

Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca

Nutritional value of fractions of the fresh forage of four cassava varieties

SOUZA, André Santos de¹; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro^{1*}; MOTA, Álvaro Diego Soares²; PALMA, Malber Nathan Nobre¹; FRANCO, Márcia de Oliveira³; DUTRA, Edilane Santos¹; SANTOS, Carlos César Rodrigues dos¹; AGUIAR, Ana Cássia Rodrigues de¹; OLIVEIRA, Célio Roberto de¹; ROCHA, Wéder Jânsen Barbosa¹

¹Universidade Estadual de Montes Claros, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Ciências Agrárias, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.

²Instituto Federal Norte de Minas Gerais, Salinas, Minas Gerais, Brasil.

³Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: vicente.rocha@unimontes.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar o valor nutricional da forragem fresca de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea (Planta Inteira, Terço Superior e Sobras de Plantio). No momento de colheita das raízes foram colhidas amostras de material fresco das diferentes variedades e frações da parte aérea e encaminhadas ao laboratório para que fossem feitas análises para a determinação do valor nutricional. A variedade Sabará se destacou, uma vez que apresentou um maior teor de nutrientes digestíveis totais. As variedades Sabará e Periquita apresentaram um baixo teor de lignina com conseqüente menor valor da fração C no fracionamento de carboidratos e maiores teores da fração B2. Os valores de nutrientes digestíveis totais foram semelhantes para as diferentes frações da parte aérea da mandioca. A fração planta inteira se destacou quanto ao teor de carboidratos totais e quanto ao menor teor de lignina, fato que influenciou diretamente o baixo teor da fração C e o maior teor da fração B2 de carboidratos. Conclui-se

que a parte aérea das variedades Sabará e Periquita se destacaram por apresentarem os melhores resultados na avaliação nutricional.

Palavras-chave: composição química, fracionamento de carboidratos, fracionamento protéico

SUMMARY

The purpose of the work was to evaluate the nutritional value of fresh forage of different shoot fractions of four cassava varieties grown in the North of Minas Gerais. The experiment was carried out at the Experimental Farm of UNIMONTES, located in Janaúba district. A complete randomized block design was used with 4 x 3 factorial, with four replications and four cassava varieties ("Amarelinha", "Olho Roxo", "Periquita" and "Sabará") and three forms of shoot exploitation (Whole Plant, Superior Third, Remains of Planting). When the roots were picked, it was also collected fresh material samples from the different varieties and shoot fractions, and taken to the laboratory so that analyses could be made for determination of nutritional value. The variety "Sabará" stood presenting the greatest total digestible nutrients content. The varieties "Sabará" and "Periquita" showed a lower fraction C content in the fractionization of carbohydrates and greater content of Fraction B2 of carbohydrates. The values of total digestible nutrients were similar

for the different shoot fractions of cassava. The whole plant fraction stood out as for total carbohydrates content and as for the lowest lignin content, which influenced directly the low fraction C content and the largest fraction B2 content of carbohydrates. It is possible to concluded that the shoot of “Sabará” and “Periquita” varieties shows the best results in the nutritional evaluation.

Keywords: chemical composition, fractionation of carbohydrates, protein fractionation

INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos agroindustriais e outros ingredientes de potencial regional, utilizados de forma planejada, normalmente no período crítico do ano, pode melhorar a eficiência dos sistemas de produção pecuária do semiárido (ARAÚJO et al., 2009; CARVALHO JÚNIOR. et al., 2009; PIRES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010). Além disso, essas alternativas alimentares devem reduzir o uso dos concentrados convencionais e potencializar a utilização de ingredientes que possam ser produzidos ou adquiridos pelos próprios criadores nos mais diversos sistemas de produção.

Neste contexto, destaca-se a cultura da mandioca, que embora seja muito conhecida e cultivada no meio rural, os seus subprodutos (folhas e ramas) não são bem aproveitados, principalmente por desconhecimento do seu valor nutricional e das formas de utilização. A parte aérea da mandioca é considerada como aproveitável para alimentação animal, e o terço superior, a parte mais rica do ponto de vista nutricional, tem alta produtividade (NUNES IRMÃO et al., 2008; BOHNENBERGER et al., 2010).

Por ser um resíduo de grande potencial para alimentação dos animais, é importante a caracterização nutricional

da parte aérea da mandioca, especialmente, em relação às frações de proteína bruta e de carboidratos, visto que são compostos que atuam de forma conjunta no metabolismo ruminal (MODESTO et al., 2004). Segundo Sniffen et al. (1992), os alimentos devem ser fracionados para que se obtenha adequada caracterização dos mesmos. E de acordo com Fox et al. (2004), a avaliação do fracionamento dos carboidratos e dos compostos nitrogenados engloba a dinâmica da fermentação ruminal e a perda potencial de nitrogênio e carboidratos, o que possibilita a predição do valor nutricional dos alimentos para ruminantes.

Desse modo, objetivou-se avaliar o valor nutricional, assim como o fracionamento de carboidratos e proteínas, de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais no período de 17/12/2007 a 19/08/2008. A pluviosidade média anual da região é de aproximadamente 800 mm com temperatura média anual de 28°C, umidade relativa do ar em torno de 65% e segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região é o Aw. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, onde os fatores avaliados foram: as quatro variedades de mandioca utilizadas (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e as três formas de aproveitamento da parte aérea

da mandioca (Planta Inteira, Terço Superior e Sobras de Plantio). A adoção do delineamento em blocos casualizados foi dada em função da possível interferência de algum fator não controlado na área experimental.

O plantio das variedades foi realizado nos dias 17 e 18/12/2007, e foi usado o espaçamento de um metro entre linhas e 0,75 metros entre plantas na linha, que fez uma população final de 13.333 plantas por hectare. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de plantio com oito metros de comprimento cada, o que totalizou a área da parcela em 48m². Foi realizada a adubação de plantio com fontes de fósforo, potássio e adubação de cobertura com fonte de nitrogênio aos 60 dias após a emergência das plântulas de mandioca de acordo a recomendação de adubação para a cultura (GOMES et al., 1999), observada a análise química do solo. As parcelas foram irrigadas, uma vez por semana, desde o plantio até a colheita que aconteceu entre os dias 05/08/2008 e 19/08/2008.

Foi estabelecido como momento de colheita, aos oito meses de idade das plantas, aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores. Para a coleta dos dados, foram utilizadas as quatro linhas centrais de cada parcela. Essas forragens foram individualmente picadas, com picadeira estacionária, em tamanho médio de partícula de 2cm e manualmente homogeneizadas. Aproximadamente 3kg dos materiais produzidos com as plantas de cada parcela foram amostrados e, imediatamente depois da moagem foram encaminhados ao Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros, onde procedeu-se a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C até atingir peso constante. Em seguida, a forragem pré-seca foi moída em moinho tipo

Wiley com peneira de 1mm, e deste material moído retirou-se amostras para que fossem avaliadas quanto aos conteúdos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) segundo recomendações de Silva & Queiroz (2006).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina foram determinados pelo método sequencial proposto por Van Soest et al. (1991). A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldhal, o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados com utilização dos resíduos da FDN e FDA, respectivamente. A proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinadas pela multiplicação do valor do NIDN e NIDA por 6,25, segundo recomendações de Silva & Queiroz (2006).

Os compostos nitrogenados presentes nas amostras foram subdivididos em: Fração A (nitrogênio não protéico ou NNP); Fração B1 (proteína solúvel de rápida degradação ruminal, peptídeos e oligopeptídeos); Fração B2 (proteína verdadeira ou citoplasmática de degradação ruminal intermediária); Fração B3 (proteína de lenta degradação ruminal, proteína associada à fibra em detergente neutro) e Fração C (proteína indigestível ou NIDA) - (FOX et al., 2004).

A porcentagem de carboidratos totais (CHT) foi obtida pela equação proposta por Sniffen et al. (1992), segundo a fórmula: $CHT (\%MS) = 100 - [PB (\%MS) + EE (\%MS) + CINZAS (\%MS)]$. Os carboidratos fibrosos (CF) foram obtidos a partir da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e

proteína (FDN_{cp}), enquanto que os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados, segundo Kabeya (2000) e Hall (2003), pela diferença entre os CHT e a FDN_{cp} de acordo com a fórmula: CNF (%MS) = {100 - [PB (%MS) + EE (%MS) + FDN_{cp} (%MS) + CINZAS (%MS)]}.

Para o fracionamento, a fração B2 (carboidratos estruturais, potencialmente digestíveis) foi obtida por diferença (B2 = FDN_{cp} - Fração C), a fração C (carboidrato indigestível no trato gastrointestinal dos ruminantes ou fração indigestível da fibra) foi estimada de acordo com Sniffen et al. (1992), em que C (%CHT) = [FDN (%MS) * 2,4 * lignina (%FDN)/ CHT (%MS)]. Vale ressaltar que a fração A+B1 equivale aos carboidratos não-fibrosos. O valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado segundo NRC (2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com utilização do programa SISVAR (FERREIRA, 2000), no qual para efeito de comparação de médias, utilizou-se o Teste de Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito (P<0,05) de interação de variedade com fração da parte aérea para o teor de proteína bruta (Tabela 1). Ao se comparar as variedades dentro de cada fração da parte aérea (P<0,05) verifica-se que, para a fração planta inteira, a variedade Sabará apresentou a pior média. Na fração terço superior, as variedades Periquita e Sabará se igualaram, e apresentaram os maiores teores de proteína bruta (PB). Já na fração sobras de plantio não houve diferença (P>0,05) entre as variedades. Ao se comparar fração dentro de cada variedade, houve diferença (P<0,05) nas variedades Olho Roxo e Periquita com presença de maiores valores de PB no terço superior, e na variedade Sabará as frações terço superior e sobras de plantio apresentaram teores de proteína bruta superiores à planta inteira. Este resultado está diretamente relacionado com uma maior relação folha/haste encontrada nas frações terço superior e sobras de plantio, o que implicou em aumento do teor protéico das frações avaliadas.

Tabela 1. Percentagem de proteína bruta (% de MS) de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

Variedade/ Variável	Fração da Parte Aérea		
	Planta Inteira	Terço Superior	Sobras de Plantio
Amarelinha	13,40 ^{Aa}	15,35 ^{Ab}	15,59 ^{Aa}
Olho Roxo	12,04 ^{Ba}	16,41 ^{Ab}	13,56 ^{Ba}
Periquita	11,93 ^{Ca}	18,77 ^{Aa}	15,47 ^{Ba}
Sabará	9,80 ^{Bb}	17,84 ^{Aa}	16,66 ^{Aa}
Média Geral		14,73	
CV (%)		11,44	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

Guedes et al. (2007) avaliaram a composição bromatológica e encontraram variações importantes nos valores de PB da parte aérea da mandioca das diferentes variedades estudadas, com índices mínimo, máximo e médio de 13,86; 24,75 e 19,18%, respectivamente. Gómez & Valdivieso (1985) observaram que o conteúdo protéico das folhas pode variar de 17 a 34% e nas folhas mais ramos de 13 a 20%. Ravindran (1992) ao avaliar folhas de mandioca na alimentação animal, observou 21% de PB, com valores que variaram de 16,7 a 39,9%, a depender, dentre outros fatores, da cultivar estudada. Já Carvalho (1984) constatou valores de PB de 4,32; 8,41 e 27,49% para ramos, pecíolos e folhas, respectivamente. Fernandes et al. (2008) ao pesquisarem diferentes variedades de mandioca (IAC 14, Enita Brava, IAC 12 e Mani-Branca), observaram valores médios de 20,3; 18,0; 15,4 e 17,4% de PB, para folhas, em plantas podadas aos 12 meses e novamente aos seis meses de rebrota. Esses autores também avaliaram a produção de PB da parte aérea total, e encontraram valores de 11,0; 12,1; 9,4 e 11,8% para as respectivas variedades.

Os percentuais de PB na matéria seca das forragens frescas, provenientes da combinação das quatro variedades de mandioca com as três frações da parte aérea, estudadas neste trabalho, apresentaram valores que variaram de 9,80 a 18,77%, com uma média geral de 14,74% de PB na matéria seca. Este resultado se aproximou da média relatada por Valadares Filho et al. (2006), que foi de 16,93% de PB na matéria seca da rama da mandioca. Por outro lado, a média da fração terço superior foi de 17,09% de PB.

Ao analisar as variedades (Tabela 2) observa-se diferença ($P < 0,05$) para os teores de matéria seca e lignina, e nota-se que as variedades Amarelinha e Olho

Roxo apresentaram teores mais elevados do que as variedades Periquita e Sabará. A variedade Periquita apresentou um maior teor de matéria mineral e a Sabará apresentou um maior teor de nutrientes digestíveis totais. O baixo teor de lignina da variedade Sabará, provavelmente, favoreceu o percentual de nutrientes digestíveis totais. Para os teores de extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e hemicelulose não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as variedades analisadas.

Fernandes et al. (2008) quando estudaram a parte aérea de diferentes variedades de mandioca, verificaram valores médios de 23,83% de MS, 44,64% de FDN, 32% de FDA e 12,64% de hemicelulose para folhas, em plantas podadas aos 12 meses e novamente aos seis meses de rebrota. Guedes et al. (2007) ao avaliarem também diferentes variedades de mandioca, adubadas e não adubadas, encontraram valores médios para MS que oscilaram de 19,75 a 25,04%; para MM, de 5,78 a 7,96%; para FDN, de 53,31 a 44,50%; para FDA, entre 45,04 e 35,57%, e para hemicelulose, de 10,1 a 8,43% na parte aérea total. No entanto, Faustino et al. (2003) quando avaliaram a silagem do terço superior da rama de mandioca da cultivar Frita com idade de 12 meses de plantio, na região Noroeste do Paraná, verificaram valores médios de 39,86; 29,78; 10,08; 22,26; 8,82% para FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, respectivamente. Azevedo et al. (2006) ao trabalharem com silagem da parte aérea total de três cultivares de mandioca (S 60-10, RS-13 e Frita), encontraram valores médios de 13,82; 16,14; 14,68%; 30,64; 27,76; 30,02% e 11,39; 10,92; 9,91% para hemicelulose, celulose e lignina, respectivamente.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais (NDT) em percentagem da matéria seca da parte aérea (média do terço superior, com sobras do plantio e parte aérea total) de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

Variedade/ Variável	Amarelinha	Olho Roxo	Periquita	Sabará	Média Geral	CV (%)
MS	24,88 ^a	25,22 ^a	20,90 ^c	23,45 ^b	23,68	6,52
MM	5,99 ^b	6,00 ^b	6,71 ^a	5,77 ^b	6,12	13,31
FDN	64,36 ^a	66,92 ^a	64,59 ^a	63,33 ^a	64,87	8,01
FDA	43,76 ^a	45,55 ^a	45,66 ^a	42,51 ^a	44,37	9,32
Celulose	28,35 ^a	28,41 ^a	29,31 ^a	27,96 ^a	28,51	11,21
Hemicelulose	20,59 ^a	20,85 ^a	18,92 ^a	21,12 ^a	20,37	17,59
Lignina	15,63 ^b	16,78 ^b	13,91 ^a	12,97 ^a	14,82	14,61
EE	7,55 ^a	7,62 ^a	8,07 ^a	8,21 ^a	7,86	13,48
NDT	61,96 ^b	59,63 ^b	62,54 ^b	64,95 ^a	62,27	6,16

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

Tais resultados mostram que os valores de MS, MM, FDN e FDA, neste experimento, estão dentro do intervalo dos dados descritos pelos autores ora citados. Os teores de FDN e FDA, quando elevados, prejudicam a qualidade do volumoso, pois estas variáveis estão inversamente relacionadas com consumo e digestibilidade, o que em regra pode restringir a produção animal. O mesmo acontece em relação à lignina que, ao se ligar a outras substâncias no alimento, diminui a disponibilidade e digestibilidade do próprio alimento.

Em relação às diferentes frações da parte aérea (Tabela 3), não foi observada diferença significativa para os teores de matéria seca e nutrientes digestíveis totais. No entanto, para matéria mineral e extrato etéreo, as frações terço superior e sobras de plantio tiveram os maiores teores ($P < 0,05$). Para fibra em detergente neutro, hemicelulose e lignina, a fração planta inteira apresentou as maiores

médias, e para fibra em detergente ácido e celulose, a fração terço superior apresentou os menores teores ($P < 0,05$).

Carvalho (1984) apresentou valores de MS que variaram de 32,30; 16,72 e 26,62% e EE de 0,91; 1,59 e 6,70% para ramas, pecíolos e folhas, respectivamente. Esse autor ainda relatou dados de vários estudos, nos quais, a parte aérea total da mandioca foi avaliada quando as raízes estavam em seu estágio ótimo de desenvolvimento, médias de composição química de 25% de MS e 12,0% de MM. Já Marques et al. (2000) encontraram valores de 25,95 e 2,66% para MS e EE em forragem fresca de mandioca originária da parte aérea total. Faustino et al. (2003) ao estudarem a silagem do terço superior da rama de mandioca, dos 20 aos 120 dias de armazenamento, encontraram valores médios que variaram de 25,51; 7,10; 3,81; 39,73; 29,84; 9,12 e 21,55% para MS, MM, EE, FDN, FDA, lignina e

celulose, respectivamente. Por outro lado, Ferreira et al. (2007), quando analisaram a silagem da rama inteira do terço superior registraram valores médios de 25,07; 6,73; 7,61; 55,80; 48,96 e 16,07% para MS, MM, EE, NDT, FDN e lignina, respectivamente. Modesto et al. (2006) ao analisarem a silagem do terço superior da rama encontraram valores médios de 51,46; 35,35; 16,11% para FDN, FDA e hemicelulose. Tomich et al. (2008)

avaliaram a silagem da parte aérea total, 2/3 superiores e 1/3 superior e encontraram valores médios de 58,1; 57,5; 43,7% para FDN; 46,5; 45,6; 33,1% para FDA; 11,6; 11,7; 10,6% para hemicelulose; 12,6; 13,2 e 10,6% para lignina para a variedade Fécula Branca; e 52,0; 48,7; 43,9% para FDN; 39,1; 37,9; 30,4% para FDA; 12,9; 10,8; 13,5% para hemicelulose; 10,8; 10,5; 8,7% para lignina para a variedade Espeto.

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais (NDT) em percentagem da matéria seca de diferentes frações da parte aérea de mandiocas cultivadas no Norte de Minas Gerais

Variedade/ Variável	Planta Inteira	Terço Superior	Sobras do Plantio	Média Geral	CV (%)
MS	23,65 ^a	23,76 ^a	23,65 ^a	23,68	6,52
MM	5,59 ^b	6,55 ^a	6,21 ^a	6,12	13,31
FDN	69,23 ^a	60,83 ^b	64,56 ^b	64,87	8,01
FDA	45,33 ^b	42,35 ^a	45,44 ^b	44,37	9,32
Celulose	30,64 ^a	25,58 ^b	29,30 ^a	28,51	11,21
Hemicelulose	23,90 ^a	18,48 ^b	18,74 ^b	20,37	17,59
Lignina	13,14 ^a	15,58 ^b	15,76 ^b	14,82	14,61
EE	6,73 ^b	8,80 ^a	8,05 ^a	14,82	14,61
NDT	63,47 ^a	62,53 ^a	60,81 ^a	62,27	6,16

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

A fração a ser utilizada pode influenciar em um melhor aproveitamento do alimento pelo animal, ou seja, a depender da fração a qual se utiliza, há uma maior ou menor disponibilidade de nutrientes. Os resultados de FDN e FDA encontrados neste experimento foram elevados em relação à maioria dos trabalhos aqui citados. Isto evidencia que as diferentes frações da parte aérea da mandioca são uma fonte de alimento alternativa para ser

utilizada na nutrição animal. Todavia, deve ser lembrado que níveis muito elevados de FDN e FDA podem exercer influência no consumo de alimento e, em consequência, no desempenho animal.

Entre as variedades (Tabela 4), os teores de NIDN, PIDN, NIDA, PIDA e das frações A, B1, B2, B3 e C da proteína bruta não foram diferentes ($P>0,05$). Modesto et al. (2004) estudaram a variedade Fibra como silagem de rama e

verificaram valores médios de 2,29; 1,10; 14,31; 6,87; 34,91; 2,46; 10,21; 26,94; 25,48% para NIDN, NIDA, PIDN, PIDA e frações A, B1, B2, B3 e C, respectivamente. Por outro lado, Faustino et al. (2003) quando avaliaram a mesma cultivar, colhida aos 12 meses, na forma de silagem do terço superior da rama inteira, obtiveram valores médios de 11,54; 19,67; 56,11; 6,14; 6,53% para as frações A, B1, B2, B3 e

C, respectivamente. Azevedo et al. (2006), ao trabalharem com silagem de três diferentes cultivares de mandioca (S 60-10, RS-13 e Frita), encontraram, para a fração A+B1, valores médios de 45,92; 39,69; 24,06%; para a fração B2, médias de 22,33; 20,06; 33,37%; para a fração B3, teores de 18,76; 29,05; 28,87%, e para a fração C, médias de 12,99; 11,20; 13,70%.

Tabela 4. Percentagem das frações A (nitrogênio não proteico), B1 (nitrogênio de rápida degradação), B2 (nitrogênio de degradação intermediária), B3 (nitrogênio de lenta degradação) e C (nitrogênio não degradável) em relação ao nitrogênio total (%NT) e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) em percentagem da matéria seca da parte aérea (média do terço superior, com sobras do plantio e parte aérea total) de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

Varietade/ Variável	Amarelinha	Olho Roxo	Periquita	Sabará	Média Geral	CV (%)
Fração A	23,94 ^a	25,24 ^a	16,55 ^a	18,56 ^a	21,07	40,20
Fração B1	8,88 ^a	9,81 ^a	9,27 ^a	9,97 ^a	9,48	31,02
Fração B2	54,86 ^a	51,68 ^a	61,22 ^a	55,51 ^a	55,82	17,34
Fração B3	11,25 ^a	12,18 ^a	11,76 ^a	14,97 ^a	12,54	36,85
Fração C	1,05 ^a	1,07 ^a	1,18 ^a	0,98 ^a	1,07	17,53
NIDN	1,43 ^a	1,44 ^a	1,60 ^a	1,38 ^a	1,46	14,63
PIDN	8,95 ^a	9,05 ^a	10,03 ^a	8,65 ^a	9,17	14,63
NIDA	1,14 ^a	1,15 ^a	1,27 ^a	1,05 ^a	1,15	17,42
PIDA	7,14 ^a	7,23 ^a	7,98 ^a	6,60 ^a	7,24	17,43

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

Infer-se que as frações nitrogenadas podem se diferenciar em função das condições edafoclimáticas, época de colheita e até mesmo da própria variedade de mandioca plantada, etc. De acordo com Van Soest (1994), os níveis de nitrogênio total da silagem em relação aos da forragem fresca não se modificam, embora a fermentação possa alterar as proporções das frações

nitrogenadas. A determinação dessas frações é importante para as formulações de dietas adequadas, assim como a potencialização da eficiência de utilização do nitrogênio tanto pelos microrganismos quanto pelo próprio animal, o que reduz as perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal.

Quando avaliados em função das diferentes frações da parte aérea (Tabela 5), os valores das frações A, B1, B2, B3 não foram diferentes ($P>0,05$). No entanto, ao se avaliar a fração C, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, proteína insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em

detergente ácido e proteína insolúvel em detergente ácido, houve diferença, e a porção planta inteira foi a que apresentou os menores valores, o que pode estar relacionado ao menor teor de lignina nesta fração da planta, verificado neste experimento.

Tabela 5. Percentagem das frações A (nitrogênio não proteico), B1 (nitrogênio de rápida degradação), B2 (nitrogênio de degradação intermediária), B3 (nitrogênio de lenta degradação) e C (nitrogênio não degradável) em relação ao nitrogênio total (%NT) e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) em percentagem da matéria seca de diferentes frações da parte aérea de mandiocas cultivadas no Norte de Minas Gerais

Variedade/ Variável	Planta Inteira	Terço Superior	Sobras do Plantio	Média Geral	CV (%)
Fração A	25,77 ^a	15,03 ^a	22,42 ^a	21,07	40,20
Fração B1	7,20 ^a	8,35 ^a	11,89 ^a	9,48	41,02
Fração B2	52,55 ^a	60,18 ^a	54,72 ^a	55,82	17,34
Fração B3	13,59 ^a	14,22 ^a	9,81 ^a	12,54	36,85
Fração C	0,86 ^a	1,20 ^b	1,15 ^b	1,07	17,53
NIDN	1,19 ^a	1,72 ^c	1,48 ^b	1,46	14,63
PIDN	7,47 ^a	10,75 ^c	9,29 ^b	9,17	14,63
NIDA	0,93 ^a	1,30 ^b	1,24 ^b	1,15	17,42
PIDA	5,84 ^a	8,13 ^b	7,75 ^b	7,24	17,43

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

Ferreira et al. (2007) ao trabalharem com silagem do terço superior da rama inteira de mandioca, encontraram teores de 11,75; 1,32; 41,22; 20,07 e 25,63% para as frações A, B1, B2, B3 e C, respectivamente. Faustino et al. (2003) ao avaliarem a silagem do terço superior da rama de mandioca, encontraram valores médios de 7,64; 17,60; 59,78; 8,31; 6,68% para as frações A, B1, B2, B3 e C, respectivamente. Neste experimento, em relação ao fracionamento protéico, embora os resultados tenham sido diferentes

estatisticamente somente na fração C, os valores encontrados para esta fração foram baixos comparados com resultados de outros autores, fato de importância relevante visto que a fração C (NIDA) representa a porção não aproveitável do nitrogênio dietético. Observa-se, portanto, que assim como a variedade escolhida pode exercer influência na determinação da porcentagem de nitrogênio fracionado, a parte da planta a qual se utiliza também tem sua relevância. Para uma melhor avaliação nutricional, deve-se levar em

consideração não só os níveis de proteínas de um alimento, mas também o fracionamento desta proteína no próprio alimento.

Entre as variedades (Tabela 6), os teores de carboidratos totais, carboidratos fibrosos, carboidratos não fibrosos e as frações de carboidratos A+B1 não foram diferentes ($P>0,05$). Entretanto, ao serem avaliadas as frações B2 e C,

observou-se diferença ($P<0,05$), e nestas, as variedades Periquita e Sabará apresentaram, maiores e menores teores, respectivamente. Apesar das porcentagens de carboidratos se mostrarem iguais, no fracionamento, o baixo teor de lignina das variedades Periquita e Sabará pode influenciar positivamente a qualidade da fração B2 destas variedades.

Tabela 6. Teores de carboidratos totais (CHO total), carboidratos fibrosos (CHO fibroso), carboidratos não fibrosos (CHO não fibroso) em percentagem da matéria seca e das frações A+B1, B2 e C (% da MS) em relação aos carboidratos totais da parte aérea (média do terço superior, com sobras do plantio e parte aérea total) de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

Variedade	CHO (total)	CHO (fibroso)	CHO (não fibroso) / fração A + B1	Fração B2	Fração C
Amarelinha	73,91 ^a	46,32 ^a	27,58 ^a	50,91 ^b	21,05 ^b
Olho Roxo	74,45 ^a	49,36 ^a	25,09 ^a	50,72 ^b	24,18 ^b
Periquita	72,15 ^a	46,28 ^a	25,86 ^a	55,29 ^a	18,83 ^a
Sabará	73,35 ^a	46,73 ^a	26,62 ^a	55,58 ^a	17,79 ^a
Média Geral	73,46	47,17	26,29	53,12	20,57
CV (%)	3,38	10,30	16,94	9,49	18,45

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância. Fração A (açúcares solúveis), Fração B1 (amido, polissacarídeos não estruturais: pectinas, galactinas, frutanas etc), Fração B2 (fibra disponível), Fração C (fibra indisponível).

Faustino et al. (2003) encontraram para a cultivar Fibra na forma de silagem do terço superior da rama de mandioca, teores de 69,17; 31,46 e 37,71% para carboidratos totais, não fibrosos e fibrosos, respectivamente. Para as frações A+B1, B2 e C, os valores encontrados foram de 30,14; 40,85 e 29,00%, respectivamente. Modesto et al. (2004) ao trabalharem também com a cultivar Fibra, encontraram teores de 25,0; 32,0 e 43,0% para as frações A+B1, B2 e C, 68,91; 21,53 e 47,38% para carboidratos totais, não fibrosos e fibrosos em silagem do terço superior

da rama de mandioca, respectivamente. Azevedo et al. (2006) ao estudarem a silagem de três cultivares de mandioca (S 60-10, RS-13 e Frita), encontraram teores médios de 8,33%, 22,91%, 44,35% e 10,74% para as frações de carboidratos A, B1, B2 e C, respectivamente; para carboidratos totais valor médio de 82,86%; para carboidratos não fibrosos média de 31,24%, e para carboidratos fibrosos média de 51,61%. Esses valores superaram os encontrados neste trabalho. Entretanto, a divergência de resultados com os dados da literatura

apresentados acima, provavelmente, está em função de diferenças relacionadas às condições edafoclimáticas, época de colheita, variedade de mandioca plantada, fração da parte aérea utilizada, além da forma de aproveitamento (feno, silagem ou *in natura*).

Os resultados observados neste trabalho mostraram valores relativamente altos de carboidratos fibrosos e baixos de carboidratos não fibrosos. Na avaliação de um alimento para nutrição de ruminantes deve-se considerar a distribuição dos carboidratos (fibrosos e não fibrosos) no alimento, visto que a liberação da energia dos carboidratos deve se dar de forma gradativa e sincronizada no ambiente ruminal, em relação à degradação dos compostos nitrogenados. Os menores valores da fração C (lignina) das variedades pesquisadas em relação aos dados da literatura podem proporcionar um melhor valor nutricional ao alimento, uma vez que o incremento da fração C e a redução das demais frações (A, B1 e B2) podem implicar na diminuição da disponibilidade de energia para os microrganismos que fermentam carboidratos, o que poderia influir na eficiência de síntese de proteína microbiana e, ainda, conduzir a perdas de nitrogênio no rúmen se porventura forem utilizados suplementos protéicos de média ou rápida degradação, pois a maior concentração de carboidratos nestas variedades está na forma de carboidratos fibrosos, ou seja, carboidratos de lenta fermentação e de lenta disponibilização de energia para os microrganismos no ambiente ruminal.

Ao se comparar também os valores do perfil dos carboidratos encontrados neste trabalho com os obtidos pelas principais forrageiras empregadas na

alimentação de bovinos, conforme descrito por Cabral et al. (2000) que encontraram os seguintes resultados para a silagem de milho: 17,32%; 58,60% e 24,08%; e silagem de sorgo: 25,25%; 54,89%; 19,86% para as frações A+B1, B2 e C, respectivamente, as variedades de mandioca analisadas possuem um bom potencial para serem utilizadas na alimentação de ruminantes.

Das diferentes frações da parte aérea avaliadas, (Tabela 7) a fração planta inteira apresentou maiores teores para carboidratos totais e fração B2, e menores teores da fração C, enquanto que a fração terço superior apresentou teores menos elevados para carboidratos fibrosos, e mais elevados para os carboidratos não fibrosos (fração A+B1) ($P < 0,05$). Provavelmente, o baixo teor de lignina, mais uma vez, tenha influenciado os resultados referentes à fração planta inteira.

Os resultados encontrados para as frações A+B1 estão dentro do intervalo de valores relatados por Faustino et al. (2003) de 27,78%, Azevedo et al. (2006) 31,24% e Ferreira et al. (2007) 26,89%. Entretanto, para a fração B2, Faustino et al. (2003) encontraram 41,4%, Azevedo et al. (2006) 44,35% e Ferreira et al. (2007) 44,73%, observa-se que os resultados desta pesquisa são superiores. Este fato comprova a boa qualidade das porções da parte aérea, e convém ressaltar que, ao se comparar a fração C com os resultados citados por Faustino et al. (2003) 38,83% e Ferreira et al. (2007) 28,38%, mais uma vez, os dados deste experimento se sobressaem, visto que, a menor proporção da fração C pode ocasionar maior digestibilidade dos carboidratos constituintes da parede celular e, conseqüentemente, maior consumo de MS (VAN SOEST, 1994).

Tabela 7. Teores de carboidratos totais (CHO total), carboidratos fibrosos (CHO fibroso) e carboidratos não fibrosos (CHO não fibroso) em percentagem da matéria seca e das frações A+B1, B2 e C (% da MS) em relação aos carboidratos totais de diferentes frações da parte aérea de mandiocas cultivadas no Norte de Minas Gerais

Fração da parte aérea	CHO (total)	CHO (fibroso)	CHO (não fibroso) / Fração A + B1	Fração B2	Fração C
Planta Inteira	77,76 ^a	53,32 ^c	24,43 ^b	57,29 ^a	18,26 ^a
Terço Superior	70,04 ^c	41,50 ^a	28,53 ^a	50,30 ^b	21,16 ^b
Sobras de Plantio	72,59 ^b	46,69 ^b	25,90 ^b	51,79 ^b	22,30 ^b
Média Geral	73,46	47,17	26,29	53,12	20,57
CV (%)	3,38	10,30	16,94	9,49	18,45

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de significância. Fração A (açúcares solúveis), Fração B1 (amido, polissacarídeos não estruturais: pectinas, galactinas, frutanas etc), Fração B2 (fibra disponível), Fração C (fibra indisponível).

A parte aérea da variedade Sabará apresenta um maior teor de nutrientes digestíveis totais. As variedades Sabará e Periquita apresentam baixos valores de lignina e da fração C de carboidratos, e maiores teores quanto à fração B2 de carboidratos. Os valores de nutrientes digestíveis totais são semelhantes para as diferentes frações da parte aérea da mandioca. A fração planta inteira se destaca quanto ao maior teor de carboidratos totais e quanto ao menor teor de lignina.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro e o CNPq pelo auxílio com bolsa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R.; SILVA, D.S.; CHAGAS, E.C.O. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.

AZEVEDO, E.B.; NÖRNBERG, J.L.; KESSLER, J.D.; BRUNING, G.; DAVID, D.B.; FALKENBERG, J.R.; CHIELLE, Z. G. Silagem da parte aérea da mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1902-1908, 2006.

BOHNENBERGER, L.; GOMES, S.D., COELHO, S.R.M.; BOSCOLO, W.R. Concentrado proteico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-donilo na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1169 - 1174, 2010.

CABRAL, L.S.L.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R.P.; SILVA, J.F.C.; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Frações protéicas de alimentos tropicais e suas taxas de digestão estimadas pela incubação com proteases ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2316 – 2324, 2000.

CARVALHO, J.L.H. A parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, v.119, n.10, p.28-36, 1984.

CARVALHO JÚNIOR, J.N.; PIRES, A.J.V.P.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; CRUZ, C.L.S.; CARVALHO, G.G.P. Desempenho de ovinos mantidos com dietas com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.994 - 1000, 2009.

FAUSTINO, J.O.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos e armazenamento. **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.403-410, 2003.

FERNANDES, F.D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FALEIRO, F.G. **Composição química das folhas e da parte aérea de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação**. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Parlamundi. **Anais...** Parlamundi, 2008. p 1-7.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; BRITO, E.L. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKY, T.P.; VAN AMBURG, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R.; RUSSELL, J.B. V.M. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, n.1/4, p.29-78, 2004.

GOMES, L.A.A.; SILVA, E.C.; FAQUIN, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.312 – 313.

GÓMEZ, G.; VALDIVIESO, M. Cassava foliage: chemical composition, cyanide content and effect of drying on cyanide elimination. **Journal of Science and Food Agriculture**. v.29, n.1, p.433-441, 1985.

GUEDES, P.L.C.; LEMOS, P.F.B.A.; ALBUQUERQUE, R.P.F.; COSTA, R.F.; CHAGAS, N.G.; CUNHA, A.P.; CAVALCANTI, V.R. Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros no agreste paraibano. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.1, n.2, p.53-59, 2007.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis: a laboratory manual**. Gainesville: University of Florida, 2003. 42p.

KABEYA, K.S. **Composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais e desempenho de novilhos suplementados a pasto.** 2000. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1528 – 1536, 2000.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D.; SILVA, D.C.; FAUSTINO, J.O.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M.A.; MARQUES, J.A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.1, p.137-146, 2004.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; CECATO, U.; SILVA, D.C.; ZAMBOM, M.A. Inclusão da silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas em lactação, mantidas em pasto de *Cynodon*: consumo e digestibilidade. **Acta Science Animal**, v.28, n.2, p.127-135, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001.

NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R.; FERREIRA, J.Q.; RECH, J.L.; OLIVEIRA, B.M. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

OLIVEIRA, J.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CRUZ, J.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.34 – 39, 2010.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422 – 427, 2009.

RAVINDRAN, V. Preparation of cassava leaves products and their use as animal feeds. **FAO Animal Production Health Paper.** Roma: FAO, v. 3, 95, p.111-125, 1992.

RUSSELL, J.B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v.76, n.9, p.1955-1963, 1998.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.

SNIFFEN, C.J.; CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TOMICH, T.R.; LISITA, F.O.;
MORAIS, M.G.; TOMICH, R.G.P.;
FERREIRA, P.D.S.; GONÇALVES,
L.C. Valor nutritivo das silagens
confeccionadas com diferentes
frações da parte aérea de duas
variedades de mandioca. **Revista
Brasileira de Agroecologia**, v.3,
p.198 – 201, 2008. Supl.

VALADARES FILHO, S.C.;
MAGALHÃES, K.A.; ROCHA
JÚNIOR, V.R.; CAPPELE, E.R.
**Tabelas Brasileiras de composição de
alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa,
UFV, 2006. 329p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology
of the ruminant**. New York: Cornell
University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.;
LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber,
neutral detergent, and nonstarch
polysaccharides in relation to animal
nutrition. **Journal of Dairy Science**,
v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

Data de recebimento: 21/09/2010

Data de aprovação: 16/02/2011