

EVALUACIÓN DEL POLVILLO DE MALTA DE CEBADA, *Hordeum vulgare*, COMO INSUMO ALIMENTICIO PARA GAMITANA (*Colossoma macropomum*)

Rómulo CASANOVA-FLORES¹, Fred CHU-KOO^{2,3}

- 1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP. Facultad de Ciencias Biológicas.
- 2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana –IIAP. Centro de Investigaciones de Quistococha. Apartado Postal 784, Iquitos, Perú. E-mail: fchuk20@gmail.com
- 3 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP. Escuela de Postgrado. Maestría en Acuicultura.

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la composición corporal de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con cuatro dietas isoproteicas (26% PB) e isocalóricas (2500 kcal/kg) con diferentes niveles de inclusión de un nuevo insumo, el polvillo de malta de cebada (T0 = 0%, T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%), durante 120 días. Peces juveniles (32.05 ± 1.32 g y 12.1 ± 0.13 cm) fueron sembrados en doce estanques a una densidad de 1 pez/m² y alimentados tres veces al día a una tasa de alimentación de 5% durante los primeros 90 días y de 3% en los últimos 30 días de estudio. Quincenalmente se evaluó el crecimiento en peso para reajustar las raciones diarias de las siguientes dos semanas. La composición corporal de los peces fue determinada al inicio y al final del estudio. La calidad del agua fue monitoreada diariamente (oxígeno disuelto, temperatura y pH) y quincenalmente (transparencia, nitrito, amonio, alcalinidad, CO₂, dureza y cloruros).

No se registró diferencias significativas (P>0.05) en ninguno de los parámetros de crecimiento e índices zootécnicos evaluados. Se registró un aumento significativo (P<0.05) en la composición corporal final de lípidos y cenizas de los peces en todos los tratamientos. El polvillo de malta de cebada, un insumo rico en carbohidratos, mostró ser un ingrediente alternativo útil para ser utilizado en la alimentación de gamitana en acuicultura.

PALABRAS CLAVE: gamitana, *Colossoma macropomum*, polvillo de malta de cebada, alimentación, crecimiento, acuicultura.

EVALUATION OF BARLEY BRAN, *Hordeum vulgare*, AS FEEDSTUFF FOR GAMITANA (*Colossoma macropomum*)

ABSTRACT

Growth and body composition of gamitana (*Colossoma macropomum*) juveniles fed four isoproteic (26% CP) and isocaloric (2500 kcal/kg) practical diets containing different levels of inclusion of a new feedstuff, Barley bran (T0 = 0%, T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) was evaluated during 120 days by triplicate. Fish (32.05 ± 1.32 g and 12.1 ± 0.13 cm) were cultured to a stocking rate of 1 fish/ m² into twelve ponds and fed 5% of their body weight, three times per day during the first 90 days and 3% of their body weight the last 30 days of study. Fish growth in every replicate was evaluated biweekly in order to adjust their daily rations for the following two weeks. Proximal compositions of fish were determined at the beginning and at the end of the study. Water dissolved oxygen, temperature and pH were monitored daily and water transparency, nitrites, ammonia, alkalinity, CO₂, hardness and chloride were assessed biweekly. No significant differences in fish growth and zootechnical parameters evaluated were found (P>0.05). Final body composition of lipids and ash showed a significant increase (P<0.05) in fish from all dietary treatments. To sum up, Barley bran, a carbohydrate-rich feedstuff proved to be an useful alternative ingredient for feeding cultured gamitana.

KEYWORDS: gamitana, *Colossoma macropomum*, Barley bran, feeding, growth, aquaculture.

INTRODUCCIÓN

La utilización de frutos, semillas y subproductos agrícolas en la alimentación de peces es una práctica difundida entre los piscicultores de la cuenca amazónica (Araújo-Lima & Goulding, 1998; Alcántara & Colace, 2001). Considerando que los principales peces amazónicos utilizados en acuicultura son especies omnívoras/frugívoras (p.e. sábalo, *Brycon erythropterus*; paco, *Piaractus brachypomus* y gamitana, *Colossoma macropomum*), entonces el uso de estas fuentes alimenticias está plenamente justificado puesto que no sólo reduce los costos de producción al integrar los sistemas de producción agrícola y pecuaria del campesino/acuicultor sino que permite el uso de vegetales ampliamente disponibles en las parcelas de los propios productores rurales.

En la Amazonía peruana existe un buen número de alimentos de origen vegetal que son utilizados como insumos alimenticios para piscicultura (Alcántara & Colace, 2001). Se pueden, por ejemplo, encontrar estudios preliminares de utilización de vegetales como el plátano, yuca, umarí, pijuayo y otros insumos, en dietas para gamitana y paco con resultados bastante alentadores en algunos casos (Bances & Moya, 2001; Chu-Koo & Kohler, 2006; Lochmann *et al.*, 2009).

Sin embargo, la disponibilidad de los insumos evaluados o es estacional, o de lo contrario, sus precios no son estables a lo largo del año; por lo que, la presencia de la Planta de Producción de la Cervecería Amazónica en el Km. 3.5 de la carretera Iquitos – Nauta, abrió una nueva opción, representando una potencial fuente proveedora de subproductos como el polvillo de malta, levadura y otros granos de destilería, los cuales en lugar de ser depositados en rellenos sanitarios, bien podrían ser utilizados en la elaboración de alimentos balanceados para peces.

Considerando la importancia actual de utilizar insumos de bajo costo para viabilizar la piscicultura en la región Loreto, el presente estudio tuvo por finalidad evaluar desde el punto de vista nutricional, la inclusión del polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*), un insumo rico en carbohidratos (62.7%) como componente dietario en la alimentación de gamitana, *Colossoma macropomum* y determinar sus efectos en el crecimiento y la composición corporal de ejemplares cultivados en estanques de tierra.

MATERIAL Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se ejecutó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), sede del Programa de Investigación para el Uso y

Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicado en la margen derecha del Km. 4.5 de la carretera Iquitos-Nauta, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto.

ORIGEN DE LOS PECES

Se utilizó un total de 180 juveniles de la especie gamitana, *Colossoma macropomum* de la misma progenie, de 32.05 g y 12.3 cm de peso y longitud total promedio, respectivamente, provenientes de los estanques de alevinaje del CIQ y obtenidos mediante el proceso de reproducción inducida.

ORIGEN DEL INSUMO EVALUADO

El polvillo de malta *Hordeum vulgare* (L. 1753), un subproducto del proceso de elaboración de la cerveza, fue obtenido de la Planta de Producción de la Cervecería Amazónica S. A. C., localizada en el Km. 3.5 (margen derecha) de la carretera Iquitos–Nauta. El contenido nutricional del polvillo de malta es mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*. Análisis en base a materia seca. Fuente: Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP.

| COMPONENTE NUTRICIONAL | CONTENIDO |
|--------------------------|-----------|
| Humedad (%) | 8.19 |
| Ceniza (%) | 4.12 |
| Grasa (%) | 1.64 |
| Fibra (%) | 7.82 |
| Proteínas (%) | 15.53 |
| Carbohidratos (%) | 62.70 |
| Energía bruta (Kcal/Kg.) | 2808 |

DIETAS EXPERIMENTALES

Para ejecutar el presente estudio, cuatro dietas peletizadas de naturaleza isoproteica (26% de PB) e isocalórica (2500 kcal/kg), conteniendo diferentes niveles de inclusión de polvillo de malta de cebada (T0 = 0%, T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%), fueron formuladas, preparadas y almacenadas en la Planta de Producción de Alimentos Balanceados del IIAP (Tabla 2).

Tabla 2. Composición porcentual y proximal de la dieta control y las tres dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión del polvillo de malta de cebada utilizadas en la alimentación de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum*.

| INSUMOS | DIETAS | | | |
|------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 |
| Harina de Trigo | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Polvillo de arroz | 14.22 | 12.70 | 11.36 | 9.00 |
| Harina de pescado | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| Torta de soya | 23.57 | 23.50 | 23.00 | 22.51 |
| DL – Metionina | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| Cloruro Colina 60% | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Carbonato de Calcio | 1.56 | 1.40 | 1.24 | 1.09 |
| Premix Acuicultura | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Subproducto de trigo | 50.25 | 42.00 | 34.00 | 27.00 |
| Polvillo de malta de cebada | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Humedad | 10.38 | 10.38 | 10.38 | 10.37 |
| Materia Seca | 89.62 | 89.62 | 89.62 | 89.64 |
| Proteína | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 |
| Grasa | 4.12 | 4.09 | 4.09 | 4.09 |
| Fibra | 7.26 | 7.24 | 7.23 | 7.17 |
| Nifex (carbohidratos) | 45.09 | 45.18 | 45.20 | 45.3 |
| Ceniza | 7.15 | 7.11 | 7.10 | 7.08 |
| Energía digestible (Mcal/Kg) | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 |

DISEÑO EXPERIMENTAL

Las dietas experimentales fueron distribuidas aleatoriamente por triplicado mediante un diseño completamente aleatorio en doce estanques de tierra de 15 m² (5 m de largo x 3 m de ancho). La densidad de siembra empleada fue de 1 pez/m² (15 peces por estanque). Los peces pasaron por un previo proceso de adaptación a las condiciones del medio de cultivo y a sus respectivas dietas por espacio de 15 días. La fase de cultivo duró un total de 120 días. Los peces fueron

alimentados tres veces al día (8.30 h, 12.30 h y 16.30 h), los siete días de la semana, a una tasa de alimentación de 5% durante los primeros 90 días y de 3% en los últimos 30 días del estudio. Quincenalmente se evaluó el peso de los peces de cada unidad experimental para reajustar las raciones a ser administradas en las dos semanas siguientes. Previo a este proceso se dejó en ayuno a los peces el día antes del muestreo.

Los índices zootécnicos evaluados fueron:

Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)

ICAA = Alimento ofrecido / Biomasa ganada

Tasa de crecimiento específico (TCE)

TCE (%) = $100 (\ln W_f - \ln W_i) / t$

Donde: W_f = Peso final,

W_i = Peso inicial,

t = Duración del experimento (días)

Tasa de eficiencia proteica aparente (TEPA)

TEPA = B_g / P_c

Donde: B_g = Biomasa ganada,

P_c = Proteína consumida

Utilización proteica neta aparente (UPNA)

UNPA = $\{100 [(W_f * P_f) - (W_i * P_i)]\} / \text{Tiempo}$

Donde: W_i = Peso inicial,

W_f = Peso final,

P_i = Proteína corporal inicial,

P_f = Proteína corporal final

Sobrevivencia

$S = (N^\circ \text{ peces sembrados} / N^\circ \text{ peces cosechados}) * 100$

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS PECES

Se realizó en el Laboratorio de Bromatología del IIAP para calcular los tenores de proteína bruta (PB), grasa (EE) y cenizas (MM) en 100 g de muestra seca de individuos completos y triturados al inicio y al final del experimento, provenientes de cada tratamiento. Los análisis siguieron las recomendaciones de la A.O.A.C modificado (1998).

CALIDAD DE AGUA

Los niveles de oxígeno disuelto, temperatura y pH fueron registrados diariamente con un medidor multiparámetros modelo YSI MPS 556® (YSI Instrument Co. Inc., Yellow Spring, Ohio, USA). Los niveles de nitrito, amonio, alcalinidad, CO₂, y dureza fueron registrados quincenalmente utilizando un Kit AQ-2® con rangos para acuicultura de aguas dulces, fabricado por la empresa LaMotte (Canadá). La transparencia del agua se midió con un disco Secchi.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos registrados en el estudio fueron analizados a través de análisis de varianza de un factor,

considerándose un nivel de confianza de 95% y que previamente se cumplan todas las presunciones del ANOVA. Se aplicó la prueba de comparación de los promedios de Tukey-Kramer ($\alpha = 0.05$) cuando se encontró diferencias significativas en el ANOVA. Se utilizó el programa estadístico JMP IN® Versión 4.0.4. (USA) como herramienta para el análisis. Los resultados de crecimiento e índices zootécnicos son mostrados como el promedio \pm error estándar de la media. Los datos expresados en porcentajes fueron transformados por el método del arcoseno previo a su análisis en el ANOVA.

RESULTADOS

CALIDAD DEL AGUA

En la Tabla 3 se muestra el promedio final (\pm la desviación estándar) de los parámetros limnológicos monitoreados durante los 120 días de estudio. En términos generales los valores de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, nitritos, amonio, dureza total, alcalinidad, CO₂, cloruros y transparencia) y sus variaciones en cada uno de los tratamientos estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de gamitana.

CRECIMIENTO DE LOS PECES

Los peces alimentados con la dieta con 20% de inclusión de polvillo de malta (T2), aparentemente presentaron mejores niveles de ganancia de peso; incluso el rendimiento fue relativamente mejor al de los peces de la dieta control. Sin embargo, el ANOVA no registró diferencias significativas en el crecimiento de los peces. Tampoco se registró diferencias significativas en los parámetros PCF, GPD, BG y LG (Tabla 4).

ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Según los índices zootécnicos evaluados en el estudio, aparentemente los niveles de inclusión de 20% y 30% proporcionaron los mejores resultados. Sin embargo, al igual que en el caso anterior, los ANOVA realizados no registraron algún efecto significativo de las dietas experimentales sobre los TCE, ICAA, TEPA y UNPA obtenidos. La tasa de sobrevivencia fue del 100% en todos los tratamientos (Tabla 5).

COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS PECES

Al final del experimento se registró un incremento significativo de los niveles de ceniza y grasa en la composición corporal de los peces de todos los tratamientos, incluido el control (Tabla 6).

Tabla 3. Calidad de agua (promedio \pm desviación estándar) registrada durante la fase de cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo polvillo de malta durante 120 días.

| PARÁMETROS | (PROMEDIO \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR) | | |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| | E1 | E2 | E3 |
| Temperatura (°C) | 27.8 \pm 0.9 | 28.6 \pm 0.8 | 29.0 \pm 0.8 |
| Oxígeno disuelto (mg/l) | 4.7 \pm 1.5 | 5.5 \pm 1.5 | 7.1 \pm 1.8 |
| pH (upH) | 6.1 \pm 0.1 | 6.3 \pm 0.1 | 6.5 \pm 0.1 |
| Transparencia (cm) | 54.33 \pm 1.7 | 63.6 \pm 1.4 | 57.6 \pm 1.4 |
| Nitritos (ppm) | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 |
| Amonio (ppm) | < 0.2 | < 0.2 | < 0.2 |
| Dureza (ppm) | 18.0 \pm 0.9 | 17.8 \pm 0.8 | 17.8 \pm 0.8 |
| Alcalinidad (ppm) | 29.3 \pm 3.9 | 30.7 \pm 3.4 | 29.3 \pm 2.1 |
| Dióxido de carbono (ppm) | 8.6 \pm 0.7 | 8.2 \pm 0.3 | 8.1 \pm 0.2 |
| Cloruros (ppm) | 11.8 \pm 1.2 | 11.49 \pm 0.9 | 11.2 \pm 1.1 |

Tabla 4. Índices de crecimiento (promedios \pm error estándar de la media) obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas que contenían polvillo de malta de cebada durante 120 días.

| VARIABLE | CONTROL | T1 | T2 | T3 | P |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| PCI (g) | 32.6 \pm 1.3 | 31.0 \pm 1.9 | 33.7 \pm 2.5 | 30.9 \pm 1.3 | 0.6729 |
| PCF (g) | 249.7 \pm 19.6 | 258.0 \pm 33.0 | 302.1 \pm 46.2 | 286.7 \pm 39.1 | 0.7093 |
| GP (g) | 216.6 \pm 18.6 | 227.0 \pm 31.1 | 268.5 \pm 44.7 | 255.8 \pm 38.2 | 0.6951 |
| GPD (g) | 1.8 \pm 0.2 | 1.9 \pm 0.3 | 2.2 \pm 0.4 | 2.1 \pm 0.3 | 0.6951 |
| BG (Kg) | 3.2 \pm 0.3 | 3.4 \pm 0.5 | 4.0 \pm 0.7 | 3.8 \pm 0.6 | 0.6954 |
| LG (cm) | 12.1 \pm 0.7 | 12.4 \pm 0.7 | 13.2 \pm 1.0 | 13.1 \pm 0.7 | 0.7397 |

Leyenda:

Peso corporal inicial: PCI, Peso corporal final: PCF, Ganancia de peso: GP, Ganancia de peso diario: GPD, Biomasa ganada: BG, Longitud Ganada: LG

Tabla 5. Índices zootécnicos (promedios \pm error estándar de la media) obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas que contenían polvillo de malta de cebada durante 120 días.

| ÍNDICE | T0 | T1 | T2 | T3 | P |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| TCE | 1.7 \pm 0.04 | 1.8 \pm 0.1 | 1.8 \pm 0.1 | 1.8 \pm 0.1 | 0.4621 |
| ICAA | 1.6 \pm 0.04 | 1.6 \pm 0.1 | 1.5 \pm 0.1 | 1.5 \pm 0.1 | 0.5500 |
| TEPA | 2.4 \pm 0.1 | 2.5 \pm 0.1 | 2.7 \pm 0.2 | 2.6 \pm 0.2 | 0.5265 |
| UNPA | 9.6 \pm 0.2 | 11.2 \pm 0.4 | 11.9 \pm 0.7 | 11.9 \pm 0.7 | 0.0518 |
| S (%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | - |

Tabla 6. Composición proximal (promedio \pm desviación estándar) de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas que contenían polvillo de malta durante 120 días. Los resultados fueron obtenidos del análisis en base a materia seca.

| TRATAMIENTOS | COMPOSICIÓN CORPORAL (%) | | |
|--------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|
| | PROTEÍNAS | GRASAS | CENIZAS |
| Inicio | 59.8 \pm 0.4 | 10.5 \pm 0.1 ^a | 12.8 \pm 0.1a |
| T0 | 60.3 \pm 0.5 | 15.2 \pm 0.7b | 14.2 \pm 0.1b |
| T1 | 59.9 \pm 1.0 | 15.4 \pm 0.2b | 14.4 \pm 0.1b |
| T2 | 59.4 \pm 0.2 | 15.4 \pm 0.3b | 14.2 \pm 0.1b |
| T3 | 60.8 \pm 0.1 | 15.6 \pm 0.1b | 14.5 \pm 0.2b |
| Probabilidad | 0.4774 | 0.0060 | 0.0001 |

DISCUSIÓN

El buen nivel de crecimiento, expresado en las ganancias de peso corporal obtenidas durante el experimento, indica que el insumo evaluado representa una real alternativa de alimentación para la gamitana bajo condiciones de cultivo. Los tres niveles de inclusión empleados en la formulación de las dietas produjeron crecimientos gradualmente ascendentes y sobre todo, similares a los peces alimentados con la dieta control, no habiéndose observado disminución del peso en ninguna de las etapas del experimento.

Los índices de conversión alimenticia aparente (ICAA) registrados en el presente estudio se encuentran dentro de los rangos considerados adecuados para gamitana y son similares a los reportados por otros autores en la misma especie (Saint-Paul, 1985; Bechara *et al.*, 2005). Incluso, la conversión de las dietas conteniendo polvillo de malta fueron más eficientes que los niveles reportados por Roubach & Saint-Paul (1994). Las tasas de crecimiento específico (TCE) obtenidas en la presente investigación fueron similares a las reportadas por Rebaza *et al.* (2002), y Padilla (2000), en paco y gamitana, respectivamente. En relación a la eficiencia en la utilización de la proteína dietaria, los peces del presente estudio mostraron altos niveles de TEPA, incluso superiores a los obtenidos en otros estudios en la misma especie (Chu-Koo & Kohler, 2006).

Normalmente, la tasa de mortalidad de la gamitana en cultivo es relativamente baja; observándose en la mayoría de estudios tasas de sobrevivencia usualmente mayores al 90%, siendo muy raros valores por debajo del 75% (Padilla, 2000; Bances & Moya, 2001; Soberón *et al.*, 2007). La alta tasa de sobrevivencia reportada en el presente estudio evidencia el alto grado de adaptación de la especie a los ambientes de cultivo; afirmación corroborada por Chagas & Val (2003) y que además indican un óptimo manejo del mismo.

El incremento de grasa reportado en el presente estudio fue también registrado por otros autores como Mori-Pinedo *et al.* (1999) y Bances & Moya (2001). Estas variaciones pueden atribuirse a los altos niveles de carbohidratos presentes en las dietas que luego de satisfacer las necesidades energéticas para el crecimiento y el metabolismo basal de los peces, fueron transformados en lípidos de reserva. A pesar de existir una leve diferencia entre el contenido mineral al inicio y al final del experimento (1.51% en promedio), el ANOVA indicó que esta variación fue estadísticamente significativa, atribuyéndola a la reducida dispersión de los datos de cada réplica obtenida en los análisis proximales ejecutados.

El contenido de ceniza de un material biológico es el residuo resultante de la incineración de la muestra, cuya composición varía según la naturaleza del material calcinado y no proporciona en sí información sobre ningún nutriente específico. En tal sentido, las diferencias encontradas entre el valor final con respecto al estado inicial de los peces en estudio puede atribuirse al progresivo crecimiento de los peces y al fortalecimiento gradual de sus estructuras óseas.

En resumen, el polvillo de malta de cebada es un insumo que por su amplia disponibilidad, bajo precio, composición nutricional, y rendimiento productivo, puede ser empleado como componente dietario de las raciones alimenticias para gamitana, principalmente en los departamentos de Loreto y Ucayali, donde existen plantas cerveceras que pueden abastecer con este subproducto de la actividad cervecera. Sin embargo, considerando el sabor amargo del insumo y a la luz de los resultados obtenidos en el presente estudio, tal vez sea más prudente utilizarlo en cantidades que no excedan el 20% de la composición final de una ración, a fin de no afectar la palatabilidad y aceptación de la dieta a ser formulada por parte de los animales.

AGRADECIMIENTOS

A la Cervecería Amazónica S.A.C. por el financiamiento parcial del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AOAC. 1998. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 16th Edition. 4th Revision. Sidney Willians, Arlington, Virginia. USA. 1236pp.
- Araújo-Lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. *Os frutos do tambaqui. Ecologia conservação e cultivo na amazonia*. SCM/MCT-CNPq. Brasil. 186pp.
- Bances, K.C.; Moya, L.C. 2001. *Sustitución de la harina de maíz (Zea mays) por la harina de almendro de umarí (Poraqueiba sericea) en raciones para alevines de gamitana, Colossoma macropomum (Pisces, Serrasalmidae)*. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70pp.
- Bechara, J.; Roux, J.; Ruiz, F.; Flores, C.; Longoni, C. 2005. The effect of dietary protein level on pond water quality and feed utilization efficiency of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Aquaculture Research*, 36(6):546–553.

- Chagas, E. C.; Val, A. L. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38(3): 397–402.
- Chu-Koo, F. W.; Kohler, C. C. 2006. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana *Colossoma macropomum*. In: Renno, J. F.; García-Dávila, C. R.; Duponchelle, F.; Nuñez, J. (Eds). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. p. 184-191.
- Chuquipiondo, J.M.L.; Galdós, R.A.P. 2005. *Influencia de la harina de plátano, Musa paradisiaca L. en el crecimiento de alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818)*. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 78pp.
- Lochmann, R.; Chen, R.; Chu-Koo, F.W.; Camargo, W.; Kohler, C.C. 2009. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1):33-44.
- Mori-Pinedo, L; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M. 1999. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H. B. K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Acta Amazônica*, 29(3):447–453.
- Padilla, P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*, 10(1–2): 81–90.
- Rebaza, C.; Villafana, E.; Rebaza, M.; Deza, S. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. “paco” en segunda fase de alevinaje en estanques semi-naturales. *Folia Amazónica*, 13(1–2):122–134.
- Roubach, R.; Saint-Paul, U. 1994. Use of fruits and seeds from Amazonian inundated forests in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 10(1):134–140.
- Saint-Paul, U. 1985. The neotropical serrasalmid “black pacu” *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. *Animal Research and Development*, 22:7–31.
- Soberón, M.L.E.; Chu-Koo, F.W.; Alcántara, B.F. 2007. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados en tres densidades. *Folia Amazónica*, 16(1/2):35-45.