



**FENO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA
ASSOCIADO À MISTURA CANA-DE-AÇÚCAR E
URÉIA PARA OVINOS**

VIVIAN PRADO DE CAMARGO LEÃO

2007

VIVIAN PRADO DE CAMARGO LEÃO

**FENO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA ASSOCIADO À MISTURA
CANA-DE-AÇUCAR E URÉIA PARA OVINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestra.

Orientador

Prof. *D.Sc.* Joel Queiroga Ferreira

Co-orientador

Prof. *D.Sc.* Anselmo Eloy Silveira Viana

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA-BRASIL

2007

L478n Leão, Vivian Prado De Camargo

Feno da parte aérea da mandioca associado à mistura cana-de-açúcar e uréia para ovinos / Vivian Prado de Camargo Leão. – Vitória da Conquista: UESB, 2007.

71 f.: il. Color.

Orientadores: Joel Queiroga Ferreira e Anselmo Eloy Silveira Viana.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2007.

Referências: f. 58-66.

1. Nutrição animal - Ovinos. 2. Ovinos - Forragem. 3. Feno de mandioca. 4. Fitotecnia - Tese. I. Ferreira, Joel Queiroga. II. Viana, Anselmo Eloy Silveira. III. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título

CDD: 636.3085

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Feno da Parte Aérea da Mandioca Associado à Mistura Cana-de-Açuçar e Uréia para Ovinos”.

Autor: *Vivian Prado de Camargo Leão*

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

Prof. Joel Queiroga Ferreira, D.Sc. - UESB
Presidente

Prof. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, D.Sc. – Embrapa/Semi-Árido

Prof. Mauro Pereira de Figueiredo, D.M.V. - UESB

Data de realização: 31 de agosto de 2007.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3424-8731 – Faz: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45083-900 – e_mail: mestrado.agronomia@uesb.br

A minha filha Nicolle que me deu forças para a conclusão deste trabalho e teve horas restritas da minha presença.

Ao meu esposo Magno que se abdicou de muitas coisas para me dar apoio, pelo amor companheirismo e respeito.

A meu irmão Renato por se fazer infinitamente presente em todos os momentos.

Aos meus pais e minha sogra pelo incentivo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado da Bahia pelos recursos concedidos pelo programa de fixação de doutores (DCR-FAPESB/ CNPQ)

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pela oportunidade de realizar o Mestrado e agradecer pela bolsa concedida.

À Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves - COOPATAN, pela disponibilização do feno e principalmente ao Sr. Marcelo Abrantes que foi quem concretizou a possibilidade de fornecer o feno e ao Sr. José Nunes Irmão e a Empresa Baiana de desenvolvimento agrícola – EBDA, pela ajuda para o transporte do material.

A Miguel Augusto Ferraz Chatzivagiannis pelo empréstimo dos animais.

A Deus, por me dar forças e estar presente em todos os momentos.

A minha família pelo amor, incentivo e valiosa presença em todas as realizações de minha vida.

Ao meu irmão Renato pelo apoio sempre imediato e confiança e satisfação que demonstra aos meus novos passos.

À amiga e professora Dra. Raquel Pérez Maluf pelos incentivos, apoio e humanismo contagiante.

À amiga Ângela Santos Porto pelo companheirismo e conselhos.

Ao professor Dr. Mauro Pereira de Figueiredo pela paciência e ensinamentos e competente orientação em todas as fases do curso.

Ao professor Dr. Joel Ferreira Queiroga pela criteriosa orientação, ensinamentos e, principalmente, confiança em mim depositada durante a execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Anselmo Eloy Viana pela co-orientação nas análises estatísticas e correção do texto, pela dedicação, amizade e orientação durante o Mestrado.

À professora Dra. Maria Aparecida Castellani, pelo caráter justo e unilateral expresso durante sua coordenação.

Aos funcionários, Vera e Almir (vaqueiro), pela valiosa ajuda na realização

deste projeto.

A todos os funcionários da UESB, pela forma simpática que sempre me atenderam.

Aos estagiários do LNA pelos bons momentos, Antonio, Lucas, Anderson, Tiago, Roger, Pedro, Keity, Elizangêla e outros que por ali passaram.

Aos amigos da Pós-Graduação pela agradável convivência, apoio e lazer vividos, especialmente ao amigo Ronaldo Pessoa, pela companhia e bom humor.

“Os poucos professores que me impressionaram, não foram os que sabiam mais, mas aqueles que deram o máximo de si, que me olharam de frente, tal como eu era, com um humanismo que despertou e atraiu meu espírito inseguro e me chamou a assumir minha existência com minhas próprias mãos.”

Charles Chaplin

RESUMO

LEÃO, V. P. de C. **Feno da parte aérea da mandioca associado à mistura cana-de-açúcar e uréia para ovinos.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2007. 71p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).*

Foram objetivos do presente estudo avaliar os efeitos da associação da cana-de-açúcar com uréia com feno da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) como forrageira na alimentação de ovinos. O experimento foi realizado no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, no município de Vitória da Conquista-BA, no período de agosto a novembro de 2006. Foram utilizados 5 ovinos machos, inteiros, da raça Santa Inês, com o peso vivo médio de 40 kg e idade média de 18 meses, distribuídos em delineamento quadrado latino 5 x 5, com cinco tratamentos (0; 25; 50; 75 e 100% de associação de feno da parte aérea da mandioca em dietas de cana-de-açúcar picada + 1% de uréia e sulfato de amônio (9:1) em cinco períodos experimentais. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais de ensaios metabólicos, dotadas de comedouro e bebedouro e cocho de sal, além de coletores de fezes. Foram feitas a comparação do coeficiente de digestibilidade da MS através do método da coleta total de fezes e da CIA. O ensaio de digestibilidade teve a duração de 60 dias, sete para adaptação dos animais a cada dieta e cinco para cada coleta, totalizando cinco períodos de coleta. A associação de feno da parte aérea da mandioca com cana-de-açúcar e uréia na dieta de ovinos, elevou os consumos digestíveis de MS, PB, FDN e FDA, a partir do nível de 25% de inserção do feno da parte aérea da mandioca sendo seu nível ótimo de consumo de matéria seca digestível atingido com 65%. A CIA demonstrou ser um indicador adequado na estimativa da digestibilidade da MS.

Palavras-chave: consumo digestível, CIA, indicadores, peso metabólico, peso vivo, ruminantes, volumoso.

*Orientador: Joel Queiroga Ferreira, *D.Sc.*, UESB e co-orientador: Anselmo Eloy Silveira Viana Prof. *D.Sc.*, UESB.

ABSTRACT

LEÃO, V. P. de C. **Hay of the aerial part of the cassava associated the mixture sugar-cane and urea for lambs.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2007. 71p. (Dissertation – Master's in Agronomy, Phytotechny Concentration Area)*

The aim of the present study was to assess the effects of the association of sugar cane plus urea by hay from shoots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as forage for feeding sheep. The experiment was carried out at the campus of the State University of Southwestern Bahia (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB) in the municipality of Vitória da Conquista-BA, in the period from August to November 2006. Five intact male Santa Inês sheep, with an average live weight of 40 kg, and an average age of 18 months, distributed in a 5 x 5 Latin square design, with five treatments (0; 25; 50; 75 and 100% of hay inclusion from cassava shoots in diets of chopped sugar cane + 1% of urea and ammonium sulphate (9:1) in five experimental periods. The animals were kept in individual cages of metabolism assay, provided with feeder and drinker and salt trough, besides feces collectors. Comparisons were made to the digestibility of MS by the method of collection total of feces and the CIA. The digestibility test lasted for 60 days, seven to adapt the animals to each diet and five for each collection, totaling 05 periods of collection. The combination of hay on the part of air cassava with sugar cane and urea in the diet of sheep, raised the consumption digestives of DM, OM, NDF and ADF, from the level of 25% of insertion of hay on the part of air cassava since its optimal level of consumption of dry digestive reached with 65%. The CIA has proved an appropriate indicator in the estimation of the digestibility of MS.

Keywords: digestible, consumption, CIA, indexes, metabolic, weight, live weight, ruminants, forage.

* Adviser: Joel Queiroga Ferreira, *D.Sc.*, UESB and adviser: Anselmo Eloy Silveira Viana Prof. *D.Sc.*, UESB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Consumo em g/dia de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).	35
Figura 1.2 - Consumo em percentual do peso vivo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....	37
Figura 1.3 - Percentual de consumo de matéria seca (MS) em gramas por quilo do peso metabólico.....	38
Figura 1.4 - Percentual de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....	39
Figura 1.5 - Consumo digestível em kg da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....	41
Figura 2.1 - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca através da cinza insolúvel em ácido (CIA) para as associações entre cana-de-açúcar + uréia e feno da parte aérea da mandioca (PAMf).....	55
Figura 1A – Instalações dos animais.....	69
Figura 2A - Cocho de fornecimento da dieta.....	69
Figura 3A - Sacola metabólica.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Composição química percentual dos ingredientes com base na matéria seca (MS) utilizados nos ajustes das dietas experimentais.....	33
Tabela 1.2 - Exigência de ovinos com média de 50 kg de peso vivo de acordo com o NRC (1985) e seus respectivos consumos.....	34
Tabela 2.1 - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) através dos métodos de coleta total das fezes e da cinza insolúvel em ácido (CIA), para ovinos alimentados com associações entre cana-de-açúcar + uréia e feno da parte aérea da mandioca (PAMf).....	53
Tabela 1A - Variação de peso dos animais durante o experimento.....	68

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGV	Ácidos Graxos Voláteis
CA	Conversão Alimentar
CFDA	Consumo Fibra Detergente Ácido
CFDAD	Consumo Fibra Detergente Ácido Digestível
CFDN	Consumo Fibra Detergente Neutro
CIA	Cinza Insolúvel em Ácido
CMS	Consumo de Matéria Seca
CNF	Carboidratos não Fibrosos
CPB	Consumo Proteína Bruta
DCIA	Digestibilidade Cinza Insolúvel em Ácido
DFDA	Digestibilidade de Fibra Detergente Ácido
DFDN	Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
DMS	Digestibilidade da Matéria Seca
DPB	Digestibilidade Proteína Bruta
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GPD	Ganho de Peso Diário
GPV	Ganho de Peso Vivo
HCN	Ácido Cianídrico
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NIDA	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido
NNP	Nitrogênio não Protéico
PAM	Parte Aérea da Mandioca
PAMf	Feno da Parte Aérea da Mandioca
PB	Proteína Bruta
PMSf	Produção de Matéria Seca Fecal
PV	Peso Vivo

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	16
INTRODUÇÃO GERAL	14
CAPÍTULO II.....	16
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Uso da parte aérea da mandioca em dietas para ruminantes.....	19
2.2 Cana-de-açúcar na dieta de ruminantes	21
2.3 Considerações sobre o metabolismo ruminal de ovinos.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Instalações experimentais, animais e tratamentos.....	29
3.1.1 Coleta de dados referentes ao consumo de MS, PB, FDN, FDA e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).....	30
3.1.2 Coleta dos dados de PB, FDN, FDA NIDA e digestibilidade aparente dos nutrientes.....	31
3.1.4 Cálculos de digestibilidade.....	32
3.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÕES	43
CAPÍTULO III.....	44
1 INTRODUÇÃO	44
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	45
2.1 Uso de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes.....	45
2.1.1 A utilização da CIA como indicador	46
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.1 Instalações experimentais, animais e tratamentos.....	49
3.1.1 Coleta de dados referentes ao consumo de MS.....	50
3.1.2 Metodologia de validação dos dados referentes a digestibilidade total e aparente das dietas.....	51
3.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICES	67

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

O Semi-Árido do Nordeste brasileiro é caracterizado por dois períodos do ano bem definidos: águas e seco. No período seco, a produção de forragem geralmente é pequena, reduzindo a capacidade de suporte das pastagens, conseqüentemente, a produtividade dos rebanhos existentes é baixa. Manejo incorreto do rebanho, a exemplo da não separação de animais jovens das demais categorias do rebanho, leva à concorrência pelo uso da forragem disponível, conduzindo ao retardamento do desenvolvimento corporal, elevação da taxa de mortalidade de animais jovens e idade tardia ao abate. Conseqüentemente, a disponibilidade de animais para abate é reduzida e irregular, no período de entressafra (VASCONCELOS e outros., 2000).

Em função das características edafo-climáticas, a pecuária tem-se constituído, ao longo tempo, na atividade básica das populações rurais distribuídas nos 95 milhões de hectares da região semi-árida. As lavouras têm sido consideradas apenas como subcomponente na maioria dos sistemas de produção predominantes, em face de sua maior vulnerabilidade às limitações ambientais. O rebanho nordestino, embora expressivo, da ordem de 23,89 milhões de bovinos, 8,79 milhões de caprinos e 8,01 milhões de ovinos, apresenta baixos níveis de produtividade (IBGE, 2004).

A digestibilidade e o consumo são dois dos principais componentes que determinam a qualidade de um alimento. De todos os nutrientes necessários às exigências nutricionais para manutenção, crescimento e ou produção de ovinos Um método que estime adequadamente a digestibilidade e o consumo de forragem pelos animais é essencial para avaliação das pastagens. Várias técnicas têm sido propostas para se estudar a quantidade de forragem consumida por animais e a

digestibilidade destas forragens. Neste trabalho, procurou-se agrupar duas metodologias utilizadas experimentalmente, a coleta total das fezes e a CIA, fazendo-se uma breve apreciação a respeito de cada uma.

Com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar a associação do PAMf a cana-de-açúcar em dietas para ovinos, tendo em vista o consumo e a digestibilidade aparente e real dos nutrientes.

CAPÍTULO II

ALIMENTAÇÃO DE OVINOS COM A ASSOCIAÇÃO DA CANA-DE- AÇÚCAR E FENO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA: CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste conta com aproximadamente 1.542.000 Km², correspondendo a 13,5% da área total do Brasil, estando, inserida no polígono das secas. Nessa região, observa-se, em geral, baixa eficiência de produção no rebanho de ruminantes, em função de vários fatores, podendo-se citar a criação extensiva como o principal fator e a dependência quase que exclusiva das disponibilidades quantitativas e qualitativas das pastagens nativas. Como principais fatores a sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, na região do Semi-Árido brasileiro, é uma das grandes variantes para a produção animal, levando a períodos de grande produção, seguido de escassez. Para evitar a falta de alimentos volumosos na época da seca, o planejamento para produção e conservação de forragens é proposto como ponto de partida para a estruturação dos sistemas produtivos sertanejos.

Diante da necessidade de diversificação do uso das forrageiras suplementares, a mandioca é uma das espécies de plantas mais utilizadas na região, e a cana-de-açúcar destacam-se como boas opções.

No ano de 2005, o Brasil produziu 25,73 milhões de toneladas de raízes da mandioca em área cultivada de 1,89 milhões de hectares (IBGE, 2006). No Estado da Bahia, um dos principais produtores de mandioca do Brasil, com 4,56 milhões de toneladas e rendimento médio de 12,80 t.ha⁻¹ no ano de 2005, destaca-se como uma das maiores zonas produtoras desta euforbiácea, o Planalto de Conquista. Em 2005, o município de Vitória da Conquista - Ba produziu 23,4

mil toneladas de mandioca em uma área de 1,8 mil hectares (IBGE, 2006). A região de abrangência do município de Vitória da Conquista, respondeu por 9% da produção estadual em 2003, o equivalente a aproximadamente 350 mil toneladas (IBGE, 2005). O Município de Vitória da Conquista é o pólo de atuação nos aspectos geográfico, político e econômico, sendo nele realizada grande parte da industrialização e comercialização regional de mandioca e seus derivados.

Apesar da parte aérea da mandioca (PAM) apresentar várias qualidades como uma produtividade relativamente alta e elevado valor nutricional, o fácil cultivo da mandioca aliado ao seu expressivo papel social, não tem sido suficientes para dinamizá-la como fonte alternativa de volumosos na nutrição de ruminantes. No Brasil, se fosse aproveitado a parte aérea da planta (80%), atingir-se-ia a produção de 14,3 milhões de toneladas de matéria fresca disponíveis para a alimentação de ruminantes. Por isso, a sua utilização em associação a outras fontes de alimentos volumosos deve ser estudada para quantificar a proporção adequada a ser fornecida na dieta proporcionando atendimento das exigências nutricionais e elevando o desempenho animal. Neste contexto, o processo de fenação ocupa papel importante, permitindo o aproveitamento da forragem e sua reserva, destacando-se a PAM como uma dessas alternativas, tornando-se uma boa opção para alimentação de ovinos e na formulação de rações para confinamento.

A cana-de-açúcar tem sido amplamente utilizada para alimentação de ruminantes por apresentar, principalmente, duas características: alta produção por área, o que propicia baixo custo por tonelada produzida e também por manter seu valor nutricional no período da seca, quando há falta de forragens para pastoreio, entretanto, ainda é um recurso forrageiro pouco utilizado por criadores de ovinos do Nordeste. A cana-de-açúcar apresenta algumas limitações na alimentação de ruminantes. Uma delas é a baixa degradação de fibra no

rúmen, o que leva a uma limitação da taxa de reciclagem ruminal e, conseqüentemente, ao baixo consumo o que reduz também a ingestão de energia (PEIXOTO, 1986). O baixo teor protéico é outro aspecto que induz a necessidade de correção, principalmente com o nitrogênio não protéico (NNP) por ser mais econômico ou com o fornecimento de outro volumoso com alto teor de proteína, nesse caso a PAM.

Com o aumento considerável na demanda por carne ovina nos últimos anos, principalmente pelas populações de grandes centros, a produção de carne de cordeiros tem sido insuficiente para atender o mercado consumidor. Assim, a necessidade de se intensificar o sistema de produção, para permitir o abate mais precoce desses animais, visando o incremento da renda dos produtores nordestinos, faz-se necessário a fim de se conseguir uma maior rotatividade de animais, em menor tempo possível, nas propriedades.

Objetivou-se neste experimento, avaliar a cana-de-açúcar e o feno da parte aérea da mandioca (PAMf) e a associação destes como opções para suplementação volumosa de ovinos. Para isso, foi estudada a digestibilidade e o consumo da dieta exclusiva desses dois volumosos e das suas combinações: 25% cana: 75% PAMf; 50% cana: 50% PAMf e 75% cana: 25% PAMf, procurando-se determinar a melhor proporção entre eles, para a alimentação de ovinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso da parte aérea da mandioca em dietas para ruminantes

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófita, perene, arbustiva, pertencente a família das euforbiáceas e possui tolerância à seca e adaptação à variadas condições de clima e solo (LORENZI e outros, 2002).

A colheita da mandioca pode ser realizada ao longo do ano, à medida que as raízes atingem a maturidade. A quantidade de proteína nas folhas desta euforbiácea é maior que na maioria das forragens tropicais (CARVALHO e outros, 1983).

As raízes da mandioca, planta nativa do Brasil, são bastante utilizadas na alimentação humana e animal, podendo ainda ser utilizada sua parte aérea como volumoso para ruminantes. Considerando que apenas 20% do total de ramas são aproveitadas para o replantio, resta, no campo, 80% de um subproduto alimentar para os animais que não deve ser desperdiçado (CARVALHO e outros, 1983). Dessa forma, estima-se que aproximadamente 14 a 16 milhões de toneladas de PAM são deixadas no campo e se perdem, quando poderiam ser transformadas em leite e carne pelos ruminantes (CARVALHO; KATO, 1987).

Considerando-se a disponibilidade de mandioca na região Nordeste e conseqüentemente, de sua parte aérea há grande possibilidade de se utilizar o feno do terço superior e suas manivas na alimentação de ruminantes, procurando-se assim reduzir o custo de produção destes animais, em função das boas características bromatológicas desse volumoso.

A PAM destaca-se pela sua composição química e alta palatabilidade, além de possuir de 9% a 20% de proteína bruta (PB) e bom valor energético.

Podendo ser picadas e secas ou conservadas como silagem, sem necessidades de aditivos ou emurchecimento.

Análises químicas e biológicas de amostras de folhas e ramos tenros da PAM normalmente apresentam valores (% na matéria seca) semelhantes aos que se seguem: 20,9% de PB; 8,3% de extrato etéreo; 13,9% de fibra bruta; 6,9% de cinzas e 62,3% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (SALVIANO; CARVALHO FILHO, 1982), e 90% de MS, 22% de PB na folhagem seca (Cavalcanti e Guimarães Filho, 1997). Com esta composição a mandioca pode ser considerada uma forrageira de qualidade superior, quando comparada com outras forrageiras tropicais. Figueiredo e outros (1985) encontraram valores médios de 79,8% de matéria seca (MS), 13,3% de PB, 1,85% extrato etéreo, 35,9% de fibra detergente ácido (FDA), 52,6% de fibra detergente neutro (FDN) 49,6% de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, credenciando esta cultura a estar entre as principais alternativas forrageiras do país.

Barros e outros (1990), objetivando determinar o valor nutritivo do feno da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. Et. K. Hoffman), planta da mesma família da mandioca para caprinos e ovinos, avaliaram sua composição química e valor energético, encontrando 93,30% de MS; 1,92% de nitrogênio total; 12,00% de PB; 5,25% de proteína digestível; 58,60% de FDN; 28,70% de celulose e 2,00 Mcal/kg de energia digestível. Esses autores concluíram que o feno de maniçoba apresenta boa palatabilidade para caprinos e ovinos, porém, a digestibilidade é baixa (49,4%), provavelmente decorrente da alta concentração de lignina (17,1%); a digestibilidade de energia bruta foi considerada satisfatória (45,1%) e a proteína apresentou baixa degradabilidade ruminal (44,0%). Modesto (2002) encontrou teores de MS, PB, FDN, FDA e lignina de 25,20%; 19,5%; 51,0%; 41,0% e 12,4%, respectivamente, para a silagem do terço superior da rama de mandioca.

O maior obstáculo na utilização da PAM fresca na nutrição de ruminantes é a presença de glicosídeos cianogênicos. Estes, quando degradados geram o ácido cianídrico (HCN) que em concentrações superiores a de 2,4 mg de HCN/kg de peso vivo, causam intoxicação aguda, levando a morte (SOARES, 1989).

O HCN produz anóxia aguda dos tecidos porque bloqueia o transporte do oxigênio na cadeia respiratória, via enzima citocromoxidase, impedindo sua liberação para as células. Os sintomas clínicos observados, caracterizam-se por convulsões e parada respiratória. Doses menores causam respiração acelerada e mais superficial, taquicardia, mucosa de cor vermelho viva, depois cianóticas, sialorréia, tremores musculares, contrações tônicas e crônicas, decúbito, dispnéia cada vez mais acentuada e coma. Em alguns casos observa-se timpanismo com bolha dorsal e impedimento do reflexo de eructação e pela paralisia dos movimentos do rúmen (TOKARNIA e outros, 2000).

Por estes motivos, alguns cuidados têm que ser considerados em sua utilização a fim de eliminar ou diminuir seus efeitos, como a desidratação e o aquecimento como métodos de eliminação do HCN, como relatado por Buitrago (apud PINHO e outros, 2004). As variedades de mesa denominadas vulgarmente de “mansas” apresentam baixo teor de HCN, mas as variedades para farinha, denominadas “bravas” apresentam teor elevado deste ácido, porém, a picagem, secagem e ensilagem das folhas diminuem o teor desta substância reduzindo os riscos de intoxicação aos animais.

2.2 Cana-de-açúcar na dieta de ruminantes

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma herbácea, planta da família das gramíneas, espécie originária do sudeste da Ásia, onde é cultivada

desde épocas remotas. É cultivada em muitos países tropicais e subtropicais para obtenção do açúcar, do álcool e da aguardente, devido a sacarose contida em seu caule, formado por numerosos nós. No ano de 2006, o Brasil colheu uma safra de 458 milhões de toneladas em uma área plantada de 6,2 milhões de hectares (IBGE, 2007). Com relação à qualidade da cana-de-açúcar sob ponto de vista bromatológico, os fatores mais importantes são a idade da planta e a variedade, apesar de ela diferir das demais forrageiras em termos de idade fisiológica e alterações na composição químico-bromatológica, (CARVALHO e outros, 1998).

A cana-de-açúcar é cultivada numa extensa área territorial, compreendida entre os paralelos 35° de latitude Norte e Sul do Equador, apresentando melhor comportamento nas regiões quentes. O clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos (FAUCONNIER, 1975).

A região Nordeste, tradicional produtora de açúcar, vem perdendo posição relativa para a produção de São Paulo desde o lançamento do Proálcool, há anos. Melhores solos, áreas mecanizáveis, fortes investimentos em pesquisa e clima mais regular têm permitido uma produtividade muito superior a do Nordeste. Enquanto os produtores paulistas colhem em média quase 80 ton/ha, a produtividade média no Nordeste não passa de 60 ton/ha. No ano de 1999 o Nordeste produziu 53 milhões de toneladas de cana-de-açúcar utilizadas na produção de álcool, açúcar, aguardente, rapadura entre outros (Santana e Souza, 1984).

Solos profundos, pesados, bem estruturados, férteis e com boa capacidade de retenção são os ideais para a cana-de-açúcar, porém, devido a sua rusticidade, se desenvolve satisfatoriamente em solos arenosos e menos férteis,

como os de cerrado. A época de plantio ideal para a região Centro-sul é de janeiro a março, enquanto na setentrional é de maio a julho. A cana-de-açúcar tem sido disseminada por todo território nacional pelo fácil cultivo e grande produção de massa verde, facilitando a utilização na alimentação de bovinos na época da estação seca (MOREIRA, 1983).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo com grande área cultivada, estimando-se que 10% da produção destina-se a alimentação animal. Assim, seriam produzidos 30 milhões de toneladas de forragem verde, considerando uma produção de 120 toneladas de massa verde/ha/ano. Isto seria o suficiente para suplementar 15 milhões de bovinos durante 150 dias ao ano.

O valor nutricional da cana-de-açúcar *in natura* está diretamente ligado ao seu teor de açúcar, que pode chegar a 50% na MS, proporcionando valores de nutrientes digestíveis totais da ordem de 55% a 60%; no entanto, o seu teor de PB é extremamente baixo, não ultrapassando 4%, além do que esta proteína é de baixa digestibilidade. São também muito baixos os teores da maioria dos minerais, principalmente o fósforo. Entre os fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes, os mais importantes são idade da planta e a variedade (RODRIGUES; ESTEVES, 1992). Destaca-se também que a qualidade da forrageira depende de seus constituintes. Neste contexto, os constituintes da fibra das forrageiras são considerados de grande importância, por duas razões principais: a) compreendem a maior fração da MS da planta; b) constituem a fração da planta menos digerida no trato digestivo e a mais lentamente digerida no rúmen (THIAGO; GILL, 1993). O resultado é um alimento nutricionalmente desbalanceado e que oferecido como único alimento por vezes pode não atender às exigências de manutenção dos animais (THIAGO; VIEIRA, 2002). No entanto, a cana-de-açúcar pode suportar diferentes níveis de desempenho animal, dependendo da forma em que for suplementada.

Mendes Neto e outros (1998), trabalhando com cana-de-açúcar desidratada na terminação de ovinos, observaram que a cana acrescida de 4% de uréia na matéria natural se constituiu em uma alternativa viável para os produtores, visto que não apresentou diferença significativa quando comparada com cana desidratada acrescida de diferentes porcentagens de feno de leucena (10%, 20% e 30%), com relação a ganho de peso diário (0,1714 kg/dia; 0,1799 kg/dia; 0,1850 kg/dia e 0,1750 kg/dia respectivamente), consumo de matéria seca (73,607 g/UTM; 79,383 g/UTM; 80,733 g/UTM e 88,557 g/UTM, respectivamente) e conversão alimentar (5,4688; 5,7979; 5,6088 e 6,7619, respectivamente).

Como opção de volumoso, apresenta grande quantidade de carboidratos solúveis, que são rapidamente fermentados no rúmen. Porém, a sua fibra que também constitui porção considerável, apresenta baixa degradação ruminal, que freqüentemente é atribuída ao baixo teor de proteína do alimento (CARMO e outros, 2001). Dentre os fatores que influenciam na digestão da celulose estão a presença de pelo menos 1% de nitrogênio na dieta, por serem os compostos nitrogenados indispensáveis aos microrganismos (SILVA; LEÃO, 1979).

A cana-de-açúcar tem se tornado um volumoso suplementar de uso preferencial entre os pecuaristas por apresentar características tais como, persistência da cultura e o grande rendimento obtido em nossas condições (MELO e outros, 2004). Devido ao alto potencial de produção, principalmente na época seca do ano, merece atenção especial e suas limitações nutricionais devem ser consideradas e corrigidas, permitindo que os animais apresentem desempenho similar ao obtido com outros volumosos, e com menor custo (AROEIRA; LOPES; DAYRELL, 1995; ABRAHÃO; PEROTTO; MOLETTA, 1996).

A eficiência da utilização de forragens de baixa qualidade como a cana na alimentação de ruminantes, depende de vários fatores como disponibilidade

de nutrientes para um eficiente crescimento microbiano, temperatura do ambiente, características química e física da forragem que determinam a proporção do alimento digerido pela fermentação microbiana e os nutrientes dietéticos que escapam da fermentação no rúmen e são disponibilizados para a digestão e absorção no intestino delgado (LENG, 1990).

As características tais como, a elevada produção de energia por unidade de área cultivada, o fácil cultivo relativo e o baixo custo de MS produzida por unidade de área somada a coincidência de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem e a manutenção do valor nutritivo por longo tempo após a maturação, têm justificado a escolha da cana-de-açúcar como alternativa de volumoso na dieta de bovinos no período que compreende a estação seca do ano (ANDRADE, 1995; FARIA e outros, 1998; MAGALHÃES e outros, 2000; FERNANDES e outros, 2001). Outro fator a ser destacado quanto ao uso da cana como forrageira, além de sua riqueza em energia, é o auto-armazenamento e a manutenção constante de seu valor nutricional durante todo o ano no campo, fato este que não ocorre com qualquer outra forrageira (WARNAARS apud MOREIRA, 1983). A cana-de-açúcar possui um comportamento fisiológico diferente das outras gramíneas tropicais, pois sua digestibilidade total aumenta com a maturidade da planta (MENDES NETO e outros, 1998).

A uréia tem sido utilizada no tratamento químico de restos de cultura, com base na possibilidade de seu desdobramento em amônia na presença da urease (PEREIRA e outros, 1990). Pesquisas têm mostrado benefícios no desempenho de ruminantes na suplementação com concentrados de dietas à base de cana-de-açúcar com uréia, sugerindo que o melhor desempenho dos animais obtido com esses tratamentos seja devido ao fornecimento de energia (amido) e/ou proteína, que escapariam à digestão microbiana do rúmen, sendo absorvidas

como glicose e aminoácido no intestino delgado (PRESTON; LENG, 1978; AROEIRA e outros, 1993).

A cana-de-açúcar deve ser considerada como um alimento cujos nutrientes não são suficientes para atender todas as exigências nutricionais dos animais ruminantes, pois é pobre em proteínas e minerais, portanto, não deve ser utilizada como único alimento.

A substituição da silagem de milho pela cana tratada com 1% de uréia + sulfato de amônia (9:1) na matéria natural, na proporção de 25% de cana e 75% de silagem de milho permitiu melhor consumo alimentar (em % do peso vivo) de MS (2,81), MO (2,52) e FDN (1,51) para vacas em lactação, conforme relatados por Ribeiro e outros (2000). Para que se possa obter um melhor aproveitamento, aumentando a digestibilidade e a degradabilidade da cana-de-açúcar, deve-se fazer uma suplementação adequada de acordo com a categoria animal a ser alimentada.

2.3 Considerações sobre o metabolismo ruminal de ovinos

Os verdadeiros ruminantes são mais bem sucedidos mamíferos vegetarianos de grande porte. De cerca de 250 gêneros conhecidos, notavelmente os ovinos estão dentre as quatro principais espécies domésticas importantes na pecuária.

O sucesso ecológico dos ruminantes deve-se aos benefícios da fermentação pré-gástrica nos pré-estômagos. Tal fato permite o uso de dietas que são muito fibrosas, não adequadas para outros animais (não ruminantes), conferindo a estes a capacidade de desdobrar a celulose, liberando assim, o conteúdo intracelular, mas, ainda mais importante, permite que a própria celulose, forma mais abundante de carboidrato nas plantas, seja metabolizado,

permite a síntese de proteína microbiana de alto valor biológico a partir de proteínas vegetais de baixo valor biológico e de nitrogênio não protéico. A deficiência da vitamina B₁₂ impede a formação de hemoglobina, e uma série de lesões no sistema nervoso central pode ocorrer (LEHNINGER, 1985). Em ruminantes, a gluconeogênese e a hematopoiese são criticamente afetadas pela deficiência de vitamina B₁₂, assim como o metabolismo de carboidratos, lipídeos e ácido nucléicos (GRAHAM, 1991).

A fibra é um componente muito importante na dieta de ruminantes, pois está associada ao estímulo da mastigação, motilidade ruminal, saúde do animal, consumo de matéria seca, fornecimento de energia, entre outros. Ela é definida nutricionalmente como uma fração do alimento lentamente digestível e uma fração indigestível, que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (MERTENS, 1992).

Em relação a MO e a FDN, Ramanzin e outros (1997) observaram diferentes coeficientes de digestibilidade entre cervídeos, caprinos e ovinos com diferentes proporções de concentrado: volumoso (10:90, 50:50, 90:10) onde os ovinos apresentaram as maiores taxas de ingestão, digestibilidade aparente e o maior tempo de retenção da digesta, no rúmen, quando alimentados com dietas ricas em forragem.

Os ovinos são pastejadores mais seletivos que os bovinos, tendem a comer mais frequentemente, ruminam com mais frequência por curtos períodos e têm pré-estômago relativamente menor. Em função também da anatomia bucal, caracterizada pela grande mobilidade dos lábios e pela forma de apreensão do alimento com uso de lábios, dentes e língua, conseguem ser bastante eficientes na separação e escolha do alimento a ser ingerido, conseguindo apreender partes específicas da forragem, mesmo as de menor tamanho o que possibilita ao animal, quando em pastejo, escolher as partes mais

tenras e palatáveis da planta, rejeitando as partes de menor valor nutritivo (SANTOS e outros, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalações experimentais, animais e tratamentos

Este experimento foi conduzido durante os meses de agosto a novembro de 2006 no Estábulo Experimental no Campo Agropecuário da UESB em Vitória da Conquista-BA, localizado a 14°51'57'' S; 40°50'21'', a uma altitude média de 980 m. O clima predominante na região é do tipo sub-úmido, com precipitação pluvial anual de média 900 mm e período de maior pluviosidade de novembro a abril e temperatura média de 20,2°C.

Foram utilizados cinco ovinos machos, inteiros, da raça Santa Inês com idade média de 18 meses e peso vivo médio de 40 kg que foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5 x 5, com cinco tratamentos (0; 25; 50; 75 e 100% de inclusão da MS de PAMf em dietas de cana-de-açúcar picada + 1% de uréia e sulfato de amônio (9:1) em cinco períodos experimentais. Os ovinos utilizados neste experimento, os animais foram pesados, identificados com coleiras numeradas de 1 a 5 e vermifugados. Em seguida, passaram por um período pré-experimental de adaptação às gaiolas individuais de ensaios metabólicos, dotadas de comedouro e bebedouro e cocho de sal mineral, além de coletores de fezes e ao manejo durante 14 dias, quando foi estimado o consumo voluntário de MS fazendo-se ajustes diários em relação à quantidade fornecida e, a esse valor médio, acrescentou-se 10%, permitindo que houvesse sobras nos comedouros durante o período de coletas.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos às 08:00 h e 16:00 h e ajustada de forma a controlar a ingestão de alimentos efetuando-se a sua pesagem diária e mantendo as sobras em 10% do oferecido as quais foram identificadas e acondicionadas em freezer, para

posteriores análises laboratoriais. Água e suplemento mineral da Tortuga®¹ foram disponibilizados a vontade. No início e final de cada período experimental os animais foram pesados para se tomar o peso médio para o cálculo do peso metabólico. O período experimental do ensaio de digestibilidade teve a duração de 60 dias, sendo sete para adaptação dos animais a cada dieta e cinco para cada coleta, totalizando cinco períodos de coleta.

O procedimento de produção do feno da PAM pela COOPATAN utilizou as ramas e folhas da mandioca que foram picadas em picadeira estacionária NOGUEIRA modelo EN 9F3B acoplado a uma canaleta com rosca sem fim, que conduz a forragem ao secador tipo desidratador de erva, que utiliza lenha para geração de calor sendo o tempo aproximado de desidratação 1 minuto.

3.1.1 Coleta de dados referentes ao consumo de MS, PB, FDN, FDA e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Os dados de consumo da MS por animal por dia foram obtidos através da diferença entre a quantidade de MS fornecida e a das sobras. As amostras das dietas fornecidas e das sobras nos períodos de coleta foram homogeneizadas e reunidas em uma amostra composta por animal e período de coleta, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e congelados a -18°C ficando preservadas até sua utilização para as análises. Posteriormente foram

¹ Sal Mineralizado níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, fósforo 87g, sódio 147g, enxofre 18g, cobalto 40mg, cobre 590mg, cromo 20mg, ferro 1,800mg, iodo 80mg, manganês 1,300mg, selênio 15mg, molibdênio 300mg, zinco 3,800mg, flúor (máx.) 870mg, solubilidade do fósforo em ácido cítrico 2% (mín.).

descongeladas até atingirem a temperatura ambiente para as análises bromatológicas de acordo com Silva e Queiroz (2004).

3.1.2 Coleta dos dados de PB, FDN, FDA, NIDA e digestibilidade aparente dos nutrientes.

A partir do início de cada período de coleta retirou-se uma alíquota das fezes de 10% do total excretado durante 24 horas, após a homogeneização do material, essas amostras diárias foram reunidas em uma amostra composta por animal e período de coleta, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e congelados até as análises.

Terminados os períodos experimentais, as amostras de alimentos, sobras e fezes, ensacadas e congeladas, foram submetidas ao descongelamento até atingirem temperatura ambiente. A PB foi determinada pela metodologia recomendada por Silva e Queiroz (2002), multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,25. As análises de FDN e FDA foram determinadas segundo a metodologia do mesmo autor.

O cálculo da estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizado de acordo com a fórmula:

$$\text{NDT (\%)} = 99,39 - 0,764 \text{ FDN (\%)} \quad (r^2 = 0,66; p < 0,01)$$
 descrita por Cappele e outros (2001).

O nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foi determinado utilizando-se os resíduos da FDA, repetindo o processo para determinação da PB, conforme Silva e Queiroz (2004).

3.1.4 Cálculos de digestibilidade

Para os cálculos de digestibilidade dos nutrientes foi utilizada a equação segundo Schneider e Flatt (1975):

$$\% \text{ CD do nutriente} = \frac{\text{kg nutriente oferecido} - \text{kg nutriente recusado} - \text{kg nutriente nas fezes}}{\text{kg nutriente oferecido} - \text{kg nutriente recusado}} \times 100$$

3.2 Delineamento experimental e análise estatística

Utilizou-se o delineamento em quadrado latino 5 x 5 sendo as variáveis as dietas e os animais. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o programa SAS (1996), onde cinco animais receberam dietas de cana-de-açúcar + uréia, com cinco níveis de associação de PAMf (0; 2; 5; 75; 100 %), por cinco períodos compostos de sete dias de adaptação e cinco de colheita. O comportamento dos parâmetros analisados em função da inclusão do PAMf nas dietas de cana-de-açúcar + uréia foi avaliado por meio de equações de regressão que, para facilitar a interpretação, foram também apresentadas de forma gráfica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1.1 estão apresentados os dados referentes a composição bromatológica das dietas que foram utilizadas no experimento, os resultados encontrados após as análises demonstraram que o tratamento 0% de PAMf apresentou em média valores de PB abaixo das demais, mesmo com adição de uréia a este volumoso. De acordo com a mesma tabela pode-se observar que as dietas foram isoenergéticas e atenderam as exigências dos animais em NDT conforme as recomendações do NRC (1985) para manutenção de ovinos com 50 kg de peso vivo.

Tabela 1.1 - Composição química percentual dos ingredientes com base na matéria seca (MS) utilizados nos ajustes das dietas experimentais.

Dietas*	MS (%)	% na MS						
		PB	FDN	FDA	NIDA	CINZAS	CIA	NDT
0%**	28,91	10,02	48,34	31,22	0,36	5,70	0,67	62,22
25%**	33,32	16,03	51,78	35,12	0,32	7,90	0,70	59,57
50%**	44,81	20,42	52,11	36,28	0,34	11,20	0,75	59,32
75%**	55,40	23,07	49,54	35,07	0,52	17,50	0,80	61,29
100%	83,81	23,54	51,39	38,00	0,80	13,00	0,94	59,87

*Níveis de inserção da PAMf ** Enriquecidas com 1 % de uréia + sulfato de amônio (9:1); PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CIA= cinza insolúvel em ácido; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Estão representados na Tabela 1.2 os consumos de PB, NDT e MS em (%PV) em relação as exigências do NRC (1985), demonstrando que os animais alimentados com 0% de PAMf não tiveram as suas exigências para manutenção atendidas, isto confirma a necessidade de suplementação da dieta contendo unicamente a cana-de-açúcar + uréia.

Tabela 1.2 - Exigências de ovinos com média de 50 kg de peso vivo de acordo com o NRC (1985) e seus respectivos consumos.

Exigência/Consumo	0**	25**	50**	75**	100**
Consumo MS (g/animal/dia)	660	1343	1344	1456	1566
Exigências de PB* (% atendida)	69,47	226,18	282,94	352,50	395,62
Porcentagem de PB dieta (g/animal/dia)	10,02	16,03	20,42	23,07	23,54
Consumo de PB (g/animal/dia)	66	214,88	268,8	334,88	375,84
Exigências de NDT* (% atendida)	74,4	146,5	144,17	161,48	170,83
Porcentagem de NDT dieta (g/animal/dia)	62,22	59,57	59,32	61,29	59,87
Consumo NDT (g/animal/dia)	409,2	805,8	792,96	888,16	939,6
Exigências MS em % PV* (% atendida)	74,5	146	147,5	163,5	171
Consumo MS em % PV	1,49	2,92	2,95	3,27	3,42

*NRC (1985); **0% de inclusão de PAMf na MS, 25% de inclusão de PAMf na MS, 50% de inclusão de PAMf na MS, 75% de inclusão de PAMf na MS e 100% de inclusão de PAMf na MS.

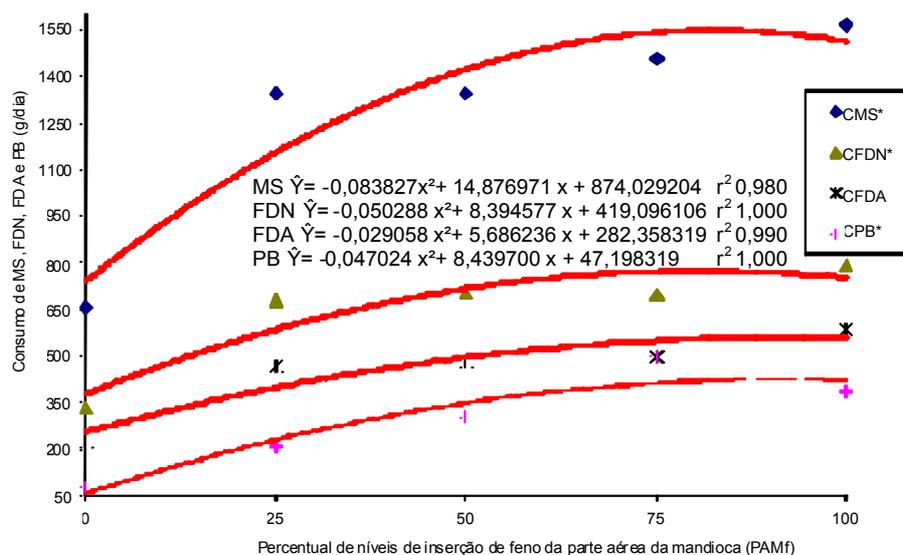
O consumo NDT foi diferente entre os tratamentos, sendo encontrada uma menor ingestão para a dieta exclusiva de cana-de-açúcar. Para as demais combinações os consumos de NDT foram semelhantes, porém, os valores de consumo de NDT para todas as combinações apresentaram-se acima do recomendado pelo NRC (1985), que é de 550 g/dia para ovinos de 50 kg de peso vivo.

Em virtude de grande proporção de cana-de-açúcar na dieta de 0% de PAMf, e da qualidade inferior da fibra desse alimento, os animais submetidos a estas dietas ingeriram quantidades de energia insuficientes para atender as exigências nutricionais de manutenção, com exceção das dietas formuladas com níveis mais elevados de feno.

Observa-se também, que as dietas com inclusão de PAMf ultrapassaram os valores exigidos.

Na Figura 1.1 observa-se que com a adição de 25% de PAMf a dieta oferecida aos ovinos levou a um acentuado incremento no consumo de MS

(CMS), consumo de FDN (CFDN), consumo de FDA (CFDA) e consumo de PB (CPB) em relação ao oferecimento da dieta exclusiva de cana com uréia.



*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 1.1 - Consumo em g/dia de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

As médias de consumo obtidos neste trabalho foram de 1273 g/dia superiores aos encontrados por Castro e outros (2004) trabalhando com ovinos alimentados com rações completas, contendo níveis crescentes de maniçoba com 1240 g/dia e aos de Medina (2005) também trabalhando com dietas completas contendo silagem de maniçoba para caprinos que foi de 1020,5 g/dia.

O NRC (1985) recomenda o CMS de 1000 g/dia para manutenção de animais com 50 kg de peso vivo, portanto, não atendida na dieta contendo unicamente a cana-de-açúcar + uréia, porém, alcançada a partir do nível de 25% de inclusão do PAMf nas dietas com seu nível ótimo em 65% de inclusão. Com

relação ao CFDN e CFDA os valores variaram de 331,4 a 791,2 e de 225,2 a 585,5 g/dia, respectivamente, verificando-se igualmente um aumento no consumo quando foi adicionada a PAMf, provavelmente em função da maior ingestão total de MS nestas combinações.

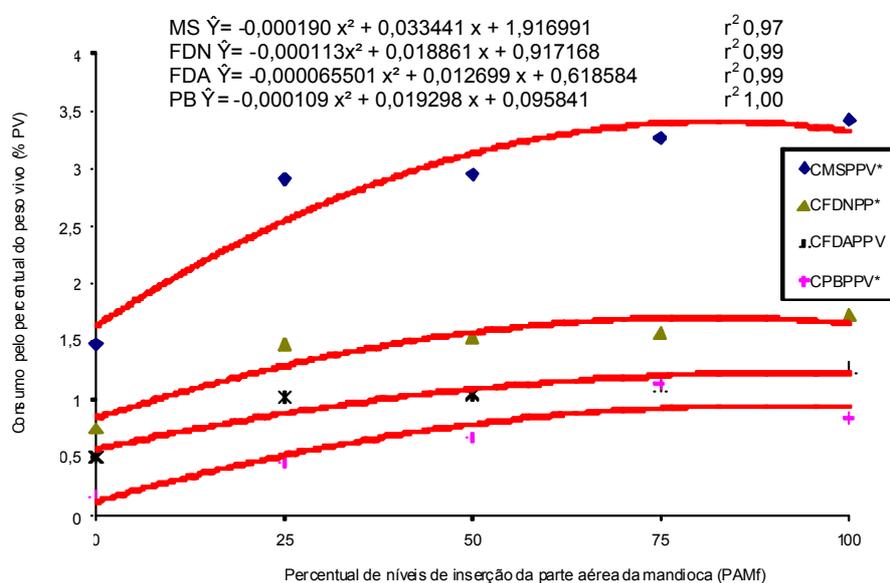
O consumo médio de FDN e FDA para as cinco dietas iguais a 640,6 e 452,1 g/dia, são maiores que os observados por Castro e outros (2004) com níveis crescentes de feno de maniçoba nas proporções de 20, 40, 60 e 80% que foram de 401,01 e 215,41 g/dia e aos de CFDN obtidos por Araújo e outros (2002) para animais recebendo níveis de 30, 40, 50, 60 e 70% de feno de maniçoba e ainda aos de Medina (2005) com dietas completas contendo silagem de maniçoba para caprinos.

Segundo Van Soest (1994), sob dietas qualidade inferior, vários fatores podem estar relacionados ao controle do consumo, como limitações no tempo de alimentação, enchimento e conseqüente limite da distensão ruminal, ou até mesmo deficiências de nitrogênio, elevadas produções de ácido acético em dietas ricas em fibra e carência de outros nutrientes que possam estar envolvidos no mecanismo. Tanto fatores que retardam a digestão ruminal provocando o enchimento deste órgão, como outros que atuam mais diretamente no metabolismo do animal, podem estar relacionados.

Estão representados pela Figura 1.2 os dados de consumo em percentual do peso vivo (% PV) de MS, FDN, FDA e PB. As dietas que tiveram a inserção de PAMf apresentaram médias de consumo de MS de 3,14 %PV, sendo que o mínimo foi de 1,50 %PV para a dieta com apenas cana-de-açúcar. Esta dieta foi a única que apresentou-se abaixo do exigido pelo NRC (1985) para animais de 50 kg de peso vivo em manutenção que é de 2,0 %PV. As médias obtidas neste estudo são próximas às encontradas por Medina (2005) combinando silagem de maniçoba com grão de milho moído e silagem de maniçoba com farelo de palma, que foram de 3,79 %PV e superiores aos de Veras e outros (2006) com o

farelo de palma em substituição a palma forrageira em substituição ao milho, com valores médios de 2,39 %PV.

Quanto aos consumos de FDN, FDA e PB as maiores ingestões ocorreram a partir da inclusão de 25% de PAMf sendo os mínimos encontrados para a dieta exclusiva de cana-de-açúcar que foram de 0,75; 0,51 e 0,17 %PV, respectivamente.

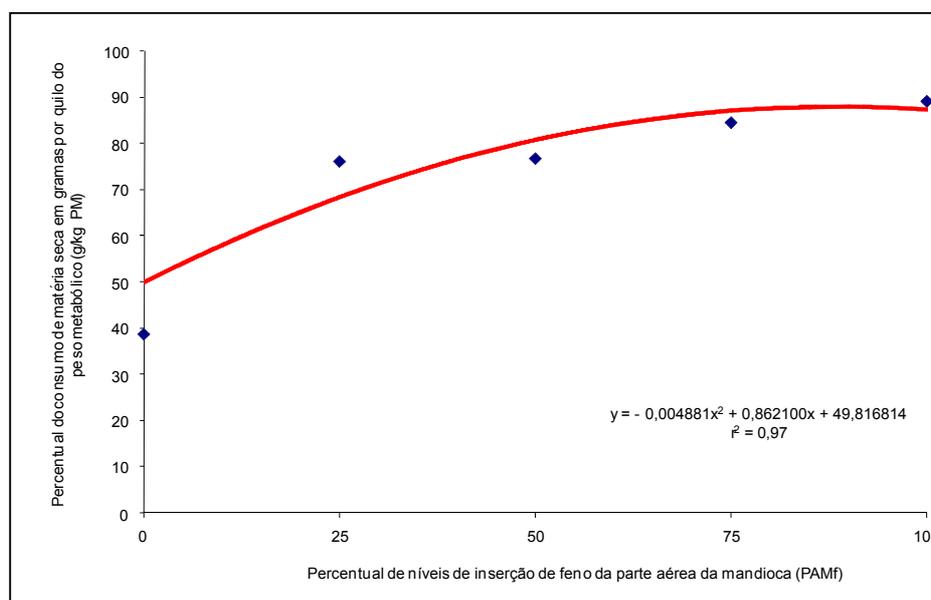


*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 1.2 - Consumo em percentual do peso vivo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

A tendência de aumento no CMS, expresso em gramas por quilo do peso metabólico (g/kg PM), a partir da inclusão do PAMf é observada na Figura 1.3. A média do CMS foi de 73,01 g/kg PM, porém, para a dieta de 25% de PAMf foi de 81,63 g/kg PM, elas foram próximas as de Medina (2005) com as dietas

que combinaram silagem de maniçoba e grão de milho e silagem de maniçoba com farelo de palma que foram de 82,09 g/kg PM e inferiores as de Barros e outros (1990), trabalhando com ovinos, alimentados unicamente com feno de maniçoba que observaram um consumo de 97,6 g/kg PM.

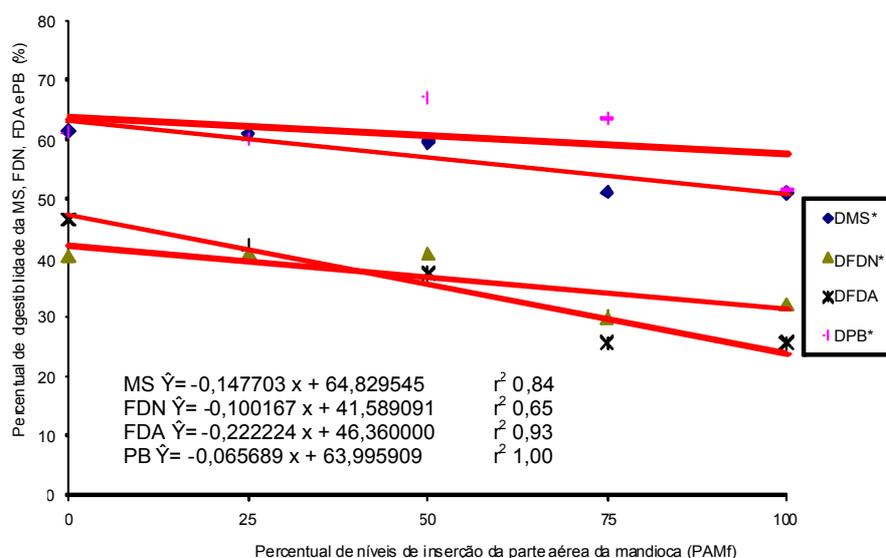


*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 1.3 – Percentual de consumo de matéria seca (MS) em gramas por quilo do peso metabólico.

O aumento de PAMf nas dietas evidenciou a tendência de redução nos coeficientes de digestibilidade da MS, FDN, FDA e PB, como observado na Figura 1.4. Entretanto, verifica-se que houve aumento no consumo destas frações reduzindo seus resultados médios percentuais de digestibilidade (Figura 1.1). Este comportamento foi o de maior consumo observado e pode ser explicado porque ruminantes que recebem dietas com alta densidade de nutrientes têm o consumo determinado pela demanda de MS, uma vez que a

elevação na concentração de produtos metabólicos no rúmen ou na corrente sanguínea após a refeição estimulará receptores quimicamente sensíveis que, por sua vez, atuarão no sistema nervoso central responsável pela saciedade (THIAGO; GILL, 1990).



*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 1.4 – Percentual de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Analisando-se os resultados dos coeficientes de digestibilidade da (Figura 1.4), constata-se que o efeito de redução neste parâmetro para a MS foi de $\pm 10\%$ com o aumento no nível de oferta de PAMf. O valor médio desta variável de 56,8% foi próximo aos encontrados por Damasceno e outros (2000) usando diferentes níveis de palha de arroz amonizada na dieta de ovinos que obtiveram em média 58,6%. Verifica-se que os animais alimentados com as dietas com menor proporção de feno aproveitaram-nas com mais eficiência em relação aos coeficientes de digestibilidade mensurados, provavelmente em

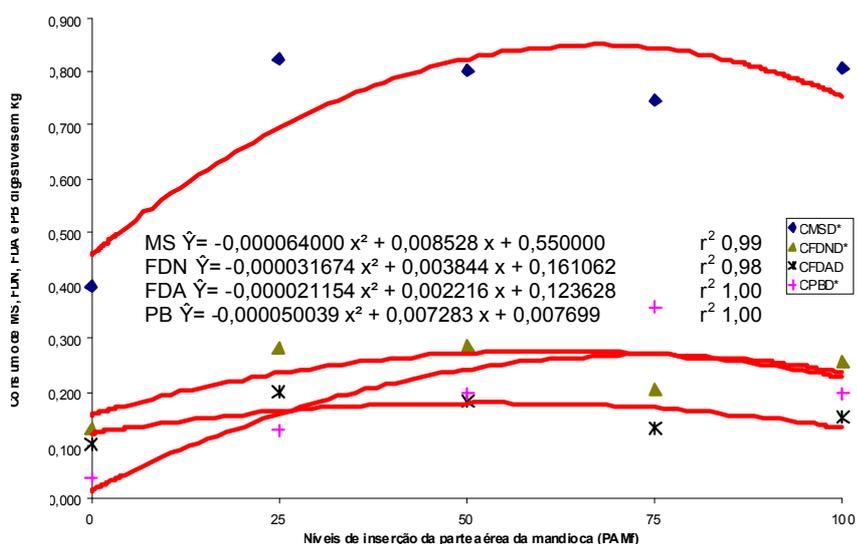
decorrência dos menores teores da MS das dietas com exclusividade cana-de-açúcar, que não permitiram a possibilidade de um consumo mais elevado da ração o que induziu a uma melhor digestibilidade desta (Figura 1.4).

Os coeficientes de digestibilidade referentes a MS, PB, FDN e FDA decaíram com a inserção de PAMf confirmando a tendência de aumento no consumo de MS. Associado a este fenômeno de aumento da digestibilidade da fração dos compostos integrantes dos volumosos, pode também ter ocorrido uma influência direta da própria FDA da PAMf neste aspecto, quando usado integralmente na composição da mesma, esta apresentou um maior nível na dieta (Tabela 1.1). Quando o volume da ração é o fator limitante, os animais são incapazes de ingerir quantidades suficientes de nutrientes para suprir as necessidades energéticas, o que implica em menor produção (Signorette e outros 1999), isso é o que provavelmente foi observado nas dietas à base de cana-de-açúcar. Comportamento semelhante para o consumo de MS foi verificado por Carvalho e outros (1987), entre rações experimentais com fontes energéticas à base de milho, casca de mandioca, raspa de mandioca e farinha de varredura, e Araújo e outros (1998) com 0, 50 e 100% de feno de caatingueira, trabalhando com níveis crescentes de volumoso em dietas para ovinos.

Titi e outros (2000), comparando o desempenho de cordeiros Awassi e cabritos Black, alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos, 12, 14, 16 e 18% de PB, verificaram para os cordeiros Awassi, ganhos de peso de 99; 171; 208 e 189 g/dia. Uma hipótese do bom desempenho, com o nível de 16 e 18% de PB, poderia ser a idade dos animais usados no experimento (entre 110 e 150 dias). Normalmente, os animais depositam mais proteína no corpo durante o crescimento, indicando que podem utilizar rações com níveis de proteína mais altos (WIDDOWSON; LISTER, 1991). O comportamento inverso ocorrido pode ser atribuído ao estágio de desenvolvimento dos cordeiros do experimento, pois o requerimento protéico diminui com o avançar da idade, tendo assim um custo

metabólico para o nível protéico nas rações com altas proporções de PAMf. Por outro lado também, por uma possível elevação da taxa de passagem, decorrente do menor tamanho médio de partícula observado no PAMf. A dominância de um desses dois mecanismos de controle de consumo sobre o outro pode estar associado à qualidade da dieta em termos de conteúdo energético e digestibilidade, podem influenciá-lo positiva ou negativamente.

Os consumos digestíveis totais de MS, PB, FDN e FDA são apresentados na Figura 1.5.



*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 1.5 – Consumo digestível em kg da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Observa-se que a inclusão de PAMf apresentou pequeno efeito na associação com a cana-de-açúcar somente no consumo de FDA digestível (CFDAD), mas para as outras variáveis houve um efeito significativo com a

inclusão de PAMf a partir de 25%. Pode-se inferir dessa maneira que a associação da cana-de-açúcar por PAMf afetou positivamente os consumos digestíveis de MS, PB e FDN.

Não houve efeito positivo da associação da cana-de-açúcar por PAMf, nas variáveis de digestibilidade estudadas como DMS, DPB, DFDN, DFDA (Figura 1.4). Porém, quanto as outras variáveis de consumo e consumo digestível a inserção de PAMf teve uma resposta positiva inicial para o menor nível de inclusão que se manteve, decrescendo somente quando fornecida exclusivamente 100% de PAMf. Dessa forma, nas condições representadas por este estudo, o PAMf é um volumoso que pode ser oferecido, sem que haja prejuízos na ingestão de nutrientes, sendo seu uso condicionado a sua disponibilidade e custo. Com o objetivo de maximizar a produção de proteína microbiana, deve-se sincronizar a degradação de energia e proteína no rúmen, portanto, fontes alternativas de energia devem ser avaliadas juntamente com o PAMf para buscar o melhor efeito associativo entre os alimentos.

5 CONCLUSÕES

A associação de feno da parte aérea da mandioca com cana-de-açúcar e uréia na dieta de ovinos, elevou os consumos digestíveis de matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutro e fibra detergente ácido, a partir do nível de 25% de inserção do feno da parte aérea da mandioca sendo o nível ótimo de consumo de matéria seca digestível atingido com 65%.

A cana-de-açúcar com uréia não foi suficiente para atender os níveis adequados de ingestão de nutrientes exigidos pelos ovinos quando comparada com sua associação com o feno da parte aérea da mandioca nos diferentes níveis testados.

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA UTILIZANDO-SE OS MÉTODOS DE CINZA INSOLÚVEL EM ÁCIDO (CIA) E DE COLETA TOTAL DAS FEZES EM DIETAS COM ASSOCIAÇÃO ENTRE O FENO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA (PAMf) E CANA-DE-AÇÚCAR + URÉIA NA DIETA DE OVINOS.

1 INTRODUÇÃO

Os indicadores têm sido utilizados como ferramenta experimental por muitos anos (MERCHEN, 1993) e um amplo número de substâncias tem sido avaliadas como indicadores para estudar a função digestiva em ruminantes (ZEOULA e outros, 2002). Eles podem ser internos quando ocorrem naturalmente no alimento, ou externos quando são adicionados a ração ou administrados ao animal.

A digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes para a avaliação do valor nutritivo de um alimento. A determinação da digestibilidade através de ensaios de alimentação, envolvendo coleta total das fezes, requer controle rigoroso das ingestões e excreções, o que a torna trabalhosa.

A CIA possui certas vantagens como marcador, por ser fácil de analisar e seu conteúdo nas fezes não apresentar variações durante o dia ou ao longo de vários dias (VAN KEULEN; YOUNG, 1977).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes

O consumo e digestibilidade dos nutrientes e a utilização destes nos diferentes compartimentos do trato digestivo se constituem na estimativa que mais se aproxima do valor nutritivo verdadeiro dos alimentos. Segundo Mertens (1993), o consumo de alimentos é função do animal (peso vivo, nível de produção e tamanho), do alimento (fibra em detergente neutro efetiva, volume, capacidade de enchimento, densidade energética e necessidade de mastigação) e das condições de alimentação (disponibilidade de alimentos, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento e frequência de alimentação). Constituintes naturais da dieta que apresentam baixa digestibilidade têm sido utilizados como indicadores para determiná-la. Os indicadores internos apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento e, de modo geral, permanecem distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO e outros, 1991).

Os erros de amostragem podem ser reduzidos se um componente indigestível de alta porcentagem na matéria seca (MS) puder ser encontrado. Neste sentido tem sido sugerido que as frações fibrosas indigestíveis do alimento sejam utilizadas com este propósito (LIPPKE e outros, 1986).

A digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos, nível de consumo, taxa de passagem e interações desses fatores e, por isso, frequentemente é difícil simular essas condições *in vitro* (CONCHRAN e outros, 1986). Por outro lado, a estimativa da digestibilidade quantificada por indicadores pode ser desejável porque simplifica o procedimento experimental quando comparado com a coleta total das fezes (VAN SOEST, 1994).

Os estudos comparativos de digestibilidade podem ser utilizados como uma importante ferramenta, auxiliando na classificação nutricional dos ruminantes. Estes estudos são conduzidos com várias espécies com o intuito de comparar seus coeficientes de digestão e demonstrar a suposta superioridade de uma espécie sobre a outra ou para mostrar iguais habilidades digestivas. Porém, valores de digestibilidade semelhantes entre duas espécies não necessariamente indicam idênticas capacidades digestivas e metabólicas (VAN SOEST, 1994).

A estimativa da digestibilidade utilizando um indicador se baseia no fato de que, durante a passagem do alimento pelo trato digestório, uma fração da dieta sofre digestão e absorção. Conseqüentemente, as frações mais indigestíveis tornam-se mais concentradas nas fezes do que na dieta consumida. Deste modo, amostras representativas da dieta e das fezes podem ser utilizadas para se estimar a digestibilidade.

Várias substâncias têm sido utilizadas como indicadores de digestibilidade, a exemplo da cinza insolúvel em ácido (CIA) que foi utilizada neste experimento por apresentar características apropriadas para ser utilizada como indicador.

2.1.1 A utilização da CIA como indicador

A CIA tem despertado muito interesse em pesquisas sobre indicadores nos últimos anos, pois é possível ser empregada marcador interno em provas de balanço nutricional. A CIA representa em teoria a fração de minerais que é inerte e não disponível ao animal, sendo também um passo intermediário para a determinação de sílica. Contudo, os silicatos ou sílicas opalinas de origem vegetal e mineral provenientes do solo podem superestimar os resultados de algumas análises (VAN SOEST; ROBERTSON, 1985). Thonney e outros (1985), sugerem que dietas com menos de 0,75% de CIA podem produzir

estimativas erradas da digestibilidade e observaram que o uso da cinza insolúvel como método é inferior ao FDA indigestível para determinar a digestibilidade (MINSON, 1990).

A CIA tem proporcionado estimativas exatas da digestibilidade da MS, como também diferenças entre as dietas como nas observações feitas por Van Keulen e Young (1977), que obtiveram uma recuperação que variava entre 90 e 103,4%. Outros estudos reportaram uma recuperação de 127% por (MINSON, 1990) e estimativas de digestibilidade através de CIA em HCl a 2N apresentam porcentagens de recuperação fecal próximas a 100% (ARAÚJO e outros, 2000). Variações na recuperação de cinzas foram descritas por Huhtanen e outros (1993), onde concluíram que sua origem foi a passagem de solo e areia acumulados no rúmen e eliminados nas fezes.

A sílica é o segundo elemento mais abundante na superfície terrestre sendo um elemento estrutural que junto a lignina fortalecem e fazem rígidas as paredes celulares das plantas (VAN SOEST, 1994). Animais em pastoreio podem ingerir partículas de solo e pedras, que podem ser retidas no rúmen e estas podem continuar erodindo-se e liberando sílica. Esse processo pode afetar a digestão e a composição de cinza insolúvel (CROCKER e outros, 1998). Por outro lado, podem ocorrer também variações na cinza insolúvel na dieta devido as frações de mineral biogênico (principalmente sílica) e contaminação com solo e pó (CROCKER e outros, 1998).

A contaminação do alimento com solo ou pó e o consumo de material de camas pode causar erros e reduzir a confiabilidade deste método (SATTER e outros 1986). A sílica pode ser uma das contaminações mais importantes da dieta (ARNOLD, 1967).

A recuperação da sílica esta em cerca de 100%, esta não é muito utilizada como indicador devido a sua possível absorção no intestino e existe o risco de que a forragem se contamine com solo, no qual invalida as estimações

de consumo com base na sílica (OMED, 1986). A sílica se encontra presente como sílica sólida e ácido monossilícico, variando a relação entre estes dois compostos de acordo com a espécie (OMED, 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalações experimentais, animais e tratamentos

Este experimento foi conduzido durante os meses de agosto a novembro de 2006 no Estábulo Experimental no Campo Agropecuário da UESB em Vitória da Conquista-BA, localizado a 14°51'57'' S; 40°50'21'', a uma altitude média de 980 m. O clima predominante na região é do tipo sub-úmido, com precipitação pluvial anual de 900 mm e período de maior pluviosidade de novembro a abril, e a temperatura média é de 20,2°C.

Foram utilizados cinco ovinos machos, inteiros, da raça Santa Inês com idade média de 18 meses e peso vivo médio de 40 kg que foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5 x 5, com cinco tratamentos (0; 25; 50; 75 e 100% de inclusão da MS de feno da parte aérea da mandioca em dietas de cana-de-açúcar picada + 1% de uréia e sulfato de amônio (9:1) em cinco períodos experimentais. Os ovinos utilizados neste experimento, os animais foram pesados, identificados com coleiras numeradas de 1 a 5 e vermífugados. Em seguida, passaram por um período pré-experimental de adaptação às gaiolas individuais de ensaios metabólicos, dotadas de comedouro e bebedouro e cocho de sal mineral, além de coletores de fezes e ao manejo durante 14 dias, quando foi estimado o consumo voluntário de MS fazendo-se ajustes diários em relação à quantidade fornecida e, a esse valor médio, acrescentou-se 10%, permitindo que houvesse sobras nos comedouros durante o período de coletas.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos às 08:00 h e 16:00 h e ajustada de forma a controlar a ingestão de alimentos efetuando-se a sua pesagem diária e mantendo as sobras em 10% do oferecido as quais foram identificadas e acondicionadas em freezer para

posteriores análises laboratoriais. Água e suplemento mineral da Tortuga®² foram disponibilizados a vontade. No início e final de cada período experimental os animais foram pesados para se tomar o peso médio para o cálculo do peso metabólico. O período experimental do ensaio de digestibilidade teve a duração de 60 dias, sendo sete para adaptação dos animais a cada dieta e cinco para cada coleta, totalizando cinco períodos de coleta.

O procedimento de produção do feno da PAM pela COOPATAN utilizou as ramas e folhas da mandioca foram picadas em picadeira estacionária NOGUEIRA modelo EN 9F3B acoplado a uma canaleta com rosca sem fim, que conduz a forragem ao secador tipo desidratador de erva, que utiliza lenha para geração de calor sendo o tempo aproximado de desidratação de 1 minuto.

3.1.1 Coleta de dados referentes ao consumo de MS

Os dados de consumo da MS por animal por dia foram obtidos através da diferença entre a quantidade de MS fornecida e a das sobras. As amostras das dietas fornecidas, das fezes e das sobras nos períodos de coleta foram homogeneizadas e reunidas em uma amostra composta por animal e período de coleta, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e congelados a -18°C ficando preservadas até sua utilização para as análises de acordo com Silva (2004).

² Sal Mineralizado níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, fósforo 87g, sódio 147g, enxofre 18g, cobalto 40mg, cobre 590mg, cromo 20mg, ferro 1,800mg, iodo 80mg, manganês 1,300mg, selênio 15mg, molibdênio 300mg, zinco 3,800mg, flúor (máx.) 870mg, solubilidade do fósforo em ácido cítrico 2% (min.).

3.1.2 Metodologia de validação dos dados referentes a digestibilidade total e aparente das dietas

Neste estudo como método de validação comparou-se a digestibilidade da MS estimada e a real das dietas que foram determinadas diretamente a partir da coleta total das fezes e a diferença entre a recuperação do indicador calculada a partir da concentração deste nas análises.

$$\% \text{ CD do nutriente} = \frac{\text{kg nutriente oferecido} - \text{kg nutriente recusado} - \text{kg nutriente nas fezes}}{\text{kg nutriente oferecido} - \text{kg nutriente recusado}} \times 100$$

Para medir a recuperação do marcador em cada um dos tratamentos se comparou a quantidade total presente nas fezes com a quantidade total encontrado na dieta e se expressou em porcentagem.

A recuperação do marcador em cada uma das dietas foi feito de acordo com a metodologia em anexo.

3.2 Delineamento experimental e análise estatística

Utilizou-se o delineamento em quadrado latino 5 x 5 sendo as variáveis as dietas e os animais. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o programa SAS (1996), onde cinco animais receberam dietas de cana-de-açúcar + uréia, com cinco níveis de associação de PAMf (0; 25; 50; 75 e 100 %), por cinco períodos compostos de sete dias de adaptação e cinco de colheita. O comportamento dos parâmetros analisados em função da inclusão do PAMf nas dietas de cana-de-açúcar + uréia foi avaliado por meio de equação de regressão e a análise em esquema fatorial 2 x 5 (2 métodos e 5 tratamentos) pelo

teste Tukey com 5% de probabilidade, comparando os resultados da coleta total das fezes e a CIA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade da MS obtidos através coleta total das fezes e do indicador interno CIA encontram-se na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) através dos métodos de coleta total das fezes e da cinza insolúvel em ácido (CIA), para ovinos alimentados com associações entre cana-de-açúcar + uréia e feno da parte aérea da mandioca (PAMf).

CDMS*	TRATAMENTOS					CV (%)
	0**	25**	50**	75**	100**	
Coleta total (%)	61,58a	60,84a	59,61a	51,12a	51,02a	12,30
CIA (%)	78,92b	71,33a	71,35a	68,33b	55,97a	24,22

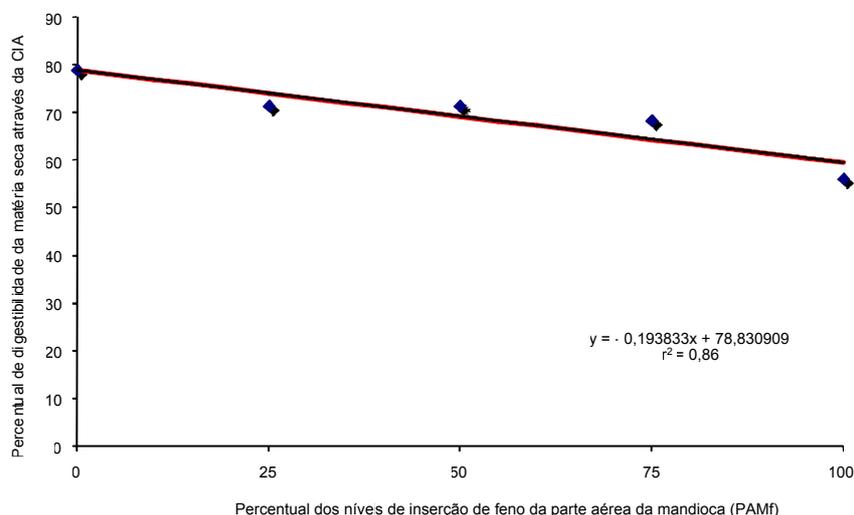
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Coeficiente de digestibilidade da matéria seca. **0% de inclusão de PAMf na MS, 25% de inclusão de PAMf na MS, 50% de inclusão de PAMf na MS, 75% de inclusão de PAMf na MS e 100% de inclusão de PAMf na MS.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), através do método de coleta total das fezes foram inferiores aqueles encontrados através da CIA, diferenciando-se estatisticamente pelo teste Tukey ($>0,05$), apenas para as dietas contendo 0% e 75% de PAMf. De qualquer forma os CDMS encontrados para a CIA foram numericamente superiores aqueles obtidos pelo método de coleta total das fezes. Estes resultados estão abaixo dos encontrados por Piaggio e outros (1991) que utilizaram ovinos alimentados com feno de alfafa e consumo restrito (90% do *ad libitum*) com teor de CIA de 1,05% na MS da ração e obtiveram percentagem de digestibilidade da MS através da CIA de $83,8\% \pm 19,2\%$. Eles concluíram que a alta variação nas percentagens de digestibilidade na MS é devido, principalmente, ao teor e a composição da CIA do alimento, que interagem entre si. O uso da CIA tem mostrado resultados contraditórios na estimativa dos fluxos de MS fecal, ora subestimando ora

superestimando seus coeficientes de digestibilidade (ZEOULA e outros, 1999; BERCHIELLI e outros, 2000; ZEOULA e outros, 2000). Zeoula e outros (1999), trabalhando com ovinos alimentados com rações com 1,5% de CIA na MS, em consumo voluntário e consumo restrito, obtiveram valores de 140,8 e 114,2%, respectivamente. Os autores concluíram que estes resultados propiciaram uma superestimativa dos coeficientes de digestibilidade da MS em comparação ao método de coleta total das fezes.

Sein e Todd (1988) compararam o método da CIA e da lignina em ácido com o método de coleta total, na estimativa dos coeficientes de digestibilidade em ovinos alimentados com várias dietas. Estes autores verificaram que somente em dois dos dezessete ensaios de digestibilidade realizados, os resultados obtidos pelo método da CIA diferiram daqueles obtidos pelo método de coleta total. Observaram ainda, que houve maior variação da recuperação do indicador nas fezes para CIA, quando os ovinos consumiram rações com cevada.

Provavelmente, neste trabalho os maiores valores encontrados para o CDMS pela CIA em relação a coleta total de fezes pode estar relacionado com o elevado coeficiente de variação encontrado para a CIA (24,22%) ou contaminações da dieta por areia ou poeira.



*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Figura 2.1 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca através da cinza insolúvel em ácido (CIA) para as associações entre cana-de-açúcar + uréia e feno da parte aérea da mandioca (PAMf).

Na Figura 2.1 observa-se que a digestibilidade da MS através da CIA diminuiu linearmente com a inserção do PAMf, seguindo a mesma tendência da digestibilidade da MS através do método da coleta total das fezes (Tabela 2.1).

Verifica-se que a CIA como indicador de fluxos de MS é ainda satisfatória para determinadas circunstâncias em função dos bons resultados obtidos em vários trabalhos (Van Keulen e Young, 1977; Thonney e outros, 1979; Sein e Todd, 1988; Fontes e outros, 1996), além de ser de baixo custo. Todavia, os resultados negativos do uso da CIA como indicador, divulgados na literatura, são referentes a fatores que interferem na recuperação da CIA, como a baixa concentração e a composição da CIA na ração, contaminação por areia,

uso simultâneo de indicador externo e o próprio método analítico. Ainda especificando melhor estas e outras fontes de variação, pode-se citar tipo de ingrediente adicionado à ração, sobras no cocho (quando os animais são submetidos a consumo voluntário), local de confinamento dos animais (baia ou gaiola metabólica), tipo de cochos (cimento ou de metal galvanizado) e, muitas vezes, a baixa repetibilidade do método analítico da CIA para determinadas amostras.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que a cinza insolúvel em ácido (CIA), mostrou-se um bom indicador na estimativa do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, com coeficientes semelhantes àqueles obtidos pelo método de coleta total das fezes.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. J. S.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Avaliação da substituição da silagem de sorgo por cana-de-açúcar em dietas com resíduo de feccularia, no desempenho de novilhas cruzadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut_rumi/Sbz235.pdf>. Acessado em: 20 abr. 2007.

ANDRADE, N. O. **Cana como volumoso para bovinos**. Campinas: CATI, 1995. (Boletim técnico CATI, 203).

ARAÚJO FILHO, J. A.; VALE, L.V; ARAÚJO NETO, R. B. 1986. Dimensões de parcelas para amostragens de estrato herbáceos de caatinga raleada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 268.

ARAÚJO FILHO, J.A.; LEITE, E.R.; SILVA, N.L. Contribution of wood species to the diet composition of goat and sheep in caatinga vegetation. **Pasture Tropicalis**. v. 20, p.41-45, 1998.

ARAÚJO, G.G.L. et al. Diferentes níveis de feno de maniçoba na alimentação de ovinos; digestibilidade e desempenho animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 37, 2002. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2002. p.399.

ARNOLD, G. W., 1967. Empleo de Técnicas In Vitro en Asociación con Técnicas de Muestreo Para Medir la Digestibilidad y el Consumo de Forrajes Bajo Pastoreo. En Métodos In Vitro Para Determinar el Valor Nutritivo de los Forrajes. (ed. Paladines, O. L.). IICA. Montevideo Uruguay. pp. 61-95.

AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebú em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.

AROEIRA, L. M. et al. Digestibilidade, balanço de nitrogênio e concentração de amônia no rúmen de novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar e uréia mais farelos de arroz ou de algodão. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.6, p.893-901, 1993.

BARROS, N. N.; SALVIANO, L. M. C.; KAWAS, J. R. Valor nutritivo de maniçoba para caprinos e ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p. 387-392, 1990.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO da SILVA, J.F. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.30, v.6, p.1837-1856, 2001

CARDOSO, R.C. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000

CARMO, C. A. et al. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6S, p.2126-2133, 2001.

CARVALHO J. L. H. L. Parte aérea da mandioca na alimentação animal. I. Valor nutritivo e qualidade da silagem. In: COMUNICADO TÉCNICO, 29., 1983, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA - CPAC, 1983. 6p.

CARVALHO, M. P. et al. Substituição parcial do milho por subprodutos energéticos em dietas de novilhos, com base em bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade, parâmetros ruminais e degradação *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.6, p.1182-1192, 1998.

CARVALHO, V. D.; KATO, M. S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.145, p.23-28, 1987.

CASTRO J. M. C. **Inclusão de feno da maniçoba em dietas de ovinos Santa Inês**. 2004. 95p. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba – UFP, Areia.

COCHRAN, R.C. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.

CROCKER, L. M. et al. Ash content of detergent fibers in feeds, digesta, and feces and its relevance in fiber digestibility calculations. **Journal of Dairy Science**. n. 81, p.1010-1014, 1998.

DAMASCENO, J.C. et al. Consumo voluntário, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1167-1173, 2000.

DZIUK, H. E. Digestão dos ruminantes. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.) **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p.281-297.

EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, J. M. da; O'DONOVAN, P. B. **Efeito da suplementação com feno da parte da mandioca sobre o consumo e digestibilidade da palha de arroz**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1979. 3p. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado Técnico, 1).

FARIA, A. E. L. et al. Avaliação da cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [1998]. CD-ROM.

FAUCONNIER, R.; BASSEREAU, D. **La caña de azucar**: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona: Blume, 1975. 433p.

FERNANDEZ-RIVERA, Powell, J.M; HOEFS, S. S. Effects of sheep diet on nutrient cycling in mixed farming systems of semi-arid West Africa Agriculture, Ecosystems & Environment. **Agricultural Ecosystem Environment**, v. 48, n. 3, p. 263-271, 1994.

FIGUEIREDO, E.A.P. et al. Estudo comparativo do crescimento de ovinos de diferentes raças no período de aleitamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Camboriú. **Anais...** Camboriú: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985. p.247.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, M.A.T.; LANA, R.P. Avaliação de indicadores na determinação da digestibilidade em novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.3, p.529-539, 1996.

GRAHAM, T.W. Trace element deficiencies in cattle. Veterinary Clinics of North America. **Food Animal Practice**, v. 7, n. 1, p. 153-215, 1991.

HUHTANEN, P. et al. The effect of particle size on passage rate of digestible and indigestible neutral detergent fiber. **Journal of Dairy Science**. n.76, suppl. 1, p. 282 (abstr.), 1993.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – Sistemas IBGE de Recuperação Automática. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.bov.br/>. Acessado em: 01 jun. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de recuperação automática SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>. Acessado em: 8 jan. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**. Lavouras temporárias e permanentes. Várias tabelas. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o10>. Acessado em: abril de 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/agropecuaria/ispa/default.sht>. Acessado em 20 jul. 2007.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1985. p. 194-195; 553.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of 'poorquality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, Wallingford, v.3, p.277-303, 1990.

LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 2, p. 403-412, 1986.

LORENZI, J. O; VALLE, T. L. **IAC 576** - A variedade de mandioca de mesa mais cultivada no estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo (IAC), 2002. (folder).

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; MENDES NETO, J.; ZAMPERLINI, B. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas completas para vacas em lactação. I. Produção e composição de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [2000] CD-ROM.

MEDINA, F. T. **Avaliação de dietas contendo silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. Et. K. Hoffman) para terminação de caprinos no semi-árido brasileiro.** 2005. 62p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza.

MELO, A. A. et al. **Efeito de bactérias Heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788) e Homofermentativas (*Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*) sobre a qualidade da silagem de cana forrageira (CV. IAC 86-2480).** 2004. Monografia (Curso sobre Produção Animal) - UFLA, Lavras-MG.

MENDES NETO, J. et al. Uso da cana-de-açúcar na terminação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [1998], CD-ROM.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminantes In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition.** 4. ed. Carvallis: O&B Books, 1993. p.172-201.

MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism.** Cambridge: CAB Int, 1993. p.13-51.

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

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition** . New York: Academic Press, 1990. 483p.

MODESTO, E. C. **Silagem de rama de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para vacas leiteiras em lactação: avaliação nutricional e desempenho produtivo.** 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá.

MOREIRA, H. A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, ano 9, n.108, p.14-16, dez. 1983. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6. ed.

NUTRIENTS requeriments of sheep. 6. th ed. Washington: National Research Council: National Academy Press, 1985. 99 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).

OMED, H. M. 1986. Studies of the relationships between pasture type and quality and the feed intake of grazing sheep. PhD thesis, University College of North Wales, Bangor, UK, 271pp.

PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1986, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. p.86.

PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; MATTOSO, J.. Efeito do tratamento da palha de milho e do bagaço de cana, com uréia e amônia anidra, sobre o consumo e ganho de peso de novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.469-475, 1990.

PEREIRA, E. S. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.563-572, 2001.

PIAGGIO, L.M. et al. Avaliação de cinzas insolúveis em ácidos indigestíveis e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 3, p. 306-312, 1991.

PINHO, E. Z. et al. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the arial part of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). **Science Agricultural (Piracicaba, Braz.)**, v. 61, n. 4, p.364-370. jul./ago. 2004.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Sugar cane as cattle feed. Part II. Comercial application and economics. **World Animal Review**, Rome, v. 28, p. 44-48, 1978.

RAMANZIN, M. et al. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1136-1142, 1997.

RIBEIRO, E. G. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [2000] CD-ROM.

RODRIGUES, A. de A. ESTEVES, S.N. Cana-de-açúcar e uréia para alimentação de bovinos na época da seca. São Carlos: EMBRAPA-UEPA de São Carlos, 1992. 30p.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide, 1996.

SALVIANO, L.M.C.; CARVALHO FILHO, O.M. de Composição química e digestibilidade *in vitro* de algumas espécies forrageiras da caatinga. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 198., 1982, Piracicaba, SP. **Anais...** Campinas: SBZ, 1982. p.412-413.

SANTOS, L.E. dos et al. **Alimentação de ovinos**: atualidades na produção ovina em pastagens. Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br>>. Acessado em: 14 fev. 2005.

SATTER, L. D., D. K. Combs, J. M Lopez- Guiza, W. F. Nelson. 1986. Use of markers for measurement off feed digestibility in ruminant. In: Nuclear and Related Techniques in animal Production and Health. International Atomic Energy Agency, Vienna, pp 469-484.

SCHNEIDER, B.H., FLATT, W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens, Univ. Geórgia Press. 423p.

SEIN, T., TODD, J.R. Investigation into the use of indicator methods of estimating the digestibilities of feeds by ruminant animals. **Journal Agricultural Science**, v. 110, n. 2, p. 315-320, 1988.

SIGNORETTI, R. D. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo níveis diferentes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p.169-177, jan./fev. 1999.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). . 4. ed. Viçosa: UFV, 235p. 2004.

SOARES, J. G. G. Utilização e produção de forragem de maniçoba. In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA 1, 1989. Carpina, PE. **Anais...** IPA, 1989 p. 20-28.

THIAGO, L.R.L.S., GILL, M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: mecanismo físico ou fisiológico? In: **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.47-78.

THIAGO, L.R.L.; GILL, M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. *Documentos EMBRAPA – CNPGC*, n.43, p.1-65p.1993.

THIAGO, F. B. VIEIRA, A. J. P., Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio, R. Bras. Zootec., v.35, n.3, p.953-957, 2006 (supl.)

THONNEY J., M. et al. Sources of variation of *dry* matter digestibility measured by the acid insoluble ash marker. **Journal of Dairy Science**, 68561. 1985.

TITI, H. H.. MJ Tabbaa, MG Amasheh, F Barakeh. Comparative performance of Awassi lambs and Black goat kids on different crude protein levels in Jordan. **Small Ruminants Research**, v.37, p.131-135, 2000.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro-RJ, Helianthus, 2000. p. 320..

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of Acid insoluble ash as a natural markers in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 282-287, 1977.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis, Oregon, O&B. Books. 1994. 476p.

VASCONCELOS, V. R., LEITE, E. R., BARROS, N. N. Terminação de caprinos e ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. Anais do I Simpósio Internacionais sobre caprinos e ovinos de corte. p. 97-106, 2000.

WIDDOWSON, E.M.; LISTER, D. Nutritional control of growth. In: PEARSON, A.M.; DUSTON, T.R. (Eds.) **Growth regulation in farm animals: advances in meat research**. New York: Elsevier, 1991. v.7. p.67-95.

ZEOULA, L.M.. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1159-1167, 1999.

ZEOULA, L. M. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta* craz) sobre o consumo voluntário e digestibilidade em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

ZEOULA, L. M. et al. Replacement of Corn for Cassava Meal (*Manihot esculenta*, Crantz) in the Holstein Calves Diets: 2. Digestibility and Energy Value. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 205-212, jan./fev. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabela.

Tabela 1A - Variação de peso dos animais durante o experimento.

Animais	Dietas									
	0%		25%		50%		75%		100%	
	Variação de peso (kg)	Peso (kg)								
1		46	-2	44	+2	46	+4	50	-1	49
2	-8	42		46	-3	43	-1	42	+8	50
3	-0,5	45	+1	46		42	-1	41	+4,5	45,5
4	-1	43	+3	49	-0,5	48,5		43	+1	44
5	+2	43	+2	45	+4	49	-1	48		41

Registros fotográficos.



Figura 1A – Instalações dos animais.



Figura 2A – Cocho de fornecimento da dieta.



Figura 3A – Sacola metabólica.

APÊNDICE C - Coleta de amostras para a determinação da CIA.

As fezes de cada animal foram embaladas em sacos plásticos, armazenadas e congeladas para posterior análise.

Os coeficientes da digestibilidade aparente das dietas experimentais foram determinados segundo o método de amostragens de fezes. O marcador interno utilizado foi a cinza insolúvel em ácido clorídrico (CIA).

Preparou-se inicialmente uma solução composta por ácido clorídrico e água destilada (1:1). As cinzas remanescentes nos cadinhos de porcelanadas amostras dos alimentos fornecidos e fezes foram removidas com o auxílio de um bastão de vidro, sendo cada uma delas levadas para um Becker de 250 ml. Cada cadinho foi lavado com 20 ml da solução. Esta operação foi repetida por três vezes. Cada Becker foi aquecido em chapa de resistência elétrica até ebulição, quando permaneceram por mais cinco minutos em digestão. Após esse tempo, os resíduos foram filtrados em funil com papel filtro quantitativo, marca Vetec e diâmetro de 12,5 mm e lavados com água destilada aquecida, resultando na separação das cinzas solúveis e insolúveis. Novamente os resíduos insolúveis com os papéis filtro foram levados para os cadinhos com peso determinado e colocados em mufla para serem queimados por 3 horas a uma temperatura de 600°C. Passado esse período, a mufla foi desligada e os cadinhos levados para dessecador e pesados. Para a determinação das cinzas do papel filtro, foram incinerados dois deles como referência. A determinação das cinzas insolúveis em HCL foi realizada gravimetricamente. Para efeito de cálculo da CIA, o peso das cinzas do papel filtro foi descontado.

As análises de CIA foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Van Keulen e Young (1977).