

EVALUACIÓN DEL TRIGO REGIONAL *Coix lacryma-jobi* (POACEAE) COMO INSUMO ALIMENTICIO PARA GAMITANA *Colossoma macropomum*

Prysila CASADO DEL CASTILLO^{1,2}, Luciano RODRÍGUEZ CHU¹, Fernando ALCÁNTARA BOCANEGRA^{1,2,3}, Fred CHU-KOO^{1,3}

- 1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC). Carretera Iquitos – Nauta, Km. 4.5. Iquitos, Perú, E-mail: fchuk20@gmail.com
- 2 Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP
- 3 Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP. Docente de la Maestría Cátedra CONCYTEC en Acuicultura.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) con el objetivo de evaluar el crecimiento de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con tres dietas peletizadas isoproteicas (22% PB) e isocalóricas (2500 Kcal/Kg) conteniendo tres niveles de inclusión (T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) de harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) y una dieta control (T0 = 0%) durante 135 días. Un total de 180 juveniles (23.8 g y 10 cm) fueron sembrados en doce estanques a una densidad de 1 pez/m². Los peces fueron alimentados tres veces al día, los siete días de la semana, a una tasa de alimentación de 5% durante los primeros 90 días y de 3% en los últimos 45 días de estudio. Quincenalmente se evaluó el crecimiento en peso para reajustar las raciones las dos semanas subsiguientes. 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). Al final del estudio, no se registró diferencias significativas (P>0.05) en ninguno de los parámetros de crecimiento e índices zootécnicos evaluados, registrándose un aumento significativo (P<0.05) en la composición corporal de proteína y grasa y una disminución en el contenido de cenizas de los peces en todos los tratamientos. La harina de trigo regional mostró ser un buen ingrediente alternativo para la alimentación de gamitana hasta una inclusión de 30% en formulaciones balanceadas.

PALABRAS CLAVE: gamitana, *Colossoma macropomum*, harina de trigo regional, *Coix lacryma-jobi*, alimentación, crecimiento.

EVALUATION OF JOB'S TEAR MEAL (*Coix lacryma-jobi*, POACEAE) AS FEEDSTUFF FOR BLACK-FINNED PACU (*Colossoma macropomum*)

ABSTRACT

The current study was carried out at the Quistococha Research Center (CIQ) of IIAP in order to assess the growth of juvenile Black-finned pacu (*Colossoma macropomum*) fed with three isoproteic (22% CP) and isocaloric (2500 Kcal/Kg) pelleted diets containing three levels of inclusion (T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) of Job's tears meal (*Coix lacryma-jobi*) and a control diet (T0 = 0%) during 135 days. A total of 180 juvenile fish (23.8 g mean weight and 10 cm mean length) were stocked into twelve 50 m² ponds under a stocking rate of 1 fish/m². Fish were fed three times per day, everyday. Initial feeding rate was 5% during the first 90 days and it changed to 3% during the last 45 days. Growth was recorded biweekly to adjust daily rations for the next two weeks. Body composition of fish was determined in the beginning and the end of the study. Water quality was monitored daily (dissolved oxygen, temperature and pH) and biweekly (transparency, nitrite, ammonia, alkalinity, hardness, carbon dioxide and chloride). No statistical differences in growth and zootechnical indexes were recorded (P>0.05). A significant increase in body protein and lipid composition as well as a notorious decrease in ash content (P<0.05) were recorded in fishes from all dietary treatments at the end of the study. This work demonstrated that Job's tears meal is a good alternative ingredient for feeding Black-finned pacu and can be used up to levels of 30% in pelleted diets for this fish.

KEYWORDS: Black-finned pacu, *Colossoma macropomum*, Job's tears meal, *Coix lacryma-jobi*, feeding, growth

INTRODUCCIÓN

La piscicultura fue introducida a fines del siglo veinte en las comunidades indígenas Awajum y Wampis (Jíbaros), habitantes ancestrales de las cuencas del Marañón, Cenepa, Nieva, Domingusa y Santiago, en la provincia de Condorcanqui (región Amazonas), como una actividad destinada a asegurar el abastecimiento de proteína animal, con relativo éxito (Alcántara *et al.*, 2005). Uno de los principales problemas que limitaron el desarrollo de esta actividad fue la poca disponibilidad de alimentos de bajo costo para el engorde de los peces cultivados. Si a ese factor se suma lo complicado que es acceder hasta dichas comunidades y la extrema pobreza de sus pobladores, es fácil percibir que los piscicultores indígenas difícilmente tendrían condiciones de adquirir dietas comerciales disponibles en ciudades como Chiclayo o Tarapoto. Los nuevos piscicultores indígenas optaron entonces en utilizar restos de comida e insumos disponibles en sus propias chacras para alimentar a sus peces. El aprovechamiento de los recursos locales en la alimentación de los peces otorga algunas ventajas pues evita gastos asociados con la compra de insumos traídos desde la costa.

Entre los insumos locales identificados por Venero (2005) en la provincia de Condorcanqui tenemos a la soya regional, frijol caupí, harina de yuca, harina de plátano, maíz amarillo y a una especie de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*), que se cultivan de manera tradicional, siendo el último de los mencionados, una gramínea anual oriunda del sudeste asiático e introducida al Perú, rica en carbohidratos, energía, fibra y de fácil cultivo.

Debido a la propia biología alimentaria de los peces nativos (en su mayoría omnívoros) cuyo cultivo se ha expandido en la Amazonía, el empleo de subproductos agrícolas, frutos y semillas en la alimentación de estas especies, es una práctica común entre los piscicultores rurales (Araújo-Lima & Goulding, 1998; Alcántara & Colace, 2001). Incluso, algunos estudios preliminares sobre la utilización de este tipo de insumos en la elaboración de dietas balanceadas han dado buenos resultados principalmente en gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachipomus* (Bances & Moya, 2001; Guimarães & Storti-Filho, 2004; Casanova & Chu-Koo, 2008; Lochmann *et al.*, 2009).

Considerando la importancia social que implica mejorar la seguridad alimentaria de la población indígena amazónica, y en este caso particular, de los Awajum y Wampis a través de actividades productivas de corto plazo; se desarrolló el presente trabajo con la finalidad de evaluar tres niveles de inclusión de la harina de trigo regional como insumo en la alimentación de la gamitana y medir sus efectos en el crecimiento, índices zootécnicos y la composición

corporal de ejemplares cultivados en estanques de tierra, a fin de reducir los costos de producción de peces en la provincia de Condorcanqui.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

El presente trabajo se ejecutó en el Centro de Investigaciones 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 el Km. 4.5 de la Carretera Iquitos - Nauta, Distrito de San Juan Bautista, Departamento de Loreto.

MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 180 juveniles de la especie gamitana, *Colossoma macropomum* de 26.1 g. y 12.3 cm. de peso y longitud total promedio, respectivamente, provenientes de los estanques de alevinaje del CIQ.

CARACTERÍSTICAS DEL INSUMO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

Se utilizó la harina de trigo regional, (*Coix lacryma-jobi*), elaborada en el área de molienda de la Planta de Producción de Alimentos Balanceados del CIQ, a partir de semillas secas enviadas desde la localidad de Santa María de Nieva, provincia de Condorcanqui (región Amazonas). El contenido nutricional de la harina fue: humedad 10.7%, ceniza 7.8%, grasa 3.5%, fibra 6.2%, proteína 9.8%, carbohidratos 62.0% y energía bruta de 3900 Kcal/Kg.

FORMULACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Cuatro (4) dietas peletizadas isoproteicas (22% de PB) e isocalóricas (2500 Kcal/Kg.), conteniendo tres niveles de inclusión de harina de trigo regional (T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) y una dieta control (T0 = 0%) fueron utilizadas como tratamientos (Tabla 1). Las dietas fueron formuladas en el software MIXIT 2®. Luego de formulada la ración, los ingredientes fueron pesados, mezclados, peletizados, secados, etiquetados y almacenados en la Planta de Producción de Alimentos Balanceados del IIAP

DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio fue desarrollado en 12 corrales de 15 m² (5 m de largo x 3 m. de ancho) cada uno, construidos dentro de tres estanques de tierra de 60 m² (10 m x 6 m). Previo a la siembra de los peces, los estanques fueron secados, desinfectados, fertilizados y llenados

según Guerra *et al.* (2006). Los tratamientos dietarios fueron distribuidos aleatoriamente y por triplicado en las 12 unidades experimentales disponibles. 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, mientras que la fase de cultivo duró 135 días.

Los peces fueron alimentados tres veces al día (8.30, 12.30 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 45 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 subsiguientes. Previo a este proceso se dejó en ayuno a los peces un día antes del muestreo.

ÍNDICES ZOOTÉCNICOS EVALUADOS

Los índices zootécnicos evaluados en el presente estudio fueron los siguientes:

1. Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA):

$$\text{ICAA} = \text{Alimento ofrecido} / \text{Biomasa ganada}$$

2. Tasa de Crecimiento Específico (TCE):

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

Donde: W_t = Peso final

W_i = Peso inicial

t = Tiempo del experimento

3. Supervivencia:

$$S = (N^\circ Pf / N^\circ Pi) * 100$$

Donde: N^o Pi = Número de peces inicio

N^o Pf = Número de peces al final

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS PECES

Se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del CIQ. Se determinaron los tenores de proteína bruta (PB), grasa (EE) y cenizas (MM) en 100 g de muestra seca de filete al inicio y al final del experimento provenientes de cada tratamiento. Los análisis siguieron las recomendaciones de la A.O.A.C (1998).

CALIDAD DE AGUA DE LOS ESTANQUES

Los niveles de oxígeno disuelto, temperatura y pH fueron registrados diariamente con un medidor multiparámetros modelo YSI MPS 556® (YSI Instrument Co., Ohio, USA). Los niveles de nitritos y amonio fueron registrados con un Kit AQ-2® (LaMotte Co., Maryland, USA), con rangos para acuicultura de aguas dulces. La transparencia del agua se midió con un disco Secchi.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza simple (One-way ANOVA), considerando que se cumplan previamente todas las presunciones básicas del ANOVA. Se aplicó la prueba de comparación de 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. (SAS Institute, 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 por ANOVA.

Tabla 1. Composición porcentual y proximal de la dieta control y las tres dietas experimentales con inclusión de la harina de trigo regional, utilizadas en la alimentación de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum*.

INSUMOS	DIETAS			
	T0	T1	T2	T3
Harina de yuca	10.8	10.8	10.2	8.6
Torta de soya	38.0	37.9	37.2	37.34
Aceite de palma	2.0	2.0	2.0	2.0
Maíz amarillo duro	47.7	37.8	29.1	20.6
Premix vitamínico - mineral	0.1	0.1	0.1	0.1
Sal común	0.4	0.4	0.4	0.4
Carbonato de calcio	1.0	1.0	1.0	1.0
Harina de Trigo Regional	0.0	10.0	20.0	30.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0
Humedad	11.5	10.9	10.2	9.5
Materia Seca	89.5	89.1	89.8	90.5
Proteína	22.0	22.0	22.0	22.0
Grasa	5.3	5.0	4.9	4.7
Fibra	2.3	3.0	2.9	4.7
Nifex (carbohidratos)	54.0	53.5	53.2	52.5
Ceniza	4.9	5.6	6.8	6.6
Energía digestible (Mcal/Kg)	2.5	2.5	2.5	2.5

RESULTADOS

Los valores de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, nitritos, amonio y transparencia) y sus variaciones en cada uno de los tratamientos estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de gamitana (Tabla 2).

CRECIMIENTO DE LOS PECES

Al finalizar los 135 días de fase experimental, los peces no registraron diferencias significativas en su crecimiento según el ANOVA realizado (Tabla 3), es decir, no se encontró ningún efecto de los tratamientos

en el peso final ($P=0.8220$), ganancia de peso ($P=0.8064$) y ganancia de peso diario ($P=0.8064$). Del mismo modo, tampoco se registró diferencias significativas en los parámetros TCE, ICAA, K y sobrevivencia (Tabla 4).

COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS PECES

Al final del experimento, se registró un incremento significativo de los niveles de proteína y grasas en la composición corporal de los peces de todos los tratamientos, incluido el control, mientras que el contenido corporal de minerales decreció significativamente (Tabla 5).

Tabla 2. Calidad del agua (promedio \pm desviación estándar) registrada durante la fase de cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) durante 135 días..

PARÁMETROS EVALUADOS	(PROMEDIO \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		
	E1	E2	E3
Temperatura (°C)	28.9 \pm 1.8	29.5 \pm 1.7	29.5 \pm 1.6
Oxígeno disuelto (mg/l)	5.9 \pm 2.0	6.3 \pm 2.8	6.7 \pm 2.7
pH (upH)	6.7 \pm 0.4	6.7 \pm 0.2	6.8 \pm 0.4
Transparencia (cm)	76 \pm 15.9	64.1 \pm 11.3	62.6 \pm 13.1
Nitritos (ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Amonio (ppm)	0.4 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3

Tabla 3. Índices de crecimiento (promedios \pm error estándar de la media) obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) durante 135 días.

VARIABLE	CONTROL	T1	T2	T3	P
PCI (g)	25.2 \pm 4.1	24.2 \pm 1.0	23.6 \pm 2.6	25.3 \pm 2.3	0.8344
PCF (g)	230.3 \pm 0.2	207.5 \pm 13.3	217.4 \pm 58.6	202.2 \pm 38.9	0.8220
GP (g)	205.1 \pm 28.6	183.3 \pm 13.5	193.9 \pm 57.5	176.9 \pm 36.7	0.8064
GPD (g)	1.5 \pm 0.2	1.4 \pm 0.1	1.4 \pm 0.4	1.3 \pm 0.3	0.8064
BG (Kg.)	3.1 \pm 0.4	2.8 \pm 0.2	2.9 \pm 0.9	2.5 \pm 0.5	0.6440

Leyenda:

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

Tabla 4. Índices zootécnicos (promedios \pm error estándar de la media) obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) durante 135 días.

INDICE	T0	T1	T2	T3	P
TCE	1.6 \pm 0.1	1.6 \pm 0.1	1.6 \pm 0.2	1.5 \pm 0.1	0.6594
ICAA	1.7 \pm 0.3	1.8 \pm 0.1	1.8 \pm 0.2	1.9 \pm 0.2	0.8703
K	1.5 \pm 0.1	1.5 \pm 0.0	1.6 \pm 0.1	1.6 \pm 0.2	0.4828
S (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	-

Leyenda:

Tasa de Crecimiento Específico: TCE, Índice de Conversión Alimenticia Aparente: ICAA, Factor de Condición: K, Supervivencia: S%.

Tabla 5. Composición proximal (promedio \pm desviación estándar) de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) durante 135 días. Resultados obtenidos en base a materia seca.

TRATAMIENTOS	COMPOSICIÓN CORPORAL (%)		
	PROTEINAS	GRASAS	CENIZAS
Inicio	59.8 \pm 0.6a	10.5 \pm 0.02a	12.8 \pm 0.2a
T0	66.2 \pm 0.7b	11.9 \pm 0.6b	10.2 \pm 0.6b
T1	63.3 \pm 0.9ab	11.2 \pm 0.1ab	10.1 \pm 0.1b
T2	66.3 \pm 1.1b	13.2 \pm 0.5c	9.6 \pm 0.3bc
T3	63.3 \pm 2.4ab	12.2 \pm 0.2cb	8.9 \pm 0.4c
Probabilidad	0.0007	0.0001	0.0001

DISCUSIÓN

El aceptable nivel de crecimiento expresado en las ganancias de peso obtenidas durante el presente experimento, indican que el insumo evaluado es una alternativa real de alimentación para la gamitana. Los tres niveles de inclusión empleados en la formulación de las dietas produjeron crecimientos gradualmente ascendentes y similares a la dieta control. Los índices de conversión alimenticia aparente (ICAA) registrados en el presente estudio se encuentran dentro del rango aceptable para gamitana y son similares a los reportados por Saint-Paul (1985) y Bechara *et al.* (2005) en la misma especie. Incluso, las ICAA obtenidas en el presente estudio fueron más eficientes que los reportados por Roubach & Saint-Paul (1994). Por su parte, las tasas de crecimiento específico (TCE) obtenidas en el presente estudio, fueron similares a los

reportadas por Rebaza *et al.* (2002), y Padilla (2000), en paco y gamitana, respectivamente.

Los resultados demuestran una vez más, que la gamitana no es una especie que demande altos porcentajes de proteína dietaria, datos que confirman lo reportado por Mérola & Cantelmo (1987), Saldaña & López (1998) y Chu-Koo & Kohler (2006). Estos autores verificaron que la gamitana solo necesita de dietas con tenores proteicos entre 17 a 30%, dependiendo de la calidad de la proteína y de las condiciones en que se realiza el cultivo. El tenor proteico máximo utilizado en las dietas del presente estudio fue de 22%, un valor intermedio al rango citado líneas arriba y que a pesar de no tener harina de pescado en su composición, produjo un crecimiento aceptable para el tiempo de cultivo empleado.

La introducción de insumos ricos en carbohidratos en dietas para peces amazónicos no es algo novedoso. Autores como Bances & Moya (2001) utilizaron una harina obtenida del almendro de la semilla del umarí (*Poraqueiba sericea*) en dietas balanceadas para alevinos de gamitana con interesantes resultados. Por su parte, Ayllón & Payahua (2003) y Mori-Pinedo (1999), demostraron que la harina del fruto del pijuayo (*Bactris gasipaes*), una palmera endémica de la Amazonía, tenía similar rendimiento que la harina de maíz (*Zea mays*) en el crecimiento de alevinos de paco y gamitana, respectivamente. Recientemente, otros autores utilizaron las harinas de pijuayo, yuca (*Manihot sculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*), polvillo de malta de cebada y aguaje (*Mauritia flexuosa*) con excelentes resultados en la fase de pre-cría y engorde de gamitana en jaulas y sistemas de recirculación (Alcántara *et al.*, 2005; Chu-Koo & Kohler, 2006; Palacios *et al.*, 2006; Casanova & Chu-Koo, 2008; Lochmann *et al.*, 2009).

La utilización de dietas carentes de proteína animal en el presente estudio, nos revela que la gamitana no es enteramente dependiente de la harina de pescado. Este dato es de suma importancia porque permite la utilización de dietas sin harina de pescado y a base de insumos locales (subproductos de soya y frijón caupí, abundantes en la región Amazonas, como aportantes de proteína) en la piscicultura de subsistencia, especialmente en aquellas comunidades indígenas donde este cereal crece en abundancia. Sin embargo, se deben tener restricciones a esta última aseveración si lo que se pretende es conducir un cultivo intensivo donde la tasa de crecimiento y conversión alimenticia sean económica y comercialmente viables. La adición de harina de trigo regional no tuvo un efecto negativo en el crecimiento y la composición corporal de los peces, lo cual refuerza la potencialidad que tiene este vegetal en ser utilizado en la alimentación de la gamitana.

El incremento de grasa corporal reportado en el presente estudio fue también registrado por otros autores como Mori-Pinedo *et al.* (1999) y Soberón *et al.* (2007). 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. Del mismo modo, el incremento de la proteína en la composición corporal de los peces posiblemente esté relacionado a una influencia de los tratamientos dietarios, tal como sugerido por Cantelmo & Souza (1987). 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. Las cenizas no proporcionan en sí información sobre ningún nutriente específico (Salas *et al.*, 2009). En tal sentido, las diferencias encontradas entre el valor final con respecto al estado inicial puede atribuirse al progresivo crecimiento de los peces y al fortalecimiento gradual de sus estructuras óseas.

En resumen, la harina de trigo regional es un insumo que por su amplia disponibilidad, bajo precio, composición nutricional, y rendimiento productivo, puede ser empleado como insumo de las raciones alimenticias para gamitana, principalmente en los departamentos de Amazonas y Loreto, donde existen zonas habitadas principalmente las etnias Awajum, Wampis, Achuar, Quichua y Candoshi, abaratando los costos de producción de pescado.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alcántara, F. B.; Colace, M. 2001. Piscicultura. Seguridad alimentaria y desarrollo en la Carretera Iquitos – Nauta y el río Tigre. Valorando y preservando nuestros peces amazónicos. Editorial Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 83p.
- Alcántara, B. F.; Rodríguez, L. C.; Cuq, A. M.; Tello, M. S.; Del Castillo, D. 2005. Avances en el desarrollo de la Acuicultura en la Región Amazonas. Perú. IIAP. 61p.
- Araújo - Lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. Os frutos do tambaqui. Ecologia conservação e cultivo na amazonia. SCM/MCT-CNPq. Brasil. 186 pp.
- Ayllón, Z.; Payahua, J. 2003. Uso de la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K. 1815), en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818), criado en ambientes controlados. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 63 p.
- 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 alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Pisces, Serrasalmididae). Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70 p.
- Bechara, J.; Roux, J.; Ruíz, 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.

- Cantelmo, A.; Souza, J. A. 1987. Influencia da alimentação em diferentes níveis proteicos para o desenvolvimento inicial do pacu *Colossoma mitrei*. In: Síntese de trabalhos realizados com espécies do genero *Colossoma*. Prometo Acuicultura. CPTA. Pirassununga.
- Casanova, F. R.; Chu-Koo, F. 2008. Evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*, 17(1-2):15-22.
- 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.; Núñez, J. (eds.). Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. 184-191p.
- Guerra, F. H.; Saldaña, R. G.; Tello, M. S.; Alcántara, B. F. 2006. Cultivando peces amazónicos. Segunda Edición. IIAP.
- Guimarães, F. S.; Storti-Filho, A. 2004. Productos agrícolas e florestais como alimento suplementar do tambaqui em policultivo com jaraqui. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 39(3): 293-296.
- 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.
- Mérola, N.; Cantelmo, O. 1987. Growth, conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture*, 66: 223-233.
- 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 Amazónica*, 29 (3): 447 – 453.
- Padilla, P. 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.
- Palacios, M. E.; Dabrowski, K.; Abiado, M. A. G.; Lee K.J.; Kohler, C.C. 2006. Effects of diets formulated with native Peruvian plants on growth and feeding efficiency of Red Pacu (*Piaractus brachypomus*) juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37:246–255.
- 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 rials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 10(1):134 – 140.
- Saint-Paul, U. 1985. The neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. *Animal Research and Development*, 22(2):7 – 31.
- Salas, M. A.; Barriga, S. M.; Albrecht, R. M.; Chu-Koo, F.; Ortega, T. H. 2009. Información nutricional sobre algunos peces comerciales de la Amazonía peruana. *Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*, 9:1-64.
- Saldaña, A.; López, M. 1998. Formulación y evaluación de dietas para *Colossoma macropomum* en México. Anales del VI Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Brasil. Florianópolis. SC. 323 – 334.
- Soberón, M. L. E.; Chu-Koo, F.; Alcántara, B. F. 2007. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados bajo tres densidades de siembra. *Folia Amazónica*, 16(1-2): 35-45.
- Venero, A. P. 2005. Formulación y elaboración de dietas balanceadas para paco, gamitana y boquichico con insumos regionales para la seguridad alimentaria en las comunidades Aguarunas del Alto Marañón. Informe de Consultoría. Proyecto “Acuicultura para la Seguridad Alimentaria en Comunidades Aguarunas del Alto Marañón”. FAO. Lima-Perú. 42p.