



Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais¹

Emerson Moreira de Aguiar², Guilherme Ferreira da Costa Lima³, Mércia Virgínia Ferreira dos Santos⁴, Francisco Fernando Ramos de Carvalho⁴, Adriana Guim⁴, Henrique Rocha de Medeiros⁵, Aurinês Queiroz Borges⁶

¹ Parte da tese apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE. Projeto financiado pela FINEP/CONECIT - RN.

² Departamento de Agropecuária - UFRN - Natal-RN.

³ EMBRAPA/EMPARN - Natal-RN.

⁴ DZ/UFRPE - Recife-PE.

⁵ Bolsista CNPq/EMPARN - Natal-RN.

⁶ Graduação em Zootecnia - UFRN. Bolsista CNPq - Natal-RN.

RESUMO - A pesquisa foi conduzida objetivando avaliar o rendimento, a composição químico-bromatológica e as perdas de fenos triturados de milheto, sorgo sudanense, capim-elefante e sorgos forrageiros (SF-25 e IPA-467-4-2). Os materiais foram colhidos quando atingiram 30% de inflorescências, com exceção do capim-elefante, colhido aos 60 dias. Utilizou-se delineamento de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Houve diferenças significativas, com maiores produções de feno para os sorgos IPA-467-4-2 (10,85 t/ha/corte) e SF-25 (10,65 t/ha/corte), que foram superiores ao capim-elefante, sorgo sudanense e milheto, com, respectivamente, 6,94; 6,69 e 4,93 t/ha/corte. Os percentuais de perdas na fenação não diferiram entre os tratamentos, com níveis variando de 17,33 a 20,17%. Os fenos de milheto e sorgo sudanense tiveram as maiores concentrações de PB (10,56 e 8,80%), superiores às do capim-elefante (6,76%) e dos sorgos SF-25 (5,62%) e IPA-467-4-2 (5,50%). Os valores de FDN foram, na maioria, superiores a 70,0%. As menores concentrações de NIDN foram observadas nos cultivares de sorgo (0,42 e 0,40% da MS). As concentrações de NIDA variaram de 0,06 a 0,30% na MS. As maiores concentrações de lignina (%MS) dos fenos foram obtidas no milheto (6,52%) e no sorgo IPA-467-4-2 (6,17%). As concentrações de nutrientes digestíveis totais estimadas (NDT_e) dos fenos diferiram significativamente, com o maior valor para o sorgo sudanense (53,35%). Os fenos triturados das gramíneas tropicais avaliadas apresentaram rendimentos elevados e composição químico-bromatológica dentro dos padrões mínimos recomendáveis para nutrição de ruminantes.

Palavras-chave: agricultura familiar, fenação, *Pennisetum americanum*, *Pennisetum purpureum*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*

Yield and chemical composition of chopped tropical grass hays

ABSTRACT- The research was carried out to evaluate yield, chemical composition and losses of chopped tropical grass hays with the following forages: pearl millet (*Pennisetum americanum*), sudangrass (*Sorghum sudanense*), elephantgrass (*Pennisetum purpureum*) and two cultivars of forage sorghum (SF-25 and IPA-467-4-2) (*Sorghum bicolor*). The materials were harvested at 30% flowering, except for elephantgrass (60 days). The experiment was conducted according to a complete randomized block design, with five treatments and four replications. There were significant differences among hay productions with sorghum cultivars IPA-467-4-2 and SF-25 reaching the highest yields (10.85 and 10.65 t/ha/cut). Production of elephantgrass, sudangrass and pearl millet hays were respectively of 6.94, 6.69, and 4.93 t/ha/cut. Percentage of hay losses were not different among all treatments and varied from 17.33 to 20.17%. Pearl millet and sudangrass hays had the highest CP concentrations (10.56 and 8.80%), which were superior to elephantgrass (6.76%) and sorghum cultivars (5.62 and 5.50%). Most of the NDF values were superior to 70.0%. Sorghum cultivars exhibited the lowest NDIN concentration (0.42 and 0.40% of DM). The ADIN concentration ranged from 0.06 to 0.30% of DM. The highest lignin (%DM) concentration was observed for pearl millet (6.52%) and sorghum IPA-467-4-2 (6.17%) hays. Estimated TDN of the hays showed significant differences and sudangrass reached the highest value (53.35%). Production of chopped tropical grass hays showed high yields and chemical composition according to the minimum standards for ruminant nutrition.

Key Words: familiar agriculture, haymaking, *Pennisetum americanum*, *Pennisetum purpureum*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*

Introdução

A exploração de ruminantes com base na utilização intensiva de pastagens torna a atividade mais econômica, pois a colheita é realizada pelo próprio animal (Silva & Corsi, 2003). Segundo Santos et al. (2003), pastagens tropicais produzem forragem adequadamente por 180 a 200 dias no ano. No entanto, no período restante, o produtor deve buscar alternativas para suprir a baixa disponibilidade de forragem, o que dificulta a viabilidade econômica da atividade pecuária e impede que o potencial de produção das plantas forrageiras seja aproveitado ao longo de todo o ano. Esse fato determina uma crescente busca por processos de conservação de forragem como forma de garantir o fornecimento constante de alimentos aos animais.

Desse modo, o processo de fenação constitui uma das alternativas ao problema da sazonalidade das plantas forrageiras, permitindo que o excedente produzido em pastagens ou em áreas exclusivas de cultivo possa ser armazenado e empregado na alimentação dos animais em épocas de escassez.

Segundo Barbera, citado por Ben Salem & Nefzaoui (2002), o futuro das regiões áridas e semi-áridas do mundo depende do desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis e do plantio de culturas adaptadas. Entre algumas espécies que se incluem nesse contexto, destacam-se o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), o sorgo sudanense (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), embora não seja adaptado à escassez de umidade, é uma forrageira importante para o semi-árido, haja vista a tradição cultural do cultivo de capineiras de elevada produtividade e qualidade forrageira. Confirmando essa tradição, Nobre et al. (1998) encontraram essa espécie em 93,4% dos estabelecimentos que exploram a pecuária leiteira no Rio Grande do Norte.

Entretanto, essas capineiras, em geral, são manejadas inadequadamente no período da estação chuvosa, na qual concentram aproximadamente 80% de suas produções. Da mesma forma, as rebrotas dos campos de sorgos forrageiros cultivados para ensilagem são desperdiçadas quando poderiam ser utilizadas, por exemplo, para o processo de fenação.

As culturas do milheto, o sorgo sudanense, o capim-elefante e os sorgos forrageiros (SF-25 e IPA-467-4-2) não apresentam as características tradicionais das forrageiras típicas para fenação, em virtude da presença de colmos grossos e da baixa relação folha/colmo, que não proporcionam dessecação uniforme dessas frações. A trituração dessas forrageiras de caules eretos facilita a desidratação

podendo representar mais uma alternativa viável para reverter o quadro de escassez de volumosos no período seco do ano, particularmente para as unidades da agricultura familiar do semi-árido (Lima & Maciel, 1996).

O objetivo nesta pesquisa foi avaliar o rendimento, a composição bromatológica e as perdas de gramíneas forrageiras tropicais na produção de fenos triturados.

Material e Métodos

O cultivo das gramíneas foi realizado na Estação Experimental “Felipe Camarão”, situada em São Gonçalo do Amarante - RN, e a preparação dos fenos triturados foi feita em secadores solares e o armazenamento no Centro Profissionalizante de Produção Animal de Seridó, Município de Cruzeta - RN, ambos pertencentes à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A – EMPARN.

O solo da área experimental foi classificado como aluvial de textura franco-arenosa, com a seguinte granulometria: areia 57%; silte 26% e argila 17%. A área era situada à margem do rio Potengi e apresentou níveis elevados de fertilidade e acidez moderada, com o seguinte resultado da análise do solo: pH 5,90, P = 34 mg/kg (Mehlich-1), K = 275 mg/kg, Na = 29 mg/kg, Ca = 4,70 cmol_c/kg, Mg = 1,91 cmol_c/kg, Al = 0,00 cmol_c/kg, H = 3,63 cmol_c/kg, MO = 22,2 g/kg, S = 14,91 cmol_c/kg, CTC = 18,54 cmol_c/kg e V = 80,42% na camada 0-20 cm de profundidade.

As precipitações pluviométricas mensais registradas na Estação Experimental no período do plantio à colheita das culturas foram de 223,5; 101,5 e 198,4 mm nos meses de junho, julho e agosto de 2002, respectivamente.

O processo de trituração e fenação foi realizado nos meses de julho a setembro de 2002, período em que a temperatura média mínima foi de 20,8°C e a máxima de 32,4°C, a umidade média do ar variou de 54,0 a 66,0% e a média de insolação foi de 272,8 horas e décimos. A precipitação pluvial total para os três meses foi de apenas 25,5 mm (INMET, 2002).

Os tratamentos experimentais consistiram de fenos de diferentes espécies forrageiras, triturados e desidratados em secadores solares. Essas espécies foram distribuídas em um delineamento experimental em blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições: milheto cv. IPA-Bulk-1 (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), sorgo sudanense cv. Sudan-4202 (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.), capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum* Schum.), sorgo forrageiro cv. IPA-SF-25 e sorgo forrageiro cv. IPA-467-4-2, ambos *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

A área foi dividida em quatro blocos e cada parcela experimental foi constituída de uma área total de 252,0 m² (21,0 x 12,0 m), com espaçamento entre linhas de 0,70 m, totalizando 30 linhas em cada parcela.

Para a produção dos fenos, foi implantada uma área total de 5.040 m². O solo foi preparado e adubado com 7.000 kg de esterco bovino, 30 kg N/ha e 40 kg P₂O₅/ha e adubação de cobertura com 30 kg N/ha e 25 kg K₂O/ha, de acordo com a recomendação da análise de solo, o método de recomendações de adubação (2ª aproximação) para o estado de Pernambuco (Cavalcanti et al., 1998), além dos tratamentos culturais.

Na Tabela 1 encontram-se as médias da composição químico-bromatológica das gramíneas que deram origem aos fenos. Após a retirada das bordaduras e das amostras para avaliação dos rendimentos de matéria verde, matéria seca e relação folha/caule, foi colhido o restante do material para preparação dos fenos (201,60 m²/parcela), mensurando-se a quantidade de feno obtida por espécie e por parcela, sendo posteriormente estimado o rendimento por hectare.

Para determinação do nível de perdas na produção dos fenos triturados, foi calculada a proporção entre a produção potencial e a produção real de feno obtida. O cálculo da produção potencial de feno foi realizado utilizando-se a produção de MS por hectare, acrescida da porcentagem de umidade remanescente no feno, obtida pela análise do teor de MS do mesmo.

O corte para preparação dos fenos foi feito quando 30% das plantas atingiram o florescimento pleno, com exceção do capim-elefante, que foi colhido aos 60 dias após o corte de uniformização. As plantas foram cortadas manualmente com cutelo pela manhã, antes das 9h, a uma altura de 10 a 15 cm do solo, com exceção do capim-elefante, cujo corte foi rente ao solo. Após o corte, as plantas foram transportadas inteiras para Cruzeta-RN

(220 km), onde foram trituradas utilizando-se uma ensiladeira Menta-55 regulada para partículas de 2 a 3 cm.

Em seguida, todo o material foi colocado em um secador solar cimentado (10,0 x 10,0 m), sendo espalhado em camadas de aproximadamente 10 cm e revolvido a cada duas horas para desidratação. Durante a preparação de todos os fenos, não ocorreram chuvas e não foi necessário amontoar o material ou cobrir com lona durante a noite.

O ponto de feno foi definido utilizando-se o procedimento de determinação da MS da forragem com forno de microondas (Stapler, 2003), sendo alcançado em torno de dois dias para o milheto, sorgo sudanense e capim-elefante e de três dias para os sorgos forrageiros. O feno foi pesado e armazenado com teor de aproximadamente de 10% de umidade em sacos de polietileno sobre estrados de madeira afastados das paredes do armazém.

As amostras dos fenos triturados foram processadas em moinho tipo Willey com peneira de 1mm para posteriores análises bromatológicas, realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Foram determinados os teores de MS, cinzas, MO, PB, EE, LIG e CEL, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), e os valores de FDN e FDA, conforme Van Soest et al. (1991). Os conteúdos de NIDN e NIDA foram determinados segundo Licitra et al. (1996). O teor de CT foi estimado pela equação: $CT (\%) = 100 - [PB(\%) + EE(\%) + cinzas(\%)]$ e os de CNF segundo Sniffen et al. (1992). Os valores de NDT estimados (NDT_e) foram calculados de acordo com as equações formuladas pelo NRC (2001).

As análises de Ca, P, K, Mg e S foram realizadas conforme Malavolta (1997).

Todos os procedimentos de análise estatística foram analisados pelo programa SAS (1995), aplicando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

Tabela 1 - Composição química (% da MS) das gramíneas forrageiras

Table 1 - Chemical composition (% of DM) of forage grasses

Item (% da MS) Item (% DM)	Milheto Bulk-1 Pearl millet Bulk-1	Sudanense S-4202 Sudangrass	Elefante Cameroon Elephantgrass	Sorgo SF-25 Sorghum	Sorgo IPA-467-4-2 Sorghum
MS (DM)	22,28	21,45	23,33	25,42	26,51
MO (OM)	89,45	89,29	88,86	90,40	91,55
PB (CP)	11,89	9,44	7,59	7,28	6,63
EE	1,74	2,43	1,86	1,89	1,84
FDN (NDF)	64,33	66,64	70,71	71,41	70,06
FDA (ADF)	45,07	42,04	42,74	46,18	44,51
HEM	19,26	24,60	27,97	25,23	25,55
LIG	6,37	4,45	4,52	5,62	5,83
Cinzas (Ash)	10,55	10,71	11,14	9,60	8,45

Resultados e Discussão

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) na produtividade dos fenos obtidos a partir das espécies forrageiras em avaliação (Tabela 2). As maiores produções de feno foram alcançadas com os cultivares de sorgo forrageiro IPA-467-4-2 e SF-25, que não diferiram ($P > 0,05$) e foram superiores aos demais tratamentos, com produções de 10.850 e 10.654 kg/ha/corte, respectivamente. Esses valores refletem a alta produção de MS da espécie, o que corrobora os resultados descritos na literatura (Flaresso et al., 2000; Gontijo Neto et al., 2002; Neumann et al., 2002), com produções de híbridos de sorgo forrageiro em torno de 9,20 a 15,76 t MS/ha/corte.

As produções de feno obtidas com o capim-elefante (6.938 kg/ha/corte) e o sorgo sudanense (6.686 kg/ha/corte) não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo inferiores às registradas para os cultivares de sorgo e superiores às encontradas para o milheto (4.932 kg/ha/corte). Nobre (1987), em trabalho pioneiro na utilização de fenos triturados de capim-elefante no Rio Grande do Norte, obteve rendimentos de 7 a 12 t de feno/ha. Lima et al. (2003) citam produções em torno de até 10 t MS/ha/corte aos 60 dias para clones de capim-elefante produzidos pela Embrapa. A produção do milheto, no entanto, aproximou-se dos rendimentos por corte apontados por Geraldo et al. (2002) e Pinto et al. (2002), de 4,85 e 5,15 t MS/ha, respectivamente.

Essas produções podem ser consideradas expressivas para culturas forrageiras de sequeiro e com pequena utilização de fertilizantes, comparativamente às encontradas por empresas especializadas do Rio Grande do Norte utilizando capim-tifton sob irrigação e fertilização de até 400 kg N/ha, cujos rendimentos foram de 4,0 a 4,5 t feno/ha/corte e 20,0 a 30,0 t feno/ha/ano (Lima, 1998).

Os percentuais das perdas verificadas durante o processo da preparação dos cinco fenos triturados das gramíneas (Tabela 2) não diferiram ($P > 0,05$), sendo obtidos níveis de 17,33 a 20,17%. Esses valores estão de acordo com os descritos por Rotz & Muck (1994), que citaram perdas de 15 a 30% nos processos de fenação, podendo situar-se entre 15 e 18% em condições de desidratação favoráveis. Vilela & Vilaça (1998) relataram perdas de MS de 36% para feno de capim-elefante preparado em processo de desidratação a campo. Vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento do feno, além daquelas consideradas inevitáveis, como respiração celular, fermentação, lixiviação, decomposição de compostos nitrogenados e oxidação de vitaminas (Reis et al., 2001). Na produção de fenos triturados, as perdas são ainda acrescidas pelos processos de trituração, distribuição para desidratação, revolvimento, carregamento pelo vento e recolhimento.

O conhecimento da composição bromatológica de um feno é fundamental para recomendação de sua utilização. Foram observadas algumas variações na composição bromatológica do feno das diferentes espécies estudadas (Tabela 3). Segundo Haddad & Domingues (2005), um feno de média a boa qualidade, independentemente da gramínea utilizada, deve apresentar composição média de: 7 a 13% de PB, 50 a 58% de NDT, 85 a 89% de MS, 35 a 44% de FDA, 75 a 81% de FDN e 6 a 10% de MM.

Os teores de MS variaram de 89,28 a 90,65%, diferindo apenas para o sorgo forrageiro cv. IPA-467-4-2 em relação aos demais tratamentos. O teor de MS na preparação do feno é importante, pois determina a ocorrência ou não de processos fermentativos indesejáveis durante o armazenamento. Para os fenos triturados, em decorrência do pequeno tamanho das partículas (2 a 3 cm) e do acondicionamento em sacos, é

Tabela 2 - Produção média de matéria verde (MV), MS e feno, relação matéria verde/feno (MV/feno) e índice de perdas na fenação das gramíneas forrageiras

Table 2 - Fresh matter yield (FM), DM yield, hay yield, fresh matter/hay ratio and haymaking losses of the forage grasses

	Milheto Bulk-1 <i>Pearl millet Bulk-1</i>	Sudanense S-4202 <i>Sudangrass</i>	Elefante Cameroon <i>Elephantgrass</i>	Sorgo SF-25 <i>Sorghum</i>	Sorgo IPA-467-4-2 <i>Sorghum</i>	CV (%)
Produção de matéria verde (kg/ha) <i>Fresh matter yield (kg/ha)</i>	25.318c	34.430b	33.863b	47.890a	44.770a	7,34
Produção de MS (kg/ha) <i>DM yield (kg/ha)</i>	5.646c	7.375b	7.901b	12.169a	11.868a	6,76
Produção de feno (kg/ha) <i>Hay production(kg/ha)</i>	4.932c	6.686b	6.938b	10.654a	10.850a	15,69
Relação MV/feno <i>Fresh matter/hay ratio</i>	5,13a	5,15a	4,88a	4,49a	4,13b	3,02
Perdas na fenação (%) <i>Haymaking losses (%)</i>	20,17a	17,33a	19,70a	19,74a	17,44a	8,15

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.
Means followed by the same letter in a row do not differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

necessária elevação do teor de MS para viabilizar a utilização de maiores densidades.

As concentrações de PB na MS dos fenos triturados do milho (10,56%), do sorgo sudanense (8,80%) e do capim-elefante (6,76%) situaram-se acima do mínimo requerido para garantir fermentação ruminal adequada, que, segundo Van Soest (1994), é de 6,25%. Os menores ($P < 0,05$) teores de PB foram encontrados para os fenos dos cultivares de sorgo forrageiro, cv. SF-25 (5,62%) e a cv. IPA-467-4-2 (5,50%). O maior percentual de caules e a idade de corte avançada nos sorgos forrageiros promoveram menores concentrações de PB na planta inteira, determinando a baixa concentração deste constituinte nos fenos. Neumann et al. (2002) registraram diferenças nas concentrações de PB do sorgo forrageiro, com 5,45% nas folhas e 1,96% nos colmos.

As perdas de PB registradas no processo de fenação ($MV \times$ feno) foram, respectivamente, de 13,4; 7,2; 12,2; 29,5 e 20,5% para o milho, o sorgo sudanense, o capim-elefante e os sorgos SF-25 e IPA-467-4-2 e provavelmente foram ocasionadas pelo maior tempo para essas culturas atingirem o ponto de feno, aumentando as perdas de compostos nitrogenados em decorrência da reação de Maillard.

As concentrações de FDN obtidas para os fenos foram elevadas e, na sua maioria, apresentaram valores superiores a 70% (Tabela 3). Para o capim-elefante, o teor de FDN de 71,43% foi inferior aos relatados por Morais et al. (2004) e Pires et al. (2004), de 74,20 e 74,92%, respectivamente, com fenos da mesma espécie. Os teores de FDN para os fenos dos sorgos (71,35 e 73,26%) estão de acordo com o valor de 72% relatado por Distel et al. (1994). Para

o sorgo sudanense, Galyean & Defoor (2003) indicaram o teor de 66% de FDN na MS.

A maior concentração de FDA foi obtida para o feno de capim-elefante (49,03%) e diferiu significativamente ($P < 0,05$) das observadas nos fenos de milho (46,05%) e dos sorgos IPA-467-4-2 (47,27%) e sudanense (46,37%), mas situou-se entre os valores relatados por Vilela & Vilaça (1998) e Silva et al. (1999), de 44,8 e 52,41%, respectivamente, para fenos da mesma espécie.

As menores concentrações de NIDN foram observadas para o feno dos cultivares de sorgo (0,42 e 0,40% MS), que diferiram dos demais tratamentos ($P < 0,05$): capim-elefante (0,52%), sorgo sudanense (0,77%) e milho (0,88%). A proporção do NIDN/N total variou de 45,45 a 54,66%. Avaliando fenos de capim-elefante anão, Morais et al. (2004) encontraram 50% do N total ligado à parede celular, sendo que 70% desse N foi digerido. Madibela et al. (2002) relataram valores de NDIN de 0,86% na MS do sorgo sacarino, que representou 75,7% do N total.

Uma variável importante no estudo da degradabilidade da PB dos fenos avaliados é a quantificação do N associado ao FDN e FDA, assim como a proporção desse N em relação à N total e as possíveis relações desses componentes com a digestibilidade e o consumo dos nutrientes dessas forragens.

As concentrações de NIDA diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre todos os materiais (variando de 0,06 a 0,30 na MS) e a relação NIDA/N total foi de 3,09 a 15,91%. A concentração do NIDA para o capim-elefante (0,22% MS) e sua relação com o N total (10,80%) são intermediárias entre os valores relatados por Morais et al. (2004) e

Tabela 3 - Valores médios (% da MS) da composição bromatológica dos fenos triturados das gramíneas forrageiras

Table 3 - Chemical composition of tropical grass forage chopped hays (% of DM)

	Milho Bulk-1 <i>Pearl millet Bulk-1</i>	Sudanense S-4202 <i>Sudangrass</i>	Elefante Cameroon <i>Elephantgrass</i>	Sorgo SF-25 <i>Sorghum</i>	Sorgo IPA-467-4-2 <i>Sorghum</i>	CV (%)
MS (<i>DM</i>)	90,58a	90,33a	90,65a	90,30a	89,28b	0,51
MO (<i>OM</i>)	89,47b	88,97b	89,02b	91,23a	92,29a	0,31
PB (<i>CP</i>)	10,56a	8,80b	6,76c	5,62d	5,50d	2,31
EE	1,43ab	1,74a	1,47ab	1,29b	1,49ab	10,99
FDN (<i>NDF</i>)	66,52c	69,21c	71,43b	71,35b	73,26a	0,74
FDA (<i>ADF</i>)	46,05b	46,37d	49,03a	48,52ab	47,27c	0,48
HEM	20,47c	22,84b	22,40b	22,83b	25,99a	2,11
LIG	6,52a	4,81c	5,26b	5,64b	6,17a	3,20
Cinzas (<i>Ash</i>)	10,53a	11,03a	10,98a	8,77b	8,71b	2,83
CT (<i>TC</i>)	74,48d	78,43c	80,78b	84,33a	84,30a	0,51
CNF (<i>NFC</i>)	10,96b	9,22c	9,35c	12,98a	11,04b	3,61
CEL	39,53c	41,55b	43,77a	42,88a	41,10b	1,07
NIDN (<i>NDIN</i>)	0,88a	0,77b	0,52c	0,42d	0,40d	4,71
NIDA (<i>ADIN</i>)	0,30a	0,09d	0,22b	0,17c	0,06e	4,40
NDTe (<i>TDN</i>)	50,30c	53,35a	50,33c	51,79b	51,36b	0,63

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means followed by the same letter at the same row do not differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

Kozloski et al. (2001), de 0,16 a 0,34% na MS e de 10,52 a 15,18%, respectivamente.

O nitrogênio não-digestível geralmente tem sido estimado a partir do NIDA, mas trabalhos listados por Broderick (1994) indicam que esse componente das forragens é composto por pelo menos duas frações, uma não-digestível e outra de baixa digestibilidade.

As maiores concentrações de lignina na MS dos fenos foram observadas para o milho (6,52%) e para o sorgo IPA-467-4-2 (6,17%), que não diferiram entre tratamentos ($P>0,05$), mas superaram os teores para os fenos do sorgo SF-25 (5,64%), capim-elefante (5,26%) e sorgo sudanense (4,81%). O teor de lignina do feno de capim-elefante foi inferior ao de 5,71%, relatado em trabalhos com fenos da mesma espécie por Morais et al. (2004). As concentrações de lignina nos fenos de sorgo sudanense e milho apresentadas por Cherney et al. (1990) foram inferiores às deste trabalho, com valores de 2,35 e 2,55%, respectivamente.

Lapierre (1993) ressaltou que a lignina é o componente mais negativamente correlacionado à digestibilidade, pois limita a digestão dos polissacarídeos da parede celular e reduz o valor nutricional das plantas para os ruminantes. Segundo Chesson, citado por Moore & Hatfield (1994), a associação física da lignina aos polissacarídeos da parede celular e a existência de ligações covalentes entre a lignina e esses polissacarídeos são os principais fatores limitantes à acessibilidade desses polissacarídeos como substratos para as enzimas secretadas pelos microrganismos ruminais.

Os teores de cinzas variaram significativamente ($P<0,05$) entre os fenos, com valores de 8,71% no cultivar IPA-467 a 11,03% para o sorgo sudanense, observando-se os menores valores para os sorgos forrageiros (Tabela 3). Tedeschi et al. (2002) verificaram concentrações de cinzas de 13,0% no feno de capim-elefante, de 9,1% em silagens de milho e de 6,8% em silagem de sorgo.

Os resultados de NDT estimados nos fenos diferiram significativamente ($P<0,05$) entre as espécies, observando-se os valores mais altos para o feno de sorgo sudanense (53,35%). Os sorgos forrageiros não diferiram entre si (sorgo

SF-25, 51,79% e IPA-467-4-2, 51,36%) e foram superiores ao milho (50,30%) e ao capim-elefante (50,33%), que não diferiram. O NRC (1989) sugere concentrações de NDT aproximadas para o feno de sorgo sudanense (56,0%) e os fenos e as palhadas de sorgo (53,0 a 54,0%), mas valores superiores para o milho (59,0 a 61,0%) e o capim-elefante (54,0%). O valor do NDT estimado para o feno do capim-elefante foi inferior ao relatado por Morais et al. (2004), de 54,8% para feno da mesma espécie.

Os teores médios dos macrominerais Ca, P, K, Mg e S diferiram significativamente ($P<0,05$) nos fenos estudados. O feno do milho apresentou maiores teores de Ca, P e S (Tabela 4) e não diferiu significativamente do capim-elefante quanto ao valor de K e do sorgo sudanense quanto ao teor de Mg.

Os teores de Ca e P registrados na MS dos fenos avaliados oscilaram de 0,20 a 0,37% e de 0,21 a 0,42%, respectivamente, e foram próximos aos limites para fenos de gramíneas listados pelo NRC (1989) de 0,26 a 0,53% para o Ca e de 0,19 a 0,27% para o fósforo. Segundo Spears (1994), as forragens usualmente contêm níveis de Ca adequados para gado de corte e ovinos, mas a disponibilidade pode ser baixa em função da presença de oxalato de Ca.

O único elemento presente nos cinco fenos em quantidades satisfatórias foi Mg (0,13 a 0,23%) para os padrões de fenos dessas gramíneas e para atender às exigências dos ruminantes (0,1 a 0,3%), NRC (1989).

As concentrações de K foram maiores nas forrageiras que atingiram mais rapidamente o ponto de feno e menores para os cultivares de sorgo, que requereram três dias para atingir o ponto de feno. Reis et al. (2001) destacaram que quebras de folhas e outros processos físicos de fenação podem proporcionar perda de minerais, notadamente de potássio.

Os fenos dos sorgos forrageiros, em relação às demais espécies, apresentaram os menores teores de S ($P<0,05$), o que está de acordo com o observado por Wheeler et al. (1980), que afirmaram que esta espécie apresenta concentrações naturalmente mais baixas desse mineral. De modo geral, mesmo não possuindo arquitetura e morfologia ideais

Tabela 4 - Concentração de macrominerais nos fenos das gramíneas (%)

Table 4 - Macromineral concentration of forage grass hays (%)

	Milho Bulk-1 <i>Pearl millet Bulk-1</i>	Sudanense S-4202 <i>Sudangrass</i>	Elefante Cameroon <i>Elephantgrass</i>	Sorgo SF-25 <i>Sorghum</i>	Sorgo IPA-467-4-2 <i>Sorghum</i>	CV (%)
Ca	0,37a	0,27b	0,29b	0,22c	0,20c	7,14
P	0,42a	0,33b	0,26c	0,21d	0,23cd	5,69
K	3,94a	3,06b	4,09a	2,55c	2,24d	4,36
Mg	0,23a	0,22a	0,13c	0,20b	0,18b	5,26
S	0,26a	0,16b	0,17b	0,10c	0,08c	4,90

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey.
Means followed by the same letter in a row do not differ ($P<0,05$) by Tukey test.

para o processo de fenação, as gramíneas avaliadas apresentaram características favoráveis ao processo e um produto final com grande potencial para utilização no semi-árido, particularmente na agricultura familiar. Os altos rendimentos, o curto período de desidratação, o valor forrageiro e a facilidade de armazenamento dos fenos triturados permitem considerá-los alternativas estratégicas de reservas de forragens para os períodos de seca.

Estudos adicionais são necessários para avaliar as perdas durante os processos de fenação e armazenamento, os custos de produção e o desempenho de ruminantes.

Conclusões

A produção de fenos triturados das gramíneas forrageiras tropicais avaliadas apresentou rendimentos satisfatórios, composição químico-bromatológica dentro de padrões recomendáveis para a nutrição de ruminantes e níveis de perdas compatíveis com o processo de fenação.

Literatura Citada

- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A. *Opuntia ssp.* – a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S.E. (Eds.) *Cactus (Opuntia ssp.) as forage*. Roma: FAO, 2002. p.73-90.
- BRODERICK, G.A. Quantifying forage protein quality. In: FAHEY, G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society Agronomy, 1994. p.200-228.
- CAVALCANTI, F.J.A.; SANTOS, J.C.P.; PEREIRA, J.R. et al. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. 2.ed.rev. Recife: IPA, 1998. 198p.
- CHERNEY, D.J.R.; MERTENS, D.R.; MOORE, J.E. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. *Journal of Animal Science*, v.68, p.4387-4399, 1990.
- DISTEL, R.A.; VILLALBA, J.J.; LABORDE, H.E. Effects of early experience on voluntary intake of low-quality roughage by sheep. *Journal of Animal Science*, v.79, p.1191-1195, 1994.
- FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.
- GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v.81, p.E8-E16, 2003.
- GERALDO, J.; OLIVEIRA, L.D.; PEREIRA, M.B. et al. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milheto-pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.9, p.2093-2098, 2002.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.
- HADDAD, C.M.; DOMINGUES, J.L. [2005] **O que avaliar para comprar feno de qualidade?** Disponível em: <<http://www.endurancebrasil.com.br/port/tecnicas/feno.php>> Acesso em: 15/04/2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Mapa de observações meteorológicas mensais**. Cruzeta: 2002. 12p.
- KOZLOSKI, G.V.; PEROTTONI, J.; CIOCCA, M.L.S. et al. Avaliação do potencial nutricional do feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). 1. Composição química e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM)
- LAPIERRE, C. Application of new methods for the investigation of lignin structure. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society Agronomy, 1993. p.133-166.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.57, p.347-358, 1996.
- LIMA, G.F.C.; MACIEL, F.C. Fenação e ensilagem: Estratégias de armazenamento de forragens no Nordeste. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: UFRN/EMPARN, 1996. p.3-31.
- LIMA, G.F.C. Alternativas de seleção e manejo de volumosos forrageiros para a atividade leiteira do Nordeste. In: O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE MERCADO, 1998, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN/FIERN/SENAI, 1998. p.190-226.
- LIMA, G.F.C.; AGUIAR, E.M.; PEREIRA, A.V. Avaliação de clones de capim-elefante para capineiras no Rio Grande do Norte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003 (CD-ROM).
- MADIBELA, O.R.; BOITUMELO, W.S.; MANTHE, C. et al. Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of local ladraças of sweet sorghum in Botswana. **Livestock Research for Rural Development**, v.14, n.4, p.1-6, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed.rev. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo - POTAFOS, 1997. 319p.
- MOORE, K.J.; HATFIELD, R.D. Carbohydrates and forage quality. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p.229-280.
- MORAIS, J.A.S.; KOZLOSKI, G.V.; REFFATTI, M.V. et al. Nível de consumo e sua relação com o valor nutritivo do feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) oferecido a ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 336p.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002.
- NOBRE, F.V. **Fenação: uma maneira inteligente para melhorar a alimentação dos rebanhos nordestinos**. Natal: EMATER-RN, 1987. 33p.
- NOBRE, F.V.; NOBRE, J.M.; MOREIRA, C.G. et al. Diagnóstico da bovinocultura leiteira do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE MERCADO, 1998, Natal. **Anais...** Natal: 1998. p.121-140.

- PINTO, J.C.; MAIA, M.C.; SANTOS, P.A. et al. Composição mineral da forragem do milheto e do Tanzânia cultivados associados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM)
- REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.1-39.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M. et al. Degradabilidade *in situ* do feno de alguns alimentos volumosos empregados na alimentação de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM)
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forages quality during harvest and storage. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p.828-868.
- SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V. et al. Associação de plantas forrageiras de clima temperado e tropical em sistemas de produção animal de regiões subtropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luz de Queiroz, 2003. p.215-246.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. **User's guide**. version 6, 4.ed. Cary: 1995, v.2.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicas e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.253.
- SILVA, J.H.V.; RODRIGUES, M.T; CAMPOS, J. Influência da seleção sobre a qualidade da dieta ingerida por caprinos com feno oferecido em excesso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1419-1423, 1999.
- SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2003. p.155-185.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SPEARS, J.W. Minerals in Forages. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p.281-317.
- STAPLER, C.R. [2003] **Microwave drying for measurement for forage moisture**. Florida: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science. Disponível em: <http://edis.ifas.edu/DS156#FOOTNOT_1>. Acesso em: 30/11/04.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N. et al. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell net carbohydrate and protein system model. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.1-18, 2002.
- 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.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, D.; VILLAÇA, H.A. Feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) preparado por diferentes métodos e sua utilização por animais em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.481-486, 1998.
- WHEELER, J.L.; HEDGES, D.A.; ARCHER, K.A. Effect of nitrogen, sulfur and phosphorus fertilizer on the production, mineral content and cyanide potential of forage sorghum. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.20, p.330-338, 1980.

Recebido: 30/06/05
Aprovado: 20/07/06