saco de pvc con piedras pequeñas en su interior. Toda esta estructura fue instalada en un estanque de 0,8 ha de espejo de agua con 2,5 m de profundidad promedio, abastecida con agua del canal Ahuashiyacu. (Ver foto Nº 01)

E. Unidades experimentales

En el estudio se utilizó nueve jaulas flotantes de 3 m^3 de volumen útil (2.0 x1.5 x1.0 m) para los tratamiento 1, 2, 3 y un estanque de concreto con las mismas dimensiones para el testigo; las jaulas fueron colocadas una a continuación de otra, formando una línea vertical a la orilla del estanque cerca del monje. Las jaulas fueron sumergidas en el agua, sujetadas a lastres por intermedio de cuerdas, existiendo un espacio entre módulos de 1 m, las jaulas fueron sumergidas en el agua dejando en el borde superior una distancia de 30 cm entre el nivel del agua y el borde de las jaulas.

F. Siembra de alevinos

La siembra se realizó el 3 de Enero del 2009 en horas de la mañana. En cada jaula de 3 m^3 fueron colocados 5 peces previamente pesados y medidos obteniendo longitudes y pesos promedios de siembra para cada tratamiento.

G. Alimentación de alevinos

El alimento utilizado estuvo constituido por una dieta balanceada para el caso de los tratamiento 1, 2 y 3 y alimento vivo (alevinos de tilapia) para el testigo.

El alimento utilizado en los tratamientos 1, 2 y 3 fue de tipo artificial Extruido de 6 mm de diámetro con un tenor proteico del 40%, conteniendo harina de pescado, torta de soya, moyuelo de trigo, vitaminas, aceites y minerales el cual fue adquirida por la Dirección

Regional de la Producción quien financió la alimentación de los peces. Las tasas diarias de alimentación fueron de acuerdo al diseño experimental.

La forma de alimentación se realizó al boleo a las 8.30hs y 16.30hs de lunes a domingos y la cantidad de alimento utilizado fue de 278,6 Kg.

4.2.4. seño experimental

Para la evaluación de los peces en estudio se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones comprendiendo un total de 9 incluyendo un testigo comparativo, el mismo que fue alimentado con especies vivas denominado forraje (alevinos de tilapia).

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

4.2.4.1. Estadística no paramétrica

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

4.2.4.2. Componentes en estudio

Los tratamientos corresponden a la adición de alimento extruido de acuerdo al nivel de biomasa por unidades experimentales; el testigo de comparación fue alimentado con forraje.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T_1 = 4% de su biomasa/día

T_2 = 6% de su biomasa/día

T_3 = 8% de su biomasa/día

T_4 = Testigo.

Cuadro N° 04: Análisis de varianza del experimento

F.V.	G.L.
Tratamiento	**t-1**
Error	**t(r-1)**
Total	**rt-1**

Fuente: Arroyo (2000)

Modelo Aditivo Lineal

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

Donde:

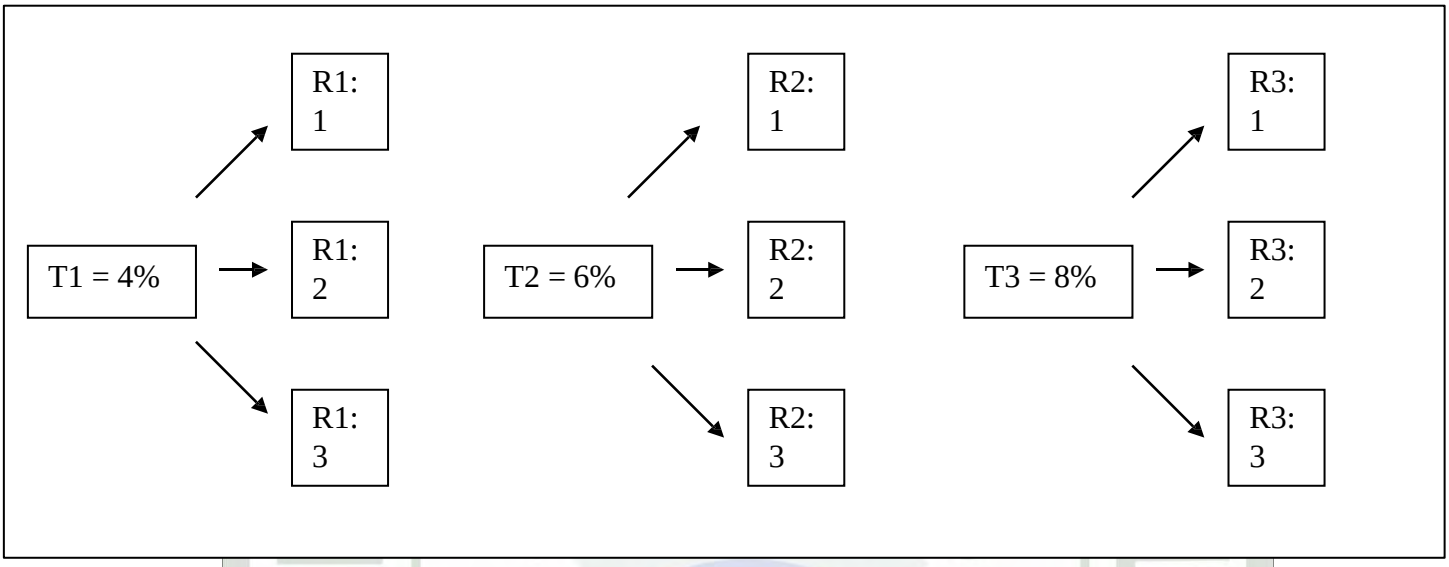
y_{ij} = Valor observado del i-ésimo tratamiento de siembra que corresponde a la j-ésima tasa de alimentación.

μ = Media general

Ti = Efecto del tratamiento

$\in ij$ = Efecto del error experimento

Distribución de los tratamientos



4.2.5. Parámetros registrados

A. Tasa de crecimiento específico (TCE).

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

$$TCE = \frac{Wf - Wi}{Tf - Ti}$$

Donde:

Wf = peso al tiempo final

Wi = peso al tiempo inicial

Tf = Tiempo final del cultivo

Ti = Tiempo inicial del cultivo

B. Conversión alimenticia.

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

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

C. Tasa de sobrevivencia:

Expresa la relación entre el número de individuos que llegaron vivos al final del experimento y el número total de individuos sembrados al inicio del experimento.

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

D. Análisis económico

Se realizó con la finalidad de determinar la viabilidad económica del experimento y ver la viabilidad funcional de las jaulas construidas con caña de bambú

V. RESULTADOS

Al inicio del experimento se realizó la toma de datos de los pesos; como pesos y longitudes al momento de la siembra. Para determinar la significancia de los diferentes tratamientos se aplicó el análisis de varianza y para observar el comportamiento de las medias de los tratamientos la prueba múltiple de DUNCAN.

Cuadro N° 05: Pesos y longitud promedios de los diferentes tratamientos al inicio del experimento.

TRATAMIENTO	PESO (g)	Longitud (cm)
1	147,60	27,48
2	147,28	27,10
3	148,01	27,17
Testigo	148,16	27,10

Antes de la siembra los 50 peces seleccionados recibieron baño con solución salina al 3% durante 30 segundos para evitar el desarrollo de agentes patógenos. (Ver foto Nº 02)

Al tercer muestreo del experimento se realizó al análisis de varianza de los datos de pesos y longitudes, observando la diferencia significativa en peso entre los tratamientos 2 y 3 con el tratamiento 1 y el testigo.

Cuadro Nº 06: ANVA de pesos de los Paiches de los diferentes tratamientos al tercer muestreo del experimento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	1775339.3	3	591779.8	293.48	<0.0001	**
Error	92755.1	46	2016.42			
Total	1868094.4	49				

Sx = 4243.39 CV = 6,84 R^2 = 95% X = 620,38

Cuadro N° 07: Media y desviación estándar de pesos al tercer muestreo

Trat.	Media		Desv. Estan.	
T1	424,4	±	21,01	c
T2	779,81	±	47,76	b
T3	839,21	±	54,34	a
Testigo	438,12	±	57,65	c

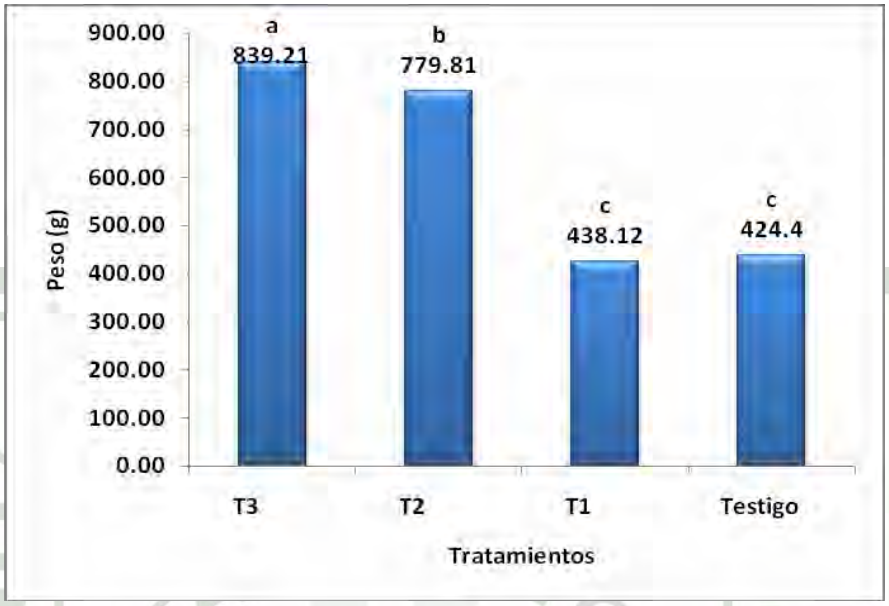


Gráfico Nº 01: Gráfico del resultado de los pesos en la prueba de Duncan al tercer muestreo.

Cuadro Nº 08: ANVA de las longitudes de los Paiches de los diferentes tratamientos al tercer muestreo del experimento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	351.88	3	117.29	84.48	<0.0001	**
Error	63.87	46	1.39			
Total	415.74	49				

Sx = 116,52 CV = 2.75 R^2 = 84 % X = 42.37 cm

Cuadro N° 09: Media y desviación estándar de longitudes al tercer muestreo

Trat.	Media		Desv. Estan.	
T1	39,61	±	0,6	c
T2	44,12	±	1,16	b
T3	45,79	±	1,54	a
Testigo	39,98	±	1,3	c

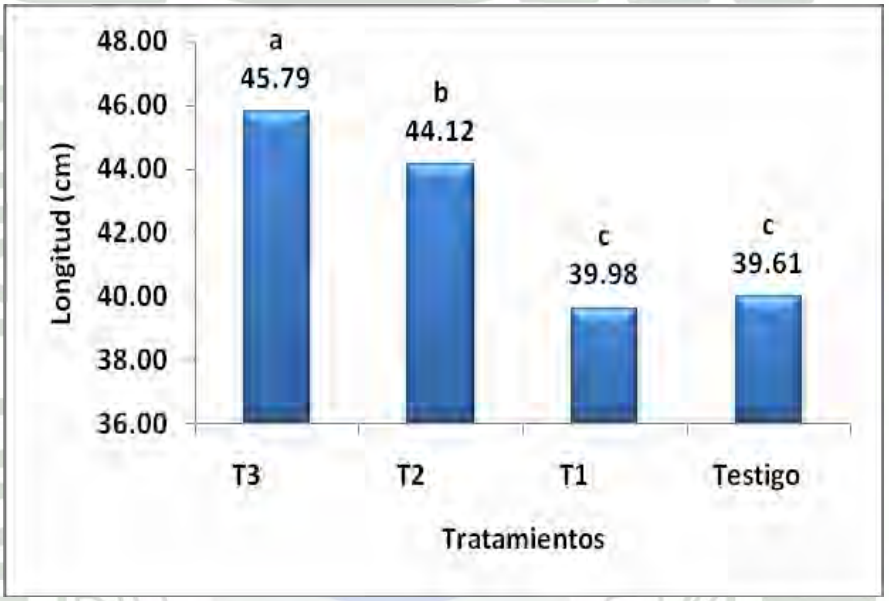


Gráfico Nº 02: Gráfico del resultado de las longitudes en la prueba de Duncan al tercer muestreo.

Al aplicar la prueba de DUNCAN se determinó la diferencia significativa entre los tratamientos 3 = 8% y 2 = 6% tanto en peso como en longitudes (ver Gráfico Nº 01 y Gráfico Nº 02) con el tratamiento 1 = 4% y el testigo, demostrando que el T_1 = 4% y el Testigo no existe diferencia significativa.

Al final del experimento se realizó la toma de datos de los pesos y longitudes de los peces (ver cuadro N° 08), realizando el análisis de varianza correspondiente; observando la diferencia significativa entre tratamientos tanto en peso como en longitud.

Cuadro N° 10: Pesos y longitud promedios de los diferentes tratamientos al final del experimento.

TRATAMIENTO	PESO (g)	Longitud (cm)
1	926,28	51,52
2	1950,14	58,53
3	2200.04	61,74
Testigo	1377,54	53,22

Cuadro Nº 11: ANVA de los pesos de los Paiches de los diferentes tratamientos al final del experimento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	14111436	3	4703812	1177.9	<0.0001	**
Error	183694.61	46	3993.36			
Total	14295131	49				

Sx = 6147,44 CV = 3,81 R^2 = 99 % X = 1613,5

Cuadro N° 12: Media y desviación estándar de pesos al fina del experimento

Trat.	Media		Desv. Estan.	
T1	926,28	±	22,6	d
T2	1950,14	±	56,6	b
T3	2200,04	±	70,5	a
Testigo	1377,54	±	45,4	c

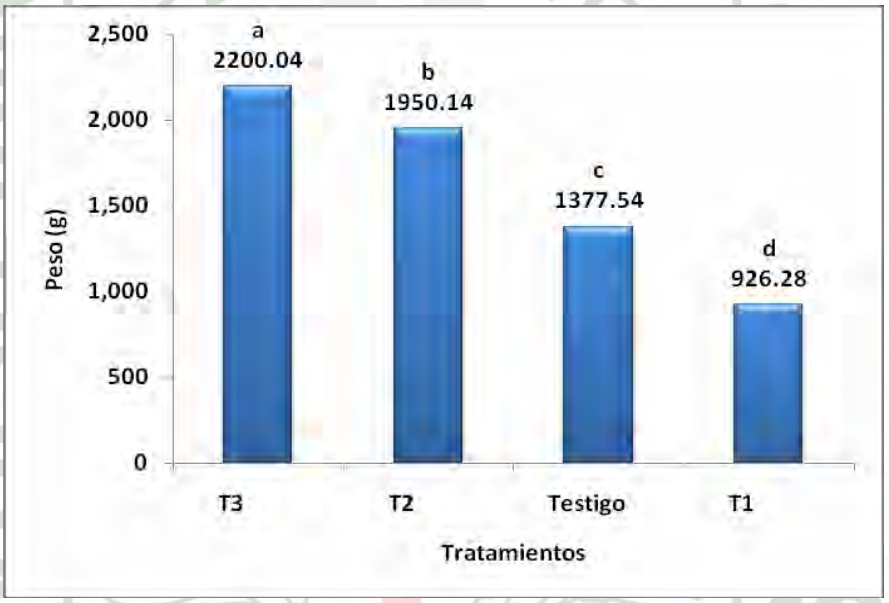


Gráfico Nº 03: Gráfico del resultado de los pesos en la prueba de Duncan al final del experimento.

Cuadro Nº 13: ANVA de las longitudes de los Paiches de los diferentes tratamientos al final del experimento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	893.2	3	297.73	478.02	<0.0001	**
Error	28.65	46	0.62			
Total	921.85	49				

Sx = 78,19 CV = 1,39 R^2 = 97 % X = 56,25 cm

Cuadro N° 14: Media y desviación estándar de longitudes al final del experimento

Trat.	Media		Desv. Estan.	
T1	51,52	±	1,6	c
T2	58,53	±	1,64	b
T3	61,74	±	1,8	a
Testigo	53,22	±	1,5	c

Gráfico Nº 04: Gráfico del resultado de las longitudes en la prueba de Duncan al final del experimento.

La prueba de Duncan demuestra que si existió diferencia significativa entre los tratamientos en relación al peso y longitud.

Al final del experimento, los peces alimentados con el 8% de tasa de alimentación fueron los que alcanzaron los mejores resultados en relación a peso y longitud con los demás tratamientos, lo que significa de que el alimento extruido si influyó en el crecimiento de los alevinos de “paiche”; mientras que el tratamiento con 4% de tasa de alimentación fue el que presentó el menor crecimiento.

5.1. Tasa específica de crecimiento (TEC)

Se obtuvo una tasa de crecimiento específico para cada tratamiento de: T_1 = 5.3g/día; T_2 = 12.3g/día; T_3 = 14 g/día y el testigo de 8,4g/día; Determinando que el T_3 = 8% es el que obtuvo el mejor crecimiento, siendo el más bajo el T_1 = 4%.

5.2. Conversión alimenticia aparente (CAA)

La conversión alimenticia se hizo para cada tratamiento, obteniendo resultados de: T_1 = 3,3; T_2 = 3,6; T_3 = 4,5 y para el testigo fue de 2,9; observando que el T_3 es el mas alto en relación a los demás tratamientos.

5.3. Sobrevivencia (S)

La sobrevivencia obtenida fue del 100% para cada tratamiento.

Cuadro N° 15: Resultados promedios de los parámetros evaluados al final del experimento

Tratamientos	TCE (g/día)	CAA	S (%)
T_1	5.3	3,3	100
T_2	12.3	3,6	100
T_3	14	4,5	100
Testigo	8,4	2,9	100

5.4. Análisis económico: El análisis económico se realizó para cada jaula, siendo los resultados los que se muestran en el cuadro Nº 13.

Cuadro Nº 16: Análisis económico del experimento.

	TRATAMIENTOS		
CONCEPTO	T1	T2	T3
Costo de producción (S/.)			
Costo Fijo (S/.)	598.33	598.33	598.33
Costo Variable (S/.)	342.40	486.40	589.80
TOTAL S/.	940.73	1084.73	1188.13
Beneficios del experimento			
Peso promedio (g) al inicio del experimento (15 peces)	147,6	147,28	148,01
Sobrevivencia al final	15	15	15
Peso promedio final del Experimento (15 peces) (g)	926,28	1950,14	2200,04
Producción total (kg)	13,8	20,5	22,4
Costo de producción (S/.)	68,16	52,91	53,04
Costo Kg de Paiche en el mercado (S/.)	100	100	100
Beneficio (S/.)	31,84	**47.09**	46.96

En el siguiente cuadro se demuestra que los costos de producción se encuentran por debajo de los precios de alevinos de “paiche”, lo que significa de que en este trabajo de investigaciones la crianza de “paiche” en jaulas flotantes alimentadas con alimento extruido es económicamente rentable.

5.5. Aspectos limnológicos del agua del estanque

5.5.1. Temperatura: Por las mañanas se registró una oscilación de 26 ºC a 26,9 ºC y por las tardes se obtuvo una variación de 27,5 ºC a 29 ºC.

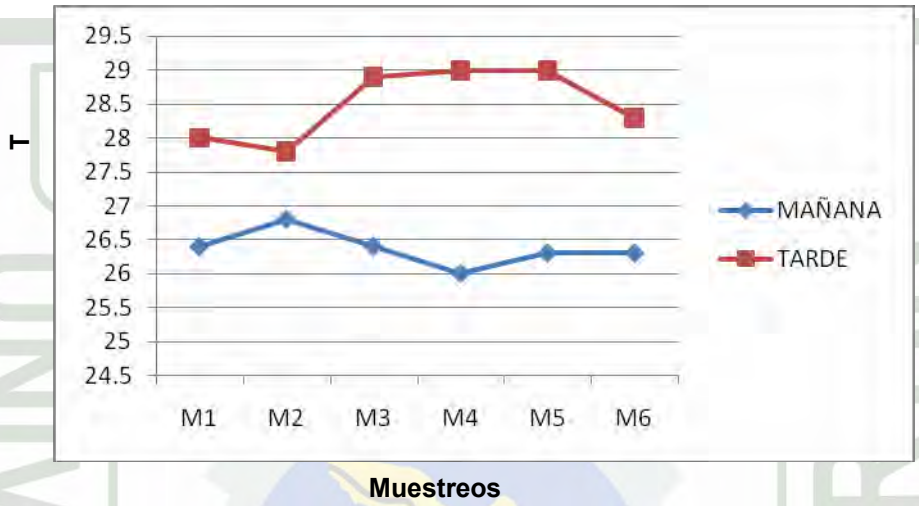


Gráfico Nº 05: Variación de la temperatura del agua del estanque durante la fase experimental.

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

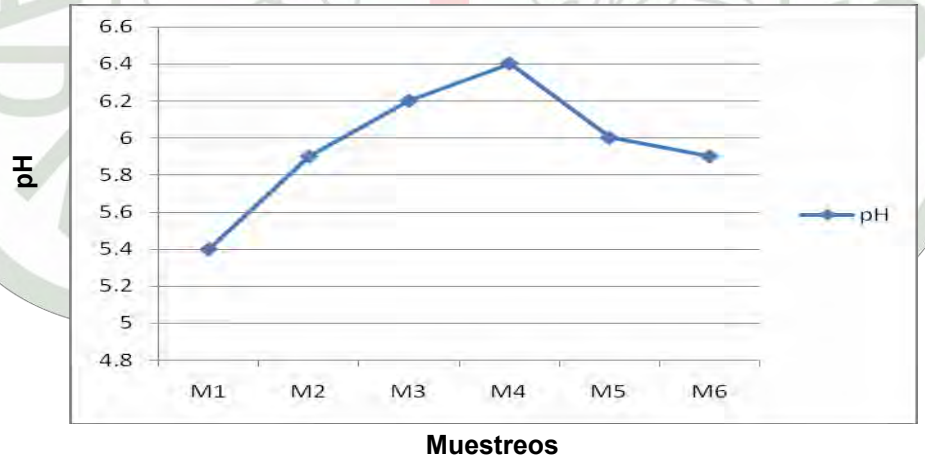


Gráfico Nº 06: Variación del pH en el agua del estanque durante la fase del experimento.

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,

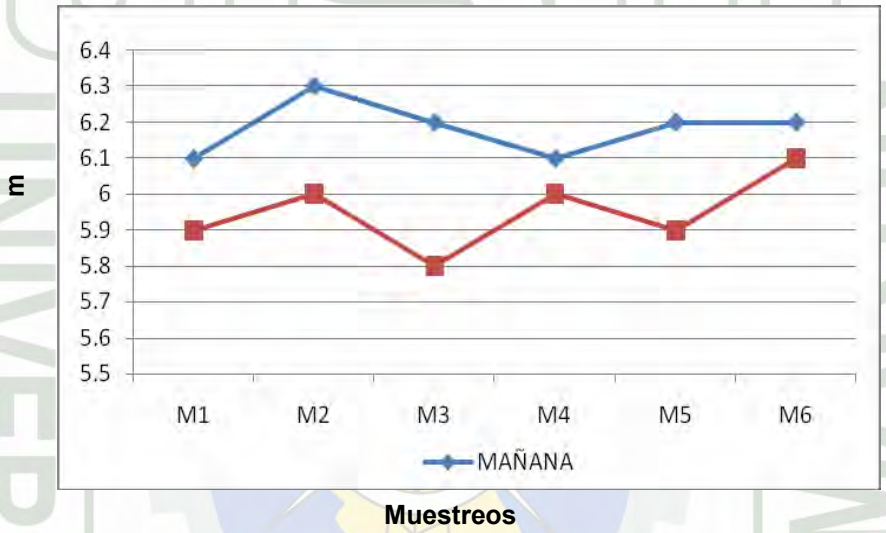


Gráfico Nº 07: Variación del oxígeno disuelto del el agua del estanque durante la fase del experimento.

Los datos limnológicos demuestran de que el agua del estanque donde se realizó el experimento cuentan con las condiciones óptima de oxígeno, pH y temperatura para la crianza de peces; pero este no influyó en el crecimiento de los alevinos de paiche debido a que estos presentan la característica de la respiración aérea.

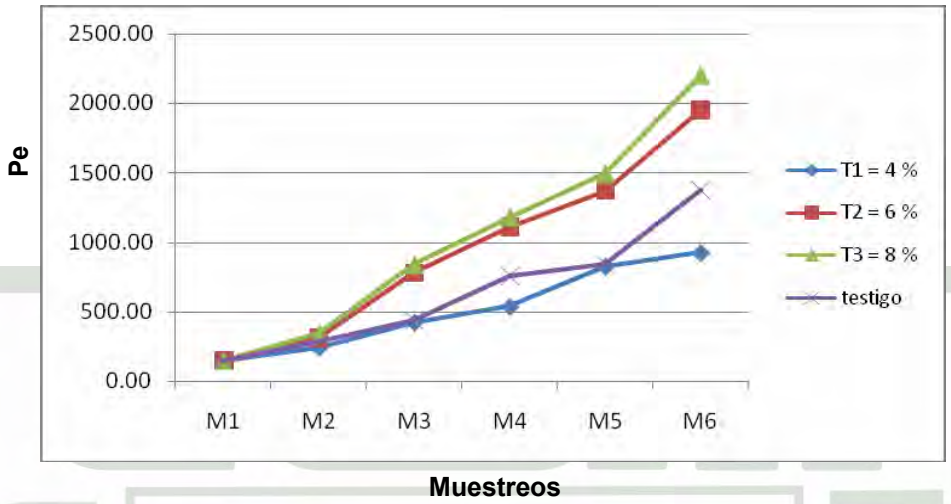


Gráfico Nº 08: Variación del peso del Paiche durante la fase del experimento

En el Gráfico Nº 08 se observa que a partir del tercer muestreo el tratamiento 1 y el testigo demuestran el menor crecimiento comparado con los otros tratamientos. Colectivamente, los datos indican que el "paiche" alimentado con un 8% de tasa de alimentación se comporta productivamente bien; lo que significa que a una tasa inferior a esta como la del 6% y 4% incluido el testigo es insuficiente para el normal desarrollo de esta especie.

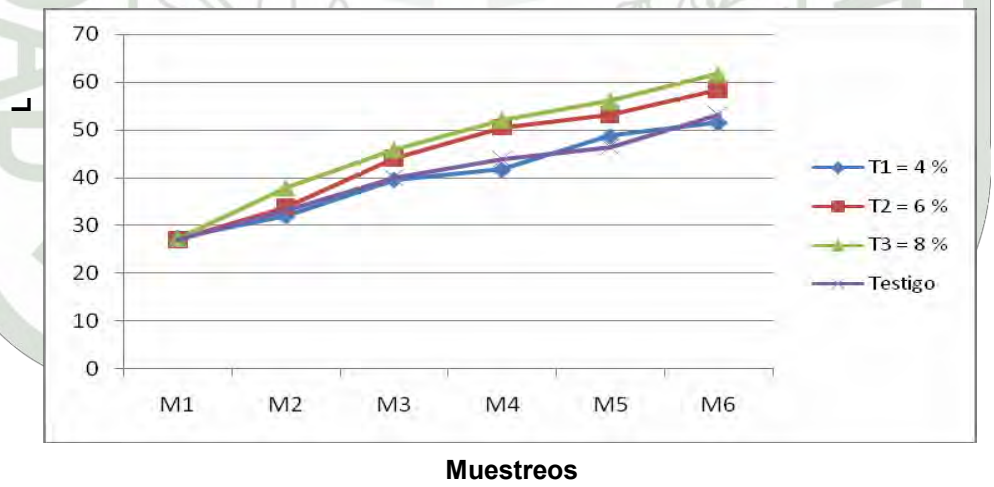


Gráfico Nº 09: Variación de la longitud del Paiche durante la fase del experimento

VI. DISCUSIONES

6.1. Parámetros de crecimiento.

En el presente estudio se trabajó con peces procedentes del Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana – Iquitos, los cuales fueron alimentados con alimento artificial extruido con el 40% de proteína bruta obtenidas de la empresa Murveco trading S.A. por la Dirección Regional de la Producción – San Martín durante 152 días, los análisis estadísticos de los parámetros de crecimiento indican que si hubo diferencia significativa entre los tratamiento; en el tratamiento con 8% de la biomasa es en el que observó resultados superiores en relación a los demás tratamientos y el testigo en los parámetros de peso y longitud por lo que el alimento artificial extruido si influye en el crecimiento de esta especie que en su ambiente natural es netamente carnívora **(TCA, 1999).**

En este experimento los peces alcanzaron 2200,04 g de peso y 61,74 cm de longitud (ver cuadro N° 08) en el tratamiento 3 con 8%, resultados que superan lo reportado en el tratamiento 2 con 6% que registra datos de 1950,14 g y 58,53 cm; el tratamiento 1 con 4 % registra 926,28 g y 51,52 cm y el testigo registra 1377,54 g con 53,22 cm demostrando que el tratamiento 1 es totalmente insuficiente para la crianza de esta especie ya sea con alimento vivo o alimento artificial extruido. **Aldea (2002),** reportó peces con 2720,25 g con 66,33 cm durante 6 meses en un cultivo de jaulas flotantes alimentadas con alimento artificial con diferentes contenidos proteicos datos que se asemejan al

de este estudio. Significando que es posible la crianza del paiche en jaulas flotantes ya sea con alimento artificial o alimento vivo.

En este estudio la longitud máxima obtenida fue la del tratamiento 3 con 8% de la biomasa el cual fue de 61.74 cm y al mínima fue la del tratamiento 1 con 4% de la biomasa el cual fue de 51.52 cm, lo que concuerda con **Wosnitza – Mendo (1984),** que dicen que la longitud promedio del Paiche en el primer año de vida es de 80 cm, longitud que se encuentra dentro del rango de longitudes tomadas durante el experimento.

En los 146 días que duró este trabajo de investigación se obtuvo una ganancia de peso en el T_1 de 778.68 g; en el T_2 de 1802.86 g; en el T_3 de 2052.03 g y el testigo de 1229.38, resultados que superan a lo reportado por **(Del Risco Orbe *et al*., 2007),** que en un trabajo de 104 días sobre la influencia del alimento extruido en el crecimiento de alevinos de paiche utilizando tres niveles de proteína obtuvieron ganancias de peso de: T_1 = 253,7 g; T_2 = 492,6 g y el T_3 = 481,5 g, con la diferencia de que en este trabajo no se utilizó un testigo

La mayor tasa específica de crecimiento fue de 14 g/día registrada en el tratamiento con 8% de tasa de alimentación con respecto a 5,3 g/día que fue la menor obtenida por el tratamiento con 4 % de tasa de alimentación, por otro lado **Aldea (2002),** reporta una ganancia diaria de peso de 16,48 g, y la mínima de 8,98 g/día todo ellos criados en jaulas flotantes y alimentados con alimento peletizado con un tenor de proteína de 50%, **Alcántara & guerra (1992),** reportan una ganancia de peso diario de 8,14 g alimentados con bujurqui;

Souza & Val (1990), reportan una ganancia de peso diario de 10 g y **Bard & Imbiriba (1986),** con una ganancia de peso diario de 15,74 g, alimentados con tilapia. Datos que se asemeja al de este estudio, para lo cual se señala la necesidad de continuar con las investigaciones sobre la alimentación de esta especie tanto con alimento artificial como con alimento vivo.

En este estudio utilizando alimento artificial extruido con altas dosis de alimentación (4%, 6% y 8%), con relación a peces que recibieron como alimento alevinos de tilapia en su dieta a razón del 5 % de su biomasa, se alcanzó un buen crecimiento con pesos superiores en el tratamiento con 8% de la biomasa., el cual alcanzó una longitud promedio de 61,74 cm y 2200.04 g de peso en 152 días de cultivo. **(Palmira *et al*., 2002),** en un experimento el objetivo principal fue evaluar el efecto de tres tasas de alimentación: 6, 8 y 10% de la biomasa para lo cual utilizo un diseño completamente al azar con tres tratamiento y tres repeticiones, pero sin testigo, llegando a obtener peces con peso y longitudes promedios de: 61.32cm, 2,105,00g; 62.46cm, 2,263.00g y 61.10cm, 2,163,00g respectivamente. Datos que se asemejan a lo reportado en este estudio, lo que significa que la alta dosis de alimentación utilizada en este estudio influyó de manera positiva en el incremento progresivo de la masa corporal de los ejemplares de paiche.

Según los datos obtenidos en este estudio se puede deducir de que es posible la crianza del paiche en jaulas flotantes y de que el alimento extruido si influye de manera positiva en el crecimiento de los alevinos de “paiche” *Arapaima gigas,* el cual contradice a **Sousa & Val. (1990),** que manifiestan que el paiche

no acepta adecuadamente alimento artificial por ser una especie carnívora, pero **(Cavero, 2002)** manifiesta que a la insuficiencia de peces forraje para alimento de paiche surge como otra alternativa de producción intensiva la crianza en jaulas flotantes y el uso de raciones balanceadas.

6.2. Conversión alimenticia

En el presente trabajo se obtuvieron los siguientes índices de conversión alimenticia: T_1 = 3,3; T_2 = 3,6; T_3 = 4,5 y testigo = 2,9; no encontrando mucha diferencia entre los tratamientos 1, 2; siendo el valor más alto el tratamiento N° 03 con 8% de biomasa. **(Cavero, 2002)** reporta mejores resultados con respecto a los del presente estudio estando entre 0,8 y 1,12, utilizando una ración estruzada con un tenor proteico del 45%. Por otro lado **Aldea (2002)**, reporta datos de conversión alimenticia de 5,49; 4,27 y 5,31 para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente utilizando ración peletizada, datos superiores a los presentados en este estudio, esto se presume que es debido al tipo de alimento empleado, porque el alimento extruido tiene la particularidad de flotar en el agua, disminuyendo el desperdicio de la misma, lo cual no ocurre con el alimento peletizado, pues este tipo de alimento no tiene estabilidad en el agua, por lo que se sumerge generando así un mayor desperdicio, por consiguiente es menos aprovechado por los peces, incrementando de esta manera el índice de conversión alimenticia.

6.3. Sobrevivencia

El “paiche” Según **Alcántara (2001),** presenta todas las características de un buen pez para cultivo tanto en estanques como en jaulas flotantes, es resistente al manipuleo, resistente a las condiciones adversas de cultivo y resistente a las enfermedades. Deducciones afirmadas en este experimento, debido a que el índice de sobrevivencia obtenida en este estudio fue del 100% para cada tratamiento incluido el testigo, resultado que superan a lo reportado por **(Cavero, 2002),** quien reporta 78,7% a 86,7% de sobrevivencia, **Aldea (2002),** reporta 66,67 a 73,33 y **(Padilla *et al*., 2003),** reporta valores entre 96 y 98% de sobrevivencia; estos valores muestran la capacidad de adaptación del paiche a las diferentes condiciones de cultivo.

6.4. Características físicos químicos del agua

En este experimento se registro niveles altos de oxígeno disuelto en el agua desde 6,2 mg/l en las mañanas y 5,9 mg/l en las tardes esto es debido al recambio constante del agua del estanque donde se realizó el experimento; valores superiores a los obtenidos por. **Aldea (2002),** los cuales fueron de 1,7 hasta 3,68 mg/L y 0,1 a 3 mg/L respectivamente; pero el paiche no tiene especiales exigencias con respecto a la calidad del agua, por presentar la característica de la respiración aérea, no requiere de ambientes con alta disponibilidad de oxígeno disuelto, lo que facilita su crianza en jaulas flotantes en cualquier ambiente acuático **Ono & Kubitza, (1999),** citado por **Cavero (2003).**

Los valores de pH obtenidos tuvieron una variación de 5,4 a 6,4; los cuales están dentro de los valores obtenidos por **Aldea (2002),** que reporto 4,5 a 6,3 y **(Padilla *et al*., 2003),** que reportó 5,4 a 6,6. Todos ellos realizados en la ciudad de Iquitos. El Paiche es una especie de clima tropical reportándose para este estudio temperaturas de 26°C para la mañana y 29°C en la tarde valores inferiores a los reportados por **Aldea (2002),** que reporta valores superiores a los 33,2°; demostrando que Paiche es una especie de fácil adaptabilidad a las condiciones de pH y temperatura.

6.5. ostos

Los costos unitarios de producción por tratamiento reportados en este experimento fueron de S/. 68,16 para el T_1, S/. 52,91 para el T_2 y S/. 53,04 para el T_3; los cuales están por debajo del precio de alevinos vendido a la edad y kilogramo reportado en este experimento, **Aldea (2002),** reporta costos por Kg de "paiche" de S/. 18.34 a S/. 24.64, el cual los compara con el costo de Kg de "paiche" fresco en el mercado concluyendo de que los costos obtenidos en su experimento están por encima del costo de Kg de "paiche" fresco el cual es igual a S/. 15.00, manifestando así que la crianza del "paiche" en jaulas flotantes y alimentados con alimento artificial económicamente no es viable; mientras que **(Tello *et al*., (2006),** reporta costos de producción por Kg de "paiche" de US$ 4.00 y puesto en la ciudad de Pucallpa, de US$ 4.57, costos que se encuentran por debajo del Kg de "paiche" fresco, el cual concuerda con este experimento en decir que la crianza de "paiche" en jaulas flotantes y alimentados con alimento artificial extruido es económicamente rentable.

VII. CONCLUSIONES

7.1. El “paiche” pese a ser una especie carnívora, se adapta satisfactoriamente al alimento artificial extruido.

7.2. En los parámetros de crecimiento, se observó que el tratamiento 3 con 8% de tasa de alimentación con alimento extruido registró los mejores resultados en relación a longitud y peso, llegando a obtener como peso promedio final 2200.04 g y longitud promedio final 61.74 cm; resultados que superan a los demás tratamientos: T_2 = 6% 1950,14 g de peso y 58,53 cm de longitud; T_1 = 4 % registra 926,28 g y 51,52 cm y el testigo registra 1377,54 g con 53,22 cm.

7.3. En el estudio, el tratamiento 3 registró la conversión alimenticia más alta = 4,5 en relación a los demás tratamientos; siendo el testigo alimentados con peces forraje el que registró la mejor conversión alimenticia = 2,9; esto debido a que el T_3 alcanzó los resultados más altos en peso y longitud y la cantidad de alimento suministrado fue mayor = 140,4 Kg con respecto a los demás tratamientos.

7.4. En el análisis económico de los tres tratamientos con alimento extruido se observó que no existe mucha diferencia en los tratamiento 2 y 3; registrándose en el T_2 una ganancia de S/. 47.09 y en el T_3 una ganancia de S/.46.94 en relación a S/. 31.84 del T_1, lo que significa que la crianza de alevinos de “paiche” en jaulas flotantes con alimento artificial extruido es económicamente rentable.

7.5. Todos los tratamientos tuvieron 100 % de sobrevivencia; demostrando así de que el “paiche” es una especie resistente a las diferentes actividades que se realiza en un cultivo de jaulas flotantes.

7.6. Los parámetros físicos químicos del agua no tuvieron ninguna injerencia en el crecimiento de los alevinos de “paiche” a pesar de que se registro niveles altos de oxígeno: 6,2 mg/l en las mañanas y 5,9 mg/l en las tardes; debido a que el “paiche” presenta la característica de la respiración aérea.

7.7. Se observó que el tratamiento testigo no reportó mejores resultados en cuanto a longitud y peso, aun cuando en su ambiente natural el paiche es una especie netamente carnívora, lo cual nos demuestra el gran potencial de esta especie para su cultivo intensivo y superintensivo (jaulas flotantes).

VIII. RECOMENDACIONES

8.1. Se recomienda la crianza de alevinos de paiche en un cultivo de jaulas flotantes con alimento extruido a una tasa de alimentación del 8%, debido que a una tasa de alimentación superior a esta el desperdicio de alimento puede ser significativo y menor es totalmente insuficiente para el normal desarrollo de esta especie.

8.2. Para la crianza de “paiches” o de otras especies acuáticas, se recomienda utilizar alimento extruido, debido a que en el proceso de extrusión las bacterias y otros organismos no sobreviven teniendo así alimentos sanos, no se desintegra rápidamente y tiene la particularidad de flotar en el agua, disminuyendo el desperdicio de la misma, lo cual no ocurre con el alimento peletizado, pues este tipo de alimento no tiene estabilidad en el agua, por lo que se sumerge generando así un mayor desperdicio y contaminación del agua, por consiguiente es menos aprovechado por los peces, incrementando de esta manera el índice de conversión alimenticia.

8.3. Continuar con los trabajos con alimento extruido, utilizando insumos locales para bajar los costos de producción.

8.4. Proponer estudios sobre densidad óptima del cultivo de Paiche en jaulas flotantes.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALCÁNTARA, B. F. 2001. Manejo de alevinos de paiche. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro de investigaciones Quistococha. Iquitos – Perú 40. p.

ALCÁNTARA, B. F. & GUERRA, H. 1992. Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui *Cichlassoma bimaculatum,* como presa. Folia amazónica. V. 4 N° 1. 129-139

ALDEA, G. 2002. Cultivo de "paiche" *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. UNAP. IQ – Perú, 54. p.

ÁLVARO, E. Y TRESIERRA, A. 1993. Biología pesquera, primera edición. Trujillo – Perú 432.p.

ARROYO, V. J. 2000. Diseño de experimentos más comunes en la estación experimental y campo de productores. Lima – Perú. p.19 – 20.

ASCON, G. 2005. Manual de acuicultura tropical

BARD, J & IMBIRIBA, Y. P. 1986. Piscicultura de piraricu, *Arapaima gigas*. Belem: EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica 52-70 p.

BARD, J. DE KIMBE, P.; LEMASSON, J. & LESSENT, P. 1975. Manual de Piscicultura destinado a la América tropical. Centre Techenique Forestier Tropical. Ministerio de Asuntos Extranjeros. Francia, Revisado por Christian Berger. 2da. ed. 104 p.

BARDAACH 1990, Cultivo comercial de tilapia: oportunidad productiva para el Perú. Información CEPIS-OPS-OMS. Lima, Perú

BERGER, C. C. 1972. Estudio de condición del "paiche" *Arapaima gigas* (Cuvier) en la zona reservada del río Pacaya entre los años 1959 a 1969. Lima, Perú. 25 p.

CASTILLO, C, L. F. 2001. Tilapia Roja 2001: Una evolución de 20 años de la incertidumbre al éxito doce años después. Cali- Colombia: 69 p.

CAVERO, B. A. S. 2002. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 51 p.

CHU-KOO, F. 2006. Domesticación y crianza en cautiverio del Arapaima gigas: Manejo, aspectos reproductivos y nutricionales.

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. 53-98 p.

DEL RISCO, O. R. M.; VELÁSQUEZ, L. J.; MORI, L.; PADILLA, P. CHU KOO, F.;SANDOVAL, M. 2007, influencia del alimento extruido con tres niveles de proteína en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829)

FONTENELE, O. 1944. Contribuição para conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativeiro. DNOCS. Coletānea de trabalhos Técnicos. Serie I-C.

FONTENELE, O. 1948, Contribuicao para p conhecimento da biología do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativerio. Rev. Brasil. Biología. 8 (4): 445-449.

GUERRA, H.; ALCÁNTARA, F.; PADILLA, P.; REBASA, M.; TELLO, S.; ISMIÑO, R.; REBASA, C.; DEZA, S.; ASCON, G.; IBERICO, J.; MONTREUIL, V.; LIMACHI. 2002. Producción y manejo de alevinos de paiche. Iquitos – Perú.

KUBITZA, F. LOUS, L. ONO, E. BAZ, A. 1999. Planejamento de produção de pirarucu. Cultivo de peces en jaulas flotantes de bajo volumen – experiencias en Brasil. Tercera edição . Rv. E ampl. Jundiaí SP Brasil.

MAEDA, L. & HONCZARYK, A. 1995. Características bioquímicas e nutricionais do ensilado biológico de pescado e sua avaliacâo em dietas para o "pirarucu", *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em cativeiro. Relatorio Final. INPA. Manaus - AM.22 p.

MOSCOSO, C, J. 2001. Producción de alevinos revertidos de Tilapia. Workshop International de Tilapia. Tarapoto – Perú 5pp. Julio – 2001.

NICOVITA. (2003), Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita.

PALMIRA, PADILLA PÉREZ, ISMIÑO, R.; ALCANTARA, F.; TELLO, S. 2002. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del "paiche" *Arapaima gigas*.

PAULY, D. 1979, Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of v. Bertalanffy's growth formula. Ber. Inst. Meeresk., Kiel. (63).

PEREIRA-FIHLO, M.; GRANDA, A.; BORTINHAM; CAVERO, B.; ITUASSU, D.; ONO, E.; FONSECA, F.; MOREIRA DA SILVA, J.; ROUBATH, CRESCENCIO, R.; 2003. *Arapaiama gigas*: Notas sobre seu cultivo no INPA. Seminario taller internacional del manejo de paiche o pirarucu. Iquitos- Perú 93 -109. p.

RAMÍREZ G. 2002. Efecto De tres niveles de energía en dietas alimenticia en la etapa de engorde de tilapia (*Oreocromis niloticus*)

REBAZA, M.; ALCANTARA, F. 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, A. C.; REBAZA A.M.; DEZA, T.S. 2000. Crianza semi intensiva de *Arapaima gigas* "paiche". CRI-IIAP-UC. Documento por publicar.

REYES, W. 1998. Cultivo de peces amazónicos. Revista peruana de limnología y acuicultura continental. Publicación especial APLAC. Nº 4 Trujillo-Perú. 18 p.

SÁNCHEZ, J. 1961. "El paiche (Arapaima gigas). Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Informe del servicio de pesquería y caza. Ministerio de agricultura. Lima .48.p.

SÁNCHEZ, J. 1969. "El paiche (Arapaima gigas). Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Informe del servicio de pesquería y caza. Ministerio de agricultura. Lima .63 p.

SANGUINO W., R. LUCERO, L. CEBALLOS y NELSON J. 1998. Evaluación del potencial de pirarucú (Arapaima gigas) a diferentes densidades de siembra en el Centro Experimental Amazónico (CEA) Mocoa, Departamento del Putumayo.

SCORVO, J., N. TORRES, C. MENEZES y KONOIKE.T. 2004. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei Osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulacao de agua, no Estado de Sao Paulo . B. Inst. Pesca, 30(2): 161-170.

SOUZA, R. & VAL, A. (1990). O gigante das águas doces. Ciencia Hoje. Vol.11 Nº4.

TELLO S., M. REBAZA, C. REBAZA, F. ALCÁNTARA Y F. CHU-KOO. (2006), Análisis económico de la crianza de paiche Arapaima gigas en jaulas flotantes a partir de los resultados obtenidos en el lago Imiría, Ucayali . Memoria Institucional 2006.

TRESIERRA, A. A. & CULQUICHICON, M. Z. 1993. Biología Pesquera. 1ra. edición. CONCYTEC. Trujillo – Perú. 432 p.

WOSNITZA - MENDO. C. 1984. The growth of *Arapaima gigas* (Cuvier) after stocking in a Peruvian lake. Asch. FischWiss. Berlin, 35(1/2); 1-5.

X. RESUMEN:

El presente trabajo titulado “influencia de la densidad de siembra en el crecimiento de alevinos de paiche criados en jaulas flotantes” tuvo una duración de 146 días en la que se evaluó la manera de cómo influye el alimento en el crecimiento de esta especie, se trabajó bajo una matriz de tres tratamientos con tres repeticiones para cada tratamiento y un testigo de comparación. Los resultados indican que si existió diferencia significativa; siendo el tratamiento con 8% de tasa de alimentación el que presentó mejores condiciones, con un índice de conversión alimenticia de 4,5 y un índice de crecimiento diario de 14 g/día, en relación a los demás tratamientos que presentaron los resultados inferiores a este, el cual demuestra de que a una tasa inferior al 8% no es suficiente para el normal desarrollo de esta especie, concluyendo de que el alimento extruido si influye en el crecimiento de los alevinos de paiche criados en jaulas flotantes.

Palabras claves: Alevino de Paiche, alimento extruido, jaulas flotantes, tasas de alimentación.

XI. SUMMARY

This study entitled “Influence of sowing density on growth of fries of paiches reared in floating cages” lasted 146 days which the way was evaluated of how food affects the growth of this specie; we worked under a principal of three treatments with three repetitions for each treatment and a witness group of comparison. The results indicate that existed significant difference; being the treatment with 8% rate of nourishment which have presented better conditions, with a feed conversion index of 4, 5 and a daily growth index of 14g/day, in relation to other treatment that have presented the results below this, which demonstrates that at a rate below 8% is not sufficient for normal development of this specie, concluding of that if the extruded food affects the growth of fries of paiches reared in floating cages.

Key words: Aquaculture equipment of paiche, Extruded Food, floating cages, feeding rates

ANEXOS

Anexo Nº 01: Pesos promedio de los diferentes tratamientos y muestreos

Tratamiento/Muestreos	1	2	3	4	5	6
T1	147.6 g	244.00 g	**424.39 g**	537.47 g	827.56 g	**926.28 g**
T2	147.28 g	309.48 g	**779.81 g**	1110.56 g	1370.01 g	**1950.14 g**
T3	148.01 g	346.25 g	**839.21 g**	1147.56 g	1492.13 g	**2200.04 g**

Anexo Nº 02: Tallas promedio de los diferentes tratamiento y muestreos

Tratamiento/Muestreos	1	2	3	4	5	6
T1	27.28 cm	31.99 cm	39.61 cm	41.69 cm	48.74 cm	51.52 cm
T2	27.10 cm	34.03 cm	44.12 cm	50.67 cm	53.28 cm	58.53 cm
T3	27.17 cm	37.79 cm	45.79 cm	52.07 cm	56.03 cm	61.74 cm

Anexo Nº 03: Costos total de alimento por cada tratamiento

TRATAMIENTOS	CANTIDAD DE ALIMENTO OFRECIDO (Kg)	COSTO/ Kg DE ALIMENTO	COSTO TOTAL (s/.)
1	38,5	2,40	342.4
2	98,5	2,40	486.4
3	140,4	2,40	589.8

Anexo Nº 04: Costos de instalación de jaulas

ACCESORIOS	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
30 Kg Malla de 1.½", hilo Nº 18	Kg	15.00	450.00
10 Kg de hilo alquitranado	Kg	5.00	50.00
200 mts. de Soga de 2/8"	m	1.20	240.00
100 mts de soga de ½"	m	0.50	50.00
30 cañas de bambú de 6 m	-	1.50	45.00
Mano de obra por confección (9 jaulas)	-	50.00	450.00
Mano de obra por instalación (9 jaulas)	-	30.00	270.00
24 galones de 20 litros	-	10.00	240.00
TOTAL			**1,795.00**

FOTO N° 01: Construcción de jaulas flotantes

FOTO Nº 02: siembra de alevinos

FOTO N° 03: Muestreos biométricos