

SARA CAJANGO FÁVERO

VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) CV. CAMEROON COM RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE MILHO (*Zea mays*) E SOJA (*Glycine max* L.).

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós - Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal/Bovinos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. PAULO CÉSAR DE AGUIAR PAIVA



**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação
da Biblioteca Central da UFLA.

Fávero, Sara Cajango

Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum.)
cv. cameroon com resíduos do beneficiamento de milho (Zea mays) e soja
(Glycine max, L.) / Sara Cajango Fávero. -- Lavras : UFLA, 1995.

68 p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Capim-elefante cameroon - Silagem - Valor nutritivo. 2. Milho -
Beneficiamento - Resíduo. 3. Soja. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.08552

SARA CAJANGO FÁVERO

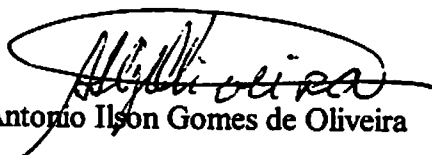
VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) CV. CAMEROON COM RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE MILHO (*Zea mays*) E SOJA (*Glycine max* L.).

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Produção Animal/Bovinos, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 09 de outubro de 1995



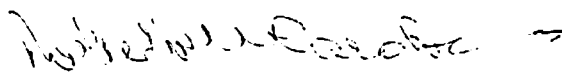
Prof. Igor M. E. V. von Tiesenhausen



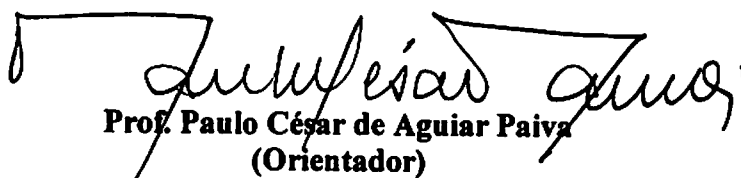
Prof. Antonio Ilson Gomes de Oliveira



Prof. Rasmão Garcia



Prof. Roberto Maciel Cardoso



Prof. Paulo César de Aguiar Paiva
(Orientador)

Aos meus pais,

João Ramos Fávero e Maria do Pilar Cajango Fávero;

A minha irmã,

Sarita Cajango Fávero;

OFEREÇO

A Deus,

AGRADEÇO

e

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização deste curso e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

Ao professor e amigo Igor M.E.V. von Tiesenhausen pelo aceite na orientação, pelas sugestões na elaboração do trabalho e, principalmente, pelo apoio e incentivo em todas as etapas do curso.

Ao Professor Paulo César de Aguiar Paiva pelo privilégio de ter tido dois orientadores e pela oportunidade de continuar aprendendo sempre.

Aos Professores Antonio Ilson Gomes de Oliveira pelas orientações estatísticas e Carlos Alberto Pereira de Rezende pela convivência alegre durante todo o curso.

Aos professores Rasmô Garcia, Roberto Maciel Cardoso e José Neuman pelas sugestões na redação da dissertação.

À todos os colegas de curso, em especial Rita, Idalmo, Elzânia, Vera, Carlos Alberto, Antônio e Carlos Bôa Viagem que me ajudaram durante o experimento.

Aos demais colegas do Núcleo de Estudos de Zootecnia (NEZ), Maria do Socorro, Wiviani, Alessandra, Roseli, Márcio e Walter pela grandeza do esforço em melhorar o aprendizado daqueles que por aqui passam, e principalmente, pela adorável convivência.

Aos funcionários de campo do Departamento de Zootecnia da UFLA, em especial, José Geraldo, Sr. João, Cláudio, Carlos, Nilson, João e Waldir.

À Cooperativa Agrícola Mista Irai Ltda (COPAMIL - MG) pelo fornecimento dos resíduos de beneficiamento de milho e soja.

À Maria Luiza de Araújo, Maria das Graças Cardoso e Lilian Mattioli que premiaram esta passagem com amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Sara Cajango Fávero, filha de João Ramos Fávero e Maria do Pilar Cajango Fávero, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro no dia 4 de fevereiro de 1970.

Concluiu o 2º grau no Colégio Pentágono - RJ em 1987.

Em março de 1988 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), exercendo atividades como monitoria e pesquisa de iniciação científica. Diplomou-se em dezembro de 1992.

Em março de 1993 foi admitida no curso de mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) na área de concentração Produção Animal - Bovinos, durante o qual fez parte do Núcleo de Estudos de Zootecnia - NEZ.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Capim-elefante cv. cameroon	2
2.2 Fatores que afetam a qualidade da silagem de capim cameroon	3
2.2.1 Matéria seca	5
2.2.2 Carboidratos solúveis	5
2.2.3 Capacidade tamponante	6
2.3 Resíduos do beneficiamento de milho e soja como aditivos em silagem	8
2.4 Critérios para avaliação da qualidade de silagens	10
2.5 Valor nutritivo de silagens	11
2.5.1 Relações entre composição química e consumo voluntário	11
2.5.2 Relações entre composição química e digestibilidade aparente	14
2.6 Balanço de nitrogênio	16
2.7 Parâmetros ruminais	17
2.8 Parâmetros sanguíneos	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Localização e características climáticas	20
3.2 Obtenção dos materiais experimentais	20
3.2.1 Capim-elefante cv. cameroon e resíduos do beneficiamento de milho e soja	20
3.2.2 Silagens mistas de capim-elefante cv. cameroon e resíduos	22
3.3 Tratamentos	23
3.4 Ensaio de digestibilidade	23
3.4.1 Animais e instalações	23
3.4.2 Condução do experimento	24
3.4.3 Obtenção das amostras para análises químicas	26
3.5 Análises químicas e pH	26
3.5.1 Capim, resíduos do beneficiamento e misturas antes da ensilagem	27

3.5.2 Silagens experimentais.....	28
3.5.3 Sobras, fezes, líquido ruminal e sangue.....	28
3.6 Análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Seletividade	29
4.2 Composição química e qualidade da silagem	30
4.3 Consumo voluntário	35
4.4 Digestibilidade aparente	39
4.5 Balanço de nitrogênio	42
4.6 Parâmetros ruminais	45
4.7 Parâmetros sanguíneos	50
5 CONCLUSÕES	52
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE	60

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Valores médios de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) para o período entre o preparo da capineira e a ensilagem.	20
2	Conteúdos de FDN, EE e PB (%) das silagens e das sobras	28
3	Composição bromatológica do capim, dos resíduos do beneficiamento de milho (RBM) e soja (RBS) e das misturas antes da ensilagem, com base na matéria seca.	30
4	Composição bromatológica das silagens de capim cameroon com resíduos do beneficiamento de milho e soja, com base na matéria seca. ...	31
5	Índice de pH, teor de carboidratos solúveis, ácido lático, ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal e poder tampão das diferentes silagens.....	31

6	Consumo voluntário de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB), proteína digestível (CVPD), fibra em detergente neutro (CVFDN), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) das silagens estudadas.....	36
7	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e energia bruta das silagens estudadas.....	40
8	Média de balanço (BN) e retenção de nitrogênio (RN) dos animais alimentados com as diferentes silagens.....	43
9	Valor de pH e concentração média dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal.	46
10	Proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico e, relação ácido acético: ácido propiônico: ácido butírico no líquido ruminal dos animais alimentados com as diferentes silagens.	49
11	Concentração média de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal dos animais alimentados com diferentes silagens.	50
12	Teor de glicose e uréia no sangue (mg%) dos animais alimentados com as diferentes silagens.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Consumo voluntário de proteína bruta e proteína digestível em função da proporção do resíduo de beneficiamento da soja (RBS)	38
2	Digestibilidade aparente da proteína bruta em função da proporção do resíduo de beneficiamento da soja (RBS)	41
3	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro em função da proporção do resíduo de beneficiamento da soja (RBS)	42
4	Balanço de nitrogênio em g/UTM/dia para os animais alimentados com as diferentes silagens	44
5	Retenção de nitrogênio (%Nret/Nabs) para os animais alimentados com as diferentes silagens	45
6	Ácidos graxos totais (milimoles/100ml) e pH em função do tempo após o fornecimento das silagens	48
7	Nível de uréia no plasma sanguíneo dos animais alimentados com as diferentes silagens.....	51

RESUMO

FÁVERO, SARA CAJANGO. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. cameroon com resíduos do beneficiamento de milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max* L.). Lavras: UFLA, 1995. 68p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).*

O ensaio de digestibilidade "in vivo" pelo método de coleta total de fezes foi realizado nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais com o objetivo de se verificar os efeitos da adição de 18,2% de resíduos do beneficiamento de milho e soja em diferentes proporções sobre a fermentação e valor nutritivo da silagem de capim-elefante cv. cameroon. Foram avaliados a composição química, o consumo voluntário e a digestibilidade das silagens e, o balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis) e sanguíneos (glicose e uréia) dos animais alimentados com as respectivas silagens. Foram utilizados 20 carneiros castrados, sem raça definida e com peso vivo médio de 59 Kg divididos segundo o delineamento experimental de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo os tratamentos: T₁ - Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 100% Resíduo do beneficiamento do milho (RBM); T₂ - Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 75% RBM + 25% RBS; T₃ - Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 50% RBM + 50% RBS; T₄ - Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 25% RBM + 75% RBS e T₅ - Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 100% RBS. Os valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos

* Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva. Membros da Banca: Igor M.E.V. von Tiesenhausen, Rasmô Garcia, Roberto Maciel Cardoso e Antonio Ilson Gomes de Oliveira.

voláteis das silagens com 50% ou mais de RBM caracterizaram silagens de melhor qualidade que aquelas com 75 e 100% de RBS. As silagens T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ propiciaram consumos de matéria seca (CVMS) de 62,5; 62,1; 60,5; 64,7 e 56,3 g/UTM/dia, iguais estatisticamente. Foi encontrado efeito linear positivo para consumo voluntário de proteína bruta e proteína digestível (CVPD) em função do aumento das proporções RBS, sendo o CVPD para os tratamentos anteriores de 5,7; 7,4; 9,3; 11,6; 13,5g/UTM/dia, respectivamente. Os tratamentos propiciaram consumos voluntários de energia bruta e energia digestível (CVED) iguais estatisticamente, sendo o CVED em média 218,77 Kcal/UTM/dia. A digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) variou linearmente entre 70,5% (T₁) e 85,0 (T₅) e a da fibra em detergente neutro entre 47,5 (T₂) e 58,9 (T₅). Os valores para balanço de nitrogênio em g/UTM/dia foram 0,39; 0,19; 0,17; -0,22 e - 0,04 para as silagens com 100% RBM, 25% RBS, 50% RBS, 75% RBS e 100% RBS. O pH do líquido ruminal foi em média 5,93, consequência das maiores produções de ácidos graxos voláteis, sendo o pico de produção 2 horas após o fornecimento do alimento. Houve efeito linear positivo para teor de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e teor de uréia no plasma sanguíneo, sendo os maiores valores para as silagens com mais RBS. O teor médio de glicose nos animais foi normal para todos os tratamentos. Nas condições do experimento, pôde-se concluir que, quando da disponibilidade de ambos os resíduos, maiores proporções de resíduo do beneficiamento do milho devem ser preferidas uma vez que promovem silagens de melhor qualidade, maior consumo e eficiência de utilização de nitrogênio por parte dos animais.

SUMMARY

NUTRITIVE VALUE OF SILAGES OF ELEPHANT GRASS(*Pennisetum purpureum*, Schum) CV. CAMEROON WITH CORN (*Zea mays*) AND SOYBEAN (*Glycine max* L.) RESIDUES.

The experiment of digestibility by the total fecal collection method was carried out at the Department of Animal Science of the University of Lavras, State of Minas Gerais, Brazil to evaluate the chemical composition, voluntary intake, digestibility, nitrogen balance, volatile fatty acids (VFA) and ammonia (N-NH₃) in the ruminal fluid, and glucose and urea in the blood of sheep fed silages of elephant grass cv. cameroon with 18.2% of corn (CR) and soybean (SR) residues varying in the ratios. Twelve wethers with a mean live weight of 59.2 Kg were divided following a randomized block experimental design with five treatments and four replications. The treatments were elephant grass cv. cameroon silage with 100% CR (T₁), 75% CR + 25% SR (T₂), 50% CR + 50% SR (T₃), 25% CR + 75% SR (T₄) and 100% SR (T₅). Ammonia, VFA and pH values for T₁, T₂ and T₃ characterized silages of better quality when compared with those with 75 and 100% SR. The treatments promoted dry matter intakes (DMI) of 62.5; 62.1; 60.5; 64.7 and 56.3 g/Kg^{0.75}/day statistically equal. Positive linear effect was observed for crude protein and digestible protein intake (DPI) as the percentage of SR increased, the latter being 5.7; 7.4; 9.3; 11.6 and 13.5 g/Kg^{0.75}/day, respectively. Gross and digestible energy (DEI) intakes were statistically equal, being the

mean DEI of 218.8 Kcal/Kg^{0.75}/day. Crude protein digestibility (CPD) ranged linearly from 70,5 (T₁) to 85,0% (T₅) and neutral detergent fiber digestibility from 47,5 (T₂) to 58,9% (T₅). Mean nitrogen balance values were 0.39 ; 0.19 ; 0.17 ; - 0.22 and - 0.04 g/Kg^{0.75}/day for animals fed silages with 100% CR, 25% SR, 50% SR, 75%SR and 100% SR, respectively. Mean ruminal pH value of 5.93 resulted from the higher volatile fatty acid production the peak of which was two hours after feeding. There was a positive linear effect for N-NH₃ in the rumen fluid and blood urea levels as SR increased, the higher values corresponding to the animals fed silages with more SR. Mean glucose level was normal for all treatments. In the conditions of the experiment, it may be concluded that there being availability of both residues, higher proportions of corn residue must be preferred since it promotes silages of better quality, better voluntary intake and efficiency of nitrogen utilization.

1 INTRODUÇÃO

A sazonalidade na produção de pastagens reflete diretamente no processo produtivo do animal. Para minimizar este efeito, pode-se optar pelo uso de silagens, alternativa que incrementa a produtividade por área diminuindo as flutuações na oferta dos produtos como carne e leite.

O capim-elefante cv. cameroon apresenta como principal limitação para ensilagem o baixo teor de matéria seca quando o corte se dá entre 63 e 90 dias, sendo que a adição de materiais com elevado teor de matéria seca constitui-se numa opção para melhorar a qualidade e o valor nutritivo da silagem resultante.

Os resíduos do beneficiamento de milho e soja estão disponíveis em grandes quantidades nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste a custos baixos, tornando-se uma outra opção para minimizar a falta quantitativa e qualitativa de forragens na época seca.

Alguns pecuaristas de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso já vêm utilizando estes resíduos na forma de concentrados, reduzindo os custos de produção. O uso destas quantidades como aditivos na ensilagem possibilitaria silagem com maior teor protéico ou energético, o que provavelmente facilitaria a dieta completa, via silagem.

Buscando ampliar as alternativas para a alimentação de ruminantes, foi objetivo deste trabalho avaliar a composição química, o consumo voluntário e a digestibilidade "in vivo" das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. cameroon com diferentes proporções de resíduos do beneficiamento de milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max* L.) na ensilagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim-elefante cv. cameroon

A separação das cultivares de capim-elefante pela caracterização morfológica é extremamente difícil, e mesmo com boa prática, é possível a identificação de apenas algumas cultivares, dentre elas a cameroon (Alcântara, Alcântara e Almeida, 1980). Algumas características deste capim são: touceira ereta, florescimento raro, colmo grosso, folha larga, relação colmo/folha de 0,50 e presença de pêlos somente na face superior da lâmina foliar (Xavier et al., 1995).

Em Nova Odessa-SP, o capim cameroon apresentou produção anual de matéria seca de 14 067 Kg/ha, com intervalos de 6 semanas no verão e 9 semanas no inverno, sendo superior a cultivares como Napier e Taiwan A-148. Juntamente com as cultivares Uruckwami e Taiwan A-241, apresentou também melhor produção de inverno (4358 Kg MS/ha) e melhor distribuição da produção, sendo 31% da produção anual obtida em meados de abril a meados de outubro, (Pedreira e Mattos, 1982).

A literatura mostra, no entanto, grande variação na produção de matéria seca do capim cameroon. Assim, em dois anos consecutivos, Alcântara et al. (1980) verificaram que, sob manejo baixo (cortes a 5-10 cm do solo a intervalos de 42 dias entre dezembro e abril e de 59 dias em média entre maio e novembro), o capim cameroon produziu 24,02 t/ha no primeiro ano com 6%

da produção concentrada no inverno e no ano seguinte, 22,89 t/ha com 28% no inverno. No manejo alto, onde cada parcela era cortada a 0,40 m do solo sempre que a forrageira atingisse a altura de 0,80 m, o capim cameroon apresentou produção de 36,88 t MS/ha com 23% da produção obtida no inverno (ano 1) e 15,52 t/ha com 28% de concentração no inverno no ano 2.

A alta produção de biomassa do capim cameroon vem despertando interesse por parte dos pesquisadores e criadores, já sendo cultivado na região centro - sul em substituição ao capim napier (Mendonça, 1983). No entanto, por ser o capim-elefante comprovadamente de origem tropical, a o mesmo se adapta bem na maioria das regiões brasileiras (Carvalho, 1985) ampliando, então, a utilização do capim cameroon.

O capim cameroon vêm sendo utilizado na forma de capineiras (área de forragem para corte), que segundo Boin, Pedreira e Campos (1974), tem sido estimulada em nossas condições visando a disponibilidade de forragem verde durante a estação seca (maio-junho a setembro-outubro). Entretanto, devido a estacionalidade da produção forrageira, o rendimento de forragem durante o período seco é bastante limitado; além de durante o verão, face as condições climáticas favoráveis, o crescimento das forrageiras é tão intenso que ultrapassa a demanda dos rebanhos. Consequentemente, Condé (1970) recomenda que o excesso da produção no período das águas seja ensilado para manutenção do valor nutritivo.

2.2 Fatores que afetam a qualidade da silagem de capim cameroon

A ensilagem é basicamente um método de conservação de forragens pela fermentação por microrganismos anaeróbicos (Gill e Thiago, 1986). Visa a obtenção de concentração suficiente de

ácido láctico na massa ensilada, com conseqüente redução do pH e inibição de outras atividades microbiológicas (Mc Cullough, 1978).

A natureza do processo fermentativo conduz ao termo “qualidade da silagem” que é geralmente usado para indicar o sucesso da fermentação e não o valor nutritivo da silagem. Este último depende fundamentalmente do estágio de maturação da planta no momento de corte, cujo ponto ótimo está associado ao máximo rendimento de nutrientes por unidade de área e ao valor nutritivo da forragem. No entanto, como na fermentação são utilizados nutrientes altamente digestíveis, uma fermentação ruim pode reduzir em muito o valor nutritivo da silagem. Daí a alta correlação que geralmente ocorre entre a qualidade da silagem e o valor nutritivo (Mc Cullough, 1978).

Para o capim-elefante a melhor época de corte é aquela quando este apresenta-se com 1,60 a 1,80m de altura (Vilela e Cruz, 1981, citados por Vilela, 1985), o que corresponde a idades que variam em função da época do crescimento vegetativo. Azevedo (1985), estudando a composição química do capim cameroon cortado em novembro de 1983, encontrou que aos 90 dias de idade o capim cameroon apresentou 216,67 cm de altura. No entanto, Pedreira e Mattos (1982) citam que a taxa de crescimento do capim cameroon no inverno correspondeu a 31% da taxa de outubro a abril gerando, portanto, plantas mais baixas em épocas desfavoráveis ao crescimento vegetativo.

Considerando a ensilagem do capim-elefante, os fatores que influem negativamente sobre o processo fermentativo impedindo um rápido decréscimo do pH a níveis adequados são os baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis e, alto poder tampão (Lavezzo, 1994).

2.2.1 Matéria Seca

O conteúdo de matéria seca para obtenção de silagens de boa qualidade deve estar entre 28 e 35%. Teores menores além de promover maior lixiviação de nutrientes solúveis, propiciam ambiente favorável à proliferação de bactérias do gênero *Clostridium* (Andrigueto et al., 1982). Estas bactérias são responsáveis pela produção de ácido butírico, degradação de proteínas e pelas fermentações secundárias indesejáveis caracterizadas pela ação sobre os lactatos produzidos e sobre os açúcares residuais (Whittenbury, McDonald e Bryan-Jones, 1967).

Rosa (1982), Mendonça (1983) e Azevedo (1985) encontraram, respectivamente, 16,72%, 20,46% e 23,10% de matéria seca para o capim cameroon com idade média de 94 dias.

2.2.2 Carboidratos solúveis

A importância do teor de açúcar no material ensilado para o processo fermentativo está no fato das bactérias formadoras do ácido láctico serem sacarolíticas (Condé, 1970). A formação deste ácido deve ser preferida, pois o mesmo apresenta a maior constante de dissociação, sendo por isto mais forte e mais responsável pela acidez do meio (Consentino, 1978). Quanto maior for o teor de CHO's solúveis mais ácido láctico será formado e, portanto, mais rápida e intensa será a acidificação, sendo que 6 a 7% de hexose na matéria seca asseguram silagens de boa qualidade (Consentino, 1978 e Whittenbury, McDonald e Bryan-Jones, 1967).

No caso do capim-elefante cv. napier com 60 dias de idade, Vera (1979) encontrou aproximadamente 3,5% de carboidratos solúveis em etanol a 80% e aproximadamente 4,0% de

carboidratos solúveis em água (base na MS). Mesmo havendo tendência ao aumento destas concentrações a medida que avança a idade, os teores nas idades estudadas permaneceram abaixo de 6% e, portanto, abaixo do recomendado para obtenção de silagens de boa qualidade.

Na ausência de carboidratos solúveis em água, os lactobacilos sobrevivem atacando as pentoses arabinose e xilose provenientes da hidrólise da hemicelulose; resultando, então, nos menores teores de hemicelulose nas silagens (Harwood, 1954). Segundo Dewar, McDonald e Whittenbury (1963), uma das possíveis formas de decomposição da hemicelulose é por ação bacteriana, podendo também ser resultado da hidrólise por ácidos orgânicos produzidos durante a ensilagem.

Os aminoácidos obtidos da proteólise durante a ensilagem também constituem - se em fontes de ácido láctico e de outros ácidos graxos; porém, como não há produção de amônia em silagens bem preservadas, os aminoácidos não parecem ter grande importância neste aspecto (McDonald et al., 1960, citado por Dewar, McDonald e Whittenbury, 1963).

O pH resultante da utilização dos carboidratos solúveis, da hemicelulose e das proteínas, no entanto, parece ser de menor importância, uma vez que o rápido abaixamento do pH é mais importante que o pH final da silagem (Whittenbury, McDonald e Bryan-Jones, 1967). A capacidade ou poder tamponante da planta torna-se, então, um obstáculo a obtenção de silagens de boa qualidade.

2.2.3 Capacidade tamponante

A capacidade tamponante é uma medida da resistência da planta ao abaixamento do pH. A dificuldade de se ensilar plantas que apresentam esta característica advém do fato dela ser responsável pelo aumento na quantidade de ácido láctico necessário para abaixar o pH a níveis inibitórios; aumentando, conseqüentemente, os requerimentos de carboidratos solúveis (Consentino (1978).

Inicialmente, o sistema tampão das plantas é formado principalmente por ácidos orgânicos (málico, cítrico e fosfórico, segundo Whittenbury, McDonald e Bryan-Jones, 1967) e seus sais (Playne e McDonald, 1966).

Na silagem, os ácidos graxos formados na presença de minerais (potássio, cálcio e magnésio) formam tampões na faixa de pH correspondente a seus pKa. Assim, quando há formação intensa de ácido butírico (pKa maior), existe maior resistência ao abaixamento do pH em níveis mais altos, daí silagens de má qualidade apresentarem maior pH. Além disto, os resíduos básicos formados pela descarboxilação dos aminoácidos podem neutralizar o ácido láctico, o que faz com que a capacidade tamponante aumente durante a ensilagem. No entanto, embora exista uma correlação positiva entre teor de proteína bruta e poder tampão, é improvável que isto seja o principal fator responsável pela capacidade tamponante (Mc Donald e Henderson, 1962).

No caso do capim-elefante napier, Tosi (1973) encontrou poder tampão de 13,31 meq HCl/100g de MS. Mas o fator básico e limitante na conservação do material é, sem dúvida, o teor excessivo de umidade, uma vez que altos conteúdos de água (75 a 80% ou mais) foram significativamente correlacionados com os indicadores de baixa qualidade, ou seja, ácido butírico, bases voláteis e amônia (Archibald, Kuzmeski, Russel, 1960). Sendo assim, o teor de matéria seca do capim-elefante cv. cameroon é o maior entrave para obtenção de silagens de boa qualidade, razão do uso de aditivos.

2.3 Resíduos de beneficiamento do milho e da soja como aditivos em silagem

Aditivos são substâncias, misturas ou combinações destas que quando adicionadas às forragens no momento da ensilagem podem promover melhoras na sua fermentação, aceitabilidade e valor nutritivo (Pizarro, 1978).

A adição de materiais com alto teor de matéria seca constitui-se numa das formas de se reduzir os efeitos de se ensilar forragens com alto conteúdo de umidade (Lavezzo, 1985). Os resíduos do beneficiamento do milho e da soja além de possuírem alto teor de matéria seca, apresentam a vantagem de estarem amplamente disponíveis nas regiões sul, sudeste e centro-oeste a preços relativamente baixos.

Estes resíduos são resultantes do processo de seleção dos melhores grãos de milho e soja. Como consequência, no final deste processo sobram grãos quebrados, grãos chochos, palhada, sementes de ervas daninhas, terra, além de grãos inteiros que escaparam da seleção. A proporção destas frações é muito variada, o que reflete na composição química destes resíduos. Fávero (1994)¹ verificou que 67% do peso do resíduo de soja era soja e os 33% restantes impurezas, encontrando como composição química: 88,1% de MS, 28,4% de PB, 12,6% de FB, 12,2% de EE e 7,6% de MM. Por outro lado, Caielli (1978) encontrou para o chamado resíduo de limpeza da semente de soja 91,8% de MS, 19,7% de PB, 25,1% de FB, 5,6% de EE e 23,9% de MM.

Em revisão sobre resíduo da pré-limpeza do milho, Henrique e Bose (1995) citaram que numa amostra deste resíduo havia 52% de grãos de milho quebrados e inteiros, 15,3% de sementes e 32,7% de material inerte. Em outra amostra encontraram a seguinte composição bromatológica: 79,7% MS, 11,4% PB, 15,8% FB, 2,0% EE, 3,8% MM, 67,1% ENN, 46,1% FDN, 21,2% FDA e 71,0% NDT.

¹ Observação pessoal

A produção do resíduo do beneficiamento de milho está estimada em 4 (COPAMIL-MG)¹ a 12% da produção de milho grão e, o resíduo do beneficiamento de soja em 2% (COPAMIL-MG)¹ da produção de soja grão. Isto significa uma produção nacional mínima (baseada em Anuário Estatístico do Brasil, 1993) de 944 973 e 298 756 toneladas por ano de resíduo de milho e soja, respectivamente.

Em 1995, o preço do resíduo de soja correspondeu a 68 a 32% do preço da soja (COPAMIL - MG e COMIGO - GO, respectivamente)¹, enquanto que o preço de resíduo de milho correspondeu a 77% do preço do milho. A razão para o menor preço do resíduo de soja é que este apresenta-se mais contaminado que o resíduo de milho.

Para utilização destes resíduos deve-se observar o estado de conservação dos mesmos. A ocorrência de fungos pode afetar a aceitação dos alimentos, sendo que sua principal ação está na produção de toxinas, entre elas a aflatoxina, que podem ser prejudiciais ao homem e aos animais (Silva, 1983).

Estes resíduos já vêm sendo utilizados na forma de concentrados. No entanto, o uso como aditivos seria benéfico na ensilagem de capim elefante, pois favoreceria boas fermentações e aumentaria o teor protéico e energético da silagem, diminuindo posteriormente os gastos com concentrados (aquisição e mão de obra para suplementação diária). Paralelamente, este uso traria a vantagem de diluir as diferenças de composição química dos resíduos em meio a forragem a ser ensilada, facilitando o balanceamento de rações.

O uso de aditivos na ensilagem deve merecer mais estudos, pois, segundo Carvalho (1985), quanto aos aditivos utilizados nas silagens de capim-elefante, os que já foram estudados de uma maneira geral pouco melhoraram a qualidade da silagem.

¹ Comunicação pessoal.

2.4 Critérios para avaliação da qualidade de silagens

Os parâmetros normalmente utilizados para avaliação da qualidade de uma silagem, são o índice de pH, os ácidos orgânicos resultantes da ação microbiana (lático, acético e butírico) e o nitrogênio amoniacal (% do N - total).

O pH assume importância na conservação da silagem, uma vez que a inibição das bactérias do gênero *Clostridium* se faz pela ação da concentração hidrogeniônica do meio, associada à ação tóxica dos ácidos lático e acético, quando o pH é baixo. Porém, como a disponibilidade de água também é limitante para estas bactérias, quanto mais úmido o material, menor deverá ser o pH para conservação adequada da silagem (Consentino, 1978). A faixa ideal de pH está em torno de 3,8 a 4,2 (Consentino, 1978; McDonald e Henderson, 1962).

Silagens de baixa qualidade com pH elevado possuem grandes quantidades de ácido butírico que em si não é composto prejudicial, mas indicativo de transformações indesejáveis que ocorreram na massa preservada; ou seja, a presença de ácido butírico está associada a uma intensa degradação de proteínas. Silagens de boa qualidade devem apresentar um teor elevado de ácido lático, além de apresentar ampla relação entre o ácido lático e os demais ácidos orgânicos (Consentino, 1978).

A presença de nitrogênio amoniacal também está associada à ação dos microrganismos, que promovem a deaminação dos aminoácidos, principais compostos nitrogenados das silagens de capins (Hughes, 1970).

Briggs, Langston e Archibald (1961) citam que silagem de boa qualidade caracteriza-se por apresentar 65% de umidade, pH 3,8 - 4,5, 2% de ácido butírico na MS e 3 - 5% ou mais de ácido lático. Para Watson e Nash, citados por Condé (1970), boa silagem é a que tem pH 3,5 - 4,8, traços de ácido butírico, 3,0 a 13,2% de ácido lático e 1 a 2,9% de nitrogênio amoniacal na MS.

Rydin et al. (1956), citado por McDonald e Whittenbury (1973), em função do N amoniacal (% do N total) e do teor de ácido butírico (%MS), considera as silagens como sendo

muito boas (N-NH₃ menor que 12,5% e ácido butírico menor que 0,1%), boas (N-NH₃ entre 12,6 e 15% e ácido butírico entre 0,11 e 0,20%), média (N-NH₃ entre 15,1 e 17,5% e ácido butírico entre 0,11 e 0,20%), ruim (N-NH₃ entre 17,6 e 20% e ácido butírico entre 0,31 e 0,40%) e muito ruim (N-NH₃ maior que 20,1% e ácido butírico maior que 0,40). Como estes dois parâmetros nem sempre correspondem, aquele que revelar o teor mais elevado deverá ser considerado para se avaliar a silagem.

Sendo assim, para avaliação da qualidade de silagens é necessário que se conheça a natureza da fermentação; no entanto, para avaliação da qualidade de um volumoso, consideram-se ainda o valor nutritivo (composição química e digestibilidade), consumo voluntário, balanço de nitrogênio e desempenho do animal.

2.5 Valor nutritivo de silagens

2.5.1 Relações entre composição química e consumo voluntário

Consumo “ad libitum” é aquele no qual se permite a máxima ingestão pelo animal. É considerado um parâmetro de qualidade , embora nem sempre disponível em função das diferenças de apetite dos animais. Para se remover estas diferenças, uma vez que a seleção de animais mais uniformes não as remove totalmente, utiliza-se o tamanho metabólico ($PV^{0,75}$). Ou seja, o consumo por unidade de tamanho metabólico é justificado pela suposição de que as exigências nutricionais estão relacionadas com o tamanho metabólico (Van Soest, 1983).

Dentre os fatores que podem influenciar o consumo de silagens e de forragens de maneira geral estão aqueles relacionados com o clima, com o animal (idade, tamanho, raça, sexo, nível de produção e estado fisiológico) e com a composição química da dieta fornecida, onde estão

incluídos os teores de fibra em detergente neutro, energia digestível, proteína bruta, umidade e produtos de fermentação.

Normalmente a ingestão de matéria seca pelos ruminantes está correlacionada com a composição química das forrageiras, sendo reflexo do conteúdo de fibras (Mertens e Loften, 1980). Rações com teores altos de fibras e FDN e, baixa densidade de energia podem resultar em prolongado tempo de retenção da digesta no retículo rúmen, pois o tempo gasto na ruminação, a capacidade ruminal e/ou o efeito do enchimento são proporcionais ao conteúdo de FDN ingerida (Welch, 1982).

Assim, o consumo voluntário de forragens tem mostrado ser negativamente correlacionado com os constituintes da parede celular (Thiago e Gill, 1990). No entanto, em alimentos de alta qualidade onde a fração fibrosa é pequena, existe uma correlação positiva entre o teor de fibra e o consumo. Ou seja, como neste caso o consumo é regulado pelas necessidades energéticas dos animais, a medida que o teor de fibras aumenta e a digestibilidade diminui, o animal passa a consumir mais para atender sua exigência energética (Van Soest, 1964).

Teores acima de 32% de FDN limitariam o consumo devido a limitação física do rúmen. No entanto, este ponto de transição não é fixo, variando em função da interseção entre o nível de FDN da ração e a curva de requerimento do animal (Hoover, 1986). Logo, o ponto onde o nível de FDN da ração deixa de limitar fisicamente a ingestão é determinado, primariamente pelo nível de produção do animal (NRC, 1988).

Aumentos na ingestão de matéria seca por unidade de peso metabólico foram observados em carneiros em crescimento a medida que a energia digestível aumentou até 2,47 Kcal/g. Acima deste valor, houve ligeira queda no consumo demonstrando que o mesmo passou a ser regulado

pelas necessidades energéticas dos animais. No entanto, este valor também não pode ser considerado fixo para qualquer animal. Para animais em manutenção o nível de energia digestível da dieta acima do qual o consumo passa a ser regulado pelas necessidades energéticas deve ser menor (Dinius e Baumgardt, 1969).

Teores de proteína bruta abaixo de 8% na matéria seca reduzem o consumo de matéria seca devido à depressão da digestão, uma vez que os requerimentos de nitrogênio para o crescimento bacteriano não são atingidos (Van Soest, 1983). No entanto, o efeito da adição de proteína sobre o consumo se faz sentir mais nitidamente em níveis muito baixos de proteína (Ørskov e Robinson, 1981), não havendo correlação entre teor de proteína bruta e consumo quando o primeiro encontra-se acima de 7% (Van Soest, 1983).

Baixos consumos de silagem também têm sido associados a altos teores de umidade (Dodsworth, 1954). No entanto, pode-se relacionar o conteúdo de água com o consumo desde que a mesma esteja encerrada dentro da estrutura da parede celular. A adição de água ao rúmen por si só exerce pouco efeito no consumo, uma vez que é altamente absorvida e removida (Van Soest, 1983).

Desta forma, o baixo o teor de matéria seca da silagem pode afetar o consumo muito mais indiretamente que diretamente pelo maior conteúdo de água (Wilkins et al., 1971). A razão disto está no fato de silagens com maior teor de umidade estarem geralmente associadas a um pior padrão de fermentação quando comparada com silagens com maior conteúdo de matéria seca. Thomas et al. (1961) relacionaram os baixos consumos de silagens com as quantidades de ácidos acético e butírico, com a alta porcentagem de nitrogênio amoniacal e com a grande quantidade de aminas. Wilkins et al. (1971) encontraram correlações positivas entre ácido lático (porcentagem

do total de ácidos) e consumo. Já o ácido acético e teor de amônia (% do N - total) apresentaram correlações negativas com o mesmo.

2.5.2 Relações entre composição química e digestibilidade aparente

A digestibilidade do alimento é basicamente sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala os seus nutrientes. É dita aparente quando não se faz distinção entre as origens (dietética ou endógena) dos nutrientes que apareceram nas fezes (Silva e Leão, 1979).

O estágio de maturidade de forragens tem grande efeito sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca. Neste caso o decréscimo no teor protéico e aumento na lignificação das fibras são os responsáveis pela redução na digestibilidade da matéria seca (Silva e Leão, 1979). A estrutura celular de plantas pode ser encoberta ou protegida pela lignina de modo que as bactérias não podem atacar os nutrientes no interior das células (Maynard e Loosli, 1974); ou seja, a lignina pode ter uma ação incrustante sobre as células (Silva e Leão, 1979). Analogamente, o teor de fibra em detergente ácido está correlacionado negativamente com a digestibilidade da matéria seca, uma vez que o mesmo está relacionado com a disponibilidade de diferentes frações químicas, além de ser considerado por si só de digestão mais demorada que as partes não fibrosas das forragens (Van Soest, 1964).

Em termos de fibra em detergente neutro, sabe-se que os teores de amido e de lipídios interferem na digestibilidade da mesma, na medida que interferem na digestibilidade da celulose, pertencente a FDN.

Há três teorias que explicam a interferência do excesso de amido na digestibilidade da celulose: 1) Haverá energia suficiente aos microrganismos não havendo incentivo ao trabalho de digestão da celulose (*Bacterioides succinogenes* e *Butyrivibrio fibrisolvens*, por exemplo, são bactérias digestoras de celulose e amido); 2) Excesso de amido proporcionaria maior desenvolvimento de microrganismos menos específicos que entrariam em concorrência com os mais específicos na digestão de celulose (Silva e Leão, 1979) e; 3) O amido faz abaixar o pH devido a sua rápida fermentação a ácido lático (Van Soest, 1983), prejudicando as bactérias celulolíticas que sendo muito sensíveis ao pH ruminal, são bastante inibidas quando este está abaixo de 6,2 (Ørskov, 1982).

A respeito da interferência dos lipídeos na digestibilidade da fibra, Lucas e Loosli (1944) observaram que 7% de gordura proveniente de soja grão inibiram a digestibilidade da fibra bruta. Devendra e Lewis (1974) formularam quatro hipóteses: 1) A cobertura física da fibra impediria o ataque microbiano; 2) Modificação da população microbiana devido a efeitos tóxicos da gordura sobre certos microrganismos ; 3) Inibição da atividade microbiana por efeitos tóxicos dos ácidos graxos sobre as membranas celulares e; 4) Menor disponibilidade de cátions devido a formação de complexos insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa, com isto diminuindo a disponibilidade de cátions para função microbiana ou indiretamente diminuindo o pH ruminal.

A digestibilidade aparente da proteína bruta está relacionada com as diferentes degradabilidades das proteínas. Araújo et al. (1994) observaram maiores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta para rações que apresentavam maiores teores de proteína degradada no rúmen, indicando que a degradabilidade da PB da ração afetou a digestibilidade aparente dos compostos nitrogenados totais. Arias (1992) avaliou a

degradabilidade “in situ” de fubá de milho e grão de soja triturado em vacas gestantes encontrando, respectivamente, valores para degradabilidade efetiva da PB de 36,6% e 70,0%, considerando taxa de passagem de $0,05 \text{ h}^{-1}$.

2.6 Balanço de nitrogênio

A determinação de nitrogênio no alimento e nas excreções, sob condições controladas, fornece uma medida quantitativa do metabolismo protéico e demonstra se o organismo está ganhando ou perdendo proteína (Maynard e Loosli, 1974). O conteúdo de PB mínimo na dieta é aquele que satisfaz as necessidades microbianas de proteína degradada no rúmen, mais a necessidade adicional do animal de proteína não degradada no rúmen (Ørskov e Robinson, 1981). Carneiros adultos têm necessidade de nitrogênio provenientes de aminoácidos microbianos variando entre 0,4 a 0,6 g/ MJ de energia metabolizável, sendo maior em função do estágio fisiológico do animal (estádio inicial de crescimento, final de prenhez e início de lactação); ou seja, em carneiros adultos, o fluxo de nitrogênio microbiano é suficiente para atender as exigências do hospedeiro.

Sendo assim, a eficiência de utilização da proteína, avaliada pelo balanço de nitrogênio, é consideravelmente influenciada pelo consumo de energia (Lofgreen, Loosli e Maynard, 1951). Araújo (1994) observou que as rações que possuíam maiores proporções de proteína degradada no rúmen foram as que apresentaram maior perda de nitrogênio dietético no rúmen, seja pelo excesso de proteína degradada ou pela falta de energia adequada para utilizar esta proteína degradável.

Existem diferenças fundamentais entre gorduras, proteínas e carboidratos em termos de fonte de energia (ATP) para os microrganismos (Ørskov, 1982). A única parte da molécula de triglicerídeo disponível para degradação potencial é o glicerol, sendo que somente 1% da energia bruta da proteína é potencialmente disponível (Ørskov, 1977). Isto pôde ser confirmado por Araújo (1994), que trabalhando com rações com diferentes proporções de proteína degradada no rúmen, encontrou digestibilidade ruminal média do extrato etéreo de 1,5% e digestibilidade no intestino delgado de 99,1%. Portanto, os carboidratos constituem-se na maior fonte de energia para os microrganismos (Bergman, 1990).

2.7 Parâmetros ruminais

Os ácidos acético, propiônico e butírico são os principais ácidos graxos voláteis, sendo provenientes principalmente da fermentação da celulose, fibra, amido e açúcares. O ácido acético é o de maior proporção independente da dieta (Silva e Leão, 1979), sendo as concentrações de ácido propiônico modificadas consideravelmente pela mesma (Bergman, 1990). Assim, excesso de triglicerídeos (presente principalmente em sementes) pode aumentar as proporções de ácido propiônico. Neste caso, as bactérias metanogênicas são afetadas aumentando a concentração de hidrogênio no meio, que é minimizada pela produção do ácido propiônico, uma vez que o mesmo consome hidrogênio do meio (Van Soest, 1983).

A medida que se aumenta a proporção de cereais na dieta abaixa-se o pH ruminal por duas razões: 1) O tempo gasto comendo ou ruminando é menor quando se consome mais cereais que alimentos fibrosos, e já que a secreção de saliva é afetada em grande extensão pela mastigação e

ruminação, o fluido ruminal é menos tamponado; 2) A fermentabilidade ou digestibilidade de cereais com muito amido ou outro tipo de concentrado é geralmente maior que alimentos fibrosos; ou seja, a produção de ácidos graxos voláteis por unidade de peso de concentrado é maior que para volumosos (Ørskov, 1982).

Para a manutenção das condições ótimas do rúmen, Mertens (1992) recomenda que a ração deva possuir no mínimo 25% de FDN, sendo 70% desta porcentagem proveniente de volumosos inteiros ou picados grosseiramente para permitir que fibras longas estejam em níveis adequados para assegurar esta manutenção. Em termos de consumo de FDN, este autor recomenda que o animal deva consumir no mínimo 1% do peso vivo.

As quantidades de ácidos formados variam entre 60 e 150 micromoles/ml de líquido ruminal, sendo que a composição percentual varia de 54 - 74% para o ácido acético; 16 - 27% para ácido propiônico e 6 - 15% de ácido butírico (Silva e Leão, 1979).

A maioria dos microrganismos ruminais utilizam a amônia como principal fonte de nitrogênio, sendo uma das origens do nitrogênio amoniacal no rúmen a deaminação das proteínas provenientes da dieta. A microflora do rúmen é altamente proteolítica de forma que a maior parte da proteína que chega ao rúmen é degradada a peptídeos e aminoácidos, sendo a maior parte dos quais posteriormente deaminada (Ørskov, 1982). Como as bactérias do rúmen não degradam proteína somente até o ponto em que haja o máximo de produção microbiana, observa-se uma elevação na concentração de amônia quando a taxa de síntese da mesma supera a de utilização pelas bactérias (Kolb, 1984). Para este mesmo autor a concentração de amônia no rúmen oscila entre 5 e 25 mg/100ml, dependendo dentre outros fatores da solubilidade da proteína e da presença de carboidratos facilmente digeríveis da dieta.

2.8 Parâmetros sanguíneos

Em ovinos, o nível médio normal de glicose está em torno de 30 - 60 mg /100 ml. Estes níveis quando comparados com aqueles das espécies monogástricas são mais baixos, sendo a glicose proveniente principalmente da neoformação ocorrida no fígado, utilizando-se principalmente o propionato como fonte.

Já o teor de uréia no plasma sanguíneo oscila entre 12 a 20 mg / 100ml, dependendo do suprimento de proteína bruta. Tem origem da absorção de amônia principalmente pelas paredes do rúmen que, através da circulação sanguínea, vai ao fígado onde é convertida em uréia. Neste ponto vale ressaltar que a capacidade desintoxicante do fígado é superada quando a concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal eleva - se a 84 mg/100 ml (Kolb, 1984).

Segundo Preston et al. (1965), pelo nível de uréia no plasma, é possível verificar se o suprimento da dieta está ou não adequado, uma vez que existe uma alta correlação entre o teor de uréia sanguínea e a quantidade de proteína ingerida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características climáticas

O presente trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, Estado de Minas Gerais. Este município situa-se a 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 910 m (Castro Neto, Sedyima e Vilela, 1980). Conforme classificação de Koopen, o clima é do tipo Cwb (Ometo, 1981) tendo duas estações distintas: chuvosa, de novembro a abril, e seca, de maio a outubro.

Os dados de temperaturas máxima e mínima, precipitação e umidade relativa para o período de campo estão apresentados na tabela 1.

3.2 Obtenção dos materiais experimentais

3.2.1 Capim-elefante cv. cameroon e resíduos do beneficiamento de milho e soja

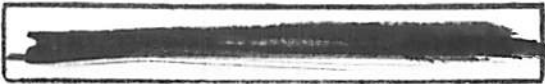
O capim-elefante cv. cameroon foi proveniente de uma capineira já formada com 0,6 ha de área aproximada. Nela foi feita uma amostragem do solo para análise de fertilidade, encontrando-

se 7 ppm de fósforo, 72 ppm de potássio, 4,2 ; 0,9 ; 0,1 e 5,3 meq/100cm³ de cálcio, magnésio , alumínio e H + Al, respectivamente.

Tabela 1 - Valores médios de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) para o período entre o preparo da capineira e a ensilagem.

Ano	Mês	Semana	Dia	Temperatura		Precipitação	UR	
				Máx	Mín			
1994	Ago.	1		24,2	8,6	0	59	
		2		25,8	10,7	0	61	
		3		27,2	11,2	0	55	
		4		29,6	14,7	0	58	
	Set.	1		29,5	13,3	0	51	
		2		29,3	13,8	0	55	
		3		30,3	14,4	0	51	
		4		31,3	13,9	0	49	
	Out.	1		30,5	15,5	4,9	56	
		2		30,3	15,8	1,3	64	
		3		30,7	18,1	2,1	64	
		4		26,0	17,1	11,2	78	
	Nov.	1		31,9	18,1	1,8	66	
				31,2	18,4	3,1	70	
			3	17	30,6	19,6	0	67
		2		18	25,9	18,9	4,4	90
				19	21,6	18,5	32,2	95
				20	23,2	16,2	38,6	76
				21	23,1	14,4	0	79
				22	20,5	15,1	0	75
				23	20,1	14,3	0	78
		4		24	23,1	15,3	0	72
				25	24,3	13,2	0	74

Fonte: Estação meteorológica da UFLA.



No dia 25 de agosto de 1994 foi feito o corte de uniformização a 15 - 20 cm do solo e a capina da área. No dia 26, distribuiu-se mecanicamente 500 kg/ha de calcáreo dolomítico e 500 Kg/ha de fosfato bicálcico. A complementação da adubação de manutenção com 100 Kg/ha de sulfato de amônio e 50 Kg/ha de cloreto de potássio foi feita a lanço com incorporação através de uma gradagem leve. Posteriormente, iniciou-se a irrigação por churumeira (18 000 l /dia) que permaneceu até o fim do período sem chuvas.

Foram adicionados, 45 dias após o primeiro corte, mais 100 Kg/ha de sulfato de amônio, procedendo-se, então, nova capina para eliminação das ervas invasoras e incorporação do nitrogênio.

Nos dias 21 a 25 de novembro de 1994, estando o capim em média com 1,70 m de altura e 89 dias de idade, foram feitos cortes a 15 - 20 cm do solo suficientes para ensilar no mesmo dia.

Os resíduos do beneficiamento de milho e soja foram fornecidos pela Cooperativa Agrícola Mista Iraí Ltda (COPAMIL), localizada no município de Iraí de Minas, MG.

3.2.2 Silagens mistas de capim-elefante cv.cameroon e resíduos

O capim-elefante foi picado em picadeira eletromecânica em partículas de 2 - 3 cm de comprimento, enquanto que os resíduos foram moídos em peneira de 5 mm (fubá).

Para se elevar o teor de matéria seca da mistura antes de ser ensilada a 32%, foram adicionados 18,2 Kg de resíduos a 82,8 Kg de capim picado, sendo os mesmos misturados sobre uma lona plástica e posteriormente colocados nos silos aéreos experimentais de 1m de diâmetro

por 1 m de altura. Cada camada colocada foi cuidadosamente compactada e ao fim do enchimento dos silos os mesmos foram fechados com lonas plásticas e recobertos com uma camada de terra.

3.3 Tratamentos

Os 18,2 Kg de resíduos adicionados aos 82,8 Kg de capim-elefante cv. cameroon variaram quanto as proporções de resíduos do beneficiamento do milho e da soja. Assim, 53 dias após o enchimento dos silos, obteve - se como tratamentos:

T_1 = Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 100% de resíduo de beneficiamento do milho;

T_2 = Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 75% de resíduo de beneficiamento do milho + 25% de resíduo de beneficiamento da soja;

T_3 = Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 50% de resíduo de beneficiamento do milho + 50% de resíduo de beneficiamento da soja;

T_4 = Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 25% de resíduo de beneficiamento do milho + 75% de resíduo de beneficiamento da soja;

T_5 = Silagem de capim-elefante cv. cameroon + 100% de resíduo de beneficiamento da soja.

3.4 Ensaio de digestibilidade

3.4.1 Animais e instalações

Para o ensaio de digestibilidade aparente pelo método de coleta total de fezes (Silva e Leão, 1979) foram utilizados 20 carneiros, castrados, sem raça definida e com peso vivo médio

de 59,2 Kg. Após a pesagem e a vermifugação, os animais foram agrupados em 4 blocos quanto ao peso vivo, sendo sorteado um tratamento para cada animal de forma a se ter todos os tratamentos por bloco. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo (movimentação mínima) equipadas com bebedouro e cochos para fornecimento à vontade das silagens experimentais e do sal mineral. Estas gaiolas ficavam num galpão fechado e permanentemente iluminado para promover o máximo consumo.

Para coleta de urina foram colocados baldes com 60 ml de HCl 50%, uma vez que o maior teor de PB das silagens propiciou maiores quantidades de uréia e amônia na urina (Church, 1974) não permitindo, então, que 10 ou 20 ml de HCl 25 ou 50% abajassem o pH a níveis abaixo de 7,0 necessários para se evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

3.4.2 Condução do experimento

O ensaio com duração de 28 dias teve início no dia 17 de janeiro de 1995 e término no dia 13 de fevereiro do mesmo ano. Os 19 primeiros dias corresponderam à fase de adaptação dos animais às dietas experimentais e ao ajuste dos consumos. Os 9 últimos dias corresponderam a fase experimental propriamente dita, sendo que nos 7 primeiros dias foram coletadas amostras das silagens experimentais, das sobras, das fezes e da urina para determinação do consumo voluntário, digestibilidade e balanço de nitrogênio, e nos 2 últimos, amostras de líquido ruminal e sangue.

As silagens experimentais foram fornecidas e pesadas diariamente entre 7:00 e 8:00 hs e entre 16:00 e 17:00 hs. Com o objetivo de verificar o consumo e a seletividade por parte dos

animais, o fornecimento pela manhã foi precedido da coleta das sobras, cuja quantidade foi ajustada para corresponder a 30% do material fornecido.

As fezes foram coletadas e pesadas de manhã e à tarde visando minimizar perdas de material e desconforto dos animais. A urina foi coletada sempre pela manhã quando, então, media-se o volume total excretado e o pH, após a mesma ter sido filtrada para eliminar possíveis contaminações com pêlos e fezes.

Cerca de 300g das silagens, 200g de sobras, 40% do total de fezes e 10% do total de urina foram coletados toda vez que se fornecia ou coletava material, sendo os materiais sólidos acondicionados em sacos plásticos e a urina em potes plásticos, ambos armazenados em freezers a -10° C até o fim do experimento.

Ao término dos 7 dias, os arreios foram retirados e os animais pesados. De volta às gaiolas, após os animais permanecerem em jejum por 15 horas, deu-se início a fase de coleta do líquido ruminal e do sangue. Foram estipulados 4 tempos de coleta: 0, 1, 2 e 3 horas correspondentes ao tempos decorridos após o fornecimento do alimento, de forma que cada tratamento possuía os 4 tempos.

A coleta do líquido ruminal (100 ml) foi feita por meio de uma sonda esofageana adaptada a uma bomba de vácuo. Após o material ter sido filtrado, media-se imediatamente o pH através de um potenciômetro de maleta calibrado a pH 4,0. Metade do volume coletado foi misturado com 10 ml de ácido ortofosfórico 25% e a outra metade permaneceu sem o ácido, sendo ambas acondicionadas em vidros escuros com capacidade de 50 ml devidamente fechados, identificados e armazenados em freezers a -10 ° C.

As amostras de sangue foram retiradas da veia jugular imediatamente após a coleta do líquido ruminal. As mesmas foram acondicionadas em tubos de vidro com gotas de Glistab (anticoagulante) e levadas em seguida para o laboratório de análises.

3.4.3 Obtenção das amostras para análises químicas

No final do experimento foram feitas amostras compostas tanto das silagens (por tratamento), quanto das sobras, fezes e urina (por animal). Cerca de 400 g das amostras sólidas foram imediatamente secas a 65 ° C; e cerca de 500g das silagens e 200g das sobras e fezes foram guardadas em freezers a -10 ° C.

A amostra composta de urina só foi feita no dia anterior ao início das respectivas análises de laboratório.

Amostras do capim, dos resíduos e das misturas antes de ensilar também foram coletadas. Para isto, foram retiradas pequenas amostras de cada material durante todo o período de ensilagem, sendo que ao término deste, foram feitas amostras compostas.

3.5 Análises químicas e pH

As amostras de capim, resíduos, misturas antes da ensilagem, silagens, sobras e fezes foram moídas após terem sido, com exceção dos resíduos, submetidas a uma pré-secagem a 65 ° C por 72 horas.

As análises realizadas foram: matéria seca, proteína bruta, nitrogênio, extrato etéreo (A.O.A.C. ,1990), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, lignina (Van Soest, 1967), carboidratos solúveis em etanol (Clegg, 1956), amido (Método de Somogy-Nelson, A.O.A.C., 1990), energia bruta (bomba calorimétrica do tipo PAAR; Silva, 1990), cálcio (método de neutralização com oxalato de amônio; Islabão, 1985), fósforo (método colorimétrico empregando-se o colorímetro "Spectronic 20"; Braga e Defelipo, 1974), aflatoxina (Holaday e Lansden, 1975), nitrogênio amoniacal no suco da silagem (A.O.A.C. ,1990), ácidos graxos voláteis (AGV) e ácido láctico por cromatografia gasosa (Oliveira, Barbosa e Cardoso, 1982) e, glicose e uréia no plama sanguíneo (método enzimático; LABTEST, s.n.t.). A determinação do pH foi feita por potenciômetro, segundo Silva (1990).

3.5.1 Capim, resíduos do beneficiamento de milho e soja e misturas antes da ensilagem

No laboratório de Nutrição Animal da UFLA foram feitas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Lig), celulose (Cel), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), cálcio (Ca), fósforo (P), matéria mineral (MM) e carboidratos solúveis (CHOs). A análise de amido foi feita no laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG do Departamento de Ciências dos Alimentos e a análise de aflatoxina para os resíduos, no Centro de Pesquisas Especiais (CEPE).

3.5.2 Silagens experimentais

Além das análises citadas anteriormente, foram feitas as determinações de pH e de nitrogênio amoniacal no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, e de ácidos graxos (lático, acético, propiônico e butírico) nos laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA.

3.5.3 Sobras, fezes, líquido ruminal e sangue

As amostras de sobras e fezes foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).

No líquido ruminal foram feitas as leituras de pH e as análises de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), sendo as últimas realizadas no Centro Nacional de pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA.

No Laboratório Santa Cecília (Lavras, MG) foram feitas as análises de glicose e uréia no plasma sanguíneo.

3.6 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, de regressão e de correlação, utilizando o pacote computacional SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas), descrito por Euclides (1983).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seletividade

A seletividade ocorre em função da habilidade do animal e da forma do alimento, sendo que os ovinos selecionam mais que bovinos e dietas picadas permitem menor seleção (Van Soest, 1983).

Verifica-se pela tabela 2 que houve seleção principalmente nas silagens T₁, T₂ e T₃, refletida, principalmente, nos teores de FDN e EE. As sobras continham, respectivamente, 19, 18 e 25% a mais de FDN e 38, 18 e 37% a menos de EE em relação às silagens.

Tabela 2 - Conteúdos de FDN, EE e PB (%) das silagens e das sobras.

Trat.	FDN		EE		PB	
	Silagem	Sobras	Silagem	Sobras	Silagem	Sobras
T ₁	31,7	37,6	6,9	4,3	12,1	10,6
T ₂	32,2	38,1	9,0	7,3	15,5	14,8
T ₃	34,9	43,5	10,4	6,6	17,5	15,5
T ₄	34,0	39,0	12,3	12,4	21,9	21,4
T ₅	37,0	41,5	13,6	12,6	27,2	25,5

Estes maiores teores de FDN nas sobras foram visualizados durante a condução do experimento pela maior quantidade de hastes que permaneceu nos cochos. Em consequência disto, a menor quantidade de folhas e de resíduos de beneficiamento fez reduzir o teor de extrato etéreo nas sobras, uma vez que estas partes selecionadas detém maiores proporções de EE que as hastes.

O menor percentual de PB nas sobras mostra que também houve tendência à seleção a nível deste nutriente, embora menos expressiva que aquela para FDN e EE. Portanto, quando existe seletividade, é de grande importância a análise química das sobras para o cálculo da digestibilidade, pois da análise das silagens e das sobras pode-se chegar exatamente a quantidade consumida de cada nutriente e que realmente foi digerida.

4.2 Composição química e qualidade da silagem

Conforme verificado na Tabela 3, o teor de matéria seca do capim (13,8%) foi inferior aos teores normalmente encontrados para idades próximas a 89 dias, que é de 21% (média de Azevedo, 1985; Mendonça, 1983 e Rosa, 1982). Isto pode ser explicado pelo estágio vegetativo do capim, uma vez que o mesmo teve seu crescimento durante o período seco e frio, inadequado para o capim alcançar os 2,16 m de altura e os 23,1% de MS, 7,92% de PB e 40,2% FB encontrados por Azevedo (1985) na época chuvosa. Este período adverso, portanto, imprimiu a característica de menor maturidade refletida no menor teor de matéria seca e FDN e maior teor de PB (Tabela 3). No entanto, o período chuvoso que antecedeu a ensilagem permitiu que a água de chuva fosse armazenada na bainha da planta, reduzindo o conteúdo de MS de 17,8% (72 horas antes do dia da ensilagem) para 13,8% no dia da ensilagem. Em função disto, a quantidade de

resíduos adicionada, calculada em função dos 17,8% de MS, passou a representar 65% da matéria seca da mistura a ser ensilada, razão pela qual os teores de proteína bruta da mistura mostraram-se elevados, principalmente nos tratamentos com maiores quantidades de resíduo de soja (T₄ e T₅). A mesma razão é dada a diminuição do teor de FDN nas misturas, uma vez que ambos os resíduos apresentam menores teores de FDN que o capim.

Tabela 3 - Composição bromatológica do capim, dos resíduos do beneficiamento de milho (RBM) e soja (RBS) e das misturas antes da ensilagem, com base na matéria seca.¹

MATERIAL	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	HEM (%)	EB (Kcal/Kg)	EE (%)	CHOs (%)	P.TAMP. (meq HCl/ 100g MS)	AFLATOX.
CAPIM	13,8	12,1	62,8	22,4	4043,9	4,9	3,0	17,7	-
RBM	88,9	9,8	12,0	8,4	4050,1	5,8	1,1	9,9	0
RBS	88,3	29,9	21,8	6,7	4346,6	11,7	5,4	47,5	0
T ₁	27,7	12,9	44,1	22,5	4357,5	6,1	3,6	13,0	-
T ₂	26,6	16,3	35,1	14,6	4285,0	6,5	2,5	19,3	-
T ₃	27,3	18,5	41,9	18,9	4401,0	7,1	2,7	18,1	-
T ₄	26,8	23,1	38,4	13,8	4476,0	8,6	3,2	20,1	-
T ₅	27,1	28,8	43,6	14,7	4462,7	9,6	3,9	26,1	-

¹ MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; HEM = Hemicelulose; EB = Energia bruta; EE = Extrato etéreo; CHOs = Carboidratos solúveis em etanol; P.TAMP. = Poder tamponante; AFLATOX. = Aflatoxina.

Embora não haja repetições que permitam análises estatísticas, algumas considerações podem ser feitas a respeito das transformações ocorridas durante a ensilagem.

Houve uma redução no teor de matéria seca das silagens T₃, T₄ e T₅, quando comparado com material original (Tabelas 3 e 4). Isto pode ter ocorrido devido aos compostos voláteis (ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal) presentes em maiores quantidades nestes tratamentos

(Tabela 5) terem volatilizado durante a determinação da matéria seca total, pois, segundo Dewar e McDonald (1961), alguns compostos produzidos durante a ensilagem são voláteis a altas temperaturas.

Tabela 4 - Composição bromatológica das silagens de capim cameroon com resíduos do beneficiamento de milho e soja, com base na matéria seca.

Trat.	MS (%)	PB (%)	PD (%)	FDN (%)	FDA (%)	Cel (%)	Lig (%)	EE (%)	Amido (%)	EB (Kcal/Kg)	ED (Kcal/Kg)	MM (%)	Ca (%)	P (%)
T ₁	28,1	12,1	9,3	31,7	20,2	18,1	2,0	6,9	36,7	4496,9	3321,3	4,5	0,3	0,3
T ₂	26,8	15,5	11,9	32,2	20,0	18,4	2,6	9,0	33,4	4635,3	3432,6	5,9	0,4	0,3
T ₃	26,0	17,5	15,4	34,9	24,9	19,7	3,6	10,4	29,1	4638,1	3622,0	8,0	0,5	0,4
T ₄	25,8	21,9	18,0	34,0	23,9	20,1	2,7	12,3	33,4	4744,5	3536,7	9,1	0,5	0,4
T ₅	24,9	27,2	24,0	37,0	27,9	21,8	3,9	13,6	18,3	4912,5	3666,4	10,5	0,5	0,4

Tabela 5 - Índice de pH, teor de carboidratos solúveis, ácido láctico, ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal e poder tamponante das diferentes silagens.

TRAT.	pH	CHOs ¹	LÁT. ¹	ACÉT. ¹	PROP. ¹	BUTÍR. ¹	TOTAL ¹	N-NH ₃ ²	P.TAMP. ³
T ₁	3,9	0,2	4,7	1,2	0,05	0,21	6,2	11,0	70,2
T ₂	4,1	0,3	4,9	1,5	0,05	0,33	6,8	12,3	91,4
T ₃	4,1	0,3	6,9	2,1	0,02	0,28	9,3	12,4	96,5
T ₄	4,4	0,4	7,6	2,0	0,08	0,17	9,8	11,1	104,5
T ₅	4,5	0,3	5,3	2,8	0,08	0,17	8,4	11,6	124,6

¹ % da MS.

² % do N.

³ meq HCl/100g MS.

As silagens com até 50% de resíduo de soja (T_1 , T_2 e T_3) obtiveram índices de pH entre 3,9 e 4,1 (Tabela 5), ou seja, dentro da faixa (3,8 a 4,2) para uma boa conservação (Consentino, 1978). No entanto, para Briggs, Langston e Archibald (1961) a silagem com 75% de RBS (T_4) passa a ter pH dentro da faixa ideal que é de 3,8 a 4,5; sendo que para Watson e Nash (citados por Condé, 1970) todas as silagens seriam consideradas de boa qualidade uma vez que possuem índices de pH entre 3,5 e 4,8.

Contrastando com a afirmativa de que silagens com menor pH apresentam maior teor de ácido láctico, as silagens com menor pH (T_1 e T_2) foram as que apresentaram menor teor de ácido láctico. Neste caso, a maior produção de ácido láctico e de ácidos graxos totais nas silagens com mais de 50% de resíduo de soja foi neutralizada pelo maior poder tamponante das misturas e das respectivas silagens (Tabela 5); o que concorda com Consentino (1978) quando diz que quanto maior o poder tamponante da planta a ser ensilada maior a quantidade de ácido láctico para abaixar o pH a níveis inibitórios.

Assim, o pH resultante parece estar intimamente correlacionado com o poder tampão, podendo-se sugerir, então, que o poder tampão passa a ser empecilho à qualidade da silagem de capim elefante quando se adiciona resíduos com alto teor de proteína, o que contrasta com a afirmativa de Tosi (1973), citado por Lavezzo (1985), de que o poder tampão embora importante não é empecilho para a ensilagem do capim elefante.

Além disto, comparando-se as silagens com 0 e 100% de RBS, observa-se que embora a silagem com 0% de RBS (T_1) tenha apresentado o menor pH e o menor teor de ácido láctico, esta é a que apresenta a maior proporção deste ácido com os demais (3,2), enquanto que aquela com 100% de RBS (T_5) que possui maior pH e maior ácido láctico é a que apresenta a menor

proporção (1,7). Parece, então, que esta proporção é tão importante quanto o teor de ácido láctico em si, o que concorda com Consentino (1978) quando afirma que silagens de boa qualidade devem apresentar um teor elevado de ácido láctico, além de ampla relação entre ácido láctico e os demais.

Em termos de ácido acético, houve maiores produções para as silagens T₃ , T₄ e T₅ . Como sugerido por Whittenbury, McDonald e Bryan-Jones (1967) e Dewar, McDonald e Whittenbury (1963), isto pode ter ocorrido devido a maior utilização da hemicelulose pelos microrganismos, observada pelos menores teores na silagem quando comparada com o material original. Segundo Dewar, McDonald e Whittenbury (1963), da hidrólise da hemicelulose tem-se 58,5% de xilose e 14,6% de arabinose, sendo que cada mol de tais pentoses forma 1 mol de lactato e acetato (Wood, 1961, citado por Edwards e McDonald, 1978).

A presença de ácido butírico em todas as silagens (Tabela 5) pode ter decorrido da umidade presente nas misturas ensiladas estar acima da preconizada por Andrigueto et al. (1982). Sendo assim, a presença de nitrogênio amoniacal era esperada, uma vez que ambos podem resultar da degradação de proteínas.

As silagens apresentaram teores de ácido butírico variando entre 0,17 e 0,33% e entre 10,99 e 12,39% para nitrogênio amoniacal, sendo que os maiores teores de ácido butírico (T₂ e T₃) corresponderam aos maiores teores de N-amoniacal. Pôde-se observar, no entanto, que contrariamente ao que Consentino (1978) cita, as silagens que apresentaram menor pH (T₄ e T₅) não foram as que apresentaram menor teor de ácido butírico, mas sim foram as que apresentaram menor poder tamponante. Portanto, a utilização dos resíduos de beneficiamento como aditivos na

ensilagem fez com que o poder tamponante exercesse maior influência sobre o pH que o teor de ácido butírico.

De acordo com Briggs, Langston e Archibald (1961), todas as silagens seriam classificadas como boas, uma vez que apresentam pH dentro da faixa ideal (3,8 e 4,5), menos de 2% de ácido butírico e mais de 3-5% de ácido láctico, ambos expressos na MS. Pela classificação de Rydin, pode-se considerar as silagens com 75% e 100% de RBS como sendo de qualidade boa, as com 0 e 50% de RBS de qualidade média e a silagem com 25% de RBS ruim.

4.3 Consumo voluntário

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para consumo de matéria seca expresso em g/UTM/dia e em porcentagem do peso vivo (Tabela 6). Como possíveis causas para a semelhança dos tratamentos têm-se o teor de proteína bruta, de energia digestível e digestibilidade da matéria seca das silagens.

Os teores de proteína bruta das silagens por estarem acima de 7% caem na faixa onde não existe correlação entre consumo de matéria seca e teor de proteína bruta (Van Soest, 1983); ou seja, aumentos de proteína bruta não correspondem a aumentos proporcionais no CVMS resultando, então, em consumos semelhantes.

Todas as silagens apresentaram valores de energia digestível superiores a 2,47 Kcal/g, limite acima do qual o CVMS é regulado pelos requerimentos energéticos do animal. Portanto, não houve motivos para maior consumo de um determinado tratamento, uma vez que o mesmo foi limitado pelas características do animal e não da silagem. Além do mais, a semelhança dos valores

de ED não foi suficiente para detectar diferenças significativas entre as silagens no sentido da redução do consumo a medida que se aumentava a proporção de resíduo do beneficiamento de soja. Isto porque valores acima de 2,47 Kcal/g fazem diminuir o consumo de matéria seca para manter mais ou menos constante o consumo de energia digestível. Observou-se, porém, correlação negativa, embora não significativa entre teor de ED e CVMS ($r = -0,2175$). Neste ponto, vale ressaltar que embora o valor 2,47 seja maior que aquele para animais em manutenção (Dinius e Baumgardt, 1969), o mesmo pode ser tomado como referência uma vez que todas as silagens do experimento apresentam teores acima dele.

Tabela 6 - Consumo voluntário de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB), proteína digestível (CVPD), fibra em detergente neutro (CVFDN), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) das silagens estudadas.

Trat.	CVMS		CVPB	CVPD	CVFDN	CVEB	CVED
	(g/UTM/dia)	(% PV)					
T ₁	62,5	2,3	8,0	5,7	0,7	287,3	212,9
T ₂	62,1	2,2	9,8	7,4	0,7	292,3	217,5
T ₃	60,5	2,1	11,3	9,3	0,8	288,4	225,3
T ₄	64,7	2,3	14,3	11,6	0,8	309,0	229,6
T ₅	56,3	2,0	15,9	13,5	0,7	281,1	208,5

Montgomery e Baumgardt (1965), alimentando novilhas com rações peletizadas de milho de forma a suprir 50% do consumo diário de matéria seca, encontraram que 56% de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) era o valor mínimo para regulação do consumo pelos requerimentos energéticos dos animais. Portanto, da mesma forma que para ED, não houve

motivos para maior consumo de um determinado tratamento, uma vez que todas as silagens apresentavam DAMS maiores que este valor (Tabela 7). Além disto, a DAMS correlacionou-se negativamente ($P > 0,05$) com o CVMS ($r = -0,1266$), o que mais uma vez comprova a regulação do consumo pelas necessidades energéticas do animal, pois nesta situação quando a digestibilidade diminui, o animal passa a consumir mais para atender sua exigência energética (Van Soest, 1964).

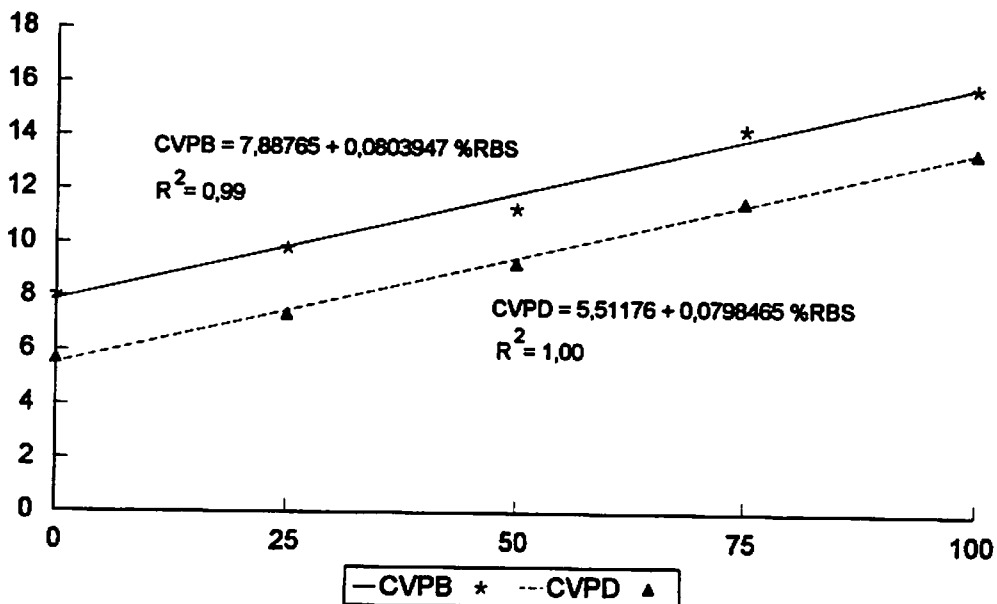
Muito embora os teores de FDN estejam um pouco acima dos 32%, sugerindo alguma regulação do consumo pela limitação física do rúmen (Hoover, 1986), todas estas evidências à regulação do consumo de matéria seca pelos requerimentos energéticos servem para mostrar que todas as silagens estudadas podem ser comparadas com volumosos de alta qualidade como silagem de milho e girassol, uma vez que os mesmos possivelmente apresentam limitação parcial pelas exigências energéticas. Esta qualidade também se expressou na medida em que as silagens com até 75% de RBS apresentaram consumos superiores a 61,0 g/UTM/dia de MS, valor obtido para silagem de milho com 113 dias de crescimento vegetativo (Almeida, 1992) considerada padrão pela literatura. Ressalva-se ainda que todas elas apresentaram consumo voluntário de matéria seca 20,5 ; 19,7 ; 16,6 ; 24,7 e 8,5% acima daquele recomendado pelo NRC (1985) que é de 51,86 g/UTM/dia.

Não houve correlação significativa entre o consumo voluntário de matéria seca e os produtos de fermentação. No entanto, foram observadas as direções das correlações normalmente citadas na literatura (Thomas, 1961); ou seja, correlações positivas para ácido lático ($r = 0,0901$) e negativas para ácido acético ($r = -0,2093$), ácido propiônico ($r = -0,0213$), nitrogênio amoniacal ($r = -0,0903$) e pH ($r = -0,1368$). Acrescenta-se que a correlação positiva entre CVMS e a proporção ácido lático/ácido acético ($r = 0,2583$) pode ser a explicação para o consumo da

silagem T₄ ter fugido à tendência ao menor consumo a medida que se aumentava a quantidade de resíduo de soja. Neste tratamento a relação ácido láctico/ácido acético foi próxima ao T₁ (0% RBS), tratamento que possibilitou consumo muito próximo ao T₄. Bachanan - Smith (1984), citado por Gill e Thiago (1986), observou que houve uma interação entre ácido acético e ácido láctico na qual a resposta negativa devido ao ácido acético não foi observada quando o ácido láctico estava presente.

Houve efeito linear positivo ($P < 0,00001$) para consumo voluntário de proteína bruta em função do aumento das proporções de resíduo de soja nas silagens (Tabela 6 e figura 1). A explicação está nos maiores teores de proteína bruta deste resíduo, uma vez que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para consumo de matéria seca, o que também poderia contribuir

Figura 1 - Consumo voluntário de proteína bruta e proteína digestível em função da proporção do resíduo do beneficiamento de soja (RBS).



para o maior CVPB. O mesmo também foi observado para o consumo de proteína digestível ($P < 0,00001$), que além de refletir a significância do CVPB, também refletiu a significância da digestibilidade aparente da proteína proteína bruta.

Segundo o NRC (1985), o requerimento médio diário de proteína digestível para manutenção é de 2,51 g/UTM/dia, o que permite concluir que todas as silagens atenderam a esta necessidade.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para consumo voluntário de energia bruta (Tabela 6). Reflexo desta não significância e da não significância para digestibilidade da energia bruta, o mesmo ocorreu com consumo de energia digestível ($P > 0,05$) que ficou em média 35% acima daquele estabelecido pelo NRC (1985) para manutenção (146,47 Kcal/UTM/dia). Segundo Dinius e Baumgardt (1969), níveis de energia digestível acima de 2,47 Kcal/g, como no caso das silagens estudadas, promovem CVED relativamente constantes.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para o consumo voluntário de FDN (Tabela 6), ficando todos eles abaixo do recomendado por Mertens (1992). A razão está na maior proporção de resíduos na matéria seca, os quais possuem menores teores de FDN.

4.4 Digestibilidade aparente

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para digestibilidade aparente da matéria seca (Tabela 7), o que pode ser explicado pelas diferenças nos teores de FDA ou lignina das silagens (Tabela 4) não terem sido grandes o suficiente para afetar a DAMS, como mencionado por Van Soest (1964), Maynard e Loosli (1974) e Silva e Leão (1979). Adicionalmente, nenhuma silagem

apresentou teores de PB abaixo de 8%, faixa na qual a digestibilidade dos nutrientes é afetada pela redução na atividade microbiana (Van Soest, 1983).

No entanto, pode-se observar pela tabela 7 que no caso da silagem com 100% de resíduo de soja (T₅) a menor DAMS não refletiu as maiores digestibilidades para PB, FDN e EB (somente menor que T₃). O teor de FDA um pouco superior neste tratamento (Tabela 4) pode explicar este fato, porém como houve menor diferença para DAMO entre T₁ e T₅ quando comparada com a DAMS, parece que o maior teor de minerais no T₅ (Tabela 4) também contribuiu para este fato.

Para digestibilidade aparente da proteína bruta, houve efeito linear positivo ($P = 0,00002$) em função do aumento das proporções de RBS. Os menores valores para as silagens que continham mais resíduo de milho (Tabela 7 e figura 2) podem ser explicados pela menor

Tabela 7 - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e energia bruta (DAEB) das silagens estudadas.

Tratamento	DAMO (%)	DAMS (%)	DAPB (%)	DAFDN (%)	DAEB (%)
T ₁	74,8	73,0	70,5	47,8	73,9
T ₂	73,8	71,4	74,8	47,5	74,0
T ₃	78,0	75,6	82,2	55,9	78,1
T ₄	74,4	71,7	81,4	54,7	74,5
T ₅	73,9	69,9	85,0	58,9	74,6

degradação ruminal da zeína (proteína do milho) quando comparada com a glicinina (proteína da soja) refletindo, então, na digestibilidade deste nutriente.

Houve efeito linear positivo ($P = 0,02137$) para digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro a medida que se aumentavam as proporções de RBS (Figura 3). A explicação para os menores valores para as silagens com maior proporção de resíduo de milho (T_1 e T_2) está na maior quantidade de amido que reduziu a digestibilidade da celulose. Portanto, se houve uma depressão na digestibilidade aparente da FDN, o que só poderia ser observado se houvesse um tratamento sem aditivos, esta deve ter sido causada mais pelo teor de amido (Silva e Leão, 1979 ; Ørskov, 1982 e Van Soest, 1983) que pelo teor de lipídeos (Devendra e Lewis, 1974).

A ausência de significância para a digestibilidade aparente da energia bruta ($P > 0,05$) pode ser explicada pela não significância da digestibilidade aparente da matéria orgânica ($P > 0,05$), uma vez que toda energia de um alimento é proveniente da combustão da matéria orgânica.

Figura 2 - Digestibilidade aparente da proteína bruta em função da proporção de resíduo do beneficiamento de soja (RBS).

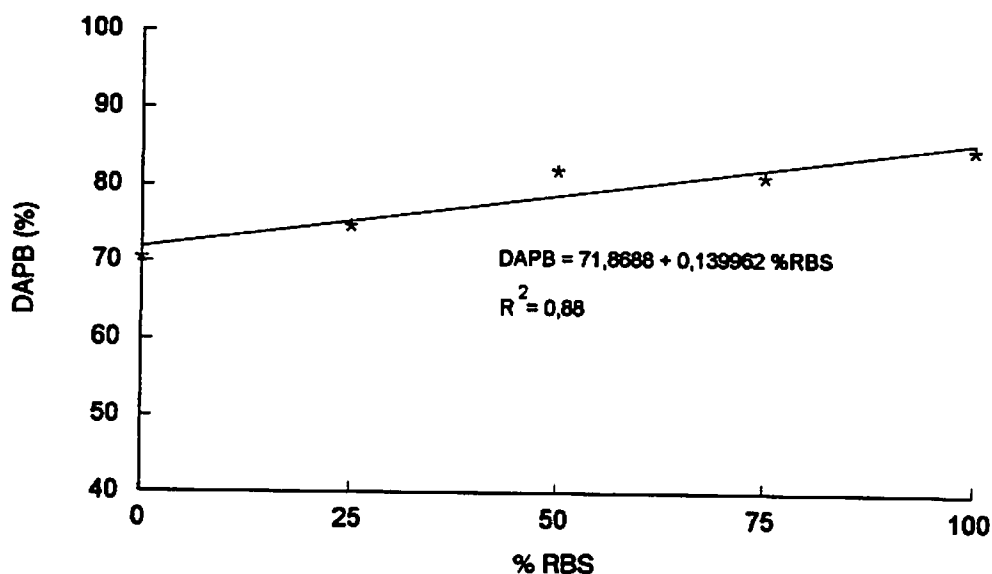
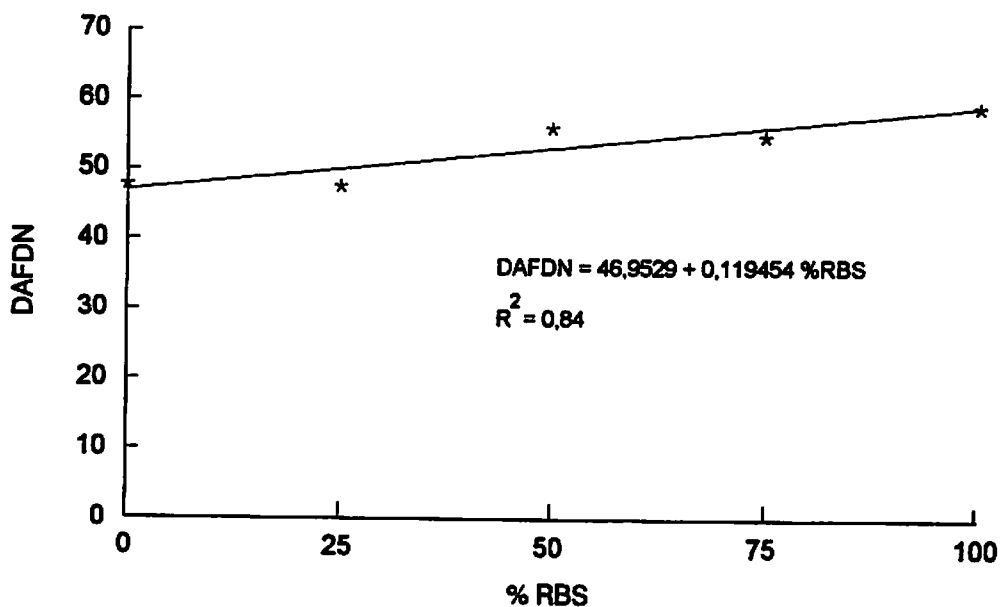


Figura 3 - Digestibilidade da fibra em detergente neutro em função da proporção do resíduo do beneficiamento de soja.



4.5 Balanço de nitrogênio

A análise de variância dos resultados de balanço de nitrogênio em g/UTM/dia (Tabela 8) mostrou que houve diferenças significativas ($P = 0,05007$) para os animais alimentados com as diferentes silagens. No entanto, foram observados valores negativos para aqueles alimentados com maiores proporções de resíduo de soja (Figura 4), o que significa que os animais dos tratamentos com 75 e 100% de RBS (T_4 e T_5) perderam proteína corporal (Maynard e Loosli, 1974), a despeito do maior consumo de PD (Tabela 6).

A correlação negativa ($r = -0,3761$) não significativa ($P > 0,05$) entre proteína digestível e balanço de nitrogênio contrasta com a correlação positiva normalmente encontrada para volumosos, neste caso indicando que volumosos de melhor qualidade refletem em melhor

eficiência de utilização de nitrogênio, uma vez que colocam a disposição dos microrganismos maior quantidade do mesmo. Como a quantidade de nitrogênio colocado a disposição pelas silagens foi suficiente para o crescimento microbiano, a correlação negativa significa, então, que a medida que se aumentam as proporções de RBS, a eficiência de utilização do nitrogênio amoniacal diminui; o que é confirmado pela menor retenção de nitrogênio (RN) para as silagens com mais resíduo de soja (Tabela 8). No caso, a maior parte da proteína das silagens T₄ e T₅ é proveniente do RBS, mais rapidamente degradada que a proteína do capim. A alta degradabilidade da glicinina, aliada a característica das bactérias do rúmen de não degradarem proteína até o ponto em que haja máxima produção microbiana, pode ter permitido variação diurna e falta de sincronização entre disponibilidade de ATP e nitrogênio degradado (Ørskov, 1982) e, então, justificado a ineficiência de utilização do nitrogênio destas silagens.

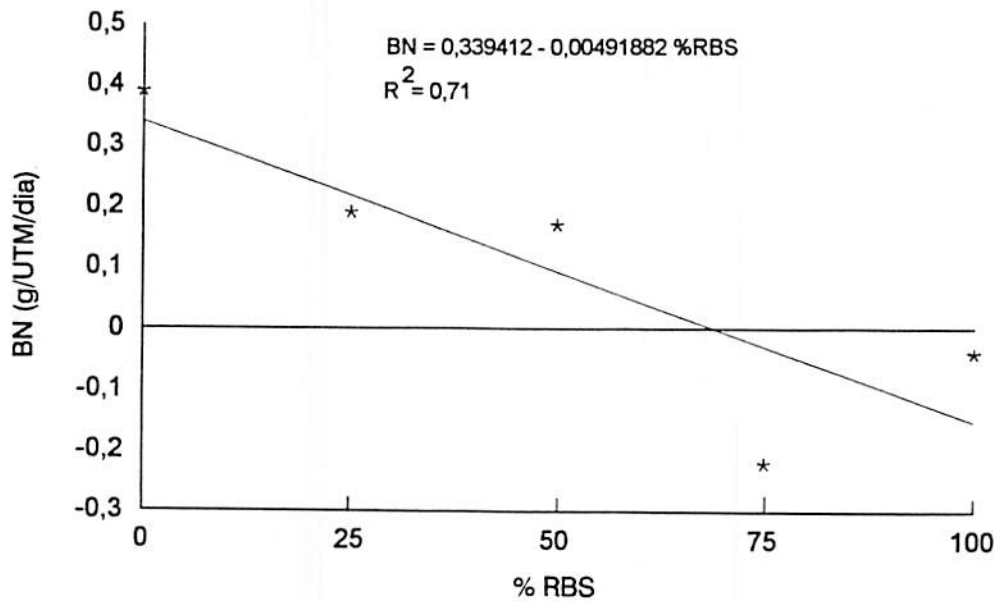
Tabela 8 - Média de balanço (BN) e retenção de nitrogênio (RN) dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Tratamento	BN		RN	
	(g/UTM/dia)	(g/animal/dia)	(%N-ret/N-ing) ¹	(%N-ret/N-abs) ²
T ₁	0,39	7,5	28,2	40,41
T ₂	0,19	3,9	10,5	13,53
T ₃	0,17	3,6	8,8	10,64
T ₄	-0,22	-4,5	-8,8	-11,13
T ₅	-0,04	-0,9	-1,6	-2,11

¹ %N-ret/N-ing = % do nitrogênio retido sobre o nitrogênio ingerido.

² % N-ret/N-abs. = % do nitrogênio retido sobre o nitrogênio absorvido.

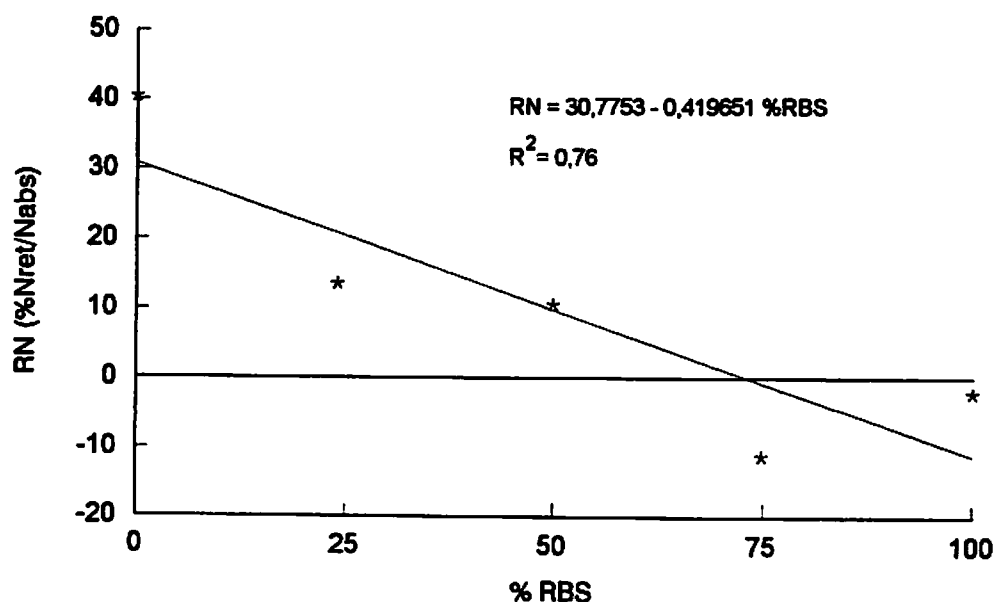
Figura 4 - Balanço de nitrogênio em g/UTM/dia para os animais alimentados com as diferentes silagens.



Além disto, esta ineficiência pode ser atribuída ao fato do próprio conteúdo de nitrogênio estar acima da quantidade máxima que o microrganismo pode utilizar para máxima produção de proteína microbiana (Van Soest, 1983 ; Araújo et al., 1994); como também, pode estar relacionada com o fato da energia ser proveniente principalmente de lipídeos da soja, que a não ser pelo glicerol, não constitui fonte de energia para que os microrganismos do rúmen sintetizem proteína (Orskov, 1977 e Araújo et al., 1994).

A ineficiência de utilização do nitrogênio resultou, então, no aumento de nitrogênio amoniacal no rúmen em função do aumento do RBS. A amônia formada foi, então, absorvida, mas não retida, o que resultou nas menores retenções de nitrogênio nas silagens com mais RBS (Tabela 8 ; figura 5).

Figura 5 - Retenção de nitrogênio (%Nret/Nabs) para os animais alimentados com as diferentes silagens.



Ou seja, estes resultados vêm a confirmar, então, que rações ideais para máxima utilização de nitrogênio são aquelas com proteína com boa digestibilidade intestinal, mas com baixa degradabilidade (Silva e Leão, 1979), estando as silagens com maiores proporções de resíduo de milho mais próximas do ideal.

4.6 Parâmetros ruminais

A análise de variância dos diversos parâmetros ruminais mostrou que houve efeito linear positivo ($P=0,00798$) para os valores de pH do líquido ruminal em função do aumento das proporções de RBS, efeito observado pela equação $pH = 5,83200 + 0,0020600 \%RBS$.

Pela tabela 9, verifica-se que os valores de pH dos cinco tratamentos ficaram próximos ao limite inferior da faixa normalmente encontrada (6,0 a 7,0). A explicação está no fato de 65% da matéria seca ter sido proveniente dos resíduos, os quais por possuírem substratos mais rapidamente degradados que a celulose geram maiores produções de ácidos graxos voláteis num período de tempo menor, conseqüentemente, abaixando o pH.

Tabela 9 - Valor de pH e concentração média dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal.

Tratamento	pH	Acético Propiônico Butírico			Total
		(milimoles/100ml)			
T ₁	5,82	2,4	0,9	0,5	3,8
T ₂	5,86	2,7	1,1	0,5	4,3
T ₃	5,98	2,7	1,1	0,4	4,3
T ₄	5,98	2,3	0,8	0,4	3,5
T ₅	6,02	2,6	0,9	0,4	3,8

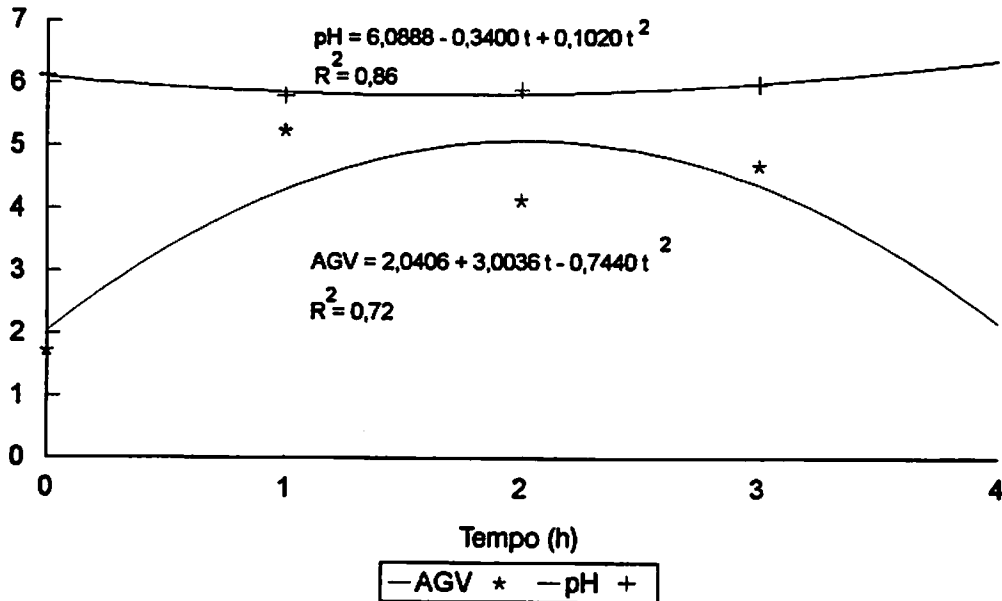
Os valores de pH dos tratamentos estão fora da faixa considerada ótima para atividade das bactérias celulolíticas que, segundo Orskov (1983), é inibida seriamente quando o pH está abaixo de 6,2. Como os valores de pH para T₁ e T₂ foram mais baixos que aqueles para T₄ e T₅, este fato pode, então, ter contribuído para a tendência da menor DAFDN das silagens com mais resíduo de milho quando comparadas com aquelas com mais resíduo de soja e, portanto, concordando com a teoria da limitação das bactérias celulolíticas pelo abaixamento do pH ruminal (Ørskov, 1982).

No entanto, é interessante ressaltar que houve diferenças significativas para pH ($P = 0,00236$) e total de ácidos graxos ($P = 0,00033$) em função do tempo, sendo que a correlação entre os dois parâmetros foi de $-0,6338$ ($P = 0,0013$). Assim, pelas equações ajustadas para AGVs e tempo ($AGV = 2,0406 + 3,0036 t - 0,7440 t^2$; $R^2 = 0,72$), e para pH e tempo ($pH = 6,088800 - 0,340000 t + 0,102000 t^2$; $R^2 = 0,86$), pode-se comprovar que o ponto máximo de produção de ácidos graxos e o ponto mínimo de pH estão em torno de 2 horas após o fornecimento das silagens (Figura 6), pontos característicos de alimentos com maiores proporções de concentrados (Van Soest, 1983).

Além disto, este baixo valor de pH pode estar relacionado com o menor tempo de ruminação característico de dietas com maiores quantidades de concentrado, o que diminui a quantidade de saliva e com isto a capacidade tamponante do rúmen (Ørskov, 1982). Acrescenta-se ainda, que nenhuma das silagens promoveram consumo de FDN mínimo para assegurar a manutenção das condições ótimas do rúmen (Mertens, 1992).

O ácido acético foi o ácido graxo presente em maior quantidade no líquido ruminal, concordando com Silva e Leão (1979). No entanto, não houve maiores produções de ácido propiônico ($P > 0,05$) nos tratamentos com mais RBS, ou seja, a maior quantidade de EE e com isto de triglicérides não resultou em maiores produções de ácido propiônico, como evidenciado por Van Soest (1983).

Figura 6 - Ácidos graxos totais (milimoles/100ml) e pH em função do tempo após o fornecimento das silagens.



Como pode ser observado pela tabela 10, as proporções ácido acético: propiônico: butírico de todas as silagens afastaram-se das proporções médias encontradas para dietas a base de forragens (70:15:10) (Czerkawski, citado por Lizieire, 1989). A explicação está na grande proporção de resíduos nas silagens, uma vez que maiores quantidades de concentrados promovem maior formação de ácido propiônico. Segundo Van Soest (1983), a queda da proporção de ácido acético é resultado do efeito de diluição pela maior produção do ácido propiônico e não da menor produção de ácido acético.

Dietas com misturas de concentrados e volumosos promovem proporções de 65: 20: 10 (Czerkawski, citado por Lizieire, 1989), próximas as encontradas neste trabalho. No entanto, a

composição percentual está dentro da faixa citada por Silva de 54 - 74% para ácido acético, 16 - 27% para ácido propiônico e 6 - 15% para ácido butírico.

Tabela 10 - Proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico e, relação ácido acético: ácido propiônico: ácido butírico no líquido ruminal dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Tratamento	Proporção Molar (%)			Relação Ac:Prop:But
	Acético	Propiônico	Butírico	
T ₁	63,0	23,3	13,7	63:23:14
T ₂	61,7	25,9	12,4	62:26:12
T ₃	63,5	26,5	10,0	64:26:10
T ₄	65,3	24,3	10,4	66:24:10
T ₅	67,2	23,3	9,5	67:23:10

Os valores para nitrogênio amoniacal no líquido ruminal variaram entre 25,87 e 48,20 mg/100 ml do líquido ruminal (Tabela 11), sendo diferentes significativamente para tratamento e tempo ($P = 0,04041$ e $P = 0,00015$, respectivamente). Pela equação $NNH_3 = 29,0585 + 0,126550 \%RBS$ ($R^2 = 0,60$), verifica-se que os menores teores de nitrogênio amoniacal corresponderam aos animais alimentados com as silagens com maiores proporções de resíduo de milho; o que pode ser explicado pelo menor conteúdo de PB destas silagens (Roffler e Satter, 1975), menor consumo de proteína bruta e pela menor degradabilidade da zeína quando comparada com a glicinina, razões também sugeridas por Church (1974). Estes valores encontram-se dentro da faixa considerada típica por este autor que é de 10 a 50 mg%, porém acima de 5 a 25 mg/100 ml citado por Kolb (1984), que acrescenta que os mesmos variam em função da natureza da proteína.

Tabela 11 - Concentração média de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Tratamento	N - amoniacal (mg/100ml)
T ₁	25,9
T ₂	37,1
T ₃	40,1
T ₄	44,2
T ₅	48,2

4.7 Parâmetros sanguíneos

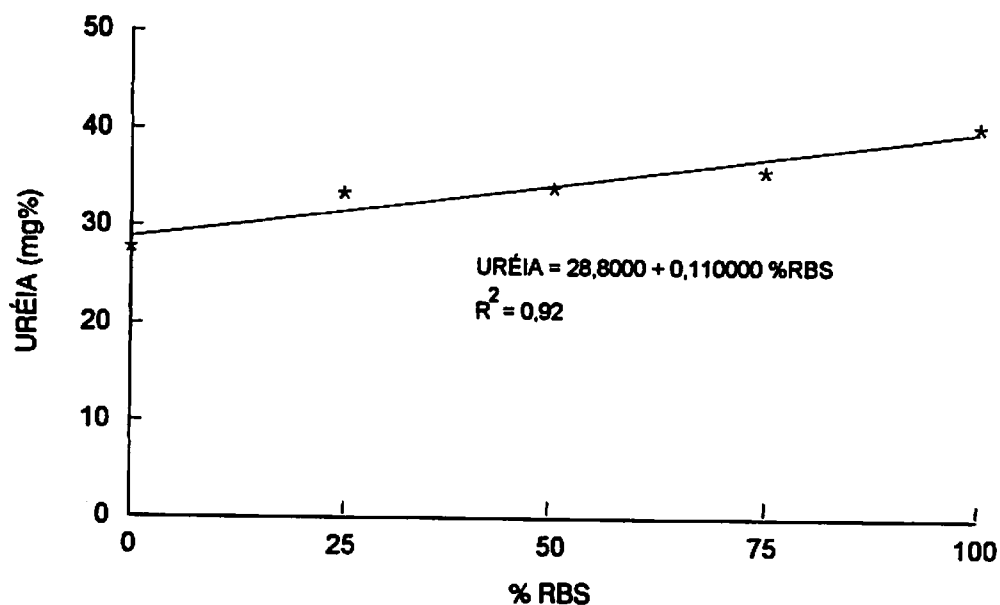
Os teores de glicose no sangue variaram entre 55,1 e 58,1mg/100ml (Tabela 12), sendo normais para Kolb (1984) e iguais estatisticamente ($P>0,05$) para tratamento e tempo.

Tabela 12 - Teor de glicose e uréia no sangue (mg%) dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Tratamento	Glicose	Uréia
T ₁	56,1	27,8
T ₂	56,5	33,5
T ₃	58,1	34,1
T ₄	56,5	35,8
T ₅	55,1	40,4

O nível de uréia mostrou-se linearmente correlacionado com os tratamentos ($P = 0,00493$) ficando acima da faixa normalmente encontrada (12 a 20 mg/100 ml) para ovinos (Kolb,1984). Os maiores teores de uréia foram encontrados nos animais alimentados com mais RBS (Figura 7). A menor eficiência de utilização do nitrogênio dietético fez com que maiores quantidades de amônia fossem convertidas a uréia pelo fígado e, conseqüentemente, levadas à corrente sanguínea. Isto justifica a correlação positiva encontrada ($r = 0,6043$; $P = 0,0024$) entre proteína da dieta e teor de uréia no sangue.

Figura 7 - Nível de uréia no plasma sanguíneo dos animais alimentados com as diferentes silagens.



5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

- 1 - Os resíduos do beneficiamento de milho e soja foram eficientes em aumentar o teor de matéria seca e o valor nutritivo das silagens.**

- 2 - Todas as silagens propiciaram consumo voluntário de matéria seca, proteína digestível e energia digestível acima das exigências de manutenção para ovinos, sendo as silagens com mais de 50% de resíduo do beneficiamento do milho as de maior eficiência de utilização de nitrogênio.**

- 3 - Quando da disponibilidade de ambos os resíduos recomenda-se ensilar com proporções acima de 50% de resíduo do beneficiamento de milho que, além das vantagens de melhor qualidade das silagens e balanço de nitrogênio, promoveriam silagens mais baratas.**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P. B. ; ALCÂNTARA, V.B.G. de ; ALMEIDA, J.E. de. Estudo de vinte e cinco prováveis variedades de capim - elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.37, n.2, p.279-309, 1980.
- ALMEIDA, M. F. **Composição química, digestibilidade e consumo voluntário das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers) em dois momentos de corte, girassol (*Helianthus annus*, L.) e milho (*Zea mays*, L.) para ruminantes**. Lavras: ESAL,1992. 100p. (Dissertação-Mestrado em Zootecnia).
- ANDRIGUETTO, J. M. ; PERLY, L. ; MINARDI, I. ; GEMAEL, A. ; FLEMMING, J.S. ; SOUZA, G.A. da ; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 1982. v.1, 395p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: FIBGE, v.53, 1993.
- ARAÚJO, G. G. L. de et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão da proteína bruta, do extrato etéreo e balanço de nitrogênio de vacas lactantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.2, p.258-267, 1994.
- ARCHIBALD, J.G. ; KUZMESKI, J.W. ; RUSSEL,S. Grass silage quality as affected by crop composition and by additives. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.43, p.1648-1653, 1960.
- ARIAS, A.M.C. **Avaliação da degradabilidade ruminal e da digestibilidade intestinal de vários alimentos, utilizando-se a técnica do saco de nylon móvel**. Viçosa: UFV, 1992. 108p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Virginia, 1990. v.1, p.69-90.

- AZEVEDO, G.P.C. de . **Produção, composição química e digestibilidade “in vitro” do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) ‘cameroon’ em diferentes idades.** Lavras: ESAL, 1985. 79p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological reviews**, Baltimore, v.70, n.2, p.567 - 590, 1990.
- BOIN, C. ; PEDREIRA, J.V.S. ; CAMPOS, B.E.S. **Rendimento e manejo de capineira de capim elefante napier, *Pennisetum purpureum*, Schum.** **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.31, n.2, p.293-299, 1974.
- BRAGA, J. M. ; DEFELIPO, B.V. **Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal.** **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.113, p.13-83, jan./fev. 1974.
- BRIGGS, R. A. ; LANGSTON, C. W. ; ARCHIBALD, J.G. **Definition of silage terms.** **Agronomy Journal**, Madison, v.53, n.4, p.280-282, 1961.
- CAIELLI, E.L. **A soja comum (*Glicine max* L.) como alimento para ruminantes.** **Zootecnia**, Nova Odessa, v.16, n.4, p.155-164, 1978.
- CARVALHO, L. A. ***Pennisetum purpureum*, Schumacher; Revisão.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86p. (Boletim de Pesquisa, 10).
- CASTRO NETO, P. ; SEDIYMA, G. C. ; VILELA, E. A. de. **Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais.** **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p.46-55, jan./jun. 1980.
- CHURCH, D. C. **Fisiologia digestiva y nutricion de los ruminantes.** Zaragoza: Acribia, 1974. 3v.
- CLEGG, K. M. **The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals.** **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.7, p.40-44, 1956.
- CONDÉ, A. R. **Efeito da adição de fubá sobre a qualidade da silagem de capim elefante, cortado com diferentes idades.** Viçosa: UFV, 1970. 28p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- CONSENTINO, J.R. **Fermentações na silagem.** **Zootecnia**, Nova Odessa, v.16, n.1, p.57-61, jan./mar. 1978.
- DEVENDRA, C. ; LEWIS, D. **The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep.** **Animal Production**, Edinburgh, v.19, p.67, 1974.
- DEWAR, W.A. ; McDONALD, P. **Determination of dry matter in silage by distillation with toluene.** **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.12, p.790, 1961.

- DEWAR, W.A. ; McDONALD, P. ; WHITTENBURY, R. The hydrolysis of grass hemicelluloses during ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.14, p.411-417, 1963.
- DINIUS, D. A. ; BAUMGARDT, B.R. Regulation of food intake in ruminants. 6. Influence of caloric density of pelleted rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.53, n.3, p.311-316, 1969.
- DODSWORTH, T.L. Further studies on the fattening value of grass silage and on the effect of the dry matter percentage of the diet on dry matter intake in ruminants. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.44, p.383 - 393, 1954.
- EDWARDS, R.A. ; McDONALD, P. The chemistry of silage fermentation. In: McCULLOUGH, M.E. (ed.) **Fermentation of silage - A Review**. Iowa: NFIA, 1978. p.27-60.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de análises estatísticas)**. Viçosa: UFV, 1983. 59p.
- GILL, M. ; THIAGO, L. R. S. Intake problems associated with ensiled forages. In: **FEED INTAKE BY BEEF CATTLE**, 1986, Oklahoma. Proceedings... Oklahoma: Oklahoma State University, 1986. p.341-352.
- HARWOOD, V.D. Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. V. Development of a method for the estimation of cell-wall polysaccharides. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.5, p.270-275, 1954.
- HENRIQUE, W. ; BOSE, M.L.V. Milho e sorgo. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS E DE BENEFICIAMENTO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS**, 6, Piracicaba, 1995. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 229-258.
- HOLADAY, C.E. ; LANSDEN, J. Método rápido de pesquisa de aflatoxina em diferentes tipos de produtos. **J. A. Foor Choun**, v.23, n.6, p.1134-1135, 1975.
- HOOVER, W. H. Chemical factors involved in rumen fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HUGHES, A.D. The non-protein nitrogen composition of grass silages. II. The changes occurring during the storage of silage. **Journal of Agricultural Science**, London, v.75, p.421-431, 1970.
- ISLABÃO, N. **Manual de cálculo de rações para os animais domésticos**. 4.ed. porto Alegre: Sagra, 1985. 177p.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. 612p.

- LABTEST SISTEMA DIAGNÓSTICOS.** Sistema diagnóstico clínico. Belo Horizonte, s.n.t.
- LAVEZZO, W.** Conservação de forragens: feno e silagem. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGENS E PASTAGENS**, Campinas, 1994. Anais... Campinas: CBNA, 1994. p. 105-166.
- LAVEZZO, W.** Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.132, p.50-57, 1985.
- LIZIEIRE, R. S.** Efeitos de níveis crescentes de proteína degradada no rúmen sobre o consumo, digestibilidade e alguns parâmetros de fermentação ruminal em cabras. Viçosa: UFV, 1989. 74p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- LOFGREEN, G. P. ; LOOSLI, J. K. ; MAYNARD, L.A.** The influence of energy intake on the nitrogen retention of growing calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.34, n.9, p.911-5, Sept. 1951.
- LUCAS, H. ; LOOSLI, J.K.** The effect of fat upon the digestion of nutrients by dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.3, p.3 , 1944.
- McCULLOUGH, M. E.** Silage - Some general considerations. In: **McCULLOUGH, M.E.** (ed.). **Fermentation of silage - A review.** Iowa: NFIA, 1978. p.1-26.
- McDONALD, P. ; HENDERSON, A.R.** Buffering capacity of herbage samples as a factor in ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.13, p.395-400, 1962.
- McDONALD, P. ; WHITTENBURY, R.** The ensilage process. In: **BUTTNER, G.W. ; BAILEY, R.W.** (ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage.** London: Academic Press, 1973. v.3, Cap.28, p.33-60.
- MAYNARD, L.A. ; LOOSLI, J.K.** **Nutrição animal.** 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 550p.
- MENDONÇA, J. F. B. M.** **Rendimento e valor nutritivo do capim - elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. cameroon.** Lavras: ESAL, 1983. 110p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- MERTENS, D.R.** Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES**, Lavras, 1992. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.
- MERTENS, D.R. ; LOFTEN, J.R.** The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.69, p.1437-1446, 1980.

- MONTGOMERY, M.J. ; BAUMGARDT, B.R. Regulation of food intake in ruminants. 2. Ratios varying in energy concentration and physical form. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.48, p.1623-1628, 1965.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 7.ed. Washington, 1985.
- OLIVEIRA, J.S. de; BARBOSA, D.R. ; CARDOSO, R. M. Determinação de ácidos graxos voláteis em fluido de rúmen por cromatografia de fase gasosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.11, n.3, p. 420-34, maio/jun. 1982.
- OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.
- ØRSKOV, E.R. Nitrogen digestion and utilization by young and lactating ruminants. **World Review of Nutrition and Dietetics**, London, v.26, p.225-257, 1977.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press, 1982. 160 p.
- ØRSKOV, E.R. ; ROBINSON, J. J. The application of modern concepts of ruminant protein nutrition to sheep production systems. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.8, n.4, p.339-50, 1981.
- PEDREIRA, J.V.S. ; MATTOS, H.B. de Crescimento estacional de cultivares de capim-elefante. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.39, n.1, p.29-41, 1982.
- PIZZARO, E.A. Principais aditivos utilizados na silagem de milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.47, p.32-33, 1978.
- PLAYNE, M.J. ; Mc DONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of Science and Agriculture**, London, v.17, p.264-268, 1966.
- PRESTON, T.R. et al. The nutrition of the early - weaned calf. VIII. the effect on nitrogen retention of diets containing different levels of fish meal. **Animal Production**, Edinburgh, v.7, n.1, p.53-8, 1965.
- ROFFLER, R.E. ; SATTLER, L.D. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I Development of a model for predicting non-protein nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975.
- ROSA, G. de A. **Rendimento e valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. cameroon**. Lavras: ESAL, 1983. 116p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).

- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1990. 166p.
- SILVA, J. F. C. da. Concentrados energéticos para ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.37-42, 1983.
- SILVA, J. F. C. da ; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.
- THIAGO, L.R.L.S. ; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 65p. (Documentos, 43).
- THOMAS, J.W. ; MOORE, L.A. ; OKAMOTO, M. ; SYKES, F. A study of factors affecting intake of heifers fed silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.44, p.1471-1493, 1961.
- TOSI, H. Conservação de forragens como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1973. p.117-140.
- VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages, **Journal of Animal Science**, Champaign, v.26, n.1, p.119-28, Jan. 1967.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Oregon: O & B Books, 1983. 373p.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3, p. 834-43, Aug. 1964.
- VERA, R. R. Solubilidade e distribuição dos carboidratos não estruturais do capim Napier. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.31, n.1, p.85-90, 1979.
- VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem**. 1) **Silagem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 42p. (Boletim de pesquisa, 11).
- WELCH, J.G. Rumination particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, n.4, p.885-894, 1982.
- WILKINS, R. J. ; HUTCHINSON, K.J. ; WILSON, R.F. ; HARRIS, C.E. The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.77, p.531-537, 1971.
- WHITTENBURY, R. ; Mc DONALD, P. ; BRYAN-JONES, D.G. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.18, p.441-444, 1967.

XAVIER, D. F. ; BOTREL, M.A. ; DAHER, R.F. ; GOMES, F.T. ; PEREIRA, A.V.
Caracterização morfológica e agrônômica de algumas cultivares de capim - elefante.
Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995. 24p. (Documentos, 60).

APÉNDICE

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1A	Composição bromatológica do capim, dos resíduos e das misturas antes da ensilagem, com base na matéria seca	63
2A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para consumo voluntário de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB) e proteína digestível (CVPD).....	63
3A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para consumo voluntário de fibra em detergente neutro (CVFDN), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED).....	64
4A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e energia bruta (DAEB).....	64
5A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para balanço e retenção de nitrogênio.....	65

6A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e total de ácidos graxos do líquido ruminal	65
7A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal	66
8A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para pH e total de ácidos graxos em função do tempo após o fornecimento das silagens.....	66
9A	Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para glicose e uréia no sangue	67
10A	Ganho de peso diário para o período experimental (GP-tot) e para o período de coleta (GP-col) dos animais alimentados com as diferentes silagens	67
11A	Densidade média das misturas no momento da ensilagem (Kg / m ³)...	68

Tabela 1A - Composição bromatológica do capim, dos resíduos e das misturas antes da ensilagem, com base na matéria seca.

Material	FDA (%)	Cel (%)	Lig (%)	Amido (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)
CAPIM	40,4	33,3	3,7		8,8	0,5	0,2
RBM	3,6	3,4	0,4	62,2	2,0	0,2	0,3
RBS	15,1	11,5	2,3	16,2	8,3	0,5	0,4
T ₁	21,6	17,8	3,4	36,7	5,0	0,2	0,3
T ₂	20,5	16,1	3,3	33,4	7,5	0,3	0,3
T ₃	23,0	18,1	4,3	29,1	7,9	0,4	0,3
T ₄	24,6	18,7	4,8	33,4	8,9	0,4	0,3
T ₅	28,9	21,2	5,4	18,3	10,2	0,4	0,4

Tabela 2A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para consumo voluntário de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB) e proteína digestível (CVPD).

Fonte de Var.	GL	CVMS		CVPB		CVPD	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	37,29	*****	38,10	0,0001	36,76	0,0000
Linear	1	23,77	*****	150,66	0,0000	146,88	0,0000
Quadrática	1	43,58	*****	0,08	*****	0,004	*****
Desvios de regr.	2	40,91	*****	0,83		0,07	
Bloco	3	486,03	0,00186	17,10	0,0055	9,95	0,0086
Resíduo	11	49,14		2,31	0,0680	1,53	
CV (%)		11,45		12,53		12,72	

Tabela 3A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para consumo voluntário de fibra em detergente neutro (CVFDN), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED).

Fonte de Var.	GL	CVFDN		CVEB		CVED	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	5,40	*****	503,37	*****	364,71	*****
Linear	1	14,79	*****	55,11	*****	34,57	*****
Quadrática	1	0,48	*****	786,84	*****	1200,65	0,1845
Desvios de regr.	2	3,17		585,76		3068,51	
Bloco	3	62,36	0,0027	11045,11	0,0018	5773,74	0,0021
Resíduo	11	6,95		1104,19		598,78	
CV (%)		12,73		11,37		11,17	

Tabela 4A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e energia bruta (DAEB).

Fonte de Var.	GL	DAMS		DAPB		DAFDN		DAEB	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	17,99	0,3070	121,45	0,0002	101,67	0,1452	11,39	0,3957
Linear	1	13,21	0,3378	428,08	0,0000	343,30	0,0214	0,49	*****
Quadrática	1	21,29	0,2295	24,91	0,1123	1,99	*****	15,31	0,2454
Desvios de regr.	2	18,72		16,41		30,69		14,87	
Bloco	3	1,87	*****	3,62	*****	19,67	*****	2,36	*****
Resíduo	11	13,16		8,36		47,76		10,16	
CV (%)		5,02		3,65		12,98		4,24	

Tabela 5A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para balanço e retenção de nitrogênio.

Fonte de Var.	GL	BN		RN	
		QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	0,19	0,05007	1270,36	0,00690
Linear	1	0,54	0,01045	3842,18	0,00113
Quadrática	1	0,041	*****	730,47	0,08351
Desvios de regr.	2	0,091		254,40	
Bloco	3	0,039	*****	180,99	*****
Residuo	11	0,057		201,68	
CV (%)		296,66		163,45	

Tabela 6A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e total de ácidos graxos do líquido ruminal.

Fonte de Var.	GL	Acét.		Prop.		But.		Total	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	0,13	*****	0,07	0,3505	0,03	0,0409	0,48	*****
Linear	1	0,0009	*****	0,03	*****	0,09	0,0045	0,26	*****
Quadrática	1	0,04	*****	0,12	0,1827	0,00003	*****	0,30	*****
Desvios de regr.	2	0,24		0,07		0,007		0,68	
Tempo	3	4,22	0,0013	1,00	0,0001	0,17	0,0000	12,00	0,8600
Residuo	12	0,42		0,06		0,01		0,86	
CV (%)		25,56		24,89		19,91		23,5	

Tabela 7A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal.

Fonte de Var.	GL	pH		N-NH ₃	
		QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	0,03	0,0740	165,63	0,0404
Linear	1	0,11	0,0080	400,37	0,0130
Quadrática	1	0,005	*****	200,76	0,0613
Desvios de regr.	2	0,004		30,69	
Tempo	3	0,09	0,0024	770,15	0,0001
Resíduo	12	0,01		47,13	
CV (%)		1,73		19,40	

Tabela 8A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para pH e total de ácidos graxos em função do tempo após o fornecimento das silagens.

Fonte de Var.	GL	pH		AGV	
		QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	0,03	0,0740	0,48	*****
Tempo	3	0,09	0,0024	11,95	0,0003
Linear	1	0,03	0,1232	14,88	0,0013
Quadrática	1	0,21	0,0008	11,07	0,0037
Cúbica	1	0,04	0,0749	9,90	0,0053
Resíduo	12	0,1		0,86	
CV (%)		1,73		23,52	

Tabela 9A - Quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV) para glicose e uréia no sangue.

Fonte de Var.	GL	Glicose		Uréia	
		QM	NS	QM	NS
Tratamento	4	4,67	*****	82,58	0,0515
Linear	1	1,60	*****	302,50	0,0049
Quadrática	1	13,02	*****	0,45	*****
Desvios de regr.	2	2,03		13,69	
Tempo	3	1,65	*****	65,50	0,1041
Residuo	11	23,09		25,61	
CV (%)		8,51		14,75	

Tabela 10A - Ganho de peso diário para o período experimental (GP-tot) e para o período de coleta (GP-col) dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Tratamento	GP-tot (Kg/dia)	GP-col (Kg/dia)
T ₁	0,16	0,017
T ₂	0,16	0,20
T ₃	0,13	-0,079
T ₄	0,13	-0,10
T ₅	0,17	-0,015

Tabela 11A - Densidade média das misturas no momento da ensilagem (Kg / m³).

Tratamento	Densidade
T ₁	762
T ₂	795
T ₃	828
T ₄	861
T ₅	828