

Documento Técnico

Aspectos de manejo, reproducción y alimentación del paiche (*Arapaima gigas*) en la Amazonía peruana



Versión en revisión



BIODAMAZ
PERÚ-FINLANDIA

Documento Técnico N° 8

2007

BIODAMAZ, Perú – Finlandia
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana

Autor:

Manuel Sandoval Chacón

Colaboradores:

José Antonio Yuto

Cristiham Silva

Magali del Risco orbe

Javier Velásques Varela

Nydia Eléspuru Urro

Juan Carlos García

Carlos del Aguila

Fred Chu Koo

Aurea García

Salvador Tello

El presente documento ha sido realizado con financiamiento del Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia y del Gobierno del Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica Internacional entre Perú y Finlandia: Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana – BIODAMAZ.

© 2007. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ
Av. José Abelardo Quiñónes km 2.5
Iquitos – Perú
Correo electrónico: dnbiodamaz@iiap.org.pe
<http://www.iiap.org.pe/biodamaz>

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando a la fuente.
Hecho en el Perú

CONTENIDO

	Pag.
Introducción	4
1. Revisión de Literatura	5
Taxonomía	5
Hábitat	5
Biología	6
Reproducción	7
2. Alimentación	10
3. Alimentación en la fase de alevinos y juveniles	10
Insumos alimenticios	14
Composición química calculada	16
Valor nutricional de los insumos	16
4. Formulación de raciones	18
4.1 Alevinos	18
Ración de inicio	18
Ración de crecimiento	19
4.2 Juveniles	19
4.3 Reproductores	20
5. Propuesta tecnológica de extrusión	20
Extrusión	20
6. Referencias bibliográficas	24
Anexos	30

Introducción

La biodiversidad amazónica peruana es exuberante en su flora y fauna. Una de las especies de la fauna amazónica, el paiche (*Arapaima gigas*), es un pez nativo que forma parte importante de la cultura y la existencia del poblador de la selva peruana, por su reconocido valor alimenticio y su económica en la economía de algunas comunidades. En los últimos 20 años, la supervivencia de esta especie en ambientes naturales se ha visto comprometida seriamente por la sobre pesca, que ha ocasionado también erosión genética de sus poblaciones.

Debido a la fragilidad de los ecosistemas naturales donde vive el paiche, es imposible garantizar un abastecimiento sostenible de carne de paiche para el consumo humano, por lo que es indispensable generar sistemas de producción comercial en estanques artificiales (en cautiverio). Es así que varios países de la cuenca amazónica están trabajando en la implementación de sistemas de producción similares a los que ya se tiene para otras especies de peces de aguas cálidas, como la tilapia (*Oreochromis* spp.), bagres (catfish), paco (*Piaractus brachipomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*).

El propósito del presente documento es describir aspectos técnicos sobre la biología, manejo, producción y reproducción del paiche -*Arapaima gigas*, que contribuyan a propiciar la crianza de esta especie en cautiverio en la Amazonía peruana y permitan generar ingresos económicos para los productores.

1. Revisión de literatura

Taxonomía

El *Arapaima gigas* es un pez que se conoce con varios nombres: “Paiche” en Perú, “Pirarucu” en Brasil, “Warapaima” en Guyana y “De-chi” en Colombia. La clasificación sistemática del paiche "*Arapaima gigas*" (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Arapaima_gigas.html.

Kingdom:	Animalia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Class:	Actinopterygii
Order:	Osteoglossiformes
Suborder:	Osteoglossoidei
Family:	Osteoglossidae
Genus:	<i>Arapaima</i>
Species:	<i>Arapaima gigas</i>

Hábitat

El paiche, de acuerdo a la literatura, habita en los ríos de la cuenca amazónica de América del Sur (Goulding et al., 1993), y en diferentes tipos de hábitat, tales como lagos, afluentes del río Amazonas y las varzeas. 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 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.).

Biología

El paiche es uno de los peces de agua dulce más grandes del mundo. Se han reportado animales adultos de hasta 3 m de longitud con un peso mayor a los 150 kg. Sin embargo, hoy en día y en ambientes naturales, existen muy pocos paiches que alcancen este tamaño debido a la sobre pesca. El tamaño promedio de esta especie en edad adulta puede llegar fácilmente a los 2 m y con un peso de 125 kg. El paiche es de color gris, pero presenta puntos de colores anaranjados en la parte dorsal. Una característica particular del paiche es que posee una lengua ósea, por la cual es clasificado como *ostoglossomorph*. Una descripción más detallada de la anatomía del paiche se puede encontrar en Hurtado (1973).

Fontenelle (1948) publicó un primer artículo que describe brevemente a la especie. El autor reportó sus observaciones y experiencias con ejemplares adultos criados en estanques controlados de la estación de piscicultura de Lima Campos, Ico, Ceara, Brasil. Los principales descubrimientos sobre la biología del paiche son:

1. Cada género (macho u hembra) posee una sola gónada ubicada en el lado izquierdo. En el caso de la hembra adulta (1.8 m) la gónada es alargada (foliar) con una longitud aproximada de 50 cm, 12 cm de ancho y pesos de 540-1300 g. El macho adulto (1.9 m) posee un solo testículo de unos 26 cm de largo y de 2.5 cm de ancho en la parte media.
2. Los óvulos son de forma esferoidal, de color verde oscuro/claro con un diámetro de transversal y longitudinal de 4.2 mm y 2.8 mm, respectivamente.
3. En cautiverio alcanza la madurez sexual aproximadamente al 5^{to} año de vida.
4. Es una especie clasificada en el grupo de aquéllas que poseen maduración sexual parcial.
5. El reproductor macho es directamente responsable de la protección del cardumen de larvas y pequeños alevinos.
6. No fue observada incubación oral ni tampoco protección de las larvas o alevinos en la boca, conforme se había indicado hasta ese entonces.
7. No existe fase de lactación en la vida de las larvas.
8. Las larvas, después de eclosionadas, miden aproximadamente 12 mm y presentan un saco vitelino voluminoso. Las larvas pueden ser criadas artificialmente y se alimentan a partir del 5^{to} día.

Reproducción

Existen estudios conducidos con esta especie orientados principalmente a los aspectos biológicos y fisiológicos de su sistema respiratorio y excretor. En lo referente

a su reproducción, aun no se tiene datos procedentes de estudios experimentales que reporten con certeza la edad a la primera madurez sexual en ambientes naturales. Sin embargo, varios investigadores han reportado que el paiche se reproduce entre los 4-5 años de edad, cuando alcanza un peso de 40-45 kg y una longitud aproximada de 1.7 m (Luling, 1964; Hidalgo, 2007, comunicación personal). Similares resultados han sido reportados para animales criados en confinamiento (Fontenelle, 1948; Imbiriba, 1993).

Diferentes grupos de investigadores han reportado que el paiche en edad reproductiva construye nidos en tierra arcillosa sin vegetación, de una forma circular (diámetro, 50 cm y profundidad, 20 cm). Una hembra es capaz de producir unos 11000 alevinos por desove (Bard e Imbiriba, 1986). Después que ocurre la eclosión de los huevos, las larvas permanecen durante 5 días en el nido, y durante ese tiempo ocurre la absorción del saco vitelino. Estas observaciones pioneras fueron efectuadas por Fontenelle (1959), quien describe que los huevos son de color verde y miden de 2.8 x 4.2 mm, y las larvas recién eclosionadas miden 11.4mm. Asimismo, el autor indica que durante los primeros meses de vida, los alevinos son de color negro y nadan en cardumen (sobre la cabeza) protegidos por los padres. Observaciones de criadores de paiche en la Amazonía peruana indican que es el macho quien provee el cuidado “paternal” a las crías en los primeros días de nacimiento.

Los datos de reproducción, para el caso del Perú, provienen de observaciones y colectas de ambientes naturales (Pacaya-Samiria) y de crianzas en cautiverio (Loreto, Ucayali, San Martín y Huánuco). El número de crías obtenidas por reproducción varía entre los 250-2000 alevinos colectados al momento del levante. Trabajos conducidos en Brasil por Oliveira (1944) reportan que el número de larvas por desove fue de aproximadamente 4000 individuos.

Una de las limitantes para la cría en cautividad que se ha observado en el Perú, es el hecho de que los piscicultores no tienen un sistema de identificación de reproductores, lo cual impide hacer un seguimiento exacto de los animales y determinar las características de comportamiento reproductivo, conforme se hace con las especies domésticas. Otro aspecto que se ha observado en crianzas en cautiverio, en el Perú, es que en muchas de ellas no se reporta una reproducción sostenida del paiche; esto se puede deber a que estos animales pueden estar sometidos a estrés o perturbaciones que retrasan la madurez sexual (Luling, 1971). Por ello se recomienda, inclusive, evitar que otras especies domésticas como el ganado vacuno frecuente las áreas donde se crían los reproductores, especialmente durante la época de reproducción.

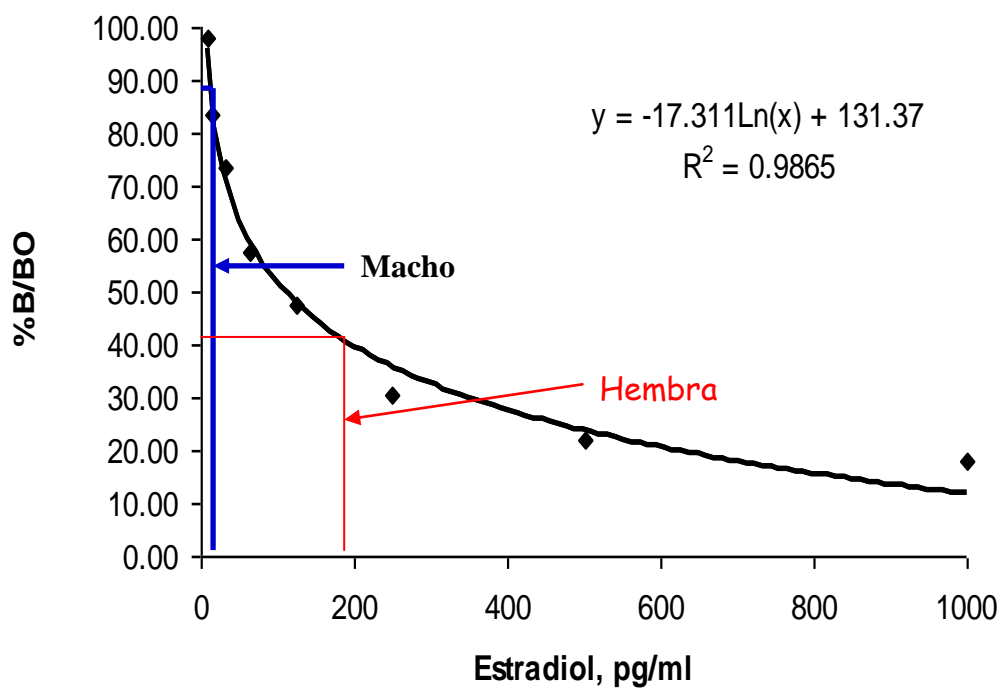
La técnica de propiciar la reproducción inducida en paiche no ha sido aun desarrollada. Investigadores brasileños han intentado inducir hormonalmente la reproducción de esta especie, utilizando Ovaplast (Syndel Laboratorios, Canada), pero no se obtuvieron resultados favorables, según Pereira-Filho, 2003. La ausencia de trabajos de investigación controlada en reproducción inducida con hormonas demuestra la necesidad de conducir investigación en este campo, para tener la capacidad de producir grandes cantidades de semilla o “alevinos”.

Investigaciones conducidas en el IIAP, en los últimos dos años, han permitido generar la metodología de identificar el sexo de animales próximos a la edad reproductiva (> 4 años), utilizando la técnica de ELISA (Figura 1) y cuantificando la concentración de estradiol circulante en la sangre (Cuadro 1). Los resultados de estos estudios pueden ser aplicados para seleccionar reproductores, criarlos en pareja y propiciar la reproducción natural en ambientes controlados. Se ha reportado que cada

ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA

animal requiere 200 m² de área como mínimo para reproducción, lo cual hace necesario contar con estanques de aproximadamente 400 m² para una pareja.

Figura 1. Determinación del contenido de estradiol en plasma de paiche, *Arapaima gigas*, adultos (5 años).



Cuadro 1. Contenido de estradiol en plasma de paiche

Grupo experimental	Estradiol, pg/ml	
	2 años	5 años
Hembra	7.6 ± 2.48	166.3 ± 22.2
Macho	8.6 ± 0.85	13.4 ± 3.70

De las observaciones registradas en la Amazonía peruana se puede indicar que la alimentación es un factor primordial para propiciar la reproducción en crías en cautiverio. Por ejemplo, de todas las reproducciones reportadas se ha demostrado que el suplemento alimenticio con residuos del faenamiento de peces y vísceras de pollo ha contribuido al buen estado nutricional y fisiológico de los animales, lo cual se demostró con reproducciones subsiguientes. Por lo general esta forma de alimentación constituye una alternativa, principalmente para los productores que poseen lotes pequeños de reproductores.

2. Alimentación

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

El paiche, como animal predador, se encuentra en el nivel trófico más alto de la cadena alimenticia. Las presas son capturadas por una fuerte succión de su boca, lo cual provoca ciertos ruidos; toda el agua que es captada al momento de la captura de la presa es expelida por la abertura de los opérculos. El paiche, a pesar de su gran tamaño, es un animal inofensivo, desprovisto de espinas y dientes agudos. Los maxilares están formados por una hilera de unos pocos dientes cónicos con un tamaño aproximado de 2 mm de longitud. El tracto digestivo es corto, como en otras especies ictiófagas.

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

Alimentación en la fase de alevinos y juveniles

En los primeros días de edad, posteriores a la reabsorción del saco vitelino, (hasta 15 días) se debe administrar a las larvas y post-larvas alimento vivo. La alimentación de los alevinos en cautiverio debe estar constituida por peces forraje pequeños, tales como la tilapia (*Oreochromis niloticus*), bujurqui (*Cichlasoma amazonarum*), mojarra (*Gymnocorimbus thayeri*), etc., de elevada prolificidad. Otra alternativa de alimentación es la de proveer peces picados en pedazos pequeños.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

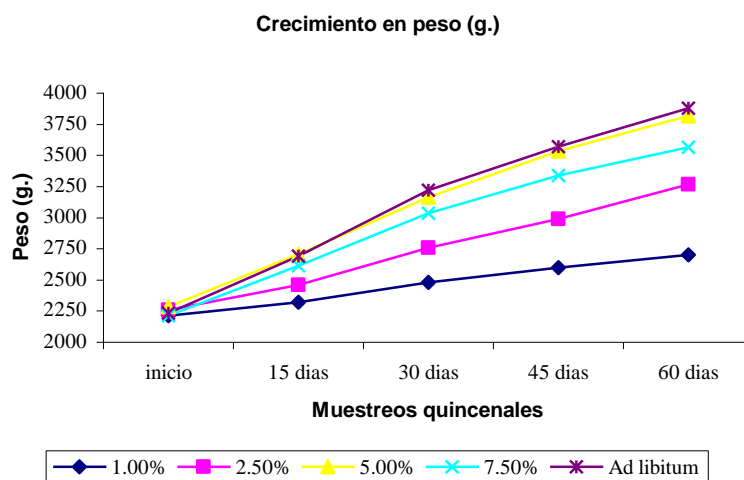
Reportes de investigaciones conducidas en el Brasil indican que la tasa alimenticia en esta fase debe ser de 8-10% del peso vivo de los animales (Imbiriba, 1991). También se ha reportado que una modalidad de alimentación de alevinos es el sistema de policultivo entre alevinos de paiche y tilapia en los mismos estanques o viveros, y en asociación con la crianza de porcinos. Bajo esta modalidad primero se establece la crianza de cerdo y tilapia, construyendo una porqueriza sobre el estanque de alevinaje. Una vez que se ha verificado la existencia de una gran población de post larvas y alevinos de tilapia, lo cual ocurre después de 3-4 meses, los alevinos de paiche son introducidos en dichas pozas.

Experimentos conducidos con paiches en edades juveniles y alimentados con pez forraje demostraron claramente que este pez tiene una de las más altas tasas de ganancia de peso diario, comparado con otras especies ictiófagas. Esta característica genética del paiche constituye una gran ventaja comparativa para diseñar sistemas de crianza que se combinen con la producción masiva de peces forraje de bajo valor económico, para ser convertidos a una carne de mayor precio y valor nutricional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso de paiches *Arapaima gigas* criados en cautiverio y alimentados con pez forraje durante 90 días.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Gan. de peso (g)
1.00%	2211 ± 29.4 ^a	3061 ± 5.7 ^a	850 ± 28.9 ^a
2.50%	2256 ± 39.1 ^a	3817 ± 101.4 ^{ab}	1560 ± 62.4 ^{ab}
5.00%	2283 ± 33.3 ^a	4563 ± 322.5 ^{bc}	2280 ± 293.8 ^{bc}
7.50%	2211 ± 20.1 ^a	4156 ± 197.2 ^{bc}	1944 ± 216.5 ^{bc}
<i>Ad libitum</i>	2223 ± 16.7 ^a	4544 ± 184.7 ^{bc}	2311 ± 177.1 ^{bc}
P	0.3884	0.0014	0.0012

Figura 2: Crecimiento en peso de juveniles de paiche criados en cautiverio y alimentados con peces forraje.



Se ha reportado que el paiche a edad temprana puede ser entrenado para comer dietas balanceadas. Investigaciones iniciales utilizando raciones balanceadas con alevinos y juveniles de paiche demostraron que los resultados fueron variados y dependieron de la naturaleza de la dieta. Por ejemplo, si las raciones fueron pelletizadas, los animales obtuvieron ganancias de peso diario muy por debajo de lo observado cuando fueron alimentados con pez forraje. Esto indica que la naturaleza física de la dieta no permitió un aprovechamiento eficiente del alimento. Asimismo, en los últimos dos años se ha investigado en el IIAP la utilización de dietas balanceadas obtenidas por extrusión, y los resultados han sido superiores a los obtenidos con dietas pelletizadas, pero aun necesitan ser mejoradas (Cuadro 3). De estas investigaciones ejecutadas se puede inferir que si se desea criar alevinos y juveniles para producción de carne con base en una alimentación con raciones balanceadas, los animales deben ser entrenados para comer la dieta a edad temprana, y luego ofertar una ración óptimamente formulada para satisfacer las necesidades de proteína, energía, minerales, vitaminas, ácidos grasos y aminoácidos esenciales. También, se requiere investigar el rol de los ingredientes vegetales en la dieta y la posible suplementación de enzimas, para facilitar el aprovechamiento de estos insumos.

Cuadro 3. Desempeño productivo de alevinos de paiche criados en cautiverio

Proteína, %	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso	Longitud inicial	Longitud final	Ganancia longitud	Ganancia peso por día
35%	86.3 ^a	293.6 ^a	207.27 ^a	23.43 ^a	34.07 ^a	10.64 ^a	2.47 ^a
40%	88.5 ^a	470.5 ^b	382.07 ^b	23.31 ^a	39.21 ^b	15.89 ^b	4.53 ^b
45%	85.7 ^a	454.4 ^b	368.67 ^b	23.18 ^a	37.86 ^b	14.67 ^b	4.36 ^b

Las dietas balanceadas para paiche están formuladas con base en insumos tradicionales tales como la harina de pescado, torta de soya, maíz, polvillo de arroz y

afrecho de trigo. Estas dietas deben ser suplementadas con premezclas de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para garantizar un crecimiento óptimo. Con base en los resultados obtenidos de estudios conducidos en Brasil y Perú, se sabe que las raciones balanceadas comerciales tienen que ser obtenidas por extrusión. Esta forma de manufactura es fundamental para optimizar la eficiencia de uso y el aprovechamiento nutricional de la dieta.

Investigaciones conducidas utilizando 120 paiches juveniles (peso inicial 121 g) criados en jaulas flotantes, divididos en 4 grupos experimentales y alimentados con raciones balanceadas estrujadas T1, 30%; T2, 36%; T3, 42% o T4, 48% proteína, respectivamente, demostraron que después de 45 días los paiches alimentados con 48% de proteína obtuvieron la mayor ganancia de peso (236 g) comparado con los otros tratamientos T3, 142 g, T1, 119 g y T2, 109 g, respectivamente. La conversión alimenticia aparente del mejor tratamiento (48%) fue de 1.6, comparado con T3, 2.8; T1, 2.7 y T2, 3.2 (Ituassú et al., 2001).

Pereira et al., 2002 reportaron que los paiches (peso inicial 133 g), criados en estanques de 120 m², alimentados dos veces por día con una ración estrujada (40% proteína) durante 12 meses produjeron los siguientes resultados: 1) Peso final, 7.0 kg; 2) longitud total, 88 cm y 3) conversión alimenticia, 1.5. Los autores concluyeron que el paiche tiene un gran potencial para ser criado en un sistema acuícola intensivo.

El uso de atractantes ha sido investigado en alevinos de paiche con el fin de evaluar su influencia en la aceptación de las dietas secas durante los primeros días de edad. Se ha encontrado que durante el entrenamiento de los alevinos tiernos, la dieta puede contener camarones salados o ausencia de atractantes (Crecencio et al. 2001).

Gandra et al., 2002 reportan que, después de 45 días de estudio, la frecuencia (2x, 3x y 4x veces por día) de alimentación de los alevinos no influencia el desempeño de crecimiento del paiche.

La información disponible, permite concluir que, hasta el momento, las mejores tasas de crecimiento del paiche han sido obtenidas utilizando una alimentación con base en pez forraje (Bard e Imbiriba, 1984). Estos autores reportaron que al término de un año de alimentación con pez forraje, los paiches alcanzaron un peso promedio de 10 kg.

No existen datos de requerimientos nutricionales para el paiche como los hay para otras especies de peces de agua cálida (NRC, 1993). Sin embargo, los resultados de investigación conducidos tanto en Brasil como en Perú indican que raciones balanceadas con 40-45% de proteína propician el crecimiento óptimo de juveniles de paiche para la producción de carne.

En explotaciones pequeñas, con bajos insumos, los piscicultores alimentan al paiche con residuos del faenamiento de peces y aves (intestinos, tejidos y pedazos de peces, etc.); esto demuestra el grado de adaptabilidad de este pez a la oferta de alimento según su hábito carnívoro. Este sistema de alimentación se ha observado principalmente en piscicultores que poseen un pequeño lote de reproductores.

Con el fin de conocer científicamente los requerimientos nutricionales del paiche, se ha podido constatar el gran interés de varias instituciones (IIAP, Universidades) en la región Loreto, Ucayali, San Martín y Huanuco para investigar en el área de alimentación y nutrición del paiche.

3. Insumos alimenticios

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Los insumos, según sus características químicas, están clasificados como ingredientes fuente de carbohidratos o proteína. En el presente documento se otorga prioridad solamente a aquellos insumos tradicionales de los que se conoce que existe buena disponibilidad durante todo el año en las tres regiones del país, de forma que no se conviertan en limitantes que afecte los planes de formulación de raciones a escala comercial. Los principales insumos tradicionales de los que existe disponibilidad en el mercado nacional son:

Fuentes de carbohidratos, fibra o energía

- Maíz
- Polvillo de Arroz
- Sorgo
- Residuos de cervecería
- Subproducto de palma aceitera (palmaste)
- Moyuelo de trigo

Fuentes de Proteína

- Harina de pescado
- Harina de carne
- Harina de carne y hueso
- Torta de soya
- Harina de subproductos de pollo
- Harina de subproductos de pescado (bagres)
- Harina de sangre
- Harina de alfalfa
- Pasta de algodón

Fuentes de grasa

- Aceite de Palma
- Aceite de pescado
- Aceite de coco
- Grasa animal
- Grasa de pollo

Suplementos nutricionales

- Premezclas de minerales
- Premezclas de vitaminas
- Premezclas de aminoácidos.

Composición química calculada

En los anexos se adjunta los cuadros de composición química nutricional de los principales ingredientes. Estos valores son los reportados por la NRC, Nutrient Requirements of Fish (1993), y sirven como referencia para formular raciones para peces:

- Anexo 1. Composición de aminoácidos de insumos en la alimentación de peces.
- Anexo 2. Composición mineral de insumos usados en la alimentación de peces.
- Anexo 3. Composición vitamínica de insumos usados en la alimentación de peces.

Valor nutricional de los insumos

El valor nutricional y la digestibilidad aparente de la proteína, grasa y carbohidratos de los insumos arriba indicados aun no han sido determinados científicamente para el paiche. Esta es un área de investigación aplicada que deberá impulsarse para tener una mayor exactitud en las dietas formuladas para el paiche. Se utilizará como referencia los valores generados para el bagre, trucha o salmón. En el anexo se presenta los cuadros 4, 5 y 6:

- Anexo 4. Requerimientos nutricionales de peces.
- Anexo 5. Digestibilidad aparente de proteína, grasa y carbohidratos de ciertos insumos usados en peces.
- Anexo 6. Disponibilidad verdadera de aminoácidos y valores de digestibilidad de proteína de ciertos insumos para el salmón del atlántico y bagre de canal.

Con el fin de tener una referencia respecto a la calidad de la harina de pescado, principal fuente de proteína en la formulación de raciones para peces, se presenta las características y estándares de calidad que se sugiere deben tener la harina y aceite de pescado (Cuadro 4).

En las raciones experimentales se puede incluir ingredientes que son ricos en xantofilas (pigmentos) con el fin de investigar las posibilidades de otorgar a la carne del paiche algún color, si es que fuese requerido (Cuadro 5).

El Cuadro 6 describe la composición de ácidos grasos de insumos que se utilizan como fuente de energía en la alimentación de peces y otros animales domésticos.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Cuadro 4. Estándares de calidad de la harina y aceite de pescado para uso en dietas de salmónidos.

Descripción	Nivel
Harina de pescado	
<i>Proteína cruda^a</i>	> 68 por ciento
<i>Lípidos</i>	< 10 por ciento
<i>Ceniza</i>	< 13 por ciento
<i>Cloruro de Sodio</i>	< 3 por ciento
<i>Humedad</i>	< 10 por ciento
<i>Nitrógeno como amonio</i>	< 0.2 por ciento
<i>Antioxidante</i>	200 mg/kg
Aceite de pescado	
<i>Valor de peróxidos</i>	< 5 meq/kg
<i>Valor de anisidina</i>	< 10 meq/kg
<i>Nitrógeno</i>	< 1 por ciento
<i>Humedad</i>	< 1 por ciento
<i>Antioxidante</i>	500 meq/kg
<i>Valor de yodo</i>	> 135
<i>n-3 ácidos grasos poli-insaturados</i>	> 15 por ciento

^a Porcentaje de nitrógeno x 6.25. Datos obtenidos de NRC, 1993.

Cuadro 5. Contenido de xantofilas de insumos usados en la alimentación de peces.

Material	Xantofila (mg/kg)
Alfalfa en harina, 17% proteínas	260
Alfalfa en harina, 20% proteínas	280
Alfalfa en harina, 22% proteínas	330
Alfalfa en jugo de proteínas, 17% proteínas	800
Alga, común, seco	2,000
Alga (<i>Chlorella pyrenoidosa</i>)	4,000
Maíz, amarillo	17
Maíz en harina de gluten, 41% proteínas	175
Maíz en harina de gluten, 60% proteínas	290
Marigold petalos en harina	7,000
Paprika, español	275
Alga marina (<i>Ascphyllum nodosum</i>)	340
Alga marina (<i>Fucus veculosus</i>)	350
Alga marina (<i>Fucus serratus</i>)	920

Datos obtenidos de NRC, 1993.

4. Formulación de raciones

Para la formulación de raciones se puede utilizar el software MIXIT-WIN. A continuación se sugiere un protocolo de formulación de raciones para el paiche en función a su edad o fase de crecimiento y producción.

4.1. Alevinos (ración de Inicio)

La fase de alevinos comprende desde los 15 días (4-5cm) hasta los 3 meses de edad (20 cm). Es en esta fase, y de preferencia los primeros días, que se debe entrenar a los alevinos a comer dieta balanceada. Los niveles exactos de proteína, carbohidratos, lípidos, minerales, aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos aun no han sido establecidos.

Ración de inicio

La dieta para esta fase de inicio debe ser formulada para alimentar a las post larvas y alevinos pequeños. Las dietas manufacturadas con la tecnología de extrusión están casi libres de polvo y finos porque estos son negativos para pequeños peces. Esta dieta con alto contenido de proteína debe utilizar harina de pescado de alta calidad y productos animales, aceites marinos, y niveles de vitaminas más altos que los normales, que incluyen vitamina C estabilizada.

Análisis calculado	%
Proteína	55
Grasa	12
Fibra	< 2
Ceniza	< 10

Ración de crecimiento (granulado)

Dietas granuladas son una transición de inicio a dietas estrujadas de diverso tamaño. Esta dieta nutricional completa incorpora productos animales y marinos (pescado) como los principales componentes. El suplemento vitamínico es suministrado de múltiples premezclas para asegurar los requerimientos bajo diversas condiciones de crianza.

Análisis calculado	%
Proteína	45
Grasa	12
Fibra	< 3
Ceniza	< 9

4.2. Juveniles

Se considera a los paiches juveniles desde los 3 meses hasta los 3 años de edad (1.5 m). Los experimentos conducidos en esta fase incluyeron niveles de proteína entre 35-55%. Las mejores ganancias de peso han sido obtenidas con raciones entre 40-50% de proteína.

Para los planes de producción de paiche en cautiverio y bajo un sistema intensivo de alimentación se recomienda conducir crianzas hasta un máximo de 16 meses de edad.

Análisis calculado	%
Proteína	40
Grasa	10
Fibra	< 4
Ceniza	< 9

4.3. Reproductores

La alimentación de reproductores en pequeños lotes se realiza utilizando pez forraje o subproductos de faenamiento. En cambio, si se tiene una explotación comercial de mediana escala de reproductores, se tiene que pensar en raciones balanceadas. Las dietas para reproductores deberán contemplar el suministro de nutrientes en cantidades suficientes para garantizar la cobertura de las necesidades de mantenimiento y reproducción. Los niveles adecuados de proteína para esta fase deben ser menores al 40% y también disminuir los niveles de energía digestible. El suministro de minerales esenciales, Cu, Fe, Zn y Se, críticos para la reproducción y como cofactores de enzimas (glutaciona peroxidasa, catalasa, etc.) y proteínas de respuesta aguda (e.g. Zn-

metalotionina y ceruloplasmina, etc.) deben ser considerados en la formulación de estas raciones.

Análisis calculado	%
Proteína	35
Grasa	8
Fibra	< 5
Ceniza	< 7

5. Propuesta tecnológica de extrusión

Extrusión

En la manufactura de raciones por extrusión (vía seca o vapor) se debe tener en cuenta que este proceso debe propiciar lo siguiente: 1) mayor flexibilidad en la formulación; 2) mayor estabilidad en el agua e integridad física; 3) gelatinización del almidón >90%; 4) más alta capacidad de absorción de grasa; y 5) más opciones para obtener tamaño y forma de los pellets.

Se ha demostrado que las dietas estrujadas en acuicultura proveen mejor eficiencia alimenticia, y menos problemas con enfermedades. La flotabilidad del alimento, para especies como el paiche que comen en la superficie del agua, permite un mejor control de la cantidad de alimento y reduce el desperdicio.

Existen tecnologías que utilizan fricción como la única fuente de calor en el barril de extrusión, lo cual va acompañado con atrición para cocinar apropiadamente y expandir el alimento. Para fabricar alimentos que floten (caso del paiche), es indispensable contar con un pre-condicionador de vapor, el cual es usado para acondicionar la mezcla antes de que ingrese al barril extrusor.

El pre-condicionador es montado encima del extrusor y puede ser usado en otras aplicaciones acuáticas para incrementar la capacidad de producción, reducir el gasto mecánico en el barril extrusor y reducir el consumo de energía por unidad de peso final producto final.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Anexo 4. Requerimientos nutricionales de peces (expresados en base seca)^a

Energía base ^b (Kcal ED/kg dieta)	Bagre de	Trucha	Salmón	Carpa	Tilapia
	Canal	Arco iris	del Pacífico	Común	
	3000	3600	3600	3200	3000
Proteína cruda (digestible), %	32 (28)	38 (34)	38 (34)	35 (30.5)	32 (28)
Aminoácidos					
Arginina, %	1.20	1.50	2.04	1.31	1.18
Histidina, %	0.42	0.70	0.61	0.64	0.48
Isoleucina, %	0.73	0.90	0.75	0.76	0.87
Leucina, %	0.98	1.40	1.33	1.00	0.95
Lisina, %	1.43	1.80	1.70	1.74	1.43
Metionina + Cistina, %	0.64	1.00	1.36	0.94	0.90
Fenilalanina + Tirosina, %	1.40	1.80	1.73	1.98	1.55
Treonina, %	0.56	0.80	0.75	1.19	1.05
Triptofano, %	0.14	0.20	0.17	0.24	0.28
Valina, %	0.84	1.20	1.09	1.10	0.78
n-3 ácidos grasos, %	0.5-1	1.00	1 - 2	1.00	-
n-6 ácidos grasos, %	-	1.00	-	1.00	0.5-1
Macrominerales					
Calcio, %	r	1e	nt	nt	r
Cloro, %	r	0.9e	nt	nt	nt
Magnesio, %	0.04	0.05	nt	0.05	0.06
Fósforo, %	0.45	0.60	0.60	0.60	0.50
Potasio, %	r	0.70	0.80	nt	nt
Sodio, %	r	0.6e	nt	nt	nt
Microminerales					
Cobre, mg/kg	5.00	3.00	nt	3.00	r
Iodo, mg/kg	1.1e	1.10	0.6-1.1	nt	nt
Hierro, mg/kg	30	60	nt	150	nt
Manganeso, mg/kg	2.40	13	r	13	r
Zinc, mg/kg	20	30	r	30	20
Selenio, mg/kg	0.25	0.30	r	nt	nt
Vitaminas liposolubles					
A, UI/kg	1000-2000	2500	2500	4000	nt
D, UI/kg	500	2400	nt	nt	nt
E, UI/kg	50	50	50	100	50
K, UI/kg	r	r	r	nt	nt
Vitaminas hidrosolubles					
Riboflavina, mg/kg	9.00	4.00	7.00	7.00	6.00
Ácido pantoténico, mg/kg	15	20	20	30	10
Niacina, mg/kg	14	10	r	28	nt
Vitamina B12, mg/kg	r	0.01e	r	nr	nr
Colina, mg/kg	400	1000	800	500	nt
Biotina, mg/kg	r	15	r	1.00	nt
Folatos, mg/kg	1.50	1.00	2.00	nr	nt
Tiamina, mg/kg	1.00	1.00	r	0.50	nt
Vitamina B6, mg/kg	3.00	3.00	6.00	6nt	-
Mioinositol, mg/kg	nr	300	300	440	nt
Vitamina C, mg/kg	25-50	50	50	r	50

Nota: Estos requerimientos han sido determinados con ingredientes altamente purificados en los cuales los nutrientes son altamente digestibles, por lo tanto los valores aquí reportados representan casi un 100% de biodisponibilidad.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

^a **r**, requerido en la dieta pero su cantidad no esta determinada; **nr**, no se ha demostrado

requerimiento en condiciones experimentales; **nt**, no evaluado; **e**, estimado.

^b Concentraciones típicas de energía en dietas comerciales.

6. Referencias bibliográficas

1. Alcántara, F. Observaciones sobre el comportamiento reproductivo del paiche, *Arapaima gigas*, en cautiverio. Folia Amazónica IIAP Vol. (2): 165-168, 1990.
2. Alcántara, F., Tello, S., et al. Pond culture of *Arapaima gigas* in the Peruvian Amazon. World Aquaculture, March, 2004.
3. Alcántara, Montreuil, F. V. Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucu. WWF-IIAP, Iquitos 21-24 Abril, 2003.
4. Aguiar, P. J. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. Notas e Comunicações.
5. Alves, S., Cuntii De Leveau, Campos, L. Cultivo y Reproducción de *Arapaima gigas* "Paiche" y otras especies dulceacuícolas de la Amazonía. Iquitos, 1995.
6. Anónimo. Management plan for arapaima (*Arapaima gigas*) in the North Rupununi, Guyana: A Pilot Project under the Fisheries Act (2002). July, 2002.
7. Anónimo. Estudio logra diferenciar paiche macho de la hembra. Artículo periodístico. La Crónica, 3ra Ed. Lima Miércoles 9 Julio, 1975.
8. Anónimo. Paiche San Lorenzo. Proyecto: Explotación del Paiche y otros recursos hidrobiológicos en el área del reservorio San Lorenzo (Piura). 1970.
9. Anónimo. Pirarucu. O crepúsculo do gigante: (Globo Rumi, Mayo 1995).
10. Anônimo. El Arapaima. Pez Amazonico para los rios Vallecaucanos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Republica de Colombia. Año II (6): 1949.
11. Bages M. Manual de Piscicultura para el medio rural. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos bióticos. Xalapa, Ver. 1983.
12. Bard, J. Lês poissons de la famille des osteoglossidae et la pisciculture. Revue Bois et Forets des Tropiques No 147, Janvier-Fevrier 1973.
13. Bard, J. Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*. Circular Técnica N° 52. Agosto 1986.
14. Bastos, A. M. Conhecimento atual sobre o pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817). Projeto IARA/IBAMA. No prelo, IBAMA, Coleção Meio Ambiente, Serie Estudos de Pesca.
15. Bastos, A. M. Pescarias Amazônicas: Artes de pesca e métodos tradicionais das pescarias dos pirarucus em lagos do médio Amazonas paraense. CEP, Santarém, PA. Abstract.
16. Berger Cebrelli, C. Estudio del factor de Condición del "Paiche" *Arapaima gigas* (Cuvier) en la Zona Reservada del Río Pacaya entre los años 1959 a 1969. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1972.
17. Botelho Torres, A. Preparação e salga do pirarucu. SPVEA, Belém, Para – Brasil. 1956.
18. Campos, L., Padilla, P. Efectos del kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y del "Cético" (*Cecropia sp.*) como fuentes proteicas en la alimentación de "Gamitana", *Colossoma macropomum* (Cuvier). Boletín Técnico No 1, IIAP, 1986.
19. Campos, L. El alimento y la alimentación de peces y camarones de la región Amazónica del Perú, antecedentes y estado actual.

20. Campos, L. Historia biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y Bases para su cultivo en la Amazonia. Iquitos-Perú. Junio 2001.
21. Campos, L., Kholer, C., et al. El cultivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) en Latin América. Reporte. IIAP-SIU-CIID.
22. Cavero, S. B. A., Pereira-Filho, M., et al. Densidade de estocagem x homogeneidade do lote, na criação de juvenis de pirarucu, em tanques-rede de pequeno volume no período de pré-engorda. XII Simp. Brás. Aqüicultura, em Goiânia, Go, Junho de 2002.
23. Crescencio, R. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Tesis, M.Sc. Manaus, 2001.
24. Crossa, N. M. Biotelemetria do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier 1829), em lagos de várzea do município de Santarém, PA. Projeto Várzea/IPAM.
25. De Salvo Souza, R. H., Aval, A. L. O Gigante das águas doces. Ciência Hoje. Vol. 11 (64): 9-12, 1990.
26. Dirección General de Pesquería. El Paiche, Espécie Protegida. Resolución Ministerial No 226-85-PE. Lima 25 de Julio de 1995.
27. Estevez de Oliveira, C. III. El pirarucu em el Brasil. Piscicultura Amazônica – El Pirarucu. Para, Brasil.
28. Fontenelle, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, “*Arapaima gigas*” (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). Rev. Brasil. Biol., 8 (4): 445-459, Dezembro, 1948.
29. Fontenelle, O. Hábitos de desova do pirarucu, “*Arapaima gigas*” (Cuvier) (Pises: Isospondyli, Arapaimidae), e evolução de sua larva. Publicação N° 153, Serie I-C, 1959.
30. Fontenelle, O. Contribucion a la biologia del Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) em cautividad (Actinopterygii, Osteoglossidae).
31. Fontenelle, O., Araújo de V. O Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), nos acudes do nordeste: Resultados de sua aclimação e prováveis causas de depleção de seus estoques. B. Tec. DNOCS, Fortaleza, 40 (1): 43-66, 1982.
32. Fracalossi, D. M. Pirarucu hatchery in Fortaleza, Ceara, Brasil. Term Paper. Department of fisheries and allied aquacultures, Auburn University. Course: FAA 654-Hatchery Management I. March 1st 1989.
33. Fukushima, M. M., Tressierra, A. E. Evaluación de la Población del Paiche e Implantación de un Programa de Investigación Limnológica y Pesquera en el Lago Sauce (San Martín). Informe Científico, 1975.
34. Gandra, A. L. Estudo da frequência alimentar do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Tesis. M.Sc. Manaus, 2002.
35. Guerra, H. Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (Ríos Pacaya y Samiria) 1971-1975. Instituto del Mar del Perú, Informe # 67, Callao, Perú, 1980.
36. Guerra, H. Madurez sexual y longitud al primer desove del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier), en la reserva nacional Pacaya-Samiria (Dpto. Loreto). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Trujillo, 1978.

37. Hurtado, J. Aspectos biológico-pesqueros del *Arapaima gigas* (Cuvier 1817) (Pisces: Arapaimidae) en el sistema de varzea (Lagos de Tarapoto, El Correo y Zonas aledañas) en el municipio de puerto Nariño-Amazonas. Trabajo de Pregrado, Universidad del Valle, 1973.
38. Imbiriba, E. Resultados Preliminares de *Arapaima gigas*, em cativeiro. CPATU No 144, Abr: 1-4, 1985.
39. Imbiriba, E. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) Circular Técnica N°57, Marco 1991.
40. Imbiriba, E. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica 31 (2): 299-316, 2001.
41. Imbiriba, E. Reprodução, larva e alevinagem do pirarucu *Arapaima gigas*. Centro de Pesquisa Agroforestal da Amazônia Oriental, Embrapa CPATU, 1994.
42. Imbiriba, E., et al. Criação de pirarucu. Serviço de produção de Informação, Brasília, DF. 1996.
43. Isaacks, R. E., Kim, H. D. Bartlett, G. R., Harkness, D. R. Inositol pentaphosphate in erythrocytes of a freshwater fish, pirarucu *Arapaima gigas*. Life Science Vol. 20: 987-990, 1977.
44. Ituassú, R. D. Exigencia proteica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Tesis M. Sc. Manaus, 2001.
45. Luling, H. W. Biología y Ecología de *Arapaima gigas*.
46. Martinelli, N. M., Petre Jr., M. Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) in Brazilian Amazonia.
47. Martinelli, N. M., Petre Jr., M. Determination of length frequency of the pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) from morphometric relationships.
48. Martinelli, M., McGrath, D. Mercury in the pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier (1829) in the lower Amazonian varzea. Bol. Zool. Museu Emilio Goeldi 15 (1): 7-22 Belem, Para.
49. Martinelli, N. M. Descrição da pescaria, comportamento, parâmetros populacionais e outras informações de interesse sobre o pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em lagos de Várzea do município de Santarém (Para, Brasil). Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) – Projeto Várzea.
50. Pereira, M., Roubach, R., et al. Intensive rearing of juvenile Pirarucu (*Arapaima gigas*) in small volume cages. World Aquaculture, March: 28-33, 2004.
51. Pereira, N. O Pirarucu. Resumo informativo. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional da Produção Anual. Rio de Janeiro, 1935.
52. Pereira, N. O Pirarucu. Reedição. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional da Produção Anual. Rio de Janeiro, 1954.
53. Pereira, M., Cavero, S. B. A., et. al. Engorda do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. XII Simp. Brás. Acuicultura, em Goiania, GO, Junho de 2002.
54. Perez J., O., Rebaza, C., Alcántara B., F., Rebaza, A., M. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) en ambientes controlados. IIAP, PEA. Pucallpa, 2003.

55. Queiroz de Lima, H. Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Varzea: Red giants in muddy waters. Thesis for the Doctor of Philosophy, University of St. Andrews. August 2000.
56. Queiroz de Lima, H. Growth and sexual maturation of female Pirarucu, *Arapaima gigas*: Tools for conservation and management of an Amazonian fish.
57. Queiroz de Lima, H. Artisanal fisheries of Pirarucu at the Mamiraua ecological station.
58. Rebaza, A. M., Alcántara, B. F., Valdivieso, G. M. Manual de Piscicultura del Paiche. IAP – FAO. 1998.
59. Reyna Farje, J. E. El alumbramiento del Paiche. Contamina 1950.
60. Ruiz, A. A. C. Practica desarrollada en la coordinación de pesquisas en acuicultura del instituto nacional de pesquisas da Amazonia CPAQ-INPA. IAP-INPA, Manaus, 2004.
61. Saldaña, R. G., Castañeda, R. M. Aporte a la tecnología de transporte de alimentos de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier). Ministerio de Pesquería, Tarapoto, Perú, 1979.
62. Sanchez, J. El Paiche, Gigante del Amazonas. Artículo.
63. Sanchez, R. J. El Paiche. Aspectos de su historia natural y ecología y aprovechamiento. Servicio de Pesquería, Ministerio de Agricultura. Lima, 1961.
64. Sawaya, P. Sobre a biología de peixes de respiracao aerea. (Lepidosiren paradoxa FITZ. E. *Arapaima gigas* CUV). Departamento de Zoología da Universidade de Sao Paulo.
65. Schultz, H. A pesca tradicional do pirarucu entre os índios Karaja. Revista do Museu Paulista, Vol VII: 249-255, São Paulo, 1953.
66. Simões de Menezes, R. Notas biológicas e econômicas sobre pirarucu. Serie Estudos Técnicos N° 3, Rio de Janeiro, 1951.
67. Salvo - Souza, R. H. Parâmetros hematológicos (serie vermelha) de *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes) durante o primeiro ano de vida em cativo. Tesis. M.Sc. Manaus, 1990.
68. Tresierra Aguilar, A. E. Algunos Aspectos de la biología y ecología del paiche *Arapaima gigas* C. del lago Sauce (Dpto. San Martin). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Trujillo, 1976.
69. Venturieri, R. Pirarucu. Espécie ameaçada pode ser salva a traves do cultivo. Panorama da Aqüicultura. Vol. (9): 13-21, 1999.
70. Venturieri, R., Mimura, O., Val-Sella, M. V. Fisiologia reprodutiva do pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, 1817. I. Anatomofisiologia das gônadas – Estudos preliminares. CEBTA/IBAMA, Pirassununga, Sao Paulo.
71. Venturieri, R., Val-Sella, M. V., Bernardino, G., Mimura, O., Moreira, R. G. Fisiologia reprodutiva do pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, 1817. II. Anatomofisiologia da hipófise- Estudos Preliminares. Sao Paulo.
72. Woynarovich, E. Manual de piscicultura. Boletim, Divisão de piscicultura e pesca. CODEVASF, Brasília, 1985.
73. Yancey, D. R., Menezes, R. J. Manual de criação de peixes. Fundação Cargill, 1982.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

ANEXOS

Anexo 1. Composición de aminoácidos de insumos usados en la alimentación de peces^a

Ingrediente	Alimento número internacional	Materia seca %	Proteína Cruda %	ARG	HIS	ILE	LEU	LYS	MET	CyS	PHE	TYR	THR	TRYP	VAL
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Harina de alfalfa	1-00-023	92	17.1	0.77	0.33	0.81	1.28	0.85	0.27	0.29	0.8	0.54	0.71	0.34	0.88
Harina de sangre	5-00-381	93	89.2	3.75	5.14	0.97	10.82	7.45	1.08	1.24	5.92	2.55	3.76	1.04	7.48
Maíz	4-02-935	88	8.5	0.43	0.26	0.35	1.21	0.25	0.17	0.22	0.48	0.31	0.35	0.08	0.44
Pasta de algodón	5-01-619	92	41.2	3.97	0.83	1.15	1.8	1.89	0.5	0.45	2.1	0.8	1.02	0.42	1.68
Harina de pescado	5-0-985	92	65.5	3.85	1.61	3.17	5.05	5.04	1.99	0.6	2.78	2.24	2.82	0.75	3.5
Harina de subproductos de bagre	5-09-835	92	51.5	3.18	0.8	1.95	3.17	3.1	1.09	0.38	1.58	1.55	1.96	0.41	2.31
Harina de carne	5-09-323	93	55.6	3.6	0.89	1.64	2.85	2.93	0.66	0.59	1.72	1.17	1.64	0.34	2.52
Harina de carne y huesos	5-09-322	94	50	3.37	0.96	1.43	3.0	2.67	0.65	0.5	1.7	1.09	1.65	0.3	2.45
Harina de subproducto de pollos	5-03-798	93	59.7	4.06	1.09	2.3	4.11	3.06	1.1	0.84	2.1	1.87	0.94	0.46	2.86
Polvillo de arroz	4-03-943	90	12.8	63	0.17	0.35	0.7	0.52	0.2	0.13	0.43	0.42	0.34	0.1	0.72
Sorgo	4-04-444	89	9.9	0.37	0.22	0.41	1.28	0.28	0.24	0.16	0.48	0.35	0.34	0.1	0.52
Torta de soya, 44%	5-04-604	90	44.8	3.39	1.19	2.03	3.49	2.85	0.57	0.7	2.22	1.57	1.78	0.64	2.02
Moyuelo de trigo	4-05-190	89	16.4	0.86	0.39	0.51	0.92	0.58	0.19	0.26	0.55	0.38	0.46	0.25	0.69

^a Valores en base seca, como se alimenta, (as- fed basis). Obtenidos de NRC, 1993.

ARG, arginina; CYS, cistina; HIS, histidina; ILE, ilsoleucina; LEU, leucina; LYS, lisina; MET, metionina; PHE, fenilalanina
THR, treonina; TRYP, triptofano; TYR, tirosina; VAL, valina.

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Anexo 2. Composición mineral de insumos usados en la alimentación de Peces^a

Ingrediente	Alimento número internacional	Minerales												
		Materia												
		seca %	Ca %	P %	K %	Cl %	Mg %	Na %	S %	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Se mg/kg	Zn mg/kg
Harina de alfalfa	1-00-023	92	1.42	0.23	2.38	0.47	0.29	0.1	0.23	10	404	31	0.33	19
Harina de sangre	5-00-381	93	0.41	0.3	0.15	0.25	0.15	0.38	0.34	8.2	2769	6.4	-	306
Maíz	4-02-935	88	0.03	0.28	0.33	0.05	0.11	0.01	0.11	3.5	33	5.7	0.07	19
Pasta de algodón	5-01-619	92	0.17	1.17	1.39	0.04	0.41	0.04	0.3	19	203	21	0.06	61
Harina de pescado	5-0-985	92	3.73	2.43	0.9	1	0.24	1.1	0.54	9.03	220	9.5	1.36	103
Harina de carne	5-09-323	93	8.27	4.1	0.55	1.15	0.27	1.15	0.5	9.7	441	9.5	0.4	80
Harina de carne y huesos	5-09-322	94	9.4	4.58	1.13	0.74	1.1	0.73	0.26	1.5	508	12.5	0.25	89
Harina de subproducto de pollos	5-03-798	93	3.51	1.83	0.39	0.54	0.18	0.82	0.52	14.12	442	11	0.78	121
Melaza de caña	4-04-696	74	0.77	0.08	2.98	2.26	0.31	0.16	0.35	59	196	43.7	-	16
Polvillo de arroz	4-03-943	90	0.03	0.27	0.13	0.08	0.11	0.07	0.04	-	-	18	0.27	17
Sorgo	4-04-444	89	0.03	0.28	0.31	0.08	0.13	0.04	0.08	10	48	15.8	0.2	17
Torta de soya, 44%	5-04-604	90	0.3	0.65	2.11	0.04	0.29	0.04	0.42	23	140	30.6	0.1	52
Moyuelo de trigo	4-05-190	89	0.13	1.16	1.22	0.05	0.57	0.05	0.21	11	145	115	0.64	95

^a Valores en base seca, como se alimenta, (as- fed basis)

Adaptado de NRC, 1993

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Anexo 3. Composición de vitaminas de insumos usados en la alimentación de Peces^a

Ingrediente	Alimento número internacional	Vitaminas								Vitamina B12 mg/kg	Vitamina E mg/kg	Vitamina K mg/kg
		Biotina mg/kg	Colina mg/kg	Acido fólico mg/kg	Niacina mg/kg	Acido pantoténico mg/kg	Piridoxina mg/kg	Riboflavina mg/kg	Tiamina mg/kg			
Harina de alfalfa	1-00-023	0.33	1,369	4.34	37	29.7	7.10	12.9	3.4	-	111.0	9.0
Harina de sangre	5-00-381	0.28	600	0.40	22	3.2	4.45	2.9	0.3	13.0	-	-
Maíz	4-02-935	0.07	504	0.30	23	5.1	4.69	1.1	3.7	-	20.9	0.22
Pasta de algodón	5-01-619	0.97	2,764	1.4	41	13.7	7.00	3.3	6.6	0	16.0	-
Harina de pescado	5-01-985	0.23	4,408	0.20	176	35.7	12.14	12.9	5.5	507.0	-	-
Harina de carne	5-09-323	0.11	1,922	0.50	53	4.9	4.6	5.3	0.2	91.0	1.0	-
Harina de carne y huesos	5-09-322	0.14	2,136	0.50	51	4.4	8.7	4.5	0.2	217	1.1	-
Harina de subproducto de pollos	5-03-798	0.09	6,029	0.51	47	11.1	4.41	10.5	0.2	301.2	2.2	-
Melaza de caña	4-04-696	0.67	704	0.10	36	37.5	4.22	2.8	0.9	-	5.4	-
Polvillo de arroz	4-03-943	0.08	878	0.2	23	3.3	-	0.4	1.4	-	14.5	-
Sorgo	4-04-444	0.23	638	0.2	37	11.0	4.7	1.1	4.1	-	12.1	-
Torta de soya, 44%	5-04-604	0.32	2,609	0.6	28	16.3	6.0	2.9	6.0	-	2.4	-
Moyuelo de trigo	4-05-190	0.38	1,232	1.8	197	28.0	8.5	3.6	8.4	-	14.3	-

^a Valores en base seca, como se alimenta, (as- fed basis)

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Anexo 5. Digestibilidad aparente de proteína, grasa y carbohidratos de ciertos insumos¹

Ingrediente	Alimento numero internacional	Proteína (%)				Lípidos (%)			Carbohidratos (%)		
		Salmón	Trucha Arco	Bagre de	Tilapia	Trucha	Bagre de	Tilapia	Trucha	Bagre de	Tilapia
		Chinook	iris	canal	Azul	Arco iris	canal	Azul	Arco iris	canal	Azul
Harina de alfalfa	1-00-023	nd	61	nd	66	71	51	nd	nd	12	27
Harina de sangre	5-00-381	30	69	74	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Maíz	4-02-935	nd	95	60	84	nd	76	90	nd	66	45
Pasta de algodón	5-01-621	nd	76	83	nd	nd	88	nd	84	17	nd
Harina de pescado	5-0-985	92	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Harina de carne y huesos	5-00-388	85	82	78	nd	77	nd	nd	nd	nd	nd
Harina de subproducto de pollos	5-03-798	74	68	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Torta de soya, 44%	5-04-604	nd	nd	nd	94	nd	nd	nd	nd	nd	54

¹ Valores obtenidos de Nutrient requirements of Fish, NRC 1993.

nd, no disponible

**ASPECTOS DE MANEJO, REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL PAICHE (*Arapaima gigas*)
EN LA AMAZONÍA PERUANA**

Anexo 6. Disponibilidad verdadera de aminoácidos y valores de digestibilidad de proteína de ciertos Insumos para el salmón del atlántico y bagre de canal¹

Ingrediente	Alimento número internacional	Proteína %	ARG %	CYS %	HIS %	ILE %	LEU %	LYS %	MET %	PHE %	THR %	TRYP %	TYR %	VAL %
Maíz	4-02-935													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	nd	82.0	90.3	67.9	87.5	96.5	70.5	81.8	69.8	nd	77.5	74.4
Pasta de algodón	5-01-621													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	90.6	nd	81.6	71.7	76.4	71.2	75.8	83.5	76.7	nd	73.4	76.1
Harina de pescado (Menhaden)	5-02-009													
	<i>Salmón del Atlántico</i>	88.5	86.8	92.0	91.1	88.5	90.1	87.6	83.6	87.4	88.4	89.0	92.1	86.3
	<i>Bagre de canal</i>	nd	91.0	nd	84.5	87.1	89.0	86.4	83.1	87.3	87.4	nd	88.8	87.1
Harina de carne y huesos	5-00-388													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	87.9	nd	82.2	80.8	82.4	86.7	80.4	85.4	76.3	nd	83.1	80.8
Harina de carne y huesos	5-00-388													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	87.9	nd	82.2	80.8	82.4	86.7	80.4	85.4	76.3	nd	83.1	80.8
Harina de maní	5-03-650													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	97.7	nd	89.4	93.3	95.1	94.1	91.2	96.0	93.4	nd	94.5	93.3
Cascara de arroz	4-03-928													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	94.2	nd	83.4	87.5	90.5	94.7	88.2	86.5	88.2	nd	93.7	89.2
Polvillo de Trigo	4-05-205													
	<i>Bagre de canal</i>	nd	95.1	nd	94.5	87.8	89.9	96.3	82.8	93.0	89.1	nd	89.1	90.1
Torta de soya, 44%	5-04-604													
	<i>Salmón del Atlántico</i>	88.3	86.7	nd	86.4	79.2	75.9	83.6	94.0	78.7	84.5	50.3	83.0	77.3
	<i>Bagre de canal</i>	nd	96.8	nd	87.9	79.7	83.5	94.1	84.6	84.2	82.2	nd	83.3	78.5

¹ Valores obtenidos de Nutrient requirements of Fish, NRC 1993.

ARG, arginina; CYS, cistina; HIS, histidina; ILE, isoleucina; LEU, leucina; LYS, lisina; MET, metionina; PHE, fenilalanina
THR, treonina; TRYP, triptofano; TYR, tirosina; VAL, valina.

