

Evaluación de subproductos agropecuarios en nutrición de tilapias *Oreochromis spp* (PISCES CICHLIDAE)

León-Sánchez Rafael¹, Gerardo Javier Villanueva-Cuevas², Isaías González-Ledesma³, Pedro Macedonio García-López⁴, Mario Alberto Ruiz-López⁴, Arturo Alejandro García-Chavez⁵.

¹Departamento de Ingeniería de Proyectos, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías.
Puerto Melaque 1291 Col. Sta. María S.L. Guadalajara, Jalisco-México C.P. 44350.
e-mail: leon@newton.dip.udg.mx

²Minerales El Sastre.

³Acuícola Bellavista.

⁴Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

⁵ Departamento de Desarrollo Rural Sustentable, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias U. de G.

Resumen

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de una dieta experimental (Agropez) sobre el crecimiento de tilapias, elaborada a base de suero de leche, sangre de bovino, desperdicios de pescaderías e incubadoras, caparazón de camarón, pulpa y cáscara de naranja, bagazo de zanahoria y gallinaza, sobre el crecimiento de tilapias, comparado con una dieta comercial (testigo). Los peces fueron distribuidos homogéneamente a una tasa de siembra de 20 peces/m³ de agua en 8 estanques circulares de geomembrana en un sistema semi-cerrado de recirculación (4 estanques por tratamiento). Al final del periodo experimental (7 meses) los peces se cosecharon y se registro individualmente su peso y longitud. La biomasa (peso y tamaño) del grupo alimentado con Agropez fue significativamente mayor que el grupo testigo ($P < 0.05$), sin embargo, la conversión alimenticia no mostró diferencia estadística en ambos grupos. Se puede concluir que estos subproductos agropecuarios tienen características nutricionales para ser considerados ingredientes alimenticios en la elaboración de raciones alimenticias para tilapias.

Palabras Claves: Desechos agropecuarios, nutrición, tilapia, *Oreochromis*.

Summary

Nutritional evaluation of a diet elaborated with livestock by products on tilapia (*oreochromis spp*)

A study was carried out to analyse the growth of tilapia fed an experimental diet containing milk whey, cow blood, fish and hatchery waste, shrimp shell, orange pulp, carrots bagasse and manure, compared to a commercial feed (control). Tilapias were weighed, measured and homogeneously distributed at a density of 20 fishes/m³ of water in 8 geomembrane circle ponds with 4 m of diameter (4 ponds by diet), in a recycled semi-closed system. After 7 months, the length and weight of the fish were measured. Both diets were isocaloric and isoproteinic. Biomass (body weight and size) of the experimental group (Agropez) was higher than the control group ($P < 0.05$). Conversion rate of the experimental group was similar to the control. We conclude that it is possible to use agropecuary byproducts in the elaboration of fish ration as good as a commercial fish diet.

Key words: Feedstuffs, Fish nutrition, Tilapia, *Oreochromis spp*.

Introducción

En los sistemas de producción agropecuaria es necesario el empleo de una alimentación balanceada acorde a los requerimientos nutricionales de la especie cultivada para obtener una mayor productividad. Sin embargo, la alimentación representa del 50 al 75% de los

costos de producción, debido al alto precio de los ingredientes alimenticios (Shimada., 1983). Por lo que resulta prioritario buscar fuentes alternativas nutricionales que permitan reducir costos sin afectar de manera adversa la producción.

Las actividades agroindustriales generan desperdicios que pueden ser reincorporados a la cadena alimenticia previo tratamiento físico-químico. Los desperdicios de incubadora (huevos infértiles), de mercados (cáscaras de cítricos, bagazos de verduras) comercializadores de pescado (restos de fileteado) por su contenido de proteína, energía, vitaminas y minerales pueden ser utilizados en la elaboración de raciones alimenticias para animales (García López, y cols., 1990).

En relación a los subproductos derivados de las actividades agropecuarias los esquilmos agrícolas y excretas animales pueden ser reciclados a través de la acuicultura, previa fermentación anaeróbica. El principal efecto benéfico de la adición de excretas a estanques de cultivo de peces es la proliferación de microorganismos del plancton (fitoplancton y zooplancton), lo que constituye la primera cadena de alimentación trófica para estos animales (Herpher y Proginin, 1985). Asimismo, el agua puede ser usada para el riego agrícola con beneficios sustanciales por la reducción de alrededor de un 25% de los costos por concepto del uso de fertilizantes (Chittra, y cols., 2006).

Finalmente en los rastros municipales o tipo TIF se generan volúmenes de sangre superiores a las 8,000 toneladas por año que se transforman en harina con un contenido de hasta un 85% de proteína.

Por la información descrita resulta evidente la posibilidad de utilizar ingredientes no convencionales como parte integral de alimentos balanceados para la alimentación de diversas especies acuícolas, entre ellas las tilapias por el creciente desarrollo de cultivos en nuestro país.

La selección de subproductos dependerá de la composición química proximal, de su disponibilidad y los resultados de pruebas experimentales orientadas a determinar su calidad nutricional, lo que constituyó el principal objetivo del presente estudio.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Capacitación y Validación Ictiológica del Departamento de Ingeniería de Proyectos de la Universidad de Guadalajara, localizado en la ciudad de Zapopan Jalisco México (Calle Parres Arias No. 3010 Col. Los Belenes), a una altitud de 1540 metros sobre el nivel del mar.

Ingredientes

Harina de Zanahoria y Naranja: Los desperdicios de mercado formados por bagazo de zanahoria, pulpa y cáscara de naranja, se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 55 °C, y se molieron en molino de martillos con una criba de 2 mm.

Harina de desperdicios de Incubadora y la harina de sangre: Se sometieron a deshidratación en un equipo de Spray Dry a una temperatura de 300 °C en corriente de vapor por 5 minutos.

Caparazón de camarón: El caparazón de camarón se recolectó en fresco de puestos de marisco ubicados en el mercado del mar de la zona metropolitana de Guadalajara. El material se deshidrató y molió de manera semejante a los anteriores.

Harina de desperdicios de pescadería: Los desperdicios de pescadería formados de cabezas de pescado, esqueletos, piel y pescados no aptos para consumo humano, se

sometieron a hidrólisis electroquímica para preparar un hidrolizado, que se deshidrató a 65 °C en una estufa de aire forzado y se molieron para obtener harina.

Gallinaza: Las excretas de gallina se recolectaron de una granja avícola, se deshidrataron y molieron de manera semejante a los ingredientes anteriores.

Suero de leche: El suero de leche se utilizó para aglutinar la mezcla con la que se elaboró la dieta en forma de pellets semejantes a la presentación física de la dieta comercial testigo, para lo cual se utilizó un molino para moler carne con cedazo de 3 mm de diámetro.

Elaboración de la dieta experimental (AGROPEZ): Se elaboró una dieta balanceada a base de estos productos, de manera semejante a la dieta comercial y se suministraron en volúmenes correspondientes al 1.5-15% de la biomasa de los peces según la etapa productiva y temperatura del agua durante el estudio. La composición de las dietas se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido químico proximal de la dieta experimental y control (% de muestra en base seca)

DIETA	M.S.	GRASA	PROTEINA	E.L.N.	FIBRA	CENIZAS	E.M. Kcal/ Kg ⁻¹
TESTIGO	90.50	10.20	35.00	23.80	8.20	13.25	2,683 .96
EXPERIMENTAL	90.75	11.00	34.60	22.84	7.90	14.45	2,689 .78

M.S.= Materia seca, E.L.N.= Extracto libre de nitrógeno, E.M.=Energía metabolizable.

Experimento

Los peces machos obtenidos mediante la técnica de reversión sexual con la aplicación de alfa methyl-testosterona (Delgadillo, 1996) fueron pesados, medidos y distribuidos homogéneamente en un grupo control y experimental a una tasa de siembra de 20 peces/m³ de agua en 8 estanques circulares de geomembrana de 12.55 m³ en un sistema semicerrado de recirculación (4 estanques por tratamiento).

Los parámetros físico-químicos del agua de los estanques (temperatura, pH y oxígeno disuelto) se registraron dos veces al día durante el periodo de estudio (210 días) con equipos electrónicos específicos para tales mediciones. Mensualmente durante el estudio se realizaron biometrías de los organismos con el objeto de ajustar su tasa alimenticia y finalmente al termino del estudio se cosecharon los peces del grupo control y experimental registrándose el crecimiento del total de la población determinado por el peso y talla de los organismos, así mismo, se evaluó la mortalidad y conversión alimenticia en cada una de las dietas estudiadas. Los datos de crecimiento, peso y talla de ambos grupos se analizaron mediante la prueba "t" de Student a una P < 0.05.

Análisis

El análisis químico proximal de todos los ingredientes y la dieta experimental elaborada se practicó de acuerdo a los métodos descritos por la AOAC (1990). La energía metabolizable de las dietas se obtuvo calculando el contenido de nutrimentos digestibles totales a partir del análisis químico proximal expresado en base seca mediante la siguiente fórmula: % NDT = [1.5 (% PC) + 1.5 (% GC) + 0.45 (% FC) + 0.0085 (% E.L.N 2) + 0.25 (E.L.N) - 3.4] % NDT/100 X 4.41 Mcal x1000 x 0.88 = E.M. Kcal/Kg. De acuerdo a Bath y cols., (1988).

Resultados y Discusión

El análisis químico proximal de la dieta experimental y testigo (Tabla 1) muestra que ambas dietas fueron isocalóricas (con 2,683.96 y 2,689.78 kcal/kg para la comercial y agropez respectivamente) e isoproteicas (con 35.0 y 34.6% para la comercial y agropez respectivamente).

En la Tabla 2 se muestra que el desarrollo de los peces alimentadas con la dieta testigo y experimental fue similar durante los dos primeros meses de crianza. No obstante al final del estudio los peces experimentales alcanzaron un peso promedio de 459 g y una longitud de 29.7 cm, valores superiores a los peces testigo con un peso de 342 g y 27 cm de longitud, estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Tabla 2. Biometría de peso y longitud total de los peces alimentadas con la dieta control y experimental

DIETA Parámetro	TESTIGO (COMERCIAL)		EXPERIMENTAL (AGROPEZ)	
	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla
Siembra (03/01/05)	1.1	4.0	1.0	4.0
(31/01/05)	5.3	6.5	5.5	6.8
(28/02/05)	15.1	9.1	15.7	9.3
(31/03/05)	45.0	10.9	58.2	11.6
(30/04/05)	89.7	13.2	110.1	14.9
(31/05/05)	156.3	16.2	210.4	18.6
(30/06/05)	240.8	19.1	342.3	27
(31/07/05)	342.1	27	459.0	29.7

En los primeros estadios de desarrollo no se apreciaron diferencias significativas entre los peces testigo y experimentales por el efecto de las dietas suministradas debido a que las crías complementan sus requerimientos nutricionales por el consumo de plancton que prolifera como resultado de la actividad fotosintética del agua expuesta al sol en presencia de materia orgánica (Porrás, 1981). Sin embargo, a partir del tercer mes del periodo de estudio los peces alimentados con Agropez mostraron un peso mayor comparado con los alimentados con la dieta testigo. Aunque el mejor desarrollo de los peces alimentados con Agropez indica que esta fue mejor aprovechada, es necesario realizar experimentos adicionales para determinar su digestibilidad, y análisis del perfil de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, entre otros.

En relación a la eficiencia alimenticia (Tabla 3), los peces alimentados con la dieta experimental mostraron una eficiencia en la conversión alimenticia de 1.55 comparada con 1.57 del grupo testigo, esta diferencia no mostró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$)

Tabla 3. Conversión alimenticia

DIETA	Alimento suministrado (Kg)	Kg de biomasa Producida	Conversión alimenticia
EXPERIMENTAL	684.414	441.558	1.55
TESTIGO (COMERCIAL)	514.000	327.389	1.57

Los peces cultivados no manifestaron patologías aparentes durante y al término del estudio; se encontró una mortalidad promedio menor en el grupo experimental; 4.2% comparada con el grupo control, 4.7% (Tabla 4). Estos porcentajes de mortalidad se consideran normales en un cultivo de peces.

Tabla 4. Supervivencia y mortalidad (%)

DIETA	SEMBRADOS	COSECHADOS	MORTALIDAD (%)
EXPERIMENTAL	1,004	962	4.18
TESTIGO (COMERCIAL)	1,004	957	4.68

En relación a los parámetros físico-químicos del agua se observó que el pH inicial 7.2, registró un aumento de dos unidades hasta alcanzar un valor de 9.2 al término del estudio debido a la toma de bióxido de carbono durante el proceso fotosintético (Hepher y Pruginín, 1985). Esta tendencia a la alcalinidad no rebasó el límite tolerable para la especie cultivada (Balarin, 1979). Asimismo el oxígeno disuelto presentó variaciones entre 2.5 a 3.7 ppm, rango aceptable, ya que ésta concentración no llegó a bajar del límite normal que es de 2 ppm. Las temperaturas máxima y mínima al inicio del estudio fueron de 24.1 y 22.3 °C, respectivamente. Posteriormente aumentaron hasta 31 y 26 °C al séptimo mes de cultivo.

No obstante que los peces experimentales tuvieron un mejor desarrollo, también consumieron una mayor cantidad de alimento durante el estudio. Sin embargo, el precio de elaboración de la dieta experimental por concepto de transporte, procesamiento de los subproductos, energía eléctrica y mano de obra fue de 2.58 pesos (\$ M.N. mexicana), mientras que el precio de la dieta testigo fue de 5.60 pesos por kg. Por lo que el costo de la producción de 1 kg de producto (pescado) por concepto de alimentación en este estudio fue 54.6% más barato con el alimento elaborado a base de subproductos que con la dieta comercial (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis económico por alimento

DIETA	COSTO/ Kg (\$) ALIMENTO	COSTO/Kg (\$) Producto (\$ M.N. mexicana)	DIFERENCIA
EXPERIMENTAL (AGROPEZ)	2.58	3.99	\$ 4.8 = 54.6%
TESTIGO (COMERCIAL)	5.60	8.79	

La disponibilidad de los subproductos es constante en cualquier población media, sin embargo su obtención puede limitarse cuando adquiere un precio por la ley de la oferta y la demanda. También por los costos elevados de transporte debe evitarse el desplazamiento de los subproductos a grandes distancias entre los sitios de recolección, procesamiento y consumo.

La temperatura prevaleciente en los primeros meses del estudio no fue óptima para las tilapias y sugiere que influye en parte para no evidenciar diferencias en el desarrollo por efecto de las dietas evaluadas durante los primeros meses de estudio, sin embargo el crecimiento alcanzado por los peces en este periodo fue aceptable, considerando que a temperaturas mayores el desarrollo sería más acentuado como se evidencio en los últimos meses del estudio al obtener temperaturas más adecuadas para la especie cultivada.

A semejanza de otros estudios (Chusak, y cols., 2006), el presente trabajo demuestra la posibilidad de elaborar dietas balanceadas mediante el uso de desperdicios y subproductos agroindustriales regionales sin retrasar el desarrollo normal de los peces. De esta forma podría reducirse los costos de producción en sistemas acuícola medianamente tecnificados y mejorar la eficiencia de los rústicos.

No obstante resulta conveniente señalar la conveniencia de escalar este tipo de procesos a niveles industriales con equipos de procesamiento más tecnificados que sin

duda alguna permitirán reducir, los costos de producción al procesar volúmenes mayores ingredientes nutricionales.

Bibliografía

1. AOAC; *Methods of Analysis Official of the Association of Official Analytical Chemists*, (1990). 15th ed. Helrich, K; Ed; AOAC: Arlintong VA. pp 17, 18, 40-62, 69-3.
2. Balarin, JD; (1979). *Ecological requirements of tilapia. Tilapia a guide to their Biology cultive in África*. University of Stirling. 4: 20-22 pp.
3. Bath D; Dunbar J; King J. and Berry S. (1988). *Composition of by products and unusual feedstuffs*. Feedstuffs. 20: 34-42 pp.
4. Chittra Arjinkit, R B; Turongrouang D; Little D; and Verdegem M; (2006). On-Farm trials of improved nursing and fattening sex-reversed gift tilapia in sisaket province, northeast Thailand. In: *Aqua 2006 Abstracts*, 988 pp. Firenze, Italy.
5. Chusak Wuthiwaropas; Chitra Thumborisuth; Anusorn Somseri; Mali Boonyaratpalin and Geoff Allan; (2006). Profitable fish farming through utilization of low-cost feeds: progress with a world vision/Aciar project to assist the rural poor in N.E. Thailand. In: *Aqua 2006 Abstracts*, 23 pp. Firenze, Italy.
6. Delgadillo TMS; (1996). Reversión sexual de tilapia a escala comercial. En: *Primer curso Internacional de producción de tilapia*. UNAM; AUAMI; SEMARNAP. Edita División de Educación Continua. México, D. F. Pág. 218-224.
7. García López PM. Herrera Velasco JM., García Estrada J y Garzón de la Mora P; (1990). Procesamiento de desperdicios de incubadora por un método físico-químico experimental para su uso como ingrediente energético-proteínico en raciones animales. *Vet. México*. 21: 109-114 pp.
8. Hopher, B. y Y. Proginin; (1985). *Cultivo de peces comerciales*. Limusa, México D.F. 29: 201-227pp.
9. Porras D; (1981). Utilización en acuicultura de fertilizantes orgánicos (desechos y excretas). *Rev. Latino-Americana de Acuicultura*. 9: 6 -10 pp.
10. Shimada A; (1983). Fundamentos de nutrición animal comparativa. *Consejo Superior de Investigación Pecuaria*. México, D.F. 18-23 pp.