

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS SUBPRODUTO DESIDRATADOS DAS POLPAS DE TOMATE E GOIABA PARA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Wilson Massamitu FURUYA ¹; Priscila Juliana Pinseta SALES ²; Lílian Dena dos SANTOS ³;
Lílian Carolina Rosa da SILVA ³; Tarcila Castro de Souza SILVA ³;
Valéria Rossetto Barriviera FURUYA ¹

RESUMO

Este trabalho foi realizado para determinar os coeficientes de digestibilidade aparente do subproduto desidratado das polpas de tomate e goiaba para tilápia do Nilo (176,80 ± 47,74 g). Os peixes foram alimentados com dieta peletizada até saciedade aparente. Foi utilizada dieta referência com aproximadamente 28,36% de proteína bruta e 4228,56 kcal de energia bruta/kg de dieta. O óxido de cromo (0,1%) foi utilizado como indicador inerte e as fezes foram coletadas pelo método de Guelph modificado. Os coeficientes de digestibilidade aparente da material seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo e do fósforo total foram, respectivamente: 60,27 e 48,46; 70,03 e 66,78; 36,00% e 58,06; 46,87 e 68,70 e 64,67 e 32,27%, para as polpas de tomate e goiaba, respectivamente.

Palavras-chaves: digestibilidade, *Lycopersicum esculentum*, *Psidium guajava*, tilápia do Nilo, tomate.

CHEMICAL COMPOSITION AND APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENTS OF DRIED TOMATO AND "GOIABA" PULP BY-PRODUCTS BY NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT

This work was undertaken out to determine the apparent digestibility coefficients of dried pulp by-product of tomato and "goiaba" by Nile tilapia (176.80 ± 47.74 g). Fish were fed on peletized diet to apparent satiation. It was utilized a reference diet with approximately 28.36% of crude protein and 4228.56 kcal of gross energy/kg. In the elaboration of test diets, the evaluated feed replaced 30% of the reference diet. The chromic oxide (0.1%) was utilized as an inert indicator. Faeces were collected by modified Guelph system. The apparent digestibility coefficients of dry matter, gross energy, crude protein, ether extract and total phosphorus were, respectively, 60.27 and 48.46, 70.03 and 66.78%; 36.00 and 58.06%; 46.87 (tomato pulp) and 68.70, % and 64.67 and 32.27% ("goiaba" pulp), respectively.

Key words: digestibility, *Lycopersicum esculentum*, Nile tilapia, *Psidium guajava*.

Artigo Científico: Recebido em 10/09/2007 - Aprovado em 31/03/2009

¹ Prof(a). Dr(a)., Depto. Zootecnia, Univ. Est. Maringá, 87020-900, Maringá-PR, wmfuruya@uem.br

² Zootecnista, Depto. Zootecnia, Univ. Est. Maringá, 87020-900, Maringá-PR, pripinseta@yahoo.com.br

³ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Univ. Est. Maringá, 87020-900, Maringá-PR, lilianzoo@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A criação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é difundida em diversos países de clima tropical e subtropical. É uma espécie promissora para a piscicultura, apresentando bom desempenho em criação intensiva, além de possuir carne com boas características sensoriais e filé sem espinhos intramusculares em forma de "Y".

As tilápias utilizam eficientemente os carboidratos, por possuírem adaptações morfológicas e fisiológicas, tais como "dentes" faríngeos e intestino longo (KUBARIK, 1997). Em estudos de digestibilidade, têm-se demonstrado que as tilápias utilizam eficientemente a energia e nutrientes das fontes convencionais e alternativas de origem vegetal (HANLEY, 1987; DEGANI e REVACH, 1991; FURUYA *et al.*, 2004; PEZZATO *et al.*, 2002). Destaca-se a presença de fibra nos alimentos de origem vegetal, que pode ser determinante no valor de energia digestível e na utilização dos nutrientes da dieta (ANDERSON *et al.*, 1991; SKLAN *et al.*, 2004).

O trato digestório dos peixes varia consideravelmente entre espécies em termos de estrutura microscópica (KUPERMAN e KUZMINA 1994) e atividade enzimática (CHAKRABARTI *et al.*, 1995), sendo difícil a utilização os dados de digestibilidade de outras espécies de peixes para elaboração de dietas para tilápias. Assim a determinação da digestibilidade de alimentos para cada espécie tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou alimento, indicando o seu valor nutritivo, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático.

Poucas são as informações sobre a composição química e o valor nutritivo das polpas de tomate e goiaba. O conhecimento da composição química e da digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos convencionais e alternativos são importantes para permitir a elaboração de dietas práticas de mínimo custo.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo determinar a composição química e o valor nutritivo dos subprodutos desidratados das polpas de tomate e de goiaba pela tilápia do Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Aqüicultura da Universidade Estadual de Maringá - UEM, durante o período de 22/10 a 27/11/2003.

Foram utilizados 33 peixes, revertidos durante a fase larval por meio da utilização de 60 mg do hormônio 17 α -metiltestosterona/kg de dieta, com peso vivo médio de 176,8 \pm 47,74 g.

As polpas de tomate e goiaba foram doadas por uma empresa produtora de polpas de tomate e de goiaba para consumo humano da região de Taquaritinga - SP. Os subprodutos foram desidratados em estufa de ventilação forçada (55 °C) durante 24 horas. Após, foram moídos em moinho martelo, embalados, etiquetados e mantidos em refrigerador (5 °C).

Para a determinação da digestibilidade aparente da energia bruta e dos nutrientes, foi elaborada dieta referência prática com 28,36% de proteína bruta e 4228,56 kcal de energia bruta/kg de dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência

Ingredientes	%
Milho	35,10
Farelo de soja	33,70
Farelo de trigo	10,00
Farinha de peixe	15,00
Óleo de soja	3,20
DL-metionina 99	0,18
L-lisina 78	0,10
L-treonina 99	0,10
Fosfato bicálcico	1,50
Suplemento Min.e vitamínico ¹	0,50
Vitamina C ²	0,05
Sal comum	0,35
BHT ³	0,02
Aglutinante ⁴	0,10
Cr ₂ O ₃ ⁵	0,10

¹ Suplemento mineral e vitamínico (Supre Mais): Composição por quilo de produto: Vit. A=1.200.000 UI; vit. D3=200.000 UI; vit. E=12.000 mg; vit. K3=2.400 mg; vit. B1=4.800 mg; vit. B2=4.800 mg; vit. B6=4.000 mg; vit. B12=4.800 mg; ác. fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C=48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; ácido nicotínico = 24.000 mg; Fe=10.000 mg; Cu=600 mg; Mn=4.000 mg; Zn=6.000 mg; I=20 mg; Co=2 mg e Se=20 mg.

² Vitamina C com 42% de princípio ativo

³ Antioxidante (Hidroxitolueno butilado)

⁴ Alginato de sódio

⁵ Óxido de crômio (Indicador)

As dietas-teste consistiram da dieta-referência com o alimento-teste substituindo 30% da dieta-referência. Anteriormente ao período de coleta de

fezes, os peixes foram adaptados às instalações e dietas durante 30 dias, em que receberam a dieta-referência. As fezes foram coletadas em três cubas adaptadas para o sistema de Guelph modificado (PEZZATO *et al.*, 2002) e coletas em esquema de quadrado latino, sendo a repetição o "pool" originado da coleta de cada incubadora durante cinco dias. Assim, para a dieta referência e cada dieta teste, foram coletadas três repetições. A elaboração das dietas referência e testes, manejo dos peixes, coleta de fezes, seguiram as metodologias descritas por PEZZATO *et al.* (2002).

Os peixes foram alimentados em intervalos de duas horas, das 8:00h às 17h, manualmente até saciedade aparente. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram mantidos entre 25 a 28 °C e 4 a 6 mg/L, respectivamente, por meio de aquecedores elétricos (100 Watts) e pedra porosa acoplada a um soprador radial (1 CV).

Os coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes foram determinados de acordo com a expressão proposta por NOSE (1960):

$$CDA = 100 - \left[100 \cdot \left(\frac{\%I_d}{\%I_f} \right) \cdot \left(\frac{\%N_f}{\%N_d} \right) \right]$$

Em que:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

%I_d e *%I_f* = % Indicador na dieta e nas fezes, respectivamente;

%N_f e *%N_d* = % de nutriente nas fezes e na dieta, respectivamente.

Os CDA da energia e nutrientes dos alimentos foram calculados de acordo com a fórmula descrita

por CHO e SLINGER (1979):

$$CDA = \frac{CDA_D - CDA_R \cdot x}{y}$$

Em que:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes;

CDA_D = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta teste;

CDA_{DR} = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta referência;

x = proporção da dieta referência;

y = proporção do ingrediente teste.

Como indicador foi utilizado o óxido de cromo nas dietas. As análises químico-bromatológicas das dietas e fezes foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – DZO/ UEM de acordo com a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002). A análise de óxido de cromo foi realizada no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Agronomia da UEM, de acordo com BREMER-NETO *et al.* (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios da composição química da dieta referência e dos alimentos avaliados. Os elevados valores de energia bruta das polpas de tomate e goiaba em relação ao da dieta referência, em parte, são resultantes do maior conteúdo de lipídios dos mesmos e dos componentes da parede celular.

Tabela 2. Composição química-bromatológica dos subprodutos desidratados da polpa de tomate e de goiaba (base na matéria natural)

Composição (%)*	Dieta referência	Polpa de tomate	Polpa de goiaba
MS	94,25	91,35	92,13
EB (kcal/kg)	4228,56	5270,94	5093,5
PB	28,36	18,61	8,12
EE	7,48	14,38	11,73
FB	3,70	32,09	43,44
FDA	4,91	39,13	63,89
FDN	12,86	48,00	48,81
Ca	1,18	0,10	0,06
P	0,92	0,55	0,30

* MS = matéria seca; EB = energia bruta; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDA = fibra em detergente neutro; FDN = fibra em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo.

Os subprodutos desidratados da polpa de tomate e de goiaba apresentaram valores de proteína próximos ao do farelo de trigo e do milho, respectivamente. Além disso, foram obtidos elevados valores de energia bruta, em relação aos alimentos de origem vegetal que geralmente são utilizados para elaborar dietas práticas para peixes, o que foi resultado do elevado conteúdo de extrato etéreo.

Destacam-se também os valores de fibra bruta e fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido destes alimentos, superiores aos descritos para os alimentos com elevados conteúdos de fibra bruta como, por exemplo, o farelo de algodão e o farelo de girassol. Os teores de fibra bruta e fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido são

superiores aos da polpa de citrus, que apresenta em torno de 12,1%; 21,04% e 19,48%, respectivamente, destes componentes (ROSTAGNO *et al.*, 2005).

Assim como a maioria dos alimentos de origem vegetal, as polpas de tomate e goiaba apresentaram baixos valores de cálcio e fósforo. Por outro lado, o farelo de resíduo de tomate apresentou valor de fósforo total próximo ao do farelo de soja, o que não foi encontrado para o farelo de resíduo de goiaba.

Na Tabela 3 encontram-se os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente e os valores de energia e nutrientes digestíveis dos subprodutos desidratado das polpas de tomate e goiaba para a tilápia do Nilo.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente e os valores de energia digestível e nutrientes digestíveis das polpas de tomate e polpa goiaba para a tilápia do Nilo.

Item	Dieta referência	Polpa de tomate	Polpa de goiaba
Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			
MS	72,38	60,34	58,70
EB (kcal/kg)	75,23	47,93	46,43
PB	86,87	69,04	69,08
EE	91,22	69,58	64,55
Ca	86,21	33,20	26,14
P	57,14	37,58	31,07
Energia/nutriente digestível (%)			
MS	68,22	55,12	54,08
ED (kcal/kg)	3184,22	2526,36	2365,46
PB	24,64	12,85	5,61
EE	6,45	9,93	8,10
Ca	1,02	0,03	0,02
P	0,52	0,21	0,09

MS = matéria seca; EB = energia bruta; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDA = fibra em detergente neutro; FDN = fibra em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; ED = energia digestível.

Observou-se que as tilápias não utilizaram os componentes da parede celular, apresentados na forma de fibra bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Assim, valida-se a definição de fibra alimentar como a fração do alimento não digerível pelas enzimas endógenas dos animais, mas sim pela ação de enzimas da microbiota gastrointestinal (TUNGLAND e MEYER, 2002).

Para TEIXEIRA (1995), o método de Weende, utilizado para a determinação da fibra mostra-se impreciso, determinando a fibra bruta e os extratos não-nitrogenados, havendo pequena recuperação da celulose, hemicelulose e da lignina, ficando a

porção de extrato não-nitrogenado com todos os erros acumulados no decorrer das análises.

Devido à grande variação dos componentes químicos da parede celular, outros métodos foram desenvolvidos, como o uso de detergentes. Pelo método de Van Soest, determina-se a fração correspondente à parede celular vegetal composta por celulose, hemicelulose, lignina e proteínas lignificadas, definida como fibra em detergente neutro - FDN e a fração correspondente à celulose + lignina, definida como fibra em detergente ácido - FDA (SILVA e QUEIROZ, 2002). Assim, além do conhecimento dos valores de fibra bruta, a

determinação dos valores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, são importantes para avaliar os impactos da fibra da dieta sobre a utilização dos nutrientes.

Pelo hábito alimentar onívoro, as tilápias utilizam eficientemente os carboidratos, fato que possibilita utilização de fontes alternativas de proteína e de energia de origem vegetal. No entanto, os alimentos de origem vegetal que geralmente são utilizados em dietas para peixes contêm cerca de 70% do fósforo na forma de ácido fítico, indisponível aos peixes (STOREBAKKEN et al., 1998). Assim, o fósforo é considerado um nutriente limitante em dietas elaboradas com alimentos de origem vegetal para peixes (FURUYA et al., 2004). Ainda, há necessidade de suplementação de fonte inorgânica e/ou alimentos que possam atender as exigências de cálcio, pelos baixos teores e baixa disponibilidade do mineral nas polpas de tomate e goiaba.

No presente estudo, não foi possível determinar se a baixa disponibilidade do fósforo foi resultante da presença de fósforo na forma de ácido fítico ou do elevado conteúdo de fibra dos alimentos avaliados. ANDERSON et al. (1991), encontraram relação inversa entre o conteúdo de fibra em detergente ácido com a digestibilidade da energia bruta e nutrientes da dieta, em trabalho realizado com a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*), para determinar os valores de energia e nutrientes digestíveis de alimentos protéicos e energéticos de origem animal e vegetal.

De acordo com SKLAN et al. (2004), o elevado conteúdo de fibra, reduz o acesso das enzimas digestivas aos nutrientes, ou pela interação indireta entre os componentes da parede celular e os processos digestivos. A fibra dietética pode reduzir a digestibilidade da proteína e de aminoácidos por meio de estímulo da produção de proteína de origem bacteriana, ocorrendo adsorção de aminoácidos e peptídeos para a matriz da fibra e pelo aumento de secreção da proteína endógena. Ainda, em suínos, a inclusão de fibra na dieta resulta em aumento da descamação da mucosa intestinal e incremento da produção de muco, levando ao aumento da perda de aminoácidos endógenos (POZZA et al., 2003) e redução na digestibilidade dos aminoácidos.

Apesar do menor valor nutritivo dos alimentos avaliados, em relação aos que são incluídos rotineiramente em dietas práticas, justifica-se a utilização de alimentos alternativos em rações para

tilápia do Nilo, evitando que o mesmo se torne um agente poluente (FAGBENRO, 1998; PEZZATO et al., 2002). Para a viabilização de sua inclusão, tornam-se necessários estudos para avaliar valores de inclusão que não prejudiquem o desempenho, considerando-se os valores máximos de inclusão de fibra em dietas para as tilápias, em torno de 6% (NRC, 1993).

A determinação da digestibilidade têm sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático. Assim, para a utilização das polpas de tomate e goiaba em dietas para a tilápia do Nilo, ressalta-se a importância de considerar os elevados valores de fibra, bem como os baixos teores de cálcio e fósforo dos mesmos.

CONCLUSÕES

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo e do fósforo total das polpas de tomate e goiaba para a tilápia do Nilo são: 60,27 e 48,46; 70,03 e 66,78 ; 36,00% e 58,06; 46,87 e 68,70 e 64,67 e 32,27%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.; CAPPER, B.S.; BROMAGE, N.R. 1991 Measurement and prediction of digestible energy values in feedstuffs for the herbivorous fish tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). *British Journal of Nutrition*, 66: 37-48.
- ANDERSON, J.; JACKSON, A.J.; MATTY, A.J.; CAPPER, B.S. 1984 Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, 37: 303-314.
- BREMER-NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. 2005 The spectrophotometric method on the routine of 1,5-diphenylcarbazine was adjusted on chromium determination in feces, after its utilization as a biological markers as chromium (III) oxide. *Ciência Rural*, 25: 691-697.
- CHAKRABARTI, I.; GANI, A.; CHAKI, K.; SUR, R.; MISRA K.K. 1995 Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 112A, 167-177.
- CHO, C.Y.; SLINGER, S.I. 1979 Apparent digestibility

- measurement in feedstuff for rainbow trout. In: WORD SYMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISHFEED TECHNOLOGY, Hamburg, 1978. *Proceedings...* Heeneman: Halver, J.; Tiews, K., p.239-247.
- DEGANI, G.; REVACH, A. 1991 Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). *Aquaculture and Fisheries Management*, 22: 397-403.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; PEZZATO, A.C.; FURUYA, V.R.B.; MIRANDA, E.C. 2004 Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acids level in diets with and without dicalcium phosphate for juvenile Nile tilapia. *Aquaculture Research*, 35:110-1116.
- HANLEY, F. 1987 The digestibility of foodstuffs in the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 6: 163-179.
- KUBARIK, J. 1997 Tilapia on highly flexible diets. *Feed International*, 6: 16-18.
- KUPERMAN B.I.; KUZMINA V.V. 1994 The ultrastructure of the intestinal epithelium in fishes with different kinds of feeding. *Journal of Fish Biology*, 44: 181-193.
- NOSE, T. 1960 On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). *Bulletin Freshwater Fisheries Research Laboratory*, 10: 11-22.
- NRC - National Research Council 1993 *Nutritional Requirements of fishes*. Washington: Academic Press, 114p.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. ; PINTO, L.G.G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. 2002 Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 1595-1604.
- POZZA, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L.; SANTOS, M.S. dos.; FERREIRA, R.A. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suínos. *R. revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1354-1361, 2003.
- ROSTAGNO H.S.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L. de. 2005 *Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2ª Ed., Viçosa: UFV, 186p.
- SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSH, I. 2004 Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their predictions in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). *Aquaculture Research*, 35: 358-364.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002 *Análise dos Alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. 3ª. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 235p.
- SMITH, B.J.; SMITH, S.A.; TENGJAROENKUL, B.; LAWRENCE, T.A. 2000 Gross morphology and topography of the adult intestinal tract of the tilapia fish. *Cells Tissues Organs*, 166: 294-303.
- STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K.D.; ROEM, A.J. 1998 Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy protein concentrate and phytase treated soy protein based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 161: 365-379.
- TEIXEIRA, E. W. 1995 Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. *Zootecnia*, 33: 19-27.
- TUNGLAND, B.C.; MEYER, D. 2002 Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human and health food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1: 73-77.