

Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*)

Fred William Chu-Koo¹, Christopher Kohler²

¹Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Programa de Ecosistemas Acuáticos. Carretera Iquitos-Nauta Km. 4.5, Iquitos, Perú
e-mail: fchuk20@yahoo.com

²Fisheries and Illinois Aquaculture Center. Southern Illinois University Carbondale
e-mail: ckohler@siu.edu

Palabras clave: gamitana, dieta, ingredientes, digestibilidad, crecimiento

Resumen

Se evaluó el uso de yuca, plátano y pijuayo en dietas para gamitana. Se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de la materia seca, proteínas y lípidos de estos insumos así como sus efectos en el crecimiento de los peces. Los valores de CDA del pijuayo y la ganancia de peso de los peces alimentados con este fruto fueron superiores a los otros tratamientos ($P < 0.05$). Por su digestibilidad y buen desempeño de los peces alimentados con este fruto, concluimos que el pijuayo podría ser un excelente sustituto del trigo en dietas para gamitana.

Introducción

Considerando que la alimentación compromete hasta el 60% de los costos de producción en acuicultura, numerosos esfuerzos han sido dedicados para reducir los costos de formulación utilizando insumos más baratos (Adelizi *et al.*, 1998). La FAO (1990) recomienda desarrollar dietas con insumos locales que puedan suplir los nutrientes que se obtienen de insumos importados, los cuales deberían ser destinados para consumo humano y sugiere el uso de la yuca, y el plátano como potenciales ingredientes a ser usados en la formulación de dietas para animales. La yuca *Manihot sculenta* es usada como insumo alternativo al maíz y al arroz en dietas para peces amazónicos (Alcántara & Colace, 2001). El plátano *Musa paradisiaca*, es utilizado en raciones para piscicultura de pequeña escala en

Sudamérica y del mismo modo, el pijuayo *Bactris gasipaes*, que produce un fruto que se utiliza primordialmente para el consumo humano (Clement, 1995), es también utilizado en raciones para peces (Mori *et al.*, 1999).

En el presente trabajo se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, proteínas, y grasas, así como el efecto del uso de las harinas de yuca, plátano y el pijuayo en el crecimiento de la gamitana (*Colossoma macropomum*), con el fin de evaluar la factibilidad de usar estos insumos locales como substitutos del trigo en la región amazónica.

Materiales y Métodos

Determinación de los CDA de la materia seca, proteínas, y lípidos de las harinas de yuca, plátano y pijuayo.

Sesenta alevinos de gamitana (61.1 ± 16.9 g) fueron sembrados de forma aleatoria en grupos de cinco individuos en 12 acuarios de 110 l. Se trabajó en un sistema de recirculación con un flujo de agua de 30 l/min. La temperatura del agua, el oxígeno disuelto, amonio, nitrito, pH y alcalinidad fueron monitoreados constantemente durante el estudio. Cuatro dietas fueron elaboradas y asignadas al azar por triplicado (ver Tabla 1).

Los peces fueron alimentados por 5 días, seguidos por un periodo de colecta de heces de 7 días. Para la colecta fecal, los peces fueron alimentados *ad libitum* dos veces por día. Las heces fueron colectadas luego de 12 a 14 h de haberse efectuado la segunda alimentación. Las muestras diarias de cada réplica fueron secadas en una estufa convencional a 65°C por 6 h y congeladas para su posterior análisis. La materia seca fue determinada secando muestras triplicadas a 135°C por 3 h en una estufa de precisión. La proteína se determinó utilizando el método de Kjeldahl, lípidos por el método de Folch y el cromo por absorción atómica.

Se utilizó el óxido crómico como marcador interno y la digestibilidad de los nutrientes en cuestión (proteínas, lípidos y material seco), fue determinada por la siguiente fórmula:

Coeficiente de Digestión (CD)

$$CD = 100 - \frac{(100 \% \text{ marcador en la dieta}) (\% \text{ nutriente en heces}) \text{ del Nutriente}}{(\% \text{ marcador en heces}) (\% \text{ marcador en dieta})}$$

Los CDA de un determinado nutriente en cada insumo estudiado fueron calculados usando la siguiente expresión:

$$\text{CDA} = 100/30 (\text{CD de la dieta en evaluación} - 70/100 * \text{CD de la dieta referencia})$$

Donde: CD = coeficiente de digestibilidad

Tabla 1. Formulación de las dietas para la determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente en gamitana (*C. macropomum*) – Las cantidades están expresadas como gramos en 2 kilogramos de dieta.

Ingredientes	Dieta # 1 Referencia	Dieta # 2 Plátano	Dieta # 3 Yuca	Dieta # 4 Pijuayo
Harina de Pescado	200.0	140.0	140.0	140.0
Torta de Soya	520.0	364.0	364.0	364.0
Maíz	600.0	420.0	420.0	420.0
Salvado de Trigo	540.0	378.0	378.0	378.0
Premix Vitamínico ^a	20.0	14.0	14.0	14.0
Premix Mineral ^b	20.0	14.0	14.0	14.0
	20.0	14.0	14.0	14.0
Oxido crómico	80.0	56.0	56.0	56.0
Aceite de Soya	0.0	600.0	600.0	600.0
Insumo evaluado				
Humedad (%)	10.3	9.6	11.5	10.7
Materia seca (%)	89.7	90.4	88.5	89.3
	27.7	20.2	20.7	20.2
Proteína (% de MS)	7.5	5.3	7.4	8.9

^{a, b} Tomado en base a Fernández *et al.* (2004)

Efecto de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en el crecimiento de gamitana. El estudio fue conducido en un sistema de recirculación de 28,000 l en las instalaciones de Southern Illinois University Carbondale (EE.UU.). Un total de 336 juveniles de gamitana (86.9 ± 6.4 g) fueron divididos en grupos de 28 individuos y colocados en 12 tanques de manera aleatoria. Los peces fueron alimentados 7 días de la semana a una tasa del 3% de su biomasa. Las raciones fueron reajustadas quincenalmente. El estudio tuvo una duración de 45 días. La composición de las dietas utilizadas se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Formulación de la dieta referencia y las tres dietas experimentales para evaluar el efecto de estas en el crecimiento de gamitana. Cantidades expresadas en %.

Ingredientes	Dieta # 1 Referencia	Dieta # 2 Plátano	Dieta # 3 Yuca	Dieta # 4 Pijuayo
Harina de Pescado	9.0	9.0	9.0	9.0
Torta de Soya	35.0	30.0	30.0	30.0
Maíz	9.8	9.8	9.8	9.8
Salvado de Trigo	30.0	0.0	0.0	0.0
Premix Vitamínico ^a	0.5	0.5	0.5	0.5
Premix Mineral ^b	0.5	0.5	0.5	0.5
Aceite de Soya	3.0	3.0	3.0	3.0
Vitamina C (Stay C 35%)	0.2	0.2	0.2	0.2
Insumo evaluado	0.0	30.0	30.0	30.0
Humedad (%)	10.3	10.6	10.9	12.4
Materia seca (%)	89.7	89.4	89.1	87.6
Proteína (% de MS)	31.8	27.5	27.0	28.1
Lípidos (% de MS)	6.5	5.3	5.1	9.7
Cenizas	7.9	6.4	6.9	6.8
Energía Digerible (kcal/kg)	2540.0	2930.0		2938.0

Además de la ganancia en peso, se evaluaron las siguientes variables:

Tasa de Crecimiento Específico = $\frac{(\ln \text{ peso final del pez} - \ln \text{ peso inicial del pez})}{\text{tiempo (duración en días)}} \times 100$

Factor de Conversión Alimenticia (FCA) = $\frac{\text{Alimento consumido en materia seca (g)}}{\text{ganancia de peso húmedo de los peces (g)}}$

Tasa de Eficiencia de la Proteína = $\frac{\text{ganancia de peso húmedo de los peces (g)}}{\text{proteína consumida (g) en materia seca}}$

Los datos obtenidos en ambos experimentos fueron analizados en el software JMP IN usando ANOVA. Los resultados están expresados como el promedio $\pm$ el error estándar del promedio de las tres réplicas de cada tratamiento. En el caso de existir diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$), se efectuaron comparaciones múltiples de los promedios a través del test de Tukey.

Resultados y discusión

Los parámetros físico-químicos del agua observados durante el experimento de digestibilidad fueron: oxígeno disuelto 5.6 ± 0.4 mg/l, temperatura $27.1 \pm 0.5^\circ\text{C}$, pH 6.7 ± 0.1 , amonio 0.23 ± 0.1 ppm, nitrito 0.05 ± 0.01 ppm, y alcalinidad 48.9 ± 6.4 ppm. Los CDA de los nutrientes de cada insumo son mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad aparente (%) de proteína, lípidos y materia seca de la harina de pijuayo, plátano y yuca en *C. macropomum*. Valores entre columnas que presenten diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Ingredientes	CDA (%)		
	Proteína	Lípidos	Materia seca
Harina de Pijuayo	86.53 ± 1.83^a	90.62 ± 5.78^a	95.59 ± 0.20^a
Harina de Plátano	53.91 ± 2.26^b	50.90 ± 3.86^b	0.44 ± 0.69^b
Harina de Yuca	48.26 ± 3.27^b	57.49 ± 1.70^b	991.17 ± 1.51^b

Como se aprecia en la Tabla 3, el pijuayo es un excelente candidato para ser empleado como ingrediente en dietas para gamitana. Los CDA de las proteínas y lípidos presentes en el pijuayo fueron superiores a los de la harina de yuca y de plátano. Incluso cuando comparado con la torta de soya, maíz y salvado de trigo, la digestibilidad de las proteínas y lípidos del pijuayo son superiores (Fernandes *et al.*, 2004). Mori *et al.* (1999) utilizaron harina de pijuayo como sustituto del maíz en un estudio de crecimiento de gamitana en el Brasil, concluyendo que este insumo puede sustituir completamente al maíz sin afectar el crecimiento del pez ni su composición corporal. Asimismo su abundancia natural en la Amazonía lo convierte en económicamente viable para ser usada en la piscicultura a pequeña escala.

Efecto de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en el crecimiento de gamitana

Los parámetros de calidad de agua registrados durante el experimento fueron: oxígeno disuelto 5.59 ± 0.47 mg/L, temperatura $27.3 \pm 1.1^\circ\text{C}$, pH 6.8 ± 0.1 , amonio 0.26 ± 0.1 ppm, nitrito 0.05 ± 0.01 ppm, y alcalinidad 50.4 ± 9.8 ppm. La sobrevivencia de peces durante el experimento fue del 100%. En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos al final del periodo de experimentación.

Tabla 4. Crecimiento de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* alimentados con una dieta control y tres dietas experimentales durante 45 días (promedio $\pm$ error estándar). Valores que comparten la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) de acuerdo al test de Tukey. PI (peso inicial), PF (peso final), GP (ganancia de peso), GPP (ganancia porcentual de peso), TCE (tasa de crecimiento específico), TCA (tasa de conversión alimenticia), y TEP (tasa de eficiencia de la proteína).

Tratamientos	PI (g)	PF (g)	GP (g)	TCE	TCA	TEP
Dieta Control	80.6 $\pm 2.2^a$	229.4 $\pm 9.4^a$	148.9 $\pm 13.3^a$	2.09 $\pm 0.17^a$	0.33 $\pm 0.03^a$	4.68 $\pm 0.41^a$
Dieta Yuca	82.8 $\pm 4.0^a$	198.8 $\pm 2.1^a$	115.9 $\pm 9.3^b$	1.76 $\pm 0.19^a$	0.31 $\pm 0.03^a$	4.29 $\pm 0.34^a$
Dieta Pijuayo	89.6 $\pm 7.2^a$	219.6 $\pm 13.9^a$	130.0 $\pm 13.6^a$	1.8 $\pm 0.13^a$	0.31 $\pm 0.03^a$	4.63 $\pm 0.48^a$
Dieta Plátano	86.9 $\pm 4.1^a$	203.6 $\pm 2.7^a$	116.7 $\pm 8.8^b$	1.71 $\pm 0.1^a$	0.33 $\pm 0.00^a$	4.24 $\pm 0.32^a$
Valor P	0.5659	0.0728	0.025	0.0863	0.1195	0.4564

No se observó diferencias significativas en el peso promedio final de los peces según ANOVA ($p > 0.05$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso de los peces en las dietas evaluadas ($p < 0.05$). El test de Tukey reflejó que la ganancia de peso de los peces alimentados con la dieta pijuayo fue significativamente superior a los peces alimentados con las dietas conteniendo yuca y plátano. Los valores de TCE obtenidas son en algunos casos superiores a otros estudios realizados en esta especie. Roubach and Saint-Paul (1993) obtuvieron valores de crecimiento diario que variaban entre 0.80, 0.98, 1.26, and 2.53 g/día en juveniles de gamitana alimentados con semillas de shiringa *Hevea* spp., arroz silvestre *Oryza* spp., punga *Pseudobombax munguba*, y una dieta control de 35% de PB en un ensayo de 42 días. Ximenes-Carneiro (1991) y Padilla (1995) obtuvieron tasas de crecimiento específico de 0.52 y 0.53 g/día, para gamitana alimentada con dietas conteniendo ensilado biológico. La conversión alimenticia en el presente estudio son buenos si comparados a los obtenidos por Roubach & Saint-Paul (1993) en un estudio similar cuyos valores variaban entre 1.8 (control) y 8.9 (para dietas a base de semillas de *Hevea* spp.).

Los resultados indican claramente que la harina de pijuayo es la mejor de las alternativas entre los tres insumos evaluados siendo que los peces alimentados con este insumo se desempeñaron igual a aquellos alimentados con la ración control. Este es un resultado interesante que sugiere que el pijuayo puede efectivamente reemplazar al trigo en dietas formuladas para el crecimiento de *Colossoma macropomum* sin comprometer el desarrollo del pez. Por lo tanto, debido a los excelentes CDA de proteína, materia seca y lípidos registrados, sumados al excepcional desempeño de los peces alimentados con la harina de pijuayo, concluimos que este insumo es la mejor de las alternativas entre los tres insumos evaluados en este estudio y se recomienda su utilización en dietas para gamitana y posiblemente pueda aplicarse en otras especies.

Referencias

- 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.
- 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. Ed. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Araújo-Lima, C. A. R. M.; Goulding, M.. 1997. So Fruitful a Fish: Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press, New York City.
- Clement, C. R. 1995. Pejibaye *Bactris gasipaes* (Palmae). In Smartt, J.; Simmonds, N. W. (Eds.). Evolution of crop plants, 2nd Ed. Longman, London. p. 383-388.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1990. Root, tubers, plantains, and banana in human nutrition. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- Fernandes, J. G. K.; Lochmann, R.; Alcántara, F. 2004. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachipomus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 35(2): 237–244.
- Mori-Pinedo, L. A.; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M. I. 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*, Cuvier 1818). *Acta Amazonica*, 29(3): 447-453
- Padilla, P. P. 1995. Influência do ensilado biológico de peixe e do peixe cozido no crescimento e composicao corporal de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Brazil.
- 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: 134-140

Ximenes-Carneiro, A. R. 1991. Elaboração e uso do ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, (Cuvier 1818). Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Brasil.