

COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA Y DE LOS RENDIMIENTOS CÁRNICOS DE DOS ESPECIES PISCÍCOLAS CONTINENTALES CRIADAS EN EL ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA

MORPHOMETRIC COMPARISON AND MEAT YIELDS IN TWO FRESHWATER FISH FARMED IN TRUJILLO STATE, VENEZUELA

Perdomo-Carrillo, Daniel Antonio¹; Castellanos, Katuska Josefina²; Maffei, Miguel Angel³; Gechele-Ramírez, José David³; Corredor, Zenaida⁴; Piña, José Arnoldo⁴; Martínez, Moises David⁵; Naranjo, Anthony José⁶

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, Trujillo, Venezuela / Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS), Trujillo, Venezuela. / Departamento de Salud Animal, Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), San Cristóbal, Venezuela.

Resumen

Se realizó un estudio comparativo de la morfometría y los rendimientos cárnicos de dos especies piscícolas continentales, cachama (*Colossoma macropomum*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada, producidas en condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela, mediante un diseño totalmente aleatorizado. Se determinaron las variables morfométricas concernientes a longitud total (LT), longitud estándar (LS), longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), longitud del tronco (LTr), espesor del tronco (ET). Las relaciones morfométricas medidas fueron: longitud de cabeza/altura de cabeza (LC/AC), longitud de cabeza/longitud estándar (LC/LS), longitud de cabeza/longitud total (LC/LT), longitud del tronco/espesor del tronco (LTr/ET), longitud del tronco/longitud estándar (LTr/LS), longitud estándar/longitud total (LS/LT). Las variables cárnicas evaluadas fueron el rendimiento de la canal (%RC), rendimiento del filete (%RFi) y los desperdicios (%R). Los parámetros morfométricos y las variables de peso mostraron diferencias significativas a favor de *C. macropomum* ($P < 0,05$) a excepción de ET. Las relaciones morfométricas exhibieron diferencias significativas ($P < 0,05$), aunque la tilapia Chitralada mostró una tendencia favorable en LC/LT (0,26), LS/LT (0,84), LTr/LS (0,71) indicando una mejor conformación de la porción del filete en relación al tamaño corporal. Las variables cárnicas (%RC, %RFi y %R) mostraron diferencias ($P < 0,05$) lo que se vio influenciado por la especie. El %R fue mayor en tilapia en relación al encontrado para la cachama.

Palabras clave: morfométrica, rendimiento, especie piscícola, cachama, tilapia.

Abstract

A comparative study of morphometric and meat yields two freshwater fish, cachama (*Colossoma macropomum*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Chitralada strain), farmed under intensive conditions in Trujillo state, Venezuela; using a completely randomized design was conducted. The morphometric variables related to total length (LT), standard length (LS), head length (LC), head height (AC), body longitude (LTr), body thickness (ET) were determined. Morphometric relations measured were: head length/head height (LC/AC), head length/standard length (LC/LS), head length/total length (LC/LT), body longitude/body thickness (LTr/ET), body longitude/standard length (LTr/LS), standard length/total length (LS/LT). The carcass yield (%RC), fillet yield (%RFi) and waste (%R) was determined as beefing variables. The morphometric parameters and weight variables showed significant differences in favor of *C. macropomum* ($P < 0,05$) except for ET. Morphometric relations showed significant differences ($P < 0,05$), although the Chitralada strains showed a favorable trend in LC/LT (0,26), LS/LT (0,84), Ltr/LS (0,71) indicating forming a filleting in relation to body size. The %Fi and %R showed differences ($P < 0,05$), which was influenced by the species. The percentage values of 7,78 %R were numerically more abundant in tilapia (52,04% vs 44,26%). In the RC% no statistical differences ($P > 0,05$) for fish species.

Key words: morphometric, yield, freshwater fish, cachama, tilapia.

Recibido: 21/07/2016 - **Aprobado:** 15/12/2016

Introducción

La piscicultura continental venezolana se desarrolla, principalmente con las especies autóctonas, cachama (*Colossoma macropomum*), morocoto (*Piaractus brachypomus*), el híbrido cachamoto (*C. macropomum* ♀ x *P. brachypomus* ♂), e introducidas como tilapias (*Oreochromis* spp.) y truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*); esta última restringida a las zonas andinas (Mora, 2005; García, 2008, Perdomo y González, 2014). Si bien es cierto que actualmente casi toda la producción se comercializa en forma fresca, principalmente en el entorno de las granjas (Mora, 2007; Freites, 2009; Perdomo *et al.*, 2011), hay una tendencia en la comercialización de cierta cantidad de tilapias y truchas, que se distribuyen en los grandes supermercados nacionales.

Se considera que la tilapia presenta mayor potencial para la exportación y con un mercado más amplio que el de la cachama. No obstante, la cachama exhibe un mercado natural que está en constante crecimiento y con inmensas posibilidades de mejoramiento postcosecha (Castillo, 2009), en parte porque presenta ciertas ventajas de carácter técnico y biológico con respecto a la tilapia, que son precisamente las que han permitido que se incremente la producción de esta especie en los últimos años. Esto ha conllevado que la producción de cachamas y de sus híbridos sea manejada por pequeños y medianos productores quienes en algunas regiones del país están muy bien organizados (García, 2008), lo que ha determinado costos de producción más bajos, y por ende productos más accesible al consumidor.

En peces continentales, las características morfométricas referentes a la contextura anatómica se han utilizado para evaluar la respuesta productiva en la

crianza tanto en ambientes naturales como en cautiverio. Existen experiencias que han demostrado relación entre las medidas morfométricas y el rendimiento en cortes comerciales (Rutten *et al.*, 2004), de las cuales existe gran documentación sobre el procesamiento y los rendimientos cárnicos obtenidos (Bosworth *et al.*, 2001; Leonhardt *et al.*, 2006; Diodatti *et al.*, 2008; Costa, 2011). En nuestro país este tipo de evaluación han sido muy escasa, básicamente se ha utilizado para conocer el efecto de la relación del tamaño y los recintos de producción y su incidencia en el bienestar animal (Perdomo *et al.*, 2012), o para monitorear el rendimiento productivo y su relación con el peso al momento del sacrificio (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011).

En este sentido, Santos (2004) enfatiza la importancia de estudiar la morfometría de una especie determinada para conocer las relaciones entre las diferentes medidas corporales; lo cual permitiría la caracterización de las canales y de los rendimientos cárnicos. Este tipo de estudio puede generar un mayor interés dado que permitiría un mejor aprovechamiento de la especie estudiada. Adicionalmente los datos obtenidos por la evaluación morfométrica sirven de base para la determinación de los pesos ideales para el sacrificio, caracterización de los productos a comercializar, así como también para establecer programas de nutrición y mejoramiento genético en la especie evaluada (Santos, 2004; Rojas-Runjaic *et al.*, 2011; Perdomo *et al.*, 2012).

Por lo antes expuesto, existe la necesidad de realizar investigaciones sobre el potencial cárnico de las diferentes especies producidas con el fin de conocer su rendimiento luego del procesamiento. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar las características morfométricas y su relación con los rendimientos cárnicos de dos

especies piscícolas continentales, cachama (*Colossoma macropomum*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. Chitralada) producidas en condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en una unidad de producción piscícola (UP) ubicada en el sector El Jagüito, parroquia El Jagüito, municipio Andrés Bello del estado Trujillo, Venezuela. La UP se encuentra en una área de Bosque Seco Tropical (BST), a una altura de 45 m.s.n.m. y en las coordenadas geográficas: 9°35'22"N y 70°44'44"O. La temperatura media promedio de 29°C, la humedad relativa del 71%, y la precipitación anual de 1026,5 mm.

Engorde de especies piscícolas.

- *Tilapia*: El engorde de la tilapia Chitralada (*Oreochromis niloticus*) se desarrolló en monocultivo en un módulo de cuatro tanques de concreto de 147 m² (10,5m*14m*1,4m= 205m³). La densidad de siembra (DS) fue de 4 peces/m². La alimentación se realizó 3 veces/día con alimento expandido (24% de Proteína Bruta y 2,20% Grasa Cruda) hasta alcanzar pesos comerciales entre 280 y 400 g.

- *Cachama*: El engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*) se llevó a cabo en condiciones similares al usado en las tilapias. La DS fue de 3 peces/m², y se alimentaron 2 veces/día con alimento expandido (24% de PB y 2,20% GC) hasta alcanzar pesos de comercialización entre 450 y 750 g.

Para ambas especies, se mantuvo la aireación aportada por un Blower (1.5 HP) constantemente y un recambio de agua diario del 25%. Cada ocho a diez días, el volumen de agua se renovó en un 100%

a fin de mantener las condiciones en la calidad del agua. Los parámetros físico-químicos del agua [(oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura (T), dureza y alcalinidad)] se valoraron semanalmente, solo como indicadores del bienestar animal (Perdomo *et al.*, 2012).

Procesamiento de especies piscícolas

Se seleccionaron aleatoriamente 60 ejemplares de cada una de las dos especies piscícolas (15 peces/tanque) por medio de una red (atarraya de 1,5 pulgadas de luz de malla). Para la cachama, la población de 60 ejemplares tuvo un promedio de peso vivo (PV) de 765 ± 91,59 g y una longitud total (LT) de 32,70 ± 2,34cm. Para las 60 tilapias estos promedios fueron de 352,20 ± 61,78 y LT de 26,38 ± 2,34 cm, respectivamente. Los peces fueron sacrificados mediante choque térmico por inmersión en agua fría (8-10°C) de acuerdo a las recomendaciones de Caraciolo *et al.* (2001) y Faria *et al.* (2003), además se les realizó una incisión a nivel del *hiatus interbranchial* a fin de facilitar el sangrado durante su sacrificio por hipotermia.

En ambas especies, para obtener el filete, luego del descamado, se realizaron cortes manuales longitudinales con cuchillo de acero inoxidable en la musculatura dorsal a lo largo de toda la extensión de la columna vertebral, a fin de obtener dos medios filetes correspondientes a ambos lados del pez. Para la evaluación del rendimiento en canal y la comparación morfométrica entre especies, los cortes realizados fueron de "*filete con piel*". El procesamiento para el fileteado de los peces fue realizado de manera individual por una única persona, a fin de reducir el margen de error.

Previo a su sacrificio, se realizaron las siguientes mediciones morfométricas externas en todos los peces: longitud total

(LT) y longitud estándar (LS) mediante un ictiómetro (marca: Wilco, modelo 118, precisión de 0,1 mm), y longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), espesor del tronco (ET), y longitud del tronco (LTr) con un vernier (marca: Solinger, modelo estándar, precisión de 0,1 mm), siguiendo el protocolo empleado por diferentes autores (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011; Perdomo *et al.*, 2012), tal cual se muestra en la Figura 1.

VARIABLES ESTUDIADAS

Los peces se pesaron en una balanza analítica con precisión de 0,01g a fin de determinar las variables de pesos corporales de acuerdo a las modificaciones de la metodología empleada por Mora (2005):

- Peso fresco (PF).
- Peso de la canal (PC): [PF – (peso de las vísceras + peso de las branquias)].
- Peso del tronco (PT): [PC – (peso de la cabeza + peso de las aletas + peso de las escamas)].

- Peso del filete (PFi): [PT – peso del espinazo].

- Residuos (R): [peso de la cabeza + peso de las vísceras + peso de las branquias + peso de las escamas + peso de aletas + peso del espinazo].

Los rendimientos corporales se determinaron en función de las modificaciones realizadas a la metodología propuesta por Caraciolo *et al.* (2001) y Rutten *et al.* (2004) para el beneficio de estas especies, según la variable a determinar:

- Rendimiento de la canal (% RC): $[(PC/PF) \times 100]$.
- Rendimiento del filete (%RFi): $[(PFi/PF) \times 100]$.
- Desperdicios (%R): $[(R/PF) \times 100]$.

Las relaciones morfométricas se valoraron de acuerdo a la metodología empleada por diferentes autores para la

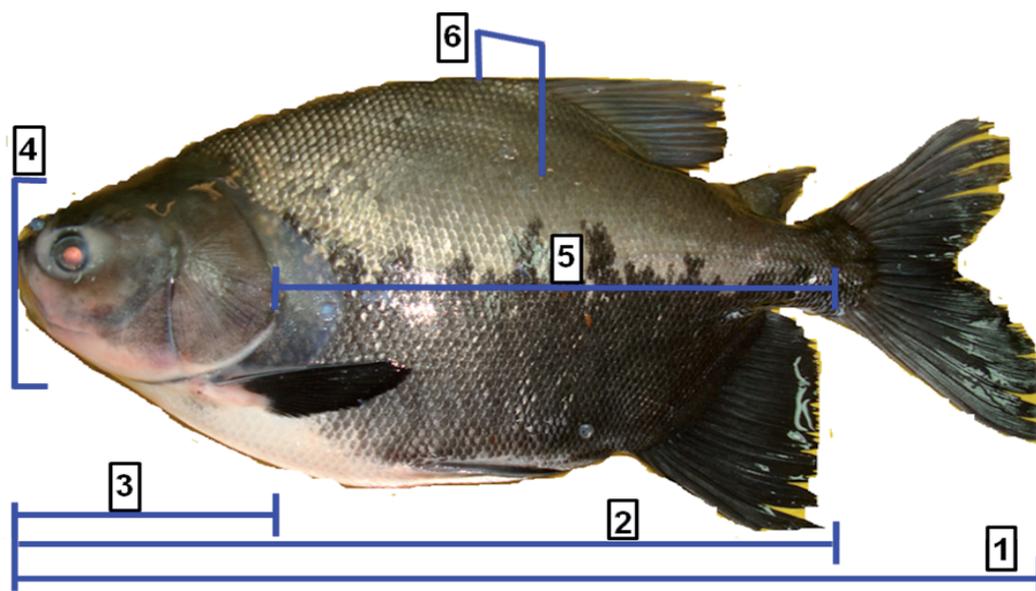


Figura 1. Variables morfométricas en peces continentales en el estado Trujillo, Venezuela. 1: longitud total (LT); 2: longitud estándar (LS); 3: longitud de cabeza (LC); 4: altura de cabeza (AC); 5: longitud del tronco (LTr); 6: espesor del tronco (ET).

evaluación de ambas especies (Poggere, 2009; Reis *et al.*, 2012), siendo las siguientes: longitud de cabeza/altura de cabeza (LC/AC), longitud de cabeza/longitud estándar (LC/LS), longitud de cabeza/longitud total (LC/LT), longitud del tronco/espesor del tronco (LTr/ET), longitud del tronco/longitud estándar (LTr/LS) y longitud estándar/longitud total (LS/LT).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (cachama y tilapia) y cuatro repeticiones (tanques). Los estanques fueron considerados unidades experimentales y los peces unidades de muestreo. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguida de una Prueba de Tukey para comparación de medias al 5% de probabilidad. Los valores porcentuales de los rendimientos fueron transformados

de acuerdo a la expresión $y = \arcsen \sqrt{x/100}$ para asegurar el cumplimiento de los supuestos de normalidad. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico Minitab® ver 16.

Resultados y discusión

Los parámetros físicos-químicos del agua presentaron los siguientes rangos: OD: 4,23-4,70 mg/L; T: 28,3-30,4 °C; pH: 6,7-7,5; NH4+: 0,2-0,25 mg/L; Dureza: 40,25-46,38mg/L; Alcalinidad: 39,01-40,3 mg/L; Transparencia: 32-40 cm, valores similares a los reportados para la producción de estos géneros en diferentes experiencias (Leonhardt *et al.*, 2006; Poggere, 2009, Perdomo *et al.*, 2012).

La Tabla 1 muestra las características morfométricas de acuerdo a la especie piscícola. Se encontraron diferencias estadísticas en todas las variables (P<0,05) con la excepción del ET, lo cual indica

Tabla 1. Variables morfométricas de dos especies piscícolas continentales criadas en el estado Trujillo, Venezuela

Especie	Medidas morfométricas (cm)					
	LT	LS	LC	AC	LTr	ET
Cachama	32,70 ±2,34a	25,42 ± 1,22a	9,17 ± 0,17a	10,89 ± 0,91a	16,25 ± 0,83a	3,80 ± 0,12a
Tilapia	26,38 ± 2,43b	22,14 ± 3,84b	7,06 ± 0,29b	7,31 ± 0,42b	15,77 ± 2,78b	3,89 ± 0,25a

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas (P<0,05). /LT: longitud total; LS: longitud estándar; LC: longitud de cabeza; AC: altura de cabeza; LTr: longitud del tronco; ET: espesor del tronco.

Tabla 2. Relaciones morfométricas de dos especies piscícolas continentales criadas en el estado Trujillo, Venezuela

Especie	LC/AC	LC/LS	LC/LT	LTr/ET	LTr/LS	LS/LT
Cachama	0,84 ± 0,04b	0,36 ±0,01a	0,28 ±0,01a	4,30 ±0,17a	0,64 ±0,01b	0,78 ±0,05b
Tilapia	0,97 ± 0,07a	0,31 ±0,05b	0,26 ±0,02b	4,08 ±0,17b	0,71 ±0,02a	0,84 ±0,01a

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas (P<0,05). / LC/AC: longitud de cabeza/altura de cabeza; LC/LS: longitud de cabeza/longitud estándar; LC/LT: longitud de cabeza/longitud total; LTr/ET: longitud del tronco/espesor del tronco; LTr/LS: longitud del tronco/longitud estándar, LS/LT: longitud estándar/longitud total.

que independientemente del tamaño de cada especie, ambas se encontraban en similar estado de condición corporal (gordura). Aunque las *O. niloticus* son morfométricamente más pequeñas, el ET fue ligeramente mayor en esta especie.

A pesar de que las variables morfométricas estuvieron influenciadas por el tamaño de las especies, existe similitud entre los valores de la LTr, incluso a pesar de haber sido diferentes ($P < 0,05$). Esta medición (LTr) viene a representar propiamente el área cárnica aprovechable de las especies evaluadas. Los valores encontrados en LTr indican que tanto la LC como LS y LT determinan esta sección, y los mayores valores de LTr y menores valores de LC, determinan una mayor proporción cárnica útil a ser consumida. Por lo tanto, estas secciones morfométricas evaluadas permiten realizar un monitoreo apropiado del rendimiento cárnico de los peces (Perdomo *et al.*, 2012).

Los resultados de las relaciones morfométricas presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las dos especies (Tabla 2).

Con respecto a la conformación de la cabeza, la relación LC/AC arrojó los valores más altos para las especies estudiadas (0,84 y 0,97; cachama y tilapia, respectivamente) e indica que ambas presentan una cabeza proporcionalmente más comprimida que altas. En el caso de LC/LS, a pesar de existir diferencia ($P < 0,05$) se mostraron semejantes; aun así, la cachama exhibió un índice numéricamente mayor (0,36). Por otro lado, la relación LC/LT mostró que la cachama presentó mayor valor (0,28) que la variedad Chitralada (0,26), lo que evidencia que esta última presenta mejor equilibrio a nivel cabeza-cuerpo, siendo por lo tanto una especie con área cefálica de

menor proporción en relación a su longitud corporal.

Lo anterior puede ser fundamental para el aprovechamiento de una especie (Faria *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2009) en virtud de que esta sección del cuerpo no representa una pieza económicamente aprovechable. Por lo tanto, elevados índices LC/AC, LC/LS y LC/LT pueden conducir a pérdidas elevadas del rendimiento cárnico (Leonhardt *et al.*, 2006). Al analizar LC/LS-LC/LT, se aprecia que *Oreochromis* mostró una diferencia de 0,05 en comparación a 0,08 obtenido en los especímenes de *C. macropomum*; lo que determina que esta especie presenta una anatomía más armoniosa entre longitud de cabeza-longitud del cuerpo (LS y LT).

La relación LS/LT mostró igualmente un mejor valor para Chitralada (0,84), lo que indica que esta variedad de *O. niloticus* tiene una aleta caudal de menor tamaño que la de *C. macropomum*, por lo que los resultados de esta relación pueden influenciar el peso obtenido en los diferentes componentes cárnicos aprovechables, ya que pesos menores en estos dos índices, favorecerían mayores pesos en el resto de los componentes cárnicos. Resultados en especies similares han sido reportados por Poggere (2009) en tres variedades de tilapias, siendo una de ellas Chitralada, y por Bombardelli *et al.* (2007) en pacú (*Piaractus mesopotamicus*).

LTr/ET mostró valores parecidos entre especies, a pesar de que hubo diferencia ($P < 0,05$) a favor de *C. macropomum* (4,30); por lo tanto esta evidencia indica que el tronco de esta especie es más redondeada (carneado) en comparación al de la Chitralada (4,08). Similar resultados se encontraron en LTr/LS, pero a favor de la tilapia (0,71) lo que demuestra que esta variedad posee en este aspecto morfométrico una relación mejor proporcionada con el resto de los

componentes corporales, por lo tanto los rendimientos obtenidos en esta especie, pueden presentar menores variaciones y pérdidas durante el procesamiento.

En este sentido, las relaciones morfométricas (Tabla 2) evaluadas en los peces poseen una relación directa con la conformación de los cortes especialmente donde se utiliza la musculatura dorso-lateral como ocurre en los filetes de *Colossoma* y *Oreochromis* (Bombardelli *et al.*, 2007; Costa, 2011; Reis *et al.*, 2012) lo que está altamente relacionado en las relaciones LTr/ET, LTr/LS y LS/LT. A estas mismas consideraciones llegaron Boscolo *et al.* (2001), quienes indicaron que los peces son más robustos cuando estas relaciones son más elevadas.

Sin embargo, las variaciones en el rendimiento y su relación con las variables morfométricas evaluadas pueden estar influenciadas por las diferencias entre las especies, peso y edad de los especímenes (Turra *et al.*, 2010), lo que dificulta una mejor explicación del rendimiento obtenido. Indiferentemente de las especies, se ha observado que aquellas relaciones que indican que las medidas de longitud son mayores a las del ancho, los rendimientos del fileteado serán más altos (Poggere, 2009; Costa, 2011). No obstante ha sido reportado que en la variedad común de *O. niloticus* (Silva *et al.*, 2009), las variaciones morfométricas tienden a disminuir cuando los peces superan

los 450 g de PV, pero son más estables en pesos similares al evaluado en este estudio en la Chitralada (352 g), la cual es una variedad genéticamente mejorada de la *O. niloticus* común.

Los resultados de los diferentes componentes corporales según el peso luego de faenado, presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) y fueron influenciados por los tamaños comerciales de las especies evaluadas (Tabla 3).

Existen criterios que refieren que los componentes corporales deben ser tomados en cuenta cuando se realicen comparaciones entre especies comprimidas como en el caso de las tilapias y de aspecto redondo como el de las cachamas (Faria *et al.*, 2003), tal como sucedió en el presente estudio. Los pesos exhibidos por los ejemplares de *C. macropomum* superaron en todos los aspectos considerados a los de la variedad Chitralada de *O. niloticus*; no obstante, al considerar la relación entre los valores de PF y PC en ambas especies (tilapia: PF: 352,2 g, PC: 301,81 g; cachama: PF: 765,29 g, PC: 627,07 g) favoreció a la tilapia, ya que dicha proporción en estos ejemplares fue superior a los de cachama.

Particularmente la relación PF, PFi y R muestra una clara evidencia del estado de gordura que presentaron los peces al momento de su beneficio, mostrándose más favorable hacia cachama, indicando con ello que el peso del filete y los residuos generados

Tabla 3. Peso de los componentes corporales luego del faenado en dos especies piscícolas continentales producidas en el estado Trujillo, Venezuela

Especie	PF (g)	PC (g)	PT (g)	PFi(g)	R (g)
Cachama	765,29 ±91,59a	627,07 ±80,52a	449,15 ±60,15a	385,89 ±49,09a	379,40 ±55,04a
Tilapia	352,2 ±61,78b	301,81 ±54,19b	215,71 ±42,86b	150,98 ±28,07b	201,25 ±36,84b

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). / PF: peso fresco; PC: peso de la canal; PT: peso del tronco; PFi: peso del filete; R: residuos.

fueron influenciados propiamente por la condición corporal y desarrollo muscular exhibidos en ambas especies continentales. Este aspecto resulta importante en el caso de la comparación realizada, donde existen precedentes que refieren que las diferentes secciones corporales van incrementándose proporcionalmente en relación al aumento del peso corporal (Bello y Gil, 1992; Fernandes *et al.*, 2010; Reis *et al.*, 2012), siendo acentuado más en cachama debido a un mayor desarrollo adquirido en esta especie en relación al obtenido en tilapias.

Los rendimientos comerciales (reales y transformados) se indican en el Tabla 4 (Figura 2). El ANOVA demostró la existencia de diferencias significativas ($P > 0,05$) para las tres variables cárnicas evaluadas.

Se conoce bien que los rendimientos cárnicos son muy variables entre especies. Lo cual puede estar determinado por una serie de factores como la estructura ósea, el volumen visceral, tamaño de la cabeza, presentación comercial y destrezas del operador (Eyo, 1993; Kodaira, 2002). En razón de ello, existen precedentes que refieren que las tilapias pueden aventajar a la cachama, tal como sucedió con los valores del %RC,

tanto real (85,63) y transformados (67,75), lo que guarda relación con los comprobado por diferentes autores (Eyo, 1993; Bosworth *et al.*, 2001; Gomes de Paula, 2009), al señalar, para ejemplares de cabezas grandes en relación al tamaño del cuerpo, que se generan menores rendimientos corporales. Además, investigaciones previas indican que la Chitralada posee reducido tamaño de aleta caudal, en comparación a otras variedades (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011) lo que determina una forma anatómica más redondeada, y que por lo tanto posibilita un mejor aprovechamiento al momento del procesamiento.

En *C. macropomum*, los resultados reales en %RC (81,92%) podrían catalogarse similares a los reportados por Mora (2005) en morocoto (*Piaractus brachypomus*), con valores que oscilaron entre 80,80% y 86,80%, pero ligeramente inferiores a los descritos por Gomes de Paula (2009) quien comparo el rendimiento en *C. macropomum* igualmente con *P. brachypomus* y el híbrido cachamoto (*C. macropomum* ♀ x *P. brachypomus* ♂), con valores de 89,37, 87,10 y 90,64%, respectivamente; atribuido a una menor cavidad abdominal del híbrido en relación a las especies parentales. Aun así, los valores

Tabla 4. Variables asociadas al rendimiento cárnico de dos especies piscícolas continentales criadas en el estado Trujillo, Venezuela

Variable	Cachama		Tilapia	
	Real	Transformado	Real	Transformado
%RC	81,92 ±3,56		85,63 ±1,49	
	Max. 86,82	Min. 69,18	64,93b	67,75a
%RFi	50,49 ±3,24		42,88 ±2,85	
	Max. 55,80	Min. 42,66	45,28a	42,30b
%R	49,50 ±3,24		57,11 ±2,86	
	Max. 57,34	Min. 44,9	44,72b	49,10a

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

determinados son numéricamente mayores a los obtenidos para la misma especie por Caraciolo *et al.* (2001), con valores de 67%. En tilapia común (*O. niloticus*), Macedo-Viegas *et al.* (1997) describieron un %RC entre 59,13% y 63,69%, los cuales contrastan el valor real obtenido en la presente investigación (tanto para tilapia como para la cachama). Igualmente difieren de los encontrados por Clement y Lovell (1994) también en *O. niloticus*, con valores de 51%, y a los de Silva *et al.* (2009) quienes obtuvieron un promedio del 59,10% en la misma tilapia nilotica.

Por su parte, los %RFi obtenidos en el presente estudio estuvieron en función de la especie, coincidiendo con las observaciones de Faria *et al.* (2003); ello a pesar de que el peso corporal ha sido señalado como el mejor indicador del peso a obtenerse en filete (Rutten *et al.*, 2005). Para *C. macropomum* el %RFi puede llegar a pesar la tercera parte del PF (Bello y Gil, 1992), con valores que han oscilado entre 31,5% a 32,6% por Fernades *et al.* (2010), 39,49% por Gomes de Paula (2009) y 44% por Caraciolo *et al.* (2001), valores de menores rendimiento al obtenido en el presente ensayo (real y transformado). Pero guardan concordancia a los indicados por Méndez *et al.* (2011) con un 52,02%.

Para *O. niloticus*, el %RFi igualmente han sido muy variado. Simões *et al.* (2007) logró en Chitralada un %RFi del 21,63%, valor inferior al obtenido en este ensayo, a pesar de usarse la misma variedad genética y similar técnica de fileteado con piel, lo cual confiere estabilidad al corte realizado, y por ende menores perdidas musculares. Otros autores también describen valores inferiores a los obtenidos en la variedad de tilapia empleada, como los señalados por Rutten *et al.* (2004) con 35,7%. Kodaira (2002) para la variedad roja (*Oreochromis* spp.) determinó un 41%, este último es compatible a los



Figura 2. Aspectos del procesamiento cárnico de especies piscícolas continentales. A: cachama; B: tilapia Chitralada.

resultados que se lograron obtener, lo que demuestra que el rendimiento cárnico de las diferentes partes corporales, puede obtenerse independientemente de la época, variedad y métodos de beneficio.

Comparaciones entre especies parentales han sido llevadas a cabo por Bombardelli *et al.* (2003) donde determino en *P. mesopotamicus* un %RFi superior al obtenido en *O. niloticus* (var. común), siendo 51,60% para filete con piel y 46,73% sin piel; por su parte en *O. niloticus* fue igual a 39,21 y 36,44%, respectivamente. De esta misma manera, Gomes de Paula (2009) comparando el rendimiento entre *Collossoma*,

P. brachypomus y su híbrido intergenérico un %RFi del 43,77% para morocoto, que difirió del obtenido tanto en cachamoto (41,89%) y de la cachama (39,50%), siendo el %RFi en *P. brachypomus* atribuido a la menor proporción de cabeza que presenta.

Otra comparación realizada por Clement y Lovell (1994) entre *O. niloticus* y bagres de canal (*Ictalurus punctatus*) permitió evidenciar inferior %RFi para la tilapia (25,4% versus 30,9%). Lo que representa, que en las especies de cuerpos comprimidos como sucede en *Oreochromis*, los rendimientos del filete pueden ser menores debido a un menor desarrollo muscular. Esta situación pudo haber coincidido con los especímenes de Chitralada empleados en el presente trabajo, que mostraron menores %RFi en comparación al alcanzado en *C. macropomum*.

En general, las diferencias en valores cárnicos pudieron ser influenciadas por la técnica de procesamiento que pueden provocar la incorporación de espinas pleurales en los cortes comerciales, lo cual es una condición intrínseca en *Colossoma* (Caraciolo *et al.*, 2001, Gomes de Paula, 2009) y otros Carácidos del género *Piaractus* y sus híbridos recíprocos como sucede con el cachamoto (*C. macropomum* ♀ x *P. brachypomus* ♂), tambacu (*C. macropomum* ♀ x *P. mesopotamicus* ♂), paquí (*P. mesopotamicus* ♀ x *C. macropomum* ♂) (Bombardelli *et al.*, 2007, Gomes de Paula, 2009; Reís *et al.*, 2012), estos dos últimos producidos en Brasil; y posiblemente también en el cachamay (*P. brachypomus* ♀ x *C. macropomum* ♂), aunque en este, las investigaciones son muy escasas por tratarse de un híbrido de reciente uso en la piscicultura venezolana. Experiencias llevadas a cabo en cachama han manifestado que durante el procesamiento de filete para su oferta en el mercado local y nacional, esta especie

puede presentar una menor aceptación, por la inclusión de estas espinas pleurales; siendo esto es uno de los factores fundamentales para una posible baja aceptación mediante esta presentación comercial. A pesar de ello, el filete sigue siendo una de las porciones comestibles de mayor demanda por parte de los consumidores, ya que es de fácil preparación y consumo.

El tenor del %R se mostró más favorable hacia *C. macropomum* (menor pérdida). De esta manera, los valores obtenidos en %RC y %RFi fueron influenciados por este %R, con una mayor cantidad real obtenida para la tilapia (57,11% versus cachama: 49,50%). Existen precedentes en ejemplares de *C. macropomum* con pesos similares a los del presente investigación (700g) en donde se han generado menores cantidades de desperdicios (Méndez *et al.*, 2011) debido al reducido tamaño de las aletas y cabeza en proporción al resto del cuerpo, cuando se compara con ejemplares de mayor peso corporal. No obstante, también se ha evidenciado en Chitralada que especímenes con pesos comerciales entre 350 y 400g obtuvieron los mejores resultados (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011). Considerando los resultados obtenidos por los autores anteriores, el beneficio de las tilapias se debe realizar después que alcancen los 350 g de peso corporal, coincidiendo con los pesos promedios de *O. niloticus* var. Chitralada empleados en la presente investigación.

Lo anterior enfatiza la necesidad de beneficiar los peces, indiferentemente de la especie evaluada, cuando estos adquieran una talla adecuada óptima para obtener filetes más pesados y de mayor valor comercial, y que por ende reduzcan las cantidades de residuos que se generan durante el procesamiento.

Conclusiones

Se concluye que el peso de la especie evaluada determinó altamente las variables morfométricas; indiferentemente de ello se encontró una tendencia favorable en el ET en la tilapia Chitralada. Las relaciones morfométricas favorecieron a la tilapia Chitralada en LC/LT, LS/LT, LTr/LS. Las variables cárnicas (%RC y %RFi) estuvieron directamente influenciadas por el %R, siendo los obtenidos en tilapia mayores a los de cachama. Considerando los resultados obtenidos, los pesos evaluados para las dos especies deben oscilar entre 700-750 para *C. macropomum* y 350-400g en *O. niloticus* para su comercialización. En futuras investigaciones se debería considerar la medición de la altura del tronco, que no fue evaluado en la presente investigación, en virtud de que dicha sección corporal puede indicar el volumen de la cavidad abdominal y la proporción de vísceras junto a ET y LTr.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Agropecuaria "El Limonal C.A" por haber facilitado las condiciones técnicas y prestado apoyo logístico para la consecución de esta investigación.

Autores:

¹Daniel Perdomo: Ingeniero de la Producción en Agroecosistemas. Profesor Instructor. Maestrante en Producción Animal (LUZ). 16 artículos publicados en revistas científicas nacionales e internacionales. 6 tesis de Pregrado como tutor. Línea: Sistemas de Producción Animal y Piscicultura Continental. Correo: dperdomocarrillo@gmail.com

²Katiuska Castellanos: Licenciada en Educación Agropecuaria. 4 trabajos publicados en revistas científicas. Línea: Producción Agropecuaria.

³José Gechele: Ingeniero de la Producción en Agroecosistemas. 2 artículos publicados en revistas científicas nacionales. Línea: Sistemas de Producción Animal.

⁴Zenaida Corredor: Ingeniero de la Producción en Agroecosistemas. 4 artículos publicados en revistas científicas nacionales. Línea: Piscicultura Continental.

⁵José Piña: Estudiante de Tecnología Superior Pecuaría. Línea: Sistemas de Producción Animal.

⁶Moises Martínez: Estudiante de Ingeniería de la Producción en Agroecosistemas. Preparador del Microbiología (Departamento de Biología y Química, NURR). Línea: Sistemas de Producción Animal.

⁷Anthony Naranjo: Estudiante de Educación Agropecuaria, Rural y Comunitaria. Línea: Sistemas de Producción Animal.

Referencias bibliográficas:

- Bello R. y Gil W. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. FAO, Documento de Campo N° 2. Roma, Italia, 113 p.
- Bombardelli R, Bencke B y Sanches E. 2007. Processamento da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. Acta Scientiarum. 29(4): 457-463.
- Boscolo W, Hayashi C, Soares C, Furuya W e Meurer F. 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. Rev. Bras. Zootec. 30(5):1391-1396.
- Bosworth B, Holland M. and Brazil B. 2001. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. J. Animal Sci. 79(6): 1483-1490.
- Caraciolo M, Kruger S, e Costa F. 2001. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne do tambaqui. Panorama da Aqüicultura, 11(67):25-29.
- Castillo O. 2009. Desarrollo y perspectivas de la piscicultura continental venezolana.

- XV Jornada de Acuicultura. Universidad de los Llanos (UNILLANOS). Villavicencio, Colombia, 6-12 p.
- Clement S, and Lovell T. 1994. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*. 119:299-310.
- Costa A.C. 2011. Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Brasil: Universidade Federal de Lavras, 64 p.
- Diodatti F, Fonseca R, Freato T, Ribeiro P e Solis L. 2008. Parâmetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Anales de Veterinaria*. 24: 45-55.
- Eyo A. 1993. Carcass composition and filleting yield of ten fish species from Kainji Lake. *FAO Fisheries Report*. 467: 173-175.
- Faria R, Rodrigues de Souza M, Wagner P, Povhe J e Ribeiro R. 2003. Rendimiento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). *Acta Scientiarum*. 25(1): 21-24.
- Fernandes T, Doria C e Menezes J. 2010. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. *Bol. Inst. Pesca*. 36(1): 45-52.
- Freites D. 2009. Estrategias para el mercadeo de la cachama (*Colossoma macropomum*) caso: municipio Barinas. *Scientia Unellezea*. 4(1): 50-59.
- Garcia E. 2008. La acuicultura de agua dulce en Venezuela. *Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura*. II: 231-245.
- Gomes de Paula F. 2009. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. *Dissertação (Mestrado)*. Brasil: Universidad Federal de Goiás, 57 p.
- Kodaira M. 202. Experiencias en la tecnología postcosecha de las especies de pescado cultivadas en Venezuela. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. UNET. San Cristóbal, Venezuela. 42-43 p.
- Leonhardt J, Filho M, Frossard H e Machado A. 2006. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Ciências Agrárias*. 27(1): 125-132.
- Macedo-Viegas E, Rodrigues de Souza M e Kronka S. 1997. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. *Rev. UNIMAR*. 19 (3): 863-870.
- Méndez Y, Perdomo D, Andrade G, García D y Valecillo O. 2011. Rendimiento en el canal y del fileteado de la cachama (*Colossoma macropomum*). *Zootecnia Trop*. 29(3):363-372.
- Mora J. 2005. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*. *Procesamiento primario y productos con valor agregado*. *Bioagro*. 17(3):161-169.
- Perdomo D, González M, Castellanos K, Gechele J y Perea F. 2011. Caracterización e índices productivos de granjas truchícolas en el estado Trujillo, Venezuela. *Agricultura Andina*. 19:17-29.

- Perdomo D, Corredor Z y Ramírez-Iglesia L. 2012. Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en una zona cálida tropical. *Zootecnia Trop.* 30(1):99-108.
- Perdomo D, González M. La piscicultura en la ganadería de doble propósito como estrategia de diversificación agropecuaria. En: González C, Soto E, Madrid N (Eds). 2014. Logros y Desafíos de la Ganadería de Doble Propósito. Maracaibo: Ediciones Astro Data, p. 36-45.
- Poggere P. 2009. Avaliação do desempenho produtivo e rendimento de filé de três linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*): Supreme, Chitralada e Bouaké. Dissertação de Mestre em Zootecnia. Brasil: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon, 61 p.
- Reis R, Serafini M, Fonseca R, Bezerra I, Nonato N and Lago A. 2012. Performance and carcass traits in the diallel crossing of pacu and tambaqui. *R. Bras. Zootec.* 41(12):2390-2395.
- Rojas-Runjaic B, Perdomo D, García D, González M, Corredor Z, Moratinos P y Santos O. 2011. Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producidas en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 29(1):113-126.
- Rutten M, Bovenhuis H and Komen H. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture.* 231:113-122.
- Santos V. 2004. Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Brasil: Universidade Federal de Lavras, 86 p.
- Silva F, Franco N, Vieira J, Tessitore A, Oliveira L e Saraiva E. 2009. Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas de peso. *R. Bras. Zootec.* 38(8): 1407-1412.
- Simões M, Ribeiro C, Ribeiro S, Park K e Murr F. 2007. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 27(3): 608-613.
- Turra E, Oliveira D, Teixeira E, Prado S, Melo S e Sousa A. 2010. Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 34(1): 29-36.