

VALOR NUTRITIVO DA RAIZ E FOLHAS DA MANDIOCA PARA A TILÁPIA DO NILO*

Pedro Luiz Pucci Figueiredo de CARVALHO¹; Rafael Lopes da SILVA²; Renan de Mattos BOTELHO³; Flávia Mota DAMASCENO³; Mariucha Karina Honório Ribeiro ROCHA³; Luiz Edivaldo PEZZATO⁴

RESUMO

O objetivo foi determinar o valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca (*Manihot sculenta*) para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram confeccionadas três rações, uma referência e duas rações-teste, sendo uma com 50,0% de raiz de mandioca e 50,0% da ração referência, e outra composta por 30,0% da farinha de folhas da mandioca e 70,0% da ração referência. Às rações foi acrescido 0,1% de óxido de crômio-III (Cr₂O₃) como marcador inerte. Sessenta juvenis (100,0 ± 9,0 g) foram alojados em gaiolas (10 peixes por gaiola) para manejo de alimentação e coleta de fezes. Durante o dia, as gaiolas foram mantidas em aquários de alimentação (250 L), um para cada tratamento, onde os peixes receberam ração até a saciedade aparente. Posteriormente, estes foram transferidos para os aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia subsequente. As fezes foram coletadas, congeladas e posteriormente secas para realização das análises. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDa) foi calculado com base no teor de Cr₂O₃ presente nas rações e nas fezes. Os CDa para MS da ração referência, folha e raiz de mandioca foram, respectivamente, de 85,23%, 81,22% e 91,44%; para PB de 97,35%, 73,37% e 91,46% e, para a EB de 87,70%, 64,70% e 92,20%, sendo os valores obtidos para a dieta com raiz de mandioca significativamente superiores (P<0,05). Conclui-se que a raiz e folhas da mandioca podem ser utilizadas como alimentos alternativos para confecção de dietas balanceadas para juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras chave: Digestibilidade aparente; *Manihot sculenta*; nutrição de peixes; *Oreochromis niloticus*

NUTRITIONAL VALUE OF ROOT AND LEAVES OF CASSAVA FOR NILE TILAPIA

ABSTRACT

The aim was to evaluate the nutritional value of the root and leaves of cassava (*Manihot sculenta*) for juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Three diets were prepared, a reference and two test diets. The first tested diet contained 50.0% of cassava root and 50.0% of reference diet and the second one consisted of 30.0% of cassava leaf meal and 70.0% of reference diet. Moreover, in every diet was added 0.1% chromium oxide-III (Cr₂O₃) as inert marker. Sixty juveniles (100.0 ± 9.0 g) were accommodated in cages (10 fish/cage) for feeding and feces collection. During the day these cages were maintained in a feeding tank (250 L), one tank for each treatment, where they were fed until apparent satiation. After the aforementioned feeding period they were transferred to a fecal collection tank, where they remained until next morning. The collected feces were frozen and dried for analyzes. The apparent digestibility coefficients (ADC) were calculated on basis of Cr₂O₃ concentration present in diets and feces. The ADC of reference diet for DM, cassava leaf and root were, respectively 85.23%, 81.22% and 91.44%; CP to 97.35%, 73.37% and 91.46% and for the GE to 87.70%, 64.70% and 92.20%, the values obtained for the diet with cassava root significantly higher (P<0.05). Summarizing, root and cassava leaves can be used as alternative ingredients for compose balanced diets for Nile tilapia juveniles.

Key words: Apparent digestibility; *Manihot sculenta*; fish nutrition; *Oreochromis niloticus*

Artigo Científico: Recebido em 22/08/2011 – Aprovado em 25/01/2012

¹ Mestrando em Zootecnia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ/UNESP. Caixa Postal 560 – CEP: 18.618-970 – Botucatu – SP – Brasil. e-mail: aquapucci@gmail.com (autor correspondente)

² Aluno do Programa de Pós-graduação em Aquicultura, CAUNESP, Jaboticabal – SP – Brasil. e-mail: rafael_83@hotmail.com

³ Aluno(a) do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, FMVZ-UNESP, Botucatu – SP – Brasil. e-mails: naner_mattos@hotmail.com; flavia_damasceno@hotmail.com; mariucha_rocha@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor. Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal – FMVZ/UNESP – Botucatu – SP – Brasil. e-mail: epezzato@fmvz.unesp.br

* Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP

Aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/FMVZ-UNESP – 168/2009-CEUA)

INTRODUÇÃO

As tilápias constituem o segundo grupo de peixes de maior importância em termos de produtividade na aquicultura mundial, atrás dos ciprinídeos (FAO, 2009). Dentre muitas características favoráveis à produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), se destacam o crescimento rápido, a rusticidade, a resistência à altas densidades, ao manejo e doenças, além de apresentar resistência às condições ambientais adversas como baixo nível de oxigênio e altos níveis de amônia dissolvidos na água (HAYASHI *et al.*, 1999; MUIR *et al.*, 2000).

Devido à sua importância na aquicultura, muitos aspectos acerca da nutrição desta espécie são estudados (DEGANI e REVACH, 1991). A tilápia possui hábito alimentar onívoro e utiliza eficientemente os carboidratos da dieta (ANDERSON *et al.*, 1984; SHIAU, 1997).

Na exploração econômica de peixes, o fator alimentação pode constituir, aproximadamente, de 50 a 70% do custo total de produção em sistemas intensivos (KUBITZA, 1997; EL-SAYED, 1999; PEZZATO *et al.*, 2002), o que torna cada vez mais necessária a busca por alimentos alternativos. Assim, o uso de ingredientes alternativos pela indústria de rações para animais é realidade em todo mundo, especialmente no Brasil, por conta da grande diversidade e quantidade de eventuais substitutos aos ingredientes usualmente utilizados nas rações (SANTOS *et al.*, 2008).

Entretanto, são poucas as informações sobre os valores digestíveis da proteína e da energia da maioria dos ingredientes nacionais (PEZZATO *et al.*, 2002), principalmente em relação aos alimentos alternativos. Somente a partir de rações balanceadas com altos coeficientes de digestibilidade será possível obter melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e, principalmente, minimizar o impacto ambiental que alguns desses alimentos podem proporcionar (PEZZATO *et al.*, 2004a).

Segundo ANDRIGUETO *et al.* (1982), as diferentes espécies animais aproveitam os alimentos de forma diferenciada, sendo essa variação quantificada por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade. Esses autores

reportaram, ainda, que a digestibilidade de um alimento é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo. Por esta razão, a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração para peixes (CHO, 1987).

A mandioca (*Manihot sculenta*) tem alto potencial para alimentação animal, pois é rica em energia e seus resíduos (farinha de varredura, raspa ou cascas e as folhas, entre outros) podem ser utilizados na alimentação (MARTINS *et al.*, 2000).

A raiz de mandioca é rica em carboidratos e seus co-produtos podem proporcionar efeito economizador (protetor) de proteína, evitando que ingredientes protéicos sejam utilizados como fonte de energia (TACON, 1987).

As folhas são consideradas um co-produto da colheita da raiz, sendo, na maioria das vezes, desperdiçadas em todas as regiões brasileiras. Possuem elevada concentração de β -caroteno, minerais e proteínas (NASSAR *et al.*, 2007).

O presente estudo teve por objetivo determinar o valor nutritivo, por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), da raiz e das folhas da mandioca para tilápia do Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo (CEUA - FMZ/UNESP n° 168/2009-CEUA) foi realizado na UNESP - Universidade Estadual Paulista, no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes - AquaNutri, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, unidade integrada ao Centro de Aquicultura da UNESP.

Uma dieta referência (Tabela 1), tendo como base farelo de soja, foi formulada de forma a atender as exigências nutricionais da tilápia do Nilo (NRC, 1993). Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, duas dietas testes foram elaboradas. A primeira foi preparada de forma a conter 50,0% da dieta referência e 50,0% de raiz da mandioca. A

segunda, devido ao alto conteúdo em fibras e desconhecida palatabilidade da folha da mandioca, foi preparada com 70,0% da dieta referência e 30,0% do alimento teste. Óxido de crômio (Cr_2O_3) foi incorporado às duas rações como marcador inerte na concentração de 0,1%.

Para a confecção das rações, todos os ingredientes foram moídos de forma a se apresentarem com o diâmetro inferior a 0,42 mm. As misturas foram manualmente homogêneas e água a 55,0 °C foi adicionada (20% do peso natural) em misturador automático (ação científica). As misturas foram então extrusadas em prensa de uma rosca (capacidade para 25 kg h⁻¹), obtendo-se peletes de 4,0 mm de diâmetro médio. Após resfriamento, as rações foram secas em estufa com recirculação forçada (55,0 °C/24 horas). Por fim, as rações foram armazenadas em freezer a -10,0 °C até posterior utilização.

Tabela 1. Composição percentual da ração referência. Valores expressos em 100% da matéria seca.

Ingrediente	%
Farelo de soja	67,00
Milho (fubá)	26,15
Celulose	0,70
Metionina	0,25
Óleo soja	2,30
Fosfato bicálcico	2,85
Vitamina C ⁽¹⁾	0,03
Sal comum (NaCl)	0,10
Suplemento vitamínico e mineral ⁽²⁾	0,50
BHT ⁽³⁾	0,02
Óxido de crômio-III (Cr_2O_3) ⁽⁴⁾	0,10
Total	100,0

¹ Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

² Suplemento mineral e vitamínico (Composição kg⁻¹ de produto): Vitamina A=1.200.000 UI; vitamina D3 =200.000 UI; vitamina E =12.000 mg; vitamina K3 =2.400 mg; vitamina B1=4.800 mg; vitamina B2 =4.800 mg; vitamina B6 = 4.000 mg; vitamina B12 = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vitamina 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;

³ Butil-Hidroxi-tolueno (Antioxidante);

⁴ Óxido de crômio-III (Cr_2O_3) = marcador inerte.

Valores analisados segundo metodologia AOAC (2000).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) e da raiz e folhas de mandioca foram determinados pelo método indireto, usando óxido de crômio-III (0,1%) como marcador inerte.

Os peixes destinados ao experimento foram anestesiados em solução de benzocaína (0,1 g L⁻¹), contados e pesados em lotes de 10 peixes, de forma a apresentarem valor aproximado de 1,0 kg lote⁻¹, com peso médio de 100,0 g peixe⁻¹.

Sessenta juvenis de tilápia do Nilo foram mantidos e arraoados em seis gaiolas de formato circular, com 0,5 m de diâmetro e 0,6 m de altura, e aproximadamente 120 L cada (10 peixes gaiola⁻¹), confeccionadas em tela plástica (malha de 1,50 cm entre nós) e colocadas em aquários de formato circular, com capacidade de 250 litros (sistema de alimentação), providos de sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico-biológico e temperatura controlada por meio de aquecedor e termostato, em 26,0 °C. As gaiolas foram utilizadas para facilitar o manejo entre os sistemas de alimentação e de coleta de fezes, proporcionando o menor estresse possível aos animais.

Para a coleta de fezes foram utilizados três aquários de formato cônico, com capacidade de 300 litros, (sistema de coleta de fezes). Para o aquecimento e aeração da água desses aquários foram utilizados aquecedores individuais e mangueiras de silicone com pedra porosa acopladas a soprador externo.

Foi empregada a metodologia descrita por PEZZATO *et al.* (2004a), onde os peixes são arraoados fora do sistema coletor de fezes. Esse manejo evita a contaminação do material colhido com sua respectiva ração. Os peixes foram mantidos nos aquários de alimentação durante sete dias, para adaptação ao sistema de digestibilidade, ao manejo e às rações, fornecidas quatro vezes ao dia (08h00, 11h00, 14h00 e 17h00), até a saciedade aparente. Após esse período de adaptação, permaneceram durante o dia nos aquários de alimentação, sendo alimentados em intervalos de uma hora até saciedade aparente. No fim da tarde os peixes foram transferidos para os aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia subsequente.

Após o período de alimentação e de coleta de fezes, foi realizada a limpeza dos aquários, para nova coleta (repetição).

Foram necessários três dias de coleta de fezes para obter a quantidade suficiente para análise, constituindo três repetições por tratamento. Após a coleta, as fezes foram desidratadas em estufa com ventilação forçada de ar (55,0 °C/48 horas), moídas e armazenadas a -20,0 °C.

As análises químico-bromatológicas (matéria seca, proteína bruta, energia bruta, matéria mineral e extrato etéreo) da ração referência, da farinha de raiz e folhas de mandioca, foram realizadas segundo a metodologia proposta pela AOAC (2000), no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu - SP. A determinação da concentração de cromo das rações e fezes foi realizada no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da FMVZ - AquaNutri, de acordo metodologia proposta por BREMER-NETO *et al.* (2005).

O coeficiente de digestibilidade aparente foi calculado segundo equação descrita por NOSE (1960):

$$CDA(\%) = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \cdot \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Em que:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente (%);
%Cr₂O_{3r} = percentagem de óxido de cromo na ração;

%Cr₂O_{3f} = percentagem de óxido de cromo nas fezes;

%N_f = percentagem de nutriente nas fezes;

%N_r = percentagem de nutriente na ração.

A digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia da farinha de raiz e folhas de mandioca foi calculada de acordo com a seguinte fórmula (CHO *et al.*, 1982):

$$CDA_N = \frac{CDA_{RT} - CDA_{RR} \cdot x}{y}$$

Em que:

CDA_N = coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes ou da energia;

CDA_{RT} = coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes ou da energia na ração teste;

CDA_{RR} = coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes ou da energia na ração referência;

x = proporção da ração referência;

y = proporção da ração teste.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2002). Em caso de significância da análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores médios de temperatura, pH (kit colorimétrico LabconTest - Alcon), oxigênio dissolvido (Oxímetro YSI - Modelo Y5512) e amônia (kit colorimétrico TetraTest - Tetra) obtidos na água dos aquários durante o período experimental, foram respectivamente: 26,0 ± 0,5 °C; 7,0 ± 0,5; 6,3 ± 0,6 mg L⁻¹ e 0,04 ± 0,01 mg L⁻¹, permanecendo dentro da faixa recomendada para a criação desta espécie, segundo KUBITZA (2000). A iluminação ambiente foi obtida por meio de lâmpadas fluorescentes, com um fotoperíodo de 12h claro:12 h escuro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição químico-bromatológica da ração referência e dos alimentos empregados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 2.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) da ração referência (RR), da raiz e das folhas de mandioca encontram-se na Tabela 3.

O CDA da fração MS da folha da mandioca foi superior ao encontrado por SANTOS *et al.* (2009) e BRAGA *et al.* (2010) que, em trabalhos com juvenis de tilápia do Nilo alimentados com ração peletizada, obtiveram valores de CDA de 65,53% e 50,22%, respectivamente. Mostrou-se também superior aos valores encontrados por PEZZATO *et al.* (2004b) que, em estudo realizado

com alimentos alternativos para juvenis de tilápia do Nilo, encontraram valores de 59,66% para o feno de alfafa e 37,62%, para a leucena. A fibra dietética não é digerida pelos peixes (NRC, 1993), e o baixo valor de CDa da fração MS obtido nesse estudo, apesar de apresentar-se

superior aos já descritos na literatura, pode ser explicado pelo alto conteúdo em fibras desse alimento. Estudos anteriores reportam uma correlação negativa entre o alto conteúdo de fibra dietética e o CDa da matéria seca (SILVA *et al.*, 1990; MCGOOGAN e REIGH, 1996).

Tabela 2. Composição químico-bromatológica da ração referência e dos alimentos empregados nas rações experimentais. Valores expressos em 100% da matéria seca.

	Composição Química (%)				Matéria Mineral	Energia Bruta (kcal kg ⁻¹)
	Matéria Seca	Proteína Bruta	Fibra Bruta	Extrato Etéreo		
Ração Referência	94,50	31,62	8,87	7,81	7,26	4.258
Folha da mandioca	97,02	18,20	15,06	13,05	6,66	4.797
Raiz da mandioca	97,43	3,21	3,81	3,05	1,62	3.924

Tabela 3. Média \pm desvio padrão dos Coeficientes de Digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), além da energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) da ração referência e ingredientes-teste para juvenis de tilápia do Nilo.

Dietas	CDa (%)			ED (kcal kg ⁻¹)	PD (%)
	MS	PB	EB		
Ração referência	85,23 \pm 0,76	97,35 \pm 0,19	87,7 \pm 0,67	-	-
Folha da mandioca	81,22 \pm 3,54 ^b	73,37 \pm 2,10 ^b	64,7 \pm 3,73 ^b	3.104	13,35
Raiz da mandioca	91,44 \pm 0,84 ^a	91,46 \pm 0,45 ^a	92,2 \pm 0,33 ^a	3.806	2,94

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); Coeficiente de variação para MS = 3,06%, para PB = 1,84%, para EB = 3,31%.

O CDa da fração PB da folha da mandioca encontrado nessa pesquisa apresentou-se superior aos resultados descritos por NG e WEE (1989), de 18,2%, quando do emprego de folhas úmidas, e de 64,0%, quando da utilização de folhas secas, para tilápia do Nilo. Mostrou-se também superior aos valores descritos por SANTOS *et al.* (2009) e BRAGA *et al.* (2010), de 53% e 49,83%, respectivamente. BRAGA *et al.* (2009), em experimento realizado com tilápias do Nilo de 300 g alimentadas com ração peletizada, encontraram o valor de 17,93%, inferior ao obtido nesse estudo. PEZZATO *et al.* (2004b) relataram, para a leucena e para o feno de alfafa, valores de 72,54% e 93,36%, respectivamente, valores estes semelhante e superior ao obtido nesse estudo.

O baixo valor do CDa para PB da folha da mandioca, comparado ao feno de alfafa relatado por PEZZATO *et al.* (2004b), pode ser explicado pelos diversos fatores antinutricionais presentes

nesse alimento: polifenóis (taninos), hemaglutininas, inibidores de tripsina, cianeto e saponinas (CORRÊA *et al.*, 2004; MELO *et al.*, 2007; REYNOSO-CAMACHO *et al.*, 2003; RAVINDRAN, 1993). A extrusão do alimento melhorou a disponibilidade dos nutrientes para a tilápia do Nilo, mas pode não ter eliminado completamente os fatores antinutricionais presentes nesse alimento.

Os polifenóis ou taninos possuem efeito adstringente, ou seja, habilidade de ligar-se às proteínas da saliva e membranas, diminuindo a palatabilidade dos animais (RAVINDRAN, 1993). Porém, este efeito não foi observado no presente estudo pelo fato de que a ração-teste, contendo farinha de folhas da mandioca, foi bem aceita pelos juvenis de tilápia do Nilo.

O CDa da fração EB da folha da mandioca encontrado no presente estudo mostrou-se

superior ao encontrado por SANTOS *et al.* (2009), de 55,28%, e BRAGA *et al.* (2010), de 29,29%, e semelhante ao relatado por PEZZATO *et al.* (2004b), que descreveram, para a leucena e para o feno de alfafa, valores de 63,53% e 63,85%, respectivamente. Apesar de semelhantes, o valor de ED apresentado pela folha da mandioca foi superior aos apresentados para a leucena, de 2.700 kcal kg⁻¹, e para o feno de alfafa, de 2.503 kcal kg⁻¹. Notou-se ainda que, apesar da EB relatada por SANTOS *et al.* (2009), de 5.221 kcal kg⁻¹, ser superior a obtida nesse estudo, a ED de 2.886 kcal kg⁻¹ apresentada por esses mesmos autores revelou-se inferior.

Os valores de CDa para MS, PB e EB da folha da mandioca, superiores aos já descritos na literatura para esse mesmo alimento, onde se utilizaram dietas peletizadas, podem ser atribuídos ao processamento a que foram submetidas as dietas experimentais. Durante o processo de extrusão, a alta temperatura e pressão causam modificações químicas nos alimentos, provocando uma maior exposição dos nutrientes, contidos no interior das células vegetais, à ação digestiva, melhorando a eficiência alimentar dos peixes (KIANG, 1993). Dentre as vantagens obtidas nesse processo, pode-se destacar a melhora na digestibilidade da proteína, além da redução de fatores antinutricionais, em função da maior temperatura durante o processamento, em relação ao processo de peletização (RAMOS, 1993).

O CDa da fração MS para a raiz da mandioca revelou-se semelhante ao relatado por SANTOS *et al.* (2009), que em estudo realizado com coprodutos da industrialização da mandioca, obtiveram o valor de 90,87% para farinha de mandioca quebrada. Porém, resultados inferiores (79,13% e 78,14%) foram relatados por GUIMARÃES *et al.* (2004), em experimento avaliando o valor nutritivo da farinha de mandioca, e PEZZATO *et al.* (2004b), para raspas de mandioca.

GUIMARÃES *et al.* (2008), em estudo de digestibilidade de alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo, relataram os valores de 96,45%, para a quirera de arroz, e 82,21%, para o milho, resultados estes superior e inferior, respectivamente, ao obtido para a raiz.

O CDa para PB da raiz de mandioca mostrou-se superior aos apresentados por SANTOS *et al.*

(2009), de 72,01% para farinha de mandioca quebrada, GUIMARÃES *et al.* (2004), de 80,22% para a farinha de mandioca e GUIMARÃES *et al.* (2008), de 72,86% para a quirera de arroz e 63,01% para o milho. Revelou-se também semelhante ao obtido por PEZZATO *et al.* (2004b) e GONÇALVES *et al.* (2009), que relataram os valores de 90,22% e 91,73%, para as raspas de mandioca e para o amido de milho, respectivamente.

O CDa da fração EB da farinha da raiz de mandioca mostrou-se superior ao valor encontrado por SANTOS *et al.* (2009) de 68,63%, para o farelo de mandioca quebrada e semelhante ao descrito por PEZZATO *et al.* (2004b) de 90,22%, para a raspa de mandioca. GUIMARÃES *et al.* (2008) relataram valores de 95,34% para a quirera de arroz e 67,34% para o milho, valores estes superior e inferior, respectivamente, ao relatado nesse estudo. Apresentou-se também superior ao avaliado por GONÇALVES *et al.* (2009), que relataram para o amido de milho o valor de 66,28%.

A energia digestível (ED) obtida da raiz de mandioca foi superior aos resultados encontrados por SANTOS *et al.* (2009) de 2.682 kcal kg⁻¹ e GUIMARÃES *et al.* (2004), de 3.163 kcal kg⁻¹. Comparando-se com outros alimentos energéticos comumente utilizados na fabricação de rações no Brasil, o valor obtido nesse estudo mostrou-se superior ao descrito por GUIMARÃES *et al.* (2008) e FURUYA *et al.* (2001), que relataram valores de 3.539 kcal kg⁻¹ para a quirera de arroz, de 3.246 kcal kg⁻¹ para o sorgo e 3.508 kcal kg⁻¹ para o milho.

Os valores dos CDa para MS, PB e EB da raiz de mandioca apresentaram-se superiores quando comparados aos descritos na literatura. Este fato pode ser atribuído ao processamento das dietas. Altas temperaturas e pressão fracionam, expandem e geleificam o amido, melhorando sua disponibilidade e aproveitamento pelos peixes (KIANG, 1993).

CONCLUSÃO

Os índices de digestibilidade aparente credenciam a raiz e folhas de mandioca como ingredientes em formulação de dietas para a tilápia do Nilo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.; JACKSON, A.J.; MATTY, A.J.; CAPPER, B.S. 1984 Effects of dietary carbohydrates and fiber on the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, Amsterdam, 13: 265-272.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA-FILHO, A. 1982 *Nutrição animal*. 1ª ed. Paraná: Nobel. 395p.
- AOAC - Association of official agricultural chemists 2000 *Official methods of analysis*. 17ª ed. Washington, D.C. 56p.
- ATWOOD, H.L.; TOMASSO, J.R.; WEBB, K.; GATLIN, D.M. 2003 Low temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. *Aquaculture Research*, Oxford, 34(3): 241-251.
- BRAGA, L.G.T.; RAMOS, A.P.S.; CARVALHO, J.S.O.; AZEVEDO, R.V.; OLIVEIRA, S.J.R. 2009 Digestibilidade de coprodutos agroindustriais para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de 300 g. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 3., Botucatu, 4-6/nov./2009. *Anais...* Botucatu. 1 CD-ROM.
- BRAGA, L.T.; RODRIGUES, F.; AZEVEDO, R.; CARVALHO, J.; SOUZA RAMOS, A.S. 2010 Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 11(4): 1127-1136.
- 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, alter its utilization as a biological marker as chromium (III) oxide. *Ciência Rural*, Santa Maria, 25(3): 691-697.
- CHO, C.H. 1987 La energia en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J.E. DE LOS e LANARTA, U. *Nutrición en acuicultura II*. Madrid-España: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Ed. Madrid. p.197-237.
- CHO, C.Y.; SLINGER, S.J.; BAYLEY, H.S. 1982 Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochemistry Physiology*, Oxford, 73: 25-41.
- CORRÊA, A.D.; SANTOS, S.R.; ABREU, C.M.P.; JOKL, L.; SANTOS, C.D. 2004 Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 24(2): 159-164.
- DEGANI, G. e 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* (Burchel 1822). *Aquaculture Fish Management*, Oxford, 22(1): 397-403.
- EL-SAYED, A.F.M. 1999 Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, Amsterdam, 179: 149-168.
- FAO - Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department 2009 *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics*. Roma, 78p.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; FURUYA, V.R.B.; BARROS, M.M. 2001 Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 22/jul./2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.1407-1409.
- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; ROCHA, D.R.; KLEEMANN, G.K.; SANTA ROSA, M.J. 2009 Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 35(3): 201-213.
- GUIMARÃES, I.G.; RIBEIRO, V.L.; LIMA, C.B.; CARVALHO, C.M.; MIRANDA, E.C. 2004 Valor nutritivo da farinha de mandioca para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, 13., Maceió, 05-09/11/2004. *Anais...* Maceió: UFAL. p.136.
- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. 2008 Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 39: 781-789.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; BOSCOLO, V.R.; GALDIOLI, E.M. 1999 Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis*

- niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum*, Maringá, 21(3): 733-737.
- KIANG, M.J. 1993 La extrusion como herramienta para mejorar el valor nutritivo de los alimentos. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PARA ACUACULTURA, NUEVO LEÓN, 12-14/fev./1993. *Anais...* Nuevo León: Universidad de Nuevo León. p.415-429
- KUBITZA, F. 1997 Nutrição e alimentação dos peixes. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 74p.
- KUBITZA, F. 2000 *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 1ª ed. Jundiaí: F. Kubitz. 285p.
- MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; NASCIMENTO, W.G. 2000 Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 29(1): 269-277.
- MCGOOGAN, B.B. e REIGH, R.C. 1996 Apparent digestibility of selected ingredients ant their predictability in compound diets for gilthead seabream, *Sparus aurata* L.. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, 3: 81:89.
- MELO, D.S. de; CORRÊA, A.D.; MARCOS, F.C.A.; SOUSA, R.V. de; ABREU, C.M.P. de; SANTOS, C.D. 2007 Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a peroxidação lipídica, o perfil lipídico sangüíneo e o peso do fígado de ratos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 31(2): 420-428.
- MUIR, J.F.; VAN RIJN, J.; HARGREAVES, J. 2000 Production in intensive and recycle systems. In: BEVERIDGE, M.C.M. e MCANDREW, B.J. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London. p.405-445.
- NASSAR, N.; VIZZOTTO, C.S.; SCWARTZ, C.A.; PIRES, O.R.J. 2007 Cassava diversity in Brasil: the case of carotenoid-rich landraces. *Genetic Molecular Research*, Ribeirão Preto, 6: 116-121.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1993 *Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals*. Washington, D.C. 114p.
- NG, W.K. e WEE, K.L. 1989 The nutritive value of cassava leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*, Amsterdam, 83(1-2): 45-58.
- NOSE, T. 1960 On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus*) L. and rainbow trout (*Salmo irideus*). *Bulletim Freshwater Fisheries*, Tokyo, 10: 11-22.
- PEZZATO, E.P.; MIRANDA, E.P.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. 2002 Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, 31(4): 1595-1604.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSI, D.; CYRINO, J.E.P. 2004a Nutrição de Peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M. *Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo: Aquabio, 1: 75-170.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.; PINTO, L.G.Q. 2004b Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, 26(3): 329-337.
- RAMOS, A.Q. 1993 Aplicaciones y tendencias de La tecnologia de extrusion - Coccion. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PARA ACUACULTURA, NUEVO LEÓN, 12-14/fev./1993. *Anais...* Nuevo León: Universidad de Nuevo León. p.465-477.
- RAVINDRAN, V. 1993 Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, London, 61(2): 141- 150.
- REYNOSO-CAMACHO, R.; De MEJIA, E.G.; LOARCA-PINA, G. 2003 Purification and acute toxicity of a lectin extracted from therapy bean (*Phaseolus acutifolius*). *Food and chemical toxicology*, Oxford, 41(1): 21-27.
- SANTOS, E.L.; WINTERLE, W.M.C.; LUDKE, M.C.M.M.; BARBOSA, J.M. 2008 Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Revisão. *Revista Brasileira Engenharia da Pesca*, São Luis, 3(2): 135-149.

- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; RAMOS, A.M.P.; BARBOSA, J.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.V. 2009 Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a Tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, 4(3): 358-362.
- SAS Institute Inc. 2002 User Installation Guide for the SAS® System, Version 9 for Microsoft® Windows®, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SHIAU, S.Y. 1997 Utilization of carbohydrates in warmwater fish - with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, Amsterdam, 151: 79-96.
- SILVA, S.S; SHIM, K.F; KIM ONG, A. 1990 An evaluation of the method used in digestibility estimations of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers, and time of faeces collection in digestibility studies in the fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Reproduction Nutrition Development*, Paris, 30: 215-226.
- TACON, A.G.J. 1987 *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - training manual*. I. The essential nutrients. Brasília: FAO. p.117.