

Notas Científicas

Composição bromatológica e digestibilidade aparente da parte aérea seca da mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo

Hamilton Hisano⁽¹⁾, Pamela Souza de Pietro⁽²⁾, Margarida Maria Barros⁽³⁾ e Luiz Edivaldo Pezzato⁽³⁾

⁽¹⁾Embrapa Agropecuária Oeste, BR-163, Km 253,6, Caixa Postal 661, CEP 79804-970 Dourados, MS. E-mail: hamilton.hisano@embrapa.br ⁽²⁾Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rua João Rosa Goes, nº 1.761, Vila Progresso, Caixa Postal 322, CEP 79825-070 Dourados, MS. E-mail: pampietro@hotmail.com ⁽³⁾Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Campus de Botucatu, Caixa Postal 560, CEP 18618-000 Botucatu, SP. E-mail: mbarros@fmvz.unesp.br, epezzato@fmvz.unesp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da secagem da parte aérea da mandioca, ao sol e à sombra, sobre a composição bromatológica e o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de nutrientes, energia e aminoácidos para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Não houve diferença entre os métodos de secagem para a composição bromatológica. O CDA da proteína bruta apresentou maior digestibilidade para a parte aérea seca à sombra. A secagem da parte aérea da mandioca à sombra permite maior conservação do conteúdo proteico e melhor digestibilidade aparente da fração proteica e aminoacídica para a tilápia-do-nilo.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, *Oreochromis niloticus*, alimento alternativo, aminoácidos, secagem.

Chemical composition and apparent digestibility of dried aerial part of cassava in Nile tilapia feeding

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of sun and shade drying of the aerial part of cassava on the chemical composition and apparent digestibility coefficient (ADC) of nutrients, energy, and aminoacids for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). There was no difference between the drying methods for chemical composition. The ADC of crude protein showed higher digestibility for the shade dried aerial part. Shade drying of the aerial part of cassava allows higher conservation of the protein content and better apparent digestibility of the protein and amino acid fraction for Nile tilapia.

Index terms: *Manihot esculenta*, *Oreochromis niloticus*, alternative feedstuff, aminoacids, drying.

A alimentação é o item mais representativo para a definição do custo de produção na piscicultura. Atualmente, pesquisas estão sendo rotineiramente conduzidas, para identificar alimentos com menor custo e que possam substituir os convencionais. A parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pode ser considerada como potencial fonte proteica para a alimentação animal, em razão do alto teor proteico presente nas folhas e do grande volume produzido e desperdiçado no Brasil. Segundo Carvalho (1994), apenas 20% do total das ramas produzidas em uma área são aproveitadas para o replantio, restando, no campo, 80% de um produto com alto valor nutricional. As folhas da mandioca são ricas em proteínas, minerais, vitaminas C, B1, B2 e carotenos (Fasuyi & Aletor, 2005). Ainda, de acordo com esses autores, o perfil aminoacídico da folha pode ser comparado ao do ovo, do leite, do queijo, da soja e do peixe,

embora apresente deficiência em metionina, cistina, lisina e isoleucina. A farinha da folha da mandioca apresenta teores de: proteína bruta, que variam de 22 a 32%; fibra bruta, de 15 a 20%; extrato etéreo, de 4 a 6%; cinzas, de 2 a 12%; e energia bruta, de 1.250 a 2.700 kcal kg⁻¹ (Buitrago A. et al., 1978).

Apesar destes benefícios, o consumo in natura fica limitado pela presença de substâncias tóxicas, como os glicosídeos cianogênicos (HCN) e os taninos, e pelo elevado teor de fibras alimentares, que não podem ser digeridas no estômago de animais não ruminantes (Modesti, 2006). Porém, esse problema pode ser reduzido com o processo de secagem a 60°C, que diminui a toxicidade do cianeto (Padmaja, 1989). É importante ressaltar, no entanto, que, dependendo da metodologia aplicada na secagem, a composição nutricional e vitamínica pode variar (Gil & Buitrago A., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da secagem da parte aérea da mandioca ao sol e à sombra sobre a composição bromatológica e o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de nutrientes, energia e aminoácidos para a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*).

O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. A parte aérea da mandioca (terço superior, composto por pecíolo e folhas), variedade Fécula Branca, de primeiro ciclo de produção, foi coletada em área experimental da mesma instituição e triturada em picador de forragem. Para o processo de secagem ao sol, a forragem triturada foi espalhada sobre lona de plástico e revirada seis vezes durante o período de 24 horas, para atingir o ponto de fenação com umidade entre 10–15%. Para a secagem à sombra, a forragem triturada foi disposta sobre lona e revirada oito vezes no período de 30 horas, em um galpão coberto e arejado, para desidratação em temperatura ambiente. Após essa etapa, a parte aérea desidratada ao sol e à sombra foi moída até atingir 1,0 mm e conservada em recipientes de plástico, para posterior análise bromatológica.

Para o ensaio de digestibilidade, foram confeccionadas três rações, uma purificada (referência), com base na proteína da albumina e da gelatina, e as demais, a partir da substituição de 30% da ração referência pelos alimentos testes (parte aérea da mandioca seca ao sol e à sombra). Para a confecção das rações, a mistura previamente homogeneizada e umedecida foi processada em moedor com matriz de 5,0 mm. Posteriormente, estes grânulos foram secos em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 12 horas e, em seguida, fracionados para obtenção de grânulos de 3,6 mm. Como marcador externo, foi incorporado na ração o óxido de cromo-III (Cr_2O_3), na proporção de 0,1%. Os peixes receberam as dietas durante sete dias, período destinado à adaptação pré-experimental, no qual o arrazoamento foi efetuado cinco vezes ao dia.

Para a alimentação, foi utilizado tanque experimental de fibra de vidro com formato cilíndrico (1.000 L), onde foram alojadas três gaiolas circulares com volume aproximado de 70 L e densidade de dez peixes (peso médio de 62,5±5,7 g por animal) por gaiola. O tanque era abastecido continuamente por água proveniente de poço artesiano. Os peixes permaneceram neste tanque durante o dia e eram alimentados à vontade, com maior frequência à tarde.

Para a coleta das fezes, foram utilizados três aquários (250 L), com formato cilíndrico e fundo cônico, nos quais se acoplou um recipiente de plástico na parte inferior, para a decantação das fezes. Ao final da tarde, após 15 min da última alimentação, as gaiolas eram transferidas para os aquários de digestibilidade, onde permaneciam até a manhã seguinte. Esse manejo foi realizado até se completarem oito coletas, e as fezes foram secas em estufa a 55°C e moídas. As fezes foram agrupadas a cada dois dias de coleta, acondicionadas em recipientes de plástico e congeladas a aproximadamente -20°C para posterior análise bromatológica. Foram realizadas análises segundo a metodologia descrita por Helrich (1990), para determinar: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) nos ingredientes teste e nas fezes, e teor de tanino total e fibra bruta (FB) apenas nos ingredientes teste. A análise dos aminoácidos dos ingredientes teste, das rações e das fezes foi realizada pela empresa CBO Análises Laboratoriais, localizada em Campinas, SP. Os cálculos do CDA de MS, PB, EE, EB e nutrientes (CDA_N) nas rações e nas fezes foram determinados pelas seguintes equações, conforme Pezzato et al. (2002): $\text{CDA}(\%) = 100 - [100(\% \text{Cr}_2\text{O}_{3d} / \% \text{Cr}_2\text{O}_{3f}) \times (\% \text{N}_f / \% \text{N}_d)]$, em que: CDA é o coeficiente de digestibilidade aparente (%); $\% \text{Cr}_2\text{O}_{3d}$ é a percentagem de óxido de cromo na dieta; $\% \text{Cr}_2\text{O}_{3f}$ é a percentagem de óxido de cromo nas fezes; $\% \text{N}_f$ é a percentagem de energia ou nutrientes nas fezes; e $\% \text{N}_d$ é a percentagem de energia ou nutrientes na dieta; e $\text{CDA}_N = (\text{CDA}_{DT} - \text{CDA}_{DR})x/y$, em que: CDA_N é o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes; CDA_{DT} é o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes na dieta teste; CDA_{DR} é o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes na dieta referência; x é a proporção da dieta referência; e y é a proporção do ingrediente teste.

A temperatura e o oxigênio dissolvido da água foram aferidos diariamente durante o período experimental, de manhã e à tarde, nos aquários de coleta. A água apresentou valores médios de 25,4±1,2°C de temperatura e de 7,3±0,43 mg L⁻¹ de oxigênio dissolvido, considerados adequados para a faixa de conforto da espécie. A determinação do cromo foi efetuada por espectrometria de absorção atômica.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (ração contendo parte aérea da mandioca seca ao sol e ração contendo parte aérea da mandioca seca à sombra) e

quatro repetições; cada agrupamento de duas coletas foi considerado como uma repetição. Os dados da composição bromatológica e dos coeficientes de digestibilidade aparente para MS, PB, EE e EB foram submetidos ao teste t de Student, a 5% de probabilidade. Para a comparação dos aminoácidos, foi utilizado o índice relativo de comparação (IRC), que foi de 100% para os aminoácidos da parte área da mandioca seca à sombra.

Os valores brutos obtidos para MS, PB, EE, EB e FB não diferiram entre os dois processos de secagem da parte aérea da mandioca (Tabela 1). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2000), que, ao avaliar a farinha de folhas de mandioca, na alimentação de frangos de corte, observaram composição de: 90,91, 21,00, 3,74 e 17,26% para MS, PB, EE e FB, respectivamente. Contudo, Santos et al. (2009), ao analisar o mesmo produto, relataram resultados distintos aos do presente trabalho: valores numericamente inferiores para MS (86,76%) e FB (16,45%), e superiores para PB (31,10%), EE (6,70%) e EB (5.221,40 kcal kg⁻¹).

O teor de tanino total obtido na parte aérea da mandioca seca ao sol e à sombra foi de 3,50 e 1,96%, respectivamente. Em trabalho com a mesma variedade de mandioca (Fécua Branca), Teo et al. (2010) determinaram 1,2% de tanino total nas folhas de mandioca (sem o pecíolo), desidratadas em estufa de ventilação forçada de ar (40°C por 48 horas), valor este inferior ao encontrado no presente trabalho. Isso pode ser atribuído ao fato de o tanino ser encontrado em concentrações variáveis nas diferentes partes da mesma planta (Battestin et al., 2004).

Tabela 1. Valor total (VT), coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e valores digestíveis (VD) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB) e fibra bruta (FB) da parte aérea da mandioca seca ao sol e à sombra.

Nutriente	Secagem ao sol			Secagem à sombra		
	VT	CDA (%)	VD	VT	CDA (%)	VD
MS (%)	90,04	84,33	75,93	90,91	83,88	76,26
PB (%)	24,82	86,85*	21,56	25,95	89,52*	23,23
EE (%)	3,48	76,34*	2,66	3,08	72,69*	2,24
EB (kcal kg ⁻¹)	4.495,12	78,13	3.511,92	4.475,14	77,66	3.475,48
FB (%)	18,82	-	-	17,60	-	-

*Diferença significativa entre as médias pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.

Os valores do CDA da MS e da EB da parte aérea desidratada ao sol e à sombra não diferiram entre si (Tabela 1). Em relação ao CDA da PB, a secagem à sombra proporcionou melhor digestibilidade para a fração proteica do que a secagem ao sol. Os valores apresentados no presente trabalho são próximos ao encontrado por Boscolo et al. (2002), que obtiveram 89,28% de CDA da PB ao avaliar o farelo de soja para tilápia-do-nylo. Pezzato et al. (2002), ao analisar alguns ingredientes proteicos de origem vegetal para tilápia-do-nylo, obtiveram resultado semelhante ao do tratamento de secagem ao sol, com o farelo de canola (*Brassica nabus*) (87%). Entretanto, Santos et al. (2009), ao estudar a farinha de folha de mandioca, relataram CDA da PB de 53%.

Os polifenóis (taninos) e o alto teor de fibras podem ter efeito prejudicial sobre o aproveitamento proteico, pois reduzem a digestibilidade e a disponibilidade de aminoácidos (Corrêa et al., 2004). Estes autores sugerem que a coleta do terço superior deve ser feita no décimo sexto mês, quando ocorrem menores teores de fatores antinutricionais e, conseqüentemente, maior teor proteico.

Os valores para o CDA do EE foram superiores na secagem ao sol, em comparação ao tratamento à sombra. Pezzato et al. (2002), ao avaliar o glúten 21 como fonte proteica vegetal para a mesma espécie estudada no presente trabalho, obtiveram valor de 73,96%, semelhante ao encontrado com o tratamento de secagem à sombra.

Entre os aminoácidos limitantes para peixes, os valores totais para lisina, metionina, treonina e triptofano da parte aérea seca à sombra (Tabela 2) foram inferiores aos encontrados por Rogers & Milner (1963), que obtiveram 1,72, 0,46, 1,29 e 0,56%, respectivamente, para a folha da mandioca. Essa diferença pode estar relacionada à qualidade das folhas da mandioca, resultante da variedade, do clima, do solo, da idade da planta e da proporção de folhas e talos (Hisano et al., 2008). De acordo com estes autores, a folha da mandioca apresenta deficiência em metionina, o que também foi constatado no presente trabalho.

A lisina apresentou CDA 2,88% superior na desidratação à sombra, em comparação à feita ao sol. O resultado encontrado no tratamento de secagem à sombra foi semelhante ao do CDA do farelo de soja (90,83%) para tilápia-do-nylo (Furuya et al., 2001b). Segundo Agostini (2006), compostos

fenólicos presentes nas folhas da mandioca, além de afetar o aproveitamento da proteína, podem interagir com o grupo epon-amino da lisina, o que reduz a disponibilidade deste aminoácido essencial.

O CDA da metionina da parte aérea seca à sombra (Tabela 2) foi similar ao obtido por Furuya et al. (2001b), com o farelo de soja, para tilápia-do-nylo (97,10%), e por Kleemann et al. (2009), que, ao avaliar o valor nutritivo de três diferentes farelos de algodão (FA-28%, FA-38% e FA-46%), para a mesma espécie, encontraram CDA para metionina de 93,04, 92,93 e 97,11%, respectivamente.

Para o CDA do triptofano, a secagem à sombra foi 10,30% inferior à secagem ao sol. Em análise com farelo de algodão, na alimentação de tilápia-do-nylo, Kleemann et al. (2009) obtiveram CDA do triptofano de 76,21%, resultado semelhante ao observado no presente trabalho. Em relação aos demais aminoácidos essenciais, o CDA da histidina, no processo de secagem à sombra, foi 14,19% superior ao do tratamento de secagem ao sol.

Entre os aminoácidos não essenciais, a prolina apresentou o menor CDA no processo de secagem

ao sol, sendo 6,12% inferior em relação à secagem à sombra. Resultado similar para secagem ao sol foi obtido por Kleemann et al. (2009), com o farelo de algodão, para tilápia-do-nylo, que obtiveram 79,74% para o CDA da prolina. Esse fato pode ser atribuído à afinidade deste aminoácido com o tanino, pela formação de um complexo resistente à ação enzimática durante a digestão (Austin et al., 1989), o que reduz o seu aproveitamento. Os taninos apresentam estrutura favorável para a ligação/interação com proteínas por meio de pontes de hidrogênio, e, em relação à prolina, ocorrem interações hidrofóbicas com a formação de agregados insolúveis (Carvalho, 2007).

A utilização da parte aérea da mandioca seca à sombra proporciona melhor conservação do conteúdo proteico e melhor digestibilidade aparente da proteína e de aminoácidos pela tilápia-do-nylo.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) e ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), pelo apoio financeiro.

Referências

Tabela 2. Valor total e coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos aminoácidos da parte aérea da mandioca seca ao sol e à sombra.

Aminoácidos	Secagem ao sol		Secagem à sombra	
	Total (%)	CDA (%)	Total (%)	CDA (%)
Essenciais				
Arginina	1,39	87,32	1,46	90,60
Isoleucina	1,05	86,00	1,09	86,11
Leucina	1,97	85,91	2,07	86,70
Lisina	1,25	85,87	1,35	88,41
Metionina	0,30	96,44	0,34	96,48
Fenilalanina	1,26	85,85	1,30	87,06
Treonina	0,94	86,81	0,99	87,29
Triptofano	0,26	84,24	0,24	76,34
Valina	1,24	87,42	1,28	86,27
Histidina	0,41	84,63	0,45	98,62
Não essenciais				
Alanina	1,54	84,76	1,59	87,87
Ácido aspártico	2,15	93,77	2,36	94,87
Glicina	1,21	78,90	1,28	87,20
Ácido glutâmico	2,55	91,08	2,70	92,73
Cistina	0,12	93,93	0,13	90,76
Tirosina	0,98	83,81	1,04	86,67
Prolina	1,14	76,81	1,21	81,81
Serina	1,01	87,51	1,08	88,41
Média	-	86,73	-	88,57

AGOSTINI, M.R. **Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar**. 2006. 96f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

AUSTIN, P.J.; SUCHAR, L.A.; ROBBINS, C.T.; HAGERMAN, A.E. Tannin binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. **Journal of Chemical Ecology**, v.15, p.1335-1347, 1989. DOI: 10.1007/BF01014834.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.15, p.63-72, 2004.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.539-545, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000300001.

BUITRAGO A., J.A.; GÓMEZ, G.G.; PORTELA, R.; SANTOS, J.; TRUJILLO, C. **Yuca ensilada para alimentación de cerdo**. 3.ed. Cali: CIAT, 1978. 49p.

CARVALHO, E.B. de. **Estudos da interação entre proteínas e taninos: influência dos polissacarídeos**. 2007. 193f. Tese (Doutorado) – Universidade do Porto, Porto.

CARVALHO, J.L.H. de. **A mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal**. Campinas: CATI, 1994. 9p.

- CORRÊA, A.D.; SANTOS, S.R. dos; ABREU, C.M.P. de; JOKL, L.; SANTOS, C.D. dos. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.234-239, 2004. DOI: 10.1590/S0101-20612004000200001.
- FASUYI, A.O.; ALETOR, V.A. Varietal composition and functional properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) leaf meal and leaf protein concentrates. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.4, p.43-49, 2005. DOI: 10.3923/pjn.2005.43.49.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M.; MIRANDA, E.C. de. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1143-1149, 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000500002.
- GIL, L.; BUITRAGO A., J.A. La yuca en la alimentación animal. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Comp.). **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Cali: CIAT, 2002. p.527-568. (Publicación CIAT, 327).
- HELDRICH, K. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990. v.1, 684p.
- HISANO, H.; MARUYAMA, M.R.; ISHIKAWA, M.M.; MELHORANÇA, A.L.; OTSUBO, A.A. **Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 29p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 94).
- KLEEMANN, G.K.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Valor nutricional do farelo de algodão para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.87-94, 2009. DOI: 10.4025/actascianimsci.v31i1.505.
- MODESTI, C. de F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PADMAJAJA, G. Evaluation of techniques to reduce assayable tannin and cyanide in cassava leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, p.712-716, 1989. DOI: 10.1021/jf00087a029.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. de; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1595-1604, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000700001.
- ROGERS, D.J.; MILNER, M. Amino acid profile of manioc leaf protein in relation to nutritive value. **Economic Botany**, v.17, p.211-216, 1963. DOI: 10.1007/BF02859438.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M. do C.M.M.; RAMOS, A.M. de P.; BARBOSA, J.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.V. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.358-362, 2009. DOI: 10.5039/agraria.v4i3a20.
- SILVA, H.O.; FONSECA, R.A. da; GUEDES FILHO, R. de. S. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.823-829, 2000. DOI: 10.1590/S1516-35982000000300026.
- TEO, C.R.P.A.; PRUDENCIO, S.H.; COELHO, S.R.M.; TEO, M.S. Obtenção e caracterização físico-química de concentrado protéico de folhas de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.993-999, 2010. DOI: 10.1590/S1415-43662010000900012.

Recebido em 17 de maio de 2011 e aprovado em 26 de julho de 2013