



## INSUMOS VEGETALES EMPLEADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE PECES: UNA SÍNTESIS DE LA EXPERIENCIA PERUANA

*Fred Chu-Koo<sup>1,2</sup>, Luciano Rodríguez Chu<sup>1,2</sup> & Christopher C. Kohler*

*1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. Programa AQUAREC. Av. Abelardo Quiñónez Km. 2.5. Iquitos, Perú. E-mail: fchuk20@gmail.com*

*2 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. Maestría en Acuicultura. Cátedra CONCYTEC. Iquitos, Perú.*

*3 Southern Illinois University Carbondale. Fisheries and Illinois Aquaculture Center. Carbondale, IL. 62901. USA.*

### INTRODUCCIÓN

La piscicultura de especies nativas amazónicas ha experimentado un acelerado crecimiento en el Perú. Estadísticas oficiales muestran un crecimiento de 82 veces si partimos de las 16 TM reportadas en el 2001 y la comparamos con las 1300 TM, registradas en el 2011 (Produce 2012). A pesar de ello, todavía se observa una baja productividad por unidad de área, como resultado del limitado grado de perfeccionamiento tecnológico del piscicultor común y a la ausencia de políticas públicas que fomenten dicha actividad en varios departamentos de dicho país.

Estimaciones conservadoras indican que existen 1500 ha de espejo de agua dedicadas a la piscicultura en la Amazonía peruana (Tello, 2011), cifra a partir de la cual, se infiere un rendimiento cercano a 1 TM/ha/año. El bajo nivel no sorprende, si consideramos que poco más del 90% de las concesiones acuícolas emitidas por el ente normativo, se encuentran en las categorías de “subsistencia” y “menor escala”. En virtud a ello, hay un techo alto de potencial todavía por alcanzar (15000 TM/año), asumiendo un nivel de rendimiento máximo de 10 TM/ha/año.

La alimentación, es un aspecto crítico en piscicultura, ya que de ella depende el adecuado desempeño productivo de los organismos en cultivo y porque demanda más de 2/3 de los costos de producción (Adelizi et al. 1998). El 2005, el IIAP introdujo exitosamente el uso de dietas extrusadas en la piscicultura selvática, originando la entrada de empresas nacionales (Murveco) y transnacionales (Purina y Nicovita) a este mercado. Sin embargo, el costo del extrusado lo torna prohibitivo para un amplio sector de piscicultores, justamente aquellos de bajos recursos económicos y dedicados a los cultivos de subsistencia y menor escala. En tal sentido, la obtención de insumos locales alternativos, para la elaboración de raciones de bajo costo, es un tema de actualidad para la piscicultura regional amazónica.

Afortunadamente, en la región existe una amplia variedad de productos vegetales que son tradicionalmente usados como alimentos para peces. Como ejemplo, se menciona el uso de distintos tipos de hojas, tubérculos, frutos, semillas y subproductos agrícolas (Alcántara & Colace, 2001; Lochmann et al. 2009).

Entendiendo la importancia de disminuir el costo de producción de pescado mediante el empleo de insumos de bajo costo, el presente trabajo tuvo por finalidad realizar una síntesis de los estudios más recientes realizados en la Amazonia peruana, discutiendo

las implicancias de las mismas en el establecimiento de una piscicultura amazónica, más rentable y sostenible.

## MÉTODOS

Se realizó una detallada búsqueda de información sobre la temática en cuestión, en bases de datos en línea (ProQuest, HINARI, SCIELO, etc.) y bibliotecas de centros académicos y de investigación (IIAP, UNAP, UNAMAD, UNU, etc.). Los criterios para la búsqueda de información fueron los siguientes: i) que los trabajos hayan sido publicados a partir del 2000, ii) que los estudios hayan sido ejecutados en la Amazonia peruana, o en su defecto, por entidades y/o investigadores peruanos, y iii) que se hayan utilizado esencialmente peces amazónicos.

Con la información colectada se elaboraron dos tablas que muestran: i) los aportes nutricionales de cada insumo, y ii) el desempeño productivo de los peces como consecuencia del consumo de las dietas elaboradas utilizando dichos insumos alternativos. En base a la información colectada, se realizó una breve discusión, analizando el efecto de los insumos en el rendimiento productivo de los peces para finalmente ensayar una conclusión sobre las implicancias de estas investigaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Culminada la fase de búsqueda de información, se encontró un total de 13 estudios, entre artículos científicos y tesis de grado, enfocados en esta temática. Las investigaciones cubrieron un total de 13 insumos alternativos que mostraron diferentes contenidos nutricionales (Tabla 1). En varios casos, los estudios fueron diseñados para sustituir a insumos tradicionales como maíz amarillo o los subproductos de trigo (salvado o moyuelo), empleándose en combinación con otros insumos alternativos y/o tradicionales (dietas prácticas), y solo en el caso de Palacios et al. (2008), se les mezcló con aditivos purificados (dietas semi-purificadas).

El contenido de materia seca de los 13 insumos evaluados, varió entre 87.4 (kudzu) y 98.8% (harina de aguaje), de proteínas entre 1.3 (harina de yuca) y 41.3% (harina de tarwi), de lípidos entre 0.4 (harina de almendro de umarí) y 32.7% (harina de tarwi), de fibra cruda entre 0.9 (harina de plátano) y 41.1% (kudzu), de cenizas entre 0.7 (harina de yuca) y 14.2% (harina de lenteja de agua), de carbohidratos entre 12.6 (harina de tarwi) y 91% (harina de yuca), mientras que el contenido de energía bruta varió entre 2240 (kudzu) y 5760 Kcal/Kg (harina de tarwi).

Basándonos en el aporte nutricional, arbitrariamente clasificamos los insumos de la Tabla 1, en las siguientes categorías: i) Proteicos: harina de tarwi, torta de sachá inchi, torta de castaña brasileña y harina de lenteja de agua, ii) Grasosos: harina de tarwi, harina de pijuayo, torta de castaña brasileña y torta de sachá inchi, iii) Fibrosos: harina de hojas de kudzu, harina de aguaje y harina de lenteja de agua, iv) Calóricos: harina de tarwi, torta de castaña brasileña, y harina de almendro de umarí y, v) Ricos en carbohidratos: harina de yuca, harina de plátano, harina de almendro de umarí, harina de maca, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada y trigo regional, categoría donde encajó el grueso de los insumos encontrados.



En la Tabla 2, se nota que de los 13 experimentos de alimentación, seis fueron conducidos en jaulas sumergidas de 1 m<sup>3</sup>, tres en estanques de tierra, dos en sistemas de recirculación y solo uno en acuarios de vidrio. Estos trabajos emplearon dos peces de régimen omnívoro: la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paco (*Piaractus brachipomus*). Solo un trabajo fue reportado para el híbrido conocido como pacotana (*C. macropomum* ♀ x *P. brachipomus* ♂).

Las dietas empleadas en los trabajos revisados fueron exclusivamente peletizadas, conteniendo niveles de inclusión del insumo en evaluación, en el rango de 10 a 40% del total de la dieta. Por otro lado, el contenido proteico y calórico de las dietas varió entre 16.7-50% y 2500–3150 Kcal/Kg, respectivamente. Un detalle importante puesto que dificultó la comparación entre estudios, es el peso inicial de los peces, debido a su alta variabilidad (de 2 a 221 g). El tiempo empleado para realizar la fase experimental de cada estudio, varió entre 45 y 180 días como máximo, siendo los niveles de sobrevivencia muy altos (83.3-100%).

Considerando parámetros como los fines de la investigación, la cifrada expectativa de los investigadores en sus respectivos insumos y el costo de los insumos evaluados, se puede decir, que se obtuvieron resultados interesantes con la torta de castaña brasileña, harina de trigo regional, harina de yuca, harina de plátano, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada, harina de lenteja de agua y harina de almendro de umarí. A pesar de que los mejores valores de ICAA y TCE fueron reportados para la harina de maca (Palacios et al. 2008), difícilmente se podría emplear este insumo para dietas de bajo costo porque no es oriunda de la región amazónica (es altiplánica) y porqué el kilo de harina de maca fácilmente ronda entre 4 y 6 dólares en Lima. El caso del aguaje es singular ya que es la fruta regional, en estado fresco, más consumida de la selva peruana (solo la población de la ciudad de Iquitos consume 22 ton/día), lo que, por disponibilidad y precio, no se torna factible para su uso masivo en acuicultura.

De otro lado, insumos de alto valor proteico y lipídico como la harina de tarwi y la torta de sachá inchi, de los cuales se esperaba un alto rendimiento en base justamente a sus teóricas bondades nutricionales, simplemente decepcionaron a los investigadores. El desconocimiento de la ausencia de algunos aminoácidos esenciales, la presencia de factores anti-nutricionales, de inhibidores de las proteasas o de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de estos insumos, son algunas de las causas argumentadas por los autores para explicar el bajo rendimiento de los peces alimentados con estos ingredientes. Por su perfil proteico, estos dos insumos fueron evaluados intentando ser alternativas parciales a la torta de soya que es importada de Argentina, Bolivia y Paraguay, así como de la harina de pescado.

Si bien los rendimientos productivos finales de los peces alimentados con torta de castaña brasileña, harina de trigo regional, harina de yuca, harina de plátano, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada, harina de lenteja de agua y harina de almendro de umarí, son inferiores a los reportados con el uso de dietas extrusadas (Dañino et al. 2011), éstos son lo suficientemente consistentes para la piscicultura con fines específicos de subsistencia y menor escala. De hecho, los piscicultores de subsistencia y aquellos localizados en comunidades rurales de ceja de selva (p.e. Amazonas, Ayacucho, Cuzco, Huánuco y San Martín), cosechan sus peces (paco, gamitana y/o tilapia)

entre los 120 - 180 días de cultivo, cuando éstos alcanzan 200 - 300 g de peso. Por tanto, estos insumos pueden ser utilizados sin comprometer la producción esperada. Por otro lado, la variabilidad observada en el tiempo de cosecha depende no solo del alimento, sino también de la especie cultivada, el peso inicial de siembra, la densidad de cultivo, las condiciones climáticas y el manejo alimenticio.

Adicionalmente, la disponibilidad y precios de varios insumos, facilita su empleo masivo en piscicultura. En tal sentido, Lochmann et al. (2009) menciona que existen insumos regionales cuyos precios, muchas veces debido a la saturación del mercado, caen hasta niveles donde pueden ser mejor empleados como insumos para piscicultura. No hay duda de que el maíz y el trigo son las principales fuentes energéticas empleadas en dietas para peces amazónicos (Mori-Pinedo et al. 1999; Lochmann et al. 2009). Empero, el precio de estos dos insumos, se ha incrementado paulatinamente en el último lustro, siendo el trigo incluso importado a precios altos. En contraste, varios de los insumos evaluados en el Perú, forman parte de la dieta del poblador local y son cultivados cerca de los estanques de producción piscícola, facilitando su empleo y abaratando sustancialmente los costos de producción.

## REFERENCIAS

Alcántara, F.B. & Colace, M.B. 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.*

Adelizi, P.D.; Rosati, R.R.; Warner, K.; Wu, Y.V.; Muench, T.R.; White, M.R.; Brown, P.B. 1998. *Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture Nutrition*, 4: 255-262.

Armas, O.R.A. 2010. *Influencia de la harina de tarwi, Lupinus mutabilis (Fabaceae), en el crecimiento de alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Serrasalminidae) criados en ambientes controlados. Tesis para optar el Título de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 66p.*

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, Serrasalminidae). Tesis para optar el Título de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 70 p.*

Campos, P.M.F. 2010. *Sustitución de la harina de maíz, Zea mays por harina de kudzu, Pueraria phaseoloides en dietas para alevinos de gamitana, Colossoma macropomum criados en jaulas. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 72p.*

Casado D.C.P.; Rodríguez, C.L.; Alcántara, B.F. & Chu-Koo, F. 2009. *Evaluación del trigo regional Coix lacryma-jobi (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana, Colossoma macropomum. Folia Amazónica*, 18(1-2):89-96.

Casanova, F.R. & Chu-Koo, F. 2008. *Evaluación del polvillo de malta de cebada, Hordeum vulgare, como insumo alimenticio para gamitana (Colossoma macropomum). Fo-*



**Tabla 1.** Composición nutricional (en base a materia seca) de 13 insumos vegetales alternativos, empleados en la alimentación de peces amazónicos.

Insumo Evaluado	Nombre científico	M. Seca (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	NIFEX (%)	EB (Kcal/K)	Referencia
Torta castaña brasileña	Bertholletia excelsa	91.9	38.2	15.7	7.6	8.9	29.1	4105	Suárez (2011)
Harina de tarwi	Lupinus mutabilis	91.6	46.3	32.7	---	---	12.6	5760	Armas (2010)
Harina Trigo regional	Coix lacryma-jobi	89.3	9.8	3.5	6.2	7.8	62.0	3285	Casado et al. (2009)
Harina de yuca	Manihot sculenta	88.3	1.3	3.3	3.7	0.7	91.0	3777	Udo & Umoren (2011)
Harina de pijuayo	Bactris gasipaes	91.7	7.8	15.8	6.7	2.1	67.8	3810	Mora-Urpi et al. (1997)
Harina de plátano	Musa paradisiaca	---	2.0	0.8	0.9	1.5	88.9	3730	Chuquipiondo & Galdós (2005)
Harina hojas de kudzu	Pueraria phaseoloides	87.4	19.9	3.3	41.1	7.0	28.7	2440	Campos (2009)
Harina de maca	Lepidium meyenii	94.0	11.9	2.7	8.3	4.8	72.3	3790	Orellana et al. (2005)
Harina de aguaje	Mauritia flexuosa	98.8	11.3	6.5	25.6	3.5	51.9	3226	Quispe et al. (2009)
Polvillo malta cebada	Hordeum vulgare	91.81	15.5	1.6	7.8	4.12	62.7	2808	Casanova & Chu-Koo (2008)
Harina lenteja de agua	Lemna minor	94.3	28.0	3.4	11.5	14.2	48.7	3374	Machuca & Mejía (2008)
Torta de sacha inchi	Plukenetia volubilis	95.1	39.94	10.21	3.96	3.6	37.4	3918	Ruiz & Vela (2008)
Harina almendro umarí	Porqueiba sericea	89.8	5.7	0.4	2.3	2.6	78.9	4725	Bances & Moya (2001)

**Leyenda:** NIFEX (carbohidratos), EB (energía bruta).

**Tabla 2.** Síntesis de la experiencia peruana en el uso de insumos vegetales alternativos en la alimentación de peces.

Insumo Evaluado	Inclusión Dietaria	CP (%)	Energía (Kcal/Kg)	Pez	PI (g)	PF (g)	TCE	ICAA	S	Tiempo (días)	Cultivo	Referencia
T. castaña brasil.	30%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	29.4	267.1	1.63	1.58	96.2	135	Estanque	Suárez (2010)
Harina de tarwi	40%	28.0	---	Gamitana	6.9	29.1	0.99	5.10	88.9	150	Jaulas	Armas (2010)
H. trigo regional	20%	22.0	2500 (ED)	Gamitana	23.6	217.4	1.60	1.80	100	135	Estanque	Casado et al. (2009)
Harina de yuca	30%	27.0	2900 (ED)	Gamitana	82.8	559.0	1.03	1.86	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
Harina de pijuayo	30%	28.1	2900 (ED)	Gamitana	89.6	527.4	0.95	1.84	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
Harina de plátano	30%	27.5	2900 (ED)	Gamitana	86.9	542.7	0.95	1.84	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
H. hojas de kudzu	28%	34.0	----	Gamitana	8.8	150.4	---	1.95	100	180	Jaulas	Campos (2009)
Torta de castaña	30%	29.0	3100 (ED)	Paco	221.0	685.4	---	1.10	100	100	Estanque	Mercado (2008)
Harina de maca	15%	50.0	----	Paco	2.0	19.7	4.06	0.64	92.0	120	Acuarios	Palacios et al. (2008)
Harina de aguaje	15%	49.5	----	Paco	2.1	15.3	3.55	0.68	94.0	120	Acuarios	Palacios et al. (2008)
Polvillo de malta	20%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	33.7	302.1	1.80	1.50	100	120	Estanque	Casanova & Chu-Koo (2008)
H. lenteja de agua	10%	26.0	2500 (ED)	Pacotana	50.4	317.3	1.50	1.90	100	120	Jaulas	Machuca & Mejía (2008)
H. lenteja de agua	10%	26.0	2500 (ED)	Paco	29.4	117.3	1.10	2.70	100	120	Jaulas	Machuca & Mejía (2008)
Torta sacha inchi	20%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	19.4	193.8	1.60	2.20	100	150	Jaulas	Ruiz & Vela (2008)
Harina de pijuayo	30%	28.1	2938 (ED)	Gamitana	89.6	219.6	1.80	0.40	100	45	Recirculación	Chu-Koo & Kohler (2006)
Harina de plátano	32%	22.8	3150 (EB)	Gamitana	3.1	149.9	0.94	2.08	88.0	180	Jaulas	Chuquipiondo & Galdós (2005)
H. almend. umarí	40%	16.7	----	Gamitana	24.2	327.0	---	3.10	83.3	162	Jaulas	Bances & Moya (2001)

**Leyenda:** CP (contenido proteico), ED (energía digestible), EB (energía bruta), PI (peso inicial), PF (peso final), TCE (tasa de crecimiento específico), ICAA (índice de conversión alimenticia aparente), S (%) sobrevivencia de peces).

lia 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.

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. UNAP. Iquitos – Perú. 78p.

Dañino, P.A.; Nash, R.L. & Chu-Koo, F. 2011. Rendimiento productivo de la gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivada en estanques con y sin revestimiento de geomembranas en la Amazonía peruana. In: Núñez, J., Chu-Koo F, Porto J. & García-Dávila, C.R. (eds.). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 155-161p.

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.

Machuca, E.J. & Mejía, P.P. 2008. Utilización de la harina de lenteja de agua (*Lemna* sp.) en dietas para alevinos de paco (*Piaractus brachypomus*) y pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* ), criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 75p

Mercado, F.J.A. 2008. Efecto de tres dietas practicas a base de castaña (*Bertholletia excelsa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*) y mucuna (*Mucuna pruriens*) en el desempeño productivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. UNAMAD. Puerto Maldonado, Perú. 80p.

Mora-Urpí, J.; Weber, J.C. & Clement, R.C. 1997. Peach palm, *Bactris gasipaes* Kunth: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. IPGRI. 83p.

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.

Orellana, A.; Muchaypiña, J.J. & Guillermo, J.J. 2005. Prevalencia de hongos en harina de *Lepidium peruvianum* «Maca» en mercados de Andahuaylas, Ica y Cañete – Perú. *Rev. Peruana de Biología*, 12(3): 445- 448.

Palacios, M. E.; Dabrowski, K.; Abiado, M.A.; 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 World Aquaculture Society*, 37(3):246-255.



PRODUCE (Ministerio de la Producción). 2012. Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura según ámbito y especie (ene - oct 2011). Boletín Estadístico. [http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBME-NU01/2011/octubre/05\\_01.pdf](http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBME-NU01/2011/octubre/05_01.pdf). Visitado el 14 Marzo 2012.

Quispe J.F.; Ayala, R.M.; Ingunza, R.G.; Landeo, P.E. & Pascual, C.G. 2009. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa*) de la Amazonía peruana. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(2): 243-253.

Ruiz, A.J. & Vela, M.M. 2009. Utilización de la torta de sachá inchi, *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae) criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 78p.

Suárez, J., 2010. Utilización de la torta de castaña brasilera (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*). Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 74p.

Tello, S. 2011. Programa AQUAREC. Informe de Gestión 2011. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Iquitos, Perú. 43p.

Udo, I.U. & Umoren, U.E.. 2011. Nutritional evaluation of some locally available ingredients use for least-cost ration formulation for African catfish (*Clarias gariepinus*) in Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Research* 5: 164-175.