

DEGRADABILIDADE DAS SILAGENS DE DIFERENTES FRAÇÕES DA PARTE AÉREA DE QUATRO CULTIVARES DE MANDIOCA

LEONARDO SICUPIRA SENA¹, VICENTE RIBEIRO ROCHA JÚNIOR², SIDNEI TAVARES DOS REIS², LAÍS MATOS E OLIVEIRA³, KLÉRIA MARIA SOUZA MARQUES¹, THIERRY RIBEIRO TOMICH⁴

¹Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil

²Professor Doutor da Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil - vicente.rocha@unimontes.br

³Zootecnista pela Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil

⁴Mestre em Zootecnia, Unimontes

⁴Pesquisador Doutor da Embrapa CNPGL, Juiz de Fora, MG, Brasil

RESUMO

Objetivou-se determinar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. Os ensaios de degradabilidade foram realizados segundo um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 variedades (Amarelinha, Sabará, Olho Roxo e Periquita) e 3 frações da parte aérea (planta inteira, terço superior e sobras do plantio). As silagens do terço superior e das sobras do plantio apresentaram maior fração solúvel da MS em relação à planta inteira. Dentro de cada variedade, a Sabará e a Olho Roxo apresentaram na fração do terço superior maiores degradabilidades efetivas da MS. Entre as

variedades, a Sabará apresentou maior degradabilidade efetiva da MS (51,59%). As variedades Sabará e Periquita foram iguais e apresentaram degradabilidade efetiva da PB superiores às variedades Amarelinha e Olho Roxo na silagem do terço superior. A Sabará apresentou maior degradabilidade efetiva da FDN nas silagens do terço superior e sobras de plantio. A silagem da parte aérea da variedade de mandioca Sabará apresenta melhor degradabilidade ruminal, considerando-se a fração do terço superior. As sobras de plantio também demonstram bom potencial para utilização na forma de silagem, na alimentação de ruminantes.

PALAVRAS-CHAVE: fibra, forragem, *in situ*, matéria seca, proteína bruta.

DEGRADABILITY OF SILAGE OF DIFFERENT SHOOT FRACTIONS OF FOUR CASSAVA CULTIVARS

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the degradability of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of silage from different shoot fractions of four varieties of cassava. The degradability tests were performed according to a randomized block design in a factorial 4 x 3, 4 varieties (Amarelinha, Sabará, Olho Roxo

and Periquita) and 3 shoot fractions (whole plant, planting remains and upper third). The upper third of the silage and the planting remains presented higher soluble fraction of DM than the whole plant. Within each variety, Sabará and Olho Roxo presented, in the upper third, higher fraction of DM effective degradability. Among the varieties, Sabará

presented higher DM effective degradability. The varieties Sabará and Periquita were equal and presented higher CP effective degradability than varieties Amarelinha and Olho Roxo in the upper third of the silage. Sabará showed higher NDF effective degradability in the upper third and planting

remains. The silage from the shoot of Sabará variety showed better rumen degradability, mainly in the upper third fraction. The planting remains also showed good potential for use as silage in feed for ruminants.

KEYWORDS: crude protein, dry matter, fiber, forage, *in situ*.

INTRODUÇÃO

A mandioca constitui uma cultura de climas áridos, apresentando habilidade para crescer em solos pobres, além de possuir relativa tolerância à infestação de ervas daninhas e ao ataque de insetos, características que a tornam um alimento importante em diversas regiões pobres do mundo. A parte aérea da mandioca (ramas mais folhas) é um alimento volumoso que apresenta bom valor nutritivo para os ruminantes, podendo ser introduzida na dieta nas formas *in natura*, silagem ou feno. No sistema tradicional de produção da mandioca, verifica-se que a parte aérea da planta é aproveitada apenas para a produção das manivas empregadas no replantio. Considerando-se que apenas pequena parte do total da rama produzida (aproximadamente 20%) é empregada no replantio da cultura, a outra parte aérea restante, frequentemente desperdiçada, pode ser aproveitada para a alimentação dos rebanhos¹⁻⁷.

Para a parte aérea da mandioca, o processo de ensilagem apresenta a vantagem de minimizar os riscos de intoxicação dos animais por ácido cianídrico, produzido pela hidrólise de glicosídeos cianogênicos presentes em altas concentrações em alguns tipos de mandioca.

Segundo Nunes Irmão et al.⁴ e Bohnenberger et al.⁵, a parte aérea da mandioca se destaca como subproduto, tendo em vista o bom valor nutricional e a alta produtividade. Entretanto, a qualidade da forragem produzida pode ser influenciada pela fração da parte aérea utilizada e por diferenças varietais e deve ser avaliada por meio de parâmetros químicos e biológicos. Segundo Orskov⁸, a qualidade da forragem deve ser expressa em termos do potencial de digestão, que determina a proporção de material indigestível, o qual ocupa espaço no rúmen; da taxa de fermentação, que influencia o tempo de permanência da fração potencialmente digestível no rúmen; e da taxa de redução do tamanho de partícula, que influencia tanto a taxa de fermentação como a taxa de passagem, todavia, o seu nível de influência ainda é pouco conhecido, devido às dificuldades em mensurá-lo.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca, utilizando-se o método *in situ*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros, 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. Na implantação do experimento no campo, utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3, sendo 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), com quatro repetições por tratamento.

O plantio das variedades foi realizado usando-se espaçamento de um metro entre linhas e 0,75 metros entre plantas na linha, totalizando 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, totalizando-se uma área de 48 m². 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 com a recomendação de adubação para a cultura⁹ e observando-se a análise química do solo. As parcelas foram irrigadas, uma vez por semana, desde o plantio até a colheita.

Para a coleta dos dados, foram utilizadas as quatro linhas centrais de cada parcela. As plantas de cada parcela foram separadas e utilizadas isoladamente para a produção de forragem. Essas forragens foram individualmente picadas, com picadeira estacionária, em tamanho médio de

partícula de 2 cm, e manualmente homogêneas. Em seguida, a ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases e câmara de areia para a coleta de efluentes. A forragem picada foi compactada no silo experimental com auxílio de um soquete de madeira visando alcançar uma densidade de 600-800 kg/m³. Após 56 dias da ensilagem, os silos foram abertos. Inicialmente, realizou-se a pré-secagem do material em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 48 a 72

horas. Em seguida, a forragem pré-seca foi moída em moinho de facas, uma parte com peneira de 1 mm, para análises laboratoriais, e a outra parte com peneira de 2 mm, para incubação ruminal. Foi avaliado o conteúdo de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), pelo método de Kjeldahl, e matéria mineral (MM), conforme descrições de Silva e Queiroz¹⁰. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados pelo método sequencial proposto por Van Soest et al.¹¹ (Tabela 1).

Tabela 1 – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina das silagens de diferentes frações da parte aérea (planta inteira-PI, terço superior-TS, sobra de plantio-SP) de quatro variedades de mandioca

| Variedade | MS | | | PB, % da MS | | | MM, % da MS | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | Fração da parte aérea | | | | | | | | |
| | PI | TS | SP | PI | TS | SP | PI | TS | SP |
| Amarelinha | 26,73 | 25,68 | 26,04 | 14,15 | 16,3 | 17,46 | 5,19 | 6,32 | 6,16 |
| Olho Roxo | 26,86 | 27,26 | 27,17 | 13,74 | 17,51 | 17,18 | 5,15 | 6,49 | 6,25 |
| Periquita | 22,15 | 20,93 | 22,69 | 14,21 | 20,05 | 20,54 | 6,27 | 6,52 | 6,24 |
| Sabará | 25,15 | 26,15 | 24,67 | 12,23 | 17,35 | 16,38 | 5,09 | 6,35 | 6,27 |
| Variedade | FDN, % da MS | | | FDA, % da MS | | | Lignina, % da MS | | |
| | Fração da parte aérea | | | | | | | | |
| | PI | TS | SP | PI | TS | SP | PI | TS | SP |
| Amarelinha | 67,13 | 59,3 | 64,36 | 42,38 | 41,63 | 43,48 | 15,19 | 14,51 | 14,85 |
| Olho Roxo | 64,05 | 61,89 | 61,11 | 42,59 | 42,73 | 42,8 | 13,84 | 15,4 | 16,25 |
| Periquita | 63,41 | 56,83 | 58,79 | 44,26 | 38,89 | 43,91 | 14,99 | 13,36 | 15,46 |
| Sabará | 65,02 | 55,87 | 57,51 | 41,55 | 37,84 | 41,18 | 9,83 | 11,6 | 11,31 |

Para o ensaio de degradabilidade foram utilizados dois novilhos mestiços Holandês x Zebu, castrados, fistulados no rúmen e com peso corporal médio de 400 kg, mantidos em confinamento. Os animais foram adaptados à dieta por um período de 10 dias, durante o qual receberam como volumoso a silagem da parte aérea da mandioca, além do concentrado (3 kg/animal/dia) à base de milho, farelo de soja e suplemento mineral. A dieta era fornecida na parte da manhã, às 9 horas e na parte da tarde, às 16 horas.

Foram utilizados sacos de náilon medindo 10 x 20 cm, com porosidade aproximada de 50 µm. Primeiramente, os sacos foram colocados em estufas a 55 °C com ventilação forçada por 48 horas, retirados e colocados em dessecador até resfriarem, sendo, então, pesados.

As amostras das silagens das diferentes frações da parte aérea de cada variedade de mandioca foram pesadas e colocadas nos sacos de náilon, em quantidade de MS suficiente para manter a relação

proposta por Nocek¹², de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco. Em seguida, os sacos de náilon foram fechados e colocados em estufa com ventilação forçada a 55 °C durante 24 horas e, então, depositados em dessecador antes de serem novamente pesados. Foram colocados 12 sacos por tempo de incubação em cada animal, com três réplicas, nos seus respectivos horários de incubação, perfazendo um total de 504 sacos.

Os sacos de náilon foram colocados em sacolas de filó, medindo 15 x 30 cm, juntamente com pesos de chumbo de 100 g. As sacolas foram amarradas com um fio de náilon, deixando um comprimento livre de 1 m para que as mesmas tivessem livre movimentação nas fases sólidas e líquidas do rúmen. As sacolas foram então depositadas na região do saco ventral do rúmen por 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo a incubação dos sacos feita na ordem inversa dos tempos, para serem retirados todos ao mesmo tempo, ao final do período, a fim de se realizar lavagem uniforme do material por

ocasião da retirada dos sacos do rúmen.

Após o término do período de incubação, as sacolas de filó foram retiradas do rúmen, abertas e os sacos de náilon contendo as amostras foram imediatamente lavados manualmente em água corrente até que esta se apresentasse limpa, sendo em seguida colocados em estufa a 55 °C durante 72 horas, resfriados em dessecador e pesados. Após obtenção da matéria pré-seca, as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e utilizadas para estimação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, conforme descrito anteriormente.

Os dados de degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro foram obtidos pela relação da diferença de peso encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem. Para o ensaio de degradabilidade *in situ* utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3 (quatro variedades e três frações da parte aérea), com dois blocos (dois novilhos mestiços fistulados no rúmen).

Os dados obtidos foram ajustados para uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton¹³, por meio do software SAS¹⁴, conforme a equação proposta por Orskov e McDonald¹⁵.

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

Em que:

Y = degradabilidade acumulada do componente nutritivo analisado, após um tempo t;

a = intervalo da curva de degradabilidade quando t = 0, correspondendo à fração solúvel do componente nutritivo analisado;

b = potencial de degradabilidade da fração insolúvel do componente nutritivo analisado;

a + b = degradabilidade potencial do componente nutritivo analisado, quando o tempo t não é um fator limitante;

c = taxa de degradação por ação fermentativa da fração b.

Uma vez calculadas as constantes a, b e c, estas foram aplicadas à equação proposta por Orskov e McDonald¹⁵:

$$P = a + \frac{b \cdot c}{c + k}$$

Em que:

P = degradabilidade ruminal efetiva do componente nutritivo analisado;

k = taxa de passagem ruminal do alimento (0,05%/h).

As degradabilidades efetivas ruminais foram calculadas e expressas em termos de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro efetivamente degradada no rúmen, sendo considerada taxa de passagem de 5% por hora. Uma vez obtidas as frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE), as mesmas foram submetidas à análise de variância por meio do programa estatístico SISVAR¹⁶ e, quando significativas, as médias de tratamento foram comparadas pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se observar efeito significativo (P<0,05) da fração da parte aérea sobre a fração solúvel da MS das silagens. Verificou-se que as variedades também influenciaram (P<0,05) a fração solúvel da MS das silagens. Não houve efeito de interação da fração da parte aérea com a variedade de mandioca sobre a fração solúvel da MS. As silagens do terço superior e das sobras do plantio apresentaram maior fração solúvel da MS em relação à planta inteira. Já as silagens das variedades Sabará e Periquita tiveram valores mais elevados em comparação às variedades Amarelinha e Olho Roxo. Possivelmente, a menor proporção de fração fibrosa nas frações do terço superior e sobras do plantio nas variedades Sabará e Periquita (Tabela 1) determinaram os maiores percentuais de fração solúvel da MS dessas silagens.

A fração solúvel da MS das silagens da parte aérea de mandioca (24,10%) verificada neste experimento, média de 24,10%, é superior à da silagem de milho relatada por Valadares Filho et al.¹⁷, de 22,70%. Valadares Filho et al.¹⁷ obtiveram 26,50% de fração solúvel da MS no feno do terço superior da parte aérea da mandioca.

Não houve efeito de variedade e fração da parte aérea sobre a fração potencialmente degradável (fração B) da matéria seca e taxa de degradação (c) da fração B da MS das silagens. O valor médio para fração B da MS foi de 40,56% e para taxa de degradação desta fração, de 5,49%/hora. A menor taxa de degradação pode estar relacionada com maiores teores de FDA, fato ocorrido neste estudo, visto que o teor de FDA médio foi de 41,94% (Tabela 1). A FDA tem alta correlação negativa com a digestibilidade, limitando o potencial de degradação e a velocidade de digestão do alimento no rúmen.

Tabela 2-Fração solúvel (A) da matéria seca e degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca

| Fração da parte aérea | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| | TS | SP | PI | CV ¹ |
| A, % | 25,32 A | 24,43 A | 22,57 B | 8,17% |
| Variedades | | | | |
| | Amarelinha | Olho Roxo | Sabará | Periquita |
| A, % | 22,96 B | 21,44 B | 26,33 A | 25,70 A |
| CV ¹ | 8,17% | | | |
| Degradabilidade Efetiva da MS, % | | | | |
| Frações da parte aérea | | | | |
| | Terço Superior | Sobras do Plantio | Planta Inteira | CV ¹ |
| Amarelinha | 45,34 Ab | 41,24 Aa | 43,15 Aa | 11,46% |
| Olho Roxo | 46,87 Ab | 39,98 Ba | 40,04 Ba | |
| Sabará | 51,59 Aa | 46,27 Ba | 40,27 Ca | |
| Periquita | 44,39 Ab | 43,44 Aa | 45,67 Aa | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ¹CV = Coeficiente de Variação.

Resultado superior para fração B da MS (65,34%) foi encontrado por Azevedo et al.¹⁸, com uma variedade de mandioca forrageira. Já Valadares Filho et al.¹⁷ relataram uma fração potencialmente degradável do feno da parte aérea da mandioca de 66,87%. Carvalho et al.¹⁹ encontraram valor de 6,99% e Valadares Filho et al.¹⁷, de 10,60% para taxa de degradação da fração potencialmente degradável da MS da parte aérea da mandioca. Os valores relativamente baixos observados para fração potencialmente degradável e taxa de degradação da MS das silagens das quatro variedades e diferentes frações da parte aérea, avaliadas neste estudo, podem ser justificados pelos elevados teores de componentes da parede celular, em especial a lignina, que, além de ser indigestível pelos microrganismos do rúmen e pelas enzimas do próprio animal, limita a digestão das frações nutritivas do alimento. Sabe-se que, com o aumento da idade, a proporção de componentes da parede celular é elevada, assim como o grau de lignificação. Neste trabalho, foi estabelecido como momento de colheita da parte aérea da mandioca, aos oito meses de idade das plantas, aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores, o que possivelmente poderia justificar os resultados observados. Vale ressaltar que o foco da pesquisa foi avaliar o aproveitamento da parte aérea restante, considerando o sistema tradicional de cultivo da mandioca que utiliza apenas 20% da parte aérea para produção de manivas utilizadas no replantio.

A fração indegradável da matéria seca das silagens apresentou uma média geral de 35,33%, não sendo influenciada pelas variedades e frações da parte aérea ($P > 0,05$). Nota-se que a fração indegradável das silagens deste estudo foi elevada, provavelmente em

função dos elevados teores de lignina em sua composição, média de 13,89% entre variedades e frações da parte aérea avaliadas (Tabela 1).

A degradabilidade potencial da matéria seca das silagens também não apresentou efeitos significativos ($P > 0,05$) em função da variedade e fração da parte aérea, mostrando média geral de 64,66%. Possivelmente, os altos teores de fibras presentes na composição da parte aérea da mandioca limitaram a degradabilidade potencial das silagens produzidas.

Em relação à silagem de milho (76,69% de degradabilidade potencial da MS, segundo Valadares Filho et al.¹⁷), verificou-se que a silagem da parte aérea da mandioca apresenta uma boa degradabilidade potencial para uso na alimentação de ruminantes, apesar do valor relativamente mais baixo. Entretanto, quando comparada com a degradabilidade potencial da MS da silagem de capim-elefante (26,50%, Teixeira et al.²⁰), certificou-se o potencial de utilização da silagem da parte aérea da mandioca na alimentação animal. Quando se comparam os resultados obtidos com o feno da parte aérea da mandioca por Carvalho et al.¹⁹ de, respectivamente, 57,10% de degradabilidade potencial, percebe-se que a média verificada neste trabalho foi superior, sugerindo que, além dos efeitos de variedade, idade da planta e fração da parte aérea utilizada, o método de conservação da forragem também pode afetar a degradabilidade potencial da MS.

Já para degradabilidade efetiva da MS das silagens, considerando taxa de passagem de 5%/hora, houve interação ($P < 0,05$) da variedade com a fração da parte aérea (Tabela 2). As silagens do terço superior, das variedades Sabará e Olho Roxo,

apresentaram maior degradabilidade efetiva da MS. Já para as variedades Amarelinha e Periquita não houve variações significativas entre as frações da parte aérea. Entre variedades, na fração do terço superior, a Sabará apresentou maior degradabilidade efetiva da MS ($P < 0,05$).

Verifica-se nas Tabelas 3 e 4 que a fração solúvel, fração potencialmente degradável, taxa de degradação e fração indegradável da PB das silagens da parte aérea da mandioca foram influenciadas pelos efeitos de variedade, fração da parte aérea e interação desses fatores ($P < 0,05$).

Tabela 3–Fração solúvel (A) e fração potencialmente degradável (B) da proteína bruta das silagens de diferentes frações da parte aérea (terço superior –TS, sobras do plantio – SP e planta inteira – PI) de quatro variedades de mandioca

| Itens | A | | | B | | |
|-----------------|------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | Frações da parte aérea | | | | | |
| Variedades | TS | SP | PI | TS | SP | PI |
| Amarelinha | 14,6Bb | 20,0Bb | 28,1Aa | 44,3Aa | 38,9Ab | 34,0Ab |
| Olho Roxo | 9,1Ab | 5,9Ac | 3,6Ac | 50,9Aa | 51,8Aa | 30,5Bb |
| Sabará | 25,9Aa | 32,2Aa | 14,5Bb | 48,9Aa | 29,4Bb | 39,6Aa |
| Periquita | 21,9Aa | 20,2Ab | 4,7Bc | 50,9Aa | 57,6Aa | 44,3Aa |
| CV ¹ | 25,39 % | | | 10,13 % | | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ¹CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 4–Taxa de degradação (c) e fração indegradável (C) da proteína bruta das silagens de diferentes frações da parte aérea (terço superior –TS, sobras do plantio – SP e planta inteira – PI) de quatro variedades de mandioca

| Itens | c | | | C | | |
|-----------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Frações da parte aérea | | | | | |
| Variedades | TS | SP | PI | TS | SP | PI |
| Amarelinha | 0,03Ab | 0,05Ab | 0,04Aa | 41,1Ab | 41,1Ab | 37,8Aa |
| Olho Roxo | 0,06Aa | 0,03Bc | 0,02Ba | 46,5Ab | 42,3Ab | 65,9Bc |
| Sabará | 0,04Bb | 0,07Aa | 0,04Ba | 25,1Aa | 38,4Bb | 45,8Bb |
| Periquita | 0,03Ab | 0,02Bc | 0,04Aa | 27,2Aa | 22,2Aa | 51,0Bb |
| CV ¹ | 18,58 % | | | 9,40 % | | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ¹CV = Coeficiente de Variação.

Para a fração solúvel da PB, o que deve ser destacado é o efeito da interação da variedade com a fração da parte aérea, verificando-se grande variação de resultados entre variedades e frações da parte aérea (Tabela 3).

Valadares Filho et al.¹⁷ observaram 25,40% de fração A da PB no feno da parte aérea de mandioca, constatando-se, assim, semelhança com a média (25,39%) verificada neste experimento, avaliando-se a silagem, o que poderia sugerir que o método de conservação não afetou de forma diferenciada a composição da PB da parte aérea da mandioca.

Não houve diferenças entre variedades para fração potencialmente degradável da proteína bruta (Tabela 4) das silagens do terço superior ($P > 0,05$), enquanto que houve diferenças entre variedades para

as silagens das sobras de plantio e planta inteira. Na variedade Olho Roxo, a fração potencialmente degradável da PB foi maior nas frações do terço superior e sobras de plantio. A variedade Sabará mostrou maior fração B da PB na silagem do terço superior e da planta inteira (Tabela 4).

Com relação à silagem de milho, Valadares Filho et al.¹⁷ relataram 35,54% de fração potencialmente degradável da PB, enquanto que Teixeira et al.²⁰, avaliando silagem de capim-elefante, observaram 20,4%, verificando-se assim que, comparando-se com essas silagens, a silagem da parte aérea da mandioca possui um bom potencial de degradação da PB, o que poderá favorecer o crescimento microbiano no rúmen. Neste estudo, com uma FDN média de 61,27%, verificou-se uma menor

fração potencialmente degradável da PB, possivelmente pelo maior teor de lignina presente nas frações da parte aérea das variedades estudadas. Pode-se inferir que um maior percentual do nitrogênio total estava associado à parede celular, limitando, assim, o potencial de degradação da PB.

A variedade que teve maior taxa de degradação da PB foi a Olho Roxo na fração do terço superior (Tabela 4). Nas sobras de plantio, a maior taxa foi da variedade Sabará. Na silagem da planta inteira, não houve diferença significativa entre as variedades. Já a variedade Amarelinha não apresentou diferença na taxa de degradação da PB entre as frações da planta.

Teixeira et al.²⁰, ao avaliarem a taxa de degradação da PB da silagem de capim-elefante, constataram valor médio de 0,8%. Comparando com a silagem de milho, Valadares Filho et al.¹⁷ relatam taxa de 3,81%, o que demonstra que as silagens da parte aérea da mandioca possuem uma boa taxa de degradação da fração potencialmente degradável da proteína bruta, podendo favorecer a síntese ruminal de

proteína.

Quanto à fração indegradável da PB, observa-se na Tabela 4 que, de modo geral, os maiores valores foram constatados nas silagens da planta inteira e os menores valores nas silagens do terço superior, principalmente para as variedades Sabará e Periquita. O alto teor de lignina pode justificar os elevados valores de fração C nas silagens em estudo, especialmente nas silagens da planta inteira, que têm no seu terço inferior um maior grau de lignificação.

De modo geral, a degradabilidade potencial da PB foi mais alta nas silagens do terço superior, com destaque para as variedades Sabará e Periquita, e mais baixa nas silagens da planta inteira, resultados estes (Tabela 5) que estão em conformidade aos anteriormente apresentados em relação à fração indegradável da PB.

Valadares Filho et al.¹⁷ relataram 53,75 % de DP para silagem de milho; portanto, infere-se que, apesar dos maiores teores de fibra e lignina, a parte aérea da mandioca tem um bom potencial para degradação ruminal da fração nitrogenada.

Tabela 5–Degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta das silagens de diferentes frações da parte aérea (terço superior –TS, sobras do plantio – SP e planta inteira – PI) de quatro variedades de mandioca

| Variedade | DP | | | DE | | |
|-----------------|------------------------|----------|----------|------------------------|----------|----------|
| | Frações da parte aérea | | | Frações da parte aérea | | |
| | TS | SP | PI | TS | SP | PI |
| Amarelinha | 58,86 Ab | 58,92 Ab | 62,16 Aa | 31,46 Ab | 39,13 Ab | 43,03 Aa |
| Olho Roxo | 53,49 Ab | 57,0 Ab | 34,11 Bc | 28,12 Ab | 23,54 Ac | 13,18 Bd |
| Sabará | 74,93 Aa | 61,65 Bb | 54,16 Bb | 47,40 Aa | 49,77 Aa | 30,76 Bb |
| Periquita | 72,84 Aa | 77,80 Aa | 48,96 Bb | 42,14 Aa | 36,87 Ab | 25,70 Bc |
| CV ¹ | 6,36 % | | | 13,11 % | | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ¹CV = Coeficiente de Variação

Em relação à degradabilidade efetiva da PB (Tabela 5), verificou-se que as silagens do terço superior e de sobras do plantio apresentaram valores mais altos em relação às silagens da planta inteira, com exceção da variedade Amarelinha que não mostrou diferença entre as frações da planta. Quanto às variedades, pode-se destacar a Sabará e Periquita, que apresentaram degradabilidades efetivas da PB mais elevadas.

Trabalhando com feno da parte aérea da mandioca, Carvalho et al.¹⁹ verificaram valores de 59,91% de degradabilidade efetiva da PB. Já as silagens da parte aérea da mandioca deste estudo apresentaram degradabilidade efetiva relativamente inferior, entretanto, deve-se considerar que esses

autores trabalharam apenas com o terço superior da parte aérea. Outra possibilidade é que o processo de ensilagem possa ter reduzido o nitrogênio disponível para degradação ruminal por meio da proteólise, diminuindo, assim, a degradabilidade efetiva da PB das silagens em comparação aos fenos. O alto teor de lignina apresentado pelas silagens deste estudo também pode ter limitado a degradabilidade efetiva da fração nitrogenada.

Verificou-se que a fração potencialmente degradável (B) da FDN das silagens foi influenciada pela fração da parte aérea da mandioca utilizada ($P < 0,05$) (Tabela 6). Já a taxa de degradação (fração c), fração indegradável (fração C) e degradabilidade potencial (Dp) foram influenciadas pela variedade

ensilada (Tabela 6). As variedades e as frações da parte aérea da mandioca apresentaram interação significativa ($P < 0,05$) sobre a degradabilidade efetiva (DE) da FDN das silagens (Tabela 6).

Tabela 6-Fração potencialmente degradável (B), taxa de degradação (c) da fração B, fração indegradável (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca

| Parâmetro | Fração da parte aérea | | | CV ¹ | |
|------------|------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Terço Superior | Sobras do Plantio | Planta Inteira | | |
| B, % | 57,3412 A | 59,6287 A | 53,7362 B | 17,05% | |
| Parâmetros | Variedades | | | | CV ¹ |
| | Amarelinha | Olho Roxo | Sabará | Periquita | |
| C | 0,0668 A | 0,0799 A | 0,0891 A | 0,0394 B | 39,29 % |
| C | 44,77 B | 48,28 B | 43,24 B | 37,6767 A | 11,14% |
| DP | 55,23 B | 51,72 B | 56,76 B | 62,3233 A | 8,57% |
| Variedades | Frações da parte aérea | | | CV ¹ | |
| | Terço Superior | Sobras do Plantio | Planta Inteira | | |
| Amarelinha | 41,08 Ab | 42,24 Ab | 42,86 Aa | 5,30% | |
| Olho Roxo | 39,89 Ab | 39,46 Ab | 38,91 Aa | | |
| Sabará | 47,11 Aa | 50,22 Aa | 41,31 Ba | | |
| Periquita | 38,08 Bb | 41,53 Bb | 46,74 Aa | | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ¹CV = Coeficiente de Variação.

As frações terço superior e sobras de plantio foram iguais e superiores, em termos de fração potencialmente degradável da FDN, que a silagem da planta inteira (Tabela 6). Carvalho et al.¹⁹, analisando feno da parte aérea, encontraram valores inferiores (38,40%) de fração potencialmente degradável da FDN.

Observou-se uma menor taxa de degradação da FDN para a silagem da variedade Periquita. Valadares Filho et al.¹⁷ relataram uma taxa de degradação de 9,70% para o terço superior da parte aérea, valor superior ao encontrado neste experimento; entretanto, deve-se considerar que neste estudo foram avaliadas também as sobras do plantio e planta inteira. Segundo Macedo et al.²¹, a baixa taxa de degradação da fração potencialmente degradável pode reduzir a ingestão de MS e a disponibilidade de energia, o que limita o desempenho produtivo dos animais.

A variedade que apresentou menor fração indegradável da FDN ($P < 0,05$) foi a Periquita, sendo que as outras três variedades apresentaram maiores frações e foram iguais entre si (Tabela 6). Valadares Filho et al.¹⁷ demonstram FDN indigestível de 14,77% na silagem de milho. Quando se compara com os valores obtidos neste estudo, de 37,68 a 48,28%, percebe-se uma alta fração indegradável, possivelmente pelo alto teor de lignina (12,98 %) e FDA (41,94 %) nas silagens da parte aérea da

mandioca deste estudo.

Em conformidade com a fração indegradável da FDN, a silagem da variedade Periquita foi a que apresentou maior degradabilidade potencial da FDN e as variedades Amarelinha, Olho Roxo e Sabará foram inferiores e iguais entre si (Tabela 6).

Carvalho et al.¹⁹, trabalhando com degradabilidade ruminal do feno da parte aérea da mandioca e alguns alimentos volumosos para ruminantes, verificaram 38,46% de DP da FDN, com um tempo máximo de incubação de 72 horas. Neste estudo, os maiores valores observados podem ser devidos a um maior tempo de incubação ou à diferença no método de conservação da forragem. Verificaram-se, neste estudo, degradabilidades potenciais próximas à da silagem de milho (60,82%), de acordo com Valadares Filho et al.¹⁷, o que indica bom potencial para utilização da parte aérea da mandioca na forma de silagem.

Para a degradabilidade efetiva da FDN, devem-se destacar silagens do terço superior e de sobras do plantio da variedade Sabará, que apresentaram valores mais altos, e à silagem da planta inteira da variedade Periquita, que, de maneira contrária às demais variedades, mostrou degradabilidade efetiva da FDN superior em relação às demais frações da parte aérea (Tabela 6).

Carvalho et al.¹⁹, na avaliação de diferentes alimentos volumosos, constataram uma

degradabilidade efetiva da FDN de 19,72% em uma taxa de passagem de 5%/hora. A degradabilidade efetiva neste estudo variou de 38,91 a 50,22%, com taxa de passagem de 5%/hora. Valadares Filho et al.¹⁷ demonstraram, em silagem de milho, 41,42% de DE da FDN. Assim, pode-se considerar que a parte aérea da mandioca na forma de silagem pode ser uma boa opção para a alimentação de ruminantes, especialmente quando se considera que a degradabilidade da fração fibrosa do alimento volumoso é o principal fator relacionado com a taxa de passagem e, conseqüentemente, com o consumo animal, sendo este determinante da produção animal.

CONCLUSÕES

A silagem da parte aérea da variedade de mandioca Sabará apresenta melhor degradabilidade ruminal, considerando-se a fração do terço superior. As sobras de plantio também demonstram bom potencial para utilização na alimentação de ruminantes, na forma de silagem.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro e ao CNPq pelo auxílio com bolsa;

REFERÊNCIAS

1. Pinho EZ, Costa C, Arrigoni MB, Silveira AC, Padovani CR, Pinho SZ. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Scientia Agricola*. 2004; 61(4): 364 - 370.
2. Vongsamphanh P, Wanapat M. Comparison of cassava hay yield and chemical composition of local and introduced varieties and effects of levels of cassava hay supplementation in native beef cattle fed on rice straw. *Livestock Research for Rural Development*. [Internet]. 2004 [acesso em 04 de jul. 2014]; 16(8). Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd16/8/vong16055.htm>
3. Figueiredo MP, Souza LF, Ferreira JQ. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tratada com uréia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2006; 43(1): 11-17.
4. Nunes Irmão J, Figueiredo MP, Pereira LGR, Ferreira JQ, Rech JL, Oliveira BM. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2008; 9(1): 158-169.
5. Bohnenberger, L, Gomes SD, Coelho SEM, Boscolo WR. Concentrado protéico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias do nilo na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010; 39(6): 1169-1174.
6. Mota ADS, Rocha Júnior VR, Souza AS, Reis ST, Tomich TR, Caldeira LA, Menezes GCC, Costa MD. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2011; 40(7): 1466-1473.
7. Souza AS, Rocha Júnior VR, Mota ADS, Palma MNN, Franco MO, Dutra ES, Santos CCR, Aguiar ACR, Oliveira CR, Rocha WJB. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2011; 12(2): 441-455.
8. Orskov ER. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: *INTERNATIONAL SEMINAR ON FEEDINGS EVALUATION MODERN ASPECTS- PROBLEMS/FUTURE TRENDS*, 1986. Proceedings... Aberdeen: Rowett Research Institute; 1986. p.38-41.
9. Gomes LAA, Silva EC da, Faquin V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvarez VH (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa - MG: UFV; 1999. p. 312-313. Portuguese.
10. Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV; 235p. 2006. Portuguese.
11. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991; 74(10): 3583-3597.
12. Nocek JE. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*. 1988; 71(8): 2051-2069.
13. Neter J, Wasserman W, Kutner MH. *Linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs*. 2. ed. Homewood: Richard D. Irwin; 1985. 112 p.
14. SAS Institute Inc. Cary, USA: SAS Institute Inc; 2009. Version 9.2.
15. Orskov ER, McDonald I. The estimation of gedradability in the rúmen form incubation measurement weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 1979; 92(1): 499-508.
16. Ferreira DF. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011; 35(6): 1039-1042.
17. Valadares Filho SC, Rocha Júnior VR, Cappele ER. *Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2. ed. Viçosa – MG: UFV, DZO; 329 p. 2006. Portuguese.
18. Azevedo EB, Nörnberg JT, Kessler JD, Brunig G, David DB, Falkenberg JR, Chielle ZG. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. *Ciência Rural*. 2006; 36(6): 1902-1908.
19. Carvalho GGP, Pires AJV, Veloso CM, Detmann E, Silva FF, Silva RR. Degradabilidade ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. *Arquivo*

- Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2006; 58(4): 575-580.
20. Teixeira FA, Veloso CM, Pires AJV, Silva FF, Nascimento PVN, Carvalho GGP. Degradação ruminal da silagem de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. *Ciência e Agrotecnologia*. 2008; 32(3): 948-954.
21. Macedo TM, Pires AJV, Carvalho GGP, Lopes WB, Soares CO, Chagas DMT. Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2011; 12(2): 429-440.
-

Protocolado em: 14 dez. 2011. Aceito em: 29 jul. 2014.