

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**BAGAÇO DE MANDIOCA NA ENSILAGEM DO CAPIM-
ELEFANTE: QUALIDADE DAS SILAGENS, DIGESTIBILIDADE
DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE NOVILHAS LEITEIRAS**

MARIA DO SOCORRO MERCÊS ALVES AGUIAR

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
MAIO, 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**BAGAÇO DE MANDIOCA NA ENSILAGEM DO CAPIM-
ELEFANTE: QUALIDADE DAS SILAGENS, DIGESTIBILIDADE
DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE NOVILHAS LEITEIRAS**

MARIA DO SOCORRO MERCÊS ALVES AGUIAR

Orientador: Fabiano Ferreira da Silva

Co-orientadores: Cristina Mattos Veloso

Aureliano José Vieira Pires

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/ *Campus* de Vitória da Conquista-BA, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Fitotecnia.

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

MAIO, 2004

A285b	<p>Aguiar, Maria do Socorro Mercedes Alves Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de novilhas leiteiras / Maria do Socorro Mercedes Alves Aguiar. - Vitória da Conquista: UESB, 2004. 48p.</p> <p>Orientador: Fabiano Ferreira da Silva Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, <i>campus</i> de Vitória da Conquista. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.</p> <p>1. Coleta Total de Fezes. 2. Indicadores Internos. 3. Ingestão. 4. Resíduo de Mandioca. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, <i>campus</i> de Vitória da Conquista. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 631.23</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca da UESB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: BAGAÇO DE MANDIOCA NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE:
QUALIDADE DAS SILAGENS, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE NOVILHAS LEITEIRAS

AUTOR: MARIA DO SOCORRO MERCES ALVES AGUIAR

ORIENTADOR: FABIANO FERREIRA DA SILVA

CO-ORIENTADORES: CRISTINA MATTOS VELOSO
AURELIANO JOSÉ VIEIRA PIRES

Aprovada pela Banca Examinadora:

FABIANO FERREIRA DA SILVA /PRESIDENTE

LÚCIO CARLOS GONÇALVES

PAULO BONOMO

Data de realização ___ / ___ / ____.

Ao meu filho amado Davi, razão da minha alegria e incentivo para continuar.
Ao meu marido Alex, pela compreensão, incentivo e apoio nos momentos difíceis.
Aos meus pais João e Glória por terem me dado tudo.
Aos meus irmãos Gildeth, Geovane e Vitória, pelo apoio.
Ao meu sobrinho e afilhado Jean Ariel que me enche de coragem e amor.
As minhas sobrinhas Giovanna, Giulia, Ana Beatriz e Samara alegrias da minha vida.
A minha cunhada Normélia, sempre presente nos momentos certos.
Ao meu enteado Diego.

DEDICO

AGRADECIMENTO

A DEUS pela minha existência e presença constante no meu caminhar;

À Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira, Guanambi-BA, pela liberação para realização deste curso;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela oportunidade de realização do curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Fabiano Ferreira da Silva, pela orientação segura e hospitalidade;

À professora Cristina Mattos Veloso, pelas sugestões e colaboração dispensadas durante este trabalho;

Ao professor Carlos Henrique Farias Amorim, pela colaboração nas análises químicas;

Ao professor Aureliano José Vieira Pires, pelo incentivo;

Ao professor Paulo Bonomo, pela colaboração nas análises estatísticas;

Aos demais professores que contribuíram para minha formação profissional;

Aos estagiários e anjos da guarda Gilmar Sousa Dutra e Vitor Silva de Almeida, pela preciosa ajuda nas atividades de campo e de laboratório;

Aos estagiários Saulo, Aires, Atlas e Alexandre (sergipano), pela ajuda nas atividades de campo;

Ao colega Robério Rodrigues Silva pela ajuda no transporte, atividades de campo e apoio;

Ao amigo Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela agradável convivência durante o experimento de campo e laboratório e pelo apoio, sempre que necessário;

Ao funcionário do Laboratório de Nutrição Animal Paulo Valter Nunes Nascimento, pelo apoio prestado à realização das análises químicas;

Aos funcionários da UESB - Itapetinga, Pelé, Juraci e Boquinha e todos que colaboraram para este trabalho;

À professora Maria Ignez Leão e ao professor Cláudio Borella, pela confiança;

À amiga Ana Laura Borba de Andrade Gayão, pelas sugestões durante a redação da dissertação;

À amiga Aureluci Alves de Aquino, pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho;

Aos colegas Naidson Clair, Carlos Elízio Cotrim e Sérgio Luiz Rodrigues Donato, pela ajuda nos momentos necessários;

Ao amigo Gilson Camargo Tibo, pelo apoio e incentivo;

Às minhas amigas Laura (colega do mestrado) e Gilda, presente nos momentos certos;

Aos colegas de mestrado pelo apoio;

Aos meus colegas da Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira, Guanambi –BA, pela torcida;

A todos que participaram de alguma forma para o sucesso desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1.....	1
BAGAÇO DE MANDIOCA NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE: QUALIDADE DAS SILAGENS, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE NOVILHAS LEITEIRAS.....	1
1.1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	8
1.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
1.5 - CONCLUSÕES.....	27
1.6 - REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO 2.....	33
PRODUÇÃO FECAL E DIGESTIBILIDADE ESTIMADA POR INDICADORES INTERNOS COMPARADOS À COLETA TOTAL.....	33
2.1 - INTRODUÇÃO.....	33
2.2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	36
2.3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.5 - CONCLUSÕES.....	45
2.6 - REFERÊNCIAS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados (%), na base da matéria natural.	9
Tabela 1.2 – Teores médios e desvios padrão para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca), fósforo (P), potencial de hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH ₃ /NT) do bagaço de mandioca e das silagens de capim-elefante aditivadas com bagaço de mandioca.	12
Tabela 1.3 – Teores médios e desvios padrão para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos concentrados, em função dos tratamentos.	13
Tabela 1.4 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P), obtidos para as quatro rações experimentais.	14
Tabela 1.5 – Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas dos consumos diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e os respectivos coeficientes de determinação (r^2/R^2).....	15
Tabela 1.6 – Médias e coeficientes de variação (CV, %) para o peso vivo inicial, peso vivo final, ganho de peso médio diário, aumento de perímetro torácico, aumento de altura de cernelha, e conversão alimentar da matéria seca, em função dos níveis de bagaço de mandioca na silagem ...	18
Tabela 1.7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens aditivadas com bagaço de mandioca, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2/R^2) e variação (CV, %).....	20
Tabela 1.8 – Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo diferentes níveis de bagaço de mandioca na silagem e coeficientes de variação (CV, %).	24
Tabela 2.1 – Valores médios de excreção fecal e digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro determinados pela coleta total de fezes e estimados pela fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e pela fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) das silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca.....	40
Tabela 2.2 – Valores médios para excreção fecal e digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro pela coleta total de fezes e estimados pela fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e fibra em detergente	

ácido indigestível (FDAI) das dietas contendo silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca.	43
--	----

RESUMO

AGUIAR, M. S. M. A. **Bagaço de Mandioca na Ensilagem do Capim-Elefante: Qualidade das Silagens, Digestibilidade dos Nutrientes da Dieta e Desempenho de Novilhas Leiteiras.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 48p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

O experimento dessa pesquisa foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-Bahia, com o objetivo de avaliar o efeito da adição de diferentes níveis (5; 10; 15 e 20%) de bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) sobre a qualidade, a digestibilidade dos nutrientes da dieta e o desempenho de novilhas leiteiras, como também, estimar a produção fecal e a digestibilidade por meio de indicadores internos comparados à coleta total. O bagaço de mandioca elevou o teor de matéria seca (MS) da silagem, preservando-a com o pH variando de 3,85 a 4,07 e o N-NH₃/NT de 6,2 a 7,85. Foram utilizadas 16 novilhas ³/₄ Holandês x Zebu que possuíam, em média, 15 meses de idade e peso vivo inicial de 144 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas contendo como volumoso silagem de capim-elefante aditivada com quatro diferentes níveis de bagaço de mandioca mais concentrado padronizado. O experimento teve 14 dias de adaptação, durante os quais todas as novilhas receberam apenas silagem do seu tratamento e 56 dias de período experimental. Foram realizadas pesagens e tomadas as medidas da altura de cernelha e da circunferência torácica dos animais, após jejum de 16 horas, no início do experimento, e, no 28º e 56º dias, para determinação de altura da cernelha, da circunferência torácica e do peso vivo. Os consumos médios diários de MS e proteína bruta (PB) não diferiram estatisticamente (P>0,05), independentemente da forma expressa. Os consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D. Sc., UESB e Co-orientadores: Cristina Mattos Veloso e Aureliano José Vieira Pires, D.Sc., UESB.

detergente ácido (FDA) apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$). O desempenho foi verificado por meio das médias do peso vivo inicial, do peso vivo final, do ganho de peso médio diário, do aumento de perímetro torácico, do aumento de altura de cernelha, e da conversão alimentar da MS, sendo que em nenhum dos parâmetros citados houve diferença estatística ($P > 0,05$). Durante o período de adaptação, avaliou-se a digestibilidade da silagem aditivada. Não foi detectada diferença significativa ($P > 0,05$) para a digestibilidade da MS (DMS), da FDN (DFDN) e da FDA (DFDA). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram semelhantes em todos os tratamentos. A digestibilidade da PB (DPB), do extrato etéreo (DEE), e dos carboidratos não fibrosos (DCNF) decresceu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis do bagaço de mandioca nas silagens. Determinou-se a digestibilidade da dieta com os mesmos procedimentos utilizados na digestibilidade das silagens. Constatou-se que não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para DMS, DPB, DFDN, DFDA, DEE, DCNF e NDT entre as dietas experimentais. Dos indicadores estudados, a FDN indigestível (FDNI) e a FDA indigestível (FDAI) apresentaram resultados diferentes de estimativa da excreção fecal e de digestibilidade da MS e da FDN, em relação aos da coleta total de fezes, podendo-se concluir que, nas condições em que o experimento foi conduzido, não é indicado o método da coleta de dois dias.

Palavras-chave: Coleta Total de Fezes. Indicadores Internos. Ingestão. Resíduo de Mandioca.

ABSTRACT

AGUIAR, M. S. M. A. **Cassava Bagasse in the Elephant Grass Silage: On the Quality Silage, Digestibility of the Nutrients and Performance of Dairy Heifers.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 48p. (Dissertation - Masters degree in Agronomy, Area concentration in Fitotecnia)*

The experiment was carried out at the Bovine Experimental Laboratory at the Southwest Bahia State University, in Itapetinga, Bahia, with the objective of evaluate the effect of different levels (5; 10; 15 and 20%) of cassava bagasse in the elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) silage on the quality, digestibility of the diet nutrients and performance of dairy heifers and estimate the fecal production and the digestibility by means of internal markers compared with the total collection. The cassava bagasse raised the silage dry matter (DM) level, which was preserved with pH varying from 3,85 to 4,07 and N-NH₃/NT from 6,2 to 7,85. Sixteen ³/₄ Holstein x Zebu dairy heifers, with, in average, 15 months of age and 144 kg initial live weight, were distributed in a completely randomized design with four treatments and four repetitions. The treatments consisted of four diets containing the elephant grass silage added with four different cassava bagasse levels as the roughage plus the standardized concentrate. The experiment had 14 days of adaptation, during which all the heifers received only silage from its treatment and 56 days of experimental period. The animals were weighted and the cernelha height and thoracic circumference were taken after 16 hours fasting, at the beginning of the experiment and at the 28° and 56° days, for determination of the cernelha height, thoracic circumference and live weight. The daily average intake of DM and crude protein (CP) did not differed statistically (P>0,05), independently of the expression form. The average intake of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) showed decreasing linear behavior (P<0,05). The performance was verified through the means of initial live

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc.*, UESB and Committee Members: Cristina Mattos Veloso and Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB.

weight, final live weight, daily mean weight gain, thoracic perimeter increase, cernelha height increase and DM feed efficiency, with no statistically difference for any of the cited parameters ($P>0,05$). During the adaptation period the added silage digestibility was evaluated. No significant difference was detected ($P>0,05$) for the DM (DMD), NDF (NDFD) and ADF (ADFD) digestibility. The total digestible nutrients (TDN) were similar in all treatments. The CP (CPD), ether extract (EED) and non fiber carbohydrates (NFCD) digestibility had a linear decrease ($P<0,05$) with the increase of the cassava bagasse levels. The diet digestibility was carried out with the same procedures used to the silages digestibility. There was no statistical difference ($P>0,05$) for DMD, CPD, NDFD, ADFD, EED, NFCD and TDN among the experimental diets. Considering the studied markers, the undigestible NDF (UNDF) and undigestible ADF (UADF) showed different results in estimating the fecal excretion and the DM and NDF digestibility, relative to that of the total feces collection, concluding that, in the conditions the experiment was conducted, the two days collection method is not indicated.

Keywords: Total Feces Collection. Internal Markers. Intake. Cassava Residue.

CAPÍTULO 1

BAGAÇO DE MANDIOCA NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE: QUALIDADE DAS SILAGENS, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE NOVILHAS LEITEIRAS

1.1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, pequenos e médios pecuaristas vêm enfrentando grandes dificuldades em se manter na exploração da pecuária leiteira e de corte porque a lucratividade é baixa, e, muitas vezes, não permite a capitalização para investir na melhoria da atividade.

Segundo Santana et al. (1994), a criação de gado leiteiro na região sudoeste da Bahia, de maneira geral, é desenvolvida de forma extensiva, com manejo deficiente do rebanho e das pastagens. Especialmente no agrossistema de Itapetinga, zona com a mais antiga tradição pastoril da região, a produção de forragem é baixa em consequência, principalmente, da diminuição acentuada da precipitação pluviométrica, que resulta em baixa produtividade do rebanho regional com queda na produção de leite e perda de peso dos animais.

A entressafra da produção de forragem na região, provocada por suas características climáticas, constitui para os produtores um período do ano que apresenta dificuldades para o fornecimento de uma alimentação nutricionalmente equilibrada para o rebanho.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) é uma das plantas forrageiras mais difundidas em nosso meio por ser perene de alto potencial de produção, e, pela sua qualidade, apresenta-se como alternativa economicamente mais atrativa do que o estabelecimento de uma cultura anual para produção de silagem (Corral et al., 1981).

O capim-elefante pode ser utilizado para pastejo quando ainda novo, constituindo-se, assim, em uma das gramíneas mais ricas em proteína, proporcionando excelentes respostas em produção de leite e carne. Pode também ser utilizado na alimentação em cocho, cortado da capineira, para fornecimento de matéria verde fresca picada. Ainda pode ser matéria-prima para a elaboração de silagem. A utilização das capineiras no período seco é desaconselhável, pois, neste período, ocorrem reduções do crescimento e do valor nutritivo.

Trabalhando-se com capineiras para corte ou ensilagem, no período chuvoso, normalmente pode-se fazer de três a quatro cortes/ano, com produção de matéria seca (MS) variando de acordo com a época de corte, cultivar e nível de adubação do solo.

Dentre as gramíneas perenes, o capim-elefante é a forrageira mais utilizada para produção de forragem conservada como silagem, durante a primavera-verão, como solução para suprir a deficiência de alimento no período seco do ano.

Lavezzo (1985) sugere que, para a produção de silagem, o capim-elefante deve ser cortado com 50 a 60 dias de desenvolvimento, após o corte de uniformização, quando a planta apresenta melhor valor nutritivo. Contudo, verifica-se que o teor de MS da planta nesta idade é muito baixo (15 a 20%), o que não é recomendado para o processo de ensilagem. Tendo em vista obter silagem de bom valor nutritivo, Faria (1986) observou que o teor de MS para a fermentação adequada está entre 30 e 35%, dependendo da espécie a ser utilizada.

O problema do excesso de umidade da forragem na ensilagem, quando a planta tem alto valor nutritivo, tem merecido a atenção de muitos autores (Van Soest, 1982; Abdalla et al., 1998; Vilela, 1998). Podem ser alternativas para a redução da umidade a adição de produtos ricos em matéria seca ou de tratamentos que eliminem o excesso de umidade pelo processo de emurchecimento da forragem.

Os aditivos mais utilizados na ensilagem do capim-elefante são os materiais secos, para elevar o teor de MS da silagem, aumentando as chances de boa preservação. Entre estes materiais, os mais tradicionalmente utilizados são as fontes de carboidratos, como o fubá de milho, o farelo de trigo, a polpa cítrica, e os resíduos regionais da

agroindústria. Na região de Vitória da Conquista, BA, existem muitas casas de farinha e polvilho, e, nestas microagroindústrias, encontra-se um subproduto com preço acessível, resultante da produção do polvilho, o bagaço de mandioca, que tem sido fornecido, com resultados satisfatórios, para bovinos por alguns criadores (Silveira, 1995). O bagaço de mandioca pode representar entre 10 e 20 % do peso das raízes de mandioca utilizadas para a produção de amido, sendo que o mesmo pode conter até 60% de amido (Butriago, 1990). Cereda (1994) observou que, enquanto a raiz integral da mandioca apresenta cerca de 94% de carboidratos, os resíduos da extração de fécula têm até 75% de amido, sendo que desta forma esses resíduos têm valor energético inferior aos das raízes (Melotti, 1972). Este material pode vir a se constituir um aditivo energético promissor na produção de silagem de capim-elefante. De acordo com Abrahão (2000), o valor energético do bagaço é de 74,83% de NDT.

Os objetivos deste projeto foi avaliar silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com inclusão de bagaço de mandioca, quanto a qualidade das silagens, a digestibilidade dos nutrientes das silagens e de dietas contendo as silagens aditivadas e o desempenho de novilhas leiteiras $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu alimentadas com estas dietas.

1.2 - REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Queiroz Filho et al. (1998), entre as gramíneas tropicais, o capim-elefante destaca-se pela alta produtividade de matéria seca (MS) por unidade de área e pelo equilíbrio nutritivo quando novo, sendo cultivado em todo o Brasil, resistindo às condições desfavoráveis como seca e frio.

Existem diferenças entre os vários trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, em relação à produção e ao valor nutritivo da forragem. Castro et al. (1992) e Queiroz Filho et al. (1998) encontraram produções anuais de MS de capim-elefante entre 15 e 18 t/ha. Produções mais elevadas foram observadas por Santana et al. (1994), da ordem de 28,2 t/ha/ano. Valores ainda superiores a 30 t/ha/ano foram encontrados para nove clones de capim-elefante por Botrel et al. (2000).

Segundo McDonald et al. (1991), forrageiras para ensilagem devem conter quantidades relativamente elevadas de carboidratos fermentáveis (13-15%), teor de MS entre 30 e 35% e baixo poder tamponante.

De acordo com Ferrari Jr. e Lavezzo (2001), o capim-elefante deve ser colhido e picado para ensilagem em um estágio de desenvolvimento cujo equilíbrio nutritivo esteja adequado, ou seja, quando o rendimento de MS por área e o teor protéico estiverem altos, porém apresentando baixos conteúdos das frações fibrosas. A umidade elevada propicia, normalmente, condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade em que é grande a decomposição protéica, com evidente queda no valor nutritivo.

Braga et al. (2000) observaram que para se atingir uma relação equilibrada e conveniente entre a produção de MS e o valor nutritivo, recomenda-se fazer o corte do capim-elefante para ensilagem aos 70 dias de idade, sendo, de acordo com estudos de Vilela et al. (2001), entre 70 e 105 dias.

A produção de silagem de capim-elefante, além de conferir um manejo adequado à planta para ser usada como forragem verde posteriormente no período seco, resulta também em uma produtividade elevada e em um menor custo da silagem produzida, quando comparada com culturas anuais, como o milho e o sorgo, embora com qualidade inferior, segundo Pedreira (1998).

A ensilagem do capim-elefante vem sendo largamente estudada, principalmente porque essa forrageira é uma das espécies de maior potencial de produção nas condições tropicais. Mas, na ocasião do corte, com 50 a 60 dias de crescimento, quando o capim-elefante apresenta alta produtividade e alto valor nutritivo, o seu teor de MS está entre 15 e 20%, sendo considerado baixo para a confecção de uma silagem de qualidade superior, segundo estudos realizados por Lavezzo (1985), citado por Henrique e Bose (1992).

Existem alternativas para contornar essa dificuldade, como por exemplo, o pré-murchamento após o corte e a incorporação de aditivos. Os aditivos são substâncias ou ingredientes que podem ser incorporadas à massa, durante o processo de ensilagem, com o propósito de estimular as fermentações desejáveis ou enriquecer qualitativamente a silagem com componentes nutritivos. Como exemplos de aditivos, incluem-se ácidos fortes, inibidores da fermentação, fontes de nitrogênio como a uréia, e carboidratos puros ou na forma de alimentos, adicionados no momento da ensilagem e/ou no material seco, segundo Henrique e Bose (1992). A escolha do tipo de aditivo está relacionada à sua disponibilidade, à relação custo/benefício e ao valor protéico e/ou energético da silagem.

Ao estudarem a qualidade da silagem de capim-elefante, Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) verificaram que, embora o emurchecimento seja uma alternativa viável para diminuir a umidade, outras técnicas também têm sido adotadas com este propósito, entre elas o uso de subprodutos como o farelo de mandioca, que proporcionou elevação nos teores de MS e carboidratos solúveis da silagem. Ao avaliarem a qualidade da silagem de capim-elefante emurchecido, com níveis de inclusão do farelo de mandioca de até 12%, observaram um aumento de 7,5% nos teores de MS das silagens aditivadas com maiores níveis de farelo de mandioca (28,61%) em relação à silagem sem aditivos

(26,61%), mas este aumento não foi suficiente para melhorar a qualidade da silagem, pois não houve diferença significativa nos valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

Segundo Lascano e Quiroz (1990), citado por Ramos et al. (2000), em se tratando de forragens, a parede celular constitui a fração que tem maior influência sobre o fluxo da digesta, e, portanto, sobre o consumo voluntário.

A adição de suplementos energéticos rapidamente fermentáveis à ração pode diminuir o consumo voluntário devido ao desequilíbrio entre as proporções de bactérias celulolíticas e amilolíticas no rúmen. Este fato prejudica a fermentação ruminal e, conseqüentemente, diminui a digestibilidade, principalmente se a suplementação energética não for acompanhada de fonte extra de nitrogênio. Segundo Johnson (1976), citado por Ramos et al. (2000), devido ao crescimento mais rápido das bactérias amilolíticas, após certo tempo a proporção de bactérias celulolíticas reduz, provocando menor digestão da fibra.

No Brasil, um dos principais alimentos utilizados na formulação de concentrados é o milho. No entanto, apesar da boa qualidade nutricional, outros produtos têm sido estudados com o objetivo de substituir o milho no concentrado, principalmente devido ao seu elevado custo. A raiz da mandioca, sendo um produto basicamente energético e de baixo custo, tem sido utilizada como o principal ingrediente energético do concentrado em lugar do milho, conforme vários estudos (Ferreira et al., 1989; Fichtner et al., 1990).

Além da raiz da mandioca, podem ser utilizados outros subprodutos do seu processamento industrial. Dentre eles, encontra-se o bagaço de mandioca, que pode ser aproveitado com resultados satisfatórios na engorda de bovinos, segundo Silveira (1995). De acordo com Ramos et al. (2000), bagaço de mandioca é um subproduto da industrialização da mandioca para a fabricação de polvilho, obtido após lavagens consecutivas da massa de mandioca que, segundo Butriago (1990), pode conter até 60% de amido; portanto, é fonte de carboidrato rapidamente fermentável, não havendo muitas informações científicas sobre sua utilização para ruminantes.

Campos Neto (1996), citado por Abraão (2000), constatou que os resíduos da industrialização da mandioca se assemelham às raízes em termos de composição química, por apresentarem elevados teores de carboidratos não estruturais. Portanto, dados relativos à composição das raízes e seus produtos diretos se relacionam aos obtidos com resíduos. Enquanto a raiz integral apresenta cerca de 94% de carboidratos,

os resíduos oriundos da extração de fécula têm até 75% de amido, de acordo com Cereda (1994) e Melotti (1972), mas devem se comportar de maneira semelhante quando utilizados na formulação de rações para bovinos. Deve-se considerar ainda que a composição desses resíduos é variável em função do processo tecnológico adotado pela indústria na extração da fécula. Cereda (1994) avaliou o resíduo da fecularia proveniente dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná e encontrou diferenças nos teores de amido que variaram de 63,85 a 74,99%.

Abraão et al. (1997), pesquisando a inclusão do resíduo de fecularia ensilado em dietas com silagem de sorgo, cana-de-açúcar ou ambos, obtiveram ganhos de peso superior a 1 kg/animal/dia, com novilhas cruzadas que consumiam elevada proporção de resíduo ensilado (45% da dieta entre resíduos + suplemento protéico).

Novilhos em sistema de pastejo com capim-elefante alcançaram GMD de 1,06 kg/dia e 963 kg de ganho de peso vivo (PV)/ha, segundo Almeida et al. (2000). Este resultado provavelmente foi alcançado devido à boa qualidade da forragem (17,8% de PB da MS) e à alta oferta. Na literatura consultada, não existem trabalhos que avaliem o desempenho e a digestibilidade de silagem de capim-elefante, aditivada ou não com bagaço de mandioca, ou de dietas que a contenham.

1.3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-Bahia.

O capim-elefante utilizado foi da variedade Napier, cortado manualmente, rente ao solo, com 80 dias de idade, sendo picado em picadeira estacionária, homogeneizado e imediatamente ensilado. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de inclusão de bagaço de mandioca às silagens de capim-elefante, na base da matéria natural (MN), quais sejam: 5, 10, 15 e 20%. A forragem foi ensilada em silos do tipo superfície, com dimensões que permitiram a retirada das fatias de corte superiores a 20 cm por dia. O bagaço de mandioca devidamente pesado, de acordo com a proporção de cada tratamento, foi adicionado à forragem na medida em que o material picado era colocado no silo, e, de maneira a manter uma distribuição homogênea dos materiais no processo de enchimento.

Foram utilizadas 16 novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu, com peso vivo médio de 144 ± 18 kg e idade média de 15 meses, identificadas com brincos numerados. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. No início do experimento, as novilhas foram pesadas e distribuídas em quatro tratamentos, com delineamento inteiramente casualizado de quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas, com concentrado padronizado para terem o mesmo teor protéico (14% de PB) e, como volumoso, silagem de capim-elefante aditivada.

Os animais passaram por um período de adaptação de 14 dias, durante os quais todos eles foram identificados, tratados contra ecto e endoparasitas e alimentados somente com as silagens aditivadas dos referentes tratamentos.

Após o período de adaptação, os animais foram submetidos aos respectivos tratamentos, sendo alimentados com o concentrado e a silagem. As dietas contendo a silagem de capim-elefante com bagaço de mandioca foram calculadas para conterem nutrientes suficientes para um ganho de PV de 0,70 kg/dia, de acordo com o NRC (2001), com base nos dados das análises bromatológicas das silagens, previamente feitas no início do período de adaptação. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado a partir da equação de regressão $NDT = 74,49 - 0,5635 * FDA$ ($r^2 = 0,84$), descrita por Capelle et al. (2001), para volumosos. A relação volumoso:concentrado encontrada na dieta do tratamento com 5% foi a mesma utilizada em todas as outras dietas dos demais tratamentos. Todas foram calculadas para serem isoprotéicas.

As proporções dos ingredientes nos concentrados são apresentadas na Tabela 1.1, na base da MN, em relação ao bagaço de mandioca. Para estes cálculos estimativos, foram compiladas da literatura as composições químicas da silagem de capim-elefante e dos ingredientes do concentrado, de acordo com Capelle (2000), encontrando-se uma relação volumoso: concentrado de 60:40, na base da MS.

Tabela 1.1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados (%), na base da matéria natural.

Ingrediente	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
	5	10	15	20
Fubá de milho	57,00	56,20	55,50	54,70
Farelo de soja	36,90	37,70	38,40	39,20
Uréia	2,00	2,00	2,00	2,00
Sulfato de amônia	0,30	0,30	0,30	0,30
Calcário calcítico	1,70	1,70	1,70	1,70
Fosfato bicálcico	1,20	1,20	1,10	1,10
Sal mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00

¹ Composição do Sal Mineral: Cálcio, 11,95%; Cobalto, 155 ppm; Fósforo, 6,5%; Magnésio, 0,75%; Enxofre, 0,3%; Sódio, 18,0%; Selênio, 13,5 ppm; Cobre, 1750 ppm; Zinco, 3750 ppm; Manganês, 1820 ppm; Iodo, 115 ppm; Ferro, 980 ppm; Fluor, 650 ppm; Níquel 35 ppm.

A ração foi fornecida duas vezes ao dia (às 07:00 e às 17:00 horas), sendo a quantidade da mesma calculada de modo a permitir sobras entre 5 e 10 %, com água permanentemente à vontade. O oferecido e as sobras foram pesados diariamente para determinação do consumo. Amostras de silagem foram colhidas diariamente e foram

agrupadas em amostras compostas para cada período de sete dias. O concentrado foi amostrado semanalmente enquanto as sobras diariamente foram agrupadas em amostras compostas para cada período de 14 dias. Todas as amostras dos materiais (silagens, concentrados e sobras) foram devidamente armazenadas a -5°C e, posteriormente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de um mm, para posteriores análises laboratoriais. Foram calculados os consumos diários de MS e dos nutrientes (PB, FDN, FDA e NDT), em kg, % do PV, em relação ao tamanho metabólico, e em relação a conversão alimentar.

As determinações de MS, nitrogênio total, extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram realizadas conforme técnicas descritas por Cunniff (1995), sendo que a PB foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. A solução mineral para determinação dos macromelementos foi preparada por via seca. Após as devidas diluições, o teor de cálcio foi determinado por titulação com EDTA 0,025 N (quelato métrico) e o de fósforo por colorimetria. A FDN e a FDA foram determinadas pelo método seqüencial de Robertson e Van Soest (1981). Nas análises de FDN e FDA dos concentrados, silagens e sobras foi adicionada amilase termo-estável para minimizar interferência do amido. Os carboidratos não-fibrosos foram obtidos pela relação $\text{CNF} = [100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDN})]$ e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen e outros (1992).

O período experimental teve duração de 56 dias e sendo realizadas pesagens e tomadas as medidas de altura à cernelha e circunferência torácica dos animais, após jejum de 16 horas, no início do experimento, no 28^o e 56^o dias, para determinação do ganho de PV, altura à cernelha e circunferência torácica.

Durante o período de adaptação das avaliações de desempenho (14 dias), no qual as silagens foram fornecidas como alimento único, foi realizado o estudo da digestibilidade aparente dos nutrientes destas silagens, sendo que os sete primeiros dias foram de adaptação e os sete dias subseqüentes consistiram no período experimental (coleta das amostras de alimento, sobras e fezes). De forma semelhante, foi determinada a digestibilidade das dietas (silagem + concentrado), na sexta semana de avaliação do desempenho. As fezes foram coletadas em pás adaptadas, sendo pesadas, homogeneizadas e armazenadas, a -5°C , na proporção de 10% do total coletado em 48 horas, e, posteriormente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de um mm, para posteriores análises laboratoriais.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e da regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2001). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (r^2/R^2 , em %) ajustado, calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento. Os coeficientes de regressão foram avaliados pelo teste “t” a 5% de probabilidade, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = observação no animal j submetido ao tratamento i;

μ = constante geral;

t_i = efeito do tratamento i; $i = 1; \dots; 4$

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

1.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química do bagaço de mandioca e das silagens, dos concentrados e das dietas encontra-se nas Tabelas 1.2, 1.3 e 1.4, respectivamente.

Tabela 1.2 – Teores médios e desvios padrão para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca), fósforo (P), potencial de hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) do bagaço de mandioca e das silagens de capim-elefante aditivadas com bagaço de mandioca.

Item	Bagaço de mandioca	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
		5	10	15	20
MS (%)	87,50	25,09 ± 0,64	28,14±1,14	31,11±1,1	32,13± 0,99
MO ¹	98,38	91,83 ± 1,17	93,01 ± 1,02	94,51 ± 0,24	94,26 ± 0,59
PB ¹	1,91	4,66 ± 0,26	4,49 ± 0,21	4,09 ± 0,18	4,00 ± 0,16
EE ¹	0,60	3,51 ± 0,61	3,19 ± 0,67	2,88 ± 0,48	2,65 ± 0,5
FDN ¹	12,02	70,43 ± 1,78	61,57 ± 2,21	53,99 ± 3,54	51,16 ± 4,19
FDA ¹	6,73	41,83 ± 1,45	36,02 ± 0,98	31,25 ± 2,23	30,16 ± 2,51
CNF ¹	83,85	13,22 ± 2,53	23,75 ± 1,88	33,56 ± 3,91	36,44 ± 4,38
Ca ¹	0,14	0,33 ± 0,03	0,32 ± 0,04	0,32 ± 0,04	0,33 ± 0,04
P ¹	1,80	0,13 ± 0,06	0,16 ± 0,08	0,11 ± 0,03	0,13 ± 0,05
PH	-	4,07 ± 0,16	3,98 ± 0,12	3,85 ± 0,22	3,95 ± 0,09
N-NH ₃ /NT	-	7,85 ± 1,32	7,00 ± 0,92	6,21 ± 0,95	6,20 ± 0,79

¹ Porcentagem da MS.

Constata-se, na Tabela 2, que os tratamentos foram eficientes na redução da umidade do material a ser ensilado. À medida que houve aumento do bagaço de

mandioca, o teor de MS da forragem variou de 25,09 a 33,12, faixa considerada adequada para ocorrer fermentações desejáveis; McDonald (1991) observou que o teor de MS para a fermentação adequada está entre 30 e 35%, resultando em silagens de boa qualidade. Valor de pH em média de 4,07; 3,98; 3,85 e 3,95 para as silagens com 5, 10, 15 e 20% de bagaço, respectivamente. Levando-se em conta que o pH de uma silagem de milho de boa qualidade deve variar de 3,8 a 4,2 (Breirem; Ulvesli, 1960), observa-se que todas as silagens estão dentro da faixa de acidez considerada adequada para conservar o material e garantir a estabilidade das mesmas.

A análise dos dados da Tabela 1.2, referentes a nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em relação ao nitrogênio total, mostra que o teor de N-NH₃-NT ficou abaixo de 7,9. Considerando que o N-NH₃ é produto de fermentações clostrídicas e o teor de amônia normalmente não deve ultrapassar valores de 11 a 12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas (Silveira, 1975), fica evidente que as silagens estudadas apresentaram fermentações desejáveis.

Tabela 1.3 - Teores médios e desvios padrão para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos concentrados, em função dos tratamentos.

Item	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
	5	10	15	20
MS (%)	87,54 ± 0,74	87,65 ± 0,57	87,76 ± 0,64	87,72 ± 0,41
MO ¹	93,12 ± 0,71	92,89 ± 0,67	92,76 ± 0,57	92,82 ± 0,97
PB ¹	27,38 ± 0,89	28,09 ± 0,81	28,10 ± 1,39	28,65 ± 1,25
EE ¹	3,04 ± 0,51	2,95 ± 0,3	3,39 ± 0,48	3,14 ± 0,44
FDN ¹	15,56 ± 1,32	14,75 ± 1,43	15,43 ± 1,32	15,99 ± 1,77
FDA ¹	5,17 ± 0,69	4,78 ± 0,91	5,05 ± 0,72	5,07 ± 1,68
CNF ¹	47,14 ± 1,37	47,10 ± 2,4	45,83 ± 2,45	45,04 ± 1,68
Ca ¹	1,26 ± 0,17	1,37 ± 0,3	1,25 ± 0,21	1,24 ± 0,3
P ¹	0,56 ± 0,15	0,62 ± 0,11	0,52 ± 0,21	0,63 ± 0,07

¹ Porcentagem da MS.

Verifica-se que as composições químicas dos concentrados (Tabela 1.3) foram padronizadas, para terem valores aproximados de maneira que não interferisse nas análises das silagens aditivadas.

Tabela 1.4 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P), obtidos para as quatro rações experimentais.

Item	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)			
	5	10	15	20
MS (%)	34,92	38,55	41,82	43,36
MO ¹	92,33	92,96	93,82	93,67
PB ¹	13,55	13,88	13,61	14,07
EE ¹	3,33	3,09	3,08	2,85
FDN ¹	48,97	42,94	38,70	36,79
FDA ¹	27,49	23,59	20,86	19,91
CNF ¹	26,49	33,05	38,42	39,95
Ca ¹	0,694	0,738	0,689	0,678
P ¹	0,298	0,343	0,273	0,334

¹ Porcentagem da MS.

Na Tabela 1.5 estão apresentadas as médias para consumos médios diários de MS, PB, FDN e FDA, expressos em quilogramas por dia (kg/dia), porcentagem do peso vivo (% PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/kg^{0,75}), com as respectivas equações de regressão e coeficientes de variação e determinação.

Pode-se observar que o consumo de MS, independentemente da forma expressa, foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$). Os valores médios de consumo de MS, expressos em kg/dia, % PV e g/kg^{0,75}, foram 5,56; 3,18 e 115,42, respectivamente. Não ocorreu aumento no consumo de MS com o aumento da inclusão do bagaço na silagem, talvez pelo fato de o valor energético do bagaço ser semelhante ao da silagem de capim-elefante. Ramos et al.(2000a), trabalhando com o bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado de novilhos, verificaram que, em níveis acima de 48,74%, o consumo de MS foi reduzido. O valor máximo de consumo encontrado foi de 88,53 g/kg^{0,75}. Caldas Neto et al. (2000), utilizando diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca; raspa de mandioca; e farinha de varredura para novilhos da raça Holandesa, não observaram diferença estatística no consumo de MS, em função do peso metabólico, o qual foi em média 72,75 g/kg^{0,75}, resultado inferior ao do presente trabalho (115,42).

Marques et al. (2000), estudando quatro rações experimentais: milho e farelo de soja; casca de mandioca + milho e farelo de soja; farinha de varredura e farelo de soja; e raspa de mandioca e farelo de soja, no desempenho de novilhas mestiças, observaram que as rações que continham milho e milho + casca de mandioca

apresentaram maior consumo que as que continham farinha de varredura e raspa de mandioca e apresentaram os seguintes resultados em relação ao PV 2,70; 2,50; 2,10 e 2,20%, respectivamente. Jorge et al. (2002), testando bezerros holandeses alimentados com diferentes níveis de substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (0, 25, 50, 75 e 100%), verificaram que o consumo de MS, em relação ao PV dos animais teve um comportamento linear decrescente para o aumento dos níveis de substituição (2,40 a 2,18% do PV). Valor superior foi encontrado no presente experimento de 3,18%.

Tabela 1.5 – Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas dos consumos diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e os respectivos coeficientes de determinação (r^2/R^2).

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	R ²	CV
	5	10	15	20			
Consumo de MS							
kg/dia	5,52	5,21	6,38	5,10	$\hat{Y} = 5,56$	-	13,95
% peso vivo	3,27	3,00	3,45	3,00	$\hat{Y} = 3,18$	-	6,62
g/kg ^{0,75}	118,00	108,89	127,15	107,89	$\hat{Y} = 115,42$	-	7,37
Consumo de PB							
kg/dia	0,670	0,652	0,808	0,660	$\hat{Y} = 0,700$	-	14,36
% peso vivo	0,395	0,373	0,440	0,385	$\hat{Y} = 0,400$	-	8,02
g/kg ^{0,75}	14,212	13,544	16,175	13,923	$\hat{Y} = 14,464$	-	7,77
Consumo de FDN							
kg/dia	2,60	2,14	2,37	1,79	$\hat{Y} = 2,77143 - 0,0438X$	0,67	14,72
% peso vivo	1,54	1,23	1,28	1,05	$\hat{Y} = 1,63488 - 0,0288X$	0,82	7,04
Consumo de FDA							
kg/dia	1,46	1,17	1,26	0,970	$\hat{Y} = 1,56727 - 0,0436X$	0,77	15,08
% peso vivo	0,867	0,674	0,680	0,558	$\hat{Y} = 0,92480 - 0,0184X$	0,86	7,40

O consumo de PB, independente da forma expressa, não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Os valores médios de consumo de PB, expressos em kg/dia, % PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, foram 0,70; 0,40 e 14,46, respectivamente. O consumo de PB não diferiu entre os tratamentos, já que as dietas foram padronizadas para conterem valores protéicos próximos (Tabela 1.4). Ramos et al. (2000a), testando o bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado (0, 33, 66 e 99%), para novilhos, observaram que o consumo máximo de PB foi de $10,61 \text{ g/kg}^{0,75}$ para o nível de 43,75% de substituição do bagaço. Vilela et al. (1990), em experimento com novilhos alimentados com silagem de capim-elefante contendo 4,9% de uréia, com ou sem raspa de mandioca, observaram que o maior consumo de PB foi para a ração contendo capim-elefante, uréia e raspa de mandioca. Jorge et al. (2002), testando cinco tipos de ração para bezerros holandeses, observaram que o consumo de PB, quando expresso em % PV, não diferiu entre os níveis de substituição do milho pela farinha de varredura (0, 25, 50, 75 e 100%), mas quando foi expresso em função do peso metabólico, este apresentou um comportamento linear crescente com a elevação dos níveis de substituição, variando de 11,50 a $12,50 \text{ g/kg}^{0,75}$. Foram encontrados valores superiores no presente trabalho ($14,46 \text{ g/kg}^{0,75}$).

Marques (1999), testando fontes de energia e de proteína de alta e baixa degradabilidade, observou valores de 0,32; 0,27 e 0,33% PV, respectivamente, para as dietas contendo casca; raspa de mandioca; e silagem de milho, com milho e farelo de soja, para o consumo de PB. Caldas Neto et al. (2000), ao estudar o consumo de PB por novilhos alimentados com dietas à base de silagem de milho com casca e com raspa de mandioca desidratada, com aproximadamente 14,00% de PB, verificaram valor de 0,20% PV, inferior ao observado neste experimento, que foi de 0,40% PV.

O consumo de FDN, expresso em kg/dia e % PV, apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do nível de bagaço (Tabela 1.5), devido à redução de FDN na dieta, que apresentou valores médios de 48,97; 42,94; 38,70 e 36,79%, para os tratamentos de 5, 10, 15 e 20%, como pode ser visto na Tabela 1.4. Conforme discutido, os teores de FDN não influenciaram o consumo de MS.

Os resultados da ingestão de FDN para as dietas mostraram que os animais ingeriram acima da sua capacidade considerada ótima para o consumo de FDN, que, segundo Mertens (1985), é de 1% PV para animais em crescimento. Mertens (1987) relata ser importante que o teor de FDN não limite a ingestão, para que os animais

sejam capazes de consumir quantidades suficientes de MS que atendam às suas necessidades energéticas, não influenciando a produção.

O consumo de FDN variou de 1,54 a 1,05% PV e não limitou o consumo. Martins (1999) verificou valores de 0,85 e 1,15% PV para dietas contendo silagem de milho associada com casca de mandioca, em função da fonte protéica, levedura ou farelo de algodão, respectivamente, em novilhas confinadas. Marques (1999) verificou valores de 0,85; 0,98 e 0,75% PV, para silagem de milho, casca e raspa de mandioca, respectivamente. Caldas Neto et al. (2000), trabalhando com diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca; raspa de mandioca; e farinha de varredura para novilhos da raça holandesa, não observaram diferença estatística no consumo de FDN, expresso em % PV que foi de 0,60 % PV. Valores superiores foram encontrados no presente trabalho, em cada tratamento.

O consumo de FDA, expresso em kg/dia e % PV, apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do nível de bagaço (Tabela 1.5), devido à redução da FDA na dieta, que apresentou valores médios de 27,49; 23,59; 20,86 e 19,91%, para os tratamentos com 5, 10, 15 e 20% de bagaço de mandioca como pode ser visto na Tabela 1.4. Neste trabalho, os teores de FDA na dieta não restringiram o consumo de MS, sendo que a equação de regressão encontrada foi: consumo de FDA = $0,92480 - 0,0184066X$ ($P < 0,05$ e $r^2 = 0,86$). O consumo de FDA, no presente trabalho, variou de 0,867 a 0,558% PV. Ramos et al. (2000) observaram que o consumo de FDA digestível elevou-se linearmente com o aumento da substituição do milho por bagaço de mandioca, o que é esperado, pois o conteúdo de FDA do bagaço de mandioca é bem maior que o do milho (29,4 vs 3%). No presente trabalho, o consumo de FDA apresentou tendência linear decrescente, já que o bagaço de mandioca substituiu o capim-elefante, o qual apresenta mais FDA.

O consumo de FDA, no presente experimento, em kg/dia, apresentou valores decrescentes de 1,46 a 0,97 kg/dia. Marques et al. (2000), trabalhando com novilhas, encontraram o consumo de 2,20 a 1,50 kg/dia, testando a substituição do milho pela casca, farinha de varredura e raspa de mandioca. Estes resultados são superiores aos encontrados no presente experimento.

Na Tabela 1.6 são apresentados os resultados de desempenho, como ganho médio diário de peso, perímetro torácico, altura de cernelha e conversão alimentar.

Não houve diferença estatística para o PV inicial e PV final ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Em 56 dias, os animais tiveram um ganho de peso total de, em média,

54,50; 59,25; 71,75 e 54,00 kg, respectivamente, para os tratamentos de 5, 10, 15 e 20%, sendo que a média de ganho dos tratamentos foi de 59,88 kg, nos 56 dias. O tratamento que apresentou o maior ganho de peso foi o de 15%, apesar de não ter se diferenciado estatisticamente.

Tabela 1.6 – Médias e coeficientes de variação (CV, %) para o peso vivo inicial, peso vivo final, ganho de peso médio diário, aumento de perímetro torácico, aumento de altura de cernelha, e conversão alimentar da matéria seca, em função dos níveis de bagaço de mandioca na silagem

Item	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	CV
	5	10	15	20		
Peso vivo inicial (kg)	142,00	143,50	148,75	144,50	$\hat{Y} = 144,68$	12,37
Peso vivo final (kg)	196,50	202,75	220,50	198,50	$\hat{Y} = 204,56$	12,53
Ganho médio diário (kg/dia)	0,975	1,057	1,282	0,965	$\hat{Y} = 1,07$	22,96
Aumento do Perímetro torácico (cm/dia)	0,223	0,245	0,285	0,236	$\hat{Y} = 0,248$	20,06
Aumento da altura de cernelha (cm/dia)	0,098	0,111	0,116	0,102	$\hat{Y} = 0,107$	16,46
Conversão alimentar	5,76	4,95	5,09	5,53	$\hat{Y} = 5,33$	16,77

O ganho de peso médio diário não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos, sendo que a média de ganho dos tratamentos foi de 1,07 kg.

O elevado ganho de peso médio diário observado nos quatro tratamentos (média de 1,07 kg) pode ser atribuído à baixa condição corporal dos animais antes do experimento, ao elevado consumo de MS (3,18% PV), e ao potencial genético dos animais. No início do experimento, os animais apresentaram maior velocidade de ganho de peso. As dietas foram balanceadas para os animais adquirirem em torno de 0,7 kg/dia. Como o consumo de MS foi alto, houve reflexo no ganho de peso diário.

Ferreira et al. (1989), em estudo para avaliar o valor do sorgo e da raspa de mandioca em comparação ao milho, usando o farelo de algodão como fonte protéica no desempenho de novilhos confinados (Holandês, Zebu e Nelore), não observaram

diferença no ganho de peso médio diário entre as rações contendo milho (1,22 kg) e as com raspa de mandioca (1,14 kg).

Lorenzoni e Mella (1994), trabalhando com bovinos, não observaram diferenças significativas no ganho de peso médio diário (821g/dia) substituindo milho desintegrado com palha e sabugo por resíduo sólido da lavagem da raiz de mandioca. Ferreira et al. (1989) não encontraram diferenças significativas no ganho de peso médio diário de novilhos, consumindo milho em grão (100%) ou milho e raspa de mandioca (50:50), como fonte energética no concentrado, sendo que o consumo de MS também não foi diferente entre os tratamentos citados.

A altura à cernelha e o perímetro torácico são mensurações utilizadas para estimar o tamanho do esqueleto, que é de suma importância ao parto, no intuito de evitar distocia ou desordens metabólicas pós-parto, pois novilhas menores e gordas são mais propensas a apresentarem maior incidência destes problemas.

No presente trabalho, a altura à cernelha e o perímetro torácico (Tabela 1.6) não diferiram significativamente entre os tratamentos ($P>0,05$). Miranda (1999), pesquisando o desempenho e o desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, não observou diferença significativa em relação ao aumento na altura da cernelha (0,05 cm/dia) e, no perímetro torácico (0,08 cm/dia). Foram verificados, no presente trabalho, aumentos na altura da cernelha e no perímetro torácico superiores aos encontrados por Miranda (1999), talvez devido ao maior ganho de peso das novilhas.

A conversão alimentar (CA) da MS não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Já que o consumo de MS não diferiu entre os tratamentos e o consumo de FDN não limitou ao consumo da MS. Observou-se, então, que nenhuma dieta limitou fisicamente o consumo a ponto de limitar o desempenho dos animais. Os resultados positivos de CA estão de acordo com o bom desempenho dos animais independente do nível de bagaço de mandioca na silagem. Marques et al. (2000) também não observaram diferença de CA testando a substituição do milho pela casca, farinha de varredura e raspa de mandioca em novilhas confinadas, obtendo uma média de 6,6. Prado et al. (2000), testando o desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica, também não verificaram diferenças significativas para a CA, encontrando valor médio de 7,87. Nestes trabalhos citados, as conversões foram maiores que a encontrada neste experimento (Tabela 1.6). Ramos et al. (2000), pesquisando a substituição do milho por

bagaço de mandioca, nas proporções de 0, 33, 66 e 99%, não observaram diferença significativa para os tratamentos de 0, 33 ou 66%. No entanto, a CA obtida para a dieta com 99% de substituição do milho (7,98) foi pior que as registradas para os níveis de 0 (4,61) e 66% (4,58), entretanto não foi diferente da verificada para o nível de 33% de substituição (6,17). A CA média encontrada neste trabalho (5,33) foi semelhante à observada por Ramos et al. (2000), para os níveis de 0 e 66%.

Na Tabela 1.7 estão apresentados os coeficientes de digestibilidade da MS, da PB, da FDN, da FDA, do EE e dos CNF e os NDT obtidos para as quatro silagens experimentais.

Tabela 1.7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens aditivadas com bagaço de mandioca, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2/R^2) e variação (CV, %)

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Regressão	r^2	CV
	5	10	15	20			
DMS	53,42	58,84	56,05	58,79	$\hat{Y} = 56,77$		9,37
DPB	38,06	35,60	27,47	22,03	$\hat{Y} = 44,8466 - 0,01124X$	0,97	24,75
DFDN	50,10	51,00	39,36	42,60	$\hat{Y} = 45,765$		16,06
DFDA	43,33	35,39	35,30	39,08	$\hat{Y} = 38,28$		26,53
DEE	76,53	67,34	53,67	67,90	$\hat{Y} = 76,2480 - 0,07908X$	0,80	11,22
DCNF	91,92	81,35	87,14	86,08	$\hat{Y} = 89,5630 - 0,02349X$	0,52	3,42
NDT	53,61	57,52	53,58	56,98	$\hat{Y} = 55,42$		9,59

Pode-se observar que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de bagaço de mandioca na silagem sobre ao coeficiente de digestibilidade da MS. A participação do bagaço de mandioca na silagem na base da MS, foi de 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6% para o níveis de 5; 10; 15; e 20% de bagaço de mandioca na silagem. Isto evidencia que o valor energético do bagaço não é tão elevado quanto se esperava. O valor médio do coeficiente de digestibilidade da MS encontrado neste experimento, para a silagem do capim-elefante aditivada (56,77%) está próximo aos valores desse

parâmetro encontrados por Freitas (2001), quando pesquisou, em novilhos, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes das silagens de cana-de-açúcar e da raspa e casca de mandioca ensiladas com polpa cítrica peletizada, utilizando como dieta basal silagem de milho e farelo de soja. Os valores médios encontrados, por este autor, para os coeficientes de digestibilidade da MS foram de 56,40; 65,08; 46,53 e 53,49% para as silagens de milho; raspa de mandioca com polpa cítrica; silagem da casca com polpa cítrica e silagem de cana-de-açúcar com polpa cítrica, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade da PB apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento do nível do bagaço de mandioca na silagem devido ao baixo teor de PB presente nas silagens (4,66; 4,49; 4,09 e 4,00%PB para os tratamentos de 5; 10; 15 e 20% de adição de bagaço de mandioca, Tabela 1.2). As médias dos coeficientes de digestibilidade da PB para os níveis de 5; 10; 15 e 20% de adição do bagaço de mandioca foram de 38,06; 35,6; 27,47 e 22,03%, respectivamente. A digestibilidade da proteína foi baixa devido à dieta ser exclusivamente composta de silagem aditivada e o teor de PB presente nas silagens ser inferior ao recomendado para se ter uma boa digestibilidade. Milford e Milson (1966) sugerem o mínimo de PB de 7% na dieta para se ter uma boa digestibilidade; abaixo desse valor ocorre redução na digestibilidade da proteína.

O coeficiente de digestibilidade da FDN não diferiu significativamente ($P > 0,05$) para os diferentes tratamentos, apesar de ter havido um decréscimo no teor de FDN das silagens, de acordo a inclusão do bagaço de mandioca (Tabela 1.2). A média do coeficiente de digestibilidade da FDN foi 45,76%. Caldas Neto et al. (2000) avaliou a digestibilidade dos nutrientes de rações que continham diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca desidratada; raspa de mandioca; e farinha de varredura; o volumoso utilizado foi silagem de milho e a fonte protéica, o farelo de soja, em novilhos da raça Holandesa e observaram que não houve diferença, entre as rações experimentais, na digestibilidade da FDN, tendo encontrado o valor médio de 45,20%, semelhante ao valor encontrado neste trabalho (45,75%). Freitas (2001), utilizando como dieta basal a silagem de milho e farelo de soja, encontrou os valores médios dos coeficientes de digestibilidade da FDN de 35,07; 39,34; 15,90 e 36,28% para as silagens de milho; raspa de mandioca com polpa cítrica; casca com polpa cítrica e cana-de-açúcar com polpa cítrica, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade da FDA não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos, apesar de o teor de FDA nas silagens ter decrescido de acordo com

a maior adição do bagaço de mandioca. Marques et al. (2000), estudando novilhas com o objetivo de avaliar a substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura e raspa de mandioca sobre a digestibilidade da FDA, encontraram valor médio de 33% de coeficiente de digestibilidade para a substituição do milho pela farinha de varredura, valor inferior aos encontrados neste trabalho para a digestibilidade de FDA das silagens aditivadas.

O coeficiente de digestibilidade do EE apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento do nível do bagaço de mandioca na silagem. Comportamento este semelhante ao das porcentagens de EE, as quais reduziram linearmente com a mistura do bagaço de mandioca na silagem do capim-elefante (Tabela 1.2). Esses resultados podem ser explicados pelo baixo teor de EE no bagaço de mandioca e no capim.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos CNF apresentaram um comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), apesar de que, à medida que aumentava o bagaço de mandioca na silagem, o teor de carboidrato aumentava (Tabela 1.2).

Os NDT não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$). O valor médio encontrado (55,42%) pode ser considerado bom e a não diferenciação entre os valores energéticos das silagens com mais bagaço de mandioca leva a afirmar que o valor energético do bagaço de mandioca é semelhante ao do capim utilizado neste experimento.

Na Tabela 1.8 são mostradas as médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da MS, da PB, da FDN, da FDA, do EE, dos CNF e as médias de NDT das dietas experimentais.

No presente trabalho, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na digestibilidade da MS, da PB, da FDN, da FDA, do EE, dos CNF e nos NDT das dietas com silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de bagaço de mandioca, evidenciando que o valor energético do bagaço de mandioca é semelhante ao da silagem do capim-elefante.

Mesmo havendo maior participação do bagaço de mandioca na dieta, na base da MS, com uma participação de 10,46; 20,92; 31,38 e 41,84% nas dietas com 5; 10; 15 e 20% de bagaço de mandioca na silagem, não houve alteração da digestibilidade da MS, provavelmente devido ao médio valor energético do bagaço de mandioca. Valor semelhante foi encontrado por Ramos et al. (2000), que trabalharam com novilhos mestiços substituindo o milho por bagaço de mandioca nas proporções de 0, 33, 66 e 99%.

Estes autores não observaram diferença significativa entre os tratamentos e

obtiveram uma média de 62,90%. Caldas Neto et al. (2000), também pesquisando diferentes fontes energéticas: milho, milho + casca de mandioca, raspa de mandioca e farinha de varredura para novilhos da raça holandesa, não observaram diferenças entre os coeficientes de digestibilidade entre os tratamentos, obtendo o valor médio de 64,30%. Os valores médios encontrados por estes dois últimos autores são semelhantes ao valor médio encontrado no presente trabalho para a digestibilidade da MS da dieta (64,99%).

Marques et al.(2000), estudando novilhas com o objetivo de avaliar a substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura e raspa de mandioca sobre a digestibilidade da MS, encontraram coeficiente de digestibilidade da MS para a ração com raspa de mandioca (73,2%) estatisticamente superior ao da ração com milho (53,7%). Porém, os valores de digestibilidade da MS para a ração com casca de mandioca (63,1%) e farinha de varredura (63,1%) foram intermediários, não diferindo estatisticamente entre si, e foram similares ao do presente trabalho (64,99%).

Os autores citam que a maior digestibilidade para a raspa de mandioca deve-se, provavelmente, ao maior nível de amido e à maior degradabilidade ruminal do amido da mandioca. Caldas Neto et al.(2000) verificaram valores de 70,2; 62,8; 64,6 e 65,5%, respectivamente, para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, utilizando dietas à base de silagem de milho mais farelo de soja com raspa de mandioca, milho com casca de mandioca, milho e farinha de varredura, fornecidas a novilhos.

Também Andrade et al. (1994) verificaram o coeficiente de digestibilidade da MS de 65,20% para dieta contendo 30% de raspa de mandioca ensilada, fornecida a bovinos, juntamente com feno de Coastcross, levedura e uréia. Martins et al. (1999), pesquisando novilhas confinadas e alimentadas com dietas à base de silagem de milho, combinada com fontes de energia e proteína apresentando diferentes degradações, observaram coeficientes de digestibilidade aparente da MS de 66,20 e 69,40% para dietas com casca de mandioca associada a levedura e farelo de algodão, respectivamente.

Da mesma forma, Marques et al. (2000) encontraram coeficientes de digestibilidade da MS de 53,70; 63,10 e 73,20, respectivamente, para as dietas contendo milho, casca e raspa de mandioca como fonte energética e silagem de milho como volumoso. O coeficiente de digestibilidade da MS encontrado por Freitas (2001), trabalhando com silagem da raspa de mandioca (o mesmo bagaço de mandioca utilizado no presente experimento) mais polpa cítrica para novilhos, apresentou coeficiente de

digestibilidade de 65,08%. Os resultados encontrados por todos estes autores são semelhantes ao valor obtido no presente trabalho (64,99%).

Segundo o último autor, os resíduos industriais apresentam grande variação na sua composição, o que, aliado à forma de apresentação do mesmo (desidratado ou ensilado) o que, pode levar à diferenças no coeficiente de digestibilidade, dificultando a comparação dos dados.

Tabela 1.8 – Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo diferentes níveis de bagaço de mandioca na silagem e coeficientes de variação (CV, %).

	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				ER	CV
	5	10	15	20		
DMS	60,93	65,00	67,68	66,34	$\hat{Y} = 64,99$	8,62
DPB	70,46	65,70	69,28	68,06	$\hat{Y} = 68,38$	7,07
DFDN	40,94	49,88	44,58	42,51	$\hat{Y} = 44,48$	19,46
DFDA	44,00	51,59	45,2	44,26	$\hat{Y} = 46,26$	18,43
DEE	70,00	61,56	66,32	67,46	$\hat{Y} = 66,36$	10,20
DCNF	95,94	88,31	91,20	91,40	$\hat{Y} = 91,71$	3,97
NDT	60,26	64,01	66,32	66,05	$\hat{Y} = 64,16$	7,95

O coeficiente de digestibilidade da PB da dieta encontrado neste trabalho (68,38%) leva a crer que o bagaço de mandioca não influenciou a digestibilidade da PB, pois, entre os tratamentos não houve diferença estatística. Caldas Neto et al. (2000) verificaram os valores de coeficiente de digestibilidade da PB de 63,40 e 69,70% para dietas contendo casca e raspa de mandioca, fornecidas a novilhos com consumo restrito a 2% PV, valores estes semelhantes ao encontrado no presente trabalho (68,38%). Freitas (2001), trabalhando com silagem de raspa de mandioca e milho + farelo de soja na alimentação de novilhos encontrou digestibilidade da PB de 63,26%.

Os valores de coeficiente de digestibilidade da FDN não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos, mesmo a quantidade de FDN decrescendo com o aumento do bagaço de mandioca na dieta (48,97; 42,94; 38,70 e

36,79%, respectivamente, para os tratamentos de 5; 10; 15 e 20% de adição). O teor de bagaço de mandioca na dieta não interferiu na digestibilidade da FDN. Caldas Neto et al. (2000), pesquisando dietas contendo casca e raspa de mandioca na alimentação de novilhos, não encontraram diferença estatística entre as rações experimentais na digestibilidade da FDN, obtendo o valor médio de 45,20%, valor bastante próximo ao do presente trabalho (44,48%). Ramos et al. (2000) encontraram valor médio superior (59,39%) ao do presente experimento, pesquisando a substituição do milho pelo bagaço de mandioca no concentrado nos níveis de 0; 33; 66 e 99% na alimentação de novilhos mestiços e não encontraram diferença significativa entre os tratamentos para o coeficiente de digestibilidade da FDN das dietas.

A digestibilidade da FDA não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P>0,05$). O teor de FDA na dieta decresceu de 27,49 a 19,91 (Tabela 1.4), porém não houve influência da adição de bagaço de mandioca na digestibilidade da FDA da dieta. Ramos et al. (2000) encontraram valores superiores ao do presente experimento, pesquisando a substituição do milho pelo bagaço de mandioca no concentrado, nos níveis de 0; 33; 66 e 99% na alimentação de novilhos mestiços. O coeficiente de digestibilidade da FDA não apresentou diferença entre os tratamentos, com o valor médio de 50,49%. Marques (1999), avaliando a substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura ou raspa de mandioca sobre a digestibilidade, na alimentação de novilhas, encontrou coeficientes de digestibilidade para a FDA das dietas com milho (50,5%), casca de mandioca (49,6%) e raspa de mandioca (54,9%) semelhantes entre si e superiores ao da dieta com farinha de varredura (33%).

O coeficiente de digestibilidade do EE na dieta não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), mesmo diminuindo o coeficiente de digestibilidade do EE na silagem com o aumento da adição de bagaço de mandioca na dieta. Roston e Andrade (1992) relataram coeficiente de digestibilidade aparente do EE de 66,42 e 67,86%, respectivamente, para as silagens de milho e sorgo. Valores semelhantes ao do presente experimento (66,36%).

A digestibilidade dos CNF na dieta não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($P>0,05$), mesmo com o aumento do teor de carboidratos na dieta (Tabela 1.4).

O NDT não diferiu entre as dietas estudadas ($P>0,05$). O valor médio encontrado (64,16%) foi semelhante ao estimado (61%) por dados das tabelas do NRC (2001). O bagaço de mandioca não influenciou a digestibilidade dos nutrientes das

dietas. Resultado semelhante foi encontrado por Caldas Neto et al. (2000) pesquisando diferentes fontes energéticas: milho; milho + casca de mandioca desidratada; raspa de mandioca e farinha de varredura e como volumoso silagem de milho na alimentação de novilhos. Estes autores encontraram valores médios de NDT de 66,30; 63,40; 68,20 e 64,30%, respectivamente.

Dois animais alimentados com dieta com nível de 20% de adição de bagaço de mandioca à silagem apresentaram quadro de acidose clínica. Os subprodutos da mandioca, por terem baixos teores de fibra (com exceção da casca), serem ricos em amido, e, apresentarem alta degradabilidade ruminal (Martins et al., 1999), podem ter provocado redução do pH ruminal, alterando a população microbiana, desviando assim, a rota degradativa do amido para lactato, provocando acidose. Este tratamento apresentou 41,84% de bagaço de mandioca na dieta na base da MS, e 39,95% de CNF na dieta total.

1.5 - CONCLUSÕES

O nível de adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante é satisfatório para uma boa preservação da mesma, propiciando bom consumo, boa digestibilidade e bom desempenho animal, não sendo necessária adição de bagaço de mandioca em níveis mais elevados.

1.6 - REFERÊNCIAS

ABDALA, H.O; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J. Evaluation of methods for preserving fresh forage samples before protein fraction determination. *Journal of Animal Science*, v.66, n.10, p.2646-2649, 1998.

ABRAHÃO, J.J.S.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L. Avaliação da substituição da silagem de sorgo por cana-de-açúcar em dietas com resíduos de fecularia no desempenho de novilhas. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997.

ABRAHÃO, J.J.S. Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando a produção de carne e leite. Universidade Estadual de Maringá. 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2000.

ANDRADE, P.; AZEVEDO, A.L.G.; ALCADE, C.R. Digestibilidade da raspa de mandioca (*Manihot esculenta*) ensilada para ruminantes. In. REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 31, 1994, Maringá, PR *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p.536.

ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L. et al. Oferta de forragem de capim-elefante anão “mott” e o rendimento animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1288-1295, 2000.

BOTREL, M.A.; PEREIRA, A.V.; FREITAS V.P. et al. Potencial forrageiro de novos clones de capim elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.334-340, 2000.

BRAGA, A.P.; RIBEIRO, H.U.; BARRA, S.B. et al. Avaliação das silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. Cameroon, em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000, p.32.

BREIREM, K., ULVESLI, O. 1960. Ensiling methods. *Herb Abst.*, 30(1): 1-8.

BUTRIAGO, J.A.A. *Layuca en la alimentation animal*. Cali, 1990. 446 p.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO A.F. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.

CAPELLE, E.R. *Tabelas de composição dos alimentos, estimativa do valor energético e predição do consumo e do ganho de peso de bovinos*. Viçosa, 2000. 369p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

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

CASTRO, A.C.G.; SILVA, J.F.C.; LAFETA, M.A.Q. Estudo da composição química, digestibilidade "in vitro" da matéria seca e desempenho de novilhos nelorados tratados com diferentes volumosos, durante a estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.3, p.447-455, 1992.

CEREDA, M.P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: Cereda, M.P. (Ed.) *Resíduos da industrialização da mandioca*. Botucatu. 1994. p. 11-50.

CORRAL, A.J.; NEAL, H.D.; WILKINSON, J.M. The influence of forage management and conservation strategies on economic margin in a dairy enterprise. *Technology Report Grassil Research Institute*, n.29, p.1- 48, 1981.

CUNNIFF, P. (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC International*. 16 ed., Arlington: AOAC International, 1995. v.1.

FARIA,V.P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: FEALQ, 1986. p.119-144.

FERRARI Jr., e LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurchecido ou acrescido de farelo da mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERREIRA, J.J., NETO, J.M., MIRANDA, E.S. de. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhas confinadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.18, n.3, p.306-313, 1989.

FICHTNER, S.S., JARDIM, E.C., LOPES, H.O.S. et al. Uso de raspas de mandioca para bezerras. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Campinas. *Anais...* Campinas: SBZ, 1990, p.38.

FREITAS, D. de. *Digestibilidade total e parcial de rações contendo silagens de cana-de-açúcar, da casca e da raspa de mandioca aditivadas com polpa cítrica*. – Jaboticabal; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001. 65p., Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001.

HENRIQUE, W. e BOSE, M. L. V. Efeito de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.4, p.429-437, 1992.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 1. Desempenho e parâmetros sanguíneos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.192-204, 2002.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. *Informe Agropecuário*, v.11, n.132, p.50-57, 1985.

LORENZONI, W.R e MELLA, S.C. *Avaliação do resíduo obtido da lavagem da raiz de mandioca como alimento energético para bovinos*. In: Resíduos da industrialização da mandioca. Botucatu, 1994. cap. 4, p. 91-100.

MARTINS, A.S. *Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca e farelo de algodão ou levedura* – Maringá, PR; UEM, 1999. 84p., Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 1999.

MARQUES, J.A *Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição do milho na terminação de novilhas: desempenho e digestibilidade aparente in vivo*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1999. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 1999.

MARQUES, J.A., PRADO, I.N., ZEOULA, L.M. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1528-1536, 2000.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MELLOTI, L. Contribuição para o estudo da composição química e do valor nutritivo dos resíduos da industrialização da mandioca. (*Manihot utilíssima*, POHL), no estado de São Paulo. *Boletim de Indústria Animal*, v.29, n.2, p. 339-374, 1972.

MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In GA NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. *Proceedings...* Athens: University of Georgia, 1985. p.1-18.

MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64(7): 1548-1558.

MILFORD, D. e MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species: In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. *Anais...*São Paulo: Secretária de Agricultura, Departamento de Produção Animal, 1966. v.1, p.15-22.

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C. de; FILHO VALADARES, S.C. et al. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.605-613, 1999.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCADE C.R et al. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.278-287, 2000.

PEDREIRA, M.S. *Tratamentos e aditivos na melhoria da qualidade nutritiva da silagem de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum)*. 1998, 84p. Monografia (Lato sensu em Zootecnia) - UESB, Itapetinga.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. et al. Produção de matéria seca e qualidade de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.2, p.262-266, 1998.

RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho em concentrado para bovinos em crescimento: 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.300-305, 2000.

RAMOS, P.R.; PRATES, E.R. FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho em concentrado para bovinos em crescimento: 1. Consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.295-299, 2000a.

ROBERTSON, J.B. e VAN SOEST, P.J; The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T., THEANDERM, O. (Eds.). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.

ROSTON, A.J. e ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.4, p.647-666, 1992.

SANTANA, J.R.; PEREIRA, J.M.; RUIZI, M.A.M. Avaliação dos cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) no sudoeste da Bahia. II - agrossistema de Itapetinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, n.4, p.507-517, 1994.

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 2, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1975, p.156-186.

SILVEIRA, J.A. Tem resíduos virando carne. *A granja*, v.51, n.562, p. 41-42, 1995.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. *A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability*. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Viçosa, UFV, 2001.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Oregon: O & B Books, 1982. 373p.

VILELA, D.; SILVA, J.F.C.; GOMIDE, J.A. et al. Suplementação energética da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com alto nível de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.4, p.256-277, 1990.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

VILELA, G. L.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Degradabilidade "*in situ*" da matéria seca e da proteína bruta e da proteína efetivamente degradada no rúmen, de vários alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, n.3, p.342-351, 1994.

VILELA, H.; BARBOSA, F.A.; TEIXEIRA, E.A. et al. Efeito da idade sobre a produção e valor nutritivo de forragem do capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001, p. 320-321.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO FECAL E DIGESTIBILIDADE ESTIMADA POR INDICADORES INTERNOS COMPARADOS À COLETA TOTAL

2.1 - INTRODUÇÃO

Vários estudos têm sido realizados para medir a digestibilidade e associá-la às características bromatológicas dos alimentos, sendo estas estimadas com relativa facilidade e eficácia (Mertens, 1994). A digestibilidade pode ser obtida pelo método direto, que implica em rigoroso controle de ingestão e excreção diária, o que pode torná-lo inviável em algumas situações (ensaios de pastejo), e, também, por ser um processo trabalhoso (Silva e Leão, 1979). Isto levou à idealização de outros métodos, nomeados de métodos indiretos, dos indicadores ou dos marcadores (Silva, 2002), os quais apresentam certas vantagens sobre o da coleta total de fezes, a exemplo da simplicidade e conveniência de utilização, e, podem proporcionar uma série de informações, incluindo-se a quantidade ingerida de alimentos ou nutrientes específicos, a taxa de passagem da digesta por todo o trato digestivo e a digestibilidade da matéria seca (MS) ou nutrientes específicos.

Os indicadores têm sido utilizados como ferramenta experimental por muitos anos (Merchen, 1993). O indicador pode ser interno, aquele que ocorre naturalmente no alimento, ou externo, que é adicionado à ração ou administrado oral ou intraruminalmente.

Os indicadores internos apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento, e, de modo geral, permanecem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (Piaggio et al., 1991). Entre os indicadores internos têm sido estudados alguns componentes da fração fibrosa dos alimentos, como a fibra em detergente neutro (FDNI) e a fibra em detergente ácido (FDAI) indigestíveis, lignina em detergente ácido (LDA), lignina em detergente ácido indigestível (LDAI), celulose potencialmente indigestível (CPI), além da cinza insolúvel em ácido (CIA) e da cinza insolúvel em detergente ácido (CIDA). Estes indicadores podem ser utilizados tanto na estimativa da produção fecal como na estimativa dos coeficientes de digestibilidade e ingestão de alimentos (Penning e Johnson, 1983; Lippke et al., 1986; Resende et al., 1996; Berchielli et al., 2000).

Atualmente, a porção fibrosa indigestível vem sendo utilizada como indicador interno. Os métodos de incubação utilizados são *in situ* e *in vitro* e as frações que têm demonstrado potencialidade como indicador são FDNI e FDAI. Lippke et al. (1986) concluíram que a fibra indigestível, sendo adequadamente medida, poderia ser um indicador interno útil para estimar a digestibilidade em experimentos de pastejo.

Segundo Piaggio et al. (1991), existem problemas com o uso da FDAI, obtida após incubação *in situ*, como indicador da digestibilidade. Estes autores relataram que a recuperação fecal, e, conseqüentemente, a estimativa da digestibilidade foram abaixo do esperado. No entanto, poderiam ser melhoradas com a utilização da incubação *in vitro*, uma vez que esta apresenta menor variação e não apresenta perda de partículas. Saliba et al. (1999), comparando diversos indicadores internos e externos com o método da coleta total de fezes, afirmaram que a média obtida com a FDAI foi mais próxima do que a obtida pela coleta total, mostrando possuir um grande potencial como indicador para forragens, devido ao baixo custo e à facilidade metodológica. Entretanto, Ítavo et al. (2000), verificando a digestibilidade de dois fenos de gramíneas do gênero *Cynodon*, por meio de estimativas obtidas pelos indicadores internos FDNI e FDAI, não observaram diferença significativa entre as estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes para o feno de capim-coastcross. Porém, para o feno de capim-tifton 85, houve diferença entre indicadores, sendo que a FDNI subestimou os resultados de digestibilidade.

O uso da FDNI em ensaios de digestibilidade tem mostrado resultados semelhantes aos obtidos com a cutina (Ezequiel et al., 1999) citados por Zeoula et al., (2002). Superestimativas de fluxo de MS duodenal e fecal foram observadas com a

FDNI, resultando em coeficientes de digestibilidade subestimados (Ítavo et al., 2001; Zeoula et al. 2000).

Zeoula et al. (2002) concluíram que a CIA e a FDNI foram os indicadores mais eficientes, uma vez que seus valores de recuperação fecal não diferiram de 100%, quando comparados à coleta total de fezes, e que a CIA, a FDNI e a FDAI mostraram-se indicadores adequados para a estimativa da digestibilidade da MS e da matéria orgânica, com coeficientes semelhantes àqueles obtidos pelo método da coleta total.

A procura de indicadores ideais constitui-se em um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem os estudos de nutrição animal. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi analisar os indicadores internos fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido indigestível, por meio da incubação *in situ* por 144 horas, e, estimar a produção fecal e a digestibilidade da matéria seca e a fibra em detergente neutro, comparando com o método da coleta total.

2.2 - REVISÃO DE LITERATURA

Indicadores são compostos indigestíveis, intrínsecos dos alimentos ou adicionados a eles, o que os classifica como internos ou externos, respectivamente. Segundo Owens e Hanson (1992), um indicador, para ser considerado ideal, deve apresentar as seguintes características: não deve ser absorvido pelo trato gastrointestinal; não deve afetar ou ser afetado pelo trato gastrointestinal e sua população microbiana; deve escapar do rúmen numa taxa compatível com a digesta ou fração a ser marcada; deve ter método sensível e específico de determinação. Segundo Cochran et al. (1986), a digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos, nível de consumo, taxa de passagem e interações destes fatores, por isso, freqüentemente é difícil imitar essas condições *in vitro*. Nessas condições, a estimativa da digestibilidade por intermédio de indicadores pode ser desejável (Van Soest, 1994). Constituintes naturais da dieta que apresentam baixa digestibilidade têm sido utilizados como indicadores. Piaggio et al. (1991) relatam que os indicadores internos apresentam vantagem de já estarem presentes no alimento e, de modo geral, permaneceram uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção.

Segundo Merchen (1993), nenhuma das substâncias usadas como indicador preenchem todas as características, mas várias são suficientemente adequadas para fornecer dados significativos. Por esta razão, a procura de indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem estudos de nutrição animal.

Várias metodologias utilizam indicadores inertes para se estimar a produção fecal. Aroeira (1997) sugere que estas determinações estão baseadas na razão entre a quantidade do indicador administrado ao animal e sua concentração nas fezes.

Zeoula et al. (2002) verificaram que o uso da FDNI, como indicador interno, tem mostrado resultados promissores. Segundo Van Soest (1994), a FDNI tem sido utilizada por ser um dos componentes indigestíveis de maior porcentagem na MS.

A FDNI e a FDAI foram avaliadas por Berchielli et al. (1998), que observaram que ambas não diferiram entre si quanto à determinação da digestibilidade.

Ítavo et al. (2001b), comparando os indicadores FDAI e óxido crômico para estimar a produção de MS fecal e os coeficientes de digestibilidade total e parcial da MS das rações de bovinos, observaram que os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal não diferiram entre indicadores e metodologias de coleta, como também sugeriram que a FDAI pode ser utilizada como indicador interno para estimar fluxos de MS no abomaso, no íleo e nas fezes.

Freitas et al. (2001) compararam os indicadores internos FDNI e FDAI, obtidos após 144 horas de incubação *in vitro* e *in situ* (FDNiv; FDNis; FDAiv; FDAis) e o óxido crômico, como indicador externo, para estimar a produção fecal e o fluxo duodenal de MS em novilhos confinados. Os valores obtidos de produção fecal, quando associados aos dados de digestibilidade para estimativa do consumo, e, sua comparação com o valor determinado pelas pesagens diárias, permitiram concluir que o indicador mais adequado foi a FDAI, independentemente do método *in vitro* ou *in situ*.

2.3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Itapetinga, Bahia.

Foram utilizadas 16 novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu com peso vivo médio de 144 ± 18 kg, e idade média de 15 meses, identificadas com brincos numerados. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto, para alimentação, e bebedouro automático, comum a duas baias. No início do experimento, as novilhas foram pesadas e distribuídas em quatro tratamentos, com delineamento inteiramente casualizado, de quatro tratamentos e quatro repetições, definidos conforme a alimentação. Os tratamentos consistiram em quatro dietas com concentrado padronizado para terem o mesmo teor protéico (14%) e, como volumoso, silagem de capim-elefante cortado com 80 dias de idade, ao qual na ensilagem, foram adicionados diferentes níveis de bagaço de mandioca, na base da matéria natural (5, 10, 15 e 20%).

Os animais foram submetidos a um período de adaptação (14 dias), no qual as silagens foram fornecidas como alimento único, sendo assim, determinadas e estimadas a digestibilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) destas silagens, e, a produção fecal. Os sete primeiros dias foram de adaptação e os sete dias subseqüentes consistiram no período experimental (coleta de amostras de alimento, sobras e fezes). De forma semelhante, foi determinada a digestibilidade das dietas (silagem + concentrado), na sexta semana do período experimental. As fezes foram amostradas, segundo a técnica descrita por Ítavo et al. (2002) de dois dias, sendo no primeiro dia pela manhã, e, no segundo pela tarde. Na coleta total foi coletada uma

amostra composta por animal e foi amostrado 10% do total coletado em 48 horas e, posteriormente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais e comparações.

Foram avaliados dois indicadores internos: a fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAI), para estimar a produção fecal e a digestibilidade da MS e da FDN.

Para determinação dos teores de marcadores internos utilizou-se a técnica *in situ*, com dois bovinos machos $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu, fistulados no rúmen, castrados, em regime de pastejo. As amostras do oferecido (silagem e concentrado), das sobras e das fezes, secas e moídas, foram colocadas em sacos de Ankon em triplicata, os quais foram introduzidos nas fistulas dos bovinos. Após o período de incubação de 144 horas, os sacos foram removidos, lavados e as amostras foram submetidas à análise de FDNI e FDAI, determinadas pelo método sequencial de Robertson e Van Soest (1981).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. As médias dos tratamentos das variáveis estudadas, excreção fecal e digestibilidade da MS e FDN, foram comparadas por meio do teste Dunnett, à 5% de probabilidade, utilizando o Sistema de Análises Estatística e Genéticas (UFV, 2001).

2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de recuperação fecal e digestibilidade da MS e da FDN dos indicadores FDNI e FDAI, para as silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca, encontram-se na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Valores médios de excreção fecal e digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro determinados pela coleta total de fezes e estimados pela fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e pela fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) das silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca.

Itens	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				Média
	5	10	15	20	
	Excreção fecal (kg/dia)				
Coleta total	2,56	2,22	2,47	2,18	2,36 ^a
FDNI	2,74	2,70	3,19	3,16	2,95 ^b
FDAI	5,90	4,95	5,46	5,20	5,38 ^c
	Digestibilidade da matéria seca (%)				
Coleta total	53,42	58,84	56,05	58,80	56,77 ^a
FDNI	51,54	51,42	47,28	46,17	49,10 ^b
	Digestibilidade da fibra em detergente neutro (%)				
Coleta total	50,10	51,00	39,36	42,60	45,76 ^a
FDNI	45,77	39,05	22,24	17,90	31,24 ^b

* Médias seguidas da mesma letra da testemunha (coleta total), não diferem desta pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade.

Como não foi observado efeito da adição do bagaço de mandioca na silagem do capim-elefante, os dados foram comparados utilizando-se a média global dos quatro tratamentos.

A utilização da FDNI e da FDAI para estimar a excreção fecal e digestibilidade da MS e da FDN apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) em relação àquela obtida pela coleta total. Tanto a FDNI quanto a FDAI superestimaram a produção fecal e subestimaram a digestibilidade da MS e da FDN, o que pode ser atribuído à variabilidade inerente ao material experimental. É provável que o aumento do período de coleta total ou do número de amostras de fezes tornasse possível obter um resultado satisfatório para os indicadores internos. Pode, também, ter ocorrido variação associada à digestão *in situ*.

Fontes et al. (1996) sugeriram a necessidade de se efetuar duas coletas diárias de fezes por sete dias. Esses autores utilizaram os indicadores internos CIA (cinza insolúvel em ácido clorídrico) e CIDA (cinza insolúvel em detergente ácido). Em experimento mais recente Tibo et al. (2000), avaliando os efeitos dos níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços, utilizando como volumoso os fenos dos capins braquiária e *coast-cross*, indicaram que a realização de coletas somente durante o dia seria suficiente para obtenção de amostras representativas das fezes. Essas coletas foram feitas em intervalos de oito horas, com intervalo de seis horas entre dias, utilizando-se um esquema com quatro dias de coletas, totalizando, ao final, 12 amostras. No presente experimento, foram feitas duas amostragens. Provavelmente, seria necessário um maior número de amostras para obtenção de resultados significativos.

Freitas et al. (2001), comparando os indicadores internos para estimar a produção fecal em novilhos mestiços, utilizaram dietas à base de silagens de milho, de raspa e de casca de mandioca, assim como de cana-de-açúcar ensilada com polpa cítrica peletizada. Neste caso, também não obteve resultados eficientes com o uso de FDNI *in vitro* e FDNI *in situ*, os quais foram sub e superestimadas, respectivamente. Já Zeoula et al. (2002) obtiveram resultado promissor com relação à recuperação de FDNI nas fezes, o qual se mostrou eficiente como indicador. Berchielli et al. (2000), pesquisando bovinos machos, fornecendo rações concentradas compostas de milho e farelo de soja, totalizando 45% da dieta, e, como volumoso, silagem de milho, também obtiveram bons resultados com o uso da FDNI obtida pela fermentação *in vitro* por seis dias, não diferindo da excreção fecal determinada pela coleta total. A recuperação fecal da FDNI *in vitro* é variável de acordo com o alimento utilizado, o que foi comprovado por

Cochran et al. (1986), que também verificaram uma variação na digestão desses componentes de acordo com os alimentos utilizados. Segundo esses autores, a aplicabilidade da FDNI *in vitro* como indicador interno para animais consumindo dietas com forragens deve ser melhor estudada, pois os resultados da excreção fecal obtidos *in vivo* e pela FDNI *in vitro* foram variáveis. Zeoula et al. (2002) verificaram que o tamanho de partículas, a composição da fibra, o período de tempo e o modo de incubação (*in vitro* ou *in situ*) são fatores de variação que devem ser considerados quando do uso da FDNI como indicador interno.

Zeoula et al. (2002), estudando ovinos alimentados com quatro níveis de substituição do milho pela farinha de varredura, pesquisaram a recuperação de indicadores internos em ruminantes e encontraram baixa recuperação fecal de FDAI em relação à coleta total, o que superestimou a produção fecal. Piaggio et al. (1991) utilizaram ovinos alimentados com feno de alfafa e consumo restrito (90% do *ad libitum*), sendo que não obtiveram bons resultados de recuperação fecal utilizando FDAI como indicador. Entretanto, uma alta recuperação fecal da FDAI, quando comparada à coleta total, foi também observada por Saliba et al. (1999). Por outro lado, Berchielli et al. (2000) e Ítavo et al. (2001) concluíram que a FDAI apresentou resultado semelhante ao da coleta total, na estimativa da produção fecal.

Em relação à subestimativa da digestibilidade da MS e da FDN, a mesma observação foi verificada por Zeoula et al. (2000), e, Ítavo et al. (2002). Berchielli et al. (2000) não verificaram diferença estatística pelo teste Tukey, quando comparada a digestibilidade da MS e da FDN entre as coletas totais de fezes e os indicadores internos FDNI e FDAI, quando incubados *in vitro* por seis dias, utilizando bovinos machos alimentados com silagem de milho ou de híbrido de milho e milho e soja.

Os valores médios de recuperação fecal e digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro dos indicadores FDNI e FDAI para as dietas contendo silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca encontram-se na Tabela 2.2.

Como não houve diferença entre os tratamentos com diferentes níveis de bagaço de mandioca nas dietas dos animais, os dados foram comparados utilizando-se a média global dos quatro tratamentos.

Tabela 2.2 – Valores médios para excreção fecal e digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro pela coleta total de fezes e estimados pela fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) das dietas contendo silagens com diferentes níveis de bagaço de mandioca.

Item	Nível de bagaço de mandioca na silagem (%)				
	5	10	15	20	Média
Excreção fecal (kg/dia)					
Coleta total	4,38	4,24	5,05	3,84	4,38 ^a
FDNI	4,14	3,46	3,60	2,60	3,45 ^b
FDAI	4,62	4,84	5,70	4,39	4,89 ^c
Digestibilidade da matéria seca (%)					
Coleta total	60,93	65,00	67,68	66,34	64,98 ^a
FDNI	63,13	71,36	77,47	78,11	72,52 ^b
FDAI	59,04	59,85	64,08	62,50	61,36 ^c
Digestibilidade da fibra em detergente neutro (%)					
Coleta total	40,94	49,88	44,58	42,51	44,47 ^a
FDNI	45,04	56,85	58,79	62,60	55,82 ^b
FDAI	38,97	39,73	34,30	35,93	37,23 ^c

* Médias seguidas da mesma letra da testemunha (coleta total), não diferem desta pelo teste Dunnet, a 5% de probabilidade.

A utilização da FDNI e da FDAI para estimar a excreção fecal diferiu estatisticamente ($P < 0,05$), e, portanto, foram diferentes àquela obtida pela coleta total. A FDAI superestimou a produção fecal e subestimou a digestibilidade da MS e da FDN e a FDNI subestimou a excreção fecal e superestimou a digestibilidade da MS e da FDN, resultado diferente ao encontrado quando foi estimada a excreção fecal, e, avaliada a digestibilidade apenas da silagem com diferentes níveis de bagaço de mandioca no presente experimento, confirmando assim, que mais estudos, em relação aos indicadores, devem ser realizados. Deve-se rever o número de amostras coletadas, tempo de incubação, tipo de incubação e período de coleta total para se obter resultados mais concretos. Essas diferenças podem ser atribuídas à variabilidade inerente do material experimental, tamanho de partículas e, talvez, aumentando o período da coleta total ou o número de amostra das fezes poderia se obter um resultado satisfatório para o indicador interno, como também, poderia ocorrer a variação associada à digestão *in situ*.

Van Soest (1994) sugere que a utilização de FDAI e FDNI deve ser obtida por métodos *in vitro*, uma vez que a incubação ruminal por longos períodos de tempo pode resultar em influxo de partículas e causar considerável contaminação dos resíduos; no presente experimento o método utilizado foi incubação *in situ*.

Tibo et al. (2000), avaliando os efeitos dos níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços, utilizando como volumoso os fenos dos capins braquiária e *coast-cross*, indicaram que a realização de coletas somente durante o dia seria suficiente para obtenção de amostras representativas das fezes. Essas coletas foram feitas em intervalos de oito horas, com intervalos de seis horas entre dias, utilizando-se um esquema com quatro dias de coletas, totalizando ao final 12 amostras. No presente experimento, foram utilizados dois dias de coleta, provavelmente necessitaria de mais dias de coleta para obter resultados significativos. Freitas et al. (2001), também não obtiveram resultados eficientes com o uso da FDNI, observando que a estimativa de produção fecal obtida com o uso da FDN *in situ* ficou superestimada, ao contrário do presente trabalho.

Zeoula et al. (2002), estudando a recuperação de indicadores internos em ovinos alimentados com quatro níveis de substituição do milho pela farinha de varredura encontraram baixa recuperação fecal de FDAI em relação à coleta total, superestimando a produção fecal. Piaggio et al. (1991) utilizaram ovinos alimentados com feno de alfafa e consumo restrito (90% do *ad libitum*) e também não obtiveram bons resultados de recuperação fecal utilizando FDAI como indicador. Uma alta recuperação fecal da FDAI quando comparada à coleta total, foi também observada por Saliba et al. (1999). Por outro lado, Berchielli et al. (2000), e, Ítavo et al. (2001) concluíram que a FDAI apresentou resultado semelhante ao da coleta total, na estimativa da produção fecal.

Os coeficientes de digestibilidade da MS e da FDN das dietas não diferiram ($P < 0,05$) em relação ao nível de bagaço de mandioca na silagem de capim-elefante, independentemente do indicador interno utilizado (Tabela 2.2). Os valores dos coeficientes de digestibilidade da MS e da FDN, observados com o uso dos indicadores internos FDNI e FDAI, diferiram ($P > 0,05$) dos valores observados com o uso do método da coleta total de fezes. Berchielli et al. (2000), utilizando bovinos machos alimentados com milho e farelo de soja, tendo como volumoso silagem de milho ou de milho híbrido, verificaram que os indicadores FDNI e FDAI apresentaram resultados semelhantes, na estimativa da digestibilidade, aos da coleta total de fezes, quando incubados durante seis dias (144 horas) *in vitro*.

Diante do exposto, seria recomendável que fossem feitos outros experimentos envolvendo o uso de FDNI e FDAI como indicadores de digestibilidade e para estimativa da produção fecal, com o intuito de validar alguns métodos utilizados.

2.5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os indicadores internos FDNI e FDAI, não fornecem estimativas confiáveis da excreção fecal e da digestibilidade de MS e da FDN.

2.6 - REFERÊNCIAS

AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras, MG. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 127-163.

BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N. M.; OSÓRIO NETO, et al. Comparação de marcadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.50, n.2, p.147-152, 1998.

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.

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

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

FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca estimados através de indicadores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba.

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.

ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Digestibilidade de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* através de indicadores internos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.401.

ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Indicadores internos para estimativas de produção fecal e digestibilidade de nutrientes em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2000, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001a. p.1028.

ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente total e parcial em novilhos nelores através de indicadores interno ou externo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001b, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001b. p.1039.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002.

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

MERTENS, D.R. 1994.Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.; COLLINS, M., MERTENS, D.R., MOSER, L.E. (eds). *Forage quality evaluation*. Madison: ASA. CSSA, SSSA. P.450-493.

OWENS, F.N.; HANSON, F.H. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 2605-2617, 1992.

PENNING, P.D., JOHNSON, R.H. 1983. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1. potentiality indigestible cellulose and acid insoluble ash. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 100(1): 127-131.

PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. et al. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível 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.

RESENDE, K.T.; FURLAN, C.L.; COSTA, R.G. et al. Utilização do colágeno cromatado como indicador em estudos de digestão com caprinos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v. 25, n.4, p. 807-813, 1996.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J; The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T., THEANDERM, O. (Eds.). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.

SALIBA, E. O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. *Anais...* Sociedade Brasileira de Zootecnia: Porto Alegre. 1999.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. *Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.910-920, 2000.

UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Viçosa: UFV, 2001.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. New York: Cornell University press, Ithaca, 1994, 476p.

ZEOULA, L.M.; KASSIES, M.P.; FREGADOLLI, F.L. et al. Uso de indicadores na determinação da digestibilidade parcial e total em bovinos. *Acte Scientiarum*, v.22, n.3, p. 771-777, 2000.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M. et al. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.25, n.4: p. 1865-1874, 2002