

## Índices de rendimiento corporal en morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas Biofloc

### Carcass yield index in red belly pacu *Piaractus brachypomus* cultivated in a Biofloc system

Darwin Abad\*, David Rincón y Germán Poleo

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Agronomía. Estación de Piscicultura. Barquisimeto, Venezuela. Apartado postal 400. \*Correo electrónico: darwin.abad@ucla.edu.ve

#### RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar los índices de rendimiento corporal (canal, viscerosomático, hepatosomático y escamas) del morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas Biofloc. Mil trescientos juveniles de morocoto con talla promedio de  $10 \pm 0,2$  cm y  $15 \pm 3,1$  g de peso, fueron sembrados en cinco tanques circulares de  $15 \text{ m}^3$  a una densidad de  $17,3$  organismos/ $\text{m}^3$ . Los peces fueron alimentados a saciedad aparente con alimento comercial (28% PC) durante un periodo de 210 días. Ciento treinta peces fueron sacrificados por choque térmico en agua fría ( $6-8^\circ\text{C}$ ) y destinados para el estudio de rendimiento. Se establecieron tres clases de peso (390-439 g; 440-479 g y 480-520 g) y se midió longitud a la furca (LF). Después del beneficiado se determinaron los parámetros del peso representados por el peso fresco (PF), peso de la canal (PC), peso de vísceras (PV), peso del hígado (PH) y peso de las escamas (PE). Igualmente se calculó el rendimiento de la canal (RC), índice viscerosomático (IVS), índice hepato somático (IHS) y el porcentaje de escamas (RE). Los peces alcanzaron una longitud promedio de  $24,5 \pm 1,3$  cm y un peso promedio de  $455,9 \pm 28,2$  g y las categorías de peso presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ). Los valores de RC, IVS y RE no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), lo cual si fue observado para IHS entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ). Estos resultados permiten inferir que los índices de rendimiento no fueron afectados y que el morocoto crece muy bien en el sistema de cultivo usado.

**Palabras claves:** canal, *Piaractus*, rendimiento, morocoto, piscicultura.

#### ABSTRACT

The main purpose of this research was to find out the corporal yield index (carcass, viscero somatic, hepato somatic and fish scales) of red belly pacu *Piaractus brachypomus* cultivated in a biofloc system. One thousand three hundred juvenile pacu with average size of  $10 \pm 0,2$  cm and weight of  $15 \pm 3,1$  g, were stocked at a density of  $17,3$  fish/ $\text{m}^3$  in a circular tank of  $15 \text{ m}^3$  capacity. The fish were fed to apparent satiation with a commercial feed (28% Crude Protein) for 210 days. One hundred thirty fish were sacrificed in cold water ( $6-8^\circ\text{C}$ ) and used to calculate carcass yield. Three weight classes were established (390-439 g; 440-479 g and 480-520 g) and the fork length was measured. After slaughter the weight variables measured were: fresh weight (PF), gutted weight (PC), liver weight (PH) and scales weight (PE). They were also calculated the carcass yield (RC), viscero somatic index (IVS), liver index (IHS) and scales percentage (RE). Fish got an average length of  $24,5 \pm 1,3$  cm and  $455,9 \pm 28,2$  g of average weight and in weight classes. Obtained statistical differences ( $P < 0,05$ ). Statistical differences ( $P > 0,05$ ) were not observed in values RC, IVS and RE; in IHS was obtained statistical differences into treatments ( $P < 0,05$ ). These results showed that fish yield was not affected and the red-belly pacu obtained very good growth of culture system used.

**Key words:** carcass, *Piaractus*, yield, pacu, pisciculture.

Recibido: 06/06/14 Aprobado: 01/12/14

## INTRODUCCIÓN

El morocoto *Piaractus brachypomus* un pez reofílico de porte relativamente grande, ampliamente distribuido en la cuenca del Orinoco y Amazonas, que representa un excelente y abundante producto de la pesca fluvial, ofertándose apreciablemente en los mercados locales y algunas ciudades de importancia en el país (Sola, 1987; González y Heredia, 1989; Mora, 2005). En Colombia es conocido como cachama blanca, en Brasil como pirapitingay en Perú como pacu, donde su cultivo se ha desarrollado y extendido de forma sólida (Díaz y López, 1995; González, 2001; Vásquez-Torres, 2004). En Brasil y Perú por ejemplo, la producción de carácidos ha estado aumentando constantemente, hasta llegar a una producción de 300mil TM en 2010 (FAO, 2012).

La producción de *P. brachypomus* en Venezuela, se inició desde 1983, con un promedio de 50 toneladas por año, y a partir del año 2005 experimentó un crecimiento interesante que llegó a 5000 TM, para luego sufrir un descenso considerable en 2009 a 1.730 TM (INSOPESCA, 2010).

La producción de cachamas (blanca, negra y sus híbridos) se realiza de forma tradicional en sistemas semi-intensivos de laguna con el fondo de arcilla. Sin embargo, existen reportes de su cultivo en jaulas (Mora y Salaya, 1994; Granado 2000) y en sistemas cerrados (Poleo *et al.*, 2011).

El cultivo en sistemas de biofloc se ha venido implementando en Venezuela con la intención de aumentar los niveles de producción de peces y mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, lográndose biomásas entre 8 y 12 kg/m<sup>3</sup> en el cultivo de cachama blanca *P. brachypomus* (Poleo *et al.*, 2011) y de 6 a 8 kg/m<sup>3</sup> con el híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (Rodríguez *et al.*, 2012). Pero, en estos sistemas intensivos los volúmenes de producción pueden aumentar hasta los 18 kg/m<sup>3</sup> en 180 y 210 días como se ha hecho con tilapias (Rackocy *et al.*, 2000; Avnimelech, 2009).

La tecnología de biofloc (BFT) consiste en estimular el crecimiento de bacterias que transformarán los metabolitos tóxicos, producto del metabolismo de los peces la descomposición

bacteriana de la materia orgánica, en compuestos menos letales. Los flóculos que se forman en estos sistemas están compuestos por bacterias, protozoarios, plancton y restos de alimento (Avnimelech, 2009). De esta forma se aumenta el sustrato que será colonizado por las bacterias autotróficas y heterotróficas; las autotróficas realizan un proceso de nitrificación en presencia de oxígeno, el cual convierte el amonio a nitrato, que los peces pueden tolerar en altas concentraciones y también es utilizado por el fitoplancton presente en el agua. Las heterotróficas utilizan tanto el amonio como el nitrito para su crecimiento disminuyendo así el riesgo de toxicidad (Ebeling *et al.*, 2006). La aplicación de biotecnología de flóculos en la acuicultura ofrece una solución para evitar el impacto ambiental por las altas descargas de nutrientes y reduce el uso de alimento comercial (Avnimelech, 2009; Ekasari *et al.*, 2010).

Con *P. brachypomus* han logrado muy buenos resultados en los procesos de producción; sin embargo, poco se ha investigado sobre su manejo post-cosecha, que es un aspecto de suma importancia (Bello y Gil, 1992). Este conocimiento podría conducir al logro de una comercialización más adecuada para esta especie, cuya producción puede llegar a ser muy alta (25mil-60mil kg/Ha/año) con sistemas intensivos. Por otro lado, en Venezuela existen pocos los estudios enfocados al aprovechamiento de especies piscícolas cultivadas, específicamente *Piaractus Colossoma*, que evalúen factores importantes en técnicas postcosecha y valor agregado, ya que su comercialización todavía se realiza como pescado entero (Mora, 2005). De esta manera se pueden fijar estrategias en aspectos relacionados con el manejo, industrialización y comercialización.

Desde el punto de vista tecnológico, la carne de estas especies es estable y de excelentes características lo que las convierte en una materia prima ideal para elaborar productos a base de carne de pescado, poseyendo además alto valor nutricional (Caraciolo *et al.*, 2001; Cabello *et al.*, 2003).

Los estudios sobre los porcentajes de rendimiento de canal son escasos y no se dispone de resultados de investigación que sustenten los

parámetros idóneos que beneficien el incremento de la producción de cachazas (negra, morocoto y sus híbridos) en el país; de allí que el objetivo principal de esta investigación fue determinar los índices de rendimiento corporal (canal, viscerosomático, hepatosomático y escamas) de *Piaractus brachypomus* cultivada en sistemas Biofloc, para aumentar la disponibilidad de datos importantes sobre el desempeño productivo de esta especie en cultivos intensivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en las instalaciones de la estación de piscicultura adscrita al Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Dicha estación se encuentra en Yaritagua estado Yaracuy entre los 10° 07' 03,00" Norte, 69° 06' 48,93" Oeste, con una Altitud: 513 m.s.n.m.

### Condiciones experimentales para *Piaractus brachypomus* en biofloc

El ensayo fue realizado en cinco tanques circulares de concreto de 15 m<sup>3</sup> de capacidad. Todos los tanques presentaron las mismas condiciones experimentales; fueron dotados con aireación fuerte y turbulenta generada con un soplador de 5 HP (Sweetwater, USA) para mantener los sólidos en suspensión. El sistema fue preparado con Melaza, a razón de 200 g(m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> por cada kg de alimento añadido, como fuente de carbono para producir un co-cultivo bacteriano (autotróficas y heterotróficas) que caracteriza a estos sistemas, manteniendo una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 18:1 (Avnimelech, 2009). Los tanques utilizados no contaron con una dotación de sedimentadores automáticos, que permiten colectar el exceso de sedimento y mantener unas condiciones confortables dentro de los tanques (Rackocy *et al.*, 2000; Avnimelech, 2009).

### Animales experimentales

Los peces utilizados en el estudio fueron obtenidos mediante reproducción inducida realizada en la estación. Se sembraron 1.300 juveniles talla promedio de 10±0,2 cm y 15±3,1 g de peso, distribuidos en cinco tanques a una densidad de 17,3 peces/m<sup>3</sup>.

### Régimen de alimentación

Se alimentaron dos veces al día, con alimento balanceado comercial Puripargo® (Purina, Venezuela) de 28% de proteínas crudas (28% PC) durante 210 días. Se realizó un muestreo biométrico mensual para monitorear la ganancia de peso de los peces.

### Índices de Rendimiento Corporal de *Piaractus brachypomus*

Al finalizar el proceso de engorde fueron seleccionados 130 peces de la población total de los 5 tanques (26 peces /tanque). Los mismos fueron tomados de manera aleatorizada para realizar los análisis respectivos.

En base a los pesos finales (PF) tomados, los peces se distribuyeron en tres clases (I-III), con 9 peces cada clase, agrupándose en las siguientes categorías:

Clase I (C-I)= intervalo de peso 390-439 g

Clase II (C-II)= intervalo de peso 440-479 g

Clase III (C-III)= intervalo de peso 480-520 g

Los peces fueron sacrificados por choque térmico en agua fría (6-8°C) según las recomendaciones de Caraciolo *et al.* (2001) y Mora (2005). Se les tomó la longitud a la furca (LF), desde el extremo anterior de la boca hasta la horquilla de la aleta caudal, como única variable morfométrica. Seguidamente los peces fueron pesados con una balanza (±0,01 g de apreciación, Ohaus, modelo TS120S, USA).

Se realizó el beneficiado del pescado con el propósito de determinar las siguientes variables de peso según la metodología aplicada por Mora (2005):

Peso fresco (PF): peso del pez entero.

Peso de canal (PC): peso del pez luego de retirarse las vísceras.

Peso de vísceras (PV): [(PF) – (PC)]

Peso del hígado (PH): este se retiró de las vísceras luego del pesaje de las mismas.

Peso de Escamas (PE): estas se tomaron de cada pez procesado.

Para el cálculo de los rendimientos corporales se utilizaron modificaciones realizadas a la

ecuación general formulada por Ruttenet *al.* (2004) según la variable a determinar y fueron empleados los siguientes índices:

Rendimiento de canal RC:  $[(PC)/(PF)*100]$ .

Índice viscerosomático IVS:  $[(PV)/(PF)* 100]$ .

Índice hepatosomático IHS:  $[(PH)/(PF)* 100]$ .

Porcentaje de Escamas RE:  $[(PE)/(PF)* 100]$

### Calidad de agua

Se realizaron mediciones de los parámetros físico-químicos para monitorear la calidad del agua durante los 210 días de cultivo. La temperatura fue registrada diariamente con un termómetro digital. También se realizó un monitoreo de la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto OD en el agua del cultivo con el empleo de un Oxímetro (YSI 85. USA). El pH se midió semanalmente con un potenciómetro de campo (OAKTON, pH/CON 510 series. Singapore). El amonio y nitritos fueron medidos una vez por semana con una Test Kit Model FF-1<sup>a</sup> (HACH, Cat, N<sup>o</sup>. 2430-02). Se mantuvo una tasa mínima de recambio diario (1,8% diario) para evitar la acumulación excesiva de floc y sólidos sedimentables, que al aumentar (>500 ml/l) afectan el consumo de alimento en los peces.

### Diseño experimental

Se empleo un diseño completamente aleatorio, cuyo factor independiente único fue la categorización de pesos (C-I; C-II y C-III). Los tanques fueron considerados unidades experimentales y los peces como unidades de muestreo o repeticiones, dentro de cada categoría, para efecto de las comparaciones de medias obtenidas.

### Procesamiento de datos y análisis estadísticos.

Se elaboraron matrices con todos los datos obtenidos. Los valores fueron analizados con estadística descriptiva, expresados en promedio  $\bar{X}$  y desviación estándar DE con 95% de significación. El histograma de frecuencia se obtuvo con los diferentes intervalos de peso encontrados en el lote de peces seleccionados. Los datos fueron sometidos a un análisis de Modelo Lineal General (GLM), para cada uno

de los índices de rendimientos corporales determinados, y luego se aplicó una prueba Tukey *a posteriori* con 5% de significancia, utilizando el programa estadístico SPSS 17.0 (Visauta, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento final y producción de biomasa de *Piaractus brachypomus*

Al final de la fase de cultivo, los peces obtuvieron una longitud (LF) y peso (PF) de  $24,5 \pm 1,3$  cm y  $455,9 \pm 28,2$  gr respectivamente, con una tasa de ganancia de peso de 2,11 g/ día y una biomasa promedio de 7,89 kg/m<sup>3</sup>. Poleo *et al.* (2011) obtuvo un incremento de peso promedio de 2,33 g/ día al probar dos sistemas intensivos de cultivo, y señala que no difiere mucho de experiencias en cultivos intensivos de esta especie en jaulas, donde Granado (2000) reportó ganancia de peso con *P. brachypomus* 14 peces/m<sup>3</sup>. Cultivos de *C. macropomum* en jaulas han mostrado tasas de crecimiento diario de hasta 4 g por día a densidades finales de 12 kg m<sup>3</sup> y 21 kg m<sup>3</sup> (Gomes *et al.*, 2006; Chagas *et al.*, 2007).

Los parámetros físico-químicos del agua, como temperatura y oxígeno disuelto, se muestran en la Cuadro 1 y se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de la cachamas según Gonzáles y Heredia (1989). En el caso del amonio los valores presentes en el agua llegaron a valores máximos de 1,8 mg/l en los últimos 2 meses debido a que las bacterias nitrificantes transforman el nitrógeno amoniacal NH<sub>4</sub><sup>+</sup>a nitrato NO<sub>3</sub><sup>-</sup>a una tasa menor que las bacterias heterotróficas (Hargreaves, 2006; De Schryver *et al.*, 2008).

### Variables del beneficiado y peso de la canal de *P. brachypomus*

Los valores de las variables corporales medidas se presentan en la Cuadro 2, donde se observa variación proporcional relacionada al aumento de la longitud y el peso. La mayor cantidad de organismos se encontró en los rangos de peso entre 440 y 480 g (Figura 1) con una LF promedio de  $24,64 \pm 0,5$  cm, valores estos que se consideran normales, tomando en cuenta

Cuadro 1. Valores promedios, mínimos y máximos de cada una de las variables de la calidad de agua medidas durante el cultivo de cachama blanca *Piaractus brachypomus* en sistemas cero recambio biofloc.

VARIABLES	Mínimo	Promedio	Máximo
Temperatura °C	25° C	27° C	30° C
Conductividad µs	409,3	545,2±14,3	780,7
Oxígeno Disuelto mg.l <sup>-1</sup>	5,7	8,9±2,0	10,4
pH	7,5	7,8± 0,6	8,5
Amonio mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,9±0,8	1,8
Nitrito mg.l <sup>-1</sup>	<0,05	<0,05	<0,05

Cuadro 2. Variables morfométricas y de peso obtenidas del beneficiado de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* cultivadas en sistemas cero recambio Biofloc.

VARIABLES	Rango peso (gr)	Media± DE(cm)	Mínimos y máximos
Longitud a la furca (LF)	390 – 439	23,56±0,34c	23,3 - 24,0
	440 – 479	24,64±0,29b	24,3 - 25,0
	480– 520	25,30±0,28 a	25,1 - 25,8
VARIABLES	Rango peso (gr)	Media±DE (gr)	
Peso Fresco (PF)	390 – 439	415,0± 17,32c	390,5 - 430,1
	440 – 479	454,62±10,50 b	440,9 - 470,2
	480– 520	492,00± 17,89a	480,4 - 520,6
Peso canal (PC)	390 – 439	363,58± 9,16c	350,5 - 369,6
	440 – 479	389,86± 13,56b	373,6 - 423,2
	480– 520	430,24±4,60 a	425,2 - 437,0
Peso vísceras (PV)	390 – 439	51,50±8,40 b	40,0 - 60,4
	440 – 479	64,85± 7,42a	46,8 - 75,2
	480– 520	61,80±13,73 ab	50,0 - 83,0
Peso hígado (PH)	390 – 439	6,09±0,46 a	57,6 - 67,6
	440 – 479	5,96±0,00 a	56,3 - 59,6
	480– 520	6,41±0,47 a	5,96 – 6,99
Peso escamas (PE)	390 – 439	4,0±0,00 b	42,8 - 43,5
	440 – 479	4,85±0,16 a	43,2 - 48,5
	480– 520	5,0±0,15 a	48,4 – 52,6

Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

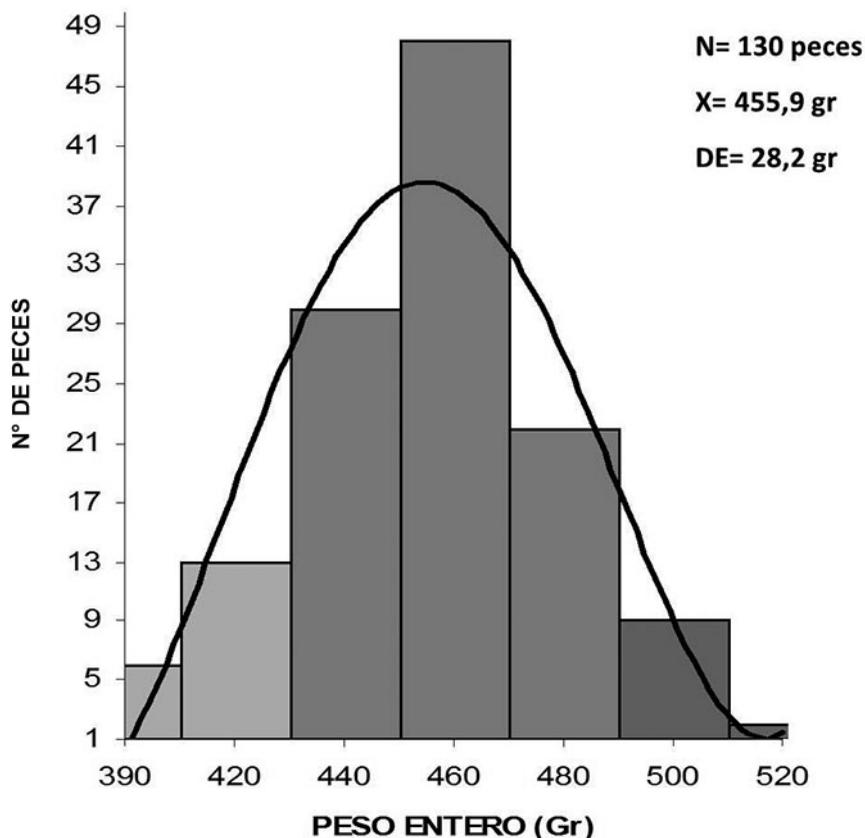


Figura 1. Histograma de frecuencia de pesos de la cachama blanca *Piaractusbrachypomuscultivada* en sistemas Biofloc.

el manejo aplicado en el cultivo de los peces durante todo el periodo experimental.

Para la longitud LF y el peso PF se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre las categorías de pesos, al igual que se observó para el peso de la canal (PC) según lo esperado (Cuadro 2). Para la variable PV también se encontraron diferencias estadísticas entre las categorías, donde los mayores valores se observaron en la clase C-II (64,85 g) y los menores en la clase C-I (51,50 g); presentando la clase III valores intermedios (61,80 g). La variable PH presentó un valor mayor para la categoría C-II aunque sin diferencias estadísticamente significativas en relación a las demás clases. El peso de las escamas PE tuvo el mayor promedio en la clase C-III (5,0), aunque sin diferencias significativas con relación a la clase C-II (4,85). El menor valor en PE se observó en la clase C-I (4,0), con diferencias significativas con relación a las otras dos clases ( $P < 0,05$ ).

En la producción de cachamas en Venezuela, la documentación sobre el manejo postcosecha de los cultivos es escasa. Solo a excepción de Brasil y Colombia, los reportes sobre experiencias relacionadas con el tema son pocas y no han sido, suficientemente, utilizados para favorecer la comercialización de sarrasálmidos y otras especies con potencial en la piscicultura (Cabello *et al.*, 2003). Sin embargo Mora (2005) señaló que se pueden establecer otras formas no tradicionales de comercialización y presentación del producto.

#### **Índices de rendimientos corporales de *Piaractusbrachypomus***

Los valores de los índices rendimiento en canal al final de la experiencia se representan en el Cuadro 3 y en la Figura 2. Los valores de rendimiento de canal (RC) fueron de 87,66%, 85,75% y 87,51% en las clases de peso 390-439 g, 440-479 g y 480-520 g respectivamente sin

Cuadro 3. Índices de rendimientos corporales de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* cultivada en sistemas de cero recambio biofloc.

VARIABLES	Rango peso (gr)	Media±DE (%)	Mínimos y máximos
RC	390 – 439	87,66±1,58 a	85,95 - 89,74
	440 – 479	85,75±1,66 a	83,65 - 90,04
	480– 520	87,51±2,28 a	84,04 - 89,58
IVS	390 – 439	12,34±1,58 a	10,26 - 14,05
	440 – 479	14,25±3,66 a	9,96 - 16,35
	480– 520	12,49±2,28 a	10,42 - 15,96
IHS	390 – 439	1,47±,08 a	1,40 - 1,57
	440 – 479	1,31±0,03 b	1,27- 1,36
	480– 520	1,30±0,05b	1,24 - 1,35
Rendimiento de escamas RE	390 – 439	1,05±0,05a	1,01 - 1,12
	440 – 479	1,03±0,02a	0,99 - 1,09
	480– 520	1,03±0,02 a	1,01 - 1,05

RC: rendimiento de canal; IVS: índice viscerosomático; IHS: índice hepatosomático; letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

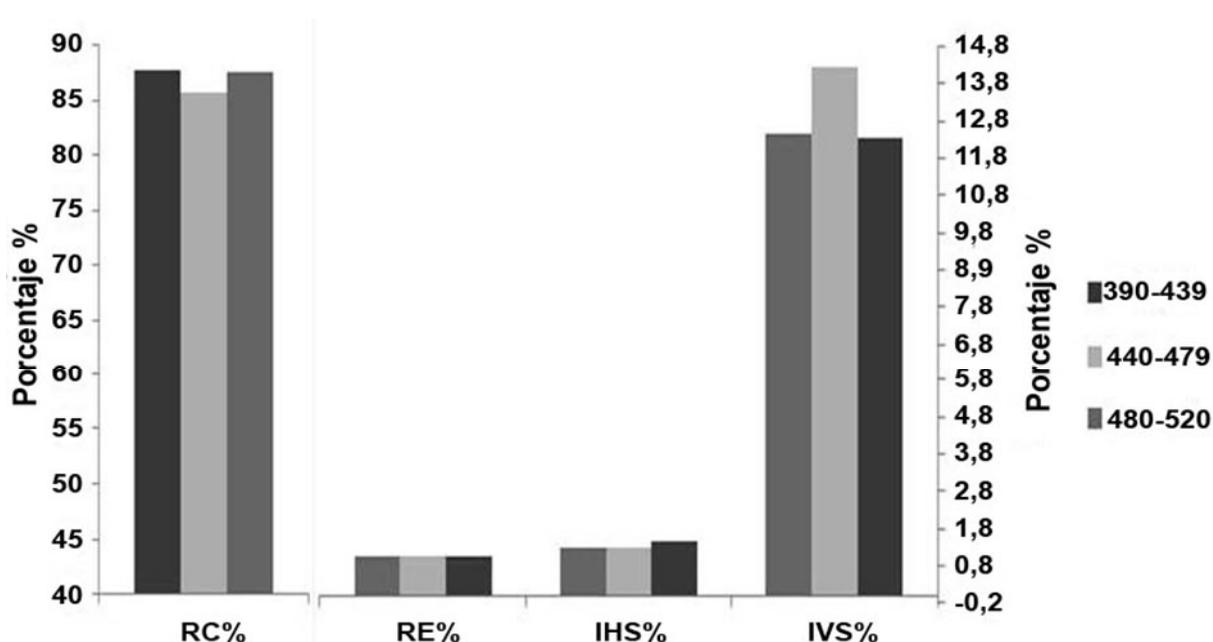


Figura 2. Índices de rendimiento corporal de la cachama *Piaractus brachypomus* al final del cultivo en sistemas biofloc.

diferencias significativas entre ellos. Esto indica que los peces se encontraban en buen estado físico al momento de la cosecha, y por lo tanto, la diferencia de talla no afecta los rendimientos de canal, como si puede ser un factor influyente las técnicas de cortes empleadas y el operario (Méndez *et al.*, 2011).

Mora (2005) reportó valores de RC similares a los encontrados en esta experiencia (86,8%), en ejemplares de *P. brachypomus* con pesos de 0,8 a 1,2 kg y 35 cm de longitud, mientras que en otra investigación realizada con cachaza y Mora *et al.* (1997) obtuvieron un máximo rendimiento de la canal de 87%; valores similares a los encontrados en esta investigación. Podemos inferir que estos porcentajes son poco variables en los peces con diferentes tallas de engorde, entre 450 y 1200 g, disminuyendo cuando estos organismos están cercanos a la etapa de formación gonadal, aumentando la proporción de vísceras de acuerdo con lo argumentado por Basso y Ferreira (2011). Por su parte, Espinosa (1989) encontró RC de 92,8% en *P. brachypomus*, con pesos de 0,6 kg en lagunas de tierra. Por esta razón, el valor de RC obtenido en esta investigación, se considera bueno e indica que el sistema de cultivo empleado proporciona un crecimiento adecuado en los peces, bajo estas condiciones intensivas proporcionalmente relacionado a la tasa de alimentación.

Para *Piaractus mesopotamicus* Bombardelli *et al.* (2007) encontraron un RC de 81,3% y 84,4% con diferentes dietas ensayadas, donde el menor valor fue obtenido con una dieta artesanal de residuos vegetales, y el mayor valor con una ración comercial. Faria *et al.* (2002) en Mora 2005 señaló un rendimiento de 88,9% también en *P. mesopotamicus*.

A diferencia de *Colossoma macropomum*, el morocoto presenta una menor dimensión de la cabeza incidiendo esto sobre los rendimientos en la producción de filete y porción comestible que pueden ser mayores. No obstante, al igual que esta especie emparentada presenta espinas intramusculares bifurcadas que pudieran ser las responsables de la baja aceptación de estos peces redondos en los mercados urbanos más importantes del país (Méndez *et al.*, 2011). Por otro lado, las características tecnológicas en canal de la cachama, con el fin de aumentar su

aceptación pueden ser enmendadas o mejoradas con cortes realizados a nivel del músculo para minimizar las espinas, tal y como es consumida mayormente en los llanos venezolanos. El valor de RC encontrado, evidencia que resulta adecuada su comercialización en forma entera, de ejemplares de 400 y 500 g preferiblemente empacado; mientras que peces con mayores tallas serían más convenientes emplear para la obtención de filetes (Basso y Ferreira, 2011).

Con respecto al índice viscerosomático (IVS) el mayor valor fue determinado para los peces con pesos de 440-479 g (14,25%) aunque sin diferencias significativas con relación a los otros rangos de peso (Cuadro 3). El IVS en esta investigación fue similar al señalado por Mora (2005) quien encontró una proporción de vísceras (IVS) de 13,2% en ejemplares de *P. brachypomus* de 0,8 Kg; explicando que el tamaño de los ejemplares influye sobre el valor de este índice, dado que, los peces en estadios menores tienen menor proporción de carne y mayor cavidad visceral. En el momento de la extracción de las vísceras los peces presentaron estómago con contenido de biofloc y esto pudo afectar el cálculo de este índice corporal; sin embargo los valores obtenidos oscilan entre los obtenidos por otros autores. Espinosa (1989) encontró para la especie, con pesos de 0,6 kg, un rendimiento en vísceras de 8,6% adicionando escamas y branquias; valor que fue observado en algunos ejemplares utilizados en esta investigación. Por otro lado, Abad (2010) determinó un menor IVS en juveniles de *P. brachypomus* con 61,3 g de peso promedio, alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de río *Macrobrachium jelskii*, lo que indica que el manejo influye sobre el desempeño productivo de los peces. En este caso, el sistema de cultivo empleado no altera los índices de rendimiento corporal y se observa que el morocoto obtiene un buen desempeño productivo en biofloc, y como respuesta un aumento de biomasa producida, como también se ha logrado con cultivos de tilapia (Cedano-Castro *et al.*, 2013; Rackocy *et al.*, 2000).

Durante la evisceración pueden encontrarse pérdidas mayores, por cuanto estos peces tienden a acumular grasa abdominal que llegan a representar hasta 5% del peso corporal (Mora *et al.*, 1997); no obstante, en este estudio no fue

observada dicha variable. Esta condición puede ser atribuida al manejo en cautiverio, ya que la restricción de locomoción y desplazamiento pueden favorecer una mayor acumulación de grasa en las vísceras, repercutiendo en los rendimientos finales (Méndez, *et al.*, 2011)

El índice hepatosomático (IHS) más alto (1,47%) se encontró en la clase C-I y presentó diferencias significativas con relación a las clases C-II y C-III, las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ), tal como se aprecia en el Cuadro 3. Los peces de menor talla presentaron mayor proporción del hígado, lo cual puede estar más relacionado a una condición fisiológica de los organismos, y no al manejo empleado de las condiciones de cultivo. Abad (2010) obtuvo valores de IHS entre 1,50 y 1,76% en juveniles de *P. brachypomus* que fueron alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de río *Macrobrachium jelskii*, y observó que este aumentaba a medida que se incluía mayor porcentaje de la harina en el alimento. Pese a que, este autor señala que no se cuentan con experiencias diversas y bases de datos de rendimiento sobre peces carácidos de interés comercial, que determinen un IHS aceptable para el cultivo de estas especies; al realizar una comparación entre los valores de este índice, obtenidos de ambas experiencias se observa que son similares.

El porcentaje de escamas (RE) fue similar para todos los lotes de pesos y sin encontrarse diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). Esto indica que no existe una relación de esta variable, con respecto al peso que presentó el pez al momento de la cosecha en estos sistemas de cultivo biofloc. No existen experiencias diversas que permitan comparar los resultados obtenidos en este estudio para *P. brachypomus*. A pesar de que, para *P. mesopotamicus*, Bombardelli *et al.* (2007) encontraron valores de RE de 6,34 y 6,47% con varias dietas ensayadas, los cuales son superiores a los encontrados en este estudio. A pesar de pertenecer al mismo género esta diferencia pudiera estar relacionada con las condiciones ambientales en las que se desenvuelven estas especies. Las mediciones de estos parámetros permiten también hacer comparaciones entre especies de peces comerciales y, de esta manera, visualizar su

potencial para la industrialización (Contreras-Guzmán, 1994).

Se observa que los valores de índices de rendimiento en canal para el morocoto en sistemas intensivos no son diferentes a los obtenidos en investigación realizadas por Mora (2005) y Méndez *et al.* (2011) entre otros. Esto denota que esta especie posee una ganancia en peso, indiferentemente del sistema en el cual se encuentre confinado, presentando como resultado un crecimiento alométrico mayorante (Poleo *et al.*, 2011), que es uniforme y no altera el incremento de las variables corporales.

## CONCLUSIONES

El morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas de biofloc presentó valores de rendimientos de canal similares a los obtenidos por peces cultivados en sistemas semi-intensivos de lagunas tierra y tanques.

Los índices de rendimiento de la *P. brachypomus* no se alteran de forma negativa, por lo que este método de cultivo resulta adecuado para diversificar y aumentar la producción de pescado. Numéricamente el mayor rendimiento de canal se observó en animales con pesos mayores tal y como han sido señalados por otros autores que han determinado estos índices con peces cultivados en estanques y lagunas.

Los peces tuvieron IHS% con ligera diferencia entre las categorías de pesos, sin embargo, esto no se relaciona con ninguna patología nutricional ni de estrés.

Los valores de rendimiento de canal encontrados en todos los peces evidencian que sería muy favorable su comercialización de forma entera con tallas entre 400 y 500 g de peso, preferiblemente empaçado.

La tecnología Biofloc puede resultar ventajosa de usar en lugares donde el recurso espacio y agua son limitados, teniendo en cuenta que los estándares de producción se mantienen sin afectar el aumento de biomasa.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan agradecimientos a la Estación de Piscicultura de la Universidad

Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por facilitar todas las condiciones y el financiamiento necesario para la realización de este estudio. Al personal obrero calificado que labora en esta institución por su valiosa colaboración.

### LITERATURA CITADA

- Abad, D. 2010. Crecimiento de alevines de cachama blanca *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (PISCES: CHARACIDAE) alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de agua dulce *Macrobrachiumjelskii* (Miers, 1872) (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE). Universidad de Oriente. Datos no Publicados. 82 p.
- Arias, J. 1988. Apuntes sobre el cultivo de la cachama en el Meta. *Agrometa*, 20: 9-10.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology- A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, United States. 181 p.
- Basso, L. e M. Ferreira. 2011. Efeito do peso ao abate nos rendimentos dos processamentos do pacu (*Piaractusmesopotamicus*). *Revista Agrarian*, Dourados: 4 (12) 134-139
- Bello, R. y W. Gil. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossomamacropomum*) cultivada, como fuente de alimento. Programa Cooperativo Gubernamental FAO-ITALIA. Proyecto AQUILA II. Documento de Campo n° 2. 113p.
- Bombardelli, R., E. Bencke e E. Sánchez. 2007. Processamento da carne do pacu (*Piaractusmesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. *Maringá* 29 (4) 457-463.
- Cabello, A., B. Figuera, M. Martínez y O. Vallenilla. 2003. Optimización del proceso de deshuesado de *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae). X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Resúmenes Ampliados. San José, Costa Rica.
- Caraciolo, M., S. Kruger e F. J. Costa. 2001. Estratégias de fi letagem e aproveitamento da carne de tambaqui. *Panorama da Aqüicultura*, 67: 25-29.
- Cedano-Castro, M., A. Lujan-Bulnes y H. Suárez Marín. 2013. Crianza de *Oreochromisniloticus* Var chitralada en sistemabio-floc en la Empresa Produmar SA, Guayaquil (Ecuador). *Rebiolest*; 1(2): 79 p.
- Chagas, E. C., L. de C. Gomes, H. Martins júnior e R. Roubach. 2007. Produtividade de tambaqui criado em Tanquerede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, 37: 1109-1115.
- Contreras-Guzmán, E. 1994. *Bioquímica de pescados ederivados*. Funep, Jaboticabal, Brazil. 401 p.
- De Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt , N. Boon and W. Verstraete. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277: 125-137.
- Díaz, F. y R. López. 1995. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractusbrachypomus*) y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*): Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). pp 207 – 221.
- Ebeling, J. M., M. B. Timmons and J. Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, Vol. 257, 346-358.
- Ekasari, J., R. Crab and W. Verstraete. 2010. Primary Nutritional Content of Bio-Flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI Journal of Biosciences* September 2010, Vol. 17 (3), 125-130.
- Espinosa, G. 1989. Caracterización tecnológica de la cachama blanca (*Piaractusbrachypomus*) y mojarra plateada (*Oreochromisniloticus*) a seis meses de cultivo. *Boletín Red Acuicultura* 3(3): 10-12.
- FAO. Organización mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012. Estado mundial de la pesca y la

- acuicultura. Departamento de la pesca y la acuicultura de la FAO. pp 40-44.
- Faria, R., M. Rodríguez De Souza, P. M. Wagner, J. Povh e P. G. Kirschnik. 2002. Rendimiento do processamento da tilapia (*Oreochromis niloticus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) In: Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. Bioagro 17: 161- 169.
- Gomes, L. de C., E. Chagas, H. Martins-Junior, R. Roubach, E. Ono and J. N. Lourenço. 2006. Cageculture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, 253: 374-384.
- González, A. 2001. El cultivo de la cachama. En: Rodríguez, H.; Daza, P. V. y Carrillo, M. (eds.). Fundamentos de Acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Grafimpreso Quintero, Bogotá. 329-346.
- González J. y B. Heredia. 1989. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). FONAIAP, Estación Experimental Guárico, Sub-Estación Guanapito. Maracay. 2ed. 134 p.
- Granado, A. 2000. Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente, Caicara del Orinoco, Estado Bolívar, Venezuela. *Saber* 12: pp. 3-7.
- Hargreaves, J. A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering*, 34: 344-363.
- INSOPESCA. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura en Venezuela. 2010. Producción acuícola. Datos no publicados. Caracas, Venezuela.
- Méndez, Y., D. Perdomo, G. Andrade, D. García y O. Valecillo. 2011. Evaluación del rendimiento en el canal y del fileteado de la Cachama (*Colossoma macropomum*). *Zootecnia Trop.*, 29(3): 361-370.
- Mora, J. y J. Salaya. 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomum*, Cultivada en jaulas flotantes. Memorias VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Santa Fé de Bogotá, Colombia. S/n p.
- Mora, J., G. Bereciartu, A. Garrido y N. Torres. 1997. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región Centroccidental de Venezuela. Memorias IV Encuentro Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros, Venezuela. 210-226.
- Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro* 17: 161- 169.
- Poleo, G., J. V. Aranbarrio, L. Mendoza y O. Romero. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas intensivos. *Pesquisa Agropec. Bras.*, Brasília, 46(4): 429-437.
- Rakocy J. E., J. J. Danaher, D. S. Bailey and R. C. Shultz. 2000. Development of a Biofloc System for the Production of Tilapia. *Aquaculture*; 277: 138-145.
- Rodríguez, J., Z. Valencia y G. Poleo. 2012. Producción intensiva de cachamoto (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) en sistema de "Biofloc". I Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Marco del PEII y la LOCTI. Vol 1: 277-278.
- Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 231:113-122.

Sola, J. A. 1987. Cultivo de la cachama. Sub-estación Guanapito. FONAIAP DIVULGA N° 24. 2 p.

Vásquez-Torres, W. 2004. Retrospectiva del cultivo de las cachamas en Colombia. II Congreso Nacional de Acuicultura.

Universidad de los Llanos, Villavicencio. 71-73.

Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 200 p.