

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Escuela de Formación Profesional
de Acuicultura.

**“EFECTO DE TRES TASAS DE ALIMENTACIÓN EN EL
CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PAICHE, *Arapaima gigas*,
CULTIVADOS EN CORRALES”.**

TESIS

Requisito para optar el título profesional de

BIÓGOLO ACUICULTOR

AUTOR:

JULES JULIEN AREVALO DÍAZ

IQUITOS – PERÚ

2014

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR

Blgo. Luis A. Mori Pinedo, Dr.

Presidente

Blgo. Luis E. Campos Baca, Dr.

Miembro

Blgo. Víctor H. Montreuil Frías, MsC.

Miembro

ASESOR

Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.

Asesor



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Dirección de Escuela Profesional de
Acuicultura

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Iquitos, 26 de diciembre de 2014

En la ciudad de Iquitos, a los veintiséis (26) días del mes de diciembre de 2014 y, siendo las 04:00 horas; se reunió en el Auditorio del Colegio Médico del Perú, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 025-2013-DEFP-A-UNAP, presidido e integrado por **Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr., Presidente; Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRIAS, M.Sc., Miembro; y Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr., Miembro;** para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"INFLUENCIA DE TRES TASAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PAICHE, *Arapaima gigas*, CULTIVADOS EN CORRALES"** realizado por el bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela Profesional de Acuicultura: **Jules Julien Arévalo Díaz** de la Promoción I-2012, graduado de Bachiller con R.R. N° 0502-2013-UNAP de fecha 21 de febrero de 2013; reconociendo como asesor: **Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN.**

Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño del bachiller, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por el bachiller y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto; Aprobar **LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO** Muy Buena; quedando en consecuencia el candidato apto para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 05:30 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

Luis Alfredo Mori Pinedo
PRESIDENTE

Víctor Hugo Montreuil Frias
MIEMBRO

Luis Exequiel Campos Baca
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres: Eliana y Julio, por ser ejemplo de trabajo y sacrificio;

A mis hermanos: Julissa, Julius, Fernando y Julie, por apoyarme en todo momento;

A Jussa, Adito y Juryanna, por darme tanta felicidad;

A ti, Jules por cuidarme de la mano de DIOS.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, a la Facultad de Ciencias Biológicas en la Escuela Profesional de Acuicultura, por los conocimientos impartidos y aprendidos durante mi permanencia como estudiante.

Al Blgo. Enrique Ríos Isern, docente de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y asesor de la tesis de investigación por el apoyo brindado y por estar permanentemente enfocado en la misma.

Al Blgo. Luciano Rodríguez Chu, investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana y asesor de la tesis de investigación por liderar, guiar y brindar la experiencia en temas acuícolas del paiche.

Al Sr. Manolo García y a la Sra. María Aspajo, propietarios de la Empresa THE TIGER RANCH E.I.R.L. por facilitar los instrumentos y materiales usados durante la investigación.

Al Ing. Hugo Ramos, por la participación directa con la investigación.

A la Blga. Gloria Pizango por el apoyo desinteresado durante la ejecución de la tesis de investigación.

A mis compañeros y amigos, Dianoba Rojas, Edgar Varela y Lary Vela por su participación y colaboración de esta investigación.

A todo aquel que, de manera directa e indirecta colaboró con la investigación.

INDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE FOTOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.2. Diseño experimental.....	16
3.3. Acondicionamiento de las unidades experimentales.....	16
3.4. Obtención de los especímenes.....	17
3.5. Tratamientos.....	17
3.6. Siembra de los juveniles de paiche.....	18
3.7. Evaluaciones biométricas.....	19
3.8. Alimentación de los peces.....	19
3.9. Frecuencia alimenticia.....	20
3.10. Índices zootécnicos.....	20
3.11. Evaluación de los parámetros limnológicos.....	24
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Crecimiento en peso y longitud.....	26
4.2. Índices zootécnicos.....	30
4.3. Calidad de agua.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del alimento AQUAXCEL STARTER.....	20
Tabla 2. Parámetros físicos y químicos	24
Tabla 3: Promedio de peso de los juveniles de paiche	26
Tabla 4: Promedio de longitud corporal de los juveniles de paiche	29
Tabla 5. Índices zootécnicos registrados en el cultivo de juveniles de paiche.	31
Tabla 6. Valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua.....	32
Tabla 7. Registro de los parámetros físicos-químicos del agua de los corrales.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica satelital del área de trabajo. Fundo THE TIGER RANCH.	15
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.	16
Figura 3. Curva de crecimiento en peso (g) de los peces por cada tratamiento.	27
Figura 4. Biomasa ganada (g) por cada tratamiento al final de la fase experimental.	28
Figura 5. Ganancia de peso (g) por cada tratamiento al final de la fase experimental.	28
Figura 6. Curva de crecimiento en longitud (cm) de los peces por cada tratamiento.....	30
Figura 7. Interacción entre la temperatura, oxígeno disuelto y el dióxido de carbono durante la fase experimental.....	33
Figura 8. Variación del pH del agua durante la fase experimental.	34

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Unidades experimentales	17
Foto 2. Ejemplar juvenil de paiche.....	18
Foto 3. Alimento comercial Aquaxcel, saco de 40 kilogramos.....	19
Foto 4. Laboratorio LaMotte.....	25
Foto 5. Predominancia de lluvias intensas durante la investigación	32

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el efecto de tres tasas de alimentación: 6%, 12% y 18% de la biomasa en el crecimiento de juveniles de paiche cultivados en corrales, alimentados con una dieta artificial con 45% de proteína bruta. Ciento ochenta juveniles de paiche con peso medio inicial de $39.95 \pm 4.16\text{g}$ y una longitud media inicial de 18.29 ± 0.63 , fueron distribuidos en 12 corrales de 5m x 3m en un estanque de tierra de 300m². El trabajo tuvo una duración de 90 días durante los cuales los juveniles de paiche fueron alimentados tres veces al día. Al final de la investigación los peces alcanzaron longitudes y pesos promedios de: $28.52 \pm 0.19\text{cm}$, $130.31 \pm 3.32\text{g}$; $29.09 \pm 0,18\text{cm}$, $148,04 \pm 2,62\text{g}$; $29.64 \pm 1,45\text{cm}$, $146.24 \pm 16,84\text{g}$ respectivamente. Se realizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones para cada uno y, con el uso de un testigo (10% de la biomasa). La ganancia de peso y longitud se registró en evaluaciones cada diez días. Los resultados finales indican que no existieron diferencias significativas en relación de peso y longitud entre tratamientos ($P < 0.05$); siendo el tratamiento T2 el que mostró mejores condiciones aparentes, demostrando un factor de condición de 0.60 y una biomasa ganada de 1.599g; Se registró un descenso en la temperatura del agua el cual influyó directamente sobre el desarrollo productivo de los juveniles de paiche, alterando valores de los parámetros químicos. Durante este periodo y en adelante, los juveniles de paiche dejaron de consumir el alimento, afectando su desarrollo.

Palabras claves: *Arapaima gigas*, tasa alimenticia, corrales, crecimiento, piscicultura

I. INTRODUCCIÓN

El paiche *Arapaima gigas*, es la especie emblemática de la Amazonia y el foco de numerosos estudios científicos (**MIRANDA *et al.*, 2012**). Es una especie con gran potencialidad para la piscicultura debido a su rusticidad, alto valor en el mercado, excelente sabor de su carne y extraordinario desempeño en ambientes controlados (**GARCÍA, 2012**), además de ser una fuente importante de alimentación para los habitantes de la Amazonia. Se han realizado diversos trabajos en el cultivo de paiche, particularmente en la alimentación de esta especie con pescado de bajo costo comercial (descartes de pesca) y con peces forrajes. Sin embargo para viabilizar una producción de paiche a una escala comercial e industrial, es necesario que el cultivo sea conducido con raciones balanceadas de alta calidad (**SEBRAE, 2010**).

Las limitadas investigaciones que se han desarrollado en la etapa juvenil de paiche y los aspectos nutricionales en cuestión de tasas de alimentación han sido poco exploradas dentro de las oportunidades que la especie presenta (**PANDURO, 2012**), siendo ésta una alternativa de desarrollo de la actividad.

Cultivos en diversos sistemas de producción (jaulas, estanques, corrales) han probado que una tasa al 10% de la biomasa podría resultar como la mejor en etapa juvenil del paiche, adaptándose rápidamente al crecimiento continuo y exponencial (**SEBRAE, 2010**). En jaulas, el cultivo de juveniles en una primera fase, el 10% de la biomasa es la adecuada para su alimentación (**GUERRA, *et. al* 2002**).

El paiche incluso después de saciar el hambre tiende a continuar capturando el alimento cuando es lanzado al agua. La observación de los peces si consumen o no el alimento es importante en la fase juvenil, donde el alimento brindado abunda lo cual puede reducir en gran medida la eficiencia de la producción y perjudicar la calidad del agua. Muchos piscicultores confían en capacidad del paiche de respirar aire atmosférico y que su desempeño no depende del oxígeno disuelto del agua; aún así erran en el hecho de no considerar importantes a los demás parámetros. En cultivos en altas densidades los niveles de oxígeno están cerca de cero, y es común observar altas concentraciones de gas carbónico en el agua que interfiere en la eliminación de gas de los ejemplares y llevando éste a la sangre, causando estrés y enfermedades **(MOLINARI, 2012)**.

A pesar de todas las ventajas que presenta el cultivo de paiche, los conocimientos necesarios para su producción comercial de manera sustentable aún no han sido consolidados. Frente al enorme y al creciente interés del sector productivo en invertir en la producción de paiche, se hace necesario construir un banco de informaciones confiables sobre el desempeño zootécnico y económico de su producción en diferentes ambientes y en diversas condiciones de cultivo. Por lo expuesto, el propósito de la investigación fue determinar la influencia de tres tasas diferentes de alimentación en juveniles de paiche cultivados en corrales, así mismo evaluar los parámetros físicos y químicos del agua y la determinación de los índices zootécnicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos históricos

La práctica de la actividad acuícola en la región amazónica peruana tuvo origen con la especie en estudio. Los primeros registros datan del año 1940, año en que el estado crea zonas reservadas para su protección y estudio con fines de explotación racional y de cultivo extensivo. La primera de estas zonas fue el sistema hidrográfico del río Pacaya, en el que la pesca de esta especie quedó en manos del Estado (Ministerio de Agricultura), efectuándose algunos trasplantes dentro del mismo sistema hidrográfico y a otros lugares para facilitar las observaciones sobre la biología del pez **(CHU *et al.*; 2012)**.

Los pioneros fueron: Shoji Nakashima, Arturo Miyake y Jorge Sánchez de la Dirección de Pesquería y Caza. Posteriormente fueron creados otras zonas reservadas con propósitos similares, como las de los ríos Samiria, Tamaya y Mazán, y los lagos Rimachi y Quistococha. Los principales lugares a los que se trasplantó el paiche han sido los lagos Sandoval (Departamento de Madre de Dios) en 1970, Sauce y Mashuyacu (Departamento de San Martín) en 1964 y 1968 respectivamente, estanques semi-naturales de la colonización de Nazareth (Departamento de Amazonas) en 1967 y, la represa de San Lorenzo (Departamento de Piura) entre 1969 y 1970 **(CHU *et al.*, 2012)**.

2.2. Biología

El paiche, *Arapaima gigas*, es uno de los peces de escama más grandes de las cuencas del Amazonas y del Orinoco. En su medio natural alcanza longitudes de dos a tres metros y un peso de 200 kilogramos y se alimenta principalmente de peces vivos **(CASTELLO, 2008)**.

Su carne tiene un rendimiento de 57%, además carece de huesos intermusculares, tiene buena textura, color blanco, sabor neutro, por lo cual su filete es de excelente calidad y altamente preferido por el consumidor de la región amazónica **(ALCÁNTARA et al., 2006)**. Este pez vive en los ambientes acuáticos laterales a los ríos, como lagunas y meandros antiguos, que poseen agua con pH ligeramente ácido y abundante materia orgánica en suspensión, producto de la descomposición de la vegetación ribereña y acuática. El paiche presenta un color castaño claro en el dorso y ligeramente blanquecino en las regiones lateral y ventral. En época de reproducción, el macho cambia esta coloración blanquecina por un color rojo ladrillo, en la región inferior de la cabeza y en la región lateral del cuerpo y de la cola. La hembra presenta la misma coloración pero con menor intensidad. Esta pigmentación puede variar según el color del agua del ambiente donde vive el pez. La cabeza del paiche es relativamente pequeña, en relación con el tamaño del cuerpo y representa aproximadamente el 10% del peso total. La boca es grande, de posición superior y oblicua, provista de dientes pequeños y numerosos, más o menos iguales. Su lengua es grande y de naturaleza ósea **(CAMPOS, 2001)**.

Las branquias (agallas) son relativamente pequeñas, en comparación con el tamaño del pez. Por esta razón, debe salir a la superficie para captar aire atmosférico utilizando una vejiga especializada, adherida a la columna vertebral, que se comunica directamente al esófago a través de una válvula que el pez controla a voluntad. El cuerpo es alargado, con una sección circular en el tronco y está revestido de grandes y gruesas escamas cicloideas con el borde posterior de color rojo ladrillo a rojizo. Las aletas pectorales, igual que las ventrales, son relativamente grandes, con el borde distal redondeado. La región de la cola del paiche es comprimida y comprende el tercio posterior del cuerpo y en él se insertan las aletas dorsal y anal, que confluyen hacia la aleta caudal sin unirse **(ALCÁNTARA *et al.*, 2006)**.

2.3. Reproducción

Tanto los machos como las hembras presentan una sola gónada desarrollada, en el lado izquierdo. El testículo es alargado y casi cilíndrico. El ovario en desarrollo tiene aspecto foliar y cuando está en proceso de maduración tiene un aspecto voluminoso, con óvulos visibles a simple vista, de color rojo, blanco y verdoso. El ovario presenta numerosos pliegues transversales, entre los que se desarrollan los óvulos **(CHU, 2009)**. La maduración de los óvulos del paiche es de tipo asincrónico, es decir, la maduración ocurre en grupos y en consecuencia, el desove es de tipo parcelado. Los óvulos con mayor desarrollo presentan un color verde azulado.

Normalmente la época de lluvia define el periodo reproductivo del paiche, aunque ocasionalmente puede suceder desovas fuera del periodo (**SEBRAE, 2010**).

El paiche se reproduce en estanques a los cinco años, pero el número de crías por desove es variable y sujeto a causas de mortalidad diversas. Antes de la formación de la pareja dominante, se producen peleas y es frecuente observar agresión entre individuos que, en ocasiones, termina con la muerte de los peces de menor porte. La pareja dominante establece su territorio y lo defiende activamente de otros individuos de su especie o de otras especies, incluyendo el hombre. Este comportamiento se mantiene durante la construcción del nido, el desove, la fase larval y el período de alevinaje. La pareja elige su zona de nidificación en la zona litoral, con una profundidad menor a un metro, de preferencia en áreas de suelo firme, sin vegetación y sin fango. El nido tiene una profundidad de 20 cm y un diámetro de 60 cm, aproximadamente. Una vez que se realiza la puesta y fecundación en el nido, la pareja cuida los huevos, mientras se cumple el desarrollo del embrión. Al término de este período se produce la salida de las crías, con una longitud aproximada de un centímetro. El macho es directamente responsable de la protección del cardumen de larvas y pequeños alevinos, mientras que la hembra permanece cuidando el territorio, en círculos y siempre en torno al paiche macho y sus crías. En condiciones de cultivo se pueden dar intentos de ataque a los humanos por parte de la hembra, que llega a elevarse sobre la superficie del agua produciendo un sonido intenso (**ALCÁNTARA et al., 2006**).

La alimentación juega un rol importantísimo en la capacidad reproductiva del paiche en cautiverio. En Loreto, se ha observado que los piscicultores registrados como los más exitosos, adicionan pescado fresco congelado en la alimentación de sus paiches. Estos normalmente son especies de curimátidos (Potamorhina, Curimata, Curimatella, Psectrogaster), prochilodontidos (Prochilodus, Semaprochilodus) y otros peces de mediano porte. En este caso los peces son ofertados dos veces al día, al menos cuatro días a la semana (**AYARZA, 2007**). Así mismo para los reproductores es conveniente estanques de 1000 a 5000 mil m², en este rango se favorece tanto el desarrollo de peces forraje como su captura por parte de los paiches (**GUERRA et al., 2002**).

2.4. Características en cautiverio

A través de diversos experimentos ejecutados durante los últimos diez años, tanto en Brasil como en Perú, se demostró que el paiche puede ser cultivado con dietas artificiales con altos niveles de proteína. A partir de estas experiencias se viene conduciendo una serie de cultivos en diversas modalidades, tanto en estanques como en jaulas flotantes, con resultados alentadores. Desde principios del siglo XXI, el paiche ha sido objeto de estudio para su cultivo en ambientes controlados, principalmente para la producción de semillas con el único objetivo de ir repoblando esta especie, que en años anteriores sufrió de sobrepesca (**MOLINARI, 2011**).

En la Región Amazónica, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) destinó entre los años 2000 y 2007 ejemplares juveniles de paiche como parte del Programa de Apoyo al Cultivo de Paiche en estanques productores del Eje Carretera Iquitos – Nauta (EICN). Hasta el 2007 se entregaron un total de 1049 paiches en 33 comunidades rurales distintas, la finalidad era formar planteles reproductores que luego puedan abastecer a los posibles núcleos de criadores de paiche **(CHU & TELLO, 2009)**.

2.4.1. Cultivo de paiche en la Amazonía

Tras las primeras experiencias de adiestramiento del paiche al consumo de dietas alternativas y extrusadas, el cultivo se realiza actualmente en tanques de mayólica, estanques de tierra y jaulas flotantes. En todos ellos, la especie presenta alta capacidad de adaptación y crecimiento, con niveles de rendimiento variables que permiten identificar buenas posibilidades económicas en su cultivo **(ALCÁNTARA 2006)**.

Los paiches cultivados en los estanques relacionan la presencia de las personas con la oferta de alimento y, por lo tanto, es frecuente su aproximación a la orilla cuando son detectadas. Aun cuando la tecnología de cultivo del paiche está en proceso de desarrollo, se observan importantes niveles de rendimiento en los estanques **(ALCÁNTARA et al, 2006)**.

A pesar del potencial del cultivo de paiche en la amazonia, se debe promover la exportación del paiche como alimento y no como pez vivo ornamental, pues dado que se los comercializan en estados tempranos de desarrollo, ésta práctica acelera su extinción (**ARANA, 2005**).

Por otro lado, la producción de esta especie en la región amazónica aún está en proceso de aceleramiento; las razones de una adecuada infraestructura económica-productiva, propia del aislamiento o carente conectividad de Iquitos con los grandes mercados de la costa peruana generan sobrecostos de producción para los acuicultores del paiche (**DIREPRO, 2012**).

Los desafíos que presenta la acuicultura de paiche son numerosos; sin embargo se debe hacer énfasis en la producción sostenible de semilla, así mismo se debe fortalecer las capacidades empresariales y comerciales de los criadores de paiche (**SAJAMÍ, 2012**).

2.4.2. Manejo de juveniles

El cultivo de paiche en etapa juvenil es escaso, razón por el cual la producción de carne sea tan baja dentro de la Carretera Iquitos – Nauta, área principal de influencia acuícola. Aún así la diversidad de sistemas de cultivo es tan variado que lo escenarios encontrados para la producción de paiche hace que los resultados sean ampliamente diferentes. Por la experiencia acumulada en los diversos proyectos

hechos en toda la Amazonia, el principal factor determinante de éxito de una producción, más allá de la calidad de los insumos, viene siendo la calificación de la mano de obra responsable por la producción. Aquellas propiedades que cuentan con mano de obra con experiencia en el manejo de producción y con el compromiso de responsabilidad de seguir las recomendaciones técnicas, han alcanzado resultados técnicos y económicos satisfactorios **(MOLINARI, 2012)**.

Actualmente el IIAP ha validado y actualizado protocolos de manejo de alevinos de paiche en condiciones controladas (alimentación, limpieza, etc.) **(CHU *et al.*, 2010)**. Para el manejo de juveniles el uso de un alimento con 40% PB es el más adecuado **(DEL RISCO, *et al.*, 2008)**.

2.4.3. Cuidado de juveniles y calidad de agua

La mayoría de los productores subestiman la complejidad para una producción de paiche debido a que es una especie muy rústica y porque posee la capacidad de respirar aire atmosférico y, consecuentemente no depende del oxígeno disuelto del agua. Es decir, el hecho de que el desempeño de desarrollo no esté comprometido a morir por la falta de oxígeno, los piscicultores tienen la idea equivocada de que los otros parámetros de calidad de agua no son importantes en la producción de esta especie. Un ejemplo claro es que la producción de paiche en estanques en altas densidades, las concentraciones de oxígeno disuelto llegan a niveles muy próximos de cero y por eso es muy común observar altas concentraciones de gas carbónico

en el agua, interfiriendo la eliminación de desechos metabólicos del pez, llevando este acumulado a la sangre y dependiendo de la concentración, causando el estrés y propiciando enfermedades para el pez **(SEBRAE, 2010)**.

El actual estado de producción de paiche, los alevinos o juveniles son todos provenientes de desovas naturales (no inducidas) y las colectas de los cardúmenes de alevinos o juveniles. Por otro lado los productores que dominan el manejo de la calidad de agua y la eliminación y la alimentación de alevinos y juveniles, están consiguiendo altos índices de sobrevivencia de los individuos colectados hasta el final de la etapa de adaptación al alimento balanceado. Así, en una colecta puede resultar de 3,000 a 5,000 alevines (pudiendo superar los 10,000 si son provenientes de matrices de porte grande). Por eso, muchos productores aún persisten con la teoría que los juveniles solo deben ser separados de sus pares cuando tengan mayor porte (10-15cm), por las experiencias de mal manejo en este estadio. Entretanto, el índice de sobrevivencia de los juveniles en el ambiente de desova hasta la colecta es generalmente bastante bajo (10 a 20%), lo que es un desperdicio, considerando el alto valor comerciales de los paiches **(MOLINARI, 2012)**.

2.4.4. Manejo en estanques y represas

Generalmente el área de cultivo para juveniles preparados para etapa de engorde varía de 700 a 12,000 m². Desde el punto de vista de la infraestructura el parámetro más importante es la profundidad del agua, pues en estanques rasos (< 2,0m)

existen problemas graves debido a una alta turbidez del agua donde los peces reducen o cesan el consumo de alimento diario y consecuentemente su crecimiento. Por lo tanto, uno de los puntos críticos a ser atendidos es que la infraestructura debe permitir el manejo adecuado del agua en condiciones favorables, sobre todo desde el punto de vista de la transparencia **(SEBRAE, 2010)**.

En promedio, el paiche se desarrolla entre 8 a 10kg en un ciclo de producción de 1 año, a partir de juveniles de 15 a 20 cm adaptados al alimento balanceado. Las variaciones en los resultados son consecuencia de las diferentes condiciones climáticas, sobre todo de la temperatura del agua y del manejo en la producción (alimentación, densidad poblacional, entre otros), partiendo que los insumos utilizados son de alta calidad. Por lo general se usa raciones extrusadas comerciales conteniendo niveles de proteína bruta entre 40 y 45% y tasas entre el 6 y 15% **(SEBRAE, 2010)**.

2.4.5. Manejo en jaulas flotantes

El cultivo en sistemas de jaulas flotantes tiene como principal objetivo aprovechar los ambientes acuáticos. El paiche es una especie que ha mostrado una buena adaptación al condicionamiento en jaulas flotantes, teniendo niveles de productividad bastante elevadas comparados con otros peces amazónicos como la Gamitana **(SEBRAE, 2010)**. Es así que en la Laguna Imiria, en Pucallpa, se validó por

primera vez la tecnología de cultivo en jaulas flotantes, instalando dos jaulas de 240 m³, en las que se sembró paiches juveniles en densidades de 2 a 3 peces/m³.

Los paiches fueron alimentados durante doce meses con una ración alternativa extrusada con 40% de proteína total, y luego con una dieta mixta, compuesta de este alimento y peces capturados en la laguna Imiría. A los doce meses de cultivo, se alcanzó pesos promedio individuales de 12 kg, en las densidades sometidas a validación, lo que corrobora el alto potencial productivo de la especie y sobre todo, las posibilidades de su cultivo en jaulas **(ALCÁNTARA *et al.*, 2006)**.

No conviene sembrar ejemplares muy pequeños porque su dependencia del plancton no es favorecida por el ambiente “abierto” de la jaula. La densidad de siembra durante el primer mes de crianza es de 100 ejemplares por jaula de 2.00 X 1.00 X 1.20 m, reduciéndose a 50 en el segundo mes y así se puede ir reduciendo la carga, según se observa la competencia por el espacio. Al tercer o cuarto mes, los alevinos con más de 100 gramos de peso, pueden transferirse a estanques de tierra, sea definitivamente o para continuar con un periodo de precría. La alimentación se realiza con pequeños peces vivos atontados para que no se escapen de la jaula o muertos y los mayores en pedacitos. La tasa de alimentación recomendada es del 10%. La frecuencia de alimentación es cada 2 horas durante todo el día y todos los días **(GUERRA *et al.*; 2002)**.

2.4.6. Manejo en sistemas intensivos con recirculación

Debido a la escasez de recursos hídricos y al alto valor de la tierra, los sistemas intensivos de producción con recirculación del agua, se han vuelto muy interesante, principalmente cuando se busca viabilizar al pequeño productor.

En estos sistemas, el objetivo es obtener mayor producción por área con un mínimo uso del agua. Sin embargo el crecimiento mostrado en este sistema de cultivo es un poco inferior al observado en los estanques de tierra. Se ha notado que en sistemas con altas densidades, el paiche muestra menor consumo de alimento consecuentemente menor crecimiento. Una solución para potencializar el crecimiento de paiche en sistemas con altas densidades sería la utilización de una ración específica que atienda mejor las necesidades de la especie. Esas raciones dispondrían de los nutrientes necesarios para un desempeño más eficiente en los peces. Así mismo, la ausencia de oferta de alimento natural y el posible gasto de energía en la natación, debido al movimiento del agua, pueden ser responsables por los resultados en las conversiones alimenticias **(SEBRAE, 2010)**.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el fundo acuícola THE TIGER RANCH E.I.R.L. ubicado en el kilómetro 44,2 en el Caserío San Lucas, en el eje de la Carretera Iquitos – Nauta, departamento de Loreto, Provincia de Maynas (**Figura 1**).



Figura 1. Ubicación geográfica satelital del área de trabajo. Fundo THE TIGER RANCH.

3.2. Diseño experimental

Los juveniles de paiche, previamente adaptados al alimento balanceado, fueron seleccionados y agrupados al azar en tres tratamientos y un testigo con tres repeticiones, totalizando doce unidades experimentales (**Figura 2**).

T 1:	T 3:	Te:	T 2:	T 3:	T 2:
6%	18%	10%	12%	18%	12%
Te:	T 2:	T 1:	Te:	T 1:	T 3:
10%	12%	6%	10%	6%	18%

Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.

3.3. Acondicionamiento de las unidades experimentales

En un estanque de 300 m² se acondicionaron 12 corrales de 15 m² cada uno (3m de largo x 5m de ancho). Para ello se colocaron estacas de 3m de altura (1.5m quedaron enterrados en el estanque). Luego, se colocaron las mallas (red de arrastre de ¼") que separaron cada corral uno del otro, enterrando aproximadamente unos 30cm por seguridad ante un posible escape de los ejemplares. El agua de los estanques fue de origen pluvial (**Foto 1**).



Foto 1. Unidades experimentales

3.4. Obtención de los especímenes

Los juveniles de paiche fueron obtenidos de la empresa acuícola THE TIGER RANCH E.I.R.L. previamente adaptados al alimento balanceado.

3.5. Tratamientos

Se utilizaron tres tasas de alimentación durante la ejecución de la investigación.

Tratamiento 1 (T1)	:	6% de biomasa
Tratamiento 2 (T2)	:	12% de biomasa
Tratamiento 3 (T3)	:	18% de biomasa
Testigo (Te)	:	10% de biomasa

3.6. Siembra de los juveniles de paiche

La siembra de los juveniles de paiche se realizó en horas de la mañana, trasladándolos del estanque de acondicionamiento alimenticio a los corrales ya preparados. Se utilizó una densidad de 1 pez/m² utilizando un total de 180 juveniles de paiche. Los ejemplares juveniles fueron distribuidos al azar en los corrales con un peso medio inicial de $39.95 \pm 4.16\text{g}$ y una longitud media inicial de 18.29 ± 0.63 (Foto 2).

Posterior a la evaluación biométrica (longitud y peso) los juveniles recibieron un tratamiento profiláctico en solución salina al 3%, durante 30 segundos de manera preventiva contra infecciones bacterianas o fúngicas.



Foto 2. Ejemplar juvenil de paiche

3.7. Evaluaciones biométricas

El uso de un ictiometro de 100 cm y el de una balanza digital comercial con capacidad máxima de 5 kg fueron usados para el registro de los datos biométricos. Los datos de longitud y peso, fueron obtenidos a partir de las evaluaciones que se realizaron cada 10 días con el 100% de la población de cada unidad experimental; se registraron datos de longitud total, medido desde la extremidad anterior de la boca hasta el extremo lóbulo más largo de la aleta caudal.

3.8. Alimentación de los peces

Para alimentar los juveniles de paiche se utilizó el **AQUAXCEL STARTER WW 4512** con 45% PB con un tamaño de 1.5mm (**Foto 3**).



Foto 3. Alimento comercial Aquaxcel, saco de 40 kilogramos.

En la tabla 1 se detalla la composición nutricional del alimento comercial AQUAXCEL STARTER

Tabla 1. Composición nutricional del alimento AQUAXCEL STARTER

PROTEÍNA	Min. 45.0%
GRASA	Min. 12.0%
CALCIO	Min. 1.5% Máx. 2.5%
FÓSFORO	Min. 1.0%
CENIZAS	Máx. 11.0%
HUMEDAD	Máx. 10.0%

3.9. Frecuencia alimenticia

Los juveniles de paiche fueron alimentados tres veces al día a las 8.30hrs, 12 hrs y 16.30hrs.

3.10. Índices zootécnicos

Ganancia de peso (GP)

Está determinado por la cantidad de alimento ingerido; resulta de la diferencia entre el peso medio final y el peso medio inicial de los peces. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{GP} = \text{Peso medio final} - \text{Peso medio Inicial}$$

Biomasa ganada (BG)

Representa el peso total de los peces. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{BG} = \text{Biomasa final} - \text{Biomasa Inicial}$$

Ganancia de peso diario (GPD)

Representa el incremento de peso por día. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{GPD} = \text{Biomasa Ganada} / \text{tiempo (días)}$$

Tasa de crecimiento específico (TCE)

Expresa el incremento en longitud o en peso del pez, influenciado por el alimento, espacio y temperatura (Tresierra & Culquichicón, 1993). La fórmula es la siguiente

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

Donde:

In: Logaritmo natural

Wf: Peso al tiempo final

Wi: Peso al tiempo inicial

Tf: Tiempo final de cultivo

Ti: Tiempo inicial de cultivo

Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)

Determina el grado de asimilación y efectividad de los alimentos; es la relación entre la cantidad de alimento ofrecido y el peso húmedo ganado (Tresierra & Culquichicón, 1993). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{ICAA} = \text{Cantidad de alimento ofrecido} / \text{Biomasa ganada}$$

Eficiencia alimenticia (EA)

Es la cantidad de alimento consumido por unidad de peso de animal producido. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{EA} = \text{Biomasa ganada} / \text{Cantidad de alimento ofrecido}$$

Factor de condición (K)

Se conoce también como grado de robustez o índice ponderal; expresa el grado de bienestar de una especie en relación al medio en que vive en función de su nutrición desarrollada en el tiempo de crianza. Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde:

W: Peso total (g)

L³: Longitud total al cubo (cm)

K: Factor de condición de Fulton 1911; (citado por Tresierra & Culquichicón, 1993).

Sobrevivencia (S)

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$S (\%) = \frac{\text{Nº de peces cosechados}}{\text{Nº de peces sembrados}} \times 100$$

3.11. Evaluación de los parámetros limnológicos

Los parámetros físicos fueron evaluados diariamente en las primeras horas de la mañana y al finalizar la tarde. Los parámetros químicos fueron evaluados el día anterior a la evaluación biométrica (Tabla 2). Se utilizó el laboratorio portátil de LaMotte (Foto 4).

Tabla 2. Parámetros físicos y químicos

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO
Temperatura	°C	Termómetro de mercurio calibrado a 0.5 °C.
Oxígeno Disuelto	mg/l	Método de Winkler de LaMotte
Dióxido de Carbono	mg/l	Método de Fenoltaleína
pH	U pH	Método Colorimétrico – Volumétrico
Amoniaco	mg/l	Reactivo de Ammonia de LaMotte
Nitrito	mg/l	Reactivo Ácido de Mezcla
Alcalinidad	mg/l	Método del Rojo – Verde Metil de Bromocresol de LaMotte
Dureza	CaCO ₃ /l	Reactivo de Dureza 5, 6 y 7



Foto 4. Laboratorio LaMotte.

3.12. Análisis de la información

Los datos obtenidos de los muestreos se registraron y fueron transcritos en un formato legible para los métodos estadísticos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el programa IBM SPSS 22.0. Posterior a esto se realizó el test de Tukey, en caso fuera necesario.

IV. RESULTADOS

4.1. Crecimiento en peso y longitud

El promedio de pesos de los ejemplares (Tabla 3), muestra que el tratamiento 2 con el 12% de la biomasa fue el más efectivo.

Tabla 3: Promedio de peso de los juveniles de paiche

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GAN. DE PESO (g)
T1 = 6%	39.95 ± 4.16	130.31 ± 3.32	90.36 ± 3.30
T2 = 12%	39.10 ± 1.43	148.04 ± 2.62	108.94 ± 1.37
T3 = 18%	39.64 ± 4.57	146.24 ± 16.84	106.6 ± 12.37
Te = 10%	39.33 ± 0.33	137.25 ± 4.65	97.92 ± 4.42

El análisis de varianza de los promedios de peso demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, según ANOVA.

Durante la fase experimental, se presentó una temporada de friaje el cual afectó directamente el desarrollo de los juveniles ya que no aceptaban en su totalidad el alimento proporcionado. La figura 3, muestra un crecimiento lento entre el 4to y 5to muestreo. Así mismo, se pudo distinguir que los juveniles del tratamiento 3 llegaban a un máximo consumo de alimento y posterior a eso, seguían capturando el alimento que se les brindaba quizá por la competencia entre ellos; luego poco a

poco expulsaban el alimento excedente, lo cual se plasma en un desperdicio del alimento.

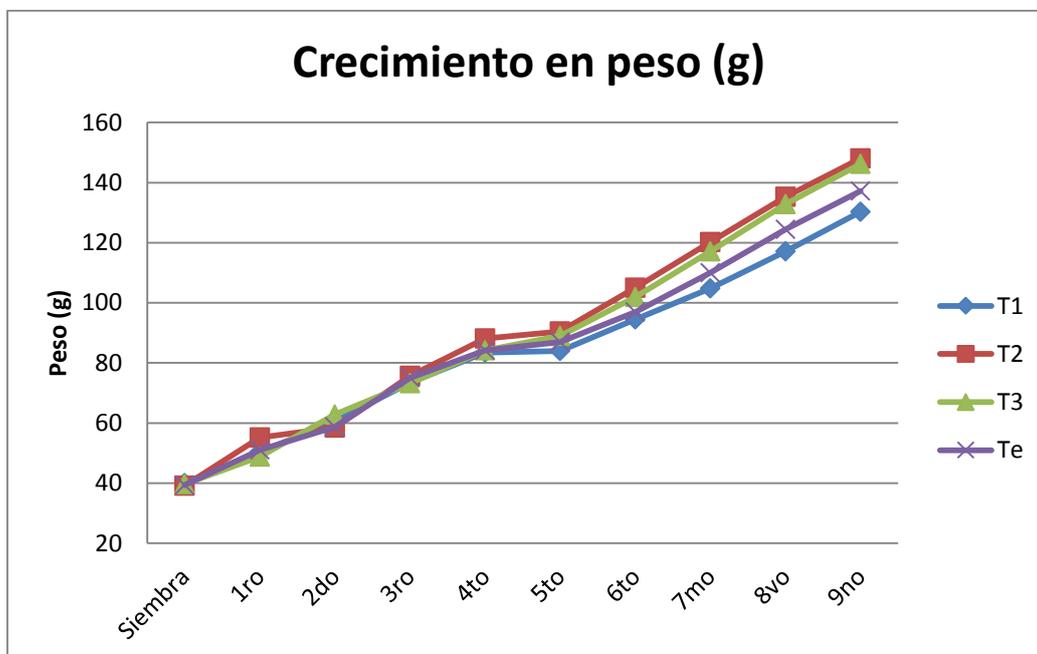


Figura 3. Curva de crecimiento en peso (g) de los peces por cada tratamiento.

Las figuras 4 y 5 reflejan que el tratamiento 2 fue el que mostró mayor ganancia de biomasa y peso, respectivamente.

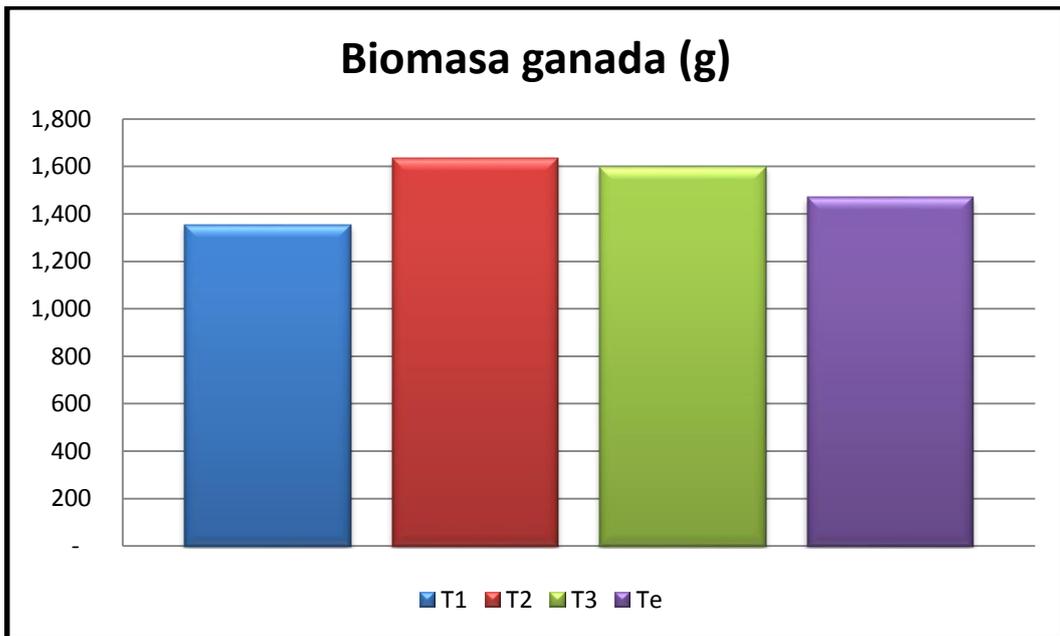


Figura 4. Biomasa ganada (g) por cada tratamiento al final de la fase experimental.

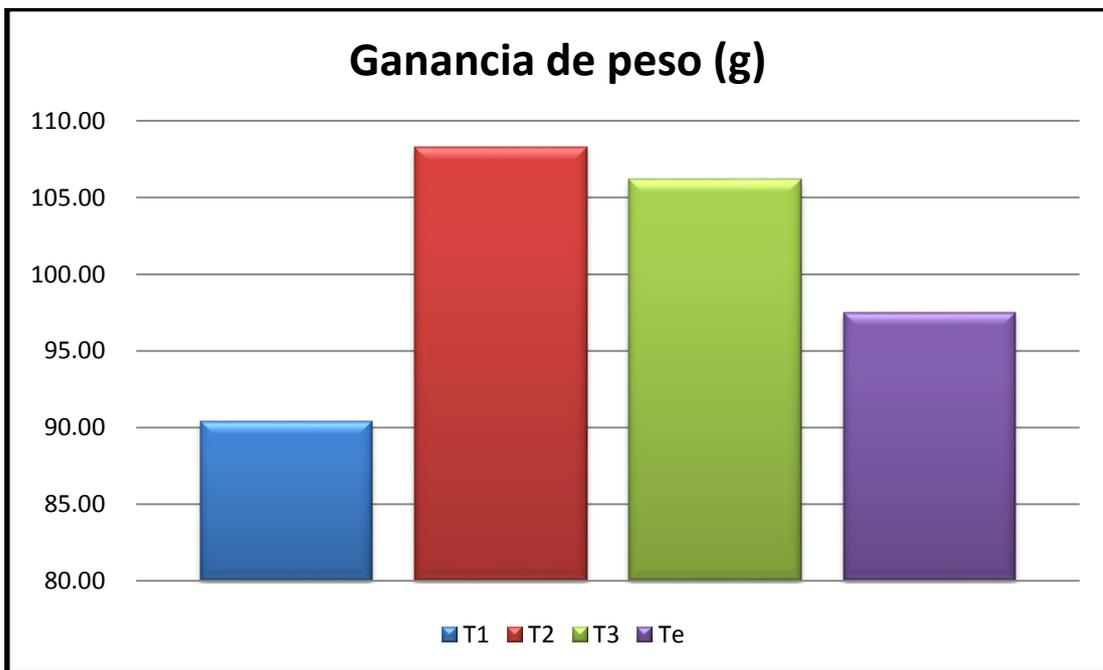


Figura 5. Ganancia de peso (g) por cada tratamiento al final de la fase experimental.

En cuanto a la longitud, el tratamiento 1 fue inferior a los demás tratamientos (Tabla 4). Así mismo, se deduce que la temporada de friaje que existió, alteró también en el desarrollo en cuanto a la longitud de los ejemplares juveniles de paiche.

Tabla 4: Promedio de longitud corporal de los juveniles de paiche

Tratamiento	Long. Inicial (cm)	Long. Final (cm)	Gan. de Long. (cm)
T1 = 6%	18.28 ± 0.63	28.51 ± 0.19	10.23 ± 0.52
T2 = 12%	18.07 ± 0.22	29.09 ± 0.18	11.02 ± 0.07
T3 = 18%	17.85 ± 0.80	29.63 ± 1.45	11.78 ± 0.66
Te = 10%	18.28 ± 0.11	28.55 ± 0.34	10.27 ± 0.30

El análisis de varianza de los promedios de longitud demostró que no existe diferencia significativa entre medias de longitud.

En la figura 6 se observa la curva de crecimiento en longitud de los juveniles de paiche durante la fase experimental, teniendo que el crecimiento exponencial por cada tratamiento fue de manera similar, sin diferencias sustanciales.

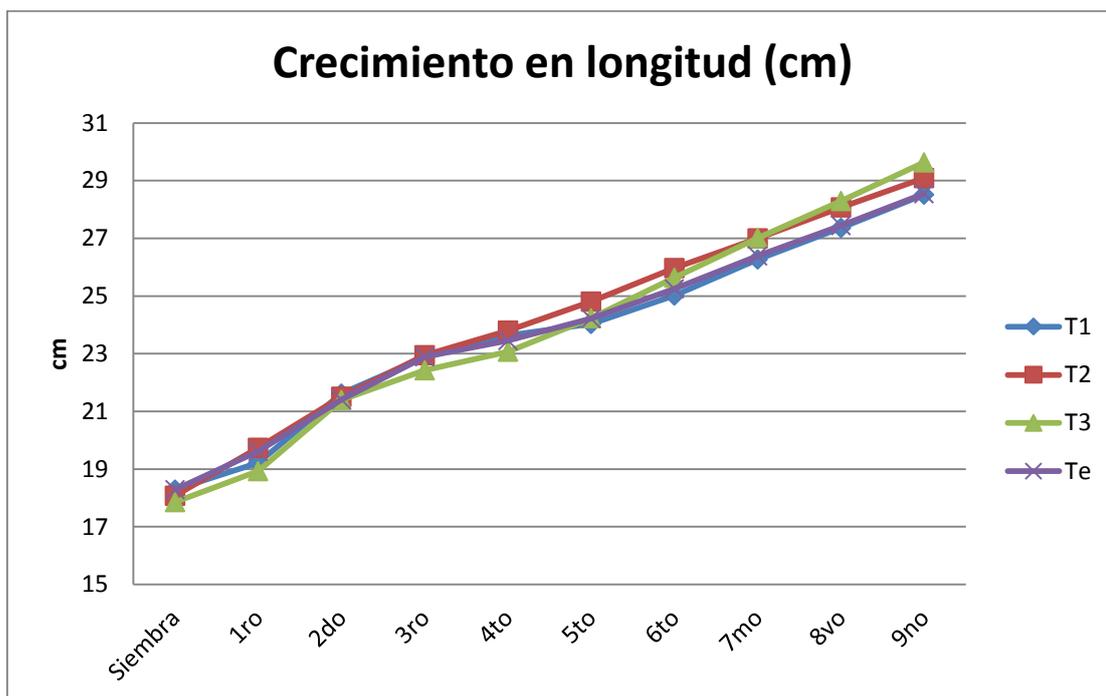


Figura 6. Curva de crecimiento en longitud (cm) de los peces por cada tratamiento.

4.2. Índices zootécnicos

Los resultados finales de los índices zootécnicos (Tabla 5) indican que el tratamiento 2 fue el más efectivo. La ganancia de peso diario fue mayor en las tasas de 12% y 18% con 1.20 y 1.18g respectivamente, valores que superan a los registrados en los otros tratamientos. Así mismo el tratamiento 2 fue el que presentó mejor factor de condición (0.60). La sobrevivencia se resaltó en el 100% de la población, sin embargo existió indicios de estrés y falta de alimentación probablemente debido a los factores ambientales que tuvo relación directa con los parámetros físicos y químicos. El tratamiento 1 fue el que presentó mejores condiciones de eficiencia alimenticia, indicador de que los individuos aprovecharon mejor el alimento

ofrecido. Los resultados en el ICCA demuestran valores altos, teniendo que los tratamientos elevaron sus valores de acuerdo a cada tratamiento. El análisis de varianza realizado determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla 5. Índices zootécnicos registrados en el cultivo de juveniles de paiche.

Tratamientos	TCE	K	ICAA	EA	GP/Día/g	S (%)
T1 = 6%	1.31 ± 0.10	0.56 ± 0.02	5.01 ± 0.25	0.20	1.00 ± 0.04	100
T2 = 12%	1.42 ± 0.09	0.60 ± 0.01	9.07 ± 0.09	0.11	1.20 ± 0.02	100
T3 = 18%	1.48 ± 0.07	0.56 ± 0.02	13.63 ± 0.26	0.07	1.18 ± 0.14	100
Te = 10%	1.38 ± 0.04	0.58 ± 0.01	7.95 ± 0.39	0.12	1.08 ± 0.05	100

4.3. Calidad de agua

Durante un periodo durante la fase experimental se produjo un descenso en la temperatura, comúnmente llamado “friaje”, que perduró alrededor de 3 semanas. Este llamado “friaje”, influyó directamente sobre el desarrollo de los ejemplares juveniles de paiche (**Foto 5**). Durante este tiempo, los juveniles de paiche dejaron de comer el alimento en su totalidad y el comportamiento se volvió lento y sin orientación; estuvieron divididos y no en grupo como usualmente se podía apreciar. Aceptaban el alimento una sola vez al día sin terminarlo. El alimento sobrante, hizo

que los parámetros de Oxígeno disuelto, Dióxido de Carbono, pH y Amonio tuvieran valores relevantes en la influencia del crecimiento de los ejemplares (**Tabla 6**).



Foto 5. Predominancia de lluvias intensas durante la investigación

Tabla 6. Valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua.

Parámetros físicos y químicos	Media ± DS
Temperatura (°C)	25.78 ± 4.18
Potencial de Hidrógeno (pH)	6.1 ± 0.50
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.33 ± 1
Dióxido de Carbono (mg/l)	22.33 ± 2.18
Amonio (mg/l)	0.2 ± 0
Nitrito (mg/l)	0.05 ± 0
Dureza (CaCO ₃)	21.78 ± 2.91

En la figura 7 se muestra la interacción entre la Temperatura, el Oxígeno Disuelto y el Dióxido de Carbono, en el cuál se puede observar la relación directa del descenso de la temperatura con estos parámetros. Cuando la temperatura estuvo en su punto más bajo (21°C), el consumo de oxígeno fue más exigido y la producción de dióxido de carbono se incrementó provocando estrés en los peces y la disminución de consumo de alimento. Las mismas características se pueden observar en la figura 8, el cual muestra los niveles oscilantes del potencial de hidrógeno durante la fase experimental.

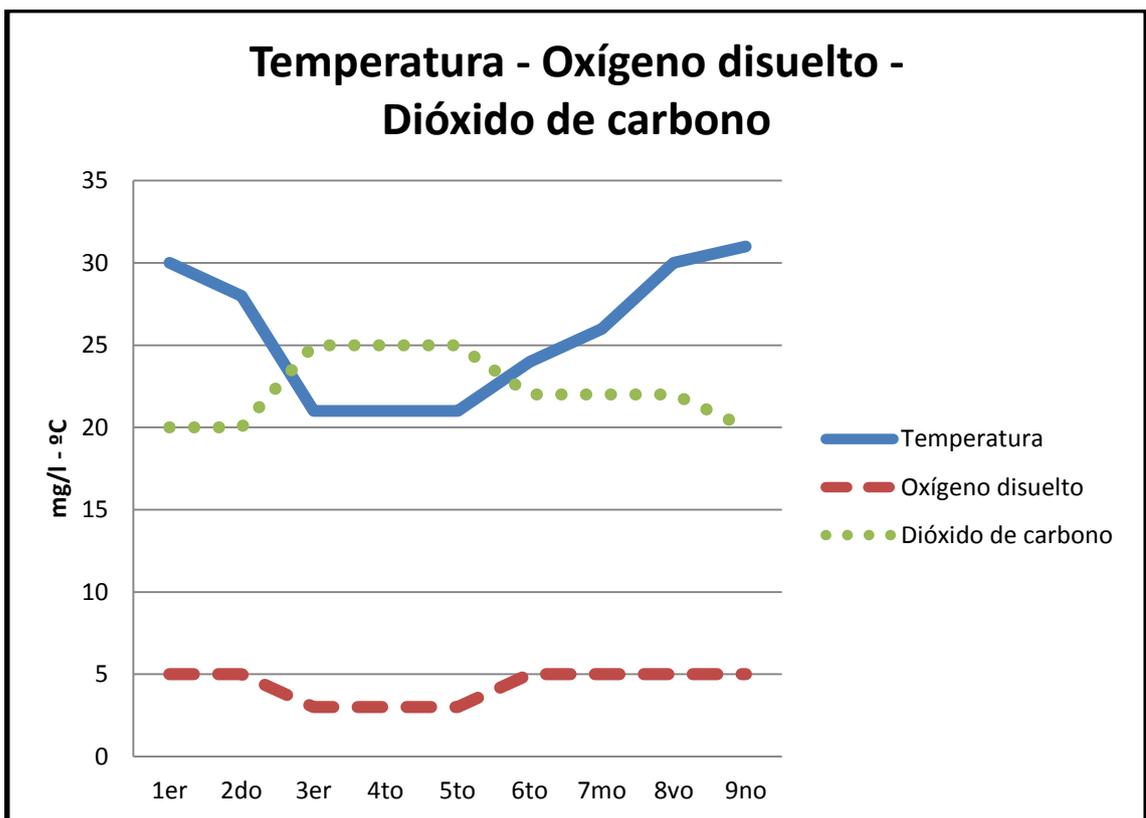


Figura 7. Interacción entre la temperatura, oxígeno disuelto y el dióxido de carbono durante la fase experimental.

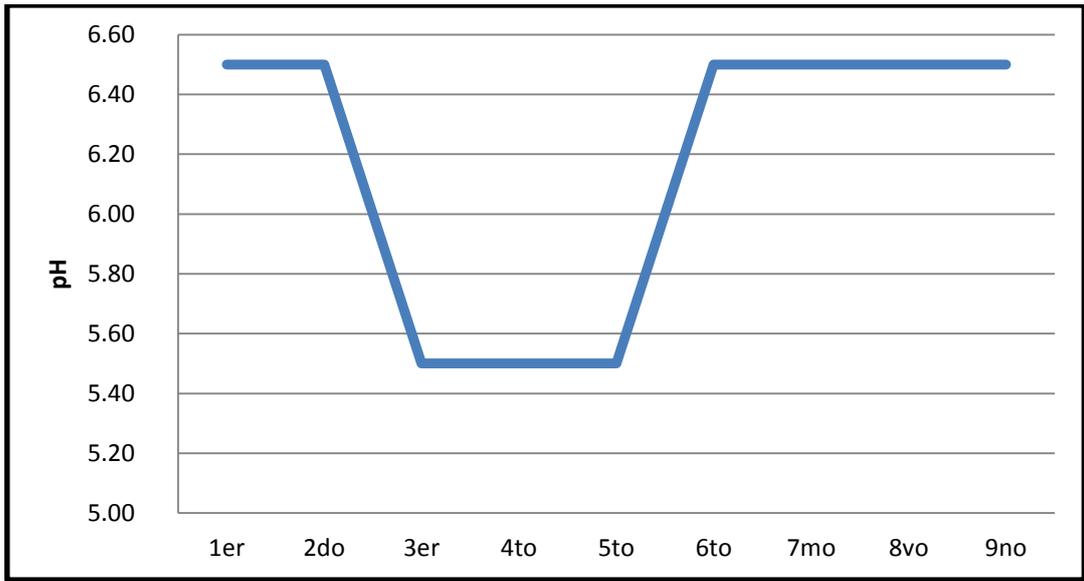


Figura 8. Variación del pH del agua durante la fase experimental.

V. DISCUSIÓN

a. Parámetros de crecimiento

Al final de los noventa días que duró la investigación se obtuvo ganancia de peso total de 90.39g, 108.30g, 106.20g y 97.51g, para el T1, T2, T3 y el Te respectivamente, con una alimentación al 45% de PB; sin embargo estos resultados se consideran bajos y se atribuye al desbalance climático que perduró durante la ejecución del trabajo investigativo. Molinari (2012), también adjudica el lento desarrollo de juveniles de paiche a las bajas temperaturas del agua, haciendo que los ejemplares dejen de alimentarse correctamente.

Por otro lado, los ejemplares estudiados fueron de una primera etapa juvenil, a diferencia de los ejemplares de Aldea *et al.*; (2002) que alcanzaron valores de ganancia de peso diario de 15.40g, similares a los alcanzados por Padilla *et al.*; (2003) que fueron de 14.26g al 8% de la biomasa durante 180 días. Sin embargo, García & Bardales (2002), usando como dieta peces forraje, reportan una longitud y un peso de 26.33cm y 167.57g en 105 días de cultivo, resultados inferiores a los nuestros.

Así mismo, Del Risco *et al.* (2008), probaron el efecto del alimento extruido con tres niveles de proteína (35, 40 y 45%) en el crecimiento de alevinos de paiche, durante 104 días; registraron una ganancia de peso de 253.7 g, 492.6 g y 481g, para el T1, T2 y T3 respectivamente, obteniendo mejor crecimiento en el T2 con 40% de PB, difiriendo al porcentaje utilizado en la presente investigación (45% PB).

El trabajo realizado para producción de carne de paiche por el Proyecto del Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) en Brasil, obtuvo resultados óptimos con una alimentación al 10% de la biomasa, empezando con ejemplares de 15g de peso y 10cm de longitud y con una complementación en la dieta de peces y crustáceos nativos. A diferencia del trabajo realizado solo se utilizó alimento balanceado y ningún tipo de alimentación complementaria, sin embargo se utilizó como base (testigo) el 10% de la biomasa en la alimentación. De igual manera señala que desde el punto de vista de la infraestructura el parámetro más importante es la profundidad del agua, ya que en estanques menores de 2m existen problemas de material de partículas finas de arcilla suspendida, donde incluso el pez cesa el consumo de alimento y consecuentemente su crecimiento. Este último concepto se podría atribuir al trabajo, ya que el estanque donde se encontraban los corrales, se presentó esta característica debido al sustrato barroso, que pudo haber tenido relación directa con el crecimiento de los ejemplares juveniles.

b. Índices zootécnicos

El índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) tuvo valores de 5.02; 9.07; 13.63 y 7.95 para el T1, T2, T3 y para el testigo, respectivamente, considerando que son valores elevados considerando que a mayor valor de la conversión, menor es la eficiencia del alimento (Ituassú, 2001).

A pesar de que la mejor conversión alimenticia la tuvo el T1, esta eficiencia de conversión no se tradujo en mayor ganancia de peso. Esto significa que aprovecharon el alimento con mayor eficacia a pesar que no recibió la cantidad necesaria comparativamente a los otros tratamientos.

En comparación a lo obtenido por el proyecto del SEBRAE, éste manifestó su conversión alimenticia entre 1.7 – 2.3, valores óptimos para el cultivo de paiche. Sin embargo García *et al.*, (2002) reportaron conversiones alimenticias de 6.5 y 10 cuando el paiche se alimentó con pez forraje, resultados dentro del rango obtenido por el trabajo. Así mismo Ituassú *et al.*; (2005) obtuvieron resultados con ración peletizada conteniendo 30% y 48% de PB un ICAA de 3.2 y 1.6 respectivamente.

En cuanto a la tasa de crecimiento específico (TCE) se obtuvo valores de 1.31, 1.42, 1.48 y 1.38 del T1, T2, T3 y el testigo respectivamente, lo cual al compararlo con el trabajo de Padilla *et al.* (2003) que registró un TCE de 1.25 con alimentación al 8% de la biomasa, resultados que se alejan ligeramente de los obtenidos en la presente investigación. Sin embargo, Ituassú (2002), utilizando una ración peletizado, obtuvo 2.4 para una ración de 48% de PB. Estos resultados demuestran que el paiche tiene la habilidad innata de ganar peso, siempre y cuando las condiciones de manejo contribuyan a que el paiche pueda expresar verdaderamente su potencial y aproveche el alimento.

El factor de condición que mejores resultados obtuvo fue el tratamiento 2 (0.60), en comparación con el nivel más bajo que fue el de los tratamientos 1 y 3 (0,56). Sin embargo, son resultados poco ambiciosos ya que indica que los ejemplares tuvieron un promedio regular en cuanto a su estado. Comparando con el trabajo de Cavero (2002), que registró valores de 4.7 resultado muy superior debido probablemente a las condiciones de su cultivo. Aun así el trabajo presentado por Pérez (2002) y García *et al* (2002), encontraron valores de factor de condición desde 0.79 hasta 0.97, valores más cercanos a los nuestros.

c. Calidad de agua

Muchos piscicultores han subestimado la complejidad de la producción de paiche por creer que la especie es muy rústica, sólo por el hecho de su capacidad para respirar aire atmosférico y por lo tanto no depende del oxígeno disuelto en el agua. Es decir, el hecho de que el paiche no esté comprometido a morir por falta de oxígeno en el agua, los piscicultores tienen el pensamiento equivocado que los demás parámetros no son importantes (Molinari 2012). En la investigación se presentó un hecho ajeno a nuestras posibilidades de enmendarlo, el descenso de la temperatura. Se registró temperaturas bajas hasta de 21⁰C, durante más de 20 días afectando directamente el desarrollo de los juveniles de paiche. En el proyecto del SEBRAE se registraron temperaturas por debajo de los 26⁰C y los ejemplares de paiche comenzaron a disminuir su consumo de alimento.

En cuanto al pH, se obtuvo valores entre 5.5 y 6.5; En tanto en el proyecto del SEBRAE alcanzaron valores de 5.5 y 11.5 y no presentaron mortalidad alguna, sin embargo observaron que en frecuencias más ácidas (5.0 a 6.0) y alcalinas (>8.5) los ejemplares presentaron un menor consumo de alimento y por lo tanto un menor crecimiento, situaciones similares a los observados en la investigación.

Valores de dureza total fueron registrados en un rango de 16mg/l a 24mg/l. De acuerdo con Molinari (2012), que registró valores mayores a 20mg/l, los ejemplares de paiche presentaron mejor desenvolvimiento y menores dificultades de manejo, sanidad y otros.

El amonio y nitrito tuvieron registros ligeramente elevados. El amoniaco en altos niveles en el agua es indeseable porque afecta la excreción de nitrógeno de los peces y también pueden causar problemas tales como la elevación de concentraciones de nitrito (SEBRAE, 2012).

Aunque el paiche presente a la atmósfera como la fuente principal para la obtención de oxígeno para respirar, dependen las branquias para hacer la excreción del dióxido de carbono. El dióxido de carbono en el agua es un parámetro importante, mientras que en aguas con alta concentraciones de este gas, el paiche tiene gran dificultad en la eliminación de dióxido de carbono en la sangre (SEBRAE, 2012). Los resultados de la investigación resultaron en un valor máximo de 25mg/l lo cual aumentó el estrés de los peces. Resultados algo similares encontramos en el proyecto del SEBRAE que tuvieron valores por encima de 20mg/l.

VI. CONCLUSIONES

- La influencia de los valores de las tasas de alimentación utilizadas para la investigación en el crecimiento de juveniles de paiche cultivados en corrales, no tuvieron diferencia significativa en referencia a los parámetros de crecimiento, según ANOVA.
- El tratamiento 2 (12%), tuvo una mejor influencia en el crecimiento de los juveniles de paiche cultivados en corrales, en relación a los demás tratamientos.
- Los parámetros físicos y químicos tuvieron una variación debido a una temporada de friaje, que afectaron la calidad del agua durante la investigación.
- Los índices zootécnicos demuestran que la mejor conversión alimenticia y el mejor factor de condición fue con la tasa de alimentación al 12%. Así mismo la tasa de sobrevivencia fue al 100% en todos los tratamientos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de sistematización de información determinando las tasas de alimentación adecuada por cada estadio de desarrollo del paiche.
- El uso de una tasa del 12% en la biomasa de la alimentación de juveniles de paiche demuestra que es una tasa adecuada y que presenta resultados alentadores en menor tiempo.
- Innovar en sistemas de producción intensiva en juveniles de paiche.
- Realizar investigación en la formulación de alimentos de calidad con las exigencias nutricionales que el paiche requiere.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcántara, B. F.; Wust, W.; Tello, M. S.; Del Castillo, T. D.; Rebaza, A, M. 2006. Paiche gigante del Amazonas. Iquitos: Editorial Wust W. 23 – 50p.
2. Aldea, G. M. 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. [Tesis pre grado] Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú. 54p.
3. Arana, M. 2005. Informe sobre la Maca y el Paiche. BioTrade Facilitation Programme; El uso de indicaciones geográficas, denominaciones de origen o marcas colectivas para promover el biocomercio. 28p.
4. Ayarza, R. J.; Estudio sobre determinación de posibles protocolos de reproducción del paiche en ambientes controlados. Agencia Peruana de Cooperación Internacional Comunidad Europea; 2007. Planes Operativos Sectoriales de Producto (POP): 1.2.3.2.E1. 18p.
5. Campos, B. L. 2001. Historia biológica del paiche *Arapaima gigas* y bases para su cultivo en la Amazonía. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Biodiversidad. Iquitos, Perú. 2p.

6. Castello, L. 2008. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains on the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17:38-46p.
7. Cavero, S. B. 2002. Densidade de estocagem em juvenil de pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), em tanques-rede de pequeno volume. [Tesis pos grado]. INPA. Manaus – Brasil. 46p.
8. Chu, K. F.; Alcántara, B. F.; Ismiño, O. R.; Chávez, C.; Núñez, J.; Dugue, R.; Tello, Salvador. 2010. Reproducción inducida del paiche, *Arapaima gigas*, y manejo de alevinos en condiciones controladas. 29p.
9. Chu, K. F. Domesticación y Crianza en Cautiverio del *Arapaima gigas*: Manejo, aspectos reproductivos y nutricionales. IIAP. 2009. 10-13p
10. Chu, K. F.; Alcántara, B. F.; Rodríguez, L.; García, C.; Castro, D.; Rebaza, C.; Nuñez, J.; Tello S. 2012. Avances de Investigación en Paiche, *Arapaima gigas*. Taller Cadena productiva del Paiche. IIAP, IRD. 3p.
11. Chu, K. F.; Tello, S. Producción de semilla de paiche en el Perú. 2009. INFOPECA INTERNACIONAL. N° 41; 30-35p.

12. Del Risco, M.; Velásquez, J; Sandoval, M.; Padilla, P.; Mori, L.; Chu, F. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822). Folia Amazónica. 17 (1-2) 29-37p.
13. García, G. J.; 2002. Evaluación del crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) alimentado con dietas formuladas. [Tesis pre grado]. Iquitos – Perú.
14. García, L.; Bardales, F.; Mori, L. 2002. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (CUVIER, 1870). Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura. 518-528p.
15. García, M. L. 2012. El paiche gigante del amazonas. Pesca Responsable. 33-35p.
16. Guerra H., Alcántara F., Padilla P., Rebaza M., Tello S., Ismiño R., Rebaza C., Deza S., Ascon G., Iberico J., Montreuil V., Limachi L. 2002. Manual Producción y Manejo de Alevinos de Paiche. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos. 75p.

17. INFORME DE LA ACUICULTURA DEL RECURSO "PAICHE" (*Arapaima gigas*) EN LA REGIÓN LORETO. 2012. DIREPRO Loreto. 6p.
18. Ituassú, D. R. 2002. Exigência proteica de juvenis de pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829): [Tesis pos grado]. INPA. Manaus - Brasil. 46p
19. Ituassú, D.R.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Crescêncio, R.; Cavero, B.A.S. & Gandra, A. L. 2005. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40, 255-259p.
20. Miranda, C. G.; Wallace, R.; Calderón, H.; Calderón, G.; Willink, P.; Guerrero, M.; Siles, T.; Lara, K.; Chuqui, D. 2012. Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. 1p.
21. Molinari, D. A produção de pirarucu no Brasil – Uma visão Geral. Panorama da aquicultura [Revista on-line]; 2012. Disponible en: http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/124/Pirarucu_124_ING.asp
22. Padilla, P. P.; Alcántara, B. F. & Tello, M. S. 2003. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas*. Informe técnico Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos Perú. 7p.

23. Panduro, T. David. 2012. Cadena Productiva del Paiche. DIREPRO LORETO. 9p
24. Pérez, T. O. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) en ambientes controlados. [Tesis pre grado]. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos – Perú. 61p.
25. Sajamí, C. W. 2012. Análisis y Validación del Análisis FODA de la Cadena Productiva del Paiche. DIREPRO LORETO. 14p.
26. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2010. Manual de boas práticas de produção e cultivo de pirarucu em cativeiro. Porto Velho.
27. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2010. Manual de boas práticas de reprodução e cultivo de pirarucu em cativeiro. Porto Velho.
28. TRESIERRA, A. E.; CULQUICHICÓN, Z. G. 1993. Biología pesquera. Trujillo: Concytec.

29. Yuto Aguilar J. A., Sandoval Chacón M., Chu-Koo F.W., Padilla Pérez P., Mori Pinedo L. 2007. Influencia de la alimentación con peces forraje en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en ambiente controlados. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana.

ANEXOS

Tabla 7. Registro de los parámetros físicos-químicos del agua de los corrales.

REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA DURANTE LA INVESTIGACIÓN							
Parámetros/ Fecha	T⁰ (°C)	pH (upH)	NO₂ (mg/l)	NH₄ (mg/l)	CaCO₃ (mg/l)	CO₂ (mg/l)	O₂ (mg/l)
22 – ene.	30	6,5	0.05	0.2	24	20	5
01 – feb.	28	6.5	0.05	0.2	24	20	5
11 – feb.	21	5.5	0.05	0.2	20	25	3
21 – feb.	21	5.5	0.1	0.2	20	25	3
03 – mar.	21	5.5	0.1	0.2	16	25	3
13 – mar.	24	6.5	0.05	0.4	24	22	5
23 – mar.	26	6.5	0.05	0.4	24	22	5
02 – abr.	30	6.5	0.05	0.4	24	22	5
12 – abr.	31	6.5	0.05	0.2	20	20	5