

Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producida en el estado Trujillo, Venezuela

Bárbara Rojas-Runjaic¹, Daniel Antonio Perdomo^{2*}, Danny Eugenio García³,
Mario González-Estopiñán⁴, Zenaida Corredor⁵, Pedro Moratinos⁶ y Oscar Santos⁶

¹Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Agronomía, Producción Animal, estado Zulia, Venezuela.

²Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Programa de Ingeniería de la Producción en Agroecosistema. estado Trujillo, Venezuela. *correo electrónico: dperdomocarrillo@gmail.com.

³ULA, NURR, Departamento de Ciencias Agrarias. Estado Trujillo, Venezuela.

⁴ULA, NURR, Unidad de Investigaciones en Recursos Subutilizados (UNIRS). Departamento de Ciencias Agrarias, estado Trujillo, Venezuela.

⁵Agropecuaria “El Limonal C.A.”, estado Trujillo, Venezuela.

⁶Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluaron los rendimientos en canal y filete de la tilapia (*Oreochromis niloticus* variedad: Chitralada) con pesos entre 250 y 400g (rango: 250-300, 300-350 y 350-400g), cultivadas bajo condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela, mediante un diseño totalmente aleatorizado y 60 animales muestreados. Los parámetros morfométricos medidos en cm fueron: longitud total (LT), longitud estándar (LS), longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), espesor del tronco (EH), longitud del tronco (LH) y altura del tronco (AH); las variables relacionadas con el peso en g fueron: peso fresco (PF), peso de la canal (Pc), peso del tronco (Pt), peso del tronco limpio (TSe), peso del filete (PFi) y peso de los componentes de los residuos; además se evaluaron los parámetros de rendimientos referido a: la canal (% RC), el filete en función del peso fresco (%RPF) y el filete en función de la canal (% RFPc). Los parámetros morfométricos y las variables de peso mostraron diferencias significativas a favor de los animales más pesados ($P < 0,05$), a excepción de EH y la AH. No se encontraron diferencias en el peso de branquias y aletas ($P > 0,05$) y las variables de rendimientos no presentaron diferencias respecto a los rangos de peso ($P > 0,05$). Se concluye que los mayores valores morfométricos y de peso se obtuvieron en tilapias de peso entre 350 y 400g. Sin embargo, la talla de los ejemplares no influyó en los valores de rendimiento.

Palabras clave: canal, Chitralada, filete, producción piscícola.

Yield carcass and filleting in tilapia (*Oreochromis niloticus*) Chitralada strain cultivated in Trujillo state, Venezuela

ABSTRACT

An experiment was carried out in order to evaluate the carcass yields and filleting of the tilapia (*Oreochromis niloticus* strain: Chitralada) with weights among 250-400g (range: 250-300, 300-350 and 350-400g), cultivated under intensive conditions in Trujillo state, Venezuela; using a completely randomized design with 60 measured animals. The morphometric measured parameters were: total length (LT), standard length (LS), head length (LC), head height (AC), body thickness (EH), body longitude (LH) and body height (AH); the variables related with the weight (in g) were: weigh fresh (PF), carcass weight (Pc), body weight (Pt), weight of the clean trunk (TSe), fillet weigh (PFi) and component of residuals; the parameters relating with yields were evaluated to: carcass yield (%RC), fillet yield according to fresh weight (% RPF) and yield of the fillet according to the carcass (%RFPc).

The morphometric parameters showed significant differences ($P < 0,05$), exception of EH and AH. No differences ($P > 0,05$) in the variables related with weight of gills and fins were observed. No differences regarding the yield according to the variables of corporal yield were observed ($P > 0,05$). The high morphometric and weight values were observed in animals with 350-400g of live weight. However, the high size presented marginal influence in yield results.

Keywords: carcass, Chitralada, filleting, fish culture.

INTRODUCCIÓN

La tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*), presenta una serie de características biológicas intrínsecas del pez como un rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y condiciones adversas, conversión eficiente del alimento concentrado, alta fecundidad, maduración gonadal temprana, aceptación de alimentos artificiales, además su carne posee excelente sabor y textura (Popma y Lovshin, 1996; Popma y Masser 1999; Watanabe *et al.*, 2002; Poggere, 2009). No obstante, requiere un manejo complicado y programa de control de sexos o reversión sexual a fin de descartar el desmejoramiento genético de la especie (Castillo, 2005).

El cultivo de tilapia en Venezuela comenzó legalmente en el 1992, con la introducción y el posterior manejo de las especies *O. niloticus*, *O. aureus*, *O. hornorum*, *Sarotherodon galileus* e híbridos interespecíficos (Giménez *et al.*, 1995). Esto permitió incrementar el cultivo, lo que se evidenció en las estadísticas de producción piscícola que indicaron un aumento de 4 tm en 1990 a 1.655 tm en 1995 (Castillo, 2005), valores de producción obtenidos principalmente con la variedad roja.

En Venezuela, la producción de especies piscícolas autóctonas de aguas cálidas es comercializada mayormente en forma fresca a nivel local (Mora, 2005). En el caso de la tilapia existe la tendencia de colocar cierta cantidad del producto que se distribuye en los grandes supermercados (Kodaira, 2002). En este particular, para optimizar la comercialización de esta especie se requieren de estrategias para incentivar su consumo, así como estimar de forma adecuada la disponibilidad de la materia prima y su rendimiento (Kodaira, 2002; Watanabe *et al.*, 2002).

La transformación de esta especie piscícola en otros productos de valor agregado como pescados enteros eviscerados, filetes refrigerados o congelados, elaborados con una manipulación higiénica basadas

en las normas sanitarias, empacados en forma adecuada y con una presentación atractiva; ayudaría a incentivar una mayor producción e ingresos por esta actividad (Poggere, 2009). Ello permitiría una mejor aceptación por parte de los consumidores al disponer de productos ya procesado favoreciendo de esta manera su consumo directo (Kodaira, 2002).

En nuestro país son pocos los estudios enfocados en el aprovechamiento de especies piscícolas cultivadas, específicamente *O. niloticus*, y no se han evaluado factores importantes en técnicas postcosecha, para fijar estrategias en aspectos relacionados con el manejo, industrialización y comercialización. En tal sentido, el presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar el rendimiento en canal y el fileteado a diferentes tallas de cosecha en la tilapia nilotica (*O. niloticus*) variedad Chitralada, cultivada en condiciones intensivas en el estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El experimento se realizó en las instalaciones de la Empresa Agropecuaria “El Limonal C.A”, ubicada en el sector El Jagüito, parroquia El Jagüito, municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela, la cual se encuentra en condiciones de bosque seco tropical, a 50 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 29°C, precipitación promedio anual de 1.026,5 mm y humedad relativa del 71% (Coordenadas geográficas: 9°35'22"N y 70°44'44"O).

Proceso de engorde de tilapias

Alevines de tilapia Chitralada reversados mediante 17 metil-testosterona con 28 días de edad, se sembraron en tanque de concreto de 200 m² para su pre-engorde, con densidad de siembra (DS) de 20 alevines/m². Durante esta etapa fueron alimentados con Puripargo® de 28% de proteína bruta (PB) y 3%

de grasa cruda (GC) 4 veces/día, permaneciendo por un período de 2 meses hasta que alcanzaron peso promedio de 15g/alevín. Se aplicó flujo continuo de agua para favorecer la oxigenación (50 L/min).

Posteriormente para el engorde final se pasaron a un módulo de 4 tanques de concreto de 200 m²/tanque (800 m² en espejo de agua), con entrada de agua individual, DS de 4 peces/m², alimentados 3 veces/día con Puripargo® (25% de PB y 2,20% GC) durante un tiempo de 5 meses hasta alcanzar pesos entre 250 y 400 g. En el transcurso del proceso de engorde se mantuvo la aireación aportada por un Blower (1.5 HP) y renovación de agua diario del 25%.

Al alcanzar estos pesos, los peces se colocaron a otro módulo de cuatro tanques con iguales medidas y condiciones anteriormente mencionadas, donde permanecieron en ayuno durante un período de dos días para que depuraran sus tractos digestivos y eliminar cualquier sabor provocado por geosmina.

Se determinaron diariamente los valores de pH con un pHmetro (marca: YSI, modelo 60), oxígeno disuelto (OD) y la temperatura del agua (°C) se midieron con un medidor digital portátil (marca: YSI 550A), la transparencia del agua (cm) se valoró con un disco de Secchi. Semanalmente, se determinó la concentración de amonio (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), dureza, alcalinidad y fósforo (P) mediante el Kit LaMotte (modelo PLN).

Procesamiento de tilapias

Se seleccionaron de manera aleatoria 60 tilapias (15 peces/tanque) por medio de una red (atarraya de 1,5 pulgadas de luz de malla) con peso promedio de 312,88 ±43,87 g y longitud total (LT) promedio de 25,59 ±1,18 cm. Los peces fueron sacrificados mediante choques térmico por inmersión en agua fría (8-10 °C durante 10 minutos promedios; Mora, 2005).

Después de sacrificados los peces, se determinaron los parámetros morfométricos concernientes a LT, longitud estándar (LS) mediante un íctiometro (marca: Wilco, modelo 118, precisión de 0,1 mm) y las medidas referentes a la longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC), espesor del tronco (EH), longitud del tronco (LH) y altura del tronco (AH) con un vernier (marca: Solinger, modelo estándar, precisión de 0,1 mm).

Posterior al descamado, el filete se obtuvo mediante corte manual longitudinal en la musculatura dorsal a lo largo de toda la extensión de la columna vertebral y sobre las costillas pleurales, a fin de obtener dos medios filetes correspondientes a cada lado del pez. El corte fue realizado por una única persona y se mantuvo el filete con piel para proporcionar estabilidad al músculo.

Para establecer los pesos corporales se empleó una balanza semi-analítica (marca: Ohaus, modelo SP 402) con precisión de 0,01 g. Adicionalmente, se determinaron los rendimientos corporales en función del peso total.

A partir de estos pesos fueron estipuladas las siguientes variables de acuerdo a la metodología empleadas por Mora (2005):

Peso fresco (PF); Peso de la canal (Pc): [PF – (peso vísceras + peso de branquias)]; Peso del tronco (Pt): [Pc – (peso cabeza + peso aletas)]; Peso del tronco limpio (TSe): [Pt – escamas]; Peso del filete (PFi): [TSe – peso espinazo]; Residuos (R): [peso cabeza + peso vísceras + peso branquias + peso escamas + peso del espinazo].

Para determinar el rendimiento de la tilapia se emplearon las siguientes ecuaciones en función de las fórmulas general empleadas por Rutten *et al.* (2004; 2005):

Rendimiento en canal (%RC): [(Pc/PF) x 100]; Rendimiento del filete en función del peso fresco (%RPF): [(PFi/PF) x 100]; Rendimiento del filete en función de la canal (%RFPC): [(PFi/Pc) x 100].

Diseño experimental

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con cuatro réplicas utilizando los rangos de peso como factor fijo. Los cuatro estanques fueron considerados unidades experimentales y los peces unidades de muestreo.

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron sin considerar el sexo de los peces, en vista de ser animales reversados. Las bases de datos fueron creadas en hojas de cálculo MS-Excel 2003, para lo cual se conformó un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables evaluadas.

En todos los casos, inicialmente, se comprobaron los supuestos de normalidad de los errores por la prueba modificada de Shapiro Wilk (Royston, 1982), así como el test de homogeneidad de varianza según la prueba de Bartlex (1937), con el objetivo de verificar la normalidad de los datos.

La obtención del histograma, para la distribución de los rangos de peso, con el objetivo de definir esta variable como factor fijo, se realizó utilizando la opción gráfica del paquete SPSS 10.0 para Windows® (Visauta, 1998). Para el análisis estadístico se empleó la ventana Análize del mismo paquete estadístico. La estadística descriptiva se realizó en términos de media, desviación estándar (DE), error estándar (EE) y rango para el 95% de confianza.

Para la comparación de medias se empleó la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK) al 5% de probabilidad. En los casos que fue necesario, se aplicó la prueba establecida para comprobar la esfericidad de la matriz de covarianza (Visauta, 1998).

Para estudiar la variabilidad en función de las mediciones experimentales se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) empleando la matriz de covarianza (Philippeau, 1986). Para ello se tomó el valor promedio de todas las observaciones, con lo que se conformó una matriz de comparación que incluyó integralmente todas las variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros físicos-químicos del agua registrados presentaron los siguientes rangos: OD: 4,23-6,06 mg/L; T: 28,9-30,4 °C; pH: 7,07-8,06; NH_4^+ : 0,01-0,25 mg/L; NO_3^- : 0,01-0,03mg/L; NO_2^- : 0,02-0,09mg/L; Dureza: 40,25-51,38mg/L; Alcalinidad: 28,01- 41,3 mg/L; P: 0,81-4,91mg/L; Transparencia: 30-40 cm. Valores similares a los reportados para la producción de tilapias en diferentes sistemas de manejo (Popma y Lovshin, 1996; Leonhardt *et al.*, 2006; Poggere, 2009).

La distribución del peso fresco, en función del histograma de frecuencia se muestra en la Figura y el efecto de los rangos de peso en las variables morfométricas en el Cuadro 1.

Los mayores rangos morfométricos se determinaron con pesos entre 350-400g con una LT de 26,56 cm; LS: 22,14 cm; LC: 7,11 cm; AC: 7,52 cm; EH: 3,76 cm; LH: 15,75 cm; AH: 8,92 cm. Los valores más discretos en las variables morfométricas se obtuvieron en el rango de 250-300g con una LT de 24,61cm; LS: 20,09 cm; LC: 6,54 cm; AC: 6,67 cm; EH: 3,50 cm; LH: 13,50 cm. Para la variable AH el valor fue de 7,86 cm, correspondiendo al rango de peso entre 300-350g.

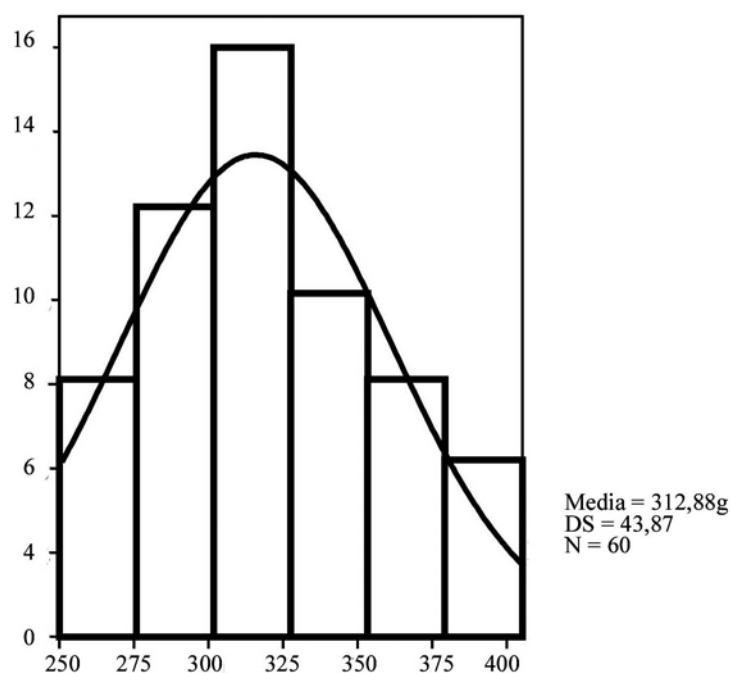


Figura. Histograma de frecuencia acorde al peso fresco de tilapia nilotica (*O. niloticus*) variedad Chitralada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Cuadro 1. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables morfométricas en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Peso (g)	Media (cm)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
LT	250-300	24,61b	0,80	0,25	24,04	25,19
	300-350	25,58b	0,93	0,31	24,86	26,30
	350-400	26,56a	1,11	0,45	25,40	27,73
LS	250-300	20,09c	0,69	0,21	19,60	20,59
	300-350	21,14b	0,84	0,28	20,50	21,79
	350-400	22,14a	1,01	0,41	21,07	23,20
LC	250-300	6,54b	0,23	0,07	6,37	6,71
	300-350	6,79ab	0,42	0,14	6,47	7,12
	350-400	7,11a	0,25	0,10	6,85	7,38
AC	250-300	6,67b	0,36	0,11	6,41	6,93
	300-350	7,20a	0,26	0,08	6,99	7,40
	350-400	7,52a	0,77	0,31	6,71	8,34
EH	250-300	3,50	0,28	0,08	3,30	3,71
	300-350	3,56	0,23	0,07	3,38	3,74
	350-400	3,76NS	0,35	0,14	3,38	4,14
LH	250-300	13,50c	1,40	0,44	12,50	14,50
	300-350	14,64b	0,59	0,19	14,18	15,10
	350-400	15,75a	0,53	0,2	15,19	16,31
AH	250-300	8,07	2,21	0,70	6,48	9,65
	300-350	7,86	0,70	0,23	7,32	8,41
	350-400	8,92NS	0,57	0,23	8,32	9,52

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

LT: longitud total, LS: longitud estándar, LC: longitud de cabeza, AC: altura de cabeza, EH: espesor del tronco, LH: longitud del tronco, AH: altura del tronco, DS: desviación estándar, EE: error estándar.

En estas medidas morfométricas se presentaron diferencias de acuerdo a las variables corporales al momento de su beneficio ($P < 0,05$), pero no se encontraron en las medidas correspondientes al EH y la AH. Al respecto, no se observó numéricamente una relación directa entre estas dos variables y el rendimiento en canal una vez procesadas las tilapias.

En este sentido, Diodatti *et al.* (2008), consideran que la caracterización de canales por medio de las medidas corporales puede permitir estimar los rendimientos corporales a obtenerse de las diferentes partes, sin la necesidad de recurrir al sacrificio de los peces.

Criterios similares establecieron Rutten *et al.* (2005), quienes constataron que las medidas del ancho y largo del cuerpo son utilizables como criterios en selección para determinar pesos y los rendimientos en *O. niloticus*. Por otra parte, Poggere (2009), evaluando tres variedades de tilapia (Supreme, Chitralada y Bouaké), encontró que la Chitralada presentó una cabeza más corta y un tronco más largo lo cual presupone que sus dimensiones corporales son más apropiadas para la valoración económica en los sistemas de cultivo, pues se obtiene mejor aprovechamiento de su carne durante el procesamiento. El efecto del rango de peso en las

variables relacionadas con el peso de *O. niloticus* beneficiadas se muestra en el Cuadro 2.

Respecto al peso corporal, los mejores resultados se exhibieron en el rango de 350-400 g con un valor del PF de 375,60 g; Pc: 319,17 g; Pt: 247,93 g; TSe: 227,04 g; PFi: 150,50 g; y R: 194,77 g. El menor valor de las partes corporales se lograron con tilapias en el rango de 250-300 g, donde se alcanzaron PF de 269,30 g; Pc: 233,00 g; Pt: 187,97 g; TSe: 170,10 g; PFi: 119,31 g; y R: 135,43 g. Estas medidas presentaron diferencias de acuerdo al peso corporal ($P < 0,05$). Sólo las branquias (B) y las aletas (A) no presentaron diferencias según la clasificación de peso establecida. El rendimiento de *O. niloticus* y las variables asociadas al rendimiento en función de los pesos, se registra en el Cuadro 3.

Respecto al rendimiento en canal (%RC) el valor máximo se alcanzó en el rango de 300-350g (68,20%), y el menor valor se obtuvo en el rango de 350-400g (66,04%). Considerando las categorías de peso evaluadas, los resultados en los rendimientos obtenidos no presentaron diferencias ($P > 0,05$). Estos son superiores a los obtenidos por Macedo-Viegas *et al.* (1997), quienes encontraron valores en canal para *O. niloticus* que oscilaron entre 59,13% al 63,69%; Clement y Lovell (1994; igualmente en *O. niloticus*) valores de 51%, y a los de Silva *et al.* (2009) quienes obtuvieron un promedio del 59,10% con la misma variedad.

En contraposición, estos valores difieren de los obtenidos por Souza y Maranhão (2001), los cuales encontraron %RC entre 75,61% y 78,18% de acuerdo al peso beneficiado, y menores a los de Gonçalves *et al.* (2003), quienes lograron resultados que oscilaron entre 86,88% y 87,82%, ambas experiencias en *O. niloticus*.

Los valores de %RC al ser comparadas con especies autóctonas como cachamas y sus híbridos, son inferiores. En tal sentido, Mora (2005) reporta valores del %RC para el morocoto o cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) entre 80,80%-86,80% (rango de peso: 400-1600g); y 85,70%-87,10% (rango de peso: 801-1400g) para el híbrido cachamote (*C. macropomum* x *P. brachypomus*).

Es ampliamente conocido que el %RC es muy variable entre especies, lo cual está determinado por su estructura ósea, el volumen visceral y al tamaño de la cabeza. En el caso de las tilapias, esta especie

presenta alto rendimiento debido al desarrollo de buena masa muscular a ambos lados de la columna vertebral, presentan cabeza pequeña y cavidad abdominal relativamente menor (Kodaira, 2002).

Al evaluarse el %RPF, el valor máximo se alcanzó en el rango de 350-400g (60,56%). El menor registro se obtuvo en el rango de 300-350g (57,88%). Este rendimiento en filete no presentó diferencias ($P > 0,05$), lo cual indica que independientemente del peso al beneficio los rendimientos porcentuales del filete no difieren entre sí.

Resultados similares han sido reportados con anterioridad en *O. niloticus*, tanto en la variedad común como en la variedad Chitralada. Así, Silva *et al.* (2009) no encontraron diferencias al momento del beneficio en cuatro rangos de peso de la tilapia Chitralada. Por su parte, Gonçalves *et al.* (2003), tampoco encontraron variaciones sustanciales al evaluar cuatro categorías de peso; y Souza y Maranhão (2001), analizando dos categorías de peso obtuvieron resultados similares. Contrario a estas afirmaciones, Macedo-Viegas *et al.* (1997), determinaron que el %RC estuvo influenciado por el peso de los peces al momento de su beneficio.

Diversos autores (Clement y Lovell, 1994; Souza y Maranhão, 2001; Rutten *et al.*, 2004) han encontrado que el rendimiento en tilapias depende de varios factores como el peso corporal, condición sexual, condición corporal, características morfológicas, técnicas de procesamiento, métodos de fileteado, forma de presentación (con o sin piel) y eficiencia del fileteador. Este último factor, se ha observado que tiene una alta incidencia en el rendimiento final del procesamiento para estas especies. Estos últimos autores reportaron rendimientos en tilapias nilóticas cultivadas, que oscilaron entre el 25% al 42% con respecto al PF, valores inferiores a los obtenidos en este ensayo. Simões *et al.* (2007), logró un rendimiento del filete con piel para la variedad Chitralada con 21,63%, lo cual es inferior a los obtenidos en este ensayo.

Adicionalmente, la variedad empleada para el procesamiento en el presente ensayo, constó con animales sometidos al proceso de reversión sexual. Como parte de dicho proceso se obtienen machos funcionales, los cuales exhiben mejor crecimiento y desarrollo muscular que las hembras de esta especie.

Cuadro 2. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables relacionadas con el peso en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Peso (g)	Media (g)	DS	EE±	Intervalo de confianza anza de la media al 95%	Variable	Media (g)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
PF	250-300	269,30c	11,28	3,57	261,30	277,45	43,20b	16,63	3,05	36,30	50,12
	300-350	319,30b	9,78	3,26	311,84	326,88	49,40b	6,62	2,20	44,35	54,53
	350-400	375,60a	16,30	6,65	358,53	392,77	60,20a	11,86	4,84	47,84	72,74
Pc	250-300	233,00c	96,80	3,06	226,09	239,90	19,08	12,14	7,63	1,81	36,35
	300-350	275,04b	115,70	3,85	266,13	283,90	20,83	20,23	7,74	2,97	38,68
	350-400	319,17a	134,30	5,48	305,00	333,20	16,32 NS	15,30	1,15	13,34	19,30
Pt	250-300	182,97c	9,38	2,96	176,25	189,67	25,16c	4,34	1,37	22,05	28,27
	300-350	217,86b	12,06	4,02	208,58	227,13	31,75b	4,02	1,34	28,66	34,84
	350-400	247,93a	14,26	5,82	232,95	262,90	40,16a	5,68	2,31	34,19	46,12
TSe	250-300	170,10c	14,90	4,71	159,44	180,76	23,21	2,39	8,91	17,84	22,59
	300-350	188,50b	19,00	6,33	173,89	203,11	23,38	4,29	9,78	16,03	24,53
	350-400	227,04a	19,87	8,11	206,19	247,80	23,66 NS	6,00	4,55	16,94	26,19
PFi	250-300	119,31c	4,09	1,29	102,94	120,80	39,81b	5,08	1,60	36,17	43,44
	300-350	135,39b	6,21	2,07	116,90	136,46	44,67b	4,41	1,47	41,28	48,06
	350-400	150,50a	14,80	6,04	120,59	182,68	56,83a	8,58	3,50	47,82	65,83
E	250-300	4,59b	1,07	0,35	3,76	5,42	135,43c	16,10	5,09	123,91	146,94
	300-350	5,79ab	1,12	0,35	4,99	6,60	155,53b	12,97	4,32	145,55	165,50
	350-400	6,76a	2,04	0,83	4,60	8,91	194,77a	19,80	8,08	173,98	215,56

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

PF: peso fresco, Pc: peso de la canal, Pt: peso del tronco, TSe: peso del tronco limpio, PFi: peso del filete, E: escamas, EP: espinazo, B: branquias, V: vísceras, A: aletas, C: cabeza, R: residuos, DS: desviación estándar, EE: error estándar.

Cuadro 3. Efecto de los rangos de peso y parámetros descriptivos de las variables asociadas al rendimiento en la tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Vaible	Peso (g)	Media (%)	DS	EE±	Intervalo de confianza de la media al 95%	
%RC	250-300	67,93	2,48	0,78	66,15	69,71
	300-350	68,20	2,69	0,89	66,12	70,27
	350-400	66,04NS	3,58	0,14	62,28	69,80
%RPF	250-300	59,92	3,45	1,09	54,96	64,89
	300-350	57,88	3,88	1,29	51,89	63,84
	350-400	60,56NS	5,46	2,23	49,06	72,02
%RFPc	250-300	40,64	2,14	0,32	37,57	43,70
	300-350	39,34	2,21	0,73	35,93	42,74
	350-400	40,04NS	3,84	1,57	31,98	48,09

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a $P < 0,05$

%RC: rendimiento de la canal, %RPF: rendimiento del filete en función del peso fresco,

%RFPc: rendimiento del filete en función de la canal, DS: desviación estándar, EE: error estándar.

Lo cual, puede explicar qué en las 3 categorías de peso evaluadas (250-300g; 300-350 g y 350-400 g), no se encontraran diferencias en los rendimientos corporales.

En cultivo de tilapia la reversión sexual es empleada para controlar la reproducción de juveniles, los cuales dejan de alimentarse para efectuar el proceso reproductivo, conllevando a la degeneración de la calidad genética de la variedad (Castillo, 2005). Razón por la cual la mayoría de las experiencias de procesamiento en esta especie se realizan con animales sometidos a la reversión sexual.

Al respecto, Kodaira (2002) registraron un rendimiento en filete del 41%, demostrando el rendimiento porcentual de las diferentes partes corporales principales de la carne, independientemente de la época de la cosecha. Rutten *et al.* (2004) obtuvo un rendimiento en fileteado promedio del 35,7%, con diferencias entre 3 variedades de tilapias empleadas (Chitralada, GITH, e IDRC). Adicionalmente, se ha demostrado que el rendimiento en filete en estas especies está ligado también a factores propios de las tilapias como la forma anatómica del cuerpo, el tamaño de la cabeza y el peso final de los residuos. Por su parte, Rutten *et al.* (2005) encontraron que el peso corporal es el mejor indicador del peso en filete en comparación con las medidas del cuerpo.

Respecto al %RFPc, el mayor valor se encontró en el rango de 250-300 g (40,64%), y el menor valor en el rango de 300-350g (39,34%). No obstante, los valores obtenidos no presentaron diferencias ($P > 0,05$), en base al rango de peso evaluados en el presente trabajo.

Estas medidas representan, en cierta forma, la parte comestible cuando es aprovechada, en virtud de las pérdidas por desperdicios que se generan durante el procesamiento, o en su caso del consumo fresco. Según los datos, en función de cada variable productiva, aunque los rendimientos relativos al peso de los tres grupos evaluados no exhibieron diferencias sustanciales entre rangos, con peces dentro del rango de 350-400 g se obtuvo los mejores resultados en %RC. Dichos pesos se podrían obtener a partir del cuarto mes de cultivo, dependiendo de una adecuada alimentación que cumpla con los requerimientos nutricionales para la especie.

Considerando los resultados registrados, el beneficio de las tilapias se debe realizar después que alcancen los 350 g, ya que, aunque los rendimientos obtenidos en función del PF y del PFI, no presentaron variaciones importantes, se observó diferencias estadísticas al momento de comparar los residuos. Lo cual enfatiza la necesidad de beneficiar los peces cuando estos adquieran una talla adecuada para obtener filetes más pesados y de mayor valor comercial.

Adicionalmente, a pesar de que los mejores resultados integrales se evidenció en los animales más pesados, el histograma de frecuencia (Figura) permitió visualizar que la mayoría de los animales seleccionados al azar al momento de la cosecha estaban entre 275-350g, lo cual presupone que desde el punto de vista práctico para obtener filetes más grandes hay que dejar que los peces lleguen a más de 350g (más tiempo para la cosecha) en la práctica, o realizar cosechas parciales con aquellos peces que muestren esta talla. Al comparar los valores obtenidos de los pesos y los rendimientos de filetes, los resultados son muy similares a los reportados por Macedo-Viéguas *et al.* (1997) quienes evaluaron en *O. niloticus*, 4 categorías de peso, y donde peces entre 250–300g demostraron los mejores resultados proporcionando además mayor rendimiento de filete con respecto al Pc (40%), pero con pesos algo mayores (300-400g) obteniendo superiores cantidades de residuos.

Sin embargo, los valores son similares a los reportados por Leonhardt *et al.* (2006) con resultados entre 36,51 a 39,05%, en experiencias de fileteado con la variedad Chitralada, local e híbrida producto del cruce entre ambas variedades; y a los obtenidos por Golçalves *et al.* (2003) al encontrar rendimientos entre 37,91%-38,76%. En tilapias nilóticas, Simões *et al.* (2007) encontraron que el %RC y filetes no dependen directamente del peso al momento del beneficio, pero sí los rendimientos de filete con respecto a la canal. Lo anterior sugiere que independientemente del peso a la cosecha, los %RC y el fileteado no son alterados. Además, en esta variedad Chitralada, el crecimiento de las partes corporales presentan un crecimiento proporcional al aumento del peso corporal (Silva, *et al.*, 2009). Al respecto, el Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos por algunos autores.

Al evaluar los rendimientos corporales (%RC, %RPF y %RFPc) de acuerdo a las categorías de peso evaluadas, los valores son similares. En tal sentido, el aprovechamiento comercial de la variedad Chitralada no se ve afectada al momento del beneficio, ya que hasta los residuos no presentan mayores valores en función de las tres categorías de peso. Adicionalmente, los rendimientos están dados por la técnica de fileteada empleada. En este ensayo, se empleó el fileteado manual el cual es muy preciso; no obstante, requiere mano de obra adecuada y con experiencia.

Por su parte, Clement y Lovell (1994) compararon el rendimiento de filete de tilapias nilóticas y bagres de canal (*Ictalurus punctatus*), siendo el rendimiento del filete menor en el caso de tilapia, con respecto al obtenido en *I. punctatus* (25,4% frente al 30,9%), lo que representa que en las especies de cuerpos comprimidos, los rendimientos del filete son menores debido a una menor masa muscular, como ocurre con las tilapias. Además, en el caso de los rendimientos en filetes, las tilapias aventajan a especies como la cachama (*C. macropomum*), en vista de que estas últimas presentan un mayor tamaño de cabeza, gran volumen visceral y el desarrollo de las espinas intramusculares bifurcadas, que dificultan el fileteado y pueden ser factores que reducen su potencial comercial en forma de filete (Kodaira, 2002; Mora, 2005). Adicionalmente, mediante el fileteado de la tilapia Chitralada se originan nuevas alternativas nutricionales para su comercialización, ya que mayormente su aceptación por parte de los consumidores es de la manera tradicional, es decir entero fresco eviscerado.

Igualmente, las tilapias poseen amplia demanda en su comercialización, y pueden ser ofrecidas en diferentes presentaciones, a parte de filete, pueden ser comercializada congelada, ahumada, lo cual incide en que existan o no variaciones en el precio a la venta, en virtud de que muchas especies de peces autóctonos cultivados, como sucede con la cachama (*C. macropomum*), morocoto (*P. brachypomus*), coporo (*P. mariae*) y bocachico (*P. reticulatus*), poseen espinas intramusculares e interdorsales. En tal sentido el filete surge como una alternativa de comercialización de fácil preparación.

El corte del filete fue con piel con el objetivo de dar estabilidad a los diferentes cortes corporales obtenidos, lo cual pudo haber influido en los rendimientos finales, todo ello a pesar de que las tilapias exhiben una piel fina y delicada. En este sentido, Macedo-Viegas *et al.* (1997) reportan valores de piel de 4,77% a 5,71% en 4 categorías de peso (P1: 250-300g, P2: 301-350g; P3: 351-400g y P4: 401-450g); Simões *et al.* (2007) por su parte, encontraron valores del 3,68%; Souza y Maranhão (2001) encontraron valores entre 6,16% a 6,56% en 2 categorías de peso (P1: 300-400g y P2: 401-500g), y Silva *et al.* (2009) obtuvo valores que oscilaron entre 5,77%-6,31%, en 4 categorías de peso (P1: 250-300g, P2: 350-400g; P3: 450-500g y P4: 550-600g).

Cuadro 4. Rendimiento en tilapia nilotica (*O. niloticus*) de acuerdo a diferentes autores.

Autor	Especie	Rango de peso (g)	Rendimiento en canal (%)	Rendimiento en Filete (%)
Clement y Lovell (1994)	<i>O. niloticus</i> , var. común	--	51	25,40
		250-300	63,69	40,39
Macedo-Viegas <i>et al.</i> (1997)	<i>O. niloticus</i> , var. común	301-350	62,59	36,22
		351-400	59,13	32,15
		401-450	61,60	36,27
Souza y Maranhão (2001)	<i>O. niloticus</i> , var. común	300-400	75,61	36,50
		401-500	78,18	36,84
Kodaira (2002)	<i>O. niloticus</i> , var. común	--	--	41
	<i>O. niloticus</i> , var. común	272-372	87,71	37,91
	<i>O. niloticus</i> , var. común	380-439	87,82	38,52
Gonçalves <i>et al.</i> (2003)	<i>O. niloticus</i> , var. común	440-534	86,88	38,33
	<i>O. niloticus</i> , var. común	536-746	87,40	38,76
	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	--	34,5
Rutten <i>et al.</i> (2004)	<i>O. niloticus</i> , var. GITH	--	--	37,8
	<i>O. niloticus</i> , var. IDCR	--	--	35,2
	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	--	36,51
Leonhardt <i>et al.</i> (2006)	<i>O. niloticus</i> , var. Local	--	--	38,00
	<i>O. niloticus</i> , var. híbrida	--	--	39,05
Simões <i>et al.</i> (2007)	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	--	78,85	21,63
		250-300	59,39	33,22
	<i>O. niloticus</i> , var. Chitralada	350-400	58,22	34,26
Silva <i>et al.</i> (2009)		450-500	58,20	33,83
		550-600	60,56	35,41

A lo anterior se suma que la piel de especies como las tilapias ha sido objeto de interés para la curtiembre, debido a los altos contenidos de colágeno, lo cual permite un mejor aprovechamiento integral, al incorporarse un valor económico en uno de los posibles desperdicios.

Adicionalmente, la variedad Chitralada posee una aleta caudal algo más pequeña que otras variedades de tilapias, lo cual puede influir positivamente en el peso final al ser comparado con otras de tamaño similares entre variedades de tilapias. Esta condición corporal proporciona en este ciclido, una forma anatómica más redondeada, lo cual posibilita mejor aprovechamiento en los filetes obtenidos durante el procesamiento (Poggere, 2009).

Esta característica sumada al rápido crecimiento y buena aceptación hacen de la variedad Chitralada excelente especie para su fileteado, a diferencia de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.), en la cual se ha demostrado menor rendimiento en filete, razón por lo cual se destina al consumo directo de manera entera fresca eviscerada. La relación entre las variables evaluadas mediante el análisis de componentes principales (ACP) se muestra en el Cuadro 5.

El ACP describió dos componentes en los cuales de forma conjunta se extrajo el 100% de la varianza experimental. En la primera componente (CP1) se extrajo el 83,27% de la varianza total y todas las variables (tanto las morfométricas, como las de peso), se relacionaron principalmente en dicha componente. De las variables de mayor representación en la CP1, todas exceptuando el peso de branquias (B) y el %RC, se relacionaron positivamente entre sí.

En la segunda componente (CP2) se extrajo el 16,13% de la varianza total y las variables de mayor contribución fueron el peso del espinazo (EP) y el rendimiento del filete con relación al peso al beneficio (%RPF; %RFPc). Estas 3 variables en la CP2 se relacionaron positivamente entre sí. A partir de estos resultados, es importante destacar que desde el punto de vista estadístico con fines prácticos las variables morfométricas quedaron agrupadas en el mismo componente; lo cual indica que la selección de una de ellas es suficiente para realizar un monitoreo adecuado del rendimiento de la canal sin tener que sacrificar los animales durante el ciclo de producción.

La agrupación de la mayoría de las variables de peso en el ACP denota también que el pesaje aleatorio de algunos animales de los estanques puede proveer una información representativa del estatus y el rendimiento potencial luego del sacrificio, mediante la utilización de métodos predictivos ajustados. Sin embargo, el modo de abordar el nexo entre variables morfométricas y productivas queda circunscrito a las condiciones experimentales de cada área de producción y a las particularidades de los sistemas de manejo acuícola en cada caso.

La relación negativa de las branquias con respecto a las variables morfométricas y al peso quizás se encuentre relacionada con la tasa de oxigenación variable de esta especie y la variedad utilizada acorde a su crecimiento en el tiempo (Diodatti *et al.*, 2008). En este sentido, es conocido que la tasa de oxigenación variable y la morfometría específica de las branquias son aspectos característicos de cada especie y son sensibles (directa o inversa) a los cambios metabólicos ocasionados por el desarrollo corporal. En este caso la relación negativa encontrada permite sugerir posiblemente una tasa de crecimiento de las branquias mucha más lenta, respecto a la tasa de crecimiento integral del pez.

Por otra parte, la relación negativa entre el %RC con las variables morfológicas y de peso quizás se debe a que, según los resultados experimentales, los peces más grandes exhibieron mayor cantidad de residuos y presupone que la cosecha de esta variedad se debe realizar cuando la misma alcance un rango de peso en el cual íntegramente la cosecha sea productiva. La relación positiva entre los rendimientos del filete con el peso de las escamas quizás se debe a que la mayor dimensión longitudinal del pez (mayor área dorsal y lateral) influye positivamente en el alargamiento del filete, el cual se pesó con piel, y en consecuencia aumentó el peso integral de esta parte, considerando que es conocido que a mayor área de piel debe existir mayor cantidad de espinas pleurales o menor cantidad, pero de mayor peso.

CONCLUSIONES

Independientemente del peso al beneficio, los rendimientos porcentuales tanto de la canal como del fileteado fueron similares entre los diferentes rangos de peso.

Los valores de la mayoría de las variables morfométricas medidas; así como las asociadas con el peso, se vieron influenciadas por los rangos establecidos, obteniéndose los mejores resultados en las tilapias de mayores tallas.

A pesar de que las variables productivas de rendimiento, de acuerdo a los tres rangos de peso, no exhibieron diferencias acentuadas, se observó que

con peces entre 350 y 400g se obtuvieron los mejores resultados integrales.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Agropecuaria “El Limonal” por facilitar las condiciones técnicas para desarrollar la investigación.

Cuadro 5. Resultados del ACP y relación entre las variables medidas en tilapia Chitralada (*O. niloticus*) cultivada en el sector El Jagüito del municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Componente	
	1	2
LT	0,981	-0,194
LS	0,978	-0,210
LC	0,992	-0,127
AC	0,943	-0,333
EH	0,995	0,103
LH	0,979	-0,204
AH	0,871	0,492
PF	0,987	-0,163
Pc	0,983	-0,183
Pt	0,971	-0,238
TSe	0,997	0,003
PFi	0,977	-0,214
E	0,613	0,790
EP	0,999	-0,004
B	-0,751	-0,660
V	0,992	-0,128
A	0,998	-0,005
C	0,999	0,044
R	0,900	-0,013
%RC	-0,904	-0,427
%RPF	0,416	0,910
%RFPc	-0,278	0,961
Valor propio (λ)	18,32	3,68
Varianza (%)	83,27	16,73
Varianza total (%)	83,27	100

ACP: análisis de componentes principales

LITERATURA CITADA

- Bartlex, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the Royal Society of London, Sr. A. 160: 268-282.
- Castillo, O. 2005. La piscicultura como alternativa de producción animal en Venezuela. En: Sistemas integrados de producción con no rumiantes. UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela. pp. 44-46.
- Clement, S. and T. Lovell. 1994. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 119: 299-310.
- Diodatti, F.C., R.T. Fonseca, T.A. Freato, P.A. Ribeiro y L.D. Solis. 2008. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Anales de Veterinaria*, 24: 45-55.
- Giménez, E., F. Bortone, R. Royero, E. Piñero, M. González-Estopiñán, R. Valecillos, L. Peña, M. Lemus y M. Capecchi. 1995. La acuicultura en Venezuela, una alternativa de desarrollo. SARPA-MAC. Caracas, Venezuela. p 230.
- Gonçalves, T., A.J. Almeida e E.S. Borges. 2003. Características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em quatro classes de peso ao abate. *Acta Scientiarum*, 25 (1): 25-29.
- Kodaira, M. 2002. Experiencias en la tecnología postcosecha de las especies de pescado cultivadas en Venezuela. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela. pp. 42-43.
- Leonhardt, J.H., M.C. Filho; H. Frossard y A. Machado. 2006. Características morfométricas, rendimiento 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.M., M.L. Rodrigues de Souza e S.N. Kronka. 1997. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. *Rev. UNIMAR*, 19 (3): 863-870.
- 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.
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services de Etudes Statistiques. ITCF. Lusignan, France. p. 4.
- Popma, T. and L. Lovshin. 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Auburn University, Alabama, USA. Research and Development Series N° 41. p 26.
- Popma, T. and M. Masser. 1999. Tilapia: life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication 283. 4.
- Poggere, P.R. 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. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon, Brasil. p 61.
- Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and wilk's test for normality to large samples. *J. Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 31:115-124.
- Rutten, M.J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 231: 113-122.
- Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. **2005**. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 246: 125-132.
- Silva, F.V., N.L. Franco, J.S. Vieira, A.J. Tessitore, L.L. Oliveira e E.P. Saraiva. 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.R., C.A. Ribeiro, S.A. Ribeiro, K.J. Park e F.E. Murr. 2007. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia

- tailadensa (*Oreochromis niloticus*). Ciênc. Tecnol. Aliment., 27(3): 608-613.
- Souza, M. L. e T.C. Maranhão. 2001. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. Acta Scientiarum, 23 (4): 897-901.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. p 200.
- Watanabe, W.A., T. Losordo, K. Fitzsimmons and F. Hanley. 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. Rev. Fisheries Sci., 10: 465–498.