

Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos da *Agave sisalana* para alimentação de ruminantes

[Nutrition value of plant components and *Agave sisalana* by-products for ruminant nutrition]

L.G.N. Brandão¹, L.G.R. Pereira^{2*}, J.A.G. Azevêdo³, R.D. Santos⁴, A.S.L. Aragão⁵,
T.V. Voltolini⁴, A.L.A. Neves², G.G.L. Araújo⁴, W.N. Brandão⁴

¹Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC – Feira de Santana, BA

²Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco
36038-330 - Juiz de Fora, MG

³Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – UESC – Ilhéus, BA

⁴Embrapa Semiárido – Petrolina, PE

⁵Aluno de pós-graduação – UNIVASF – Petrolina, PE

RESUMO

Avaliaram-se a composição bromatológica, os nutrientes digestíveis totais (NDT), a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a cinética de fermentação ruminal do bulbilho e pseudocaule da planta do sisal e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS) na forma de silagem, feno e amonização com 5% de ureia e do pó da bateadeira das fibras de sisal. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com três repetições. Os valores da matéria seca variaram de 11,4 a 89,7% na silagem e no feno do CDS, respectivamente. O CDS amonizado destacou-se com o maior valor de proteína bruta, 22,7%. Para o pseudocaule e o pó da bateadeira, não foram detectadas a presença de extrato etéreo. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram mais altos no pseudocaule, 72,7%, e no bulbilho, 69,5%. Não houve diferença nos valores de DIVMS entre os alimentos avaliados. O pó da bateadeira apresentou os maiores valores de NDT. Os teores de fibra em detergente ácido, de CNF e de produção cumulativa de gases do pó da bateadeira, bulbilhos e pseudocaule os qualificam como volumosos de baixo teor de fibra e alta digestibilidade.

Palavras-chave: sisal, alimento alternativo, composição bromatológica, semiárido

ABSTRACT

The terms of chemical composition, total digestible nutrient, in vitro dry matter digestibility and in vitro gas production technique of plant components: steam base and braird and sisal co-products: SC (in natura, ammonization, and hay) and beater powder were evaluated. The experimental design was completely randomized with three replications. The dry matter values were 11.4% for silage and 89.7% for hay. Sisal co product ammonized with 5% urea present high values of CP, 22.7% and braird, 10.5%. The steam base and beater powder do not present values for ether extract. The steam base and braird present high values for nonfiber carbohydrates, 72.7 and 69.5%, respectively. There were no significant differences for IVDMD. The acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and PCG values of braird, beater powder and steam base characterize as roughages with high fiber digestibility.

Keywords: *Agave sisalana*, byproduct, chemical composition, semiarid

Recebido em 3 de junho de 2010

Aceito em 17 de junho de 2011

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: luiz.gustavo@cnpgl.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Na região semiárida nordestina está inserida a região sisaleira, responsável pela quase totalidade da produção de sisal (*Agave sisalana*) do Brasil, a qual é a maior do mundo. Nessa região, a integração lavoura sisaleira-pecuária é uma realidade. Alguns produtores utilizam a mucilagem, coproduto gerado após a obtenção da fibra das folhas do sisal, como alimento volumoso para os animais na forma de silagem e feno ou, ainda, submetem os seus campos de sisal ao pastejo, permitindo que os animais se alimentem do extrato herbáceo entre as fileiras de sisal e dos bulbilhos – pequenas plantas de 5 a 10cm –, que caem do escapo floral das plantas de sisal. Outros coprodutos do sisal, como o pó da batedeira – material oriundo da varredura de galpões de armazenamento e processamento da fibra –, o pseudocaule – parte interna do bulbo da planta –, além dos bulbilhos, são potenciais coprodutos utilizados pelos produtores de forma empírica, sem o conhecimento prévio do seu valor nutricional.

Alguns autores descreveram a viabilidade da mucilagem do sisal como suplemento alimentar no Brasil. Silva e Beltrão (1999), em estudo feito na Paraíba, conseguiram resultados favoráveis no ganho de peso de bovinos – até 754g/dia –, alimentados com folhas de sisal cortadas e palma forrageira. Faria *et al.* (2008), ao utilizarem ureia em diferentes tempos de estocagem, concluíram que o seu uso melhora o teor proteico do resíduo do sisal estocado, entretanto reduz os teores de carboidratos não fibrosos.

A avaliação nutricional desses coprodutos e o desenvolvimento de estratégias de utilização deles podem tornar essa região diferenciada quanto ao planejamento alimentar para o período das secas, pois estima-se que a geração de coprodutos seja superior a 850 mil toneladas/ano (BRASIL, 2009) só na região sisaleira da Bahia.

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e a cinética de fermentação ruminal pela técnica de produção de gases do bulbilho e do pseudocaule da planta do sisal e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS), na forma de silagem, feno e amonizado com 5% de ureia, e do pó da batedeira das fibras de sisal.

MATERIAL E MÉTODOS

Os CDS foram obtidos de propriedades localizadas na região de Valente, BA. Três propriedades foram escolhidas aleatoriamente para coleta, consistindo, cada uma delas, uma repetição. Analisaram-se a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a cinética de fermentação ruminal *in vitro* por meio da técnica de produção de gases. Os tratamentos utilizados foram: pó da batedeira, pseudocaule, bulbilho e CDS na forma de silagem, amonizado com 5% de ureia na matéria natural e feno.

O CDS, obtido após o desfibramento das folhas do sisal em máquina do tipo Paraibana, foi processado em peneira rotativa para retirada do excesso de fibras. Uma parte do CDS foi ensilado e, após 60 dias de fermentação, o silo foi aberto para amostragem da silagem. Para produzir o feno, o CDS, exposto ao sol por 48 horas, foi revirado a cada duas horas. O pó da batedeira foi adquirido nas fazendas da região e é resultante da varredura dos galpões de armazenamento e processamento das fibras.

O pseudocaule, parte interna do bulbo central de onde crescem as folhas, foi obtido após o corte de plantas que iniciavam o processo de emissão do escapo floral. Os bulbilhos foram coletados de várias plantas de sisal, nas fazendas da região, após chacoalho dos escapos florais e catação manual no solo. Para a amonização, procedeu-se à pesagem e à distribuição do CDS e 5% de ureia com base na matéria natural em sacos de polietileno. Procedeu-se à homogeneização e compactação do material nos sacos que foram fechados e identificados. Quatro semanas após, os sacos foram abertos e assim permaneceram por 24 horas, ao ar livre, para eliminação do excesso de amônia, quando se efetuou a coleta das amostras.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72h e processadas em moinho provido de peneira com crivos de 1mm para posterior determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM),

segundo métodos descritos por Silva e Queiroz (2002). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação: $CNF = 100 - (PB\% + EE\% + MM\% + FDN\%)$, de acordo com Sniffen *et al.* (1992).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido a partir da equação proposta pelo NRC: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDN_{cpD} + CNFD$, em que PBD, EED, FDN_{cp} e CNFD significam, respectivamente, PB digestível, EE digestível, FDN digestível – isenta de MM e proteína – e CNF digestíveis.

No estudo da cinética de fermentação ruminal *in vitro*, pela técnica semiautomática de produção de gases (Maurício *et al.*, 2003), foi incubado 1g de amostra em frascos de 160mL previamente injetados com CO₂. Frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle. Para cada frasco foram adicionados 90mL de meio de cultura preparado conforme Theodorou *et al.* (1994). Os frascos foram vedados com rolhas de silicone (14mm). A inoculação, 10mL/frasco, foi feita usando-se líquido ruminal obtido de três bovinos fistulados mantidos em dieta à base de volumoso fornecido à vontade e 1kg de concentrado por dia com 20% de PB. O líquido ruminal foi filtrado em sacos de náilon e, posteriormente, sob injeção contínua de CO₂, mantido em banho-maria a 39°C.

A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi mensurada com auxílio de um transdutor (PressDATA 800) de pressão conectado a uma agulha de 0,6mm. As leituras foram aferidas após duas, quatro, seis, oito, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96h de fermentação. Os dados de pressão (P em psi = pressão por polegada quadrada) foram convertidos em volume de gases (V), adotando-se a equação quadrática: $V = 0,00315 + 4,09089P + 0,17454P^2$, $R^2 = 0,99$, sugerida por Pereira *et al.* (2009).

O modelo matemático multifásico de Pell e Schofield (1993) foi utilizado para a avaliação da cinética de fermentação:

$V(t) = v_{CNF}/(1+\exp(2-4*k_{CNF}*(T-L))) + v_{CF}/(1+\exp(2-4*k_{CF}*(T-L)))$, em que: v_{CNF} = volume máximo de gases da fração CNF; k_{CNF} = taxa de digestão para a fração de CNF; L = latência ou tempo de colonização; v_{CF} = volume

máximo de gases da fração de carboidratos fibrosos (CF); k_{CF} = taxa de digestão para a fração de CF; T = tempo de fermentação.

Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SAS (Statistical..., 1985). Posteriormente, foi realizada uma análise multivariada visando ao agrupamento dos coprodutos do desfibramento do sisal, usando-se as variáveis discriminatórias MS, PB, FDN, FDA, hemicelulose, lignina, EE, MM, NIDN, NIDA, NDT, VCNF, k_{CNF} , L, VCF e k_{CF} de acordo com Johnson e Wichern (1988), utilizando-se a distância euclidiana média, com variáveis padronizadas e o método de variância mínima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da MS variaram ($P < 0,05$) de 11,4 a 89,7 % para a silagem e o feno do CDS, respectivamente (Tab 1). O valor mais baixo de MS na silagem do CDS pode ter impacto negativo na qualidade da silagem, segundo McDonald *et al.* (1991); assim, a secagem prévia do material ou a adição de aditivos sequestrantes de umidade podem ser indicadas para a melhora da qualidade da silagem do CDS.

A justificativa para que o CDS amonizado diferisse ($P < 0,05$) em relação à silagem do CDS deve-se, provavelmente, à exposição do material ao ar livre durante 24h para volatilização do excesso de amônia. Faria *et al.* (2008), ao avaliarem a mucilagem do sisal sob teores crescentes de ureia para amonização, relataram a influência do poder higroscópico da ureia e da amônia na elevação dos teores de matéria seca. O teor de MS do pseudocaule não diferiu ($P > 0,05$) do CDS amonizado e assemelha-se bastante no aspecto morfológico e sensorial a raízes de outras plantas, como a mandioca, que possui 32,2% de MS (Borges *et al.*, 2002). O pó da batedeira e o feno do CDS não diferiram entre si ($P > 0,05$) e apresentaram os maiores teores de MS ($P < 0,05$). Assim, o pó da batedeira pode ser um aditivo de baixo custo para incrementar o teor de MS do CDS. Marques *et al.* (2000) avaliaram a farinha de varredura de mandioca oriunda de casa de farinha e encontraram 91,3% de MS.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS)

Tratamento	MS (%MS)	PB (%MS)	NIDN (%MS)	NIDA (%MS)	EE (%MS)	MM (%MS)
Silagem do CDS	11,4d	9,5c	0,5a	0,2a	4,5a	14,7b
Feno do CDS	89,7a	8,7c	0,3b	0,2a	3,4b	14,0b
CDS amonizado	22,6c	22,7a	0,2c	0,1b	5,1a	17,2a
Bulbilho	32,3b	10,5b	0,0d	0,0c	0,8c	4,2c
Pó da bateadeira	87,1a	5,9d	0,2c	0,1b	0,0d	12,5b
Pseudocaule	25,9c	2,7e	0,0d	0,0c	0,0d	5,4c
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	5,0	5,3	10,9	11,6	14,6	9,0

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

A concentração de PB diferiu ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo o CDS amonizado o que apresentou maior concentração ($P < 0,05$). Este resultado deve-se à adição de nitrogênio não proteico (NNP), pois, segundo Faria *et al.* (2008), o incremento de PB promovido pela amonização está ligado à retenção de nitrogênio após transformação da ureia em amônia. Esses autores observaram o mesmo comportamento com bagaço de cana-de-açúcar e CDS sob níveis crescentes de ureia.

A concentração de PB do bulbilho foi mais alta ($P < 0,05$) que a do feno e da silagem do CDS, sendo que estes últimos não diferiram entre si ($P > 0,05$). Por tratar-se de plantas pequenas, novas e, conseqüentemente, com baixo teor de lignificação, o bulbilho possui maior concentração proteica que o CDS. Não houve diferença ($P > 0,05$) nos teores de PB entre a silagem e o feno de CDS, demonstrando que não houve perdas no valor proteico com o processo de desidratação. O valor de PB observado no CDS é mais alto que os encontrados para outras gramíneas tropicais.

Observaram-se menores concentrações ($P < 0,05$) para o pó da bateadeira e pseudocaule, os quais diferiram entre si ($P < 0,05$), evidenciando que estes coprodutos devem ser complementados com outros ingredientes de maior concentração proteica. A concentração de PB do pó da bateadeira foi mais alta que a da casca e a da farinha de varredura de mandioca, 3,7 e 1,2% de PB, obtidas por Marques *et al.* (2000).

As concentrações de NIDN diferiram significativamente ($P < 0,05$), observando-se os maiores valores para a silagem. O pseudocaule e o bulbilho não apresentaram porção de nitrogênio insolúvel. Os maiores teores de NIDN na silagem e feno do CDS podem estar relacionadas aos processos de aquecimento e perdas no material durante o processo de ensilagem e fenação.

Amaral *et al.* (2007) observaram redução nos teores de N da parede celular quando melhoraram as condições fermentativas, com maior pressão de compactação, em silagens de capim-marandu. O pó da bateadeira apresentou teor de NIDN de 0,2%, que não diferiu ($P > 0,05$) do CDS amonizado, o qual, em relação ao feno e à silagem, apresentou teor de NIDN mais baixo, provavelmente em razão da solubilização parcial da hemicelulose pela ureia. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho *et al.* (2006), ao amonizarem cana-de-açúcar, e Reis *et al.* (2001b), ao avaliarem fontes de amônia para tratamento de fenos.

Os teores de NIDA diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$). Os maiores valores foram para a silagem e o feno do CDS, 0,2% para ambos. O bulbilho e o pseudocaule não apresentaram teores de NIDA detectáveis e diferiram ($P < 0,05$) em relação ao pó da bateadeira, 0,1%, demonstrando que, apesar de considerado baixo, o teor de N para esses alimentos encontra-se disponível na sua maior parte para utilização pelos microrganismos ruminais.

Valor nutricional...

Os valores de EE (Tab. 1) diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Os maiores valores foram obtidos para a silagem e o CDS amonizado. No pseudocaule e no pó da bateadeira não foi detectada a presença de EE. O menor teor de EE no feno, 3,4%, que diferiu ($P < 0,05$) em relação ao da silagem e ao do CDS amonizado, pode ser atribuído à exposição do material ao sol por 48h. Harrinson (1984) relatou valores de 3,1% de EE para o bagaço do sisal fresco, e Faria *et al.* (2008) verificaram 1,67% de EE para o CDS amonizado.

Houve diferença ($P < 0,05$) nos teores de MM entre os tratamentos (Tab. 1). O maior valor observado foi para o CDS amonizado, e os menores para o bulbilho e o pseudocaule, os quais não diferiram entre si. Os teores de MM do feno, da silagem do CDS e do pó da bateadeira foram semelhantes ($P > 0,05$) e menores apenas em relação ao CDS amonizado. Silva e Beltrão (1999) citaram 10,0% de MM na avaliação do CDS *in natura*, e Harrinson (1984) observou valores de 13,1% para a mucilagem fresca *in natura*. O fato de o pó da bateadeira ser material oriundo de varredura de galpões de

processamento e armazenamento da fibra provavelmente proporcionou contaminação por partículas do solo e aumento nos teores da MM.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de FDN entre os tratamentos (Tab. 2). A silagem do CDS apresentou o maior teor ($P < 0,05$), e o bulbilho o menor. O menor teor de FDN do CDS amonizado em relação ao da silagem do CDS e semelhante ao FDN do feno sugere que a adição de ureia pode ter solubilizado parte da hemicelulose. Rosa *et al.* (1998) e Reis *et al.* (2001b), ao amonizarem o feno de gramíneas, também observaram redução nos teores de FDN, atribuída à solubilização parcial da hemicelulose. O teor de FDN no feno do CDS sugere que não houve perdas consideráveis durante o processo de fenação. As perdas de carboidratos solúveis na forragem cortada exposta ao ar são atribuídas principalmente à respiração e à fermentação (Reis *et al.*, 2001a). Assim, parece não ter ocorrido solubilização dos carboidratos solúveis e, conseqüentemente, maior concentração da FDN, já que os resultados são expressos em porcentagem da MS.

Tabela 2. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS)

Tratamento	FDN (%MS)	FDA (%MS)	LIG (%MS)	CNF (%MS)	NDT (%MS)
Silagem do CDS	40,8 a	31,7 a	12,6 a	33,5 d	59,1 d
Feno do CDS	31,2 bc	23,3 c	9,6 a	44,5 c	64,9 c
CDS amonizado	33,7 b	26,5 b	13,3 a	22,1 e	59,6 d
Bulbilho	14,9 e	11,5 e	5,4 b	69,5 a	81,8 a
Pó da bateadeira	28,9 c	20,2 d	3,0 b	53,9 b	69,7 b
Pseudocaule	19,9 d	12,0 e	1,5 b	72,7 a	81,7 a
Valor P	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	7,16	5,96	30,63	5,81	3,57

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK

Na silagem, que apresentou o maior valor de FDN ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos, provavelmente ocorreram perdas durante a fermentação. A fermentação de componentes solúveis da matéria seca da silagem do CDS pode ser a principal justificativa para a maior concentração de componentes da fração fibrosa segundo McDonald *et al.* (1991). Os menores teores de FDN para o bulbilho e o pseudocaule, os quais diferiram ($P < 0,05$) entre si, são característicos de plantas jovens com

baixo teor de parede celular e de tecidos vegetais com características de armazenamento de carboidratos de reserva, respectivamente.

O pó da bateadeira apresentou teor de FDN maior ($P < 0,05$) que o pseudocaule e o bulbilho, e o FDN deste último não diferiu ($P > 0,05$) do de feno do CDS. O teor de FDN de do pó da bateadeira assemelha-se ao de alimentos de bom valor energético, como casca de mandioca,

28,6% (Marques *et al.*, 2000), e jaca, 27,2% (Pereira *et al.*, 2007).

Os teores de FDA (Tab. 2) diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$). Os menores teores ($P < 0,05$) observados entre os tratamentos foram para o bulbilho e o pseudocaule, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Isso se deve, provavelmente, ao fato de serem oriundos de plantas jovens (bulbilho) ou de tecido vegetal responsável pelo acúmulo de carboidratos de reserva (pseudocaule). O pó da bateadeira diferiu de todos os tratamentos ($P < 0,05$) e apresentou 20,2% de FDA, teor próximo ao da casca de mandioca, 20,4%, obtido por Marques *et al.* (2000). Entre os tratamentos, o maior teor de FDA ($P < 0,05$), observado para a silagem do CDS, confirmou o aumento nos teores de parede celular devido ao efeito da diluição, possivelmente causado pela fermentação dos carboidratos solúveis.

Faria *et al.* (2008), ao avaliarem a mucilagem sob diferentes níveis de amonização, encontraram teores de FDA próximos a 32,5% com 4% de ureia e elevação da FDA a partir de quatro semanas de estocagem. No presente ensaio, a dose de ureia de 5% e o período de estocagem de quatro semanas não permitiram elevações no teor de FDA. Reis *et al.* (2001c) e Fadel *et al.* (2003) também observaram redução nos níveis de FDA ao aplicarem ureia em fenos de gramíneas e palha de arroz, respectivamente,.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de lignina (Tab. 2). Silagem do CDS, CDS amonizado e feno do CDS apresentaram os maiores teores e não diferiram entre si ($P > 0,05$). Os menores ($P < 0,05$) teores de lignina foram para bulbilho, pó da bateadeira e pseudocaule, que não diferiram entre si, e sugerem maior digestibilidade dos constituintes da parede celular.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de CNF entre os tratamentos, observando-se os maiores teores para o pseudocaule e o bulbilho, os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$). Esses valores sugerem ser o CNF uma alternativa de bom valor energético e de rápida fermentação ruminal, teores próximos aos do milho fubá, 73,0% de CNF, apresentados nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes (Valadares Filho *et al.*, 2006).

O CNF do pó de bateadeira diferiu ($P < 0,05$) do CNF dos outros tratamentos. Mesmo com teores mais baixos de CNF em relação ao bulbilho e ao pseudocaule, os CNF do pó da bateadeira são próximos ao do CNF da casca de mandioca, 48%, observados por Marques *et al.* (2000), e ao do farelo de trigo, 40,4%, relatado por Valadares Filho *et al.* (2006). Além de ser uma alternativa como aditivo para incrementar o teor de MS, o pó da bateadeira pode ser fonte de carboidratos solúveis.

Os menores teores de CNF foram observados para o CDS amonizado, silagem e feno do CDS, os quais diferiram entre si ($P < 0,05$). Os valores de CNF do feno evidenciam que os processos foram bem conduzidos e ocasionaram poucas perdas de carboidratos solúveis. Comportamento semelhante foi observado por Nascimento *et al.* (2000), que não verificaram grandes perdas em alfafa sob diferentes métodos de fenação. Os teores de CNF da silagem do CDS sugerem utilização dos CNF durante os processos fermentativos. Segundo Castro Neto *et al.* (2003), a fermentação dos CNF por microrganismos presentes na silagem pode provocar extensas perdas de matéria seca, justificando o aumento proporcional da fração fibrosa.

Os teores de NDT diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos (Tab. 2). Os menores teores foram para a silagem do CDS e CDS amonizado, e não diferiram entre si ($P > 0,05$), seguida do feno do CDS. Estes valores podem ser considerados compatíveis quando comparados aos teores de NDT de volumosos tradicionais como silagem de milho, 64,0%, silagem de sorgo, 58,3%, e feno de capim-tifton, 55,6%, citados na *Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes* (Valadares Filho *et al.*, 2006). O pó da bateadeira diferiu dos demais tratamentos ($P < 0,05$) e apresentou 69,7% de NDT, teor abaixo apenas do bulbilho e do pseudocaule, apresentando-se próximo à de outros alimentos utilizados no semiárido, como casca de mandioca, 76,6%, segundo Ferreira *et al.* (2007). Já o bulbilho e o pseudocaule apresentaram os maiores teores ($P < 0,05$) de NDT entre os tratamentos, e não diferiram entre si.

Os dados de composição bromatológica dos tratamentos avaliados apresentaram grande variação, principalmente no que diz respeito aos

Valor nutricional...

carboidratos da parede celular. Assim, as técnicas biológicas, como a de produção de gases, são importantes para a avaliação destes alimentos.

Não houve diferença ($P>0,05$) para os valores de DIVMS entre os alimentos (Tab. 3). A média encontrada para essa variável foi de 69,9%, mais alta que a de muitas forrageiras tropicais. O padrão de variação da DIVMS foi diferente do observado para o NDT, o que pode ser um indicativo de que as equações desenvolvidas em países de clima temperado, como as sugeridas pelo NRC (Nutrient..., 2001), podem não ser as

mais adequadas para avaliar o valor energético dos alimentos tropicais.

Para a produção cumulativa de gases oriunda dos CNF – vCNF –, observou-se o maior volume ($P<0,05$) para o pó da batedeira, 213,3mL, em relação aos outros tratamentos. Estes valores sugerem que esse alimento possui carboidratos prontamente solúveis que podem ter colaborado para os maiores valores numéricos da DIVMS. Assim, o pó da batedeira pode ser indicado como um alimento com carboidratos de alta digestibilidade.

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), volume de gases dos carboidratos não fibrosos (vCNF), taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (kCNF), latência (L), volume de gases dos carboidratos fibrosos (vCF) e taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos (kCF) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS)

Tratamentos	DIVMS (%)	vCNF (mL)	kCNF (%/h)	L (h)	vCF (mL)	kCF (%/h)
Silagem do CDS	70,0	122,7b	0,10b	5,4b	59,4b	0,03
Feno do CDS	70,5	118,6b	0,10b	3,5c	67,2b	0,03
CDS amonizado	68,2	86,8b	0,11b	7,4a	66,5b	0,03
Bulbilho	67,2	113,6b	0,17a	3,2c	111,7ab	0,03
Pó da batedeira	77,5	213,3a	0,11b	3,4c	60,7b	0,03
Pseudocaule	66,1	147,2b	0,13b	2,0c	145,0a	0,02
Média	69,9	133,7	0,12	4,2	85,12	0,12
Valor P	0,4789	0,0008	0,0162	0,0001	0,0161	0,4904
CV%	10,32	18,54	18,64	15,33	34,07	26,28

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste SNK.

Quanto às taxas de produção de gases dos CNF – kCNF –, houve diferença ($P<0,05$) apenas para o bulbilho em relação aos demais tratamentos, o qual apresentou o maior valor, 0,17%/h.

Para o período de latência (L), houve diferença ($P<0,05$) entre os alimentos. O menor tempo ($P<0,05$) foi para o pseudocaule, seguido do bulbilho, pó da batedeira e feno do CDS, os quais não diferiram entre si ($P>0,05$). A mucilagem amonizada resultou no maior ($P<0,05$) tempo de latência, 7,4h.

Houve diferença ($P<0,05$) para o vCF entre os tratamentos (Tab. 3). O maior valor ($P<0,05$) foi para o pseudocaule, 145,0mL, e bulbilho, 111,7mL, os quais não diferiram entre si, e o bulbilho não diferiu ($P>0,05$) dos demais tratamentos. Isso sugere que os teores de lignina

no pseudocaule e no bulbilho colaboraram para a melhor fermentação microbiana e produção de ácido acético.

Na Fig. 1, observa-se o dendograma de dissimilaridade entre os tratamentos. Os CDS foram visualmente divididos em dois grupos, sendo um deles formado pelos coprodutos silagem do CDS, feno do CDS e CDS amonizado, e o outro pelos coprodutos bulbilho, pseudocaule e pó da batedeira. Porém, considerando-se as distâncias de dissimilaridade dentro de cada grupo, observou-se que, em um grupo, a silagem do CDS e o feno do CDS apresentaram menor dissimilaridade, e no outro grupo, o bulbilho e o pseudocaule foram os mais similares para as características avaliadas.

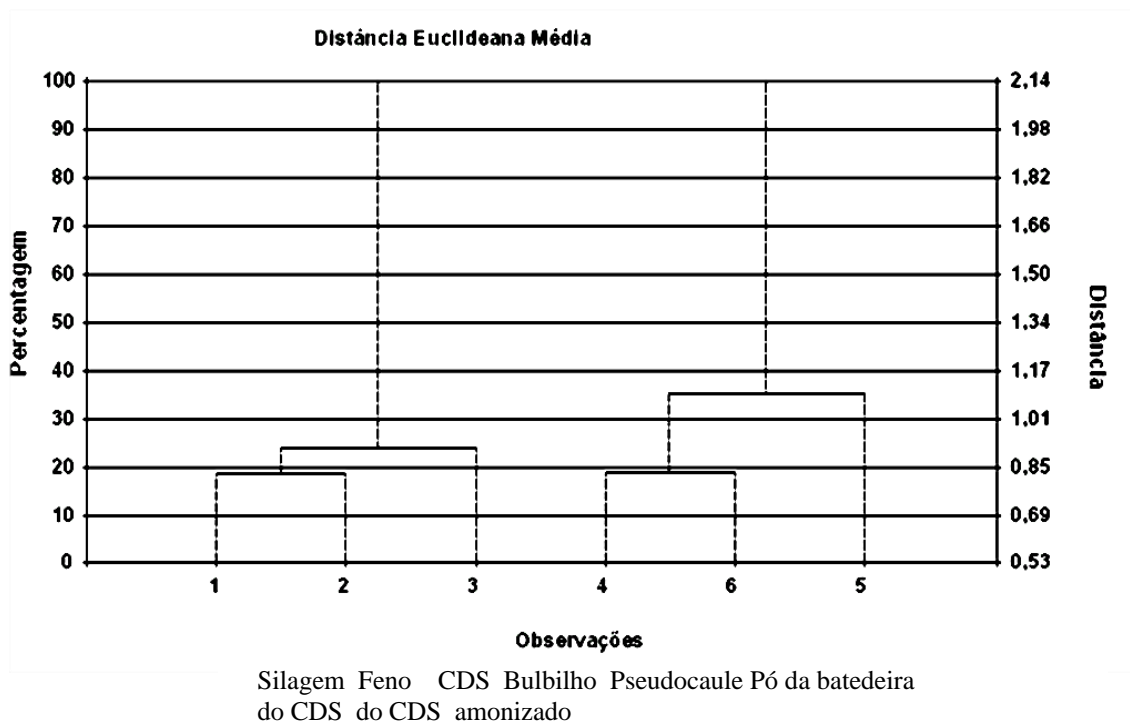


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade do valor nutricional entre seis coprodutos do desfibramento do sisal (CDS).

Considerando-se os resultados apresentados, os coprodutos silagem do CDS, feno do CDS e CDS amonizado apresentaram características para serem utilizados como substitutos parciais de alimentos volumosos, enquanto o bulbilho, o pseudocaule e o pó da bateadeira seriam opções para serem utilizados como substitutos parciais de concentrados energéticos.

CONCLUSÕES

A amonização elevou os teores de PB da mucilagem e reduziu os teores de CNF e PCG. A ensilagem demonstrou ser uma boa alternativa para armazenamento do coproduto do desfibramento do sisal, porém o uso de aditivos sequestrantes de umidade deve ser recomendado. O pó da bateadeira, o pseudocaule e o bulbilho apresentaram potencialidade para uso como fontes energéticas na alimentação de ruminantes, enquanto a silagem do CDS, o feno do CDS e o CDS amonizado apresentaram potencialidade para uso como volumosos na alimentação de ruminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. *et al.* Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.532-539, 2007.
- BORGES, M.F.; FUKUDA, W.M.G.; ROSSETI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.37, p.1559-1565, 2002.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. Conjunturas especiais, Sisal. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acessado em: 29 jun 2009
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. *et al.* Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.41, p.125-132, 2006.
- CASTRO NETO, A.G. *Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos.* 2003. 53f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FADEL, R.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P. *et al.* Avaliação de diferentes proporções de água e de ureia sobre a composição bromatológica da palha de arroz. *Cienc. Anim. Bras.*, v.4, p.101-107, 2003.

- FARIA, M.M.S.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, G.J.C. *et al.* Composição bromatológica do coproduto do desfibramento do sisal tratado com ureia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.377-382, 2008.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. *et al.* Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.8, p.364-374, 2007.
- HARRINSON, D.G. Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminantes. *Rev. Mund. Zootec.*, v.49, p.25-31, 1984.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. 2.ed. Wisconsin: Prentice Hall, 1988. 607p.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. *et al.* Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.29, p.1528-1536, 2000.
- MAURICIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONCALVES, L.C.G. *et al.* Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.216-219, 2003.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- NASCIMENTO, J.M.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. *et al.* Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida). *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.669-677, 2000.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 362p.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.1063-1073. 1993.
- PEREIRA, L.G.R.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAGÃO, A.S.L. *et al.* Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases na avaliação de recursos alimentares no trópico semiárido In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009. *Anais...* Maringá, PR: UEM, SBZ, 2009.
- PEREIRA, L.G.R.; MARTINS, R.M.; AZEVÊDO, J.A.G. *et al.* Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal *in vitro* da jaca dura e mole (*Artocarpus heterophyllus*). *Liv. Res. Rural Dev.*, v.19, 2007. 16p. [on-line edition]
- 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, 2001, Maringá, *Anais...* Maringá, PR: UEM/CCA/DZO, 2001a. 319p.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. *et al.* Composição química e digestibilidade de fenos tratados com amônia anidra ou ureia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.666-673, 2001b.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T. *et al.* Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 2. Compostos nitrogenados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.682-686, 2001c.
- ROSA, D.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. *et al.* Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou ureia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.815-822, 1998.
- SILVA, O.R.F.; BELTRAO, N.E.M. *O agronegócio do sisal no Brasil*. Brasília: EMBRAPA-SPI; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 205p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. *SAS user's guide*. Cary: 1999. v.8, 295p. 1985.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. *et al.* A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.48, p.185-197, 1994.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA Jr., V.R. *et al.* *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329p.