

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE SILAGEM DE SORGO COMO ALTERNATIVA PARA ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR DE RUMINANTES NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Jaime Édson Simon*

José de Brito Lourenço Júnior**

Geane Dias Gonçalves Ferreira***

Núbia de Fátima Alves dos Santos****

Benjamim de Souza Nahum*****

Edwana Mara Moreira Monteiro*****

RESUMO

Este trabalho foi realizado na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, para avaliar o efeito de quatro níveis (0%, 15%, 30% e 45%) de concentrado, com subprodutos da agroindústria regional, em substituição à silagem de sorgo, no consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Foi realizado ensaio metabólico, em 21 dias, com dezesseis ovinos, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, cujos dados foram analisados pelo SAS. A inclusão de concentrado na dieta influenciou o consumo voluntário e a digestibilidade aparente de todos os nutrientes. Constatou-se aumento quadrático nos consumos aparentes da MS e MO, contudo, com aumento do nível de concentrado na ração, foram observadas diminuições significativas nos teores de FDN e FDA. Percentagens entre 30% e 45% de concentrado na dieta proporcionam melhores consumos e digestibilidades dos nutrientes, exceto de FDN e FDA. A utilização de concentrado na silagem de sorgo, o que proporciona maior disponibilidade de matéria seca na forragem e elevação do valor nutritivo da ração, é capaz de promover aumento da produtividade animal.

Palavras-chave: Fibra em detergente ácido. Fibra em detergente neutro. Silagem de sorgo. Subprodutos da agroindústria. Tanino. Valor nutritivo.

* Engenheiro Agrônomo; Mestre em Ciência Animal. Belém/PA. E-mail: simon@yahoo.com.br

** Engenheiro Agrônomo; Doutor em Ciências Biológicas/Biologia Ambiental. Professor do Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia da UFRA/Embrapa e em Ciência Animal da UFPA/Embrapa/UFRA. Belém/PA. E-mail: lourenco@amazon.com.br

*** Zootecnista; Doutora em Zootecnia; Professora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife/PE. E-mail: geane@uag.ufrpe.br

**** Engenheira Agrônoma; Doutoranda em Ciências Agrárias da UFRA/Embrapa. Bolsista da CAPES. Belém/PA. E-mail: nubiasaint@yahoo.com.br

***** Médico Veterinário; Mestre em Ciência Animal; Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Belém/PA. E-mail: nahum@cpatu.embrapa.br

***** Zootecnista; Doutoranda em Ciências Agrárias da UFRA/Embrapa. Bolsista do CNPq. Belém/PA. E-mail: edmara6@yahoo.com.br

VOLUNTARY INTAKE AND DIGESTIBILITY OF SORGHUM SILAGE AS AN ALTERNATIVE FOR SUPPLEMENTARY FEEDING OF RUMINANTS IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT

This work was carried out in the Embrapa Eastern Amazon, in Belem, Para State, Brazil, to evaluate the effect of four levels (0%, 15%, 30% and 45%) of concentrate feed, with agroindustry by-products, in substitution to the sorghum silage, in the voluntary consumption and apparent digestibility of the dry matter, crude protein, crude energy, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of the diet. A metabolic test was carried out during 21 days, using sixteen sheep, in a completely randomized experimental design, with four treatments and four repetitions. The data was analyzed by software SAS. The inclusion of concentrate in the diet influenced the voluntary consumption and the apparent digestibility of all nutrients. There was a quadratic increase in the apparent consumption of the dry matter and organic matter. However, it was observed significant reductions in contents of neutral detergent fiber and acid detergent fiber as concentrate levels in the diet increased. Concentrate percentages of 30% to 45% in the diet resulted in the highest levels of consumption and digestibility of nutrients, except neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The addition of concentrate to the sorghum silage increases the dry matter content and nutritive value of the diet, resulting in higher levels of animal productivity.

Key words: Acid detergent fiber. Neutral detergent fiber. Sorghum silage. Agroindustry by-products. Tannin. Nutritive value.

1 INTRODUÇÃO

A globalização da economia, com elevado grau de profissionalismo, exige que os pecuaristas pratiquem uma pecuária empresarial, com destacada eficiência (COSTA et al., 2002). Na Amazônia, a exploração de ruminantes para produção de carne e leite é desenvolvida em sistemas de produção que precisam ser ajustados, principalmente na alimentação, fator que influencia o componente econômico, por ser de custo elevado (RODRIGUES FILHO et al., 2002). Existem condições favoráveis à produção, com suprimento de energia radiante e chuvas abundantes, que permitem elevada produção de forrageiras de boa qualidade e ambiente sadio para o rebanho. Apesar dessas características favoráveis, a baixa rentabilidade da pecuária tradicional torna a atividade pouco atrativa, basicamente por produtores que não usam inovações tecnológicas, como o suprimento das demandas nutricionais dos animais, em períodos de menor disponibilidade de forragem, associada ao menor valor nutritivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As diferentes fases do trabalho foram desenvolvidas na Embrapa Amazônia Oriental, nos Laboratórios de Nutrição Animal, Solos e Ecofisiologia, e na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no Laboratório de Nutrição Animal, em Belém, Pará (1°28' S 48°27' W de Greenwich), em tipo climático Afi, segundo Köpen, com época mais chuvosa, de janeiro a junho, e menos chuvosa, de julho a dezembro, temperatura média anual de 26°C, precipitação pluvial anual de 3.000,1 mm, umidade relativa do ar de 86% e 2.389 horas de insolação (BASTOS et al., 1986).

O sorgo foi plantado em 0,5 hectare. Inicialmente, a área foi arada e gradeada, para destorroamento. Posteriormente, fez-se calagem,

O uso de silagem pode contribuir para elevar a produtividade animal e, conseqüentemente, a rentabilidade dos sistemas produtivos (LOURENÇO JÚNIOR et al., 2004). O sorgo é bastante usado para silagem, devido ao seu potencial de produção de biomassa, em condições de deficiência hídrica e solos pobres, tolerância às doenças e pragas, facilidade de cultivo e conservação, bom valor nutritivo, fonte de fibra digestível e amido, além de excelente consumo animal, o que proporciona destacado desempenho na produção de carne e leite e pode ser fornecido para animais em pastejo ou estabulados (FERREIRA et al., 1995; RESTLE et al., 1998).

Assim, este trabalho visa avaliar o valor nutritivo da silagem de sorgo, com diferentes níveis de concentrado, como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes em pastejo, na Amazônia Oriental, através da composição química, consumo voluntário e digestibilidade aparente.

com 1,5 t de calcário/ha, e gradagem para nivelamento do solo. Em seguida, foi realizada a semeadura manual do sorgo, de duplo propósito (AG 2005-E, da Monsanto do Brasil), com adubação de 80 kg de P₂O₅/ha e 60 kg de K₂O/ha. A adubação nitrogenada (20 kg de N/ha), em cobertura, foi feita 28 dias após a emergência das plantas. Depois de 90 dias foi realizada a colheita da forragem, que foi cortada a 15 cm do solo, triturada em máquina forrageira, ensilada e compactada, com auxílio de micro trator. No final desse procedimento, fez-se a vedação do silo. Após 90 dias de ensilagem, o material começou a ser fornecido aos animais, tendo-se o cuidado de vedar, adequadamente, o silo, após a retirada do material, visando preservar o restante.

Para estimativa do consumo e digestibilidade da silagem de sorgo, com diferentes níveis de concentrado, foram utilizados 16 ovinos deslanados, castrados e vermifugados, com idade média de cinco meses e 23 kg de peso vivo. Os tratamentos experimentais estão na Tabela 1. A silagem foi retirada, diariamente, do silo, misturada à ração concentrada, nos

diferentes tratamentos, em percentagem da matéria seca (MS), sendo a mistura fornecida aos animais, diariamente, as 8h30min e 16h, nos 21 dias. Na fase experimental os animais ficaram em gaiolas metabólicas, onde permaneceram por um período de adaptação de 14 dias, recebendo dieta à vontade, para estabilizar o consumo, e sete dias para coleta dos dados experimentais.

Tabela 1 - Tratamentos experimentais.

Tratamento	Silagem de sorgo (% MS)	Ração concentrada (% MS)
A	100	0
B	85	15
C	70	30
D	55	45

Fonte: dados da pesquisa.

A pesquisa foi realizada no galpão para ensaios metabólicos do Laboratório de Nutrição Animal. Antes do período experimental, os animais foram alojados em baia coletiva coberta, de cerca de 20 m², com acesso à pastagem de quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), recebendo, aproximadamente, 0,100 kg de farelo de trigo, água e mistura mineral à vontade. Nessa ocasião, foram observados detalhadamente os aspectos relativos a possíveis anormalidades zootécnicas e sanitárias, quando foram realizados controles de endo e ectoparasitos. Como medida profilática, utilizou-se ivermectina, na proporção de 0,5 mL/25 kg de peso vivo.

Tanto no período de adaptação, quanto no de coleta de dados, os animais foram pesados, pela manhã, a fim de possibilitar melhor distribuição nos diferentes tratamentos experimentais. Foram fornecidos os alimentos e coletadas as suas sobras, os quais foram devidamente pesados, para determinar o

consumo da MS. No início e final do segundo período ou período experimental, os animais foram pesados, pela manhã. Diariamente, os alimentos e sobras foram pesados, bem como coletadas as fezes, dos quais foram retiradas amostras para análise laboratorial, de acordo com a metodologia preconizada por Harris (1970). As amostras coletadas foram secas a 65°C, em estufa de ventilação forçada de ar, trituradas em moinho tipo Willey, e acondicionadas em sacos de plástico.

Foram realizadas as análises químicas dos teores de MS, matéria orgânica (MO), resíduo mineral fixo (RMF), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), segundo as marchas analíticas descritas por Silva (1992), e lignina (Lig), celulose (Cel), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), segundo as recomendações de Van Soest (1991). Os teores de tanino condensado (TC) foram determinados pelo método Vanilina-HCl (PRINCE et al., 1978).

O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, de acordo com o modelo matemático $Y_{ij} = m + T_i + E_{ij}$, onde Y_{ij} = variável de resposta; m =

média geral; T_i = efeito de tratamento e E_{ij} = erro experimental. Para as variáveis estudadas foi usada a análise de regressão e utilizado o Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE INC., 1988).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas do sorgo utilizado na elaboração da silagem estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do sorgo utilizado na elaboração da silagem (%MS).

Variável	Composição
Matéria seca (%)	32,40
Matéria orgânica (%)	93,07
Resíduo mineral fixo (%)	6,93
Proteína bruta (%)	8,03
Energia bruta (kcal/kg)	4.202,11
Fibra em detergente neutro (%)	67,02
Fibra em detergente ácido (%)	42,10
Lignina (%)	4,55
Celulose (%)	37,55
Tanino condensado (%)	1,20

Fonte: dados da pesquisa.

O sorgo utilizado na preparação da silagem experimental do presente trabalho apresentava-se em estágio farináceo, com 32,40% de MS, considerado similar ao teor indicado por Zago (1999), em torno de 30% de MS, para obtenção de silagem de sorgo de elevado valor nutritivo. Os teores de 93,07% e 6,93% de MO e RMF, neste trabalho, são considerados como adequados para o processo de ensilagem da forragem. Cabral Filho (2004) registrou valores de 95% de MO e de 0,5% de RMF, para o sorgo colhido 90 dias após o plantio.

O teor de PB do sorgo, de 8,03%, está dentro da faixa considerada ideal para ser ensilado. Pois, segundo Pedreira et al. (2003), os teores de PB podem variar entre 6,5% e 9%. O valor de 4.202 de kcal/kg de EB/MS do sorgo foi semelhante (3.990 kcal/kg de MS) ao determinado por Zago (1997). As frações FDN, FDA, Lig, Cel e TC foram de 67,02%, 42,10%, 4,60%, 37,55% e 1,2%, respectivamente. Valores semelhantes foram obtidos por Cabral Filho (2004) e Pedreira et al. (2003). A composição química da dieta experimental encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição química dos tratamentos experimentais, com quatro níveis de concentrado (0, 15, 30 e 45%) na silagem de sorgo.

Variável	Nível de concentrado (% de MS) na silagem de sorgo			
	0%	15%	30%	45%
MS (%)	34,76d	38,79c	43,18b	45,10a
Matéria orgânica (%)	93,54d	93,64c	94,22b	94,62a
Resíduo mineral fixo (%)	6,46a	6,36b	5,78c	5,38d
Proteína bruta (%)	7,61d	9,20c	14,63b	20,12a
Energia bruta (kcal/kg)	4.150,21d	4.513,40c	4.620,00b	4.850,00a
Fibra em detergente neutro (%)	66,30a	53,31b	48,74c	45,39d
Fibra em detergente ácido (%)	40,14a	31,96b	29,12c	24,63d
Lignina (%)	4,43a	3,86b	3,02c	2,28d
Celulose (%)	35,71a	28,10b	26,10b	22,35c
Tanino condensado (%)	1,08a	0,96b	0,75c	0,65d

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

Nota-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os teores de MS, MO, RMF, PB, FDN, FDA, Lig, Cel e TC. Sendo que MS, MO e PB aumentaram com a inclusão do concentrado nas dietas experimentais. A participação do concentrado na silagem de sorgo, de 15%, 30% e 45%, proporcionou aumentos significativos (11,6%, 24,2% e 29,8%) na MS das dietas experimentais. Cardoso et al. (2006), incluindo 24,2%, 38,4%, 53% e 67% de ração concentrada, não observaram variações significativas nos teores de MS da dieta, com a elevação de concentrado.

O teor de MS da silagem foi de 34,76%. Este valor é considerado elevado e acima de alguns observados na literatura, que pode ser justificado pelo estágio vegetativo, no momento da colheita do sorgo, que foi realizada no final do estágio farináceo. Entretanto, Martins et al. (2003a) observaram níveis entre 24,86% e 35,76%.

Observou-se ligeira elevação da matéria orgânica, de 93,54% para 94,62%, com elevação do nível de concentrado na dieta, valores similares aos de Feijó et al. (1996), Cardoso et al. (2006) e Pereira (2006). A concentração de matéria orgânica determinada na silagem de sorgo, de 93,54%, é pouco inferior a obtida por Pereira (2006), de 95,22%, e semelhante às determinadas por Dias et al. (2001), em silagem elaborada com sorgo nos estádios leitoso (92,22%) e de emborrachamento (94,77%).

Foram observados aumentos significativos, de 20,9%, 92,25% e 164,40%, nos teores de PB com a elevação dos níveis de concentrado adicionados na silagem de sorgo, respectivamente, com 15%, 30% e 45%, em relação à matéria seca, similares aos encontrados por Feijó et al. (1996) e Cardoso et al. (2006).

O teor de PB na silagem de sorgo (7,61%) do presente trabalho, aos 90 dias de ensilado, foi semelhante (7,7%) aos obtidos por Pesce et al.

(2000), no mesmo cultivar, e superior aos de outros cultivares (SOUZA et al., 2003). Martins et al. (2003a) observaram teores de PB, de 7,0% e 8,0%, e Pesce et al. (2000), na ordem de 8,0% a 9,5%, respectivamente. Essas variações podem ser explicadas, tanto pela variedade, quanto pelo estágio fisiológico e, também, altura de corte da planta (MOLINA et al., 2002).

O teor de PB da silagem de sorgo na presente pesquisa foi superior aos considerados como críticos, abaixo dos quais a ingestão voluntária é reduzida pela deficiência de nitrogênio. De acordo com Minson e Milford (1967), a faixa crítica está entre 6,0% e 8,5%, o que significa afirmar que apenas o fornecimento de silagem de sorgo, com 7,6% de PB, atende as demandas nutricionais de manutenção desse nutriente para ruminantes.

Como se esperava, a adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na silagem de sorgo aumentou a percentagem de energia bruta em 8,8, 11,32 e 17,0, respectivamente. O teor de 4.150,21 kcal de EB/kg de MS foi semelhante aos mencionados por Martins et al. (2003a), de 4.142 e 4.211 kcal/kg de MS, em diferentes cultivares.

O aumento nos níveis de concentrado de 15%, 30% e 45% na ração levou ao decréscimo da FDN na ordem de 24,4%, 36,0% e 46,1%, respectivamente. A percentagem de FDN (66,30%) na MS da silagem foi similar às mencionadas por Cândido et al. (1999) e Pereira (2006), entre 61,5% e 69,5%, entretanto, foi superior ao valor de 60%, considerado por Van Soest (1994), como responsável pela redução de consumo e digestibilidade. De acordo com o NRC (1989), a percentagem ideal de FDN dietética deve estar entre 25% e 35%.

A adição de concentrado na dieta, na ordem de 15%, 30% e 45%, reduziu em 25,6%, 37,84% e 63% a percentagem da FDA,

semelhante tendência foi observada por Cardoso et al. (2006), em Santa Maria, Rio Grande do Sul, cuja redução foi em torno de 25%, 45,13% e 73,23%, com adição de 24,2%, 38,4% e 53% de concentrado na silagem de sorgo.

O teor de FDA na silagem de sorgo foi próximo aos registrados por Martins et al. (2003b) e Pereira (2006). A produção animal está intimamente ligada com o consumo de MS digestível (MERTENS, 1992). Esse consumo pode ser estimado com base na composição química da forragem. Forrageiras com valor de FDA, em torno de 30%, ou menor, são consumidas em altos níveis, ao contrário daquelas com teores superiores a 40%. Nota-se que no presente trabalho os teores de FDA estão dentro dos limites recomendados pela literatura.

Foram observadas reduções significativas, na ordem de 27,10%, 36,82% e 60%, na percentagem de celulose, com a elevação dos níveis de concentrado de 15%, 30% e 45%. A percentagem de celulose observada no presente trabalho (35,71%) foi superior aos valores registrados por Neumann et al. (2002), em outros cultivares (28,61%). De acordo com os trabalhos de Martins et al. (2003b), teores de celulose, em torno de 35%, na silagem de sorgo, possibilitam melhores taxas de consumo e digestibilidade das frações fibrosas.

Os teores de lignina foram reduzidos, na ordem de 14,77%, 46,70% e 94,30%, com adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta, respectivamente. O teor de lignina da silagem, de 4,43%, foi inferior a 9%, determinado por Pereira (2006), e semelhante aos observados por Neumann et al. (2002), no mesmo cultivar. Níveis inferiores a 7,3% de lignina na silagem de sorgo favorecem a elevação do consumo e digestibilidade das frações fibrosas (MARTINS et al., 2003b), entretanto, outros fatores, além do teor de lignina, como seu arranjo e seus

precursores com os demais componentes da parede celular, podem ser responsáveis por boa parte das limitações na digestibilidade das forragens (FERREIRA, 2003).

Observa-se que a adição de concentrado na dieta, na ordem de 15%, 30% e 45%, promoveu reduções de 12,5%, 44,0%, 66,2%, nos teores de TC. O teor de 1,07% de tanino condensado, na silagem de sorgo, é

classificado como médio a baixo (CABRAL FILHO, 2004). Para Mc Donald et al. (1991), valores inferiores a 1% não afetam o consumo e digestibilidade MS e PB, devido a formação de complexos com as proteínas dietéticas e mucosa digestiva, aumentando a perda endógena desse nutriente (MC NEIH et al., 1998). Os consumos de MS, em g/dia e em % do PV/dia, bem como o consumo de MO, em g/dia, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumos diários de matéria seca, em g e % do PV/dia, e de matéria orgânica, em g/dia, na dieta experimental.

Consumo diário	Nível de concentrado (% de MS) na silagem de sorgo			
	0%	15%	30%	45%
g de MS	591,79d	709,60c	781,56b	798,03a
% do PV em MS	2,60d	3,00c	3,30b	3,36a
g de MO	553,60a	664,47b	735,86c	755,10d

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

Os consumos da MS apresentam o mesmo comportamento dos observados por Cardoso et al. (2006), de 765 g/dia, 773 g/dia e 954 g/dia, com 24,4%, 38,00%, 52,70% de concentrado. Porém, superiores, em percentuais, aos obtidos por Pereira (2006) (2,10%, 2,25% e 2,45%), com uso de 20%, 35% e 50% de concentrado, e por Moreira et al. (2001), de 1,7%, com apenas silagem de sorgo.

Os resultados deste trabalho podem ser considerados satisfatórios, na silagem com e sem concentrado, pois de acordo com NRC (1989), em condições tropicais, os ovinos e caprinos de corte consomem entre 1,5% a 3% do PV/dia de MS. Os consumos de matéria orgânica apresentaram similar tendência aos do consumo de matéria seca, na silagem de sorgo, com adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta experimental.

Os consumos de matéria seca (CMS), expressos em g/dia e % do PV/dia, apresentaram efeito quadrático, em função dos níveis de concentrado na dieta. De forma semelhante, Vêras et al. (2000), Costa et al. (2005), Silva et al., (1999) e Ítavo et al. (2002) encontraram efeito quadrático para o CMS, expresso em g/dia, com máximos de 45,9% e 55% de concentrado na ração.

Por outro lado, Dias et al. (2000) e Souza et al. (2002) citam repostas lineares crescentes para o CMS, enquanto Strack et al. (2001) não observaram aumento no consumo de MS, em função dos níveis de concentrado na ração. Essas divergências permitem concluir que o consumo de MS é variável e pode ser afetado por diversos fatores, dentre os quais se destacam o estágio vegetativo do sorgo e, conseqüentemente, a

qualidade da silagem, além do concentrado utilizado. Também, condições nutricionais, fisiológicas e sanitárias do animal e do ambiente físico exercem influência. Na Tabela 5 podem ser

observados os níveis de digestibilidade da matéria seca (% DMS) e matéria orgânica (% DMO), em função do nível de concentrado na dieta experimental.

Tabela 5 - Digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, em função do nível de concentrado na dieta experimental.

Variável	Nível de concentrado (MS%) na silagem de sorgo			
	0%	15%	30%	45%
Digestibilidade MS (%)	48,32d	61,96c	68,12b	69,77a
Digestibilidade MO (%)	50,03d	62,22c	69,12b	70,50a

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

A adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta, elevou a digestibilidade da MS (DMS), em 62%, 68,1% e 70%, respectivamente, da mesma forma Silva et al. (1999) registraram valores de 65,5%, 68,96% e 72,5%, utilizando dieta a base de 20%, 35% e 50% de concentrado, associado a silagem de sorgo. O valor da DMS da silagem (48,32%) foi semelhante (50% e 52,2%) aos valores obtidos por Martins et al. (2003a), embora esse autor tenha determinado nível de digestibilidade de até 61,8%. No entanto, Pascoal et al. (2001) e Pereira (2006) não observaram diferenças

significativas na DMS (58% e 64%) e na digestibilidade da matéria orgânica (DMO) (59% e 65%), com 30%, 50% e 70% e 25%, 30% e 50% de concentrado na silagem de sorgo, respectivamente. Rode et al. (1985) e Van Soest (1994) justificam a elevação na DMS e na DMO, com a adição de concentrado na ração, devido a elevação de carboidratos não-estruturais, que são mais digestíveis em relação aos estruturais. O consumo de proteína bruta (CPB), em g/dia, e a digestibilidade da proteína bruta (%), em função do nível de concentrado da dieta experimental estão na Tabela 6.

Tabela 6 - Consumo de proteína bruta (CPB), em g/dia, e digestibilidade da proteína bruta (DPB), em função do nível de concentrado da dieta experimental.

Variável	Nível de concentrado (MS%) na silagem de sorgo			
	0%	15%	30%	45%
CPB (g/dia)	44,48d	64,87c	119,00b	170,00a
DPB (%)	37,41d	44,62c	74,12b	82,50a

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

O CPB das dietas experimentais apresenta efeito quadrático (45,84%, 167,55% e 182,20%), na medida em que foram aumentados os níveis de concentrado nas dietas, de 15% para 45%. O CPB da silagem de sorgo, 44,48 g/dia, foi inferior aos determinados por Martins et al. (2003a), 47, 57,6 e 66,40 g/animal/dia, e abaixo das necessidades de PB para ovinos, de 20 kg, em crescimento (NRC, 1985).

Os consumos mais baixos de PB foram para os tratamentos com 0% e 15% de concentrado, respectivamente, o que pode ser explicado pelo menor teor na matéria seca dessas dietas, em decorrência da maior proporção de silagem. Aumentos da participação de grãos na dieta elevam o consumo, devido a maior densidade física do alimento, da diminuição do tamanho das partículas e dos reflexos na velocidade de passagem (OWENS; GOETSCH, 1993). Cardoso et al. (2006), ao avaliar níveis de concentrado em dietas à base de silagem de sorgo (24,4%, 38,00%, 52,70% e 67,00%), fornecidas a ovinos, verificaram que o aumento do concentrado na dieta elevou o consumo da PB, em 11,30% e

42,61%, contudo, quando passou de 52,70% para 67%, de concentrado na ração, houve redução de 5,13% no consumo. A resposta ao consumo de proteína, em dietas à base de silagem suplementadas com concentrado é muito variável, em razão do padrão de fermentação da forragem ensilada, do concentrado utilizado e do animal. Para Silva et al. (2000), essas variações constituem exemplos típicos de taxa de substituição, quando silagens de gramíneas de alta digestibilidade são suplementadas com concentrado.

Os níveis de DPB apresentaram crescimento quadrático, em 20,30%, 98,13% e 120,53%, respectivamente, com inclusão de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta. No entanto, Pereira (2006) não observou diferenças significativas na DPB, com 20%, 35%, 50% e 65% de concentrado. A digestibilidade na silagem de sorgo do presente trabalho (37,4%) foi pouco superior à determinada (32,7%) por Martins et al. (2003a). Os valores de consumo da energia bruta (CEB), em kcal/dia, e digestibilidade da energia bruta (DEB), em função do nível de concentrado na dieta estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo de energia bruta (CEB), em kcal/dia, e digestibilidade da energia bruta (DEB), em função do nível de concentrado na dieta experimental.

Variável	Nível de concentrado (MS%) na silagem de sorgo			
	0%	15%	30%	45%
Consumo energia bruta (kcal)	2.474,77d	3.122,80c	3.390,16b	3.767,69a
Digestibilidade energia bruta (%)	52,54d	61,53c	66,70b	68,27a

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

A adição de 15%, 30% e 45% de concentrado, na dieta, promoveu elevação de 27%, 50,7% e 66% no CEB. Cardoso et al. (2006) não observaram diferença no CEB, quando elevou a percentagem de concentrado na dieta, até 38%, mas notaram elevação de 120% e 135%, quando

o nível de concentrado na silagem de sorgo se elevou de 52,7% para 67%. Para Martins et al. (2003a), a elevação no CEB nas dietas é proporcionada pelo aumento de energia nos concentrados utilizados. O CEB no presente trabalho (2.474,77 kcal/dia), para a silagem de

sorgo, foi similar ao observado por Martins et al. (2003a). Porém, acima do recomendado pelo NRC (1989), para ovinos com 25 kg de PV.

A elevação do coeficiente de digestibilidade da energia ocorre tanto em relação ao consumo, devido à diluição do efeito da gordura metabólica fecal, como pelas características da energia no alimento, ao causar diferentes efeitos na sua digestibilidade (COPPOCK, 1987). O valor da DEB observada para a silagem de sorgo (52,54%), encontrada no presente trabalho, está próximo aos valores

(47,27% e 59,20%) registrados por Martins et al. (2003a). Essas variações podem ser abordadas sob diferentes aspectos, como alterações na fisiologia da digestão, alterações digestivas, velocidade de passagem, nível de consumo, alterações de pH, enfim, fatores que podem afetar a dinâmica ruminal e modificar a efetividade da fermentação e a utilização da energia da dieta, fatores esses que não foram avaliados no presente trabalho. Na Tabela 8 estão os valores de consumo da fibra detergente neutro (CFDN) e fibra detergente ácida (CFDA), em g/dia, em função do nível de concentrado na dieta.

Tabela 8 - Consumo da fibra em detergente neutro (CFDN), em g/dia, e da fibra em detergente ácido (CFDA) g/dia, em função do nível de concentrado na dieta.

Variável	Nível de concentrado (%MS)			
	0%	15%	30%	45%
CFDN (g/dia)	413,20 ^a	377,62 ^b	365,30 ^c	345,40 ^d
CFDA (g/dia)	242,38 ^a	220,05 ^b	204,91 ^c	190,18 ^d

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

A adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta experimental reduziu o consumo da CFDN, na ordem de 9,42%, 13,11% e 19,63%, e o CFDA, de 10,15%, 18,30% e 27,45%. Os consumos de FDN e FDA foram semelhantes nas diferentes dietas, equilibrado pelo aumento do consumo de matéria seca, com teores decrescentes de FDN (66,3% para 45,4%) e de FDA (40,14% para 24,63%), com incremento do concentrado. O consumo da FDN e da FDA na silagem de sorgo, foi de 413,20 g/dia e 242,38 g/dia, porém, abaixo dos mencionados por Martins et al. (2003b). Embora

Rodrigues et al. (2001) não tenham verificado efeitos de níveis de concentrado sobre consumo do FDN e da FDA, Silva et al. (1999) e Pereira (2006) observaram decréscimos no consumo dessas frações fibrosas, com o incremento do concentrado na dieta. Essas diferentes respostas podem ser atribuídas às variações na proporção volumoso:concentrado, tipo de volumoso e fontes e formas de grãos no concentrado. Na Tabela 9 estão os coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) e fibra em detergente ácido (DFDA), em função do nível de concentrado.

Tabela 9 - Digestibilidade da fibra detergente neutro (DFDN) e da fibra detergente acida (DFDA), em função do nível de concentrado da dieta.

Variável	Nível de concentrado (%MS)			
	0%	15%	30%	45%
DFDN (%)	56,68a	46,94b	39,53c	30,94d
DFDA (%)	47,02a	42,62b	34,84c	31,14d

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente (Duncan 0,05).

A adição de 15%, 30% e 45% de concentrado na dieta reduziu os índices de DFDN, na ordem de 20,76%, 43,38% e 83,20%, e 10,32%, 34,96% e 51%, de DFDA. Esses valores foram inferiores aos de Pereira (2006), em silagem de sorgo. Os índices de DFDN e da DFDA (56,68% e 47,02%), na silagem de sorgo, foram superiores aos observados por Martins et al. (2003b), em

diferentes cultivares de sorgo. A redução na digestibilidade da FDN e da FDA deve-se a diminuição dos seus teores na MS e elevação dos carboidratos solúveis, o que reduz os microrganismos celulolíticos no rúmen (ZAGO, 1991). As equações de predição das variáveis CMS, DMS, CPB, DPB, CEB, DEB, CFDN, DFN, CFDA e DFDA, em função das variáveis estudadas, são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Equações de predição do CMS, DMS, CPB, DPB, CEB, DEB, CFDN, DFN, CFDA e DFDA, em função das variáveis estudadas.

Variável	Equação	r ²
CMS	$CMS = 3,44 + 0,070PB - 0,0206FDN$	0,99
DMS	$DMS = 87,00 + 1,634PB - 1,006FDN + 3,52Lig$	0,99
CPB	$CPB = -20,8 + 10,72PB - 0,242FDN$	0,99
DPB	$DPB = -523,26 + 4,86PB + 0,07EB + 2,19FDN + 2,17Cel$	0,98
CEB	$CEB = -443,85 + 1,04EB - 35,312FDA$	0,99
DEB	$DEB = -48,07 + 0,024EB - 0,334FDN + 0,712Cel$	0,99
CFDN	$CFDN = 420,33 - 0,03EB + 1,72FDN$	0,92
DFDN	$DFDN = -77,91 + 0,012EB + 0,87FDA + 1,64Cel$	0,96
CFDA	$CFDA = 276,07 - 0,0245EB + 1,70FDA$	0,96
DFDA	$DFDA = 107,04 - 0,014EB - 0,55FDA + 4,986Lig$	0,97

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: MS - Matéria seca, PB - Proteína bruta, EB - Energia bruta, FDN - Fibra detergente neutro e FDA - Fibra detergente ácida.

4 CONCLUSÕES

O sorgo pode ser utilizado para elaboração de silagem por possui potencial produtivo, com elevada disponibilidade de matéria seca e bom valor nutritivo. Constitui alternativa para ser conservado e fornecido como suplemento alimentar nos sistemas de produção de ruminantes, principalmente em períodos críticos de forragem, e pode contribuir

para manter bons níveis nutricionais e elevar o desempenho animal. A utilização de concentrado na silagem de sorgo proporcionou maior disponibilidade de matéria seca na forragem e elevação do valor nutritivo da ração. Níveis entre 30% a 45% de concentrado possibilitam maior consumo e digestibilidade de MS, MO, PB e EB.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco da Amazônia pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento da dissertação do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, T.X. et al. O Estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO. 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986, p.19-43.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos.** 2004, 88 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.
- CÂNDIDO, M.J.D.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. Avaliação da produção e do valor nutritivo de silagens de cinco híbridos de sorgo 1. FOR:056. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 35.
- CARDOSO, A.R. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de carneiros alimentados com dietas que contém diferentes níveis de fibra detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006.
- COPPOCK, C.E.A Review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by products by dairy cattle. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 18, n. 5, p. 89-129, 1987.
- COSTA, M.A.L. et. al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 23-45, 2005.
- COSTA, N.A. et. al. Intensive buffaloes meat production in confinement in Para State, Brasil. In: BUFALO SYMPOSIUM OF THE AMERICAS, 1., 2002, Belém. **Proceedingsn**, Belém: APCB, 2002. p. 404-406.
- DIAS, A.M.A., et. al. Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à Silagem de Milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30 n. 6, p. 23-34, 2001.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO, J.F. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 545-554, jan. 2000.
- FEIJÓ, G.L.D.; THIAGO, L.R.L.S.; ARRUDA, E.F. Efeito de níveis de concentrado na engorda de bovinos confinados. Características das carcaças de animais Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, p.76-78.
- FERREIRA, J.J. et. al. **Efeito de silagem de milho, de sorgo e de capim elefante no desempenho de novilhos confinados.** Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1995, 16 p.
- HARRIS, L.E. **Método para el análisis químico y eveluación biológica de alimentos para animales.** Gainesville, Flórida: Center for Tropical Agriculture. Feed Composition Project. Livestock Pavilion. University of Florida. 1970.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelore nas fases de recria e terminação: Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p.1033-1041, 2002.
- Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 4, n. 8, jan./jun. 2009.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B. et. al. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA. 1, 2004, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004, p. 83-100.

MARTINS, L.C. et. al. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, 2003b.

MARTINS, R.G.R. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, 2003a.

MC DONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERSON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe, 1991.

MC NEIH, D.M. et. al. Condense tannins in the genus and their nutritional significance for ruminants. In: SHELTON, N. M. et. al (ed). **Leucena - adaption, quality and farming system**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 2005-2014. (ACIAR Proceedings, 86).

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais**, Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.

MINSON, D.J; MILFORD, R. The Voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass (*Digitaria decumbens*). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 7, n. 29, p. 546-555, 1967.

MOLINA, L.R. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estádio de grão farináceo. **Revista Brasileira de Veterinária**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 3, 2002.

MOREIRA, A.L. et al. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos feno de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30 n. 3, suppl.1, p. 10-18, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 6th. ed., Washington, D.C., 1989.

NEUMANN, M. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n. 1, p. 11-23, 2002.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D. C. **El Ruminante, fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1993, p.159-190.

PASCOAL, L. L. et al. Diferentes níveis de concentrado na dieta de bezerros de corte desmamados precocemente. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba (SP). **Anais...** Piracicaba, 2001.

PEDREIRA, M.S. et al. Características agrônômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 13-19, 2003.

PEREIRA, D.H. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 35, n. 1, p. 10-18, jan./fev. 2006

PESCE, D.M.S. et al. Análise de Vinte Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de Portes Médio e Alto, Pertencentes ao Ensaio Nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, jul/ago. 2000.

PRINCE, M.L.S.; VAN SCOYC, S.; BUTLER, L.G.A Critical evaluation for valinin reaction as assay for tannin in soghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New York, v. 26, n. 12, p. 1241-1218, Aug. 1978.

RESTLE, J. et al. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos, terminados aos 24 meses, com silagem de sorgo. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, p 3.

RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, Oklahoma, v. 65, n. 1, p. 194-202, Sept. 1985.

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C. **Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 6 p.

RODRIGUES, P.H.M. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Science Agriculture**, Piracicaba. v. 58, n. 3, p. 12-25, jul/set. 2001.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release 6.03. Cary: Statistical Analysis System Institute. 1988. 1028 p.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa:UFV, 1992.

SILVA, L.F.P. et al. Relação entre a composição química e a degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro da fração volumosa de híbridos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 12-18, jan./fev. 2000.

SILVA, N.L.Q. et al. Terminação de novilhos alimentados com silagens de sorgo associadas a três níveis de concentrado. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas contendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais eletrônicos**, Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM. Nutrição de Ruminantes. Resumo.

SOUZA, V. G. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 9-15, maio/jun, 2003.

STRACK, A.G.; MOLETTA, J.L.; PEROTTO, D. Efeito dos níveis de concentrado, sobre características de carcaça de novilhos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba (SP). **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1239.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

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

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. Níveis de concentrado na dieta de animais nelore não castrados: I. Consumo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, **Anais eletrônicos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD-ROM. Nutrição de ruminantes. Pôster 1073.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba (SP). **Anais ...** Piracicaba (SP): Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p. 169-217.

ZAGO, C. P.. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999, p. 47-68.

ZAGO, C.P. **Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes.** In: EMBRAPA – CNPMS, MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM, Sete Lagoas, (MG) 1997. p. 66. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 47).

