

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829)
CON DOS TIPOS DE DIETA (Dieta balanceada y Pez forraje) EN
LA ETAPA JUVENIL, CRIADOS EN JAULAS.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

SANDOVAL ROMÁN, BEATRIZ

PROMOCIÓN 2007 – I

Tingo María - Perú

2009

L 02

S 21

Sandoval Román, Beatriz

Alimentación del paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) con dos tipos de dieta (Dieta balanceada y Pez forraje) en la etapa juvenil, criados en jaulas. Tingo María, 2009

44 h.; 11 cuadros; 6 figs.; 49 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

ARAPAIMA GIGAS / ALIMENTACIÓN / CRIANZA - CAUTIVERIO /

CRECIMIENTO / GANANCIA - PESO / METODOLOGÍA / TINGO

MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

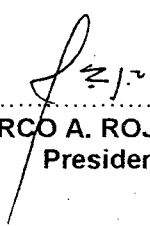
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 14 de marzo del 2009, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

ALIMENTACION DEL PAICHE (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) CON DOS TIPOS DE DIETA (Dieta balanceada y Pez forraje) EN LA ETAPA JUVENIL, CRIADOS EN JAULAS.

Presentada por la bachiller **Beatriz SANDOVAL ROMAN**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 14 de marzo del 2009




Ing. MARCO A. ROJAS PAREDES
Presidente



M.Sc. MEDARDO DÍAZ CESPEDES
Miembro



M.Sc. LUIS ALBERTO VIVAR LUQUE
Miembro



M.Sc. JUAN LAO GONZALES
Miembro - Asesor



**En dos palabras puedo resumir cuanto he
aprendido acerca de la vida: Sigue adelante.**

Robert Lee Frost.

AGRADECIMIENTO

A Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones, y darme fortaleza espiritual en los momentos difíciles.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a la Facultad de Zootecnia por darme la oportunidad de obtener una carrera profesional.

Al Ing. M.Sc. JUAN LAO GONZÁLES; asesor y colaborador científico en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Dr. WILSON CASTILLO SOTO; asesor y colaborador científico, cuyo aporte mejoró la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Dr. MANUEL SANDOVAL CHACÓN; colaborador científico, cuyo aporte y motivación permitió la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Sr. Walter Hidalgo Sifuentes; propietario de la Piscigranja "Villa Hidalgo", cuyas instalaciones permitieron la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi Familia, por su colaboración, apoyo moral e incondicional durante el presente trabajo de investigación.

A todo el grupo de tesistas que trabajó con paiche y a mis amigos en especial: LUIS, JULLIANA, MIGUEL, ANA Y SHARMILA, cuya amistad y apoyo fue incondicional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Sistemática del paiche.....	3
2.2. Distribución.....	3
2.3. Anatomía.....	4
2.4. Reproducción.....	5
2.5. Crecimiento.....	8
2.6. Alimentación.....	9
2.7. Crianza en cautiverio.....	10
2.8. Importancia económica de la crianza.....	12
2.9. Costos de producción.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Lugar y fecha del trabajo experimental.....	14
3.2. Instalaciones.....	14
3.3. Animales y alimentación.....	15
3.4. Sanidad.....	17
3.5. Metodología de estudio.....	18
3.5.1. Evaluación de los parámetros productivos.....	18
3.5.1.1. Ganancia de peso (GP).....	18
3.5.1.2. Factor de condición (K).....	18
3.5.1.3. Conversión Alimenticia Aparente (CAA).....	19

3.5.1.4. Tasa de Crecimiento Específico (TCE).....	19
3.5.2. Evaluación de los parámetros limnológicos.....	19
3.6. Variable independiente.....	20
3.7. Tratamientos.....	20
3.8. Croquis de la distribución de tratamientos.....	20
3.9. Análisis estadísticos.....	21
3.10. Variable dependiente.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Ganancia de peso y crecimiento.....	22
4.2. Parámetros zootécnicos.....	25
V. DISCUSIÓN.....	28
5.1. Ganancia de peso y crecimiento.....	28
5.2. Parámetros zootécnicos.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
VIII. ABSTRACT.....	36
XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	37
ANEXO.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química proximal del <i>Cichlassoma amazonarum</i>	16
2. Composición nutricional de la dieta balanceada	17
3. Ganancia de peso de juveniles de paiche (<i>Arapaima gigas</i>) criados en cautiverio durante 90 días.....	22
4. Crecimiento de juveniles de paiche (<i>Arapaima gigas</i>) criados en cautiverio durante 90 días.....	23
5. Parámetros zootécnicos registrados en la crianza de juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> durante 90 días.....	25
6. Costos de producción de juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	45
7. Valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua monitoreados durante 90 días de crianza de juveniles de paiche.....	46
8. Valores promedios de los pesos (g) del tratamiento PF, monitoreados durante 90 días de crianza	46
9. Valores promedios de los pesos (g) del tratamiento DB, monitoreados durante 90 días de crianza.....	47
10. Valores promedios del crecimiento (cm) del tratamiento PF, monitoreados durante 90 días de crianza.....	47
11. Valores promedios de crecimiento (cm) del tratamiento DB, monitoreados durante 90 días de crianza.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curva de crecimiento en peso (g) de juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	24
2. Curva de crecimiento en longitud (cm) de juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	24
3. Variación de la tasa de crecimiento específico (TCE) en juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	26
4. Variación del factor de condición (K) en juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	26
5. Variación de la conversión alimenticia aparente (CAA) en juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.	27
6. Variación de la ganancia de peso diario (GP/g/día) en juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.....	27

RESUMEN

El paiche (*Arapaima gigas* Cuvier 1829), es uno de los peces más grandes de la amazonía y debido a la sobrepesca está incluida en el Apéndice II de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas-CITES. La carne de paiche posee un excelente valor nutricional para el consumo humano por lo que debe promoverse la crianza en cautiverio. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tipo de alimentación: dieta balanceada vs. pez forraje, en el crecimiento de juveniles de paiche criados en jaulas en Tingo María, Perú. Ochenta animales de peso inicial (427g) fueron distribuidos en dos tratamientos con cuatro repeticiones (n=10/jaula) y alimentados con: dieta balanceada (DB) y pez forraje (PF). Las dietas fueron suministradas a una tasa del 5% de la biomasa, dos veces diario durante 90 días. Los parámetros productivos se registraron quincenalmente. El análisis estadístico usado fue la prueba de t con una significancia ($P < 0,05$).

Al término del experimento, los peces alimentados con PF mostraron diferencia significativa ($P < 0,05$) comparado al grupo alimentado con DB para las siguientes variables: ganancia de peso [1349g vs. 710g]; longitud [54cm vs. 48cm]; tasa de crecimiento específico (TCE) [1,4% vs. 0,7%]; factor de condición (K) [0,9% vs. 0,6%]; ganancia de peso (GP/día) [10,9g vs. 3,7g] y conversión alimenticia aparente (CAA) [1,89 vs. 2,4].

En conclusión, los resultados demostraron: 1) la dieta pez forraje proveyó mejor calidad nutricional que la dieta balanceada y 2) es posible implementar explotaciones familiares de paiche en cautiverio utilizando pez forraje.

Palabra clave: *Arapaima gigas*, Alimentación, Ganancia de peso, Amazonia.

I. INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*), es una de las especies de peces de la Amazonía, que posee importancia científica, ecológica, cultural, nutricional y económica en la acuicultura del país. Esta especie constituye una fuente de alimentación importante para el poblador amazónico, por esta razón la especie ha sido sometida a una intensa presión de pesca que ha disminuido sus poblaciones, al extremo que hoy es considerada como una especie amenazada, por lo cual figura en el Apéndice II de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas-CITES; por tanto es imprescindible propiciar su crianza en cautiverio con fines de repoblación en ambientes naturales, que por ahora dependen principalmente, de su reproducción en cautiverio.

La crianza del paiche en cautiverio a través de estanques artificiales y jaulas, es posible gracias a su naturaleza evolutiva, la cual la convierte en una especie rústica y de fácil adaptación a las condiciones de manejo y de confinamiento, llegando a tolerar incluso bajos tenores de oxígeno disuelto en agua, condición que resulta limitante y dificultosa para otras especies amazónicas. El paiche presenta una elevada tasa de crecimiento comparado a otras especies, por lo que es una alternativa para desarrollar la piscicultura en el Valle del Alto Huallaga y contribuir a mejorar los ingresos económicos del productor de la zona.

Sin embargo, para desarrollar una crianza económicamente viable, es indispensable alimentar al paiche con una dieta que cubra sus requerimientos en nutrientes y propicie un desarrollo óptimo. A pesar de que no se ha determinado hasta el momento los requerimientos nutricionales de esta especie, actualmente se venden dietas comerciales que son utilizadas en su crianza aunque a pequeña escala, estudios de alimentación conducidos en Perú y Brasil utilizando dieta balanceada y pez forraje, reportan rendimientos productivos variados debido al sistema de alimentación y las condiciones empleadas. Asimismo, se puede inferir que con dieta pez forraje el estado nutricional y la respuesta biológica será superior para lo cual vamos a comparar con dieta balanceada, así establecer un programa de alimentación que nos permita optimizar la ganancia de peso y por ende el crecimiento en el menor tiempo posible; por tanto conocer el verdadero potencial de esta especie y generar información aplicable a este medio ambiente; de esa manera se podrá promover una crianza intensiva en el Valle del Alto Huallaga, específicamente en Tingo María, donde el paiche se reproduce de forma natural.

Por lo expuesto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tipo de alimentación: dieta balanceada y pez forraje, en el crecimiento de paiche (*Arapaima gigas*) juveniles, criados en jaulas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Sistemática del paiche

El paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829), pertenece a la familia *Arapaimidae*, es uno de los peces más primitivos de la cuenca amazónica. El paiche, pertenece a la subclase *Actinopterygii* y orden *Osteoglossiformes*. La familia *Arapaimidae*, se divide en tres subfamilias: *Arapaiminae*, *Osteoglossinae* y *Heterodinae*, se encuentran en América del Sur, África, Australia y el Sudeste Asiático (FINK y FINK, 1978). Los *Arapaimideos* en la Amazonía comprenden dos géneros y tres especies: *Arapaima gigas*, *Osteoglossum bicirrhosum* y *Osteoglossum ferreirai* (GÉRY, 1969).

Según SANCHEZ (1969), el paiche (*Arapaima gigas*) se conoce con tres nombres en la Amazonía continental, "paiche" en la Amazonía peruana, del vocablo indígena "payshi"; "pirarucú" en la Amazonía brasilera, proveniente del tupi (pira: pez y urucum: rojo); también se conoce como "arapaima" "de-chi" en Guyana, del nombre guyano original warapaima.

2.2. Distribución

El paiche (*Arapaima gigas*), es un pez de clima ecuatorial, de agua caliente que tolera temperaturas entre 24 a 31°C, se distribuye en todo el área de inundación de la cuenca del río Amazonas, siendo su principal hábitat los ecosistemas de aguas lénticas (varzea, igapó y caños) y los ríos con poca

corriente (PINTO, 1999). Asimismo, el paiche habita en aguas claras, cristalinas y oscuras, la mayoría de ellas deficientes en oxígeno y ubicadas en las áreas inundables de la selva (<450 m.s.n.m.) (LOWE-MCCONNELL, (1987); GOULDING, (1980). En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañón, Pastaza y Ucayali, con abundancia en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria.

En los últimos 20 años se ha reportado que el paiche también se adapta bien a condiciones naturales de selva alta (>250 m.s.n.m.) por ejemplo, el paiche se reproduce en lagos y estanques artificiales ubicados en la región tropical de Perú (450-672 m.s.n.m.).

2.3. Anatomía

Las características anatómicas del paiche son similares a la de los teleósteos, la cabeza es pequeña (10% del peso corporal), la lengua ósea, la boca es superior, grande y oblicua con prognatismo de la mandíbula inferior y posee dos placas óseas laterales y una palatina, que funcionan como dientes para retener la presa y matarlas antes de ser deglutidas. El tubo digestivo es corto como en todo pez carnívoro (BARD e IMBIRIBA, 1986). La longitud total del intestino respecto a la longitud total del pez varía entre las diferentes especies, y al parecer se relaciona con los hábitos alimentarios. Suele ser mayor en los herbívoros que en los carnívoros, debido a que en estos la mayor parte de la digestión ocurre en el estómago.

El cuerpo está cubierto de grandes escamas de tipo cicloide que se comprimen en forma progresiva conforme se aproximan hacia la aleta

caudal. La respiración lo realiza a través de dos órganos: 1) las branquias, para la respiración acuática y 2) la vejiga natatoria modificada para la respiración aérea, el cual se comunica con el tubo digestivo y funciona como pulmón. Se ha reportado que un paiche adulto asciende a la superficie cada 20 minutos aproximadamente para realizar la respiración aérea, los juveniles lo hacen con más frecuencia.

La respiración aérea es un proceso vital para la sobrevivencia de ésta especie, necesidad que debe haberse originado como respuesta evolutiva debido a que el paiche es insuficiente para oxigenarse completamente a través de las branquias (SAWAYA, 1946). Se ha reportado que el 78 % del oxígeno consumido proviene del aire atmosférico, en tanto que del 63 al 85 % de gas carbónico es excretado directamente en el agua a través de las branquias (BRAUNER y VAL, 1996). En relación al sistema reproductivo, la hembra posee un sólo ovario, situado en el lado izquierdo de la cavidad abdominal en posición lateral mediana, del mismo modo, el macho también posee un solo testículo ubicado en el lado izquierdo.

2.4. Reproducción

El comportamiento reproductivo es complejo, el paiche (*Arapaima gigas*) no realiza migraciones reproductivas (HOAR y RANDALL, 1969), forma parejas monogámicas, construye nidos y presenta una reproducción con cuidado parental. El macho cuida el nido después de la eclosión de los huevos y se mantienen próximos a las larvas defendiéndolas de los depredadores (FONTENELE, 1959 y LULING, 1964).

Se ha reportado que la hembra es capaz de producir 11000 larvas por desove, después de la eclosión las larvas permanecen durante cinco días en el nido y durante ese tiempo ocurre la absorción del saco vitelino. Estas observaciones pioneras fueron reportadas por (FONTENELE, 1959) quién describió que los huevos son de color verde y miden de 2,8 x 4,2 mm y las larvas recién eclosionadas miden en promedio 11,4 mm; durante los primeros días de vida, los alevinos son de color negro y nadan en cardumen protegidos por los padres.

La reproducción está influenciada por factores ambientales, que estimulan el sistema neuro-endocrinológico, entre ellos la precipitación pluviométrica, la creciente de los ríos que provoca variaciones en la conductividad eléctrica y el pH del agua (LOWE-MCCONNELL, 1987). Los desoves pueden ocurrir durante todo el año, principalmente en la época lluviosa cuando crece el nivel del agua lo cual varía de acuerdo a la región amazónica (QUEIROZ, 2000). En el Perú, según GUERRA, 1980, la reproducción se inicia entre los meses de setiembre hasta mediados de abril. Para condiciones de selva alta, específicamente Tingo María, se ha registrado que el paiche criado en cautiverio se reproduce a partir de octubre (SANDOVAL *et. al.*, 2009). A pesar que algunos reportes indican que no se tiene certeza que una misma hembra pueda reproducirse anualmente, en condiciones de crianza en cautiverio en estanques de tierra en Tingo María, se ha reportado tres reproducciones continuas de una misma hembra (SANDOVAL *et. al.*, 2009) lo cual difiere de experiencias de selva baja del Perú.

El paiche (*Arapaima gigas*) no presenta caracteres sexuales secundarios extra genitales típicos de cada género durante su desarrollo sexual por lo que es difícil distinguir los sexos basado solamente en la coloración y morfología del animal. Sin embargo, en el periodo próximo a la estación de reproducción, el macho presenta una coloración roja intensa sobre todo en los márgenes en la parte dorsal y ventral de las escamas, lo cual lo hace identificable; en cambio las hembras presentan color castaño-claro en todo el cuerpo, siendo notorio en la parte ventral (FONTENELE, 1948).

En la actualidad no se conoce con exactitud la edad en que el paiche alcanza la edad a la primera madurez sexual en ambientes naturales. Sin embargo, se reporta que el paiche, tanto en condiciones naturales como en cautiverio, se reproduce aproximadamente a los 5 años de edad, con un peso de 40 a 45 kg. y una longitud promedio de 1,7 m (FONTENELE, 1948 y LÜLING, 1964). En el Valle del Alto Huallaga, específicamente Tingo María (672 msnm), se ha reportado que el paiche se reproduce en cautiverio a la edad promedio de 5 años, habiéndose registrado ya tres reproducciones en una misma hembra con una producción de 260, 650 y 1000 alevinos en la primera, segunda y tercera reproducción (SANDOVAL *et. al.*, 2009).

2.5. Crecimiento

El paiche (*Arapaima gigas*) es uno de los peces de agua dulce más grandes del mundo. Se ha reportado, que han existido animales adultos

de hasta 3 m de longitud con un peso mayor a los 150 kg. Sin embargo, en la actualidad existen pocos ejemplares que alcancen este tamaño debido a la intensa presión de pesca (GOULDING, 1980). El paiche (*Arapaima gigas*), en cautiverio, tiene un crecimiento rápido y puede alcanzar más de 10 kg en un año de crianza alimentado con pez forraje (MENEZES, 1951). En cambio en su hábitat natural, no se conoce los datos de crecimiento pero se reporta que este animal crece rápidamente en los primeros años de edad y continúa a ese ritmo hasta el inicio del período reproductivo pudiendo ocurrir la duplicación anual del peso. Asimismo, se afirma que hay una tendencia de crecimiento más acelerado en las hembras en comparación a los machos (MENEZES, 1951).

Estudios realizados por YUTO *et. al.*, (2007) reportan que el paiche en confinamiento y alimentado con pez forraje a una relación del 5 % de su biomasa puede ganar hasta 29 g/día en la fase de juveniles. Los investigadores utilizaron animales de 2400 g de peso inicial con un promedio de edad de 2 años y que estuvieron subalimentados durante el tiempo previo al estudio. Asimismo, GARCÍA & BARDALES (2002), usando como dieta peces forraje, reportan una longitud y peso promedio de 26,33 cm y 167,57 g en 105 días de cultivo.

2.6. Alimentación

El paiche (*Arapaima gigas*) tiene hábito alimenticio carnívoro, se alimenta de peces, crustáceos, moluscos, plancton e insectos acuáticos

(QUEIROZ y SARDINHA, 1999), presentan mejor capacidad de digestión que los peces omnívoros y herbívoros, ya que la digestión del alimento animal es mejor que la del alimento vegetal (por la dureza de sus paredes celulares); además de un estómago grueso y un sistema de jugo gástricos muy eficiente (HURTADO, 1998). Un aspecto que limita la producción intensiva del paiche en cautiverio es, su característica de pez carnívoro; es decir su alimentación depende de peces forrajeros, los cuales en su composición nutricional presenta un espectro de nutrientes mejor balanceados y con valor proteico superior al alimento balanceado (ITUASSÚ, 2002).

Por lo general, el paiche se alimenta cerca de la superficie del agua porque es un pez que está obligado a respirar aire de la superficie. En cautiverio, el paiche puede ser alimentado con pez forraje como "bujurqui" *Cichlassoma amazonarum* y "mojarra" *Gymnocorymbus thayeri*; también se utiliza el camarón de río *Macrobrachium amazonicum* (QUEIROZ, 2000; IMBIRIBA *et. al.*, 1996). En crianzas pequeñas, se ha observado que el paiche es alimentado con residuos de peces y aves (intestinos, tejidos, pedazos de peces, etc.), esto demuestra la adaptabilidad de este pez a la oferta de alimento (HIDALGO, 2007 comunicación personal). Sin embargo, para lograr la producción de carne con mayores beneficios se debe tener en cuenta la cantidad y calidad de proteína en la dieta, pues es uno de los principales determinantes del crecimiento de los peces (DE LA HIGUERA, 1973). Asimismo, la frecuencia alimenticia del paiche según estudios realizados por GANDRA (2002), sugiere la alimentación dos veces al día como mejor estrategia para la crianza.

2.7. Crianza en cautiverio

El paiche (*Arapaima gigas*), posee características innatas como: 1) rusticidad, 2) resistente a aguas con bajo nivel de oxígeno, 3) tolerante a altas concentraciones de amonio en el agua, 4) acepta subproductos del faenamiento de aves y peces, 5) adaptable a dietas balanceadas, 6) crecimiento rápido y 7) crece bien cuando es alimentado con pez forraje (REBAZA, *et. al.*, 1999; ALCÁNTARA y GUERRA, 1992; CRESCÊNCIO, (2001). Con el fin de mejorar el desempeño productivo del paiche, varios grupos de investigadores han experimentado la utilización de raciones balanceadas con alto contenido de proteínas obteniendo resultados variados, quienes reportan que el paiche tiene que ser entrenado desde temprana edad a comer ración artificial, caso contrario el aprovechamiento de la dieta no es eficiente (CRESCÊNCIO, 2001; ITUASSÚ, 2005; ALDEA, 2002; PADILLA, 2002), sin embargo, las mejores tasas de crecimiento del paiche han sido obtenidas utilizando alimentación a base de pez forraje (BARD & IMBIRIBA, 1986).

En la Amazonía Peruana ningún pez regional criado comercialmente se aproxima al peso alcanzado por el paiche y a pesar de las tasas de conversión elevadas normales para muchos peces carnívoros, la ganancia de peso diario del paiche es notable, lo que confirma el excelente potencial que esta especie tiene para la producción intensiva (VENTURIERI & BERNARDINO, 1999).

Un aspecto importante que se inicio hace varios años es el hecho de "enseñar" al paiche en edad temprana a ingerir una dieta balanceada con el fin de incrementar la productividad por unidad de crianza tal como se hace con otras especies de peces (trucha, tilapia, catfish, salmón, etc.) Hasta el momento no se ha logrado resultados consistentes y bien registrados que nos permita conocer con certeza los niveles nutricionales de la dieta para cada una de las fases de vida del animal. Por esta razón, los estudios comparativos hasta ahora registrados indican que las mejores tasas de crecimiento del paiche han sido obtenidas utilizando alimentación a base de pez forraje (VELASQUEZ *et. al.*, 2007).

En cautiverio una de las dificultades de la crianza del paiche es su régimen alimenticio carnívoro, sin embargo esto puede ser solucionado según el método de crianza (BARD & IMBIRIBA, 1986); a través de la asociación del paiche con animales domésticos (cerdos, bovinos, búfalos y aves), es posible aprovechar los residuos de las excretas orgánicas como fertilizante para el aumento de la población de peces forrajeros que servirán de alimento al paiche transformando un producto no comercial en otro altamente rentable. Es conveniente criar en el mismo estanque al pez "forraje" y al paiche para evitar los elevados costos de producción (CARVALHO & NASCIMENTO, 1992; ALCÁNTARA & GUERRA, 1992).

El paiche no tiene especiales exigencias con respecto a la calidad del agua por presentar respiración aérea posibilitada por la vejiga natatoria modificada (GRAEF, 1995) lo cual facilita su crianza en tanques con bajo tenor de oxígeno (BARD & IMBIRIBA, 1986).

2.8. Importancia económica de la crianza

Resultados obtenidos por IMBIRIBA *et. al.*, (1994) demostraron que el paiche (*Arapaima gigas*) tiene un rendimiento en carcasa de 57 % de filete comparado con otras especies de la ictiofauna regional como "gamitana" *Colossoma macropomum* (50 %) y "piramutaba" *Brachyplatystoma vaillantii* (52 %). La carne prácticamente sin espinas tiene un buen precio en la región (S/.12 a 15/Kg.) y en el mercado externo podría oscilar entre \$18 a \$20. En la región amazónica es comercializado en forma de mantas, en estado fresco, congelado y salado; las mantas seco-saladas son el principal medio de preservación y comercialización del producto.

Como ingresos adicionales de la crianza, es posible aprovechar el cuero resistente, que representa cerca del 7 a 9 % del peso del animal para transformación en artículos de vestuarios (fabricación de carteras, calzados, ropas, cinturones, entre otros). Las escamas, pueden ser utilizadas en la confección artesanal de ornamentos típicos para decoración. Los residuos (columna vertebral, tracto digestivo, opérculo y aletas) son utilizados en la producción de harina de pescado, para la alimentación de cerdos, bovinos y peces (SILIMON *et. al.*, 1982).

2.9. Costos de producción

En una producción acuícola, la alimentación representa la mayor parte de los costos de producción, pudiendo variar entre el 50 - 80% de la inversión realizada (ITUASSÙ, 2005). Varios factores influyen en los costos

de producción, tales como, digestibilidad del alimento (N.R.C., 1993), cantidad y calidad del alimento (LOVELL, 1989), es decir los porcentajes inferiores de alimentación comprometen el desarrollo de los peces y porcentajes superiores probablemente no contribuyen a un mejor aprovechamiento lo cual contribuye a incrementar los costos de producción.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha del trabajo experimental

El trabajo experimental se realizó en la "Estación Piscícola Villa Hidalgo", ubicado en la localidad de Santa Rosa de Shapajilla en la ciudad de Tingo María, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Tingo María, geográficamente se encuentra ubicado a 672 msnm, 09°17'58" latitud sur y 76° 01' 07" longitud oeste; ecológicamente se trata de un bosque húmedo Pre Montado Tropical (bh – PMT) con una temperatura promedio de 25 °C y con precipitación pluvial media de 3194 mm al año, distribuidos con mayor intensidad de octubre a marzo y humedad relativa de 83,6 % (UNAS, 2005), se llevó a cabo en los meses de julio a setiembre del 2007.

3.2. Instalaciones

El área experimental establecida para la investigación fue de 12 m² de lámina de agua inmersas en un área total de un estanque de 3500m² (35 m x 100 m) con topografía plana. Se utilizó ocho jaulas (1,0 m de ancho x 1,5 m de largo y 0,9 m de altura), construidas de madera quinilla, cubiertas con malla y puerta en la parte superior. Las jaulas fueron distribuidas dentro del

estanque en dos filas y elevadas a 0,20 m del piso del estanque. Para facilitar el manejo y alimentación de los juveniles de paiche durante el estudio, se diseñó un pasadizo de madera que divide las jaulas por tratamiento.

3.3. Animales y alimentación

En el presente trabajo experimental se utilizaron 80 juveniles de paiche (*Arapaima gigas*), con peso promedio de 427 ± 101 g y de seis meses de edad. Según los tratamientos aplicados durante el experimento, los juveniles de paiche fueron separados de acuerdo al peso inicial en ocho grupos de 10 juveniles, de cada grupo se distribuyó al azar en los tratamientos (DB y PF) con cuatro repeticiones por grupo. Después de instalados los juveniles de paiche recibieron dieta balanceada (DB) y dieta pez forraje (PF), suministradas a una tasa de alimentación del 5 % de la biomasa inicial y modificada según las biomásas obtenidas a través de los pesos quincenales. La alimentación se realizó de forma manual con una frecuencia de dos veces por día (8:00 am. y 5:00 pm.), el suministro fué lento para el caso de dieta balanceada, cuidando de ofrecer la dieta en la medida que era consumido.

Para el tratamiento 1, grupo alimentado con pez forraje se utilizó preferentemente el "bujurqui" (*Chichlasoma amazonarum*), que fueron colectados de estanques y quebradas del perímetro de la estación piscícola y colocados en tanques de plástico para su diaria disponibilidad. El pez forraje fue suministrado en trozos de tamaños adecuados en relación al tamaño de la boca de los animales, para facilitar su consumo. El Cuadro 1 muestra la

composición química proximal del pez forraje "bujurqui" utilizado durante el estudio.

Cuadro 1. Composición química proximal del pez forraje: Bujurqui (*Cichlassoma amazonarum*).

	Valores expresados al 100%	Valores expresados en materia fresca
Carbohidratos, %	1,68	0,40
Proteína, %	76,31	18,31
Fibra, %	0,15	0,036
Extracto Etéreo	7,59	1,82
Energía Bruta, Kcal/Kg	3838,15	951,26
Ceniza, %	16,24	3,89
Materia seca, %	100	24

Análisis realizado en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Para el tratamiento 2, grupo alimentado con dieta balanceada, que fue elaborada en la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Zootecnia-UNAS, la presentación de ésta dieta fue en forma de pellets con textura semidura, de forma cilíndrica, diámetro de 8 mm y de color oscuro, con un fuerte olor a harina de pescado; suministrado de manera parcial observando el consumo por parte de los animales, evitando en lo posible el desperdicio. La composición nutricional se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición porcentual y nutricional de la dieta balanceada

Ingredientes	%
Harina de pescado	60,00
Afrecho de trigo	12,30
Polvillo de arroz	12,00
Maíz molido	10,00
Proapak 13 ^a	0,10
BHT	0,02
Cloruro de colina	0,10
Zinc	0,05
Fungiban	0,05
Almidón de yuca	5,00
Aceite de palma	0,40
Total	100,02
<i>Valor nutricional¹</i>	
Proteína bruta	43,0
Fibra bruta	3,2
Grasa	5,0
Ceniza	6,8
Materia seca	92,2

¹ Nutrientes expresados en base fresca. Análisis realizado en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional Agraria de La Selva.

3.4. Sanidad

El área establecida para el trabajo experimental y las jaulas de madera fueron limpiadas diariamente, manteniéndolas libres de malezas, y desperdicios de alimento; evitando producir turbidez en el agua. También se limpió los recipientes y materiales donde se realizó el control del peso y crecimiento. Los animales que mostraron signos externos de lesión fueron tratados con vaselina y colocados en un envase con agua y sal al 3% por un tiempo de 5 minutos.

3.5. Metodología de estudio

3.5.1. Evaluación de los parámetros productivos

Para obtener los datos biométricos se realizaron pesadas quincenales con el número total de individuos existentes en cada unidad experimental. Se registró 1) longitud total mediante el uso de un ictiómetro (cm), medida desde la extremidad anterior de la boca hasta el extremo del lóbulo más largo de la aleta caudal y 2) peso en gramos utilizando una balanza con capacidad máxima de 5 Kg. \pm 0,1 g de aproximación. Se evaluó los siguientes parámetros productivos:

3.5.1.1. Ganancia de peso (GP): Determinado por la diferencia entre el peso final (PF) y el peso inicial (PI) de los peces, según la fórmula:

$$GP = PF - PI$$

3.5.1.2. Factor de condición (K): Conocido también como grado de robustez o índice ponderal; expresa el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio en que vive, en función de la nutrición aplicada y el tiempo de crianza (Fulton, 1911; citado por TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993).

$$K = (PT/L^3) \times 100$$

Donde:

K = Factor de condición

PT = Peso total, g

L = Longitud total, cm

3.5.1.3. Conversión Alimenticia Aparente (CAA):

Determinado por la relación entre la cantidad total de alimento ofrecido (AT) y la ganancia de peso (GP).

$$CAA = AT/GP$$

3.5.1.4. Tasa de Crecimiento Específico (TCE): Expresa el incremento en longitud o peso del pez influenciados por el espacio, alimento y temperatura (TRESIERRA & CULQUICHICÓN, 1993).

$$TCE = (\ln PF - \ln PI) / (Tf - Ti) \times 100$$

Donde:

Ln = Logaritmo natural

PF = Peso final

PI = Peso inicial

Tf = Tiempo final de cultivo

Ti = Tiempo inicial de cultivo

3.5.2. Evaluación de los parámetros limnológicos

Los parámetros físicos y químicos del agua fueron monitoreados cada dos días, utilizándose un kit para análisis de agua. Se registró los niveles de temperatura, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza y transparencia, respectivamente.

3.6. Variable independiente

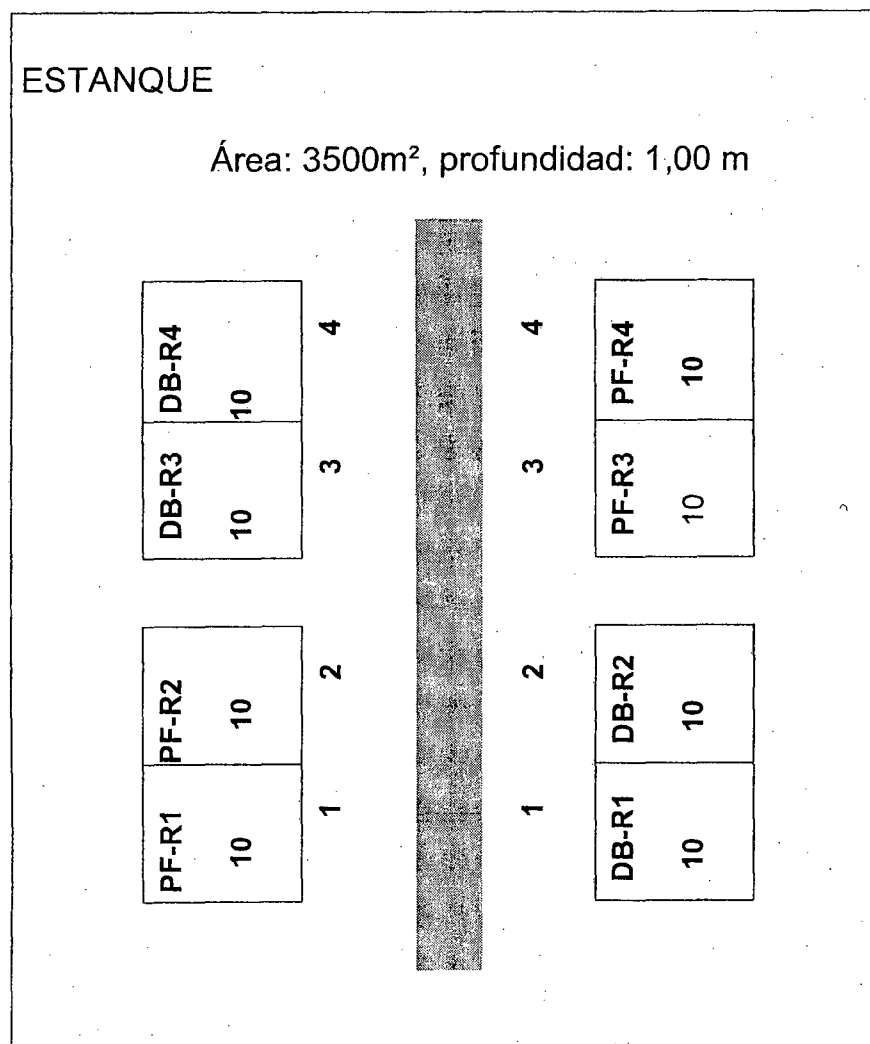
Tipo de dieta

3.7. Tratamientos

Tratamiento 1: Dieta pez forraje (PF)

Tratamiento 2: Dieta balanceada (DB)

3.8. Croquis de la distribución de tratamientos



3.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico utilizado para evaluar la significancia entre tratamientos fue la prueba de t (Student test), software MINITAB 14. El modelo matemático es como sigue:

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B - 0}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

Donde:

\bar{x}_A = media muestral grupal de las observaciones del factor A

\bar{x}_B = media muestral grupal de las observaciones del factor B

S_p^2 = varianza ponderada

n_A = número de observaciones del factor A

n_B = número de observaciones del factor B

3.10. Variable dependiente

Ganancia de peso (GP, g)

Factor de condición (K, %)

Conversión Alimenticia Aparente (CAA)

Tasa de Crecimiento Específico (TCE, %)

Sobrevivencia (S, %)

IV. RESULTADOS

4.1. Ganancia de peso y crecimiento

Los datos de pesos por tratamiento se presentan en el Cuadro 3, no existió significancia estadística en el peso inicial ($P > 0,05$). Sin embargo, al término de los 90 días de alimentación, los animales alimentados con pez forraje obtuvieron mayor ganancia de peso (922 g vs. 311 g). El ritmo de ganancia de peso para ambos tratamientos se observa en el Grafico 1, el tratamiento alimentado con pez forraje muestra una tasa superior comparado al tratamiento dieta balanceada.

Cuadro 3. Ganancia de peso de juveniles paiche (*Arapaima gigas*) criados en cautiverio durante 90 días en Santa Rosa de Shapajilla¹

Tratamiento	Peso Inicial, g	Peso Final, g	Ganancia de Peso, g
Pez forraje (PF)	427 ± 101	1349 ± 203	922 ± 104
Ración balanceada (DB)	399 ± 70	710 ± 105	311 ± 40
Valor P	0,266	0,002	0,001

¹Valores representan promedio ± SEM (n = 40/tratamiento). Significancia ($P < 0,05$).

Los datos de crecimiento en longitud, de los animales se reportan en el Cuadro 4. Los resultados muestran que los juveniles de paiche alimentados con pez forraje lograron una mayor longitud al final del estudio, comparado al tratamiento dieta balanceada. El ritmo de crecimiento observado durante los 90 días del experimento, muestra una tendencia consistentemente superior para el grupo pez forraje (Grafico 2).

Cuadro 4. Crecimiento de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) criados en cautiverio durante 90 días¹

Tratamiento	Longitud Inicial, cm	Longitud Final, cm	Ganancia de Longitud, cm
Pez forraje (PF)	38,0 ± 2,9	54,1 ± 2,3	16,1 ± 0,8
Ración balanceada (DB)	42,1 ± 1,3	48,0 ± 1,9	5,9 ± 0,9
Valor P	0,029	0,002	0,001

¹Valores representan promedio ± SEM (n = 40/tratamiento). Significancia (P < 0,05).

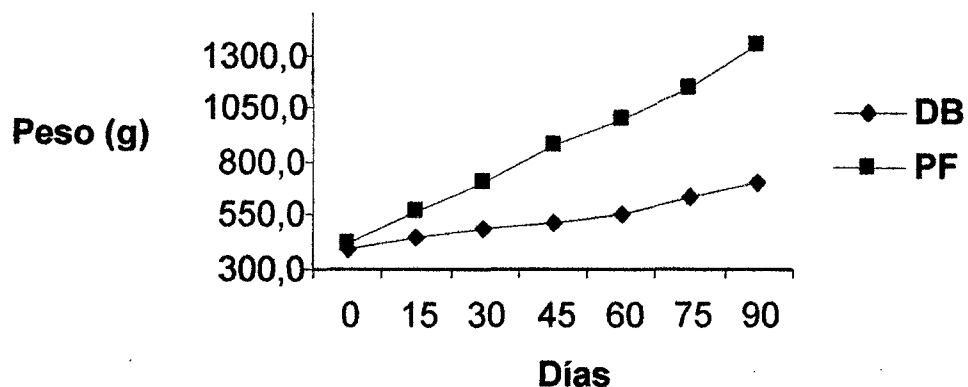


Gráfico 1. Curva de crecimiento en peso (g) de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

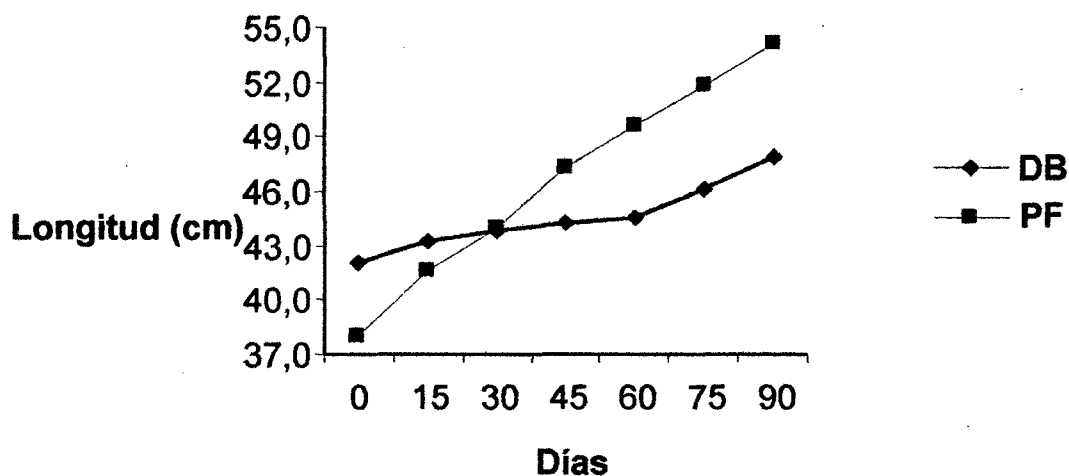


Gráfico 2. Curva de crecimiento en longitud (cm) de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

4.2. Parámetros productivos

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de los parámetros productivos: Tasa de Crecimiento Específico (TCE), Factor de condición (K), Conversión Alimenticia Aparente (CAA) y Ganancia de peso diario (GP/día/g) registrados durante 90 días de crianza. El ritmo de variación de los parámetros productivos observado durante los 90 días del experimento, muestra una tendencia consistentemente superior para el grupo pez forraje. Gráfico 3 (TCE), Gráfico 4 (K), Gráfico 5 (CAA) y Grafico 6 (GP/día/g).

Cuadro 5. Parámetros productivos registrados en la crianza de juveniles de paiche *Arapaima gigas* durante 90 días¹

Tratamiento	TCE	K	CAA	GP/día/g.	S (%)
Pez forraje (PF)	1,4 ± 0,1	0,9 ± 0,03	2,7 ± 0,6	10,9 ± 1,2	100
Ración balanceada (DB)	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,02	2,4 ± 0,3	3,70 ± 0,5	100
Valor P	0,001	0,001	0,426	0,001	

¹Valores representan promedio ± SEM. Significancia (P<0,05).

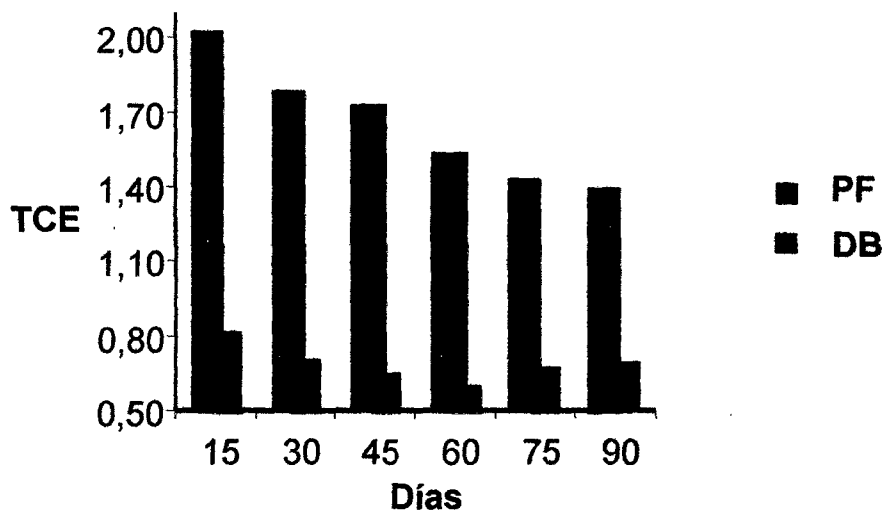


Gráfico 3. Variación de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE) en juveniles de paiche *Arapaima gigas* alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

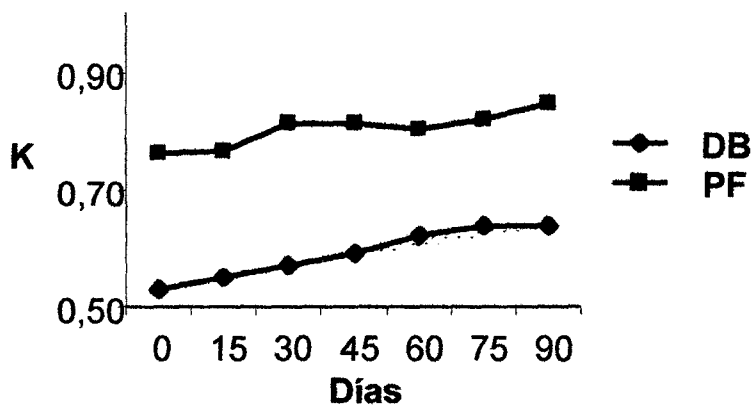


Gráfico 4. Variación del factor de condición (K) en juveniles de paiche *Arapaima gigas* alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

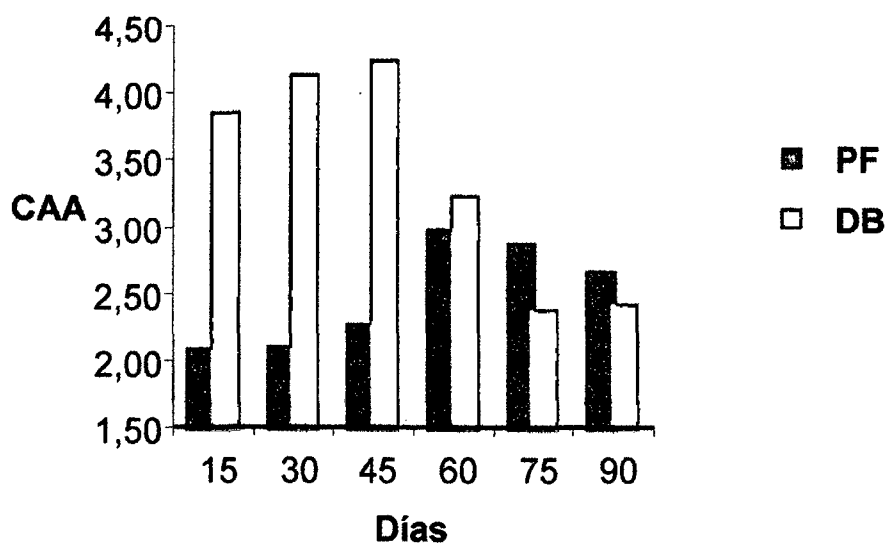


Gráfico 5. Variación de la Conversión Alimenticia Aparente (CAA) en juveniles de paiche *Arapaima gigas* alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

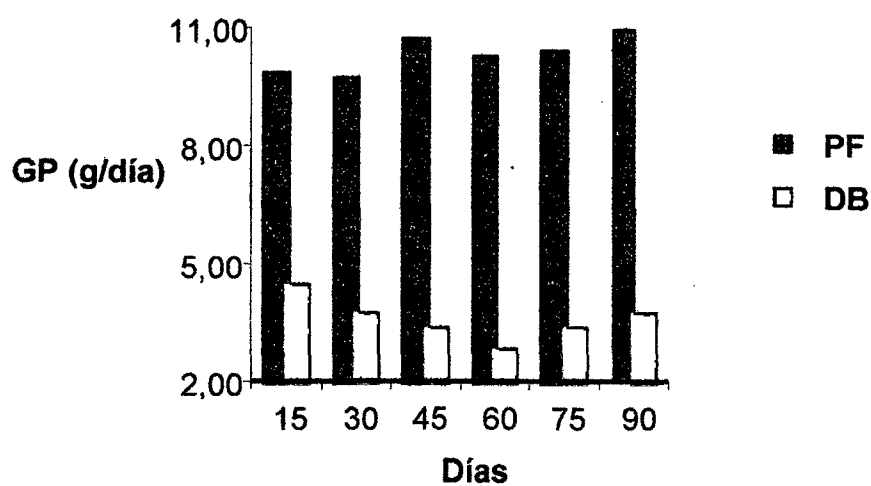


Gráfico 6. Variación de la ganancia de peso diario (GP/g/día) en juveniles de paiche *Arapaima gigas* alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

V. DISCUSIÓN

5.1. Ganancia de peso y crecimiento

Los resultados obtenidos para ganancia de peso y crecimiento (longitud) demostraron que los peces alimentados con pez forraje fueron más eficientes en el aprovechamiento de la dieta comparado al grupo alimentado con dieta balanceada. Estos resultados pueden deberse a que la composición nutricional de una dieta a base de pez forraje provee un espectro de nutrientes mejor balanceados en términos de proteínas, ácidos grasos esenciales, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y energía, que inclusive pueden ser mejor absorbidos y asimilados por el paiche (ITUASSÚ, 2002)

El paiche se alimenta de peces, es decir es un piscívoro por evolución (IMBIRIBA *et. al.*, 1996), esta característica que ya es conocida explica el peso y tamaño que se ha reportado cuando el paiche es cazado en su ambiente natural. En trabajos experimentales conducidos en Perú y Brasil en las que se ha evaluado el crecimiento del paiche en cautiverio, se ha notado que los animales alimentados con pez forraje ganaron mayor peso que sus similares alimentados con dieta comercial (YUTO *et. al.*, 2007). Las condiciones artificiales de crianza contribuyen a crear un ambiente poco favorable para permitir que los animales puedan maximizar su crecimiento a pesar de recibir buena oferta de alimento.

Trabajos de alimentación conducidos por VELASQUEZ *et. al.*, (2007) utilizando como alimento peces de porte pequeño reportó un crecimiento satisfactorio comparado al grupo de paiches alimentados con dieta artificial bajo una crianza en estanque de tierra. Se ha reportado varios estudios de alimentación con dieta balanceada y diferentes niveles de proteína, concluyen que es vital la composición nutricional de la dieta para obtener mejor ganancia de peso (ITUASUÚ, 2005). Estos investigadores, utilizando una dieta de 40% de proteína reportaron ganancias de peso mayores a aquellos peces alimentados con niveles proteicos menores.

Por lo tanto el paiche es una especie que demanda un nivel de proteína alto en su dieta lo cual es similar para otras especies carnívoras como la trucha y el catfish. Uno de los aspectos que limita que una dieta balanceada no ocasione una ganancia de peso eficiente es la limitación de no conocer los requerimientos nutricionales de ésta especie para cada una de las fases de vida (alevino, juveniles, pre-adultos y reproductores). En la industria acuícola mundial se tiene programas de alimentación para otras especies de agua dulce (tilapia, catfish, gamitana, paco, etc.); sin embargo, para el paiche no se ha demostrado experimentalmente hasta la fecha como debe ser la composición de una dieta científicamente balanceada. Investigaciones en este campo de la nutrición y alimentación proveerán los datos que se requiere para desarrollar una piscicultura, en base al paiche, que sea rentable para la zona.

5.2. Parámetros productivos

Al final del experimento, los animales del tratamiento PF mostraron superior ($P < 0,05$) eficiencia productiva comparado al grupo DB, como se puede observar para las variables TCE, GP y K (Cuadro 5). Los resultados de esta investigación fueron superiores a los obtenidos por ALCÁNTARA & GUERRA (1992) quienes reportan ganancias de peso de 10,4g y 6,2g respectivamente.

Estudios dirigidos por BARD & IMBIRIBA (1986) y CARVALHO & NASCIMENTO (1992) reportan una ganancia de peso de 27g/d y 28g/d, respectivamente. Las condiciones experimentales y edad de los peces fueron diferentes a los utilizados en nuestro trabajo. Por ejemplo, los investigadores antes mencionados indican que los peces fueron alimentados con especies forrajeras pero no indican la tasa exacta como también mencionan que usaron bajas densidades de siembra. El desempeño productivo del paiche ha sido investigado en diversos estudios utilizando dietas balanceadas y bajo diferentes condiciones de manejo zootécnico. Todas estas variables al ser diferentes ha producido una variedad de resultados.

MAEDA & HONCZARYK (1995) reportaron una ganancia de peso de 14,4g/día; ALDEA (2002) obtuvo una TCE de 1,3 y ganancia de peso de 15,4g/día con una ración de 50% de proteína bruta en condiciones artificiales de crianza. PADILLA *et. al.*, (2002) estudió la influencia de la tasa de alimentación registrando un TCE de 1,25 y 14,2g/día de ganancia de peso con el 8% de biomasa en peces criados en cautiverio. Asimismo, ITUASSÚ (2002)

utilizando ración estrujada determinó una TCE de 2,4 para una ración de 48% de proteína.

A pesar de estas diferencias que es de esperar por la naturaleza de los estudios, el paiche tiene la característica genética y habilidad innata de ganar peso según su edad cronológica. Sin embargo, existe la necesidad de desarrollar un programa de alimentación completamente investigado en lo que se refiere a condiciones de manejo en cautiverio, suministro apropiado de nutrientes para cada fase con el fin de conocer el tipo de respuesta que se debe de obtener en una crianza comercial como la que se conoce para otros peces (salmón, trucha, catfish, tilapia, etc.).

El factor de condición (K) presentó diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0,05$), esto demuestra que la condición de los peces en los tratamientos fue diferente debido probablemente al efecto del plano alimenticio ofrecido a cada grupo experimental (Cuadro 5). A pesar de las diferencias observadas, los valores de K obtenidos reflejaron un buen estado de los individuos durante el periodo de estudio. Estos resultados concuerdan con los reportados por PÉREZ, (2002) y GARCÍA & BARDALES, (2002) quienes encontraron valores de factor de condición desde 0,79 hasta 0,97; asimismo, ITUASSÙ (2002) reportan un valor de 1,02 en paiches alimentados con ración al 40% de proteína; por otra parte, CAVERO (2002) registró valores de 4,7 resultado superior debido probablemente a las mejores condiciones de cultivo.

La conversión alimenticia aparente está definida como la cantidad de alimento necesaria para obtener un kilogramo de carne, cuanto mayor es el

valor de la conversión, menor es la eficiencia del alimento (ITUASSÚ, 2002). Los resultados de CAA demostraron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). La dieta balanceada fue la que presentó el mejor resultado (2,4) comparado con el tratamiento pez forraje (2,7), este valor es en base a materia fresca.

Esta respuesta observada es posible que se deba a que los animales aprovecharon el alimento en forma diferente debido a la composición y disponibilidad de nutrientes presentes en cada una de las dietas ofrecidas (Grafico 6). El valor de CAA en base fresca, obtenido en el presente estudio, cuando es transformado a base materia seca representa un valor aceptable para una crianza comercial en cautiverio. Si comparamos los valores de CAA obtenidos en nuestro estudio a otros, revela que son superiores a ellos.

Por ejemplo, GARCÍA & BARDALES, (2002); reportaron conversiones alimenticias de 6,5 y 10 cuando al paiche se alimentó con pez forraje. Estudios de alimentación con ensilado biológico de diferente contenido proteico mostraron que el paiche aprovechó ese alimento con una CAA entre 5,9 y 35,8 (MAEDA & HONCZARYK, (1995); GARCÍA & BARDALES, (2002). Estudios de alimentación con ración peletizada conteniendo 30% y 48% de proteína presentan CAA de 3,2 y 1,6 respectivamente (ITUASSÚ *et. al.*, 2005). CAVERO (2002), en condiciones experimentales, evaluó diferentes densidades de siembra con paiche y consiguió CAA menores de 1,0 utilizando ración estrujada con 45% de proteína.

Los diversos valores de CAA reportados en la literatura se deben a la variedad de condiciones experimentales utilizadas, por ejemplo, edad del animal, tiempo de duración del experimento, condiciones de manejo empleado, tipo de dieta (pez forraje, peletizado y estrujado) y características nutricionales de la ración.

VI. CONCLUSIÓN

El crecimiento de juveniles de paiche fue superior para el tratamiento pez forraje comparado con el tratamiento dieta balanceada: ganancia de peso [1349g vs. 710g]; longitud [54cm vs. 48cm].

Los juveniles de paiche del tratamiento pez forraje mostraron parámetros productivos superiores al tratamiento dieta balanceada: tasa de crecimiento específico (TCE) [1,4% vs. 0,7%]; factor de condición (K) [0,9% vs. 0,6%]; ganancia de peso (GP/día) [10,9g vs. 3,7g] y conversión alimenticia aparente (CAA) [1,89 vs. 2,4].

La dieta pez forraje proveyó mejor calidad nutricional que la dieta balanceada.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar una alimentación en base a pez forraje, en la implementación de explotaciones familiares con paiches juveniles.

Continuar estudios de alimentación para las diversas fases cronológicas del paiche y determinar así su edad óptima de comercialización.

VIII. ABSTRACT

FEEDING OF JUVENILE PAICHE (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) WITH TWO TYPES OF DIETS (Fish forage vs. Balanced diet) AND REARED IN CAGES.

Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier 1829), is one of the largest fish of the Amazonia and because of overfishing is included in the Appendix II of the Convention on International Trade Endangered Species – CITES. The paiche meat has an excellent nutritional value for human consumption which is a good reason to promote its rearing in captivity. The objective of this investigation was to evaluate the effect of the two feeding systems: balanced diet vs. forage fish on the growth of juvenile paiche reared in cages in Tingo Maria, Peru. Eighty animals with an initial weight of 427g were assigned to two treatments or experimental groups (n=10 fish/cage) with four replicates per group. Fish were fed two diets: fish forage (PF) or balanced diet (DB) at the rate of 5% biomass and twice a day for the duration of the experiment (90 days). Data was collected biweekly and was analyzed using the t test with a significance ($P<0,05$). At the end of the experiment, fish fed PF showed superior response compared to fish fed DB for the following variables: weight gain [1349g vs. 710g]; length [54cm vs. 48cm]; specific growth rate (TCE) [1,4% vs. 0,7%]; condition factor (K) [0,9% vs. 0,6%]; weight gain/day (GP/d) [10,9g vs. 3,7g] and apparent feed conversion (CAA) [1,89 vs. 2,4], these differences were significant ($P<0,05$). In conclusion the results demonstrated: 1) the forage fish diet provided a better nutrition quality than the balanced diet and 2) is feasible to rear paiche in captivity and implement small scale operations using forage fish as the feed.

Key words: *Arapaima gigas*, Feeding, Weight Gain, Amazonia

IX. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALCÁNTARA, B. y GUERRA, H. 1992. Cultivo de paiche (*Arapaima gigas*), utilizando bujurqui (*Cichlassoma bimaculatum*) como presa. *Folia Amazónica*. 4(1):129-139p.
- ALDEA, G. 2002. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 54p.
- BARD, J. IMBIRIBA, E. 1986. Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*. Belém: EMBRAPA-CPATU. 17p. Circular Técnica, 52.
- BRAUNER, C. y VAL, A. 1996. The interaction between O₂ and CO₂ exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. F.; Randall, D. J. (Ed.). *Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. (9): 101-110p.
- CAMPOS, L. 2001. Historia biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y Bases para su cultivo en la Amazonia. Iquitos-Perú.
- CARVALHO, L. & NASCIMENTO, C. 1992. Engorda de pirarucu (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos. Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Belém-PA, Circular Técnica nº 65, 1-21p.

CAVERO, S. 2002. Densidade de estocagem de juvenil de pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), em tanques-rede de pequeno volume. Tesis de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior. INPA. Manaus-Brasil. 46p.

CAVERO, S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A.; FONSECA, F.; ITUASSÚ, D.; ROUBACH, R.; ONO, E. 2004. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.513-516.

CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres), 2008. Apéndices I, II y III (01/07/2008) – p. 47

CRESCÊNCIO, R. 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Tesis de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. INPA. Manaus-Brasil. 26p.

DE LA HIGUERA, M. 1973. Requerimientos de proteína y aminoácidos en los peces. In: Nutrición en Acuicultura II. J. Espinoza de los Monteros & U. Labarta (Edit) Madrid. 53-98p.

FINK, W. y FINK, S. 1978. A Amazônia Central e seus peixes. Suplemento. Acta Amazônica. 8 (4): 19-42p.

- FONTENELLE, O. 1959. Hábitos de desova do pirarucu, "*Arapaima gigas*" (Cuvier) (Pises: Isospondyli, Arapaimidae), e evolução de sua larva. Publicação No 153, Serie I-C.
- FONTENELE, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas*, (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). Revista Brasileira de Biología, Rio de Janeiro. 8 (4): 445-459p.
- GANDRA, A. 2002. Estudo da frequência alimentar do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). 36p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- GARCIA, R. & BARDALES, M. 2002. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados. Tesis para optar el titulo de Biólogo. UNAP. Iquitos – Perú.
- GÉRY, J. 1969. The freshwater fishes of South America. In: Fitthan, E. J. Biogeography and Ecology in South America. The Hague: 828-848p. (Monography-Biology, 002).
- GOULDING, M. 1980. The Fishes and the Forest: explorations in Amazonian natural history. Berkeley, University of California. 280p.
- GRAEF, E. 1995. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. Em: *Criando Peixes na Amazônia*. Eds. Val, A.L. & Honczaryk, A. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.149.

- GUERRA, F. 1980. Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (ríos Pacaya y Samiria) 1971-1975. Callao-Perú. Instituto del Mar del Perú. (67): 20 p.
- HIDALGO W. 2007. Crianza artesanal *In*: Comunicación personal.
- HOAR, S., RANDALL, J. 1969. Fish Physiology. New York: Academic Press. (1): 72p.
- HURTADO, J. 1998. Aspectos biológicos pesqueros del *Arapaima gigas* en el sistema de várzea en el municipio de puerto Nariño, Amazonas. Tesis. Facultad de biología. Universidad del valle. Santiago de cali. 84 p.
- IMBIRIBA, P., LOURENÇO R., DUTRA, S. 1994. Rendimiento de carne de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier). Bol. Pesq. EMBRAPA. (150): 9p.
- IMBIRIBA, P., LOURENÇO J., DE MOURA C., O. D., GOES, B., ULIANA, D., BRITO L. 1996. Criação de pirarucu. Brasília: EMBRAPA-SPI; Belém: EMBRAPA-CPATU. 93p.
- ITUASSÚ, R. 2002. Exigência protéica de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.
- ITUASSÚ, R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, S.; GANDRA, L. 2005. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, 255-259 p.

- KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de peixes cultivados. Campo Grande: Fernando Kubitza, 1998. 44p.
- LOWE-MCCONNELL, H. 1987. Ecological Studies in Tropical Fish Communities. Cambridge University Press. Cambridge. 328p.
- LOVELL, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. New York: Van Nostrand Reinhold, 260p.
- LÜLING, H. 1964. Zur Biologie und ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces. Osteoglossidae). Zoologie Morph, Ökol. (54): 436-530p.
- MAEDA, S. & HONCZARYK, A. 1995. Características bioquímicas e nutricionais do ensilado biológico de pescado e sua avaliação em dietas para o pirarucú, *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829), em cativeiro. Relatório Final INPA. Manaus. Am. 22pp.
- MENEZES, S. 1951. Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu. Serviço de Informação Agrícola. Série Estudos Técnicos, 3. Rio de Janeiro. 152p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of fish. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 114p.
- PADILLA, P., ALDEA, M., ALCÁNTARA, F. 2002. Adaptación de paiche *Arapaima gigas*, al alimento artificial. Resúmenes del V Seminario Colombiano de Limnología Neotropical & I Reunión Internacional de Limnología del Alto Amazonas. Leticia (Amazonas)-Colombia. 8p.
- PÉREZ, T. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) en ambientes controlados. Tesis

para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos-Perú. 61p.

PINHEIRO & SANTOS, M. 1993. Effects of fish ration types on water quality. *Ciência e Cultura*. 45(6): 399-402p.

PINTO, C. 1999. Pirarucú (*Arapaima gigas*) especie promisoría para la Amazonia. Manejo, producción y conservación. Centro Experimental Amazónico c.e.a. –sede Leticia Corpoamazonia. Leticia – Amazonas.

QUEIROZ, H. 2000. Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Varzea: Red giants in muddy waters. Tese (Doctor of Philosophy). University of St Andrews, Escocia. 226p.

QUEIROZ, H., SARDINHA, D. 1999. A preservação e o uso sustentados dos pirarucus em Mamirauá. In: Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Ed. Helder L. Queiroz G. R. Crampton. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq. 208p.

REBAZA, A.; ALCANTARA, F; VALDIVIESO, M. 1999. Manual de Piscicultura del paiche *Arapaima gigas* Cuvier. SPT – TCA. IIAP. Caracas, Venezuela, pág. 7 – 37. Edit. Manatí Grafico S.A.

SANDOVAL M., LAO J., HIDALGO W., SANDOVAL B., CASTILLO W. 2009. Reproductive parameters of the amazonian fish *Arapaima gigas* reared in captivity in the andean amazon region of Peru. Abs. WAS. Submitido.

SANCHEZ, H. 1969. A pesca tradicional do pirarucú entre os índios karajá. *Revista do Museu Paulista*. (7): 248-255p.

- SAWAYA, P. 1946. Sobre a biologia de alguns peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa* FITZ e *Arapaima gigas* CUVIER). B. Fac. Fil. Ci. Letras Univ. S. Paulo, Zool., São Paulo. (11): 255-278p..
- SILIMON, S., LOPES, B., ARRUDA, V., SIQUEIRA, B., SOUZA, C. 1982. Farinha de cabeças de peixe na alimentação animal. Cuiabá: EMPA. (Comunicado Técnico, 4). 5p.
- TRESIERRA, A., CULQUICHICÓN, Z. 1993. Biología Pesquera. 1ra. Edición. CONCYTEC. Trujillo – Perú. 432 p.
- UNAS 2005. Datos Metereológicos. Estación metereológica. José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- VELASQUEZ J., DEL RISCO R., MORI L., PADILLA P., 2007. Influencia del alimento extruido con tres niveles de proteína en el crecimiento de alevinos de paiche *arapaima gigas* (cuvier, 1829). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ. Artículo científico N°3.
- YUTO, J., SANDOVAL, M., CHU-KOO, F., PALMIRA, P. MORI, L. 2007. Influencia de la alimentación con peces forraje en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Artículo científico N° 4. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ Versión en revisión.

ANEXO

9.1. Costos de Producción

Las instalaciones, equipamientos y mano de obra no fueron incluidos en este análisis. La evaluación económica estuvo fundamentada en los resultados de Conversión Alimenticia Aparente (CAA) y el costo de la dieta.

Cuadro 6. Costos de producción de juveniles de paiche *Arapaima gigas* alimentados con dos tipos de dieta durante 90 días.

Tratamiento	Consumo de Alimento, Kg. /paiche.	Alimento Total consumido, Kg.	CAA	Alimento S/./Kg.	S/./Kg.
Pez forraje (PF)	2,49	99,6	1,89	9	17,01
Dieta balanceada (DB)	0,750	29,86	2,4	2,5	6,0

9.2. Influencia de la calidad de agua

Los valores de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH, conductividad eléctrica (μ S), sólidos totales (ppm), CO₂ (mg/L) y amonio total (NH₃), permanecieron constantes durante el cultivo lo cual permite inferir que estos parámetros no influenciaron en el crecimiento de los peces (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua monitoreados durante 90 días de crianza de juveniles de paiche.

Parámetros físicos y químicos	Media \pm DS	Variación
Oxígeno disuelto (mg/L)	3,4 \pm 0,5	1,0 – 4,9
Temperatura (°C)	24,9 \pm 0,1	24,2 – 25,4
Potencial de hidrógeno (pH)	6,9 \pm 0,04	6,7 – 7,2
Conductividad eléctrica (μ S)	141,2 \pm 13,4	77,7 – 230,3
Sólidos totales (ppm)	70,5 \pm 6,7	39,0 – 115,0
Amonio (NH ₃) (mg/L)	0,68 \pm 0,01	0,65 – 0,70
CO ₂ (mg/L)	15,6 \pm 2,3	18,5 – 12,7

DS: Desviación Estándar

Cuadro 8. Valores promedios de los pesos (g) del tratamiento PF, monitoreados durante 90 días de crianza.

	Inicio	15	30	45	60	75	90
PF – r1	337,9	439,7	557,8	704,4	815,3	945,3	1160
PF – r2	342,1	496,7	620,4	783,7	892,6	1022,6	1195
PF – r3	503,5	619,3	757,8	960,2	1095,8	1273,1	1465
PF – r4	525,3	702,8	858,4	1055,7	1193,7	1367,3	1575
Promedio	427,2	564,6	698,6	876,0	999,4	1152,08	1348,75

Cuadro 9. Valores promedios de los pesos (g) del tratamiento DB, monitoreados durante 90 días de crianza.

	Inicio	15	30	45	60	75	90
DB - r1	339,3	373,5	403,4	429,0	456,0	536,9	615,8
DB - r2	341,4	385,0	421,7	462,2	491,0	563,3	637,9
DB - r3	477,6	543,4	591	635,4	685,6	771,9	845
DB - r4	438,7	487,4	523,1	559,8	587,2	653,1	739,5
Promedio	399,2	447,3	484,8	521,6	554,9	631,3	709,6

Cuadro 10. Valores promedios del crecimiento (cm) del tratamiento PF, monitoreados durante 90 días de crianza.

	Inicio	15	30	45	60	75	90
PF - r1	35,4	38,9	40,7	44,5	46,8	49,2	51,7
PF - r2	35,6	40,2	42,8	45,7	48,0	50,1	52,6
PF - r3	40,4	43,2	45,4	48,9	51,3	53,6	55,6
PF - r4	40,7	44,6	47	50,2	52,8	54,4	56,4
Promedio	38,0	41,7	44,0	47,3	49,7	51,8	54,1

Cuadro 11. Valores promedios de crecimiento (cm) del tratamiento DB, monitoreados durante 90 días de crianza.

	Inicio	15	30	45	60	75	90
DB - r1	40,7	41,4	41,8	42,1	42,2	44,0	46,4
DB - r2	41,8	41,8	42,2	42,7	42,8	44,6	46,5
DB - r3	43,8	46,0	46,4	47,3	47,7	48,8	50,5
DB - r4	42,2	43,9	44,6	45,2	45,5	46,9	48,6
Promedio	42,1	43,3	43,8	44,3	44,6	46,1	48,0