

## Harina de carne y afrecho de arroz para alimentación de alevines de Morocoto (*Piaractus brachypomus*) con diferentes niveles de proteína

### Use of meat and rice brand, in *Piaractus brachypomus* alevins feeding combination with different protein level

Wilmer José Luque-Dávila<sup>1</sup>, Miguel Zurita<sup>1</sup> y Gustavo Enrique Nouel Borges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Unidad de Investigación en Producción Animal. Barquisimeto estado Lara. <sup>2</sup>Biomínbloq CA., Gerencia General, Sarare, estado Lara. Correo electrónico: genouelb@yahoo.es

#### RESUMEN

Se evaluó crecimiento de alevines de *Piaratus brachypomus* durante 190 días, usando cuatro tratamientos con diseño completamente aleatorio y mediciones repetidas en el tiempo; seis repeticiones por tratamiento y 10 alevines/repeticion, 240 alevines, peso inicial 3,27±0,037g, longitud estándar (LS) 4,37±0,019cm, y longitud total (LT) 4,99±0,019cm. Tratamientos: T24: 34% harina de carne y hueso (HCH), 65% afrecho de arroz (PA) y 1% pre-mezcla de vitaminas y minerales (PMVM), T28: 44% HCH, 55% PA y 1% PMVM, T32: 54% HCH, 45% PA y 1% PMVM y T36: 64% HCH, 35% PA y 1% PMVM, fueron granulados húmedos (20% agua agregada) en molino para carne de 3mm de diámetro, usados secos a 60°C en estufa de aire forzado (entre 0 y 100 días de ensayo) y sin secar (entre 100 y 190 días de ensayo); tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en 24 tanques de 1x2x1,1m, 1,4m<sup>3</sup> de agua. Se ofreció alimento, base seca equivalente 10% de biomasa presente, suministrándose 50% 08:00h y 50% 17:00h. Se pesaron y midieron alevines cada 15 y 20d. En ANAVAR se encontró efecto altamente significativo (P<0,01) para tratamientos y periodo de medición (días) separando medias por prueba de LSD. En todos los periodos T36 fue superior entre los 80 y 190 días; T28 fue el segundo mejor tratamiento. Para T36 el peso a 190d fue de 243,77g; 17,72cm LS y 19,61cm LT. Estos resultados indicaron incremento en demanda de energía y menor necesidad de proteínas en alevines de más de 60d; pudiéndose reducir los costos de alimentación al incluir menos proteína animal en alimentos para terminación de alevines.

**Palabras clave:** *Piaratus brachypomus*, peces cultivados, requerimientos de nutrientes, biomasa.

#### ABSTRACT

Growth was evaluated in *Piaratus brachypomus* fingerlings by 190d, using four treatments in a completely randomized design and repeated measurements over time, six replicates per treatment and 10 fingerlings/replicate, 240 fingerlings with initial weight 3.27±0.037g, standard length (SL) and 4.37±0.019 cm total length (TL) 4.99±0.019cm. Treatments: T24 : 34% meat and bone meal (MBM), 65% rice brand (RB) and 1% premix of vitamins and minerals (PVM), T28: 44 %MBM, 55 %RB, 1%PVM , T32: 54 %MBM, 45 %RB, 1 %PVM and T36: 64 %MBM, 35%RB, 1%PVM were wet granulated (20% added water) in meat grinder to 3mm in diameter, dried at 60°C in a forced air oven (between 0 to 100 days of trial) and used fresh without drying (between 100 to 190 days of trial), the treatments were randomized into 24 tanks, 1x2x1.1m, 1.4m<sup>3</sup> water. The feed was offered dry basis of 10% of this biomass being supplied 50% at 08:00h and 50 % at 17:00h. The fingerlings were weighed and measured every 15 and 20d. ANOVA was found in highly significant (p<0.01) for treatments and measurement period (days) mean was separating for LSD tests. In all periods T36 was higher between 80 and 190 d; T28 was the second best treatment. For T36 the 190d weight 243.77g, LS and LT 17.72cm 19.61cm. These results indicate an increase in energy demand and less protein need for fingerlings after 60d; can reduce feed costs to include less animal protein to finish foods for fingerlings.

**Key words:** *Piaratus brachypomus*, Cultured fish, Nutritional requirements, Biomass.

Recibido: 03/03/15 Aprobado: 26/10/15

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una vía de producción de proteína animal de calidad a bajo costo y en pleno proceso de crecimiento, para satisfacer una alta demanda de carne de pescado y otros organismos acuáticos por parte de la población mundial. Según la FAO (2012) la acuicultura creció entre 2006 y 2011 en un 34,46% mientras que la pesca se mantuvo estable; siendo la acuicultura continental la que presentó el mayor crecimiento con un 41,85%, aportando 44,3 millones de toneladas de producto. Para el 2010 la acuicultura continental produjo 36,9 millones de toneladas, de las cuales un 91,7% fueron peces con escamas; entre estos las carpas (*Cyprinus sp.*), como las más cultivadas. También la FAO (2012) refiere que los alimentos para peces son una parte fundamental en la producción acuícola mundial, usándose en más del 60% de los sistemas de producción; incluyendo la harina de pescados como materia prima en la mayoría de los casos. Sin embargo, la producción de harina de pescado es una fuente de proteína que ha caído en casi un 50%, por reducción de las capturas desde el 2010, debido, posiblemente, a fenómenos climatológicos.

Ante la necesidad de encontrar alternativas factibles y sustentables para producir alimentos para peces, en este estudio se planteó la posibilidad de usar harina de carne y huesos desgrasada, combinado con afrecho de arroz (*Oryza sativa*), incorporados en alimentos para el morocoto, *Piaractus brachypomus*; evaluando cuatro niveles de incorporación con un rango de proteína cruda (PC) del alimento de 23,7 a 36,2%, ubicados dentro de los niveles evaluados por otros investigadores como Padilla (2000), Deza *et al.* (2002), Ortiz *et al.* (2007) y Gutiérrez *et al.* (2010) para *P. brachypomus* (Cachama blanca,

Pacú blanco, Paco, Pirapitinga, Tambaqui, Caranha, Morocoto, Mbirai o pez chato) y la cachama negra *Colossoma macropomum*, en condiciones de clima tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la incorporación de harina de carne y hueso desgrasada (HCH) y afrecho o pulidura de arroz (PA) en cuatro tratamientos descritos en el Cuadro 1. Con niveles de proteína cruda (PC) que variaron de 23,7 (T24) al 36,25 (T36)% como lo detalla el Cuadro 2.

Se planteó un diseño de experimento, completamente al azar, con mediciones repetidas en el tiempo; cada 20 días, desde el día 0 al 100 (para evitar daños a los alevines), y cada 15 días, desde el día 100 al 190; para un total de 12 mediciones sobre la totalidad de los peces.

Se utilizaron 6 repeticiones por tratamiento y 10 alevines de *P. brachypomus* por repetición, con un peso inicial de  $3,27 \pm 0,037$  g, una longitud estándar (LS) de  $4,37 \pm 0,019$  cm y una longitud total (LT) de  $4,99 \pm 0,019$  cm; para un total de 240 alevines ubicados aleatoriamente en 24 unidades experimentales.

Las unidades experimentales fueron 24 estanques de concreto armado de 1,0 m x 1,1 m x 2 m, para un volumen efectivo total de 1,4 m<sup>3</sup>, los cuales recibieron agua de recambio a razón de 2 litros por minuto, usando una llave de paso para a tal fin; sin aireación forzada y lavados cada 14 días reponiendo toda el agua. Para pesar y medir los alevines se utilizó una balanza digital analítica (0,01g) y un Ictiómetro (cm).

Se midieron algunos parámetros físico-químicos para determinar la calidad del agua y garantizar el bienestar de los animales experimentales,

Cuadro 1. Composición porcentual de las materias primas en los tratamientos empleados.

| Tratamientos | Harina de carne y hueso % | Afrecho de arroz % | Vitaminas y aminoácidos % |
|--------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| T24          | 34                        | 65                 | 1                         |
| T28          | 44                        | 55                 | 1                         |
| T32          | 54                        | 45                 | 1                         |
| T36          | 64                        | 35                 | 1                         |

Cuadro 2. Composición bromatológica de las dietas evaluadas por tratamiento.

| Materia Prima -<br>Tratamientos | Alimento |       |       |       |       |      | Costo US\$/kg<br>MS |
|---------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|------|---------------------|
|                                 | % MS     | % C   | % MO  | % EE  | % PC  | %FND |                     |
| Harina de Carne y<br>huesos     | 93,20    | 38,05 | 55,15 | 18,20 | 37,20 | ---  | 0,204               |
| Afrecho de arroz                | 91,10    | 11,25 | 84,85 | 10,9  | 13,9  | 12,7 | 0,087               |
| T24                             | 92,61    | 23,47 | 76,53 | 16,33 | 23,70 | 9,37 | 0,103               |
| T28                             | 94,13    | 26,19 | 73,81 | 16,00 | 27,90 | 8,27 | 0,109               |
| T32                             | 93,83    | 29,77 | 70,23 | 14,08 | 32,10 | 7,35 | 0,116               |
| T36                             | 94,48    | 33,36 | 66,64 | 13,82 | 36,25 | 6,27 | 0,122               |

MS: materia seca. C: cenizas. MO: materia orgánica. EE: extracto etéreo. PC: proteína cruda. FND: fibra insoluble en detergente neutro. Nota: 1 US\$ es igual a 52,10 Bs.

incluyendo medidas del pH, la temperatura, el Oxígeno disuelto y la Conductividad eléctrica; usando un pH-metro y una sonda multi-paramétrica modelo Ysi # 85-10.

Las raciones elaboradas fueron analizadas para determinar la materia seca (MS), cenizas (C), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE) y proteína cruda (PC); usando el análisis proximal de Weende, descrito por la AOAC (1984); y el contenido de la pared celular (FND), por Van Soest *et al.* (1991). Los análisis de las raciones se presentan en el Cuadro 2.

Los tratamientos fueron elaborados con las harinas molidas por un tamiz de 1mm de diámetro. Se pesaron los ingredientes, se mezclaron y se les agregó un 20% de la masa total en agua a temperatura ambiente, para luego ser granulados a través de un molino para carne marca Bohia de 2 HP.

Para la etapa de los 0 a 100 días, los gránulos resultantes fueron secados en una estufa de aire forzado por 48 horas, a 60°C, y almacenados (-10°C) en bolsas de polietileno para su uso posterior.

En la etapa de los 100 a los 190 días, los gránulos resultantes no fueron secados, se usaron frescos y, para evitar su descomposición, fueron congelados a -10°C y descongelados

hasta temperatura ambiente, para su uso directo en los estanques. Una evaluación previa al inicio del ensayo mostró que ninguno de los gránulos flotó y los húmedos se hundieron más rápido.

Se planteó el uso de gránulos húmedos en la segunda etapa del crecimiento, para ahorrar energía y hacer factible la elaboración del alimento en las propias granjas, durante la segunda etapa de crecimiento los peces consumen mayor cantidad de alimento.

Los alevines recibieron diariamente el equivalente al 10% de la biomasa total en materia seca del alimento preparado (deshidratado o húmedo), ofrecido a razón de un 50% a las 08:00 horas y el otro 50% a las 17:00 horas; ajustándose la dosis de alimento, luego de realizado cada pesaje (12 veces).

Los alimentos a ofrecer se pesaron para cada estanque, a razón de dos ofertas diarias para cada semana del ensayo; identificándose para tal fin y almacenándose (a -10°C) el alimento en bolsas herméticas de polietileno (se equilibraban a temperatura ambiente una hora antes de ser ofrecidos).

Luego de realizados los pesajes, se totalizaron las biomásas ganadas por tanque y por tratamiento, y se relacionó con el total de alimento ofrecido por tratamiento total para cada tanque y por periodo

(gránulos secos y húmedos), determinando las conversiones (kg de alimento por kg de biomasa total ganada en el período) y el costo por unidad de biomasa ganada en Bs/kg, basados en los costos de oportunidad de las materias primas en el área de influencia de Barquisimeto y Yaritagua, esto con el objeto de determinar la factibilidad económica de usar estos alimentos en la producción de *P. brachypomus*.

Los análisis estadísticos se hicieron mediante los programas (software) Statistix 8.0 (2003) y Statgraphics centurión XV, Versión 15.2.06 (2007); aplicando análisis de varianza y la prueba LSD cuando existieron diferencias estadísticas entre las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros físico químicos no mostraron efectos entre tratamientos y hora de medición (Figura 1), pero si hubo diferencias para el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y la temperatura con respecto a la hora de medición ( $P < 0,05$ ); siendo mayores el pH, la conductividad y la temperatura a las 17:00 h con relación a las 11:00 h, y el oxígeno disuelto mayor a las 11:00 h con relación a las 17:00 h. Esto es considerado como un comportamiento completamente regular para peces en estanques y sin efecto de la variación en los tratamientos. Los valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH estuvieron dentro de valores adecuados para la especie; como una temperatura de 25 a 29°C, oxígeno mínimo de 1 a 3 mg/lit (>3 óptimo crecimiento), pH de 3,5 a 11; siendo el pH óptimo de 7 a 8 (Díaz y López, 1993; Boyd, 1996). En el período de 190 días, la mortalidad total fue de cero animales.

Las mediciones repetidas en el tiempo para LT (Figura 2) y peso del alevín (Figura 3), analizadas para la varianza en un modelo completamente al azar de tratamiento vs días de medición, dio diferencias para la interacción entre tratamiento y período de medición ( $P < 0,0000$ ), considerando las tres variables analizadas.

En la Figura 3 se observa que el crecimiento en biomasa con el nivel de proteínas hasta los 80 días, de forma aproximadamente igual para todos los tratamientos excepto para el T24; pero a partir de los 100 días, el crecimiento se

incrementó en el tratamiento T36, con el mayor contenido de proteína (36,2%), y se mantuvo más o menos constante en los tratamientos T28 y T32 hasta los 130 días, cuando se observó un incremento en el tratamiento T28. También se observa que el T24, con el menor contenido de PC y el mayor contenido de pared celular, presentó el peor desempeño en peso al igual que en la longitud.

Deza *et al.* (2002), en estanques de tierra de 10.000 m<sup>2</sup>, con densidades de 1,5 alevines/m<sup>2</sup> de *P. brachypomus*, usando 10% a 2,5% de oferta de alimento del peso vivo (al inicio y al final), durante 240 días; lograron un peso final de 420 g y una LT de 26,67 cm, cuando recibieron un alimento con 33% de PC (basado en soya, harina de pescado, maíz molida y afrecho de arroz); lo cual fue superior en un 62,66% en peso final y un 7,8% en LT, al T36 del presente ensayo en 190 días (ver Figura 2 y Cuadro 4); con niveles de PC semejantes y un 40% menos de disponibilidad de energía y proteína (Cuadro 2).

Prada (1984), usando *C. macropomum*, en condiciones iguales de clima y calidad del agua, con un alimento balanceado comercial (23% PC, 5% EE y 6% de fibra bruta), ofreciendo 3% del peso vivo de alimento, con 4 peces por m<sup>2</sup>, encontró pesos de 159,41 g/cachama y una LS de 15,72 cm a los 180 días; valores inferiores a los alcanzados por el T28 y T36 del presente ensayo (Figuras 2 y 3); probablemente relacionado con la especie y con un menor consumo de alimento en el referido ensayo.

Padilla (2000), también con *C. macropomum*, con una dieta basada en harina de pescado, soya, harina de maíz, afrecho de trigo y gallinaza (18,5% PC, 4,16% de EE, 4,74 de fibra bruta y 5,89% de cenizas), logró un crecimiento de 2,23 g/alevín/día, un peso vivo de 409,97 g/Cachama y 27,98 cm de LT; casi el doble del peso a los 145 días del T36 y más de 10 cm de diferencia del LT para el mismo tratamiento. Demostró, además, una marcada diferencia en el contenido de fibra (32% más en el T36) y 566% más de cenizas; sumando ambas variables el 39,63% de la MS total, dejando solo 60,27% disponible para energía y proteínas y disminuyendo significativamente la densidad energética y proteica de la dieta.

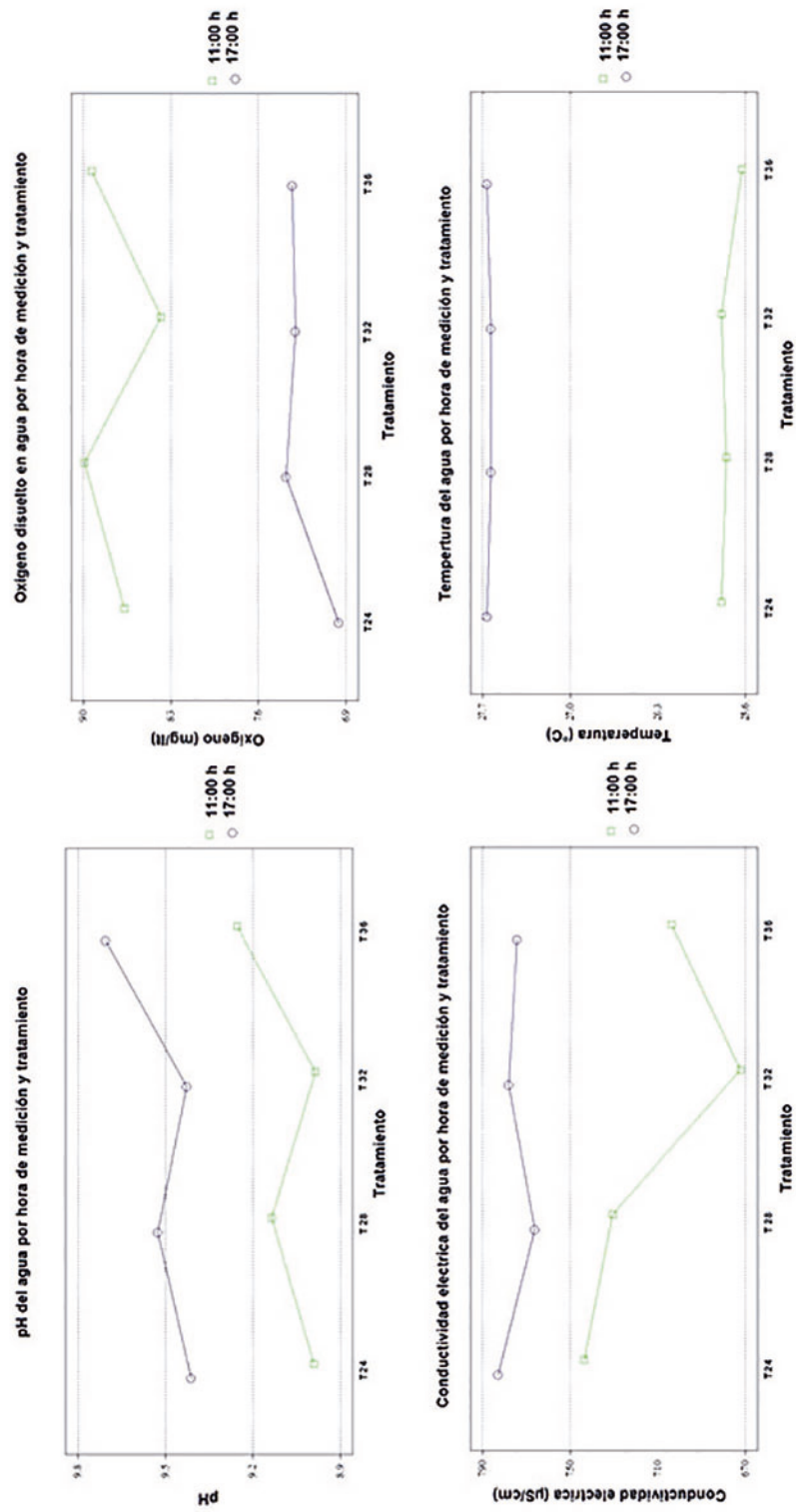


Figura 1. Parámetros físico-químicos medidos en el agua de los estanques para cada tratamiento (a las 11:00 y 17:00h).

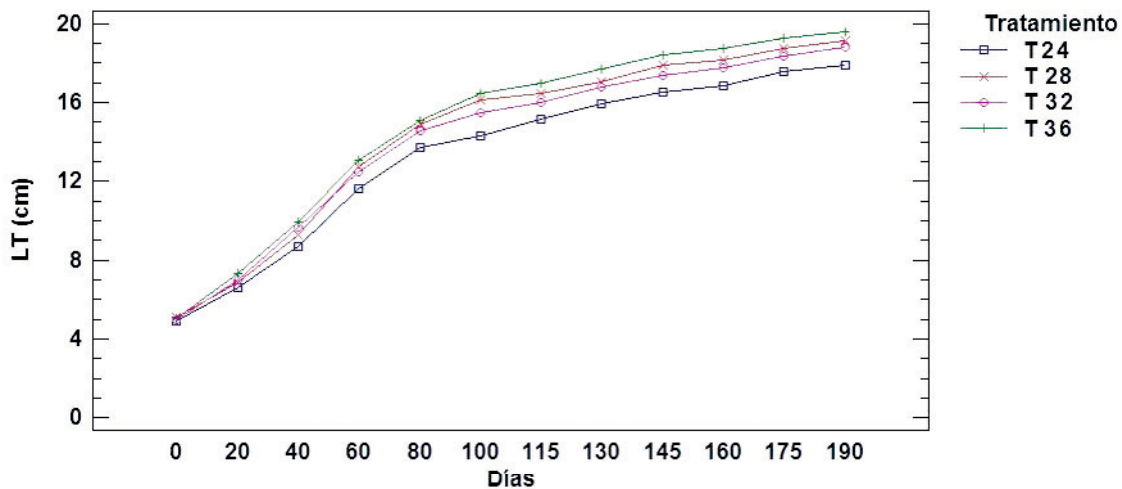


Figura 2. Curva de crecimiento en LT (cm).

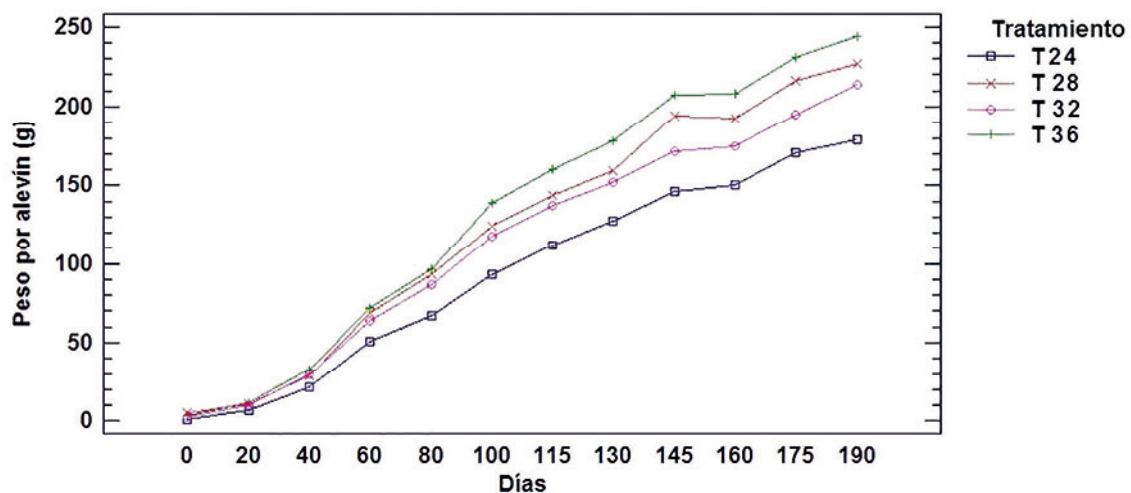


Figura 3. Curva de crecimiento en Biomasa por tratamiento.

Vásquez-Torres *et al.* (2002) usaron dietas semi-purificadas con caseína, gelatina, almidón de maíz, dextrina y glucosa, y la compararon con otra dieta con harina de pescado, de soja, afrecho de trigo y maíz; ofreciendo niveles de PC de 32,3 a 47,3%, EE de 4,3 a 9,2% y cenizas de 1,7 a 6%, durante 60 días, con alevines de peso inicial de  $11,43 \pm 1,6$  g. Como resultado observaron un mejor desempeño con la dieta de harina de pescado (29%), de soja (10%), afrecho de trigo (5%), maíz (55%); con una ganancia de peso de 90 g/alevín y una conversión de 1,2 kg de MS por kg de ganancia en biomasa, superior

al desempeño a los 60 días del T36 con 72,4 g/alevín y 96,06 g MS consumidos, para un conversión de 1,39 (Cuadro 3). Cabe destacar, que el peso inicial del ensayo de Vásquez-Torres *et al.* (2002) fue el equivalente al peso de los alevines en este ensayo a los 20 días de evaluación (11,63 g/alevín). De modo que estas dietas pudiesen estar mucho más próximas en desempeño si se comparan en igualdad de condiciones respecto a la edad y ambiente.

Vásquez-Torres *et al.* (2011) determinaron el nivel óptimo de PC en la dieta de *P. brachyomus*, evaluando un rango de 16 a 36% de PC para un

Cuadro 3. Consumo de alimentos, biomasa producida, conversión y eficiencia económica.

| Variable  | T24           | T28           | T32           | T36           | Probab, |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Ganancia diaria de biomasa por estanque 0 a 190 d (g/d)   | 7,77 ± 1,38   | 11,28 ± 0,96  | 10,52 ± 1,09  | 10,52 ± 0,86  | 0,1460  |
| Ganancia diaria de biomasa por estanque 0 a 100 d (g/d)   | 10,95 ± 0,84  | 10,34 ± 1,15  | 13,66 ± 1,00  | 11,20 ± 0,83  | 0,1078  |
| Ganancia diaria de biomasa por estanque 100 a 190 d (g/d) | 7,42          | 12,34         | 7,03          | 9,7605        | 0,2186  |
| Biomasa total ganada 0 a 190 d (g/tanque)                 | 1.476,4±263,0 | 2.143,0±182,1 | 1.998,5±206,4 | 1.998,6±163,4 | 0,1460  |
| Biomasa ganada de 0 a 100 d (g)                           | 1.095,2±83,9  | 1.032,4±114,9 | 1.365,7±100,3 | 1.120,2±82,6  | 0,1078  |
| Biomasa ganada de 100 a 190 d (g)                         | 1.127,5       | 1.066,0       | 1.398,0       | 1.152,9       | 0,4148  |
| Densidad de biomasa viva a los 100 d (kg/m <sup>3</sup> ) | 0,805±0,059b  | 0,762±0,082b  | 0,999±0,072a  | 0,824±0,059b  | 0,1084  |
| Densidad de biomasa viva a los 190 d (kg/m <sup>3</sup> ) | 1,078         | 1,555         | 1,451         | 1,451         | 0,1469  |
| Consumo total de 0 a 190 d (gMS)                          | 17.072        | 16.070        | 19.389        | 17.178        | 0,3911  |
| Consumo total de 0 a 100 d (gMS)                          | 3.722,4       | 3.692,1       | 4.116,3       | 3.773,2       | 0,5961  |
| Conversión total 0 a 190 d                                | 9,38          | 7,61          | 9,93          | 8,95          | 0,3205  |
| Conversión de 0 a 100 d                                   | 3,45±0,18     | 3,66±0,23     | 3,05±0,13     | 3,39±0,09     | 0,1047  |
| US\$/kg de biomasa de 0 a 190 d                           | 0,835±0,078b  | 0,831±0,063b  | 1,137±0,068a  | 0,993±0,068ab | 0,0425  |
| US\$/kg de biomasa de 0 a 100 d                           | 3,01          | 3,38          | 2,99          | 3,50          | 0,0619  |

Todas las observaciones se refieren a 10 alevines por estanque. Un (1) US\$ = 52,10 Bs.

período de 60 días y un peso inicial de  $15,5 \pm 0,33$  g/alevín; encontrando que 31,6% de PC fue el óptimo para esta etapa, con una ganancia en biomasa de 45,88 gr y una conversión de 1,32; valores semejantes a los encontrados en el T36, con una conversión de 1,39 y una ganancia de peso en biomasa de 60,77 g/alevín, siendo ligeramente más baja la eficiencia de uso de la dieta pero superior en ganancia de biomasa (Cuadro 3).

Kochenborger *et al.* (2000) evaluaron la harina de soya vs la de pescado como fuente de proteína, únicas o combinadas, en raciones con cereales (afrecho de arroz, afrecho de trigo y harina de maíz), a niveles de PC entre 22 y 30% en dietas ofrecidas a *Piaractus mesopotamicus* por 100 días, logrando consumos de alimento de 41,3 a 45,6 g/alevín y ganancias de biomasa de 29,0 a 36,6 g/alevín y CA de 1,19 a 1,44; con el mejor desempeño entre los 26 y 30% de PC y respuesta indiferente entre las fuentes de PC. Al compararlos con los resultados de harina de carne y afrecho de arroz se observó una ganancia de biomasa y consumo de alimento superior para todos los tratamientos (Cuadro 3), pero con una menor conversión de alimento en carne para todos los casos.

Reyes *et al.* (2003), usando combinaciones de harina de carne y huesos de pollo (mortalidad por estrés calórico de pollos sin piel ni plumas) y afrecho de arroz (4:1) en alevines de *C. macropomum*, en 98 días de ensayo e igualdad de condiciones de alojamiento y clima lograron, con el mejor tratamiento de 49% de PC, una ganancia de peso de 1,52 g/alevín/d y una conversión de alimento en biomasa de 1,23; valores superiores a los 1,05 g/alevín/d (Cuadro 3) y 1,39 de conversión del T36 en alevines a los 100 días con *P. brachypomus*. La diferencia mayor, además del contenido de PC y especie, está asociada a un menor contenido de cenizas en la dieta con carne y huesos de pollos, donde predominó la carne sobre los huesos.

Ortiz *et al.* (2007) evaluaron diversas combinaciones de recursos locales y tradicionales (*Amaranthus caudatus* L., afrecho de arroz, harina de pescado, trigo y soya), con alevines de *C. macropomum* en jaulas flotantes (1,2m<sup>3</sup>) con 100% de recambio de agua diario, por 121 días, y en dietas con 28% de PC. Ellos obtuvieron ganancias de

peso entre los 1,1 y 1,5 g/alevín/d y densidades finales de 2,6 hasta 2,89 kg de biomasa por m<sup>3</sup>; lo que representa casi el doble de la biomasa alcanzada en este ensayo, pero con ganancias de peso similares. Además lograron una mejor conversión de alimento en biomasa (2,05 a 3,68 kg/kg de biomasa), en comparación con las alcanzadas con las dietas propuestas.

Cuando se analizó la eficiencia del uso de las raciones en comparación con su costo (Cuadro 3), se consiguió que el T28 (0 a 190 días) resultó ser el tratamiento con menor costo por kg de biomasa producido, seguido del T36 que resultó en la mayor respuesta biológica. Esto permite proponer evaluar la posibilidad de usar el T32 de 0 a 100 días y el T28 de 100 a 190 días, para mejorar la eficiencia total del uso de la dieta.

Los resultados obtenidos luego de los 100 días indicaron un incremento significativo del consumo de alimentos, con la consecuencia de una menor eficiencia en el uso de los mismos. En el Cuadro 3 se aprecia que la densidad de biomasa alcanzada a los 100 días de ensayo fue entre aproximadamente 800 gramos y 1 kg por m<sup>3</sup>, mientras que a los 190 días, la densidad estuvo entre 1,05 y 1,55 kg de biomasa /m<sup>3</sup> de agua; en un sistema de baja tasa de recambio de agua. Deza *et al.* (2002) reportaron a los 240 días de cultivo, una máxima biomasa de 0,63 kg/m<sup>3</sup> en sistemas de estanques de 744 m<sup>2</sup> de superficie; lo cual es muy inferior a lo alcanzado en este ensayo, tanto a los 100 como a los 190 días. Prada (1984), en igualdad de condiciones de clima, flujo y calidad del agua, usando densidades de 2 y 4 animales por m<sup>3</sup>, logró biomásas máximas de 0,835 kg de biomasa /m<sup>3</sup> de agua, con estanques de tres m<sup>3</sup> y con un alimento comercial con 23% de PC, en 210 días de ensayo. Estos resultados demostraron demuestran un potencial de interés en la alimentación de *P. brachypomus* con los subproductos de la agroindustria evaluados.

Los análisis de la composición proximal de una muestra al azar de dos ejemplares de *P. brachypomus* por tratamiento (cuadros 4 y 5), demostraron que el mayor peso y rendimiento en canal se alcanzó para los tratamientos T32 y T36; mientras que el análisis proximal indicó que las mayores diferencias entre tratamientos (no analizadas estadísticamente) son para el



Cuadro 4. Peso de la canal y rendimiento por tratamiento.

| Variable                          | T24    | T28    | T32    | T36     | Probab, |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Peso al sacrificio (g)            | 124,2b | 167,0a | 176,4a | 156,8ab | 0,0978  |
| Peso canal (g)                    | 88,8b  | 121,1a | 131,4a | 117,9a  | 0,0865  |
| Rendimiento en canal caliente (%) | 71,6   | 71,3   | 74,5   | 75,2    | 0,1362  |
| Materia seca de la canal (%)      | 35,0   | 38,3   | 36,7   | 39,2    | 0,1627  |
| Peso vísceras (g)                 | 23,5   | 31,2   | 30,4   | 27,5    | 0,3618  |

Cuadro 5. Composición proximal de la canal y vísceras.

| Variable (%)                | T24   | T28  | T32  | T36  |
|-----------------------------|-------|------|------|------|
| MS de la Canal              | 35,0  | 38,3 | 36,7 | 39,2 |
| Ceniza en la Canal          | 13,2  | 12,6 | 13,5 | 12,0 |
| MO en la Canal              | 86,8  | 87,4 | 86,5 | 88,0 |
| PC en la canal              | 50,30 | 48,7 | 48,5 | 51,4 |
| Extracto etéreo en la canal | 35,0  | 37,7 | 37,0 | 35,6 |
| Ceniza en vísceras          | 8,2   | 7,8  | 8,5  | 10,2 |
| MO en vísceras              | 91,8  | 92,2 | 91,5 | 89,8 |
| PC en vísceras              | 47,4  | 43,0 | 42,5 | 46,0 |
| Extracto etéreo en vísceras | 34,4  | 39,2 | 38,7 | 32,7 |

contenido de EE, cenizas y PC; con una ligera ventaja para el T36, con mayor contenido de PC y menor contenido de cenizas. Vázquez-Torres *et al.* (2011) determinaron que para el nivel óptimo de 31,6% de PC en la dieta de *P. brachypomus*, se encontró una composición corporal a los 60 días de ensayo de 52,58% de PC, 32,32% de EE y 10,76% de cenizas; valores semejantes a los obtenidos en el T36 para la canal de 190 d de ensayo (Cuadro 5), con poca variación en las dietas con más tiempo de consumo.

## CONCLUSIONES

La evaluación de las cuatro combinaciones de afrecho de arroz y harina de carne y huesos demostró que el mejor desempeño metabólico de los alevines de *Piaractus brachypomus* se alcanzó para la dieta compuesta de 44% de harina de carne y hueso, aunado a un 55% de afrecho de arroz (Tratamiento T28), seguido

de la compuesta de 64% de harina y 35% de afrecho (T36). El mejor desempeño económico se alcanzó con el tratamiento T28 seguido del T24.

Se demostró que es factible el uso de afrecho de arroz y harina de carne y huesos en la fase inicial de alevinaje (hasta los 100d) sin mayor perjuicio del crecimiento de *Piaractus brachypomus*.

El alto contenido de cenizas de todos los tratamientos y la alta densidad de biomasa viva (1,45 a 1,56 kg/m<sup>3</sup>) pudo limitar la respuesta productiva y conversión de alimentos de los alevines entre los 100 y 190 días.

## LITERATURA CITADA

AOAC. Official Methods of Analysis (14<sup>th</sup> ed.). 1984. Association of Official Agricultural Chemists, Washington.

- Boyd, C. 1996. Manejo de suelos y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela, 1984. 62 p.
- Deza S, S Quiroz, M Rebaza y C. Rebaza. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "Paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. Folia Amazónica; 13(1-2): 49-64.
- Díaz, F. y R. Lopez. 1993. El cultivo de la "Cachama blanca" (*Piaractus brachypomus*) y de la "Cachama negra" (*Colossoma macropomum*). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia; pp. 207-219.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Fisheries and Aquaculture Department. Rome; 230 p.
- Gutiérrez, F. W., M. Quispe, L. Valenzuela, G. Contreras y J. Zaldívar. 2010. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la Gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. Rev. Peru. Biol. Agosto; 17(2): 219–223.
- Kochenborger, J. B., D. J. Carneiro e N. Kazue Sakomura. 2000. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Rev. Bras. Zootec.; 29(3): 646-653.
- Ortiz, J. C., N Saltos, J. C. Giacometti, A. Arrobo, C. Peñafiel y R Falconi. 2007. Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I Sangolquí, Ecuador Junio, 2007. Boletín Técnico 7, Serie Zoológica; 3: 72-81.
- Padilla, P. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de Gamitana (*Colossoma macropomum*.) IIAP 81, Folia Amazónica, 2000; 10(1-2): 81-90.
- Prada, N. R. 1984. Densidades y niveles de suministro de alimentos en el cultivo de "Cachama" *Colossoma macropomum* (Cuvier) 1818. Bioagro; 2(1): 7-26.
- Reyes, P., P. Subero, J. Rojas-Castellanos and G. Nouel-Borges. 2003. Use chicken meat flour and rice bran in rations for black Cachama (*Colossoma macropomum*) IX World Conference On Animal Production October 26 - 31 2003 Porto Alegre - Rio Grande Do Sul – Brasil; 5 p.
- Statgraphics Centurión XV 2007. Versión 15.2.06 (Statpoint, Inc. 1982-2007).
- Statistix 8. 2003. Analitical Software. Versión 8.0.
- Van Soest, P., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci.; 74: 3583.
- Vásquez-Torres, W, M. Pereira e J. A. Arias-Castellanos. 2002. Estudos para Composição de uma Dieta Referência Semipurificada para Avaliação de Exigências Nutricionais em Juvenis de Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) Rev. Bras. Zootec.; 31(1): 283-292.
- Vásquez-Torres, W., M. Pereira-Filho and J. A. Arias-Castellanos. 2011. Optimum dietary crude protein requirement for juvenile Cachama *Piaractus brachypomus*. Ciência Rural, dez; 41(12): 2183-2189.