

Utilización de silos pesqueros en la formulación de dietas semi-húmedas para tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)

J. Llanes¹, J. Toledo¹, Lourdes Savón² y Odilia Gutiérrez²

¹Centro de Preparación Acuícola Mampostón, Carretera Central, km 41, Morales, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
Correo electrónico: jellanes@telemar.cu

Se evaluó el efecto de dos dietas semi-húmedas, formuladas con ensilajes (químico y biológico) de residuos del fileteado de tilapias como única fuente de proteína animal, en la alimentación de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). Se aplicaron para ello modelos de clasificación simple, con tres repeticiones. Se determinó la estabilidad física de las dietas por la pérdida de materia seca y lixiviación de la proteína después de la inmersión en el agua. La digestibilidad *in vivo* se calculó por el método indirecto con óxido de cromo III como marcador inerte. La recogida de las heces se llevó a cabo mediante un sifón desde el fondo de los tanques. El bioensayo de crecimiento se realizó durante 60 d, con 270 alevines revertidos (todos machos) de 6.0 ± 0.01 g de peso como promedio inicial. Se encontraron satisfactorias pérdidas de materia seca (11.4 y 10.9 %) y lixiviación de la proteína (16.4 y 15.9 %) en las raciones experimentales, las que difirieron del control (5.1 y 4.7 %). La menor digestibilidad de la proteína se presentó en la dieta con ensilaje biológico (86.8 %), la que difirió ($P < 0.01$) del químico (89.4 %) y el control (88.7 %). El comportamiento productivo mostró que no hubo diferencias significativas en los pesos finales (30.0; 29.9 y 29.6 g), conversión alimentaria (1.5; 1.5 y 1.6) y eficiencia proteica (1.8; 1.9 y 1.8) entre los peces que consumieron ensilajes y harina de pescado. La supervivencia fue alta para todos los tratamientos (mayores de 95 %). Se evidenció que las dietas semi-húmedas, basadas en ensilajes de residuos del fileteado de tilapias, son tan eficientes en el comportamiento productivo de tilapias rojas como los alimentos comerciales con harina de pescado, lo que representa una alternativa de alimentación para los cultivos de esta especie.

Palabras clave: alimentación, dietas alternativas, ensilaje de pescado, tilapia.

En Cuba se lograron intensificar los cultivos de tilapias por la estabilidad en la producción de alimentos concentrados a partir de insumos importados, como los cereales (maíz y trigo), la soya y, en menor cuantía, la harina de pescado (HP). Esta última es de poca disponibilidad y altos precios (1 346.00 USD/t) (FAO 2011) en el mercado internacional. Para continuar el sustento e incrementaron estos cultivos, son necesarias otras alternativas de alimentación que se basen en materias primas nacionales.

El aprovechamiento de los subproductos pesqueros por metodologías simples y de baja inversión como el ensilaje (conservación en medio ácido) puede ser una opción para la preparación de raciones artesanales. A esta alternativa se pueden adicionar los abundantes residuos que se generan diariamente en Cuba en las industrias pesqueras. Según estudio de Llanes *et al.* (2011), el valor nutricional de los ensilajes de desechos del fileteado de tilapias en base seca es muy atractivo. Estos autores refieren entre 36 y 43 % de proteína bruta con altas concentraciones de lisina, arginina, valina, leucina y digestibilidad mayor de 80 % para tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*).

La información disponible en la literatura acerca de la utilización de los ensilajes de pescado (EP) para la alimentación de tilapias es limitada y sugiere su uso como sustituto parcial de la HP (hasta 80 %) en raciones de tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapias rojas (*Oreochromis spp.*) (Fagbenro *et al.* 1994 y Botello *et al.* 2011). Se informan incluso mejoras nutricionales

y económicas cuando el ensilaje sustituyó 30 % del alimento comercial (Carvalho *et al.* 2006 y Perea *et al.* 2011).

Se evaluó el efecto de dos dietas semi-húmedas, formuladas con ensilajes (químico y biológico) de residuos del fileteado de tilapias, como única fuente de proteína animal, en la alimentación de alevines de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Nutrición del Centro de Preparación Acuícola Mampostón. Se utilizaron residuos del fileteado de tilapias, molidos en una máquina de carne JAVAR 32. La pasta resultante se dividió en dos porciones. Una se mezcló con 2 % de ácido sulfúrico al 98 % y 1 % de ácido fórmico (p/v), ambos adquiridos en la firma comercial MERCK para el ensilaje químico (EQ). La otra se combinó con 15 % de miel final y 3 % de yogurt *Lactobacillus acidophilus* (p/p) (ensilaje biológico, EBL). Después de 7 d se formularon dos dietas balanceadas semi-húmedas, según los requerimientos informados por Olvera-Novoa (2002).

Las dietas se prepararon con 40 % de ensilaje y 60 % de pienso vegetal. Se peletizaron en la máquina de carne a 3 mm de diámetro. Los pellets semi-húmedos se almacenaron a -10 °C en recipientes plásticos con tapas. Como control se utilizó el alimento comercial de tilapia. La composición de las dietas se muestra en la tabla 1.

La estabilidad física de las dietas se determinó por la pérdida de materia seca (PMS) y lixiviación de la proteína total (LPT), de acuerdo con la metodología

Tabla 1. Composición porcentual y química de las dietas experimentales (g /100 g)

Ingredientes	Pienso vegetal	Dieta Control	Dieta (ensilaje químico)	Dieta (ensilaje biológico)
Harina de pescado	-	20.00	-	-
Ensilado químico	-	-	40.00	-
Ensilado biológico	-	-	-	40.00
Harina de soya	58.33	40.00	-	-
Harina de maíz	11.25	10.00	-	-
Salvado de Trigo	24.84	21.75	-	-
Aceite de soya	1.00	3.00	-	-
Mezcla vitamino-mineral	1.66	1.00	-	-
Sal común	0.42	0.25	-	-
Fosfato dicálcico	2.50	2.00	-	-
Carboximetil celulosa	.	2.00	-	-
Pienso vegetal	-	-	60.00	60.00
Materia seca	88.10	91.90	64.40	65.10
Proteína bruta	31.10	35.30	23.60	22.70
Energía bruta (MJ/kg)	16.20	17.40	11.90	12.10

de Fagbenro y Jauncey (1998). La PMS se calculó por la diferencia de porcentaje del peso seco de la muestra después de la inmersión en el agua y se expresó como porcentaje de PMS. La lixiviación de la proteína total se dio como porcentaje remanente básico:

$LPT (\% \text{ remanente}) = (\text{g proteína remanente} / \text{g pellets remanente}) / (\text{g proteína nutriente} / \text{g pellets inicial}) \times 10^2$

El experimento de digestibilidad *in vivo* se realizó en nueve piscinas rectangulares de cemento, de 400 L de capacidad (tres por tratamiento). Estas tenían 30 juveniles de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) de 61.2 ± 6.23 g de peso promedio (270 peces en total). Las dietas experimentales con 1 % de óxido de cromo III (Cr_2O_3) como marcador inerte se suministraron *ad libitum*. Las heces fecales se recogieron minuciosamente por un sifón desde el fondo de las piscinas durante 6 d y antes de la alimentación (8:00 am y 3:00 pm). Posteriormente se secaron en una estufa a 60 °C durante 48 h. Para su análisis químico se molieron en un molino Wiley, con tamiz de 1 mm. La digestibilidad aparente (DA) se calculó según Bureau *et al.* (1999).

$DA \text{ nutriente } (\%) = 10^2 - 10^2 \times (\text{nutriente heces} / \text{nutriente dieta} \times \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dieta} / \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ heces})$.

$\text{Proteína digestible (PD)} = (\text{por ciento de proteína bruta de la dieta} \times \text{digestibilidad}) / 10^2$.

Para el bioensayo de crecimiento se utilizaron 270 alevines revertidos (todos machos) de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*), con 6.00 ± 0.01 g de peso promedio. Se distribuyeron al azar en nueve piscinas rectangulares de cemento de 700 L (tres por tratamiento). El flujo de agua en las piscinas se estandarizó a 1.2 L/min durante las 24 h. Diariamente se registró el oxígeno disuelto y la temperatura con un oxímetro digital HANNA.

Dadas las diferencias de proteína digestible entre las dietas experimentales, la tasa de adición de alimento (tabla 2) se calculó en función del alimento a ingerir con los requerimientos de g PD/100 g de peso vivo (PV) para tilapias, establecidos por Llanes *et al.* (2009).

La cantidad de alimento/d se determinó por la siguiente fórmula:

$\text{Cantidad de alimento/d} = \text{Requerimiento (g PD/10}^2 \text{ g PV)} / (\% \text{ PD de la dieta}) \times 10^2$

Las dietas se ofrecieron en dos raciones diarias (9:30 am y 4:30 pm) durante 60 d, con la finalidad de ajustar la cantidad de alimento. Los peces se pesaron individualmente cada 15 d.

Se calcularon los indicadores productivos siguientes:

$\text{Tasa de crecimiento específica (TCE)} = 10^2 \times (\ln \text{Peso final, PF} - \ln \text{Peso inicial, PI}) / \text{d de cultivo}$.

$\text{Incremento de peso diario (IPD)} = \text{PF} - \text{PI} / \text{d de cultivo}$.

$\text{Factor de conversión del alimento (FCA)} = \text{Alimento añadido} / \text{ganancia en peso}$. $\text{Supervivencia} = \text{Número de peces finales} / \text{número de peces iniciales} \times 10^2$.

$\text{Tasa de eficiencia proteica (TEP)} = \text{Ganancia en peso} / \text{proteína adicionada}$.

$\text{Eficiencia de retención de proteína (ERP, \%)} = (\text{PB corporal final} \times \text{PF}) - (\text{PB corporal inicial} \times \text{PI}) / \text{PB adicionada}$.

$\text{Porcentaje de proteína en ganancia de peso (PGP, \%)} = (\text{PB corporal final} \times \text{PF}) - (\text{PB corporal inicial} \times \text{PI}) / \text{PF} - \text{PI}$.

Para el cálculo de ERP y PGP se sacrificaron 12 animales al inicio del bioensayo. Al final, fueron cuatro animales por piscina (12 por tratamiento).

La composición bromatológica de las muestras de ensilajes, harinas, heces fecales y canales de los peces,

Tabla 2. Porcentajes de adición de alimentos utilizados durante el período experimental

Peso (g)	Requerimientos (g proteína digestible /100g peso vivo)	Dieta control	Dieta (ensilaje químico)	Dieta (ensilaje biológico)
5	1.72	5.56	8.09	8.67
10	1.54	5.00	7.24	7.76
15	1.40	4.53	6.58	7.35
20	1.35	4.36	6.35	6.80

así como el contenido de cromo en heces y dietas, se determinó por triplicado según la AOAC (1995). La energía bruta se calculó con los coeficientes calóricos brutos señalados por Goda *et al.* (2007).

Los valores promedio de los indicadores nutricionales se analizaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple. La comparación entre medias se docimó según Duncan (1955) por medio del software estadístico INFOSTAT, versión 1.0 (Balzarini *et al.* 2001).

Resultados y Discusión

Debido a la inclusión de aglutinantes y a los procesos industriales (compresión, calentamiento y adhesión) para la fabricación de los granulados comerciales, la estabilidad física (tabla 3) mostró menor porcentaje de PMS ($P < 0.001$) para la dieta control con respecto a la peletizada en un molino de carne, y a los altos porcentajes de humedad de las dietas con EP.

Se encontró menor lixiviación de la proteína ($P < 0.01$) para el control (4.7 %), debido a la mayor resistencia a los impactos físicos de los pellets. Este tratamiento fue efectivo para la retención de los nutrientes y para impedir mayores pérdidas de proteína total. Las dietas con EP tuvieron similares porcentajes de PMS (tabla 3) y lavado de proteína (16.4 y 15.9 %), con valores que se pueden considerar aceptables para pellets semi-húmedos, según los criterios de Fagbenro y Jauncey (1998).

Estos autores demostraron que con la extrusión en frío, los pellets semi-húmedos pueden mejorar. Después de la prueba de inmersión, obtuvieron valores de 6.4 % PMS y 13.2 % de lavado de proteínas.

Los resultados de este trabajo confirman la capacidad aglutinadora de la miel final, almidón del maíz y aceite de los silos pesqueros, pues contribuyen a la estabilidad física de los pellets semi-húmedos (Fagbenro y Jauncey

1998 y Toledo *et al.* 2009). Lo obtenido en este estudio es de gran importancia práctica, ya que sugiere que mezclas simples de harinas y subproductos de pescado se pueden procesar en forma de pastas o pellets y se minimizan las pérdidas por dispersión. De igual forma, su calidad ejemplifica la posibilidad de su uso como alternativa de alimentos comerciales nutricionalmente completos en los cultivos de tilapias.

Los resultados de digestibilidad (tabla 3) fueron satisfactorios con respecto a lo informado en la literatura. Permiten afirmar que la tilapia roja utiliza eficientemente los nutrientes de dietas semi-húmedas con ensilajes de residuos pesqueros.

La digestibilidad de la proteína (DAPB) difirió significativamente ($P < 0.05$) entre los tratamientos. El menor valor se presentó en el ensilaje biológico (EBL). Esto se debe al aumento de los contenidos de bases volátiles nitrogenadas, como resultado de la desaminación oxidativa de los aminoácidos libres, componentes del pool de nitrógeno no proteico, por un número de bacterias que causan su reducción. Estas, al mismo tiempo, generan amonio, lo que trae consecuencias negativas en el valor nutricional de este tipo de silo (Enes *et al.* 1998).

No obstante, las DAPB de este estudio fueron similares a las informadas para la misma fuente de proteína (83.5 a 86.6 %) en tilapias del Nilo (Fagbenro y Jauncey 1998). Sin embargo, al deshidratar el ensilaje con harina de soya, se informaron valores de 80,6 % para la misma especie (Fagbenro *et al.* 1994) y de 76.4 % en pacú (*Piaractus mesopotamicus*) (Vidotti *et al.* 2002). Esto indica una disminución de la biodisponibilidad de algunos aminoácidos durante el proceso de secado debido a las reacciones de Maillard.

La digestibilidad de la energía no difirió entre los tratamientos (tabla 3). Sus valores (80.6, 82.1 y 84.8 %)

Tabla 3. Estabilidad y digestibilidad de las dietas experimentales en tilapias rojas

Indicadores	Dieta control	Dieta (ensilaje químico)	Dieta (ensilaje biológico)	EE(±) Sig
Pérdida de Materia Seca %	5.1 ^a	11.4 ^b	10.9 ^b	±0.76 ***
Proteína total, % remanente	95.3 ^a	83.6 ^b	84.1 ^b	±1.34 **
Digestibilidad de la proteína, %	88.7 ^a	89.4 ^a	86.8 ^b	±0.49 *
Digestibilidad de la energía, %	83.8	83.7	84.7	±0.32

^{ab}Letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente para $P < 0.05$ (Duncan 1955)

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

fueron próximos a los referidos por Fagbenro y Jauncey (1998). Se pueden asociar a las altas concentraciones de ácidos grasos insaturados en los aceites de estos subproductos pesqueros, que se absorben mejor que los saturados de otras materias primas de origen animal (Allan *et al.* 2000). Además, se corroboran las citas de Goda *et al.* (2007) y Toledo *et al.* (2008), quienes plantearon que las tilapias utilizan eficientemente los carbohidratos de la ración. Esta característica es muy favorable porque los alimentos ricos en almidón son de menor costo, generalmente.

Durante el experimento de crecimiento, la temperatura del agua de las piscinas varió de 26.8–27.6 °C; la concentración de oxígeno entre 5.11 y 6.02 mg/L y el pH de 7.85 - 8.01. Según Kuanhong (2011), estos valores se encuentran en los rangos convenientes para el cultivo de la especie.

El comportamiento de las tilapias rojas con las dietas semi-húmedas (tabla 4) mostró que los indicadores de crecimiento (PF, TCE e IPD) no se afectaron por el tipo y nivel de sustitución del ensilaje. Esto concuerda con lo informado por Vidotti *et al.* (2002) y Toledo *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias significativas en el crecimiento de pacú y bagres africanos (*Clarias gariepinus*) que recibieron dietas con EP, como única fuente de proteína animal, con respecto a lo obtenido con una ración comercial con HP.

La metodología de alimento semi-húmedo que se propone, con la inclusión de 40 % de EP (base húmeda), equivale a incorporar 5.6 % de PB y a sustituir 45 % de la PB de la HP. Las TCE fueron iguales al tratamiento control y a las informadas (2.7 y 2.8) para dietas formuladas con harinas de diferentes subproductos pesqueros (organismos bentónicos, peces pelágicos pequeños, mezcla de diferentes especies de pez gato y desechos del procesamiento de atún y sardinas) en tilapias del Nilo (Goddard *et al.* 2008).

Esto se corresponde con los resultados de Toledo *et al.* (2008), quienes destacaron que el comportamiento de alevines de tilapias del Nilo no se afecta al usar raciones con altos contenidos de proteína vegetal (soya fundamentalmente) y un mínimo de HP para suplir los aminoácidos azufrados. Además, estos resultados sugieren que el aprovechamiento de los subproductos pesqueros a través de EP puede ser una alternativa de fuente proteica para aliviar el poco acceso a la HP.

Goda *et al.* (2007) informaron TCE inferiores (1.7 a 1.9) en tilapias del Nilo, con dietas basadas en torta de soya, soya integral y gluten de maíz. Esto se puede atribuir a factores antinutricionales y al desbalance de algunos aminoácidos esenciales (arginina, histidina y treonina), a pesar de que las dietas se suplementaron con L-lisina y DL-metionina.

Con las dietas experimentales, el FCA en base húmeda (tabla 4) empeoró significativamente, en 700 y 800 g más de alimento por cada kilogramo de incremento de peso vivo. Esto se debió, fundamentalmente, a los contenidos de humedad de estas dietas (35 %) con respecto a la ración comercial (10 %). Este resultado se corroboró mediante los FCA en base seca, que no difirieron entre tratamientos. Tampoco hubo diferencias con respecto a lo informado por Vidotti *et al.* (2002) y Toledo *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias significativas en el FCA entre los peces alimentados con ensilajes y HP.

Este indicador (FCA) refleja las ventajas de la utilización del EP. Los animales que recibieron estas raciones fueron más activos en el momento de la alimentación. Esto se relaciona con mayor palatabilidad proporcionada por las sustancias solubles disponibles en los silos que estimulan su consumo. Esto se demostró en truchas *Salmo gairdneri* (Stone *et al.* 1989).

No hubo diferencias significativas en las TEP (tabla 4), quizá por el alto valor nutricional de los ensilajes

Tabla 4. Resultados de los indicadores nutricionales para tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) alimentadas con las dietas experimentales

Indicadores	Dietacontrol	Dieta (ensilaje químico)	Dieta (ensilaje biológico)	Sig.
Peso final, g	30.0 + 0.74	29.9 + 0.73	29.6+ 0.75	NS
Indicadores	D1 Referencia	D2 E. químico	D3 E. biológico	± EE Sig
TCE, %/día	2.7	2.6	2.7	±0.07
IPD, g/día	0.4	0.4	0.4	±0.02
FCA, BH	1.6 ^a	2.3 ^b	2.4 ^b	±0.09**
FCA, BS	1.5	1.5	1.6	±0.07
Supervivencia,%	96.6	95.5	96.6	±0.04
TEP	1.8	1.9	1.8	±0.08
ERP, %	28.1	28.6	27.4	±0.04
PGP, %	23.5	23.3	22.9	±0.03

^{ab}Letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente para P < 0.05 (Duncan 1955). **P < 0.01. TCE (Tasa de crecimiento específica); IPD (Incremento de peso diario); FCA, BH y BS (Factor de conversión alimentaria, base húmeda y seca); TEP (Tasa de eficiencia proteica); ERP (Eficiencia de retención de proteína); PGP (Porcentaje de proteína en ganancia de peso)

(Llanes *et al.* 2011) y la adición de iguales cantidades de proteína digestible entre los tratamientos (tabla 2). También pudo influir la acción de las proteasas endógenas presentes en los tejidos del pescado. Estas se activan en medio ácido y aumentan la solubilidad de las proteínas, lo que pudo favorecer su mejor absorción y utilización. Las TEP (1.9) obtenidas por Fagbenro *et al.* (1994) en tilapia del Nilo, y por Botello *et al.* (2011) (2.0) en tilapias rojas se corresponden con lo registrado en este estudio.

Igualmente, la ERP y el PGP (tabla 4) no difirieron entre los tratamientos experimentales, lo que coincide con lo obtenido por Fagbenro *et al.* (1994) para el primer indicador. Estos autores lograron cifras de 29 %.

Los resultados favorables en la utilización de la proteína (TEP, ERP y PGP) no solo se deben explicar en función del valor nutricional de los ensilajes, sino también en la posible capacidad de estos peces para utilizar eficientemente los altos contenidos de ácido glutámico como fuente de aminoácidos no esenciales en esta materia prima (aproximadamente 13 % de la PB) (Llanes *et al.* 2011).

Según Tacon (1989), una parte de la proteína dietética es utilizada por los peces con fines energéticos. Estos tienen cierta predisposición a utilizar las cadenas carbonadas de los aminoácidos como sustrato energético. De ahí, que la existencia de elevada proporción de ácido glutámico en los silos podría representar ahorro importante en la síntesis de aminoácidos no esenciales a partir de los esenciales. Además, se puede utilizar en la síntesis de ácidos grasos y en el crecimiento. Esto contribuiría al mejor aprovechamiento general de la energía dietética.

La composición de las canales (tabla 5) mostró que los peces que consumieron ambas dietas (HP y EP) tuvieron niveles superiores ($P < 0.001$) de proteínas y lípidos con respecto al inicio. No sucedió lo mismo con los contenidos de cenizas, que disminuyeron significativamente ($P < 0.005$).

No hubo influencia en las canales de los peces por el tipo y nivel de sustitución de ensilaje con respecto a la HP, aunque con el EBL aumentó la deposición de

grasa corporal, probablemente por la menor relación proteína- energía de esta dieta (18.7 g/MJ) con respecto al control (20.3 g/MJ), y al mayor consumo de alimento (tabla 2) y de energía que realizaron los peces en este tratamiento.

El contenido de cenizas en músculo (tabla 5) no difirió entre los tratamientos. Su disminución con respecto al inicio se puede relacionar con el crecimiento en la etapa juvenil. Este se caracteriza por una predisposición de la masa muscular que se incrementa más rápido que la ósea, lo que ocasiona disminución en las concentraciones de calcio y fósforo, componentes minerales de las cenizas.

Se evidenció que las dietas balanceadas semi-húmedas, formuladas con ensilajes de residuos del fileteado de tilapias, como única fuente de proteína animal, son tan eficientes para el comportamiento productivo de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) como los alimentos comerciales con harina de pescado. Por tanto, representan una alternativa de alimentación para los cultivos de esta especie.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad del Agua de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco en Chile

Referencias

- Allan, G.L., Parkinson, S., Booth, M.A., Stone, D.A.J., Rowland, S.J., Frances, J. & Warner-Smith, R. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture* 186: 293
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Ass. Anal. Chem. 16 th. Washington, DC. p. 1018
- Balzarini, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., González, I. A., Robledo, C. W. & Tablada, M. E. 2001. Software estadístico INFOSTAT. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina
- Botello, A. L., Viana, M. T., Cisneros, M., Valdiviá, M., Ariza, E., Girón, E., Silvera, E., Valera, Y., Cutido, M., Miranda, O., Gómez, I., Botello, A. & Guerra, J. 2011. La harina de caña proteica como alimento local en la producción

Tabla 5. Composición proximal de las canales (g/100g)

Indicadores	Inicio	D1 Referencia	D2 E. químico	D3 E. biológico	Sig
Humedad	76.80 ^b ±0.18	73.50 ^a ±0.18	73.30 ^a ±0.19	73.50 ^a ±0.26	***
Proteína bruta	13.50 ^a ±0.20	16.20 ^b ±0.20	15.90 ^b ±0.20	15.8 ^b ±0.29	***
Lípidos	2.20 ^a ±0.13	3.90 ^b ±0.13	4.10 ^b ±0.13	4.80 ^c ±0.18	***
Cenizas	4.20 ^b ±0.08	3.80 ^a ±0.08	3.80 ^a ±0.08	3.70 ^a ±0.12	*

^{ab}Letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente para $P < 0.05$ (Duncan 1955)

* $P < 0.05$ *** $P < 0.001$

- de tilapias rojas (*Oreochromis spp.*). Rev. Electrónica de Veterinaria 12 (6). Disponible: <http://revista.veterinaria.org> [Consultado: 4/10/2011]
- Bureau, D. P., Harris, A. M. & Cho, C.Y. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture.180: 345
- Carvalho, G. G.P., Vieira, A.J., Mattos, C., Ferreira, F. & Aparecida, B. M. 2006. Ensilaje de residuos de peces en dietas para alevines de tilapia del Nilo. Rev. Brasileira de Zootecnia 35:126
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1
- Enes, M. L., Batista, I., Nout, R., Rombouts, F. & Houben, J. 1998. Lipid and protein during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. Food Chem. 63:97
- Fagbenro, O. & Jauncey, K. 1998. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). Animal Feed Sci. Tech. 71: 11
- Fagbenro, O., Jauncey, K. & Taylor, G. 1994. Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. Aquaculture Living Res. 7:79
- FAO 2011. FAO/GLOBEFIHS Highlights. 2/2011. p. 32
- Goda, A. M., Wafa, M.E., El-Haroun, E. R. & Kabir, M.A. 2007. Growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and tilapia galilae *Sarotherodon galilaeus* (Linnaeus, 1758) fingerling fed plant protein based diets. Aquaculture Res. 38: 827
- Goddard, S., Al-Shagaa, G. & Ali, A. 2008. Fisheries by-catch and processing waste meals as ingredients in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Res. 39:518
- Kuanhong, M. 2011. Biology of major freshwater cultivated fishes in China. En: Reference material for China- Aid Training Program. Training Course on Aquaculture for Development Countries. Organizer by Freshwater Fisheries
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 1, 2012. Res. Center of Chinese. Academy of Fishery Sci. Wuxi, China. p. 401
- Llanes, J., Toledo, J. & Lazo de la Vega, J. M. 2009. Tablas de composición de nutrientes y requerimientos de gramos proteína bruta / 100 g de peso vivo en tilapias. ACUACUBA. 11:5
- Llanes, J., Toledo, J., Savón, L. & Gutiérrez, O. 2011. Evaluación nutricional de ensilajes de residuos pesqueros para la alimentación de tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Rev. Cubana de Investigaciones Pesqueras. 28:10
- Olvera-Novoa, M. 2002. Nutrición y alimentación de tilapias. II Curso Lance en Producción Acuícola. Chipinque, Monterrey, Nuevo León, México
- Perea, C., Garcés, Y. J. & Hoyos, J. L. 2011. Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en tilapia rojas (*Oreochromis spp.*). Biotecnología en el sector Agropecuario e Industrial. 9:60
- Stone, F. E., Hardy. R. W., Shearer, K. D. & Scott, T. M. 1989. Utilization of fish silage by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture 76:108
- Tacon, A. 1989. Nutrición y Alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación. Documento de campo No. 4. Proyecto Aquila II (GCP/RLA/102/ITA). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Brasilia. Brasil. p. 572
- Toledo, J., Llanes, J. & Lazo de la Vega, J. 2008. La Harina de soya como componente proteico fundamental en la alimentación de tilapia en Cuba. III Simposio Internacional ACUACUBA. (CD-ROM). La Habana. Cuba
- Toledo, J., Llanes, J. & Lazo de la Vega, J. M. 2009. Evaluación del ensilado químico de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Rev. Cubana de Investigaciones Pesqueras. 26:14
- Vidotti, R.M., Carneiro, D.J. & Macedo, E.M. 2002. Growth rate of Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. J. Appl. Aquac.12:77

Recibido: 14 de abril de 2011