

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERA AGROPECUARIA

“Efecto de la frecuencia de alimentación con balanceado en el crecimiento y ganancia de peso en la etapa de levante de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*).”

Tesis previa a la obtención de título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

AUTORA:

Valeria Macarena Silva Espín

DIRECTOR:

Dr.C. Edison Samaniego G. PhD.

PUYO- PASTAZA - ECUADOR.

2016

**ESTA TEIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL DE
GRADO**

MSc. Ricardo Burgos

Presidente

Dr. C. Henan Uvidia PhD.

MSc. Pablo Arias

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Valeria Macarena Silva Espín egresada de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión

Dr.C. Edison Samaniego G. PhD.

AGRADECIMIENTOS

Mi gran agradecimiento a la institución formadora mi Universidad Estatal Amazónica, en la que día a día mi deseo de superación se hacía realidad desde el momento en el que inicie, viendo hacia el futuro el día en que mis estudios den fruto y realizarme hoy como profesional. En general a todos los docentes que con sus conocimientos contribuyeron a mi formación, a mi tutor el Dr.C. Edison Samaniego PhD por brindarme sustento en el caminar de mi tesis permitiéndome hoy estar aquí. Al apoyo incondicional de mi princesita que entre sonrisa me esperaba al regresar a casa, esposo, padres, suegros y familia que estuvieron y están en cada momento ya sea malo o bueno, en los difíciles así como los triunfos.

A todas las personas que han estado de alguna manera gracias.

DEDICATORIA

A Dios por ser quien supo guiarme por el camino del bien para permitirme estar hoy aquí; a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor así como, cada uno de los valores inculcados, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos y ser los padres incondicionales que día a día son un ejemplo a seguir me han ayudado a ser la mujer que hoy soy, a mis hermanos y familias, a mis suegros por ayudarme y brindarme su cariño en todo momento, a mi esposo Víctor por ser la persona que amo y quien ha sido una fortaleza brindándome su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor y sobre todo a la luz de mis ojos a mi hija Anny Victoria quien es el impulso que día a día me da para ser constante y no desvanecer en los momentos difíciles y que a pesar que me robe su tiempo, tiempo que le pertenecía para educarle, nunca recibí un no por respuesta: gracias mi muñeca hermosa, mi fresita, mi persona favorita, mi princesita eres y serás mi motor de arranque quien me motivó siempre. Gracias a todos que de una u otra manera hicieron posible que hoy este aquí. Gracias.

RESPONSABILIDAD

Yo Valeria Macarena Silva Espín declaro que el contenido de la presente tesis de grado es de mi responsabilidad exclusiva.

Valeria Macarena Silva Espín

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos	4
1.2	Hipótesis general.....	4
2.	REVISION DE LITERATURA	5
2.1	Generalidades	5
2.2.	Características del Paiche	7
2.3.	Manejo de alevinos de paiche	13
2.4	Alimentación de alevinos.....	15
2.5	Parámetros físico químicos del agua	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1	Localización y duración del experimento.....	22
3.2	Características de la zona de estudio.....	22
3.3	Factores de estudio.....	24
3.4	Diseño experimental	24
3.5	Medición experimental.....	25
3.6	Manejo del experimento	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.	CONCLUSIONES.....	46
6.	RECOMENDACIONES	47
7.	RESUMEN	48
8.	SUMMARY	49
9.	BIBLIOGRAFIA.....	50
10.	ANEXOS	53

Índice de Figuras

Figura 1. Paiche (<i>Arapaimas gigas</i>)	6
Figura 2. Incremento de tallas cm en base al tiempo semanas de alvinos de paiche <i>Arapaimas gigas</i>	34
Figura 3. Incremento en talla promedio de alevinos de paiche <i>Arapaimas gigas</i>	35
Figura 4. Ganancia de peso durante doce semanas	37
Figura 5. Variación del pH por cada tratamiento.....	41
Figura 6. Oxígeno disuelto en el agua en el manejo de <i>Arapaima Gigas</i> durante el experimento para cada tratamiento.	42
Figura 7. Nitritos en el agua durante el experimento para cada tratamiento.....	43
Figura 8. Niveles de amonio encontrado en el agua durante el experimento para cada tratamiento	44
Figura 9. Dióxido de carbono en el agua durante el experimento	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Densidad de siembra de alevinos.....	15
Tabla 2. Datos meteorológicos de ACUATILSA	22
Tabla 3. Suministro de balanceado con variación de horarios.....	27
Tabla 4. Matriz de los tratamientos.....	28
Tabla 5. Calidad del agua del cultivo de paiche	32
Tabla 6. Parámetros evaluados	38
Tabla 7. ANOVA de los tratamientos empleados	39
Tabla 8. Análisis de Duncan de los tratamientos empleados en la talla.....	39
Tabla 9. Análisis de Duncan de los tratamientos empleados en el peso.....	40

1. INTRODUCCIÓN

En la Cuenca Amazónica existe el pez más grande del mundo de escama en agua dulce, *Arapaima gigas*, llamado paiche en Perú y Ecuador y pirarucú en Brasil y Colombia. Este pez puede alcanzar hasta 3 m aproximadamente de longitud total y un promedio de 200 kg de peso (Rebaza *et al.*, 1999). El ambiente natural que necesita el paiche son los ecosistemas lenticos de esta cuenca, en el cual existe abundante vegetación acuática flotante. El uso de este pez puede ser ornamental o para consumo, lo cual ha generado una sobre pesca de la especie colocándolo en peligro de extinción (Guerra, 2002).

Según Guerra (2002), el paiche pertenece a la Superfamilia de los Osteoglosidos, grupo de peces primitivos que se encuentran un número mínimo de especies caracterizados por la osificación de la lengua, la cual actúa como un órgano accesorio en la trituración del alimento. Esta especie existe desde el periodo cretáceo (65 a 136 millones de años) y se cree que han descendido de los primitivos peces óseos.

Es un pez carnívoro que se alimenta básicamente de pequeños peces en proporción de 8 a 10% de su peso vivo en la etapa juvenil y de 6% en su etapa de adulto. Puede alcanzar hasta 10 kg durante el primer año de vida teniendo las condiciones necesarias para desarrollarse correctamente. Suele comer peces de los géneros *Prochilodus*, *Tetragonopterus* y *Panaques*. Además esta especie 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 para perturbarla. Las formaciones óseas de la boca, indican que el paiche tritura la presa matándola antes de tragarla (Hurtado, 1997). Como la gran mayoría de peces de agua dulce, procura alimentarse en el atardecer o al amanecer ya que durante el día cuando el calor es intenso, se esconde en la vegetación acuática en busca de sombra, para evitar los rayos solares, manteniéndose en el fondo del agua y emergiendo algunas veces para respirar. Los alevinos al igual que las post-

larvas forman cardumen compacto para nadar, con agilidad en su desplazamiento, esto debido a su comportamiento de autoprotección ya que desde que emergen nadan alrededor de la cabeza del progenitor (Franco, 2005).

Franco (2005), menciona, así mismo, que en medio silvestre la supervivencia en esta etapa suele ser igual o inferior al 10%. Se ha observado que la elevada mortalidad se debe primordialmente a deficiencias en la disponibilidad o calidad de alimento natural y a la depredación por aves así como otros peces.

El paiche es una especie que presenta un elevado índice de mortalidad en sus primeras fases de desarrollo (99,75%) por camada, es decir, que de las 4 000 crías aproximadas que produce una pareja de paiche por periodo reproductivo sólo sobreviven un promedio de 10 %, debido sobre todo a la cantidad de depredadores que se encuentran en el medio natural (Tang, 2002).

En la pesca la talla esperada de captura es de 1,60 m pero a lo largo del tiempo se ha visto especímenes muy pequeños sacados de su hábitat natural menor a 10 cm a pesar de que la veda está estipulada de octubre a febrero con el fin de ser conservados pero es visible que no sean suficientes pero con el fin de ser controladas y efectivizar su aprovechamiento además de su conservación. Para evitar el stress de los paiches se recomienda realizar las evaluaciones cada 15 días, eso ayudará a medir la longitud y peso (Rebaza *et al.*, 2003).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, esta investigación pretende conocer las condiciones que estos peces necesitan para lograr una baja tasa de mortalidad y el crecimiento de los alevinos en condiciones controladas en cautiverio, aportando información acerca de la biología de esta especie. Sin embargo hasta el momento, todos los datos son experimentales pero aún existen vacíos de información. Es necesario saber cómo contribuir a la recuperación de esta especie promisoriosa de la amazonia ecuatoriana.

Se pretende conocer e identificar el comportamiento del Paiche como alevino bajo condiciones controladas de manejo, aportando con información para la crianza de esta especie en cautiverio en la Amazonía Ecuatoriana.

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado en las líneas de investigación de la UEA, la misma que corresponde a la línea número 3 producción de alimentos sistemas agropecuarios y en la sublínea b: caracterización e identificación de nuevas especies con potencial para la alimentación animal y humana.

1.1 Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la frecuencia de la alimentación con balanceado en el crecimiento y ganancia de peso de los alevinos de paiche (*Arapaima gigas*), sistema de cultivo intensivo.

Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento y ganancia de peso de paiche en un sistema intensivo en base a las raciones suministradas.
- Identificar el óptimo de raciones en la etapa de crecimiento de los alevinos de paiches durante tres meses.
- Analizar la influencia del alimento sobre pH, O₂, nitritos, CO₂ y amonio de acuerdo al número de raciones y frecuencia de alimentación.

1.2 Hipótesis general

La frecuencia de suministro de balanceado influyen directamente en el crecimiento y ganancia de peso de Paiche (*Arapaima gigas*) en sistemas intensivos

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades

La biodiversidad amazónica es exuberante tanto en flora como fauna formando parte importante de la cultura y vivencia de los pobladores de la Amazonía; una de las especies más relevante en el estudio para toda la cuenca amazónica que se le conoce con el nombre común de paiche, en Guyana se le llama “arapaima”, ya que se cree que se lo tomo del nombre aborigen “warapaima”. Para formar su nombre original en alusión al gran tamaño de este pez “Arapaima” nativo de la Amazonía y su específico “gigas” (Sánchez, 1969).

El paiche, una de las especies emblemáticas de la Amazonía es el centro de interés de estudiosos y productores, con el propósito de buscar su conservación debido a que la presión de pesca ha afectado seriamente sus poblaciones naturales. Se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), entre las especies amenazadas.

La dieta del paiche en ambientes naturales se basa principalmente de peces por lo que se lo considera como un carnívoro moderado Padilla *et al.*, (2004), sin embargo, en cultivos controlados se ha comprobado que acepta otros tipos de alimentos.

El paiche, (*Arapaima gigas*), tiene una gran importancia económica para cada uno de los pobladores, se puede localizar en las riveras y lagunas adyacentes a la Cuenca Amazónica, precisamente por su extraordinaria biodiversidad, atravesando distintos países de sur América los cuales se han enriquecido de magnífica flora y fauna gozando de una especie con un gran potencial, científicamente es de gran beneficio e interés ya que es una especie primitiva invaluable en su género; según Aldea *et al.*, (2002) admirado como un recurso pesquero tradicional y popular de la Cuenca Amazónica.

Arapaima gigas en el mundo es pez más grande de agua dulce a escala que se ha visualizado, es originaria de la parte media y las partes inferiores de la cuenca del Amazonas, donde ha sido objeto de sobrepesca en gran medida (Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011).



Figura 1.Paiche (*Arapaimas gigas*)

Fuente: ACUATILSA 2015

2.2. Características del Paiche

2.2.1. Hábitat

Los ríos, tributarios de la cuenca del Amazonas, son el hogar de una gran diversidad de especies de peces (Carvajal-Vallejos *et al.*, 2014), y se consideran de gran importancia ecológica (Ibisch *et al.*, 2003)

Las cochas como las lagunas y ríos de la cuenca de la amazonia es decir la parte inundable se la selva son los lugares predilectos estos tienen escasa corriente y son alojadas por esta especie, especialmente de aguas oscuras deficientes en oxígeno pero también se puede encontrar en los afluentes de esta cuenca de aguas cristalinas donde se pueden esconder fácilmente luego de salir a la superficie a obtener oxígeno (Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011).

La flora y fauna de la Amazonía es magníficamente extensa y muy biodiversa. Una de las especies de la fauna amazónica, el paiche (*Arapaima gigas*), es un pez originario, parte significativa de la cultura y la existencia del indígena de la selva, ya que tiene un identificado valor alimenticio y económico (Goulding *et al.*, 1993).

2.2.2. Aspectos generales del Paiche

El paiche es una especie reconocida por su gran tamaño de agua dulce que existe en la cuenca del Amazonas. Los lagos y ríos con temperaturas entre 24 y 31 °C son los lugares que prefieren (Chu-koo, 2006). Los ambientes lagunares tanto de aguas claras así como turbias, son los ambientes de preferencia de esta especie ya que es un pez que no hace largas migraciones Salinas *et al.*, (2007), concordando con lo dicho por Brack (2003), el pez más grande con respecto al tamaño de agua dulce que existe en el planeta es el paiche que su propio hábitat son las cochas y ríos de aguas oscuras, así como negras que inundan nuestra Amazonía. Las cochas poseen escaso oxígeno y el paiche tiene dos tipos de respiración, la primera es branquial y la segunda es a través de una vejiga natatoria, que es una adaptación para intercambiar oxígeno, por eso sale a captar aire cada 15 a 40 minutos.

Brack (2003), describe la dieta alimenticia del paiche que se basa en otros peces y cuando este se encuentra en confinamiento en ambientes controlados come peces más pequeños que estén vivos, muertos estos pueden ser enteros o en pedazos, aceptan también vísceras y hasta balanceado exclusivo hecho a base de ensilado biológico para peces. Los juveniles se alimentan de organismos presentes en el lodo y en las raíces además que se pueden adaptarse al alimento balanceado.

Los alevinos de esta especie se localizan en un cardumen denso que les facilita nadar de un lugar a otro con mucha rapidez en su desplazamiento esto lo realizan para protegerse de los depredadores (Franco, 2005).

Los ribereños cazan y aprovechan la carne de esta especie de diferente manera de preparación así como salado seco, fresco, ahumado, asado, entre otra por su exquisita calidad y cantidad de carne al no poseer huesos intramusculares se convierte en un pez comercial, además aprovechando sus escamas como adornos, su piel para curtiembre y su osamenta para artesanía (Campos, 2001).

Esta especie aparece hace 165 millones de años en el Jurásico Superior en el Orden Osteoglossiformes al que corresponde *Arapaima gigas*, que está formado por un conjunto de peces teleósteos. Este orden tiene dos caracteres específicos: una lengua carrasposa capaz de destruir a la presa contra el paraesfenoides para poder decapitarla y un par de barras óseas en la base del segundo arco branquial (Venturieri, 1999).

Se identifica a la Familia Arapaimidae por poseer la aleta anal restringida al último tercio del cuerpo, la cabeza de esta especie es pequeña y achatada dorso ventralmente, la boca es terminal, con lengua ósea así como áspera y cuerpo con escamas gruesas que van creciendo en dependencia de su tamaño. Su coloración es ceniza oscura (pardo y acero) con el borde de las escamas amarillas o color rojizo que va en dependencia a la temperatura del agua donde se críe esta pez. Sus aletas son pequeñas están orientadas hacia atrás. La familia está

representada por una sola especie *Arapaima gigas*, conocida comúnmente como Pirarucú, la cual es endémica del Neotrópico Suramericano (Stewart *et al.*, 2014).

Según Palmeira (1994); Campos (2001), la clasificación taxonómica del paiche es la siguiente:

Orden:	Osteoglossiformes
Suborden:	Osteoglossoidei
Superfamilia:	Osteoglossoidae
Familia:	Osteoglossidae
Género:	Arapaima
Especie:	<i>Arapaima gigas</i> (Cuvier 1829)
Nombre común:	“Paiche o pirarucú”

2.2.3. Morfología

Cabeza

Según Rebaza *et al.*, (1999) y Alcántara, (1999) se observó el gran tamaño del pez, su cabeza tiene una dimensión relativamente pequeña concerniendo tan solo al 10% de su tamaño del peso total; cada una de las placas tiene 6 a 8 poros en su borde posterior lugar de donde sale por presión una mucosidad blanquecina que los nativos consideran como la leche materna con que se alimentan los alevinos de paiche cuando nadan en cardumen cerca de la cabeza de un adulto mencionado.

Cuerpo

El cuerpo del paiche se haya revestido de grandes y gruesas escamas hecho como en la parte superior y en la inferior cicloide que a medida que va creciendo estas se hacen más compactas; además su cuerpo es alargado y cilíndrico con aletas pectorales que se encuentran

separadas de las ventrales, a diferencia de que las dorsales y anales se encuentran cerca de la aleta caudal de acuerdo (Alcántara, 1999).

Color

El color de este pez va en dependencia de la edad, cuando es alevino es de café o negro pero entre el octavo y noveno mes de edad va modificando su color de un pardo negruzco encima de la cabeza así mismo en el dorso pero a diferencia de la mitad posterior del cuerpo tiene escamas abdominales ribeteadas de rojo oscuro; las aletas ventrales en los adultos con manchas negras y amarillas, dispuestas en una estructura de ondas irregulares; la aleta dorsal, anal y caudal con manchas claras que son desde un rojo a tomate pálido a un fuerte (Alcántara, 1999).

Campos (2001), concordando con Lima (1999), dice que el paiche puede soportar niveles variables en cuanto a la calidad de agua, con valores de pH de 5,5 a 9,5 a partir de ambientes controlados un valor similar al registrado en este estudio, y que el oxígeno disuelto varía entre 1,0 y 4,9 mg/l coincidiendo con (Padilla *et al.*, 2004).

2.2.4. Anatomía

Aparato Respiratorio

Según (Stewart *et al.*, 2014), el paiche anatómicamente es una especie que muestra un sistema branquial incomparable de otros peces ya que cuenta con una atrofia relativamente alta por tal razón es insuficiente para abastecer de oxígeno a la gran masa corporal, por ello es compensado con una vejiga natatoria semejante a un pulmón y funciona a modo de órgano respiratorio principal ya que muestra numerosas trabéculas pero la modificación sufrida por la vejiga consiste en que las paredes internas de este órgano han desarrollado un abundante tejido vascular, que contribuye a aumentar la superficie que sirve para el intercambio de

gases entre el aire y la sangre circulante por los capilares, tal como ocurre en los pulmones. La capacidad de la vejiga es muy grande, pues ocupa totalmente la parte dorsal de la cavidad abdominal, y se comunica con la parte posterior de la garganta, saliendo frente a la glotis.

Guerra (2002), el paiche permanece sumergido por un tiempo límite de 40 minutos cuando llega a ser adulto o más tiempo a menos que sea perseguido por un depredador, pero habitualmente sale cada 10 a 15 minutos a tomar aire, mientras los jóvenes realizan esta actividad con más reiteración, habiéndose constatado que los alevinos de 2,5 cm suben a la superficie rítmicamente cada 2 a 3 segundos; los de 5 cm cada 6 a 8 segundos y los de 8 a 10 cm a intervalos de un minuto.

Argumedo (2005), los Osteoglossidae grupo al cual pertenece *Arapaima gigas* constituyen un grupo de peces adaptados a ecosistemas acuáticos carente de oxígeno, lo cual ha generado adaptaciones como la del paiche, en el cual la vejiga natatoria esta transformada en un órgano de respiración, quizás más funcional e importante que las branquias, las cuales están poco desarrolladas. Franco (2005), las bajas concentraciones de oxígeno disuelto no presentan inconvenientes, para los alevinos (mayores 3,0 cm) de los paiches, debido a su doble respiración.

Aparato Digestivo

Rebaza *et al.*, (1999) la boca es superior, grande y oblicua, dotado de abundantes dientes relativamente pequeños y similares entre sí. La lengua es demasiado desarrollada y tiene la evidente particularidad de poseer este hueso interno achatado y ligeramente arqueado llamado hioides, la cual oscila entre 10 y 20 cm de longitud, recubierta de un sinnúmero de pequeños conos esmaltados, bastantes resistentes; su lengua ósea que contiene dos placas óseas laterales que funcionan como verdaderos dientes, los cuales paralizan a la presa, matándola por aplastamiento antes de la deglución. El tubo digestivo es corto, al igual que en todos los peces carnívoros.

Aparato reproductor

Según Rebaza *et al.*, (1999) los machos y las hembras del Pirarucú muestran una sola gónada desarrollada en el lado izquierdo. Durante el período de reproducción, el testículo es alargado y casi cilíndrico, adherido fuertemente al peritoneo, en toda su longitud mediante un ligamento. La parte media del testículo es más ancha y gruesa. La parte cefálica es más angosta y termina en una punta redondeada, mientras que la parte caudal es más gruesa. Un Pirarucú macho de 1,86 m de longitud presenta, aproximadamente, un testículo de 260 mm de longitud.

2.2.5. Hábitos alimenticios en el medio natural

Se alimenta esencialmente de pequeños peces en proporción de 8 a 10% de su peso vivo, cuando joven, y 6% cuando es adulto. No existen datos de requerimientos nutricionales para el paiche como los hay para otras especies de peces cálidas, (Nutrient Requirements of Fish NRC, 1993). Sin embargo, los resultados de investigación realizados en Brasil como en Perú muestran que raciones balanceadas con 40 – 45% de proteína optimizando el crecimiento de juveniles de paiche para la producción e indican que la tasa alimenticia en esta fase debería ser 8-10% del peso vivo de los animales (Imbiriba, 1991). El paiche, como la gran mayoría de peces de agua dulce, prefiere alimentarse en el atardecer o amanecer; durante el día cuando el calor es intenso, se mete debajo de la exuberante flora acuática en busca de alguna sombra para huir de los fuertes rayos solares, quedándose quieto en el fondo del agua, emergiendo algunas veces para tomar aire. En cautiverio acepta desde peces vivos o muertos, enteros o en trozos, vísceras de pescado, embriones de pollo, que no resisten el período de incubación artificial, y también ensilado biológico de peces. (Rebaza *et al.*, 1999).

2.3. Manejo de alevinos de paiche

Franco (2005) y Lima (1999), plantean que en un inicio los alevinos son de color negro en estado de larvas al igual que postlarvas y castaño claro cuando llegan al estado de alevinos (octavo al noveno mes de edad), gradualmente su coloración típica de adultos va cambiando, inician a obtener una coloración clara en su parte ventral y los flancos como el dorso una coloración parda oscura mientras su cola permanece negra, alrededor del tercer mes, cuando acaba el período de cuidado parental e inician su vida juvenil, empieza a aparecer el color rojo que lo caracteriza en los ribetes de las escamas; los alevinos son resistentes a la manipulación, esta especie no presenta canibalismo y por sus hábitos gregarios hacen más fácil la captura de la presa; en esta etapa de desarrollo se alimentan de pequeños camarones y especies forrajeras, son considerados alevinos desde los 10 días después de ser reabsorbido el saco vitelino, hasta cuando se independizan de sus progenitores, lo cual sucede entre los tres a cuatro meses de edad cuando han alcanzado 100 gr de peso y 24 cm de longitud. Durante el período de reproducción, los ejemplares machos tienen una acentuada coloración oscura en la región dorsal (Lima, 1999).

La fase entre alevino y juvenil es crítica en la producción de alevinos de paiche. La supervivencia en esta etapa suele ser igual o inferior al 10%. Se ha observado que la elevada mortalidad se debe a deficiencias en la disponibilidad y calidad de alimento natural a la vez que la depredación por aves y otros peces es muy alto, es entonces donde se hace necesario el manejo de alevinos para contrarrestar esta problemática (Franco, 2005).

Limpieza y recambio de agua

La limpieza de los tanques o lugar en donde se manejan los alevinos de paiche, se realizan con el objetivo de extraer las excretas, y alimento que no fue aprovechado por los alevinos de 1 a 4 veces al día, se realiza con manguera la limpieza a través del método del sifoneo. Luego de haber efectuado las labores de limpieza, se hace el recambio de agua de manera regular (Rebaza *et al.*, 2003).

Manejo de Alevinos en laboratorio

Cuando se maneja en ambientes cerrados según experiencias se ha notado que el índice de mortalidad es menor que en ambientes naturales, por tanto, con mayores posibilidades para disminuir la mortalidad. Su manejo se lo puede realizar en estanques de tierra y en jaulas, las cuales representan alternativas para minimizar costos de producción. Otras de las opciones es el manejo en recipientes como: tanques de cemento, artesas de madera y acuarios de vidrio; así como de los procesos para obtener alimento vivo, que es uno de los factores determinantes para la sobrevivencia de los alevinos (Rebaza *et al.*, 2003).

La creación de un laboratorio es una de las formas de manejo en donde se puede controlar mejor las condiciones de cultivo, con una posibilidad mayor de disminuir la mortalidad, se trata de acondicionar los alevinos en recipientes como: tanques de cemento, artesas de madera y/o acuarios de vidrio (Padilla *et al.*, 2002).

Crecencio (2001) y Silva (2009), utilizó tanques de cemento con una capacidad de 250 litros, evitando tener una profundidad elevada, con el fin de que los peces tengan un buen desplazamiento y teniendo los niveles de agua controlados, mientras Vela *et al.*, (2003) y Silva (2009), utilizaron artesas de madera de 2 m de largo, 2 m de ancho y 60 cm de alto, reforzado con plástico a las cuales se le añadió agua con una profundidad de 30 cm. Asimismo Rebaza *et al.*, (2003) mencionan que los alevinos en el laboratorio son manejados en tanques revestidos de mayólica de 1,42 m³ de capacidad los cuales son abastecidos con agua de pozo tubular de 75 m de profundidad.

Densidad de Siembra de Alevinos

En la tabla 1 se presenta la densidad de siembra de los alevinos

Tabla 1. Densidad de siembra de alevinos

Talla \bar{x} (cm)	# Individuo/litros
5	1 ind/1 litro
8	1 ind/2.5 litro
12-15	1 ind/5 litro

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

Etapas

Larva

Es la etapa de desarrollo del paiche que comprende desde la eclosión hasta la desaparición del saco vitelínico (8 – 9 días de nacidos).

Alevino

Se considera como tal desde los 10 días de nacido, luego de la reabsorción del saco vitelino, hasta que se independiza de los padres, entre los 3 y 4 meses de edad.

2.4 Alimentación de alevinos

La utilización del alimento vivo se dificulta porque requiere de extensa labor y complicada a la hora de ser mantenida, al probar otras dietas artificiales que resultan más fáciles de producir, y sus costos de fabricación suelen ser menores, sin embargo; es de señalar que la mayoría de los estudios que han investigado dietas artificiales en otras especies ícticas indican un menor desempeño en crecimiento y supervivencia comparado con la utilización del alimento vivo, lo cual se ha atribuido a la falta de un sistema digestivo plenamente desarrollado con baja actividad enzimática, carencia de sustancias que estimulen su

ingestión, no estimulación de la secreción de cimógenos hacia el tubo digestivo, inhibición de ciertas enzimas digestivas presentes en el tubo digestivo, deficiencia o proporción inadecuada de nutrientes esenciales, han provocado daños estructurales a las paredes intestinales y a la complejidad de las dietas suministradas que no han permitido su asimilación (Rebaza *et al.*, 1999).

Para el inicio de la alimentación artificial se puede realizar un entrenamiento alimentario para el “cambio progresivo al alimento”, estrategia que ha tenido mayor éxito con diversas especies de peces, que consiste en suministrarse el alimento artificial en conjunto con el alimento vivo desde el inicio de la alimentación exógena realizando cambios graduales en la proporción reduciendo el alimento vivo. El comportamiento alimentario del paiche puede ser estimulado por varios factores como la presencia de atractantes, la densidad energética de la dieta, la presentación final del alimento, el adecuado suministro y el medio donde se desarrollan; las raciones para alevinos generalmente se han administrado en cantidades equivalentes del 8 al 10 % de su peso vivo, realizándose ajustes quincenales del alimento ofrecido a través del monitoreo de su peso, sin embargo, ulteriores trabajos han revelado que el consumo diario promedio de los alevinos de paiche es de 5% de la biomasa, la periodicidad en la alimentación es primordial para obtener un buen desarrollo y crecimiento en peces por lo cual se administra el alimento entre 6 a 8 raciones diarias para postlarvas y alevinos; se ha observado que consumen mejor alimento balanceado de alto tenor proteico y presentan mayor avidez cuando es suministrado en la noche (Rebaza *et al.*, 2003).

Prevención de enfermedades y profilaxis

Los organismos acuáticos como cualquier grupo de animales están sujetos a un variado espectro de enfermedades y agentes infecciosos (bacterias, hongos, protozoarios, trematodos y nematodos). Los daños causados por estas enfermedades van a intervenir en la reducción de producción de estos peces ya que las enfermedades influyen negativamente en el crecimiento y desarrollo de los peces desencadenando mortalidad.

Los métodos de control de las enfermedades de los peces son similares a los manejados en otros animales; pero varían de alguna manera, ya que el tratamiento es administrado en la comida o directamente en el agua. La identificación de agentes patógenos necesita de un procesamiento correcto, como fijación y observación del material de parásitos encontrados; con un tratamiento adecuado como se muestra en el Anexo 3 (Possel, 1995).

Sanidad

No todos los 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 (Padilla *et al.*, 2002).

Parásitos

Dos nemátodos parasitan con mucha frecuencia al paiche: *Goezia spinulosa*, que se aloja en el estómago y *Philometra senticososa*, que parasita la vejiga aerífera en grandes cantidades. Como parásitos externos se señalan a las sanguijuelas y al copépodo *Argulus* (Rebaza *et al.*, 1999).

Los monogénicos las cuales se ubican a nivel de las branquias y crea severos problemas de respiración, cuando está presente, el alevino de paiche se encuentra boqueando. (Flores, 2004).

2.5 Parámetros físico químicos del agua

Calidad del agua

Gonzales (2008), menciona que la calidad del agua es un componente fundamental en cualquier proceso acuícola, ya que de ella dependerá que el desarrollo de los organismos sea bueno, así como los rendimientos que se prevean obtener, debido a que el agua tiene influencia en los tres niveles básicos, el crecimiento, la reproducción y la supervivencia. Por

esto, la disponibilidad de la misma con calidad adecuada es importante para todos los sistemas de producción, aunque fundamentalmente lo es en el caso de los cultivos intensivos.

Temperatura

La temperatura ideal para el bajo para el crecimiento es de 28 °C a 30 °C cuando la temperatura del agua está por debajo de 26 °C y por encima de 32 °C, los peces consumen menos alimento, el paiche dentro de sus límites, tiene buena capacidad de adaptación a temperaturas más bajas, siempre que no hay grandes fluctuaciones (Stewart *et al.*, 2014).

Turbidez y color

La turbidez indica la presencia de partículas y sustancias disueltas en el agua dificultan transmisión de la luz. Esto afecta a la alimentación de peces como el paiche obstaculizando la visión para capturar alimento.

La calidad de agua se ve afectada por la alta turbidez lo que hace que sea un factor que limita el desarrollo haciéndose evidente la falta de interés o algún tipo de respuesta vigorosa a la captura de alimento.

Para la producción de paiche, agua con una mayor transparencia de 60 cm son muy interesante, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo, cuando los animales se están aclimatándose para alimentarse (Stewart *et al.*, 2014).

Para indicar la turbidez se utiliza el material en suspensión sea de origen biológico, como el plancton, o de origen inerte, como el material arcilloso. En la penetración de la luz en la columna de agua de los ambientes de cultivo obstruye turbidez, limitando la producción de organismos planctónicos, que requieren de la energía solar para realizar la fotosíntesis, a través del cual se forman compuestos orgánicos en los vegetales, en base a la fijación de elementos simples disponibles en el agua en forma disuelta (CO₂, O₂ y nutrientes) (Rebaza *et al.*, 1999).

pH (Potencial de Hidrógeno)

El pH del agua de los estanques es fuertemente influenciado por la concentración del dióxido de carbono, el cual actúa como sustancia ácida. El fitoplancton y las plantas acuáticas fijan el dióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis (día) disminuyendo su concentración en el agua y lo liberan durante el proceso de respiración (noche), por esta razón se producen variaciones de pH a través del curso diario, observándose mayores valores durante el día y menores durante la noche. Por lo anterior es recomendable hacer mediciones en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde para conocer el comportamiento de este parámetro en el estanque. El pH recomendado para el manejo del paiche debe estar entre 6,5 y 8 (Franco y Pelaéz 2007).

El paiche es bastante rústico y aparentemente tolera un amplio rango de pH (5,0 a 11,5), ya que no se observó mortalidad en cualquiera de las que ocurren pH extremos las unidades de observación. El paiche está bien desarrollado en ambientes con pH bajo. Los altos valores de pH se asocian generalmente con aguas muy verdes, con una baja transparencia (Stewart *et al.*, 2014).

Oxígeno disuelto

El oxígeno es uno de los factores más importantes que regula la calidad del agua en los estanques de cultivo de peces. Su solubilidad varía con la temperatura del agua. Con el rango de temperatura de 25 a 35 °C la solubilidad del oxígeno varía entre 8 y 7 mg/l. Sin embargo, la concentración normal del oxígeno en el agua es menor que su solubilidad. Cuando se da el caso de que la concentración sea igual a la solubilidad se dice que el agua está saturada de oxígeno (Rebaza *et al.*, 1999).

A diferencia de los parentales, las larvas en los primeros días de vida requieren de concentraciones de oxígeno superiores a 4 mg/l ya que en esta etapa (los primeros 6 días de

vida) su respiración es branquial, según Rebaza *et al.*, (1999) el rango deseable de oxígeno disuelto en el agua para cultivo de paiche es de 5 mg/l.

Nitratos y nitritos

Ontañon y Martínez (1995), el nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos. En general, los nitratos (sales del ácido nítrico, HNO_3) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos. Los nitritos, son altamente tóxicos y muchos peces mueren cada año cuando los niveles se disparan. Los nitritos deben ser inexistentes en un acuario para que los peces tengan una vida saludable. Cuando los niveles se acercan a 0,5 mg/l. la situación se vuelve crítica, y en función de la capacidad tolerancia de los peces, aún tienen posibilidades de sobrevivir con estos niveles, aunque muchos tipos de peces llegada esta situación mueren, pero cuando los niveles de nitritos llegan o superan el 2,0 mg/l. irremediamente es mortal para todos los peces.

En cuanto a los nitratos, niveles de hasta 100 mg/l. son soportados por los peces, pero estos datos son relativos dependiendo de los peces de los que se trate, para algunos niveles de 80 mg/l. son muy altos, otros lo soportan más o menos bien. Los niveles de nitratos, cuando comienzan a aumentar, se soluciona con cambios parciales del 20% ó 30% del agua cada 3 ó 4 días hasta que la situación se normalice. Cuando los nitratos aumentan, muchos peces reposan en el fondo y generalmente aparecen en el acuario las algas (Ontañon y Martínez 1995).

Amonio

Según Ontañon y Martínez, (1995) el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas y debe su origen a los siguientes factores:

- El nitrógeno atmosférico, por fijación química.

- La reducción de nitritos.

Los organismos que habitan en el acuario transforman los desechos de los peces y los alimentos no consumidos en amonio; la peligrosidad del amonio está estrechamente relacionado con el valor del pH del agua, cuánto más ácido es, más peligroso se vuelve el amonio, ya que puede transformarse en amoníaco, el cual resulta peligroso.

Otros

Según Castro de Esparza (1987), otros factores que determinan la calidad del agua son:

- Olor y sabor
- Sólidos y residuos
- Materia orgánica
- Dureza

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y duración del experimento

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Alevinaje de la Estación Piscícola “ACUATILSA”, ubicado en la Provincia de Pastaza, Cantón Mera Km 14 Vía Puyo – Baños, a una altitud de 1153 m.s.n.m, con un clima cálido – húmedo tropical.

La investigación se desarrolló durante seis meses distribuidos en: toma de datos cada 7 días para no causar mayor estrés en los alevinos de paiche, tabulación e interpretación de resultados, procesamiento de la información y escritura del informe final.

3.2 Características de la zona de estudio

Condiciones meteorológicas

En la tabla 2 se muestran los datos meteorológicos de ACUATILSA

Tabla 2. Datos meteorológicos de ACUATILSA

Precipitación medio anual	4 500 mm
Temperatura	20 a 25°
Humedad relativa	88%

Fuente: Estación Biológica “Pindo Mirador” (2014).

Orografía

El terreno del cantón Mera tiene un relieve pronunciado, existe una zona montañosa en el lado Noroccidental que se desprende de la Cordillera Central de los Andes, luego se encuentra una llanura o planicie donde está asentado el pueblo de Mera, y las parroquias Shell, y Madre Tierra, donde predomina las labores agrícolas. Al sur se encuentra el río Pastaza, al norte el río Anzú, Blanco y Pindo de aguas cristalinas y reposadas, los dos primeros, al Este, un poca más bajo, a la misma altura de Puyo (Ledesma, 2008).

Flora

En el cantón Mera existen una gran variedad de plantas, desde árboles de tallos altos como pilche o chanul, cedros, laureles, canelos, sandi, maría, tamburo, chontacaspi, guayacán, caoba, etc (Ledesma, 2008).

Fauna

Entre los animales que se encuentran en la zona están desde los más feroces como la pantera, hasta aquellos menores como: tigrillo, raposa, zainos, venados, danta, guatusa, armadillos, tejones, cuchucho, mono, ardilla, oso. En cuanto a aves: pava, torcaza, búho, perdiz, gallo de peña, tucanes, cucupagchos, variedad de pájaros multicolores, que en conjunto embellecen el entorno y lo vuelven cautivante (Ledesma, 2008).

Hidrografía

Sus principales ríos son: Pastaza, Alpayacu, Anzú, Mangayacu, Río Tigre, Kilo, Río Chico, Uchumingui, etc (Ledesma, 2008).

Materiales

Material	Cantidad	Observación
Libreta de campo	1	
Ictiometro	1	Para medir los animales
Acuario	9	
Cuchillo	1	
Baldes	2	
Manguera	1	para fondeo $\frac{3}{4}$
Net o chinchoro	2	
Tinas	3	altas de 25 lts
Paño (toalla)	1	Para no causar mayor stress en los animales
Estantería	1	Donde están colocados los acuarios
Sal	7 kg	Desinfección y atiestes
Piedras difusoras	9	Dan mayor volumen de oxigenación
Manguera	9	Delgada para aireación
Formol	2 lt	Control de bacterias

Equipos

Equipo	marca	cantidad	Observación
Oxigenador		1	
Termostato		9	Son sumergibles con rangos de temperatura de 21 a 30 °C
Balanza		1	
Computadora		1	
Cámara fotográfica		1	
pH-metro		1	
Multiparametro		1	
Blower		1	

3.3 Factores de estudio

- Medición la tasa de crecimiento en base al número de raciones durante tres meses.
- Evaluación la ganancia de peso en función del número de raciones y frecuencia de alimentación.
- Se determinaron parámetros químicos de la calidad de agua (pH, O₂, nitritos, amonio y CO₂) en el Laboratorio de Alevinaje de la Estación Piscícola ACUATILSA

3.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental al azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones con un total de nueve unidades experimentales, con 9 animales por unidad, tomando una muestra representativa al azar de cada uno de los tratamientos.

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple y pruebas de comparación de medias de Duncan al 95% de confiabilidad para detectar diferencias significativas entre las frecuencias de alimentación en los diferentes tratamientos (T0); 3 raciones, (T1); 5 raciones, (T2); 7 raciones) con tres repeticiones cada una.

Las variables empleadas fueron talla y peso. El factor fue la frecuencia de alimentos para cada uno de los tratamientos por acuario.

Para el procesamiento estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS for Windows ver. 21.0.

3.5 Medición experimental

- SGR (tasa específica de crecimiento)
- Tasa de Conversión
- Curva de crecimiento
- Calidad de Agua: pH, O₂, nitritos, amonio y CO₂.

3.6 Manejo del experimento

Para el desarrollo del experimento se contó con alevinos adaptados a balanceado los cuales tienen tres meses y una semana de nacidos, con una talla 25 cm y un peso de 240 gr promedios.

3.6.1 Conservación del alimento

Durante el experimento se utilizó alimento balanceado de trucha tipo “C” ya que no existe una dieta específica en el país para esta especie con 50% de proteína de 3 mm. Fue comprado semanalmente para que este no se deteriorara por la humedad, para su almacenamiento fue colocado en la bodega donde fue destapado, pesado para luego ser dividido y enfundado para los nueve tratamientos y para cada uno de los horarios elegidos para el experimento.

3.6.2. Control preventivo y sanidad

Limpieza y desinfección

De acuerdo al desarrollo del experimento se utilizó los medios y materiales para la limpieza y desinfección de las unidades experimentales. Diariamente se realizó la limpieza de los estanques; al igual que las bandejas del circuito cerrado, esta actividad se realizó bajando el

nivel del agua y con ayuda de una esponja se eliminó la mucosidad dejada por los alevinos y por el alimento; y con ayuda de una manguera, por el método del sifoneo (Possel, 1995) se extrajo las heces y residuos de alimento. La labor de desinfección consistió en dejar remojado, en agua con lejía, de un día para otro todos los materiales usados en el manejo de alevinos, desde esponjas, hasta envases de aluminio y mangueras.

Recambio de agua

El recambio de agua se dio en dos fases debido al alto contenido de heces fecales de los peces, en la mañana de 50% y por la tarde el mismo porcentaje con la manguera de ¾” para sifoneo.

Sanidad

A partir del segundo mes de manejo algunos peces sufrieron la aparición de bacterias, algunas alteraciones en su comportamiento como desplazamiento lento, falta de apetito, aislamiento del cardumen y ojos de color blanquecino con laceraciones en sus aletas y cola.

Para ello fue necesario aislar al animal para realizar un tratamiento de baño de sal y de no ver mejoría se aplicó formol en cantidades bajas con buenas condiciones de asepsia para no ver afectada el área lastimada obteniendo buenos resultado de la especie en estudio. En tal sentido se realizaron las siguientes acciones:

- Se realizó una limpieza diaria a cada uno de los recintos, utilizando escobillas, esponjas y lejía.

- Se reemplazó recambios de agua en la mañana como en la tarde del 50% a través de sifoneo.

- Se realizó baños de sal después de cada evaluación de toma de datos para evitar la entrada de patógenos a los animales y bajar los niveles de estrés notado en los animales.

- Al observar que algunos ejemplares no mejoraron lo cual indicaba presencia de parásitos, se adicionó al alimento una pastilla de metronidazol por cada 250 gr. de alimento.

3.6.3. Horario de alimentación

Suministro de alimento

En la tabla 3 se detalla el horario suministrado el alimento balanceado de acuerdo a los tratamientos, se debe recalcar que la ración de alimento es única en función de parámetros zootécnicos, considerando 4,8 % para las 4 primeras semanas, 4,5% para las 4 segundas semanas y 3,75% para las 4 últimas semanas; el porcentaje manejado por biomasa total por cada tratamiento en el experimento como se muestra en el ANEXO 1.

Se utilizó las tablas de alimentación recomendadas en otras estaciones que van de acuerdo al peso corporal de animal y su edad. La ración total es calculada de acuerdo al incremento de la biomasa total del grupo de tratamiento con el porcentaje de la ración.

Tabla 3. Suministro de balanceado con variación de horarios

	Tratamiento Frecuencias de Alimentación	Frecuencias de Alimentación							Repetición
T0	3	7:30	12:30		17:30			3	
T1	5	7:30	10:00	12:30	15:00	17:30		3	
T2	7	7:30	9:00	10:30	12:00	13.30	15:00	16:30	3

Matriz del experimento

A continuación se presenta la matriz utilizada en el ensayo experimental (tabla 4.)

Tabla 4. Ubicación de tratamientos

T0-R3	T1-R3	T2-R3
T1-R2	T2-R2	T0-R2
T2-R1	T0-R1	T1-R1

Nota: T₀= Tratamiento testigo; T₁=Tratamiento 1; T₂= Tratamiento; R₁= Repetición 1; R₂= Repetición 2; R₃= Repetición 3

Toma de datos

La toma de datos se realizó cada siete días en los nueve acuarios experimentales tomando el 100% de la muestra.

Peso

Se procedió a manipular a los animales con los materiales y equipo adecuados de una manera suave y precisa con la finalidad de minimizar al máximo golpes bruscos que afecten al cuerpo de estos peces en tratamiento colocándolos en la balanza, tomando en cuenta que a esta edad sus escamas son fáciles de desprenderse; además se debe tener precaución con la mucosa que se desprenda, porque esta es una vía de afección para el ingreso de hongos y bacterias, después se registró los pesos en la libreta de campo, luego de la debida desinfección de los animales se los puso nuevamente en los acuarios previamente desinfectados.

El incremento de peso se determinó a partir de los datos obtenidos en los muestreos de cada mes, según la fórmula citada de (Loo Hung, 2003).

Ecuación 1

$$G = Wt - Wo$$

Dónde:

G = Incremento de peso (g)

Wt = Peso final (g)

Wo = Peso inicial (g)

Tasa de crecimiento absoluto (GR)

La tasa de crecimiento se determinó al finalizar cada mes después de los muestreos, según la expresión citada por (Robles, 2004).

Ecuación 2

$$GR \left(\frac{g}{d} \right) = \frac{dw}{dt} = \frac{(Wf - Wo)}{t}$$

Dónde:

GR = Growth rate o tasa de crecimiento

Wf = Peso final (g)

Wo = Peso inicial (g)

t = tiempo (días de evaluación)

Tasa de crecimiento absoluto relativo (SGR)

La tasa de crecimiento se determinó al finalizar cada mes después de los muestreos, según la expresión.

Ecuación 3

$$SGR\left(\frac{g}{d}\right) = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{t}$$

Dónde:

lnPf = logaritmo de peso final (g)

lnPi = logaritmo de peso inicial (g)

t = tiempo (días de evaluación)

Talla

Luego de ser pesados, fueron medidos con el ictiómetro uno a uno para obtener su incremento en longitud, esto se logra colocándolo sobre un paño húmedo para no ser lastimado, al acuario objeto de tratamiento son pasados por un baño de sal después se procede a devolverlo al acuario.

Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia para cada experimento se determinó cada fin de mes, según la expresión citada (Robles, 2004)

Ecuación 4

$$CA = \frac{F}{W_f - W_o}$$

Dónde:

F = Alimento ingerido en el período de evaluación

(W_f – W_o) = Incremento de peso (g)

Cantidad de alimento

La cantidad de alimento suministrado por día se determinó mediante la siguiente ecuación y se dividió según la frecuencia en el experimento:

Ecuación 5

$$\text{Cantidad de alimento} = \% \text{ tasa de alimentación} \times \text{biomasa (g)} (\text{g/día}) / 100$$

Supervivencia (S)

Para determinar la supervivencia se efectuó un registro diario de los peces muertos, el cual era sumado cada mes, para luego estimar el porcentaje de supervivencia citado por Loo Hung (2003), mediante la siguiente expresión:

Ecuación 6

$$S = \frac{N_o}{N_t} * 100$$

Donde:

S = Supervivencia en %

No = Número de peces al inicio del experimento

Nt = Número de peces al final del experimento

3.6.4. Evaluación de la calidad de agua

Durante el manejo de los alevinos de paiche en laboratorio se realizó cada siete días controles de los parámetros físico – químicos del agua (temperatura, pH, O₂, CO₂, nitritos, amonio) de acuerdo a lo descrito por (Rebaza *et al*, 1999).

Para el monitoreo de parámetros se empleó un multilparametro YSI el cual mide nuestra calidad de agua con la sonda sumergible de los parámetros antes mencionados. Realizando este procedimiento una vez para cada siete días, siendo evaluados y registrados.

Para la medición de la temperatura se utilizó un termómetro que permitía medir la temperatura del agua y del ambiente, estos datos se tomaban a diario y tres veces por día, antes de cada comida, siendo evaluados y registrados como se muestra en el ANEXO 2.

Métodos para medir parámetros autores

Calidad del agua

En la tabla 5 se muestra la base con la se trabajó relación a los parámetros de la calidad de agua.

Tabla 5.Calidad del agua del cultivo de paiche

CONCEPTO	VALORES (promedio)
Temperatura del agua (°C)	25,7-34,8 (\bar{x} 29,6)
pH	5,0-9,5 (\bar{x} 6,5)
O ₂ (mg/L)	4,5-10,6 (\bar{x} 8,0)
CO ₂ (mg/L)	0,0-4,0 (\bar{x} 0,9)
Amonio (mg/l)	0,3
Nitrito (mg/l)	< 0,03

Fuente: Alcàntara y Guerra (1992).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar nuestro experimento las expectativas avizoradas fueron las esperadas, consiguiendo un buen manejo de los animales en estudio

Incremento de talla

Se trabajó con alimento balanceado de trucha talla C de 3mm con 50% de proteína de alta flotabilidad, en la figura 2 se observa el incremento de talla del paiche, detallado por tratamientos y repeticiones, notándose un comportamiento similar (T2) en las tres repeticiones con incrementos superiores, mientras que en los otros dos tratamientos (T1) y (T0) el incremento de talla es inferior, llegando a superar los 36 cm a las doce semana confirmando que la frecuencia alimenticia si influye en nuestro experimento con valores significativos, concordando con Alcántara y Guerra (1992), reportaron peces de 3418 gr y 73 cm, con una ganancia de peso diario de 8,14 gr en cultivo predador presa con “bujurqui” durante 14 meses y a diferencia de nuestro experimento se supera con respecto al tiempo del estudio; de la misma forma Souza y Val (1990), al cabo de 12 meses obtuvieron peces de 3848 g y 69,8 cm, con una ganancia de peso diario de 10,69 g criados con pescado picado a razón del 6% de su biomasa.

Así mismo encontramos mejores valores que se podría superar dándole continuidad a nuestro experimento como lo reporta 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.

Pauly (1979), señala que el crecimiento de un pez que respira aire atmosférico es muy rápido en los primeros años y Wosnitza – Mendo (1984) reportaron que la longitud promedio del paiche en el primer año de vida es de 80 cm, longitud inferior a la registrada en este estudio están de acuerdo a la talla que tenemos con el experimento.

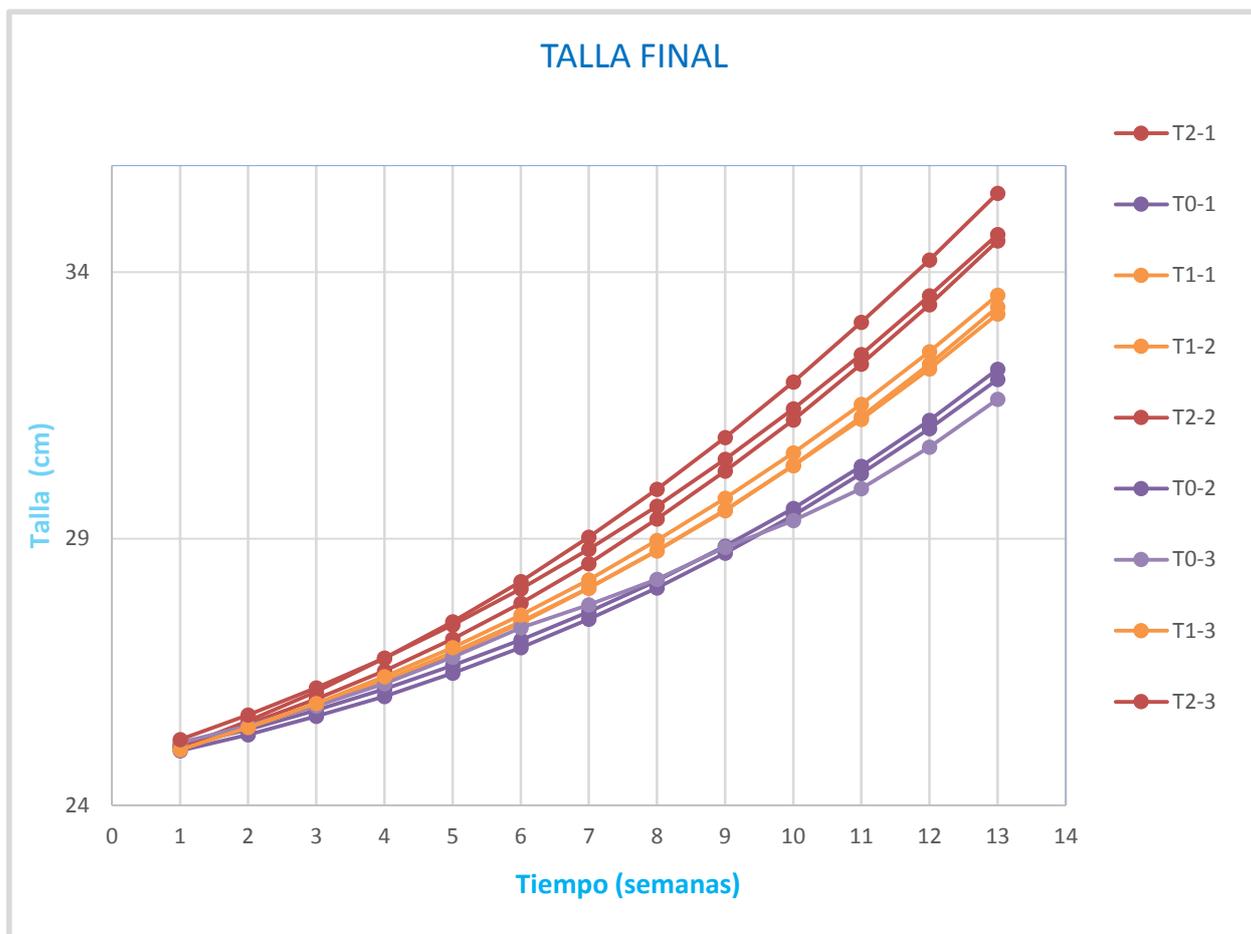


Figura 2. Incremento de tallas cm en base al tiempo semanas de alvinos de paiche *Arapaimas gigas*

Incremento de talla promedio

En el (T2) se puede observar con un mayor incremento en crecimiento de talla promedio como se muestra en la figura 3 superando valores de 35 cm; mientras que el tratamiento (T1) reporta valores de 33 cm; con respecto al (T0) el menor incremento en crecimiento con tallas inferiores a 32 cm, en la semana 12 de la misma manera se concuerda con los autores lo dicho en la tabla 2.

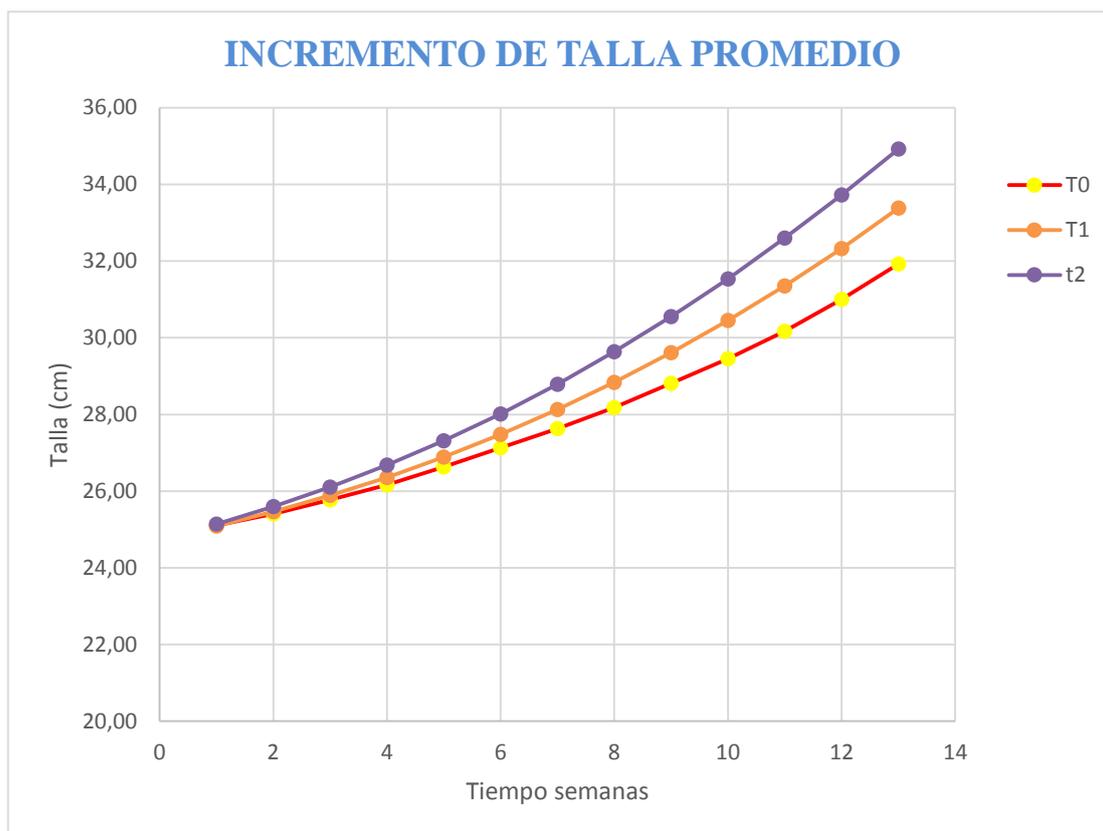


Figura 3. Incremento en talla promedio de alevinos de paiche *Arapaimas gigas*

Ganancia de peso promedio

Después de 84 días de manejo se muestra la ganancia de peso promedio de los alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) que se encontraban adaptados al alimento balanceado de trucha de 50% de proteína desde su inicio como muestra la figura 3 obteniendo mejores resultados (T2) a diferencia de (T1) y (T0) con menores resultados concordando con (Cavero, 2002), que la insuficiencia de peces forraje para alimento del paiche surge como una alternativa de producción intensiva al uso de raciones balanceadas de la misma manera (Argumedo, 2005), los alevinos se adaptarían rápidamente al consumo de la dieta extruída. Aldea (2002), menciona que el crecimiento y ganancia de peso del paiche en cautiverio pueden ser comprobados de una semana a otra como se logra ver en la figura y contradiciendo lo dicho

por Sousa y Val (1990), que manifiestan que el paiche no acepta adecuadamente alimento artificial por ser una especie carnívora.

Asimismo, Padilla *et al.*, (2004) reportan una ganancia de peso diario de 3,64 gr en alevinos de paiche alimentados con pescado al 5% de biomasa, en nuestro estudio se puede divisar mejores ganancias de peso en el primer mes alimentados con 4,8% de la biomasa con una ganancia de 3,7 gr/día; en el segundo mes alimentados de 4,5% de la biomasa con una ganancia de peso de 4,9 gr/día y para el tercer mes alimentándose de 3,75% de la biomasa con una ganancia de peso de hasta 6,9 gr/día en (T2) como se indica en el Anexo 1.

Además se observó un peso final promedio durante doce semanas del experimento, manteniéndose la tendencia demostrada en el crecimiento del paiche con relación directa para los tratamientos (T2) con valores sobre los 611,07 gr como el mejor resultado, superior al (T1) que reporta 560,62 gr, mientras que el (T0) tiene valores de 517,62 gr siendo el tratamiento que menor ganancia promedio se obtuvo durante el tratamiento.

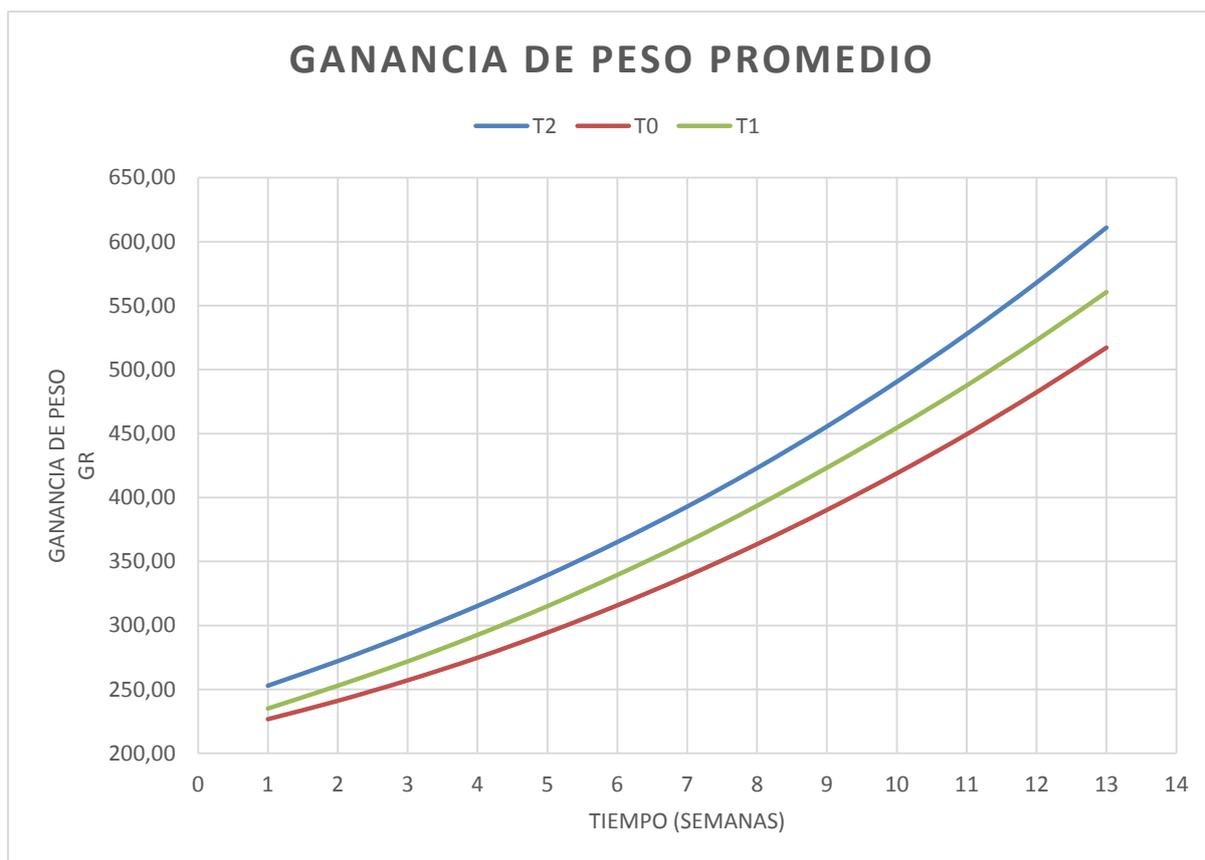


Figura 4. Ganancia de peso durante doce semanas

Conversión alimenticia

En la tabla 6 se observa que la conversión alimenticia obtenida en (T0) es de 2,99 promedio siendo este tratamiento el menos rentable ya que son los valores más altos encontrados en el experimento, (T1) es de 2,79 estando por debajo de (T0), mientras que (T2) es la mejor unidad experimental que se ha encontrado durante nuestro experimento con valor inferiores de conversión alimenticia de 2,54 por ende la mejor conversión obtenida, resultado mejores son los obtenidos por Álvarez y Castro (2003), quienes reportan una conversión de 3,9 usando como forraje alevinos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tabla 6.Parámetros evaluados

	Tasa de crecimiento específico (gr/día)	Conversión alimenticia aparente(kg)	Tasa de supervivencia (%)
T0	14,54	2,99	100
T1	15,26	2,79	92,13*
T2	15,98	2,54	92,59**

Nota: *A8, T1, R3 mantuvo 1 mortalidad, en la 5ta semana

*A4, T1, R2 mantuvo 1 mortalidad en la 9na semana.

**A5, T2, R2 mantuvo 2 mortalidades, la primera en la 6ta semana y la otra en 7ma semana.

Franco, H. (2005) menciona, así mismo, que la supervivencia en la etapa de alevino suele ser igual o inferior al 10%, se debe primordialmente a deficiencias en la disponibilidad o calidad de alimento natural y a la depredación por aves así como otros peces. Por otro lado, Padilla *et al.*, (2002) dicen que la creación de un laboratorio es una de las formas de manejo en donde se puede controlar mejor las condiciones de cultivo, con una posibilidad mayor de disminuir la mortalidad, se trata de acondicionar los alevinos en recipientes como: tanques de cemento, artesas de madera y/o acuarios de vidrio. Por lo mismo el manejo en un ambiente cerrado atribuye a un menor porcentaje en cuanto a la mortalidad; disponiendo de alimento vivo o balanceado, controles preventivos y de sanidad. Durante el manejo se obtuvo un porcentaje de supervivencia del 96,5%, lo cual es aceptable como se ha mostrado en el experimento realizado con supervivencia de (T1) 92,13 el más inferior y (T0) 100% sin mortalidad, ya que las muertes de los animales en experimento son resultado de eventos fortuitos debido a espacios pequeños donde se los mantenía saltándose de los acuarios la cual fue su causante.

En la tabla 7 se obtuvo mediante el ANOVA que existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, lo cual indica que la ganancia de peso y el incremento de la talla difieren en relación a la frecuencia de alimentación.

Tabla 7. ANOVA de los tratamientos empleados

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Talla	Inter-grupos	26.316	2	13.158	11.351	.000
	Intra-grupos	27.820	24	1.159		
	Total	54.136	26			
Peso	Inter-grupos	23703.924	2	11851.962	53.270	.000
	Intra-grupos	5339.714	24	222.488		
	Total	29043.638	26			

En el caso de la variable talla (tabla 6) se obtuvo tres grupos de significación (T0); tres raciones con menor incremento de talla debido a mayor desperdicio a la hora de suministrar cada ración. (T1); cinco raciones se tiene un incremento mayor que en el primer tratamiento; mientras que (T2) con siete raciones obtuvo mayor incremento de talla que en los dos anteriores tratamientos debido a que se notó mayor grado de digestibilidad.

Tabla 8. Análisis de Duncan de los tratamientos empleados en la talla

Talla				
Duncan ^a				
Acuario	N	Subconjunto para alfa = 0.95		
		1	2	3
1	27	32.1778		
2	25		33.2222	
3	25			34.5889
Sig.		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9.000.

Para la variable peso (tabla 7) se obtuvo de igual manera que en la talla tres grupos de significación, con menor incremento de peso (T0), mientras que (T2) obtuvo mayor incremento de peso.

Tabla 9. Análisis de Duncan de los tratamientos empleados en el peso

Peso

Duncan^a

Acuario	N	Subconjunto para alfa = 0.95		
		1	2	3
1	27	531.6522		
2	25		560.7733	
3	25			603.7856
Sig.		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media amónica = 9.000.

Calidad de Agua

La especie *Arapaima gigas* es de clima húmedo tropical; pero no es una especie exigente en cuanto a la calidad de agua en cautiverio ya que puede soportar niveles variables en cuanto a la calidad de agua concordando con lo dicho por Campos, (2001).

Los valores manejados dentro de nuestro experimento están dentro los rangos que se debe manejar a esta especie.

Temperatura

La temperatura manejada durante la investigación fue constante ya que se manejó con termostatos sumergible de marca HANNA con un rango de 21 a 30 °C, los cuales controlaron la variación de temperatura en las peceras manteniendo estable en los entre 25 y 28 °C. Esta temperatura es la recomendada para un adecuado crecimiento y ganancia de peso del paiche; la temperatura debe estar en un rango de 25 °C a 32 °C (Rebaza *et al.*, 1999). Lo cual además concuerda con Humberto (1973), reporta valores de 26,7 – 29,5 en el trapecio amazónico mientras que Alcántara y Guerra (1992), por su parte, reportan medias de 25,7 -34.8 °C en cautiverio.

Potencial de Hidrogeno (pH)

Los valores de pH manejado dentro del experimento dependen del agua que posee la Estación Piscícola “ACUATILSA”; con la finalidad de proporcionar las mejores condiciones se controló con ácido cítrico, carbonato de calcio e hidróxido de calcio siguiendo las recomendaciones sugeridas por Franco y Peláez (2007), logrando mantenerse en un promedio 6,5 pH para el experimento.

Como se puede apreciar en la figura 5 los valores de pH en los acuarios presentan una alta variación, con valores ente 6,7 y 7,7 para los tres tratamientos. Para el (T0) el pH del agua resulto más bajo que en (T1) y (T2) debido a la cantidad de excretas desechadas por el número de veces de alimento racionado para los paiches.

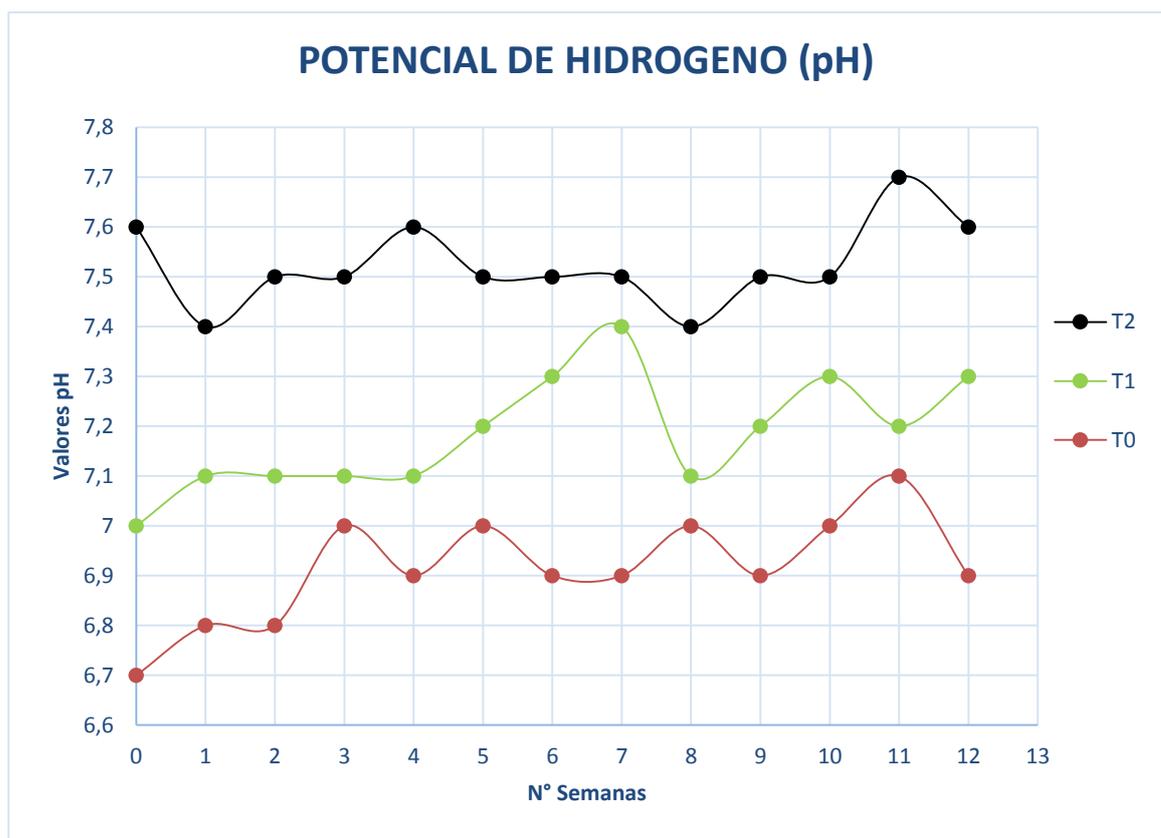


Figura 5. Variación del pH por cada tratamiento

Oxígeno disuelto (O₂)

La concentración de oxígeno disuelto (O₂) registrado cada semana se mantuvo por encima de los 5,5 mg/l durante las primeras seis semanas (figura 6), luego descendió por debajo de los 5,4 mg/l durante el resto del experimento. Estos valores se encuentran dentro de los parámetros reportados por Rebaza *et al.*, (1999) para el cultivo de paiche. Esta variación en la concentración de O₂ se debe a que existe menor variación y por ende mejor equilibrio químico en el agua al racionar en mayor número de veces la cantidad de alimento de suministro con la muestra (T2), por otro lado no sucede lo mismo para el (T1) y (T0) ya que los niveles de O₂ son más altos, pero esto no interfiere directamente en función de la talla y peso por que se mantiene una oxigenación constante generado por un blower y distribuido por piedras difusoras como se muestra en la misma figura.

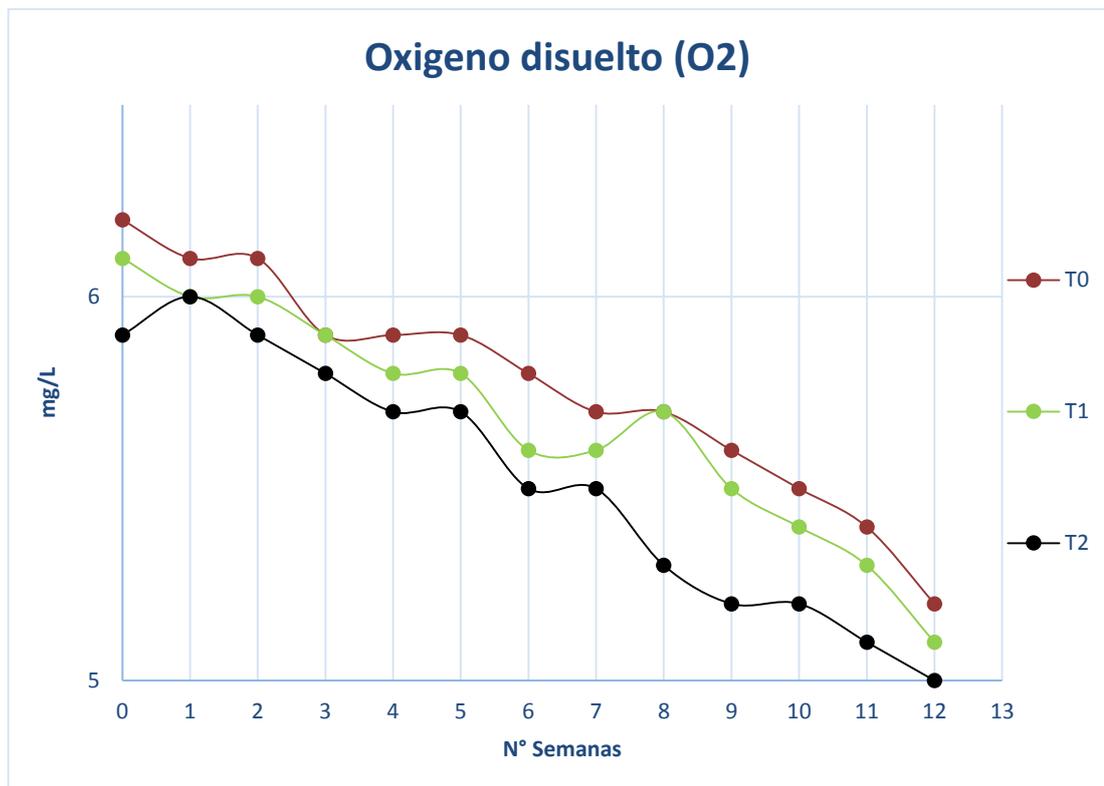


Figura 6. Oxígeno disuelto en el agua en el manejo de *Arapaima Gigas* durante el experimento para cada tratamiento.

Nitrito ($\text{NH}_2\text{-N}$)

Los valores fueron de 0,01 a 0,05 mg/l (figura 7), los cuales difieren de obtenido por Alcàntara y Guerra (1992), por estar experimentados en esquemas diferentes y en el caso de esta investigación se realizó en acuarios con parámetros controlados; tomando en cuenta que se encontró valores más altos para (T0) y menores para (T1) así como (T2).

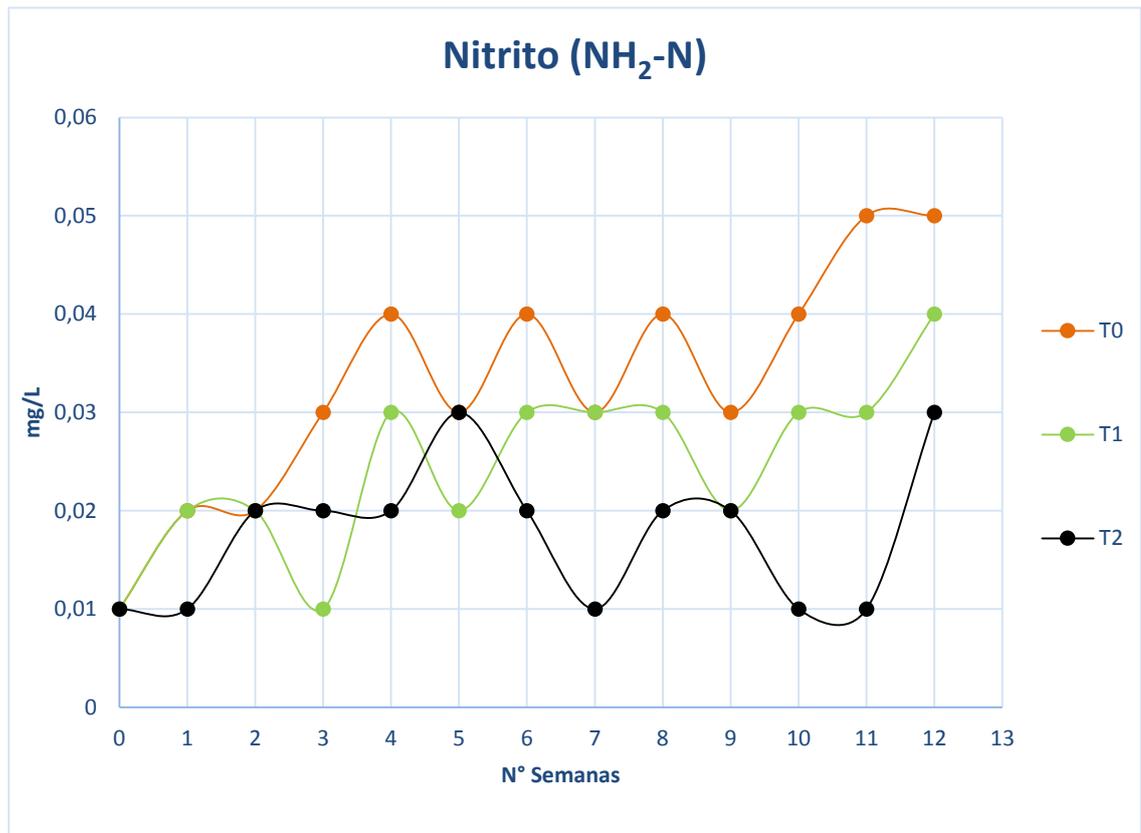


Figura 7. Nitritos en el agua durante el experimento para cada tratamiento

Amonio ($\text{NH}_3\text{-N}$)

En promedio los valores más altos se encontraron en (T0) con 0,3 mg/l promedio (figura 8), concordando con lo descrito por Alcàntara y Guerra (1992), mientras que (T1) y (T2) presentaron valores más bajos de 0,26 mg/l debido a que se obtuvo mejor equilibrio en el agua al racionar más veces la cantidad de alimento; pero tomando en cuenta y controlándolos ya que el pH del agua, cuánto más ácido es, más peligroso se vuelve el amonio, ya que puede

transformarse en amoníaco, el cual es peligroso para la especie *Arapaima gigas* (Ontañón y Martínez, 1995).

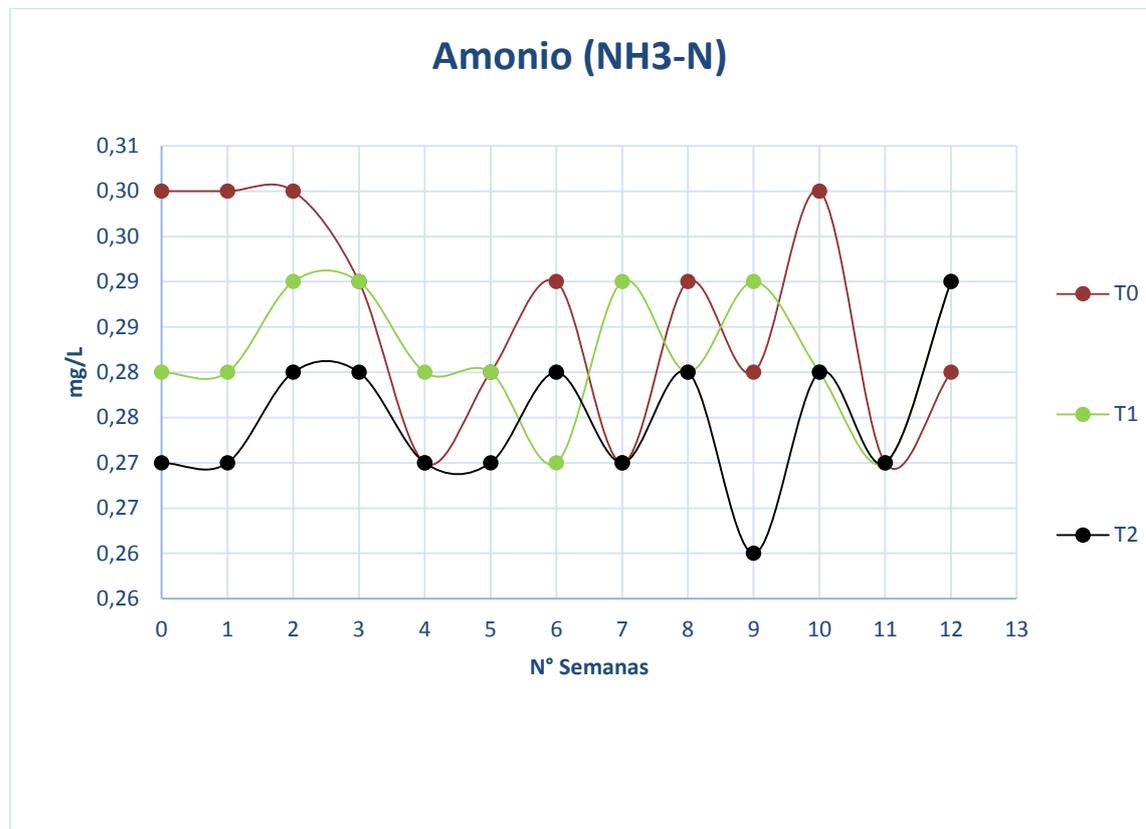


Figura 8. Niveles de amonio encontrado en el agua durante el experimento para cada tratamiento

Dióxido de carbono (CO₂)

Según Alcántara y Guerra, (1992), el rango manejado de CO₂ para *Arapaima gigas* deben de 0,0 a 4,0 mg/l con una media 0,9 mg/l; pero en nuestro experimento encontramos datos superiores en todos los tratamientos ya que este estudio se lo realizó en condiciones controladas en acuarios. Los datos más altos registrados fueron para (T0) debido a espacios reducidos encontrando mayor contaminación en los mismos, valores menores para (T1) y (T2) como se muestra en la figura 9.

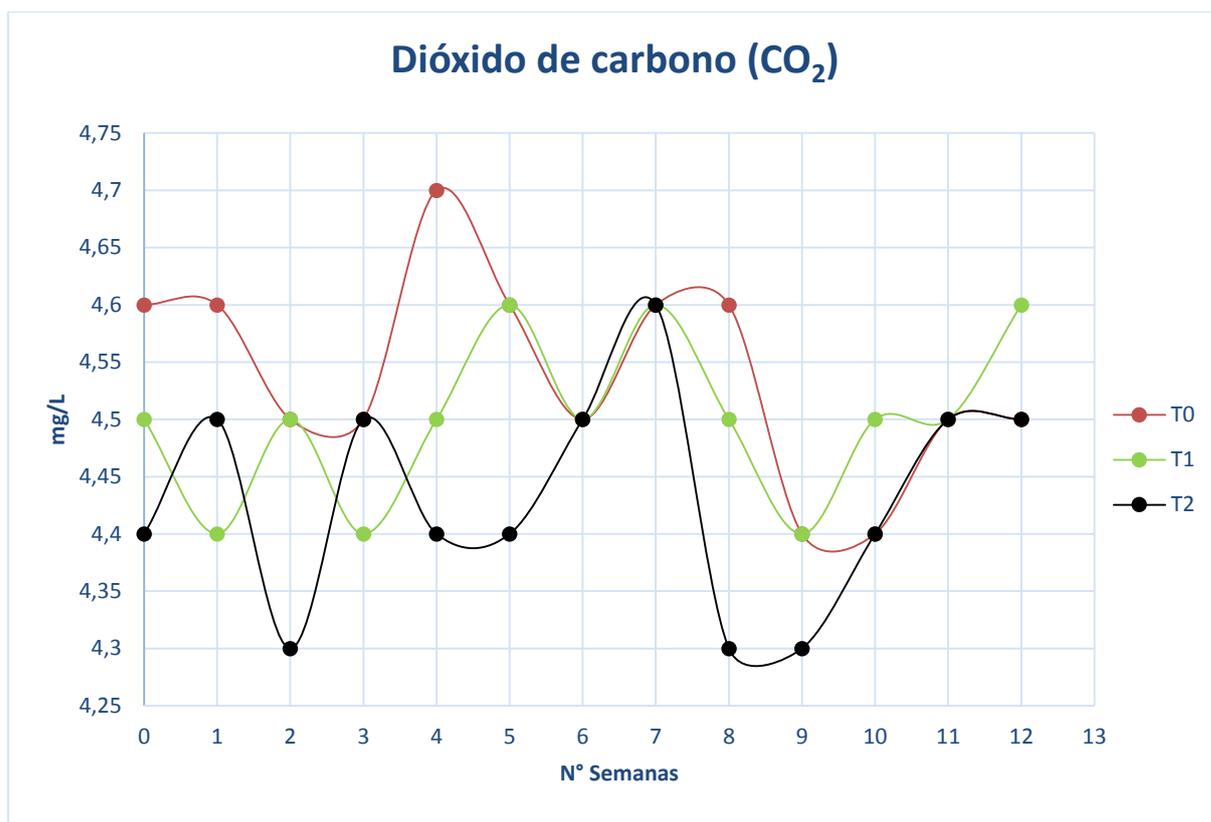


Figura 9. Dióxido de carbono en el agua durante el experimento

5. CONCLUSIONES

- En el estudio realizado se comprobó que la frecuencia de alimentación influye considerablemente en la ganancia de peso e incremento de talla de los alevinos de paiche *Arapaima gigas*, con la misma dieta de alimento balanceado de trucha de 50% de proteína se logró mejores resultados con los animales (T2) alcanzando los 34,93 cm y un peso de 611,07 gr mientras que (T1) y (T0) durante el experimento se mantuvieron por debajo de (T2).
- Al proporcionar la ración de alimento diaria en varias veces al día se observó que el tratamiento (T2) con 7 intervalos, tuvo los mejores resultados, asumiendo que existe mejor aprovechamiento del alimento por parte del animal con menor desperdicio.
- Los parámetros físicos y químicos del agua del medio donde se manejó el experimento se mantuvieron dentro de los rangos tolerables, por lo que no existió ninguna injerencia en el crecimiento de nuestra especie en estudio.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el experimento de la crianza del paiche a menores densidades de manejo para corroborar si el crecimiento depende de la renovación o del espacio.
- Se recomienda en un futuro realizar el experimento con balanceado exclusivo para la especie de esta manera comprobar su ganancia de peso e incremento de talla.

7. RESUMEN

El paiche (*Arapaima gigas*), es una de las especies emblemáticas de la Amazonía es el centro de interés de estudiosos y productores, con el propósito de buscar su conservación debido a que la presión de pesca ha afectado seriamente sus poblaciones naturales. Se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES).

En la amazonia ecuatoriana no existen estudios y datos sobre esta especie, el objetivo de este estudio es contribuir con el conocimiento por lo que se propuso manejar en espacios controlados en la Estación Piscícola “ACUATILSA” siendo una empresa visionaria a la hora de investigar especies como es el gigante del Amazonas *Arapaima gigas* por su majestuoso tamaño, exquisito e inigualable sabor.

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado en las líneas de investigación de la UEA, la misma que corresponde a la línea número 3 producción de alimentos sistemas agropecuarios y en la sublínea b: caracterización e identificación de nuevas especies con potencial para la alimentación animal y humana. Con esta especie se trabajó en tres tratamientos demostrando la influencia de la frecuencia de la alimentación dotándoles de alimento de trucha de 50% de proteína de 3 mm de espesor, durante 12 semanas consecutivas, los meses de Septiembre, Noviembre y Diciembre se realizó mediciones de talla y peso así parámetros físicos químicos de agua pH, nitritos, CO₂, O₂ y amonio.

A los 84 días que duro el trabajo de campo se pudo demostrar que el (T2) con 7 raciones al día fue el mejor de nuestros tratamientos obteniendo una ganancia de peso de 611,07 gr y un incremento de talla de 34,93 cm, sin que los parámetros físico químicos influyan en su crecimiento.

8. SUMMARY

The arapaima (*Arapaima gigas*), is one of the flagship species of the Amazon. This specie is the focus of interest researchers and producers, for its conservation because fishing pressure has seriously affected natural populations. It is found in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species (CITES).

In the Ecuadorian Amazon, there are no previous studies and data on this species. The objective of this study is to contribute to the knowledge about it so it was proposed to manage it in controlled on the Fish Station "ACUATILSA" because it is a visionary company for the research of species like it is the giant Amazon *Arapaima gigas* for its majestic size, exquisite and unique flavor.

This research belongs to the research lines of the Amazon State University (UEA), which corresponds to the same line # 3 of agricultural food production systems and the subline b: characterization and identification of new species with potential for animal and human. It was studied through three treatments with this specie demonstrating the frequency influence of feeding, providing food *Salmo Trutta* with 50% of protein with 3 mm of thick, during 12 consecutive weeks in September, November and December. It was measured on size and weight as well as chemical and physical parameters of water pH, nitrite, CO₂, O₂ and ammonia.

During the 84 days of the field study, it was demonstrated that the (T2) with 7 servings per day was the best treatments for obtaining a weight gain of 611,07 g and an increasing of size of 34,93 cm, without the physical chemical parameters influencing in its growth.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Aldea, G. M. 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis de Biólogo. UNAP. Iquitos – Perú. 54p.
2. Aldea, M.; Alcántara, F. y Padilla, P. 2002. Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, con dietas artificiales en jaulas flotantes. Resúmenes de exposiciones del I Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Agraria la Molina; Facultad de Pesquería. Lima – Perú. 33p.
3. Alcántara, B. F; Guerra, F. H. 1992. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. *Folia Amazónica*. V. 4N° 1.p. 129 – 139 p.
4. Argumedo, E. (2005). Arawanas. Manual para la cría comercial en cautiverio. Asociación de Acuicultores del Caqueta ACUICA. Florencia Caquetá. 105 p.
5. Álvarez, C.; Castro, J.; Rebaza, M.; Rebaza, C. 2003. Efecto de tres dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* en ambientes confinados. Tesis para optar el Título de Biólogo. Pucallpa – Perú.
6. Brack, A. 2003. AMAZONIA: Biodiversidad y bionegocios. Lima – Perú.
7. Campos, Luis. Historia Biológica del Paiche *Arapaima gigas* y bases para su cultivo en la Amazonía. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) Programa de Biodiversidad. Iquitos, Perú Junio 2001.
8. Castro de Esparza, M. L. (1987). Parámetros físico - químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento de agua. CEPIS. Lima – Perú.
9. Carvajal-Vallejos, Fernando M., Rémy Bigorne, América J. Zeballos Fernández, Jaime Sarmiento, Soraya Barrera, Takayuki Yunoki, et al. 2014. Fish-AMAZBOL: A database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, March.
10. Cavero, S. B. 2002. Densidad de estocagem de juveniles de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), en tanques-redes de pequeño volumen. Dissertação apresentando ao Programa de Pós- graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convenio INPA/Ua, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior. 46pp. Managuas – Brasil. 42 p.
11. Chu-Koo, F. 2006. Domesticación y crianza en cautiverio del *Arapaima gigas*: Manejo, aspectos reproductivos y nutricionales 50 p.
12. Estevez de Oliveira, C. III. El pirarucu em el Brasil. *Piscicultura Amazônica – El Pirarucu*. Para, Brasil.
13. Fernandes, D. (2005). “More eyes watching”. Lessons from the community-based management of a giant fish, *Arapaima gigas*, in Central Guyana. Unpublished Master dissertation. University of Manitoba. Winnipeg, Canada. 180 p.
14. Fontenele, O. 1942. Contribuição para o conhecimento a biologia de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativo: (*Actinopterygii*, *Osteoglossidae*). DNOCS. Coletânea de trabalhos Técnicos. Série I-C.

15. Fontenele, Osmar. Contribução o conhecimento da Biología do Pirarucu “Arapaima gigas” (Cuvier) em Cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). Ministério da Viação e Obras Públicas. Publicação No.165, serie 1-C. Brasil, 1948. 35p.
16. Franco, H. (2005). Contribución al conocimiento de la Reproducción del Pirarucú Arapaima gigas (CUVIER, 1817) (Pisces: Arapamidae) en cautiverio. Trabajo de grado, Programa de Biología. Universidad de la Amazonía. Florencia – Caqueta.
17. Franco, H. y Pelaéz, M. (2007). Cría y producción de pirarucú en cautiverio. Universidad de la Amazonía, 2007. 50 p. Caqueta– Colombia.
18. Gonzales, R. (2008). Influencia de la calidad del agua en la productividad acuícola. Bayamo – Cuba.
19. Guerra, H. (2002). Manual de producción y manejo de alevinos de paiche; Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP 20 años. Edit. Pueblo Libre, Lima, Perú. 98p.
20. Hurtado, A. (1997). Aspectos del Arapaima gigas en el sistema de Várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Trabajo de grado, Departamento de Biología. Universidad del Valle, 84p. Santiago de Cali-Colombia.
21. Ibisch, PL, JC Chive, SD Espinoza, and NV Araujo. 2003. Hacia un mapa del estado de conservación de los ecosistemas de Bolivia. In Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento Y Conservación, ed. P Ibisch and G Mérida, 264–272. Santa Cruz, Bolivia: Editora FAN.
22. Imbiriba, E. P. (1991). Produção e manejo de alevinos de pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier). Belém: EMBRAPA – CPATU. Circular Técnica, 57). 19p.
23. Ledesma Zamora, Oscar. 2008. Pastaza una provincia que apasiona.
24. Lima Helder Queiros. Artisanal fisheries of Pirarucu at the Mamirauá Ecological Station. Diversity, development and conservation of Amazonias Whitewater Floodplains, 1999. 23p.
25. Loo Hung, B. (2003). Evaluación del efecto de la harina pre gelatinizada de maca (*Lepidium peruvianum*) sobre el crecimiento de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis para optar título de Ingeniero Pesquero. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, pp.: 61-62.
26. Luzuriaga, Carmen. 2013. Diagnóstico de Flora. Estación Biológica Pindo- Mirador. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador.
27. National Academy Press. (1993). Nutrient Requirements of Fish. Washington, D.C.
28. Ontañon, G. & Martinez, A. (1995). "Laser. Física y Química". Ed. Bruño. Perú.
29. 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.
30. Padilla, P. P.; Ismiño, R.; Alcántara, F.; Tello, S. 2004. Producción y manejo de alevinos de paiche en ambientes controlados. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Iquitos – Perú.
31. 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).
32. Possel, P. 1995. Enfermedades y su problemática, Bluefields Indian & Caribbean University. Facultad de Ciencias del Mar, Escuela de Biología Marina.

33. Rebaza, M.; Alcántara, F.; Valdivieso, M. 1999. Manual de Piscicultura del Paiche *Arapaima gigas*. Tratado de cooperación Amazónica. Secretaria Pro Tempore. (TCA) – IIAP – FAO. Caracas - Venezuela. 35 Pp.
34. 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.
35. Robles, S. (2004). Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de maca *Lepidium peruvianum* G. Chacón en alimento de inicio en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis para optar título de Ingeniero Pesquero. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, pp.: 52-53.
36. Salinas, Y., Córdoba, E., Alonso, J., Prieto, E y Bonilla, O. 2007. *Arapaima gigas* (Schinz 1822). Cali – Colombia.
37. Sánchez, J. 1961. El paiche. Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Servicio de Pesquería del Ministerio de Pesquería. Lima. 48 pp.
38. Silva, D. (2009). Adaptación para consumo de alimento balanceado en alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) en la provincia de Leoncio Prado. Tingo María – Perú.
39. Souza, R. y Val, A. 1990. O gigante das águas doces. *Ciencia Hoje*. Vol.11 N°4.
40. Souza, R y Val, A. 1990. Parámetros hematológicos (Série vermelha) de *Arapaima gigas* (*Osteoglossidormes*) durante o primeiro ano de vida em cativeiro. INPA. Manaus. 99 pp.
41. Stewart, Donald J. (2013) "A New Species of *Arapaima* (*Osteoglossomorpha*: *Osteoglossidae*) from the Solimões River, Amazonas State, Brazil" *Copeia* 2013 (3): 470-476.
42. Tang, M. (2002). Plan de manejo de recursos pesqueros. Asociación Indígena de desarrollo y conservación del Samiria (AIDECOS). Iquitos – Perú.
43. Tratado de Cooperación Amazónica. (1999). Manual de Piscicultura del Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier). Secretaria Pro Tempore. Caracas-Venezuela.
44. Vela, A.; Díaz, F.; Torres, D.; Flores, H y Montreuil, V. 2003. Estudio Piloto para la recuperación de las poblaciones de paiche *A. gigas* (Cuvier, 1829), en el sector inferior de la cuenca Pacaya, de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. En: F. Alcántara & V. Montreuil (eds.). Seminario Taller Internacional de manejo de paiche o pirarucú. WWF Rusell E. Train Education for Nature Program e IIAP. pp 53 – 65.
45. Venturieri, Rossana. Pirarucu, especie ameaçada pode ser salva através do cultivo. *Revista Panorama da Aquicultura*, 1999. 9(vol. 3):3-21p.
46. Wosnitza - Mendo, C.1984. The growth of *Arapaima gigas* (Cuvier) after stocking in a Peruvian lake. *Arch. Fischwiss*, 35 (1/2): 1-5.

10.ANEXOS

Anexo 1. Ganancia de peso y talla mensual

T0 3 raciones

Mes		Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	Talla inicial (cm)	talla final (cm)	supervivencia	alimentación %	consumo (gr/día)	consumo mes	incremento día	incremento mes	conversión
1	9	231,73	334,24	25,10	26,63	100,00	4,8	11,12	289,20	3,42	102,51	2,82
2	9	334,24	465,79	26,63	28,81	100,00	4,5	15,04	391,06	4,39	131,55	2,97
3	9	465,79	608,33	28,81	31,93	100,00	3,75	17,47	454,15	4,75	142,54	3,19

T1 5 raciones

Mes		peso inicial (gr)	Peso final (gr)	talla inicial cm	talla final cm	supervivencia	alimentación %	consumo (gr/día)	consumo mes	incremento día	incremento mes	conversión
1	9	237,89	348,99	25,09	26,89	100,00	4,8	11,42	296,89	3,70	111,10	2,67
2	8	348,99	497,15	26,89	29,61	88,89	4,5	15,70	408,32	4,94	148,16	2,76
3	7	497,15	662,69	29,61	33,38	87,50	3,75	18,64	484,72	5,52	165,54	2,93

T2 7 raciones

Mes		peso inicial (gr)	Peso final (gr)	talla inicial cm	talla final cm		alimentación %	consumo (gr/día)	consumo mes	incremento día	incremento mes	conversión
1	9	240,59	363,79	25,14	27,31	100,00	4,8	11,55	300,26	4,11	123,20	2,44
2	9	363,79	534,19	27,31	30,55	100,00	4,5	16,37	425,63	5,68	170,40	2,50

Anexo 2. Datos tomados de parámetros físico químico

	TEMPERATURA												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T°	27	28	27	29	28	28	28	27	28	29	27	28	28

	pH												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T2	7,6	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,7	7,6
T0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,3	7,2	7,3
T1	6,7	6,8	6,8	7	6,9	7	6,9	6,9	7	6,9	7	7,1	6,9

	O2												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T0	6,2	6,1	6,1	5,9	5,9	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,5	5,4	5,2
T1	6,1	6	6	5,9	5,8	5,8	5,6	5,6	5,7	5,5	5,4	5,3	5,1
T2	5,9	6	5,9	5,8	5,7	5,7	5,5	5,5	5,3	5,2	5,2	5,1	5

	Nitrito (NH ₂ -N)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05
T1	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
T2	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03

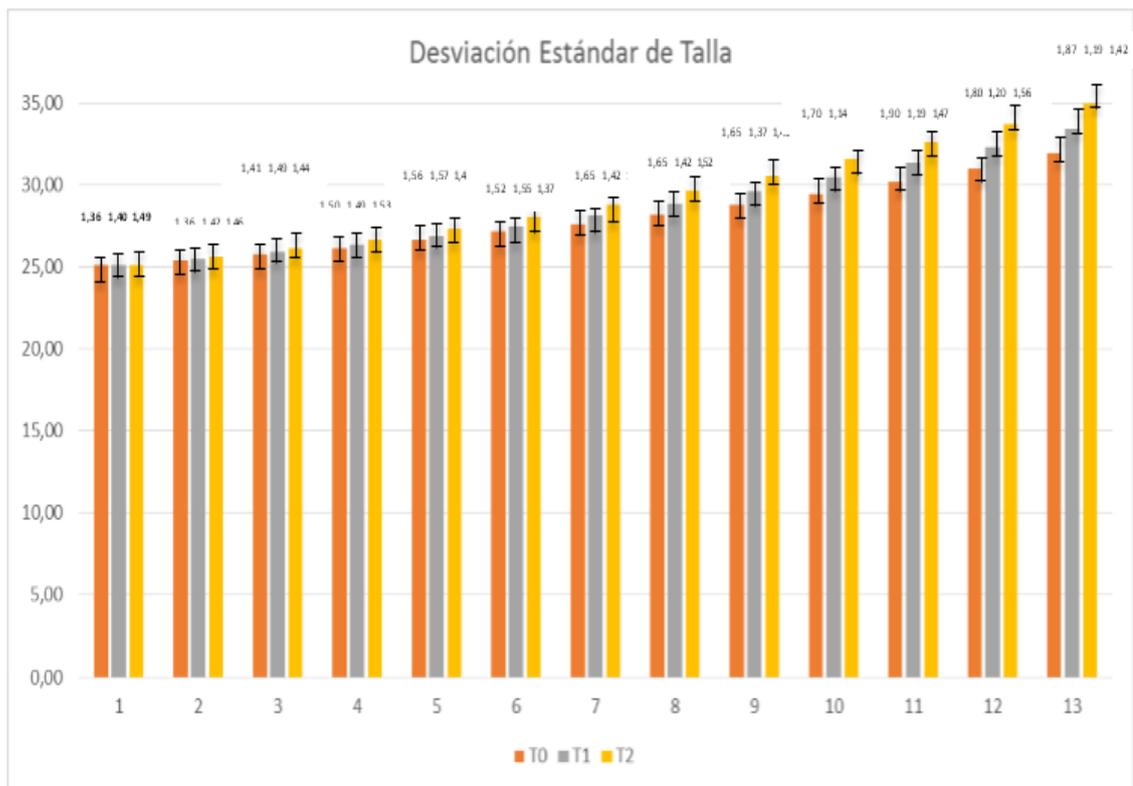
	Amonio (NH3-N)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T0	0,30	0,30	0,30	0,29	0,27	0,28	0,29	0,27	0,29	0,28	0,30	0,27	0,28
T1	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,29	0,28	0,29	0,28	0,27	0,29
T2	0,27	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,28	0,27	0,28	0,26	0,28	0,27	0,29

	CO2												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T0	4,6	4,6	4,5	4,5	4,7	4,6	4,5	4,6	4,6	4,4	4,4	4,5	4,5
T1	4,5	4,4	4,5	4,4	4,5	4,6	4,5	4,6	4,5	4,4	4,5	4,5	4,6
T2	4,4	4,5	4,3	4,5	4,4	4,4	4,5	4,5	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5

Anexo 3. Enfermedades y tratamientos

PRODUCTO	PARÁSITO	DOSIS	DURACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Acriflavina	Trichodinas	2.4 mg/l	8 horas	Baño
	Bacterias	1.2 mg/l	11 horas	
Formol 40% ó formaldehido	Ichthyophthirius Trichodina	0.25 ml/l,,	20 min.	Baño
	Microsporidia	0.03 ml/l	5 horas	
	Dactylogyrus	167-250 mg/l	1 hora	
Sal común	Trichodinas	15 g/l	5 minutos	Baño
	Ichthyophthirius			

Anexo 4. Desviación estándar de la talla



Anexo 4. Evidencia de trabajo de campo







