

DEPÓSITO LEGAL ppi 201502ZU4666
*Esta publicación científica en formato digital
es continuidad de la revista impresa*
ISSN 0041-8811
DEPÓSITO LEGAL pp 76-654

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias del

Agro

Ingeniería

y Tecnología

Año 08 N° 20

Enero - Abril 2017

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Rendimiento productivo de la especie nativa vieja colorada (*cichlasoma festae*) en la etapa de engorde alimentada con dietas a base de torta de palmiste

*Edison Mazón**

*Antón García***

*José Luis Guzmán****

*Carlos Mazón**

*Marcelino Herrera*****

RESUMEN

El Ecuador posee recursos hídricos y pesqueros, siendo la piscicultura una fuente de alimentos de rápido crecimiento y gran demanda. Los objetivos fueron: calcular Incremento Peso (IP), Incremento Peso Relativo (IPR), Tasa Crecimiento (TC), Tasa Crecimiento Incremental (TCI), Conversión Alimenticia (CA), costos y mortalidad del pez en la etapa de engorde. Valorar la digestibilidad aparente de Matera Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Energía Bruta (EB), Índice Eficiencia Proteica (PER) y Valor Productivo Proteína (PPV). Los peces fueron alimentados

*Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, amazon@uteq.edu.ec

**Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, España.

***Facultad de Veterinaria de la Universidad de Huelva, España.

****Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera IFAPA, Cartaya, España.

con cuatro dietas (0, 4, 8 y 12 % de palmiste), por un período de 30 días, se alojaron en 16 jaulas en un estanque. No hubo diferencias ($p < 0,05$) entre las dietas con 0, 4 y 8% de palmiste, en el Peso Final, Incremento Peso, Incremento Peso Relativo, Tasa Crecimiento y Tasa Crecimiento Incremental. Con el incremento del palmiste el costo de la dieta disminuyó. La inclusión del palmiste hasta el 8% no afectó la digestibilidad de la proteína, energía y la eficiencia de la proteína.

PALABRAS CLAVE: torta de palmiste; digestibilidad aparente; etapa de engorde; dietas experimentales.

Productive performance of the nativa in guayas cichlids species (cichlasoma festae) in the feeding stage fed with palmiste cake-based diets

ABSTRACT

Ecuador has water and fisheries resources, being fish farming a source of fast growing food and high demand. The objectives were to calculate Weight Increase, Relative Weight Increase, Growth Rate, Incremental Growth Rate, Food Conversion, costs and fish mortality in the fattening stage. To assess the apparent digestibility of Madera Seca, Crude Protein, Gross Energy, Protein Efficiency Index and Protein Productive Value. Fishes were fed with four diets (0, 4, 8 and 12% palm kernel), for a 30 days period. They were placed in 16 cages in a pond. There were no differences ($p < 0.05$) between the diets with 0, 4 and 8% of the palm kernel, in the Final Weight, Weight Increase, Relative Weight Increase, Growth Rate and Incremental Growth Rate. The cost of the diet decreased with the increase in the palm kernel. The inclusion of the palm kernel until 8% did not affect the protein digestibility, energy and the efficiency of the protein.

KEYWORDS: palm kernel cake; apparent digestibility; fattening stage; experimental diets.

Introducción

La producción pesquera mundial ha aumentado de forma constante en las últimas cinco décadas y también el suministro de peces comestibles se ha incrementado a una tasa media anual del 3,2 %, superando así la tasa de crecimiento de la población mundial del 1,6 % (FAO, 2014). Sin embargo, ésta requiere de la utilización de ingredientes de alta calidad y de altos coste en las dietas, lo que ha limitado la elaboración de dietas de bajo costo y dificulta la sustentabilidad de la industria (Bureau, 2006).

La alimentación en piscicultura excede el 70% de los costos de producción, es el rubro más sensible, que tanto el técnico como el productor deben observar con mayor atención; debido a los permanentes cambios que experimenta el mercado acuícola y tecnológico, ofreciendo nuevas alternativas en ingredientes y aditivos, que pueden ser utilizados con ventaja económica en las diferentes fases del proceso productivo (Pereira-Filho, 1995; Abimorad & Carneiro, 2004; Cavalheiro *et al.* 2007).

Actualmente en Ecuador no existe disponibilidad permanente y suficiente de recursos vegetales de alto valor proteico y energético para ser incluidos en la formulación de dietas para piscicultura. Por tanto, se acentúa la necesidad de explorar en recursos vegetales alternativos como sustitutos de fuentes convencionales y en la evaluación de su potencial alimenticio, como es el caso de la torta de palmiste (Meurer *et al.* 2003; Lund *et al.* 2011; Tusche *et al.* 2011).

La calidad de los alimentos acuícolas no solo viene determinada por su composición química sino también por la cantidad de los nutrientes que los organismos pueden digerir, absorber y utilizar para sus procesos metabólicos y crecer adecuadamente. La digestibilidad es uno de los parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a la alimentación (Manríquez, 1994; De Silva y Anderson, 1995; Pezzato *et al.*, 2002; Goncalves y Carneiro, 2003) y se define como la biodisponibilidad de los nutrientes en los alimentos e indica la cantidad de un ingrediente en el alimento que es digerido y absorbido por el organismo y no es excretado en las heces (Madrid, 2014). Porque no basta que la proteína y energía se encuentren en altos porcentajes en el alimento sino que deben ser digeribles para que puedan ser asimilados y por consecuencia aprovechados por el organismo que los ingiere.

El desarrollo de dietas de alta calidad nutricional, bajo impacto ambiental y económicamente rentables para el piscicultor, son una necesidad apremiante de la industria de los alimentos balanceados para peces, especialmente para uso en sistemas de producción intensivos. Raciones con estas características son posibles cuando se formulan con ingredientes de alto valor nutricional (Glencross *et al.*, 2007) y utilizando la información sobre digestibilidad de ingredientes determinada para cada especie en particular (Köprücü *et al.*, 2005).

Se podrá conocer y conservar un recurso ictiológico de aguas continentales propio del litoral ecuatoriano, que cada vez está más amenazado por la pesca indiscriminada, contaminación de ríos y reemplazo por otras especies comerciales extranjeras.

En Ecuador existe gran importancia la cría y engorde de la vieja colorada debido a su alto consumo y valor comercial que supera al de la tilapia y al de otras especies nativas de agua dulce tropical. Además, existen pocos estudios por lo que se requiere desarrollar tecnologías de cultivo basadas en las características y necesidades propias de cada especie en sus distintas etapas de desarrollo y en las diferentes regiones.

El alto costo de los productos energéticos tradicionales, utilizados para la alimentación animal, ha obligado a la búsqueda de nuevos productos y a la evaluación de su potencial alimenticio. Uno de estos cultivos es la palma (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763 L.), a partir de su industrialización se obtiene la torta de palmiste. Y, porque la investigación sobre el uso de la torta de palmiste en acuicultura en países tropicales como el Ecuador es muy limitada.

Por ello, con el objetivo de profundizar en el conocimiento de la torta de palmiste y sus usos en alimentación animal, se evaluó el efecto de dietas a base de torta de palmiste sobre el desempeño productivo de la especie nativa vieja colorada (*Cichlasoma festae*) en la etapa de engorde durante el verano.

1. Materiales y métodos

1.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca “El Peñón del Río”, de la zona de Pambilar de Calope (Los Ríos, Ecuador), perteneciente al cantón Quinsaloma, cuya ubicación geográfica son 1° 12' 19" S, 79° 29' 36" O, a una altura de 75 m.s.n.m. Se sitúa en una zona ecológica de bosque húmedo tropical, temperatura ambiental media anual de 25,47 °C, humedad relativa promedio de 85,84% y una precipitación medio anual de 2223,85mm. Esta investigación se realizó en el periodo comprendido entre los meses de octubre y noviembre del 2016 (época seca), con una duración de 30 días.

1.2. Manejo de los peces

Se utilizaron 400 peces de vieja colorada con un peso inicial de 44,2 ± 1,5 g, con una densidad de carga de 25 peces por jaula (1,105 kg/m³).

Se emplearon 16 jaulas experimentales de 1 m largo x 1 m ancho x 1 m de altura, cubiertas de una malla de plástico extruido de 6 x 8 cm, un estanque de agua de 30 x 20 m y 0,8 m de profundidad. Para la biometría de los peces se usaron una balanza eléctrica de 5 kg de capacidad con una pesada mínima de 1 g y un muelle, de 30 x 1,5 m, para el suministro de las dietas experimentales. El estanque no contaba con equipamiento de aireadores debido a que estaba abastecido por un flujo continuo de agua altamente oxigenada de 15 l/min y doblemente filtrada, la cual provenía de una represa de agua de 0,25 Ha de superficie. La temperatura del agua fue de $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. El oxígeno disuelto en el agua de los estanques se mantuvo en 11 ± 1 mg/l y el pH en $6,5 \pm 0,5$. Los desechos nitrogenados (alimento no ingerido y materia orgánica de excreción) fueron retirados diariamente por un sistema de desagüe tipo monge.

Los peces tuvieron un período de adaptación a las jaulas experimentales de siete días antes del inicio del experimento y fueron alimentados con alimento extruido con un alto contenido de proteína para que se acostumbraran al consumo de alimento concentrado. Se formularon cuatro dietas experimentales con diferentes porcentajes de torta de palmiste (0, 4, 8 y 12%) que fueron formuladas por el método de aproximación y error para representar las dietas isoproteicas e isocalóricas, utilizando los insumos y las cantidades indicadas en la Tabla 1. La dieta experimental se ofreció *ad libitum* cuatro veces por día (08:00, 11:00, 13:00 y 15:00 horas) durante 30 días.

Además, como medida profiláctica, los peces fueron tratados con una solución de azul de metileno (5g/10 l cada 30 días), para evitar la presencia del hongo *Ichthyophthirius* y bacterias patógenas. Asimismo, después de cada muestreo se empleó una solución de azul de metileno diluido en el agua para evitar la contaminación de hongos y bacterias.

El alto costo de los productos energéticos tradicionales, utilizados para la alimentación animal, ha obligado a la búsqueda de nuevos productos y a la evaluación de su potencial alimenticio. Uno de estos cultivos es la palma (*Elaeis guineensis* Jacq 1763 L.), a partir de su industrialización se obtiene la torta de palmiste.

La formulación de las dietas se realizó tomando en consideración el reemplazo progresivo de los insumos marinos tradicionales que tienen un alto costo y que son utilizados en la alimentación de los peces por productos vegetales de bajo costo como es el caso de la torta de palmiste, obtenido luego de la industrialización de la palma aceitera sin que se afecten los parámetros productivos. También se buscó reducir el uso de antibióticos y antiparasitarios, buscando la posibilidad de dar paso a nuevos desarrollos que mejoren la eficiencia alimenticia a bajo coste.

Además, se dio prioridad a la calidad del agua del estanque donde se realizó el experimento a fin de no comprometer el crecimiento de los peces

y aumentar los costos en la alimentación debido a la elevada conversión de la alimentación. Además, se buscó el máximo aprovechamiento de la producción primaria natural (plancton) zoo y fitoplancton; se buscó una gestión eficaz el programa de alimentación, diariamente durante todo el ciclo de cultivo, utilizando tablas de control diario; se utilizó dietas experimentales de buena calidad, porcentaje proteico y energético específico de cada fase fisiológica de la producción. Se monitoreó los parámetros de calidad del agua de los estanques a fin de reducir la mortalidad de los peces al mínimo.

1.3. Tratamientos

Los tratamientos experimentales fueron: T0, T4, T8 y T12% de torta de palmiste en la dieta. Para la confección de las dietas se utilizó el manual de necesidades nutritivas de Tilapia del Nilo de Vergara (2015), Universidad Nacional Agraria La Molina. Los tratamientos experimentales (dietas) su composición química se presenta en la Tabla 1.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (4 dietas con diferente porcentaje de torta de palmiste), cuatro repeticiones (4 jaulas) por tratamiento y 25 peces por jaula y la toma de datos se efectuaron durante 30 días.

1.4. Determinación de parámetros biológicos

El comportamiento productivo de la “vieja colorada” se evaluó a través de la determinación y utilización de los siguientes parámetros biológicos de la alimentación de los peces:

La tasa de conversión de alimentos (TCA): es la proporción existente entre la cantidad de alimentos distribuidos (g) y la ganancia de peso de los peces (g), en el mismo período de tiempo (Tacón, 1989). $TCA = \text{Cantidad de alimento distribuido (g)} / \text{Ganancia de peso de los peces (g)}$

Los parámetros del control del crecimiento y la eficiencia alimenticia se realizaron por la metodología empleada por Jauralde (2015).

El incremento del peso (IP): es el aumento de peso por unidad de tiempo por efecto del consumo de alimento (energía y proteína) a una determinada temperatura.

$$IP = (Pf - Pi)$$

Dónde: IP = incremento de peso

Pf = peso final

Pi = peso inicial

El incremento del peso relativo (IPR): es el aumento de peso por unidad de tiempo a diferentes edades por efecto del consumo de alimento (energía y proteína) en un determinado rango de temperatura.

$$\text{IPR (\%)} = 100 \times (\text{Pf} - \text{Pi}) / (\text{Pi})$$

Dónde: IPR = incremento de peso relativo

Pf = peso final

Pi = peso inicial

Tabla I. Dietas experimentales con diferentes porcentajes de torta de palmiste para la fase de engorde de vieja colorada. Finca “El peñón del río”, Pambilar de Calope, 2016.

Ingredientes ¹	Dietas experimentales (% de torta de palmiste)				Requer. ⁶
	0	4	8	12	
Maíz, (kg)	12,20	11,80	12,20	8,00	3,20
Polvillo arroz, (kg)	12,20	37,60		12,50	10,20
Torta soya, (kg)	32,00	30,00		38,00	44,00
Pescado, (kg)	36,00	1,80		28,00	26,00
Aceite de soya, (kg)	3,80	4,00		1,70	1,00
Torta palmiste, (kg)	0,00	0,05		8,00	12,00
Antimicótico ² , (g)	0,05	0,20		0,05	0,05
Metionina, (g)	0,20	0,05		0,20	0,20
Antioxidante ³ , (g)	0,05	0,10		0,05	0,05
Cloruro colina, (g)	0,10	3,00		0,10	0,10
Bentonita, (kg)	3,00	0,10		3,00	3,00
Pre mezcla ⁴ , (g)	0,10	0,10		0,10	0,10
Enzima ⁵ , (g)	0,10			0,10	0,10
Composición proximal teórica (%)					
Energía digestible dietaria (Kcal kg ⁻¹)	3000	3006	3006	3013	3000
Proteína total, (%)	35,00	35,00	35,00	35,00	35
Fibra, (%)	3,10	4,20	5,20	6,30	---
Calcio, (%)	1,84	1,58	1,49	2,00	1,00
Fósforo ⁷ , (%)	1,50	1,40	1,30	1,42	0,80
Arginina, (%)	1,91	1,96	2,00	1,20	1,79
Lisina, (%)	2,09	2,02	1,98	2,05	0,94
Met+cist, (%)	1,11	1,09	1,08	1,11	0,35
Triptófano, (%)	0,36	0,36	0,36	0,38	0,30

¹ Alimento Seco al aire; ² Mollejosanitin; ³ Endox; ⁴ Rovimix pre mezcla: Vitamina A, D3, K, E, B1, B2, B6, Ácido Nicotínico, Pantotenato de Calcio, Biotina, Ácido Fólico, Colina, Inositol y Vitamina C, Avizyme 1502; ⁵ Necesidades nutritivas de Tilapia del Nilo. Vergara (2015). Universidad Nacional Agraria La Molina (2015); ⁷ Fósforo total de la dieta.

La tasa de crecimiento (TC): es una medida del aumento o disminución promedio de peso en un periodo de tiempo (30 días).

$$TC (\%) = 100 \times (Pf - Pi) / t$$

Dónde: Pf = peso final

Pi = peso inicial

t = período de tiempo

La tasa de crecimiento incremental (TCI): es una medida del aumento promedio de peso en un periodo de tiempo (30 días).

$$TCI (\%) = 100 \times (\ln Pf - \ln Pi) / t$$

Dónde: TCI = tasa de crecimiento incremental

Pf = peso final

Pi = peso inicial

t = periodo de tiempo

El consumo neto de alimento (CNali): es la cantidad de alimento complementario consumido semanalmente menos el residuo de alimento.

$$CNali = \text{Peso de alimento consumido (g)} - \text{Peso del residuo (g)}$$

Dónde: CNali = consumo neto de alimento

Tasa de eficiencia proteica: El índice de eficiencia proteica (PER) es el peso ganado de un animal por cada unidad de proteína dada en el alimento y se calculó para cada tratamiento con la siguiente ecuación:

$$PER = \frac{\text{Peso ganado}}{\text{Proteína ingerida (g)}}$$

El valor productivo de la proteína (PPV) se calculó para cada tratamiento con la siguiente ecuación:

$$PPV = \frac{\text{Proteína retenida (g)}}{\text{Proteína ingerida (g)}}$$

La porción del alimento que no es digerida es eliminada con las heces; de esta forma la diferencia entre los nutrientes ingeridos y los excretados, que corresponde a la porción absorbida, es conocida como “coeficiente de

digestibilidad aparente - CDA” (Cho *et al.*, 1985; Watanabe, 1988; Hephher, 1988; Hardy, 1997). El término “aparente” se debe a que en la determinación de dicho coeficiente no se toma en cuenta las interferencias debidas a la presencia en las heces, de ciertas cantidades de proteína de origen endógeno que resultan de la pérdida de enzimas digestivas y mucoproteínas secretadas por el tracto digestivo y de la descamación del tejido epitelial del intestino (Hephher, 1988).

El cálculo del coeficiente de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y la energía bruta (EB) se realizó por el método de la recolección total de heces en cada uno de los tratamientos y repeticiones, mediante el sistema Guelph modificado: este método consiste en el uso de un tanque cilíndrico con fondo cónico (acuario metabólico) donde el abastecimiento de agua y oxígeno es continuo por la parte superior y en el fondo lleva un tubo recolector de heces (Furuya *et al.*, 2001; Vandenberg y De la Noüe, 2001; Abimorad y Carneiro, 2004; Amirkolaie *et al.*, 2005; Henry-Silva *et al.*, 2006). Posteriormente se realizó un análisis bromatológico de las heces extraídas y de las muestras de las dietas experimentales empleadas en las investigaciones.

La digestibilidad de las dietas experimentales de los peces se determinó por el método directo, también llamado método de recolección total. Consistió en la recolección cuantitativa y el análisis de todas las heces producidas. El coeficiente de digestibilidad se calculó de la siguiente manera:

$$C.D.\% = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente en las heces}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

1.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Todos los parámetros analizados del rendimiento productivo fueron analizados mediante un análisis ANOVA con medidas repetidas, usando el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico Statistical Analysis System Software (Workflow Studio 1.3) System for window 11, Copyright 2016 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). En el modelo se consideraron los porcentajes de torta de palmiste (0, 4, 8 y 12%), analizado como medidas repetidas sobre las mismas unidades experimentales. Cuando se detectaron diferencias significativas entre las medias en los factores con más de dos niveles, estos fueron sometidos a la comparación múltiple de medias mediante HSD-Tukey.

2. Resultados y discusión

2.1. Digestibilidad de las dietas experimentales

Tomando como base las dietas experimentales con inclusión de torta de palmiste se obtuvieron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de la MS, PB y EB descritos en la Tabla 2.

Se encontraron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) entre el tratamiento testigo (T0) en relación a los tratamientos T4, T8 y T12 en la MS. No se encontraron diferencias ($p \leq 0,05$) en el tratamiento testigo (T0) en relación a los tratamientos T4 y T8, pero si con el tratamiento T12 en la PB y EB. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con Vásquez *et al.* (2010) en un estudio de la tilapia y Vásquez *et al.* (2013) para la cachama.

Tabla II. Efecto en el crecimiento del pez nativo vieja colorada alimentada con dietas con diferentes porcentajes de torta de palmiste en la etapa de cría. Finca El peñón del río. Pambilar de Calope, 2016.

Variable ¹	Dietas experimentales (% de torta de palmiste)			
	T0	T4	T8	T12
Digestibilidad materia seca, (%).	58,65± 0,35 a	58,20± 0,35 b	57,35± 0,35 c	50,58± 0,35 d
Digestibilidad proteína bruta, (%).	84,48± 0,75 a	84,53± 0,75 a	84,42± 0,75 a	79,58± 0,75 b
Digestibilidad energía bruta, (%).	77,58± 0,69 a	77,10± 0,69 a	77,45± 0,69 a	71,70± 0,69 b
Índice eficiencia proteica (PER), (%)	0,35±0,03 a	0,35± 0,03 a	0,34±0,03 a	0,26± 0,03 b
Valor productivo de la proteína (PPV), (%).	0,37± 0,02 a	0,36±0,02 ab	0,35±0,02 ab	0,30±0,02 c

^{abc} Medias con letras distintas en la misma línea, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

¹ Corresponden a medias (\pm EEM) de 25 peces alojados en una jaula (Unidad Experimental) con cuatro réplicas por tratamiento

Los coeficientes de digestibilidad aparente alcanzados en esta investigación concuerdan, de manera general, con los descritos en diferentes estudios con tilapia y cachama para MS, PB y EB similares; entre los resultados publicados en la literatura se observan discrepancias, que según consenso entre investigadores pueden ser causadas por diferencias en las metodologías empleadas para la determinación de los coeficientes, entre otras, procesamiento de las dietas, diferencias en los niveles de inclusión del ingrediente investigado, clase de dieta testigo utilizada (Anderson *et*

al., 1995; Boscolo *et al.*, 2008; Furuya *et al.*, 2001 Guimarães *et al.*, 2008; Masagounder *et al.*, 2008), forma de colecta de heces (Meurer *et al.*, 2003), tamaño de los peces, ecuación utilizada para el cálculo de los coeficientes (Foster, 1999) y proceso de elaboración de las dietas experimentales (Allan *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos del índice de eficiencia proteica (PER) y el valor productivo de la proteína (PPV) obtenidos en esta investigación son relativamente bajos si comparamos con los resultados obtenidos por Bermúdez, et al. (2012) en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), Yudy, *et al.*, (2004) en yamú (*Brycon siebenthalae*, Eigenmann, Madrid (1912) en juveniles de corvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) y Aguirre (2015) en sabaleta (*Brycon henni*, Eigenmann, 1913). Esto se pudo deber a que este pez nativo tiene distintos hábitos alimentarios de las especies de peces comparadas y al hacer una sustitución parcial de la harina de pescado, se pudo haber producido una reducción de los índices de eficiencia PPV y PER. Además, se debe de tener en cuenta que en este pez nativo no se ha realizado una mejora genética en ninguna etapa fisiológica, no ha sido explotado con sistemas de producción intensiva y semi intensivas, alimentadas con alimento balanceado, de tal manera que su organismo esté acondicionado al consumo de éstos.

Al analizar la mortalidad entre los diferentes tratamientos se puede indicar que es muy baja y se produjo la muerte de los peces debido a la manipulación por el pesaje inicial y final, medición de las medidas anatómicas externos y al traslado de los peces a los acuarios metabólicos del experimento. También se puede atribuir la mortalidad al ataque de hongos de tipo Ichthyophthirius y parásitos externos. No se puede considerar la mortalidad por efecto de las dietas experimentales (Tabla 2).

2.2. Rendimiento productivo

El comportamiento productivo de la especie nativa vieja colorada alimentada con diferentes dietas isoproteicas e isocalóricas con torta de palmiste se observa en el Tabla 3.

Tabla III. Efecto en el crecimiento del pez nativo vieja colorada alimentada con dietas con diferentes porcentajes de torta de palmiste en la etapa de engorde 1. Finca El peñón del río. Pambilar de Calope. 2016.

Variable ¹	Dietas experimentales (% de torta de palmiste)			
	T0	T4	T8	T12
Peso final, (g)	62,50± 1,00 a	62,00±1,00 a	62,00±1,00 a	60,50± 1,00 b
Incremento del peso, (g)	14,70± 0,99 a	14,44± 0,99 ab	13,98± 0,99 ab	12,46± 0,99 b
Incremento del peso relativo, (g).	30,74±2,10 a	30,38±2,10 ab	28,13±2,10 ab	25,95± 2,10 c
Tasa de crecimiento, (%)	48,87± 3,36 a	47,91±3,36 a	46,66± 3,36 a	41,56± 3,36 b
Tasa del crecimiento incremental, (%)	89,00± 0,06 a	88,00± 0,06 ab	84,00± 0,06 ab	77,00± 0,06 c
Consumo alimento, (g)	94,25± 0,83 a	91,25±0,83 b	88,30± 0,83 c	85,28±0,83 d
Conversión alimenticia, (gg)	1,51± 0,012 a	1,47± 0,012 b	1,42± 0,012 c	1,41± 0,012 d
Costo alimento, (\$ Kg. ⁻¹)	0,994± 0,001 a	0,981± 0,001 b	0,963± 0,001 c	0,945± 0,001 d
Mortalidad, (%)	2	3	5	3

^{abc} Medias con letras distintas en la misma línea, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

¹ Corresponden a medias (\pm EEM) de 25 peces alojados en una jaula (Unidad Experimental) con cuatro réplicas por tratamiento

Al final del período experimental no se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), en el PF, IP, IPR, TC y TCI de la vieja colorada, entre las dietas con un 0, 4 y 8% de torta de palmiste; solo la dieta con mayor porcentaje de inclusión (12%) mostró unos peores resultados ($p \leq 0,05$) con respecto a la dieta control en el caso del IP, mientras que en el caso del PF, IPR, TC y TCI se encontraron valores inferiores ($p \leq 0,05$) en la dieta con mayor porcentaje de inclusión de torta de palmiste con respecto a las demás dietas.

La investigación sobre el uso de torta de palmiste en acuicultura en países tropicales es muy limitada. La inclusión de la torta de palmiste como fuente alternativa de proteína, como sustitución de la harina de pescado ha sido investigada en especies acuícolas. Algunos estudios iniciales indican que la torta de palmiste puede ser tolerada incluso hasta un 30% en raciones para bagre (*Ciarías gariepinus*) y 20% en tilapia (*Oreochromis niloticus*), muy por encima de los niveles de nuestro trabajo, sin que se presenten efectos adversos en crecimiento y rendimiento (Saad *et al.* 1994).

Resultados parecidos, en las mismas especies tilapia y bagre, Wan (2005) y Wing (2005), han encontrado resultados satisfactorios hasta un nivel del 20%. En este sentido, el comportamiento productivo no se alteró durante la alimentación de la cachama (*Piaractus brachypomus*) usando esta fuente alternativa de proteína (Vásquez, 2013).

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos, aunque en dietas de alevines de tilapia roja por Amaya, *et al.* (2012), los cuales incorporaron también la torta de palmiste hasta un nivel del 8% sin afectar el rendimiento productivo de los peces, indicando que podrían incorporarse mayores niveles de inclusión. También otros autores han utilizado la torta de palmiste como ingrediente orgánico para la sustitución parcial o total de la harina de pescado para especies acuáticas sin efectos negativos en los parámetros productivos hasta un 8% (Vásquez *et al.*, 2010).

Al igual que con muchos ingredientes para harinas con base vegetal y de semilla de aceite, existen varios factores que pueden limitar la incorporación de la torta de palmiste en las dietas de pescados. Estos incluyen su contenido proteico relativamente bajo, posible deficiencia de aminoácidos, y la presencia de factores antinutricionales (Wan, 2005). Aunque en nuestro estudio, las dietas con diferentes porcentajes de palmiste contaban con una harina de pescado de exportación con un 59% de proteína total, la que proveyó de niveles adecuados de aminoácidos, además se complementó con la utilización de aditivos nutricionales como la pre mezcla de vitaminas y minerales y metionina sintética. Por eso, esta deficiencia en aminoácidos, parece no ser la causa de los peores resultados productivos encontrados en la dieta con el mayor porcentaje de inclusión (12%).

Otros autores, manifiestan que la baja digestibilidad de la torta de palmiste se atribuye normalmente a los altos niveles de polisacáridos no almidonados (PNA) (Wing, 2005) o a la composición de la pared de las células (Dusterhoft y Voragen, 1991). Wing (2005) indica que estos factores antinutricionales impiden la digestibilidad y la utilización de los nutrientes de la torta de palmiste, bien por encapsulación directa de los nutrientes o por el aumento de la viscosidad del contenido intestinal, reduciendo así la tasa de hidrólisis y la absorción de los nutrientes de la dieta. Esta explicación podría ser la causa de nuestros peores resultados productivos encontrados en la dieta con un 12% de inclusión en comparación con la dietas control, debido al elevado contenido de fibra que no fue suficiente la inclusión de un complejo enzimático.

La adición de enzimas proteolíticas, fibrolíticas o que degradan los carbohidratos a las dietas basadas en torta de palmiste, tiene un gran potencial para la liberación de nutrientes no disponibles y de energía.

Ng *et al* (2002), en investigaciones realizadas con tilapias alimentadas con torta de palmiste previamente tratadas con enzimas para alimento comercial, demostraron de manera consistente mejor eficiencia en el crecimiento y utilización del alimento, al compararlas con peces alimentados con niveles similares de torta de palmiste cruda. Continúan indicando que hasta el 30% de torta de palmiste tratada con enzimas podría incorporarse a la dieta de tilapias rojas sin frenar su crecimiento de manera significativa; este hecho ha sido corroborado por Wing (2005). En este sentido hay que

indicar que las dietas experimentales a base de torta de palmiste que se utilizaron en la alimentación de la vieja colorada en la etapa de engorde tenían un complejo enzimático a base de proteasa, xilanasas y amilasa, con el propósito de mejorar la digestibilidad de las mismas.

Los valores para el consumo de alimento y la conversión alimenticia presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre todos los tratamientos; se puede observar que a medida que se incrementó el porcentaje de inclusión de la torta de palmiste en las dietas de los peces disminuyeron los valores de ambos parámetros. Las dietas con mayor contenido de harina de pescado eran más atraídas y mejor aceptadas por los peces que las dietas formuladas con ingredientes alternativos de origen vegetal, posiblemente debido al aporte de moléculas atrayentes aportadas por la harina de pescado. Datos similares reportaron Shapawi y colaboradores (2007) en el mero jorobado (*Cromileptes altivelis*), Madrid et al., (2014) con la corvina golfina (*Cynoscion othonopterus*).

Referente a los costos de alimentación, se observó un mayor costo por kilogramo de la dieta elaborada con mayor contenido de pescado (0% de torta de palmiste) ($p \leq 0,05$). A medida que se iba reemplazando el uso de la harina de pescado en la dieta e incrementado la torta de palmiste (4, 8 y 12% de torta de palmiste) se iba disminuyendo el costo.

Su mayor disponibilidad y menor costo respecto a otros subproductos de oleaginosas y materias primas como la torta de soja y torta de algodón, le dan una ventaja comparativa al no tener que competir con la demanda de otras especies de animales.

Conclusiones

- a) De acuerdo con los resultados obtenidos, la inclusión de la torta de palmiste hasta un 8%, en las dietas para la alimentación de la vieja colorada en la época de engorde 1, no afectó el rendimiento productivo de los peces en lo que respecta a peso final, incremento de peso, incremento relativo del peso y tasa de crecimiento.
- b) Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que la torta de palmiste se puede incluir hasta un 8% en la dieta de la vieja colorada, sin afectar al rendimiento productivo; abarataría significativamente el costo de la dieta.
- c) En relación con las pruebas de digestibilidad de este trabajo, se concluye que con la inclusión de la torta de palmiste en las dietas para peces en engorde de hasta el 8%, no se afectó la digestibilidad de la proteína, energía y la eficiencia de la proteína.

- d) Finalmente, a mayor disponibilidad de torta de palmiste durante todo el año y a menor costo respecto a otros productos de oleaginosas y materias primas como la torta de soja, le dan una ventaja comparativa al no tener que competir con la demanda para el uso de otras especies de animales, lo que en términos económicos también justificaría su uso.

Referencias

- Aguirre, M. (SF). Evaluación de dos niveles de proteína en dietas para juveniles de Sabaleta (*Brycon henni*, Eigenmann, 1915). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. Volumen 2, pp. 61 - 68.
- Abimorad, E., Carneiro, D.J. (2004). Métodos de colecta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energis dos alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Revista Brasileira de Zootecnia* 33, 1101-1109.
- Amirkolaie, A.K., Leenhouders, J.I., Verreth, J.A.J., Schrama, J.W. (2005). Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture research* 36, 1157-116.
- Anderson JS, Lall SP, Anderson DM, and McNiven MA (1995). Availability of amino acids from various fish meals fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 1995; 138:291-301.
- Allan GL, Parkinson S, Booth MA, Stone DAJ, Rowland SJ, Frances J, and Warner-Smith R. (2000). Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture* 2000; 186:293-310.
- Bermúdez, A., Muñoz-Ramírez, A.P. y Wills, G. (2012). Evaluación de un sistema de alimentación orgánico sobre el desempeño productivo de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivadas en estanques de tierra. *Producción Animal. Rev. Med. Vet. Zoot.* 59 (III). P.p. 165 - 175.
- Boscolo, WR, Hayashi C, Feiden A, Meurer F, Signor AA. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).
- Bureau, D. P. (1996). Nutritional value of rendered animal protein ingredients for salmonids in the 90'S. In: The Canadian Feed Industry Association and 1996 Eastern Nutrition Conference, May 15-17. (pp. 239- 246) Dartmouth, Nova Scotia.
- Cavalheiro O., J.M., de Souza O., E., Singh B., P. (2007). Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. *Bioresource Technology* 98, 602 -606.
- De Silva, S.S., Anderson, T.A. (1995). *Fish Nutrition in Aquaculture*, London, 319 pp.
- Dusterhoft, EM; Voragen, AGJ. (1991). Non-starch and polysaccharides from sunflower (*helianthus annuus*) and palm kernel (*Elaeis guineensis*) meal - preparation of

- cell Wall material and extraction of polysaccharide fractions. *J. Science Food Agricultwe.* 55:411-42
- FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. E-ISBN 978-92-5-308276-6 (PDF). Roma, 2014. P.p. 4 - 8.
- Foster I. (1999). A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. *Aquaculture Nutrition* 1999; 5:143-145.
- Furuya WM, Pezzato LE, Pezzato AC, Barros MM, and Miranda EC. (2001). Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootec* 2001; 30:1143-1149.
- Furuya M., W., Gonçalves S, G., Furuya B., V.R., Hayashi, C. (2001). Fitase na alimentação da Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. *Re.bras.zootec.* 30, 924-929.
- Gonçalves G., E., Carneiro, D.J. (2003). Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *R. Bras. Zootec.* 32, 779-786.
- Gonçalves G., E., Pezzato, L:E., Barros, M.M., Kleeman, G.K., Rocha, D.F. (2005). Efeitos da Suplementação de Fitase sobre a Disponibilidade Aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em Alimentos Vegetais para a Tilápia-do-Nilo. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.2155-2163.
- Cho, C., Cowey, C., Watanabe, T. (1985). *Finfish Nutrition in Asia: Methodological approaches to research and development.* IDRC, Ottawa, Ont. (Canadá), 154 pp.
- Guimarães LG, Pezzato LE, and Barros MM. (2008). Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition* 2008.
- Hardy, R. (1997). Understanding and using apparent digestibility coefficients in fish nutrition, *Acuaculture Magazine*, pp. 84 - 89.
- Henry-Silva G, G., Camargo M., A.F., Pezzato, L.E. (2006). Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 641-647.
- Hepher, B. (1988). *Nutrition of pond fishes.* Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, 388 pp.
- Jauralde, I. (SF). Control del crecimiento y eficiencia alimentaria. Grupo en Acuicultura y Biodiversidad. Universidad Politécnica de Valencia. España. P.p. 2 - 10.
- Köprücü, K., Özdemir, Y. (2005). Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250, 308-316.
- Lund I, Dalsgaard J, Tolderlund H, Holm J, Jokumsen A. (2011). Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus*

- mykiss) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. *Aquaculture*. 321: 259-266.
- Madrid, J. (2014). Efecto de la sustitución en dieta de harina de pescado con harina de productos de origen animal, en juveniles de corvina golfin, *Cynoscion othonopterus*. Tesis de Grado de Maestro en Ciencias en Acuicultura de la Universidad de Baja California. México. 16 p.
- Masagounder K, Firman JD, Hayward SS, and Brown PB. (2008). Apparent digestibilities of common feedstuffs for bluegill *Lepomis macrochirus* and largemouth bass *Micropterus salmoides* using individual test ingredients. *Aquaculture Nutrition* 2008; 15:29-37.
- Manríquez H., J. A. (1994). La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. En Control de calidad de insumos y dietas acuáticas. FAO. México. Pág 67-72.
- Meurer F, Hayashi C, and Boscolo WR. (2003). Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootec* 2003; 32:18011809.
- Ng, WK; Lim, HA; Lim, SL; Ibrahim, CO. (2002). Nutritive value of palm kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma koningii* (Oudemans) as a dietary ingredient for red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.) *Aquaculture Research*. 33: 1199-1207.
- Pereira-Filho M. (1995). Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro. Criando peixes na Amazônia. Adalberto Luiz Val e Alexandre Honczaryk. Manaus, INPA, 75-82.
- Pezzato, L.E., Carvalho de Miranda, E., Barros, M.M., Quintero P., L.G., Furuya M., W., Pezzato, A.C. (2002). Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31, 1595-1604.
- Saad, C., Cheah, C. y kamaruddin, M. (1994). Science and Technolo. Cong. 15 - 18 august. Kuala, Lumpur. P.p 167 - 171.
- Shapawi, R., Ng, W.-K., & Mustafa, S. (2007). Replacement of fish meal with poultry byproduct meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *Aquaculture*. 273(1): 118-126. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.09.014.
- Tacón, A. (1989). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Documento de campo No 4. FAO-Italia. [cited. 2017 junio 25] <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S00.htm#TOC>.
- Tusche K, Wuertz S, Susenbeth A, Shulz C. (2011). Feeding fish according to organic aquaculture guidelines EC 710/2009: Influence of potato protein concentrates containing various glycoalkaloid levels on health status and growth
- Vásquez, W., Yosa, M., Hernández, G- y Gutiérrez, M. (2010). Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis* sp.). *Rev Colom Cienc Pecua* vol.23 no.2 Medellín Apr./July 2010.
- Vandenberg, G.W., De La Noüe, J. (2001). Apparent digestibility comparison in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) assessed using three methods of faeces collection and three digestibility markers. *Aquaculture Nutrition* 7, 237-245.

- Vásquez, W., Yosa, M., Hernández, G- y Gutiérrez, M. (2013). Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.48, n.8, p.920-927, ago. 2013.
- Vergara, V. (2015). Necesidades nutricionales de truchas y tilapias. Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Departamento Académico de Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 2-7.
- Yudy, M., López, O., Vásquez, W. y Álvaro, F. (2004). Evaluación de diferentes porciones de energía / proteína en dietas para juveniles de yamú, *brycon siebenthalae* (eigenmann, 1912). *Orinoquia*, vol. 8, núm. 1, 2004. Pp. 64 -76.
- Wan, M. y Alimón, A. (2005). Uso de la torta de palmiste y subproductos de palma de aceite en concentrados para animales. *PALMAS*-Vol. 26 No.1, 2005. P.p. 59.60.
- Watanabe, T. (1988). Fish Nutrition and Mariculture. Departmente of Aquatic Biosciences. Tokyo University of Fisheries. 233 pp.
- Wing, K. (2005). Investigación sobre el uso de la torta de palmiste en alimentos para la acuicultura. *Palmas* - Vol. 26 No. 3, 2005 79