

CARLOS ALBERTO DOS SANTOS CHAVES

PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE CAPIM-SUDÃO [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], MILHETO [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke], TEOSINTO (*Euchlaena mexicana* Schrad) E MILHO (*Zea mays* L.).

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. JOSÉ CARDOSO PINTO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1997



CARLOS ALBERTO DOS SANTOS CHAVES

PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE CAPIM-SUDÃO [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], MILHETO [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke], TEOSINTO (*Euchlaena mexicana* Schrad) E MILHO (*Zea mays* L.).

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. JOSÉ CARDOSO PINTO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1997

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

Chaves, Carlos Alberto dos Santos

Produção e valor nutritivo das silagens de capim-sudão [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapft], e Milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke], Teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrad) e Milho (*Zea mays* L.) / Carlos Alberto dos Santos Chaves - Lavras: UFLA, 1997.

56p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Silagem - Valor Nutritivo. 2. Capim-sudão. 3. Milheto. 4. Milho. 5. Teosinto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

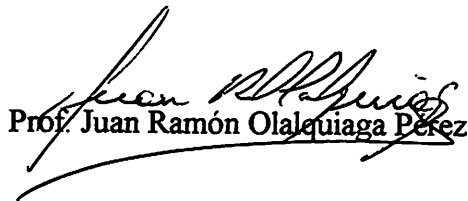
CDD - 636.08552
- 632.202

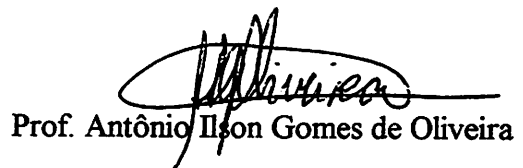
CARLOS ALBERTO DOS SANTOS CHAVES

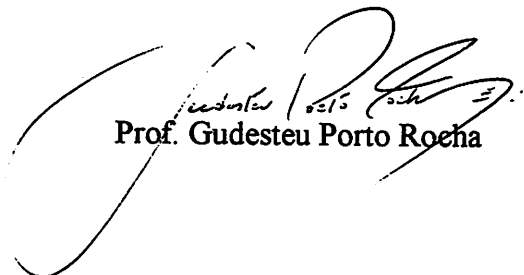
PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE CAPIM-SUDÃO [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], MILHETO [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke], TEOSINTO (*Euchlaena mexicana* Schrad) E MILHO (*Zea mays* L.).

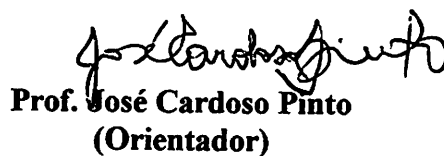
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de julho de 1997


Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez


Prof. Antônio Ilson Gomes de Oliveira


Prof. Gudesteu Porto Rocha


Prof. José Cardoso Pinto
(Orientador)

A DEUS

no qual creio, tenho fé e sou temente.

Aos meus pais,

CONCEIÇÃO e MAURÍCIO,

pelo exemplo de vida e minha formação.

A minha esposa LÉLIA,

A minha filha ALINE,

pelo amor, carinho, apoio e pelas privações de lazer
e convivência com os demais familiares,

DEDICO

Aos meus irmãos, José Antônio, Maurício, Walmir e Eva e

demais membros de nossa família, que sempre nos apoiaram

e incentivaram, mesmo ausentes de nossa convivência,

e

a todos aqueles que contribuíram, com dignidade,

para o desenvolvimento do Ensino, Pesquisa e Extensão,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade proporcionada à realização deste curso;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela confiança e ensinamentos;

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

Ao Prof. José Cardoso Pinto, pela eficiente e dedicada orientação, amizade e companheirismo durante todo o curso;

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Áreas de Concentração Nutrição Animal e Forragicultura e Pastagens, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos;

Ao Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez, pelas sugestões, colaborações e amizade;

Ao Prof. Antonio Ison Gomes de Oliveira, pelas sugestões e colaborações nas análises estatísticas;

Ao Prof. Gudesteu Porto Rocha, pelas sugestões apresentadas;

Ao Prof. Francisco Carlos Donatti, da UFRRJ, pelo incentivo e amizade;

Ao Magnífico Reitor Mânlio Silvestre Fernandes, UFRRJ, pela valorização do técnico em sua gestão;

Ao Sr. Diretor do Instituto de Zootecnia, Prof. Nelson de Moraes Mattos, UFRRJ, pela oportunidade e amizade;

Aos funcionários de campo do Departamento de Zootecnia/UFLA, Bernardino Pedroso de Carvalho, Cláudio dos Santos Silva e José Geraldo Vilas Boas, pela colaboração durante os trabalhos experimentais;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia/UFLA, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba Ferreira de Souza, Eliana Maria dos Santos Silva e José Geraldo Virgílio, pelo apoio nas análises;

A todos os colegas de curso, em especial Sara, Vera, Idalmo, Augusto, Luís, Carlos Boa Viagem, Renato, Márcio, Gustavo e Valter;

Aos acadêmicos de Zootecnia, Alexandre Vaz de Mello Carvalho e Marco Antônio de Oliveira, bolsistas de iniciação científica, CNPq, pela ajuda na obtenção dos dados experimentais;

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

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Valor nutritivo.....	3
2.1.1 Natureza do processo fermentativo.....	4
2.1.1.1 Critérios para avaliação da qualidade da silagem.....	6
2.1.2 Composição química.....	7
2.1.3 Digestibilidade e consumo.....	8
2.2 Parâmetros ruminais.....	10
2.3 Parâmetros sanguíneos.....	11
2.4 Características do milho e sua silagem.....	11
2.5 Características do milho e sua silagem.....	12
2.6 Características do capim-sudão e sua silagem.....	14
2.7 Características do teosinto.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Considerações gerais.....	16
3.2 Instalação das culturas.....	17
3.3 Preparação das silagens.....	17
3.4 Ensaio de digestibilidade aparente.....	18
3.4.1 Animais e instalações.....	18
3.4.2 Duração do ensaio, tratamentos e delineamento experimental.....	18
3.4.3 Coleta e preparo das amostras.....	19
3.5 Parâmetros avaliados e análise laboratoriais.....	20
3.5.1 Composição bromatológica da urina e materiais sólidos.....	20
3.5.2 Ácidos orgânicos e parâmetros sanguíneos.....	21
3.6 Determinação do consumo voluntário e da digestibilidade.....	21
3.7 Análises estatísticas.....	22

4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Características da forragem antes do processo da ensilagem.....	23
4.1.1 Características agronômicas.....	23
4.1.2 Composição bromatológica do material original.....	24
4.2 Valor nutritivo das silagens.....	25
4.2.1 Composição química.....	25
4.2.2 Carboidratos, ácidos orgânicos, pH, nitrogênio amoniacal e poder tampão.....	28
4.2.3 Consumo voluntário.....	31
4.2.4 Proteína digestível, energia digestível, energia metabolizável e digestibilidade.....	33
4.3 Parâmetros sanguíneos.....	37
4.4 Parâmetros ruminais.....	38
5 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
APÊNDICE.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabelas		Páginas
1	Precipitação pluviométrica e temperaturas média, máxima e mínima no período experimental.....	16
2	Produções de massa verde (MV) e de matéria seca (MS), altura e população de plantas das quatro culturas, por ocasião da ensilagem.....	23
3	Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), carboidratos (CHOS) e poder tampão (PT) da forragens das diferentes culturas, por ocasião da ensilagem.....	25
4	Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), minerais (Mn), Cálcio (Ca) e fósforo (P) das diferentes silagens.....	26
5	Teores de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), celulose (CEL) e fibra em detergente ácido (FDA) das diferentes silagens.	27

Tabelas		Páginas
6	Carboidratos (CHOS), ácidos orgânicos (Ác. lát., Ác. acét., Ác. prop. e Ác. but.), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) e poder tampão (PT) das diferentes silagens.....	29
7	Consumos voluntários de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB), proteína digestível (CVPD), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) das diferentes silagens.....	31
8	Valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA), energia bruta (DAEB) e matéria orgânica (DAMO) das diferentes silagens.....	34
9	Glicose e uréia (em mg/100 ml) no plasma sanguíneo de ovinos alimentados com diferentes silagens.....	37
10	Teores de ácido acético (ACACE), ácido propiônico (ACPRO) e ácido butírico (ACBUT) (em micromoles/100 ml) e valores de pH ruminal de ovinos alimentados com diferentes silagens.....	38
11	Proporções molares em 100 ml de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico no líquido ruminal dos ovinos após a alimentação com as diferentes silagens.....	40

RESUMO

CHAVES, CARLOS ALBERTO DOS SANTOS. **Produção e valor nutritivo das silagens de capim-sudão [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke], teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrad) e milho (*Zea mays* L.).** Lavras: UFLA, 1997. 56p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).*

O trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG, com o objetivo de se avaliar a produção e o valor nutritivo de silagens de capim-sudão, milheto, teosinto e milho. Foram determinados a composição química, o consumo voluntário e a digestibilidade das silagens, parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis) e sanguíneos (glicose e uréia) dos animais alimentados com as respectivas silagens. Em ensaio de digestibilidade “in vivo”, pelo método de coleta total de fezes, foram utilizados 20 (vinte) ovinos machos castrados, sem raça definida e com peso médio de 55,6 kg, divididos segundo o delineamento experimental de blocos casualizados com 4 (quatro) tratamentos e 5 (cinco) repetições, sendo os tratamentos: silagem de capim-sudão; silagem de milheto; silagem de teosinto e silagem de milho. O pH médio das silagens foi de 3,45, enquanto o nitrogênio amoniacal (N - NH₃) variou de 1,54 a 2,96 do nitrogênio total da silagem, valores considerados adequados para silagens de boa qualidade. O consumo voluntário de matéria seca (CVMS) das silagens de capim-sudão, milheto, teosinto e milho foi diferente (P < 0,01), correspondendo a 57,73, 23,10, 54,12 e 67,61 g/UTM/dia, respectivamente. Já, o CVPB e o CVPD das mesmas silagens foram os seguintes: 5,57 e 4,10; 2,57 e 1,81; 5,44 e 4,22; 6,86 e 5,22 g/UTM/dia, respectivamente, que diferiram entre si. Os tratamentos proporcionaram consumos de 250,09 e 159,99; 98,69 e 61,65; 231,48 e 159,39; 277,99 e 196,77 Kcal/UTM/dia de

*Orientador: José Cardoso Pinto. Membros da Banca: Juan Ramón Olalquiaga Pérez, Antônio Ilson Gomes de Oliveira, Gudesteu Porto Rocha.

CVEB e CVED, respectivamente, sendo que a silagem de milho foi estatisticamente inferior às demais. As digestibilidades aparentes de MS, PB, FDN, FDA, EB e MO foram estatisticamente iguais e acima de 50%. Os teores de glicose no plasma sanguíneo dos animais não foram influenciados pelas diferentes silagens consumidas, ao passo que a uréia se apresentou superior nos animais que consumiram as silagens de milho e capim-sudão. Essas mesmas silagens proporcionaram os maiores teores de ácido acético e ácido propiônico no líquido ruminal dos ovinos, enquanto o ácido butírico não foi influenciado. O pH mais elevado do líquido ruminal de 6,67, resultou do consumo da silagem de teosinto. Os demais valores de pH foram de 6,54, 6,51 e 6,47, para as silagens de milho, capim-sudão e milho, respectivamente. Nas condições do experimento pode-se concluir que a silagem de milho foi superior e as de capim-sudão e teosinto apresentaram um valor nutritivo comparável ao da silagem de milho. O milho apresentou uma silagem de pior qualidade, em função do seu baixo consumo, possivelmente pela presença de partes mofadas na silagem e de sua maior concentração de fibra em detergente neutro.

ABSTRACT

YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF THE SILAGES OF SUDAN GRASS, MILLET, TEOSINTE AND CORN

The work was conducted at the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras (UFLA), Lavras-MG, with a view of production and nutritive value of silages of sudan grass, millet, teosinte and corn. The chemical composition, voluntary intake and digestibility of silages, ruminal parameters (pH, ammoniacal nitrogen and volatile fatty acids) and blood parameters (glucose and urea), of the animals fed of the respective silages, were measured. In "in vivo" digestibility trial, by the method of total faecal collection, was conducted using twenty (20) wethers, without definite breed and with average weight of 55.6 kg were utilized, divided according to the randomized block experimental design, with four (4) treatments and five (5) replications, being the treatments: sudan grass, millet, teosinte and corn silages. The average values of pH of the silages were 3.69, 3.42, 3.45 and 3.22, while ammonium nitrogen (N-NH₃) ranged from 1.54 to 2.96 of the total nitrogen of the silages, values regarded as suitable for silages of good quality. The dry matter intake of the sudan grass, millet, teosinte and corn silages were different ($P < 0,01$), corresponding to 57.73, 23.10, 54.12 and 67.61 g/kg^{0.75}/ day, respectively. On the other hand, the values of crude protein and digestible protein intake of the same silages were the following 5.57 and 4.10, 2.57 and 1.81, 5.44 and 4.22, 6.86 and 5.22 g/kg^{0.75}/ day, respectively, which differing among them. The treatments provided gross and digestible energy intakes of ranged from 250.09 and 159.99, 98.69 and 61.65, 231.48 and 159.39, 277.99 and 196.77 kcal/kg^{0.75}/day, respectively, being the millet silage was statistically poorer than the others. The apparent digestibilities of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, gross energy and organic matter were statistically equals. Glucose contents in the blood plasma of the animals were not influenced by the different silages consumed, where as urea proved

superior in the animals which consumed corn and sudan grass silages. These same silages provided the highest contents of acetic and propionic acids in the ruminal liquid of the sheep, whilst butiric acid was not influenced. The highest pH of the ruminal liquid of 6.67 resulted from intake of teosinte silage. The other values of pH were 6.54, 6.51 and 6.47 for the silages of corn, sudan grass and millet, respectively. Under the conditions of the experiment, it follows that the silages of sudan grass and teosinte presented nutritive value comparable to the corn silage. Millet silage presented itself on a lower plane, in terms of its low intake due to the presence of mouldy parts in the silage and its more elevated value of neutral detergent fiber.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, a exploração de uma pecuária eficiente e economicamente viável, que em geral tem investido vultosas somas na genética e equipamentos, não pode ficar na dependência do crescimento natural das plantas forrageiras, deixando-se de lado os cuidados fundamentais com as áreas de pastagens.

No verão, a tendência natural, em função de alguns fatores tais como luminosidade, temperatura e umidade, é o aumento do volume de forragem produzida. Nesse caso, o excedente de forragem pode ser aproveitado como forma de suprir as dificuldades alimentares dos animais ocorridas na entressafra (período de seca invernal). Uma das técnicas de conservação mais recomendadas é a ensilagem. Esta prática, alternativa tradicional altamente eficiente, permite o armazenamento de forragens, por ocasião do seu máximo valor nutritivo, com composição bromatológica bem próxima daquela apresentada pelas plantas que as originaram.

Neste processo, a forragem de milho, considerada padrão, é a mais recomendada. Além de proporcionar boa produção de massa verde por unidade de área plantada, sua composição química, rica em carboidratos solúveis, propicia boa fermentação, além de adequada conservação da silagem e manutenção de seu valor nutritivo. Entretanto, o uso do milho na condição de planta forrageira para produção de silagem, muitas vezes torna-se inviabilizada, em função do alto preço alcançado nos mercados interno e externo, obrigando o produtor a optar, na maioria dos casos, pela produção de grãos.

Tal situação reforça a necessidade de mais estudos com outras espécies para a produção de silagens, sem queda de qualidade e a custos menores. Desta forma, o capim-sudão, o milheto e o teosinto se apresentam como espécies forrageiras promissoras na elaboração de silagens, pois, além da inexistência de competição com produtos para consumo humano, suas características nutritivas e de cultivo são semelhantes às do milho, diferindo quanto ao custo de produção pois são culturas que permitem a realização de pelo menos dois cortes por ano, a partir

de um único plantio, usando apenas uma adubação em cobertura a mais. Dentre outros fatores, destacam-se pela economicidade nos trabalhos de preparo do solo e de plantio, sementes e ainda pela possibilidade de uso mais intensivo da terra.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a produção e o valor nutritivo das silagens de capim-sudão, milheto e teosinto, comparando-as com a de milho, através de análises bromatológicas e de ensaios de consumo e de digestibilidade aparente com ovinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Valor nutritivo

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos possibilita a utilização racional de forragens e o correto balanceamento de rações, em proveito da adequada alimentação animal.

O valor nutritivo de uma planta forrageira depende, basicamente, da espécie e do seu estágio de crescimento, podendo ser afetado por fatores climáticos e edáficos, práticas de manejo, composição química e a forma física da forragem que será consumida pelos ruminantes. Em função disso, torna-se essencial o estudo do valor nutritivo dos volumosos a serem oferecidos aos animais. Quando a forragem se encontra na forma de silagem, a avaliação de sua qualidade e valor nutritivo torna-se bastante complexa pois envolve três sistemas biológicos: forragem ensilada, fermentação microbiológica no interior do silo e o animal que converte as silagens em leite e/ou carne (Gourlez e Lusk, 1978).

A ensilagem constitui-se num método de conservação de forragens proporcionado pela fermentação desenvolvida por microorganismos anaeróbicos (Gil e Thiago, 1986). A fermentação resulta na obtenção de concentração suficiente de ácido láctico na massa ensilada, com conseqüente redução do pH e inibição das atividades microbiológicas (McCullough, 1978). Portanto, o processo de ensilagem não melhora a composição bromatológica das forragens, porém permite utilizá-las de outra maneira, por mais tempo, variando de acordo com as suas qualidades.

Na avaliação de silagens utiliza-se o termo “qualidade da silagem” para indicar até que ponto o processo fermentativo desenvolve de maneira desejável, mostrando o sucesso da fermentação e não o valor nutritivo da silagem. No entanto, como na fermentação são utilizados nutrientes altamente digestíveis, uma fermentação ruim pode reduzir em muito o valor nutritivo da silagem, por isso que geralmente ocorre uma alta correlação entre qualidade e o valor nutritivo (McCullough, 1978). Logo, para a avaliação do valor nutritivo de uma silagem é necessário que

se conheça a natureza da sua fermentação e tenha uma estimativa mais precisa possível de sua composição química, sua digestibilidade e seu consumo.

2.1.1 Natureza do processo fermentativo

A concentração de MS da planta para a obtenção de uma boa qualidade da silagem deve estar entre 28 e 35%. Teores menores que 28%, além de promover maior lixiviação de nutrientes solúveis propiciam ambiente favorável à proliferação de bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis pela putrefação do material, predominando a formação de ácido butírico (Andriguetto et al., 1982). No caso de silagem com teores elevados de MS, a compactação torna-se ineficiente para garantir as condições anaeróbicas desejáveis; com isso, as alterações biológicas produzem gases, água e aquecimento excessivo do material, comprometendo sua qualidade (Tonani, 1995).

Os carboidratos solúveis são de grande importância nos processos fermentativos. Os açúcares e amidos das forragens são os principais compostos armazenadores de energia e constituem o substrato para a fermentação, variando os seus níveis de acordo com a espécie e o estágio de maturidade da planta (Oliveira, 1989).

O teor mínimo de carboidrato na MS de gramíneas, capaz de garantir fermentação láctica, está entre 6 e 8% (Woolford, 1972). Johnson, Farias e McClure (1971), encontraram um teor de 15% na MS da forragem de sorgo. Já, Obeid (1992) detectou 13,8% de carboidratos em plantas de milho. Na realidade, a importância do teor de açúcar no material ensilado, para o processo fermentativo, está no fato das bactérias produtoras de ácido láctico serem sacarolíticas. A formação deste ácido deve ter preferência, em razão de sua maior constante de dissociação, sendo por isso mais forte e o maior responsável pela acidez do meio. Quanto maior for o teor de carboidratos solúveis, mais ácido láctico será formado e, portanto, mais rápida e intensa será a acidificação (Consentino, 1978).

Uma eficiente fermentação depende da presença de açúcares fermentáveis na forragem ensilada, os quais são desdobrados pela ação de bactérias anaeróbicas, produzindo ácidos láctico, acético, propiônico e butírico. No início do processo fermentativo há a produção de pequenas quantidades de ácidos orgânicos, principalmente ácido acético, seguindo-se uma grande

produção de ácido lático que é o mais efetivo na preservação da silagem (Henderson, 1993; Jaster, 1994).

A quantidade de açúcares convertidos para ácidos orgânicos pelos microorganismos está na dependência da concentração de carboidratos solúveis, do teor de umidade e da capacidade tampão da planta forrageira ensilada (Rotz e Muck, 1994). Depende, também, das práticas de manejo e da população de microorganismos, proporcionando quantidade variável de ácidos orgânicos produzidos (Mahanna, 1994).

Muck (1988) destaca que o substrato requerido para uma completa fermentação está correlacionado negativamente com o teor de MS da forragem. Rotz e Muck (1994) observaram que o valor de pH em que as bactérias produtoras de ácido lático paralisaram o seu crescimento diminuiu com o aumento no teor de umidade da silagem.

Os dados de Rotz e Muck (1994) mostram que a maioria das bactérias produtoras de ácido lático fermenta somente mono e dissacarídeos. Entretanto, Muck (1988) destaca que há evidências da hidrólise enzimática do amido e hemicelulose, fornecendo hexoses e pentoses para a fermentação. Neste caso, a determinação dos carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação láctica.

Um rápido declínio do pH é importante para assegurar a obtenção de uma silagem de alta qualidade quando o teor de MS é baixo. Leibensperger e Pitt (1987) salientam que uma rápida inibição da atividade proteolítica da planta e dos clostrídeos requer uma queda imediata do pH da silagem. Muck (1988) destaca que o pH final após fermentação é de grande importância para assegurar o não crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*. No entanto, um pH final baixo não é uma garantia de que a atividade dos clostrídeos foi inibida e que a proteólise foi minimizada. Isso somente pode ser garantido com rápido abaixamento do pH.

Outro importante fator no processo de acidificação da massa ensilada é a capacidade tampão da cultura ensilada pois quanto maior a capacidade tampão, maior quantidade de ácido lático terá que ser formada para que o pH atinja níveis inibitórios à ação dos clostrídeos. A capacidade tampão (miliequivalente de ácido requerido para baixar o pH de 100 g de MS, de 6,0 para 4,0) determina, aproximadamente, a quantidade de fermentação ácida necessária para se obter um dado pH (Jaster, 1994; Rotz e Muck, 1994).

2.1.1.1 Critérios para avaliação da qualidade da silagem

O termo “qualidade da silagem” é usado para designar a extensão em que o processo fermentativo da silagem tenha ocorrido de maneira conveniente.

Os parâmetros mais utilizados para a avaliação da qualidade da silagem são o índice de pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal presente. Através de suas análises pode-se obter indicações aproximadas sobre as transformações que ocorrem na massa ensilada e que podem ser relacionadas às perdas dos princípios nutritivos.

Silveira (1975) considera que o limite superior de pH para uma silagem de boa qualidade está em torno de 4,2. McDonald (1981) pondera que se o pH do meio não atingir rapidamente o nível crítico de 3,8 a 4,2, fermentações secundárias poderão ocorrer em função da presença de bactérias produtoras de ácido butírico que transformarão os lactatos e os açúcares reduzidos como substrato para seu desenvolvimento. Woolford (1984) destaca que o pH não pode ser considerado como critério seguro para avaliação de silagens porque a sua ação sobre as bactérias vai depender da velocidade do abaixamento da concentração hidrogeniônica e do grau de umidade que apresenta o material. Quanto mais baixo for o pH da silagem com umidade elevada, maior será a probabilidade de se obter um produto livre de fermentações indesejáveis. Para Langston et al. (1962), a qualidade da silagem é diminuída se o pH estiver acima de 4,8, sendo tal fato associado às fermentações indesejáveis e à degradação protéica.

De acordo com Consentino (1978), silagens de boa qualidade apresentam ácido láctico em altas percentagens, ácido butírico baixo ou nulo e o ácido acético e outros ácidos voláteis em baixas proporções.

O ácido láctico, como consequência de sua maior constante de dissociação, é responsável pela queda do pH a níveis inferiores a 4,2, promovendo inibição das bactérias fermentativas indesejáveis que resultam na qualidade inferior da silagem (McDonald e Henderson, 1962).

Silagens de baixa qualidade, com pH elevado, possuirão grandes quantidades de ácido butírico que, em si, não é um composto prejudicial, mas indicativo de transformações indesejáveis que ocorreram na massa preservada. Portanto, a presença de ácido butírico está associada a uma intensiva degradação de proteína.

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

Miller et al. (1966) consideram que se os teores de ácido lático diminuem, ocorre aumento de pH, de ácido butírico e de amônia, ocorrendo também um aumento dos compostos nitrogenados que neutralizam a acidez do meio em função de sua ação básica. Oshima e McDonald (1978) relatam que quando não ocorre estabilidade no pH da silagem, ocorrerão transformações do ácido lático em ácido butírico, concorrendo para a degradação dos aminoácidos e outros materiais nitrogenados simples, com a produção de amônia e CO₂.

Valente (1977), baseado em trabalhos de outros autores, sugere que uma boa silagem deve apresentar menos de 8,0% de nitrogênio amoniacal, como percentagem do nitrogênio total. Para Ruiz (1990), silagens com 7 a 8% de nitrogênio amoniacal são classificadas como excelentes e com 9 a 10%, como boas.

2.1.2 Composição química

A composição química de silagens elaboradas com espécies forrageiras distintas apresenta uma grande amplitude de variação (Bezerra, 1989). Esta alteração é função, sobretudo, do grau de maturação da planta a ser ensilada (Johnson, Faria e McClure, 1971), da técnica empregada no processo de ensilagem (Paiva et al., 1978) e do processo fermentativo (Fernandes, 1981). O processo de maturação é extremamente complexo, envolvendo numerosas alterações na morfologia e composição da planta que influenciarão no processo fermentativo e, possivelmente, na digestibilidade e eficiência de utilização das silagens (Goering, 1972).

Segundo Silveira (1975), a qualidade da silagem depende, basicamente, do estágio de desenvolvimento da planta no momento de ser ensilada, devendo ser cortada num estágio de maturidade em que esteja num maior equilíbrio nutritivo, isto é, quando apresentar um alto rendimento de MS, bom nível protéico e baixo teor de frações fibrosas.

Do ponto de vista microbiológico e bioquímico, a proporção de MS na silagem atua como reguladora do crescimento de bactérias, evitando a germinação clostrídica e melhorando a fermentação (Wernli e Ojeda, 1990).

Ao contrário da percentagem de MS, o teor de proteína bruta (PB) decresce com o avanço da idade da planta forrageira, sendo considerado um bom índice do seu valor nutritivo (Edwards et al., 1978).

Van Soest e Wine (1967) idealizaram um esquema de análise de forragens em que a MS é dividida em conteúdo celular, como sendo a fração solúvel das forragens, constituída por carboidrato solúvel, proteínas e minerais, extrato etéreo, nitrogênio não protéico e substâncias hidrossolúveis e a parede celular, como sendo a fração fibrosa, constituída por proteína e minerais insolúveis, celulose, hemicelulose, lignina e sílica.

A parede celular das plantas é composta, basicamente, de lignina e dos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, que são geralmente degradados a taxas menores do que as dos componentes solúveis (conteúdo celular). As estruturas da hemicelulose e da celulose são interligadas por pontes de hidrogênio que, após a hidrólise da primeira, tornam a estrutura da celulose mais livre, portanto mais suscetível à ação dos microorganismos do rúmen. Além disso, as ligações químicas entre a lignina e a hemicelulose são do tipo éster, portanto mais fáceis de serem rompidas do que as do tipo éter, existentes entre a lignina e a celulose (Lau e Van Soest, 1981).

A fração parede celular das plantas tem sido considerada como um fator de controle de consumo de forragens pelos ruminantes (Waldo, 1986). A redução na concentração da parede celular da forragem pode melhorar o consumo e a densidade da energia da mesma, aumentando a digestibilidade da fração fibrosa e a disponibilidade de energia (Jung e Allen, 1995).

2.1.3 Digestibilidade e consumo

O valor nutritivo das forragens, sob o aspecto quanti-qualitativo, é o resultado da interação de três variáveis: nível de consumo diário, digestibilidade da dieta e eficiência de utilização da parte digerida (Lavezzo, 1988). A quantidade de forragem consumida é considerada o fator mais importante, visto que determina a quantidade de nutrientes ingeridos e, portanto, condiciona a produção animal.

Dentre os fatores que podem influenciar o consumo de silagem e de forragem, de uma 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, incluindo os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),

energia digestível, PB, umidade e produtos de fermentação (Van Soest, 1994; Church e Pond, 1977). Ketelaars e Tolkamp (1992) consideram que o consumo voluntário é regulado por mecanismos complexos que envolvem uma variedade de estímulos químicos.

A predição de consumo voluntário de silagem é mais complexa do que de outros alimentos pois, além dos fatores inerentes ao animal e dos componentes normalmente considerados nas forragens, intervém também a concentração dos compostos derivados da fermentação que são altamente variáveis (Wernli e Ojeda, 1990). Os produtos resultantes da fermentação que dão origem à silagem poderiam interferir no seu consumo voluntário, sendo que o ácido acético parece estar associado ao mecanismo de regulação do consumo (Consentino, 1978).

Teores de PB abaixo de 8% na MS reduzem o consumo de MS em decorrência da depressão da digestão, uma vez que os requerimentos de nitrogênio para o crescimento bacteriano não são atingidos (Van Soest, 1994). No entanto, o efeito da adição de proteína sobre o consumo se faz sentir mais nitidamente em níveis muito baixos de proteína (Orskov e Robinson, 1981), não havendo correlação entre teor de PB e consumo quando o primeiro encontra-se acima de 7% (Van Soest, 1994).

De acordo com Thiago e Gil (1990), o consumo voluntário está inversamente relacionado com o teor de fibras da forragem, considerada de maior volume e de menor digestibilidade, quando comparada à fração não fibrosa.

A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala seus nutrientes. Entre outros fatores que afetam o coeficiente de digestibilidade da forragem, pode-se destacar o nível de consumo, o estágio de maturação da planta no momento do corte e alterações na forma física do alimento oferecido (Church e Pond, 1977).

O estágio de maturação da forragem tem grande efeito sobre os coeficientes de digestibilidade da MS. Nesse caso, o decréscimo no teor protéico e o aumento na lignificação das fibras são responsáveis pela redução na digestibilidade da MS (Silva e Leão, 1979). Uma silagem é considerada satisfatória se apresentar coeficiente de digestibilidade aparente de MS acima de 50% (Almeida, 1992).

Nussio (1993) comenta que é relativamente difícil determinar a importância relativa do consumo voluntário e do valor nutritivo do alimento porque ambos estão correlacionados,

sendo o valor nutritivo a função que define a resposta de produção por unidade de consumo. Segundo o mesmo autor, dados da literatura indicam que o consumo responde por 70% e a digestibilidade por 30% do valor alimentício, porém deve ser considerado que o coeficiente de variação para consumo voluntário é de aproximadamente 2,5 vezes maior que o para a digestibilidade.

O consumo está associado com a digestibilidade e não pode ser tratado como variável independente, sendo que a digestibilidade e o consumo são positivamente correlacionados no caso de dietas de baixa qualidade e os animais são incapazes de consumirem a energia necessária para o seu sustento (Van Soest, 1994).

Segundo Van Soest (1965), a lignina e a FDA são os componentes mais consistentemente correlacionados com a digestibilidade e a FDN, com o consumo, quando varia de 55 a 60% na MS.

Para Pereira (1991), a associação entre digestibilidade e constituintes químicos é melhor estabelecida, visto que envolve apenas a disponibilidade de nutrientes de diferentes frações químicas da forragem, enquanto sua relação com o consumo não é facilmente estabelecida em função da grande variação entre animais.

2.2 Parâmetros ruminais

Aproximadamente, 70 a 85% da MS digestível do alimento são digeridas pelos microorganismos do rúmen, ou seja, carboidratos, proteínas e todos os outros substratos fermentáveis são convertidos, simultaneamente, em ácidos graxos voláteis (AGV), metano, gás carbônico, amônia e células microbianas (Silva e Leão, 1979).

Os carboidratos dietéticos fermentados no rúmen são quase que totalmente degradados a AGV que são a maior fonte de energia para os ruminantes, sendo os ácidos acético, propiônico e butírico os principais ácidos encontrados no rúmen. A concentração total destes ácidos, assim como a respectiva quantidade de cada um, depende tanto da composição da dieta quanto do regime alimentar (Kolb, 1984). De uma maneira geral, o ácido acético é encontrado em maior proporção no rúmen, oscilando entre 54 a 74% (Silva e Leão, 1979). Dietas ricas em amido e sacarose favorecem a formação de ácido propiônico (Silva e Leão, 1979), enquanto dietas volumosas predispõem à formação de concentrações maiores de ácido acético (Church, 1974).

2.3 Parâmetros sanguíneos

O teor de glicose no sangue dos ovinos, segundo Harper (1969), situa-se em torno de 40 mg/100 ml de sangue, sendo um nível baixo quando comparado com outras espécies animais. Entretanto, Kolb (1984) sugere que o nível normal de glicose situa-se entre 30 e 60 mg/100 ml de sangue. Segundo Kolb (1984), a glicose sanguínea encontra-se em rápida metabolização, sendo que o volume desta depende da espécie e peso do animal e do grau de assimilação dos alimentos.

Quanto a uréia, a sua concentração no plasma sanguíneo de ovinos varia de 12 a 20 mg/100 ml, dependendo do suprimento de PB (Kolb, 1984). De acordo com Preston et al. (1965), é possível verificar se o suprimento de proteína da dieta está ou não adequado pela taxa de uréia no plasma, baseado no alto coeficiente de correlação encontrado entre o teor de uréia sanguínea e a quantidade de proteína ingerida.

A entrada de uréia do plasma sanguíneo para dentro do rúmen via saliva e através da parede do rúmen parece ser um mecanismo de controle do crescimento microbiano que, às vezes, é limitado pela deficiência de amônia (Kolb, 1984). Respostas do consumo de alimentos, balanço de nitrogênio e desempenho animal podem ser obtidas quando a suplementação com uréia é feita para melhorar dietas de baixa proteína (Rosa, 1996).

2.4 Características do milho e sua silagem

Dentre as espécies forrageiras comumente utilizadas na produção de silagens, o milho tem sido a mais recomendada por possuir alto teor de carboidratos, poder tampão que não interfere com o processo fermentativo, facilidade de manejo através de mecanização e alto potencial de produção. Os teores de MS e de PB de uma planta forrageira são considerados bons índices de seu valor nutritivo. No milho a proteína é fator limitante, estando abaixo dos requerimentos dos animais (Oliveira, 1989). Em um levantamento da qualidade das silagens produzidas em propriedades da Região Metalúrgica de Minas Gerais encontrou-se um teor de PB da silagem de milho de 5,6%, considerado baixo (Paiva et al., 1978). No entanto em alguns trabalhos os valores de PB são considerados satisfatórios, entre eles os de Pereira (1991) e Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), de 8,7 e 8,6 %, respectivamente.

Oliveira (1989) detectou uma correlação negativa entre consumo de MS e teor de FDN. Bezerra et al. (1991) observavam, para as silagens de milho, sorgo e rebrota de sorgo, valores de 76,7; 68,0 e 70,2 % para FDN e 36,4; 38,9 e 28,6% para FDA, respectivamente.

Comparando silagens de milho (11 cultivares) e de sorgo (14 cultivares), Schmid et al. (1976) comprovaram a superioridade da primeira espécie em relação à segunda, obtendo valor de ingestão de MS média diária de silagens de milho de 80 g MS/UTM, enquanto para a silagem de sorgo este valor foi próximo de 65 g MS/UTM, aliado à maior digestibilidade de MS (63,8% e 55,6%, respectivamente), com o teor de MS para ambas as silagens de aproximadamente 31%.

Valente, Silva e Gomide (1984), estudando várias silagens, relatam consumos de 43,8 e 41,4; 1,2 e 1,3 g/UTM/dia., para MS e proteína digestível, e 96,0 e 114,1 kcal/UTM/dia, para energia digestível do milho “MAYA IX” e “Dentado Composto”, respectivamente. Pereira (1991) observou consumos de 79,9 e 3,53 g/UTM/dia para MS e PB, respectivamente, de silagens de milho oferecidas a ovinos. Os coeficientes médios de digestibilidade foram da ordem de 54,2 e 52,8% para MS e PB, respectivamente. Zago, Obeid e Gomide (1985) obtiveram coeficiente de digestibilidade da MS da silagem de milho de 61,0 %.

2.5 Características do milheto e sua silagem

O milheto é uma gramínea forrageira anual de estação quente, pertencente a tribo Paniceae e, segundo Martin, Leonard e Stamp (1976), é originária das zonas de savanas da África. Os mesmos autores informam que sua introdução nos Estados Unidos data de 1875, enquanto no Rio Grande do Sul seu primeiro cultivo ocorreu em 1929, no Posto Zootécnico de Montenegro (Araújo, 1972).

O milheto é adaptado a vários tipos de solos, especialmente os arenosos, tolerante à baixa fertilidade do solo e às condições de déficit hídrico. Fotoperiodicamente, é planta de dia curto, facultativa e/ou indiferente (Bogdan, 1977).

De excepcional tolerância à seca, as sementes de milheto são capazes de germinar com menor umidade que quase todas as das outras plantas cultivadas, vegetando freqüentemente em regiões com precipitações pluviométricas anuais de 280 a 400 mm (Irvine, 1969). Irvine (1969) destaca a sua capacidade de rapidamente produzir perfilhos basilares, quando ceifada ou pastejada.

Em temperaturas inferiores a 12,8 °C, Burton (1965) observou baixo crescimento de milho, considerando ideais as de 28° C (dia) e 20° C (noite) para a máxima produção de MS.

Por apresentar tolerância à seca, calor e solos arenosos ácidos, lixiviados, com baixo teor de argila e matéria orgânica, o milho tem sido o cereal básico da agricultura de subsistência e/ou de baixo custo em regiões semi-áridas quentes como o Sahel, no oeste africano e o Rajasthan, no nordeste indiano (Andrews e Kumar, 1992).

Para a produção de grãos no oeste da África substituiu-se o milho pelo sorgo e este é substituído por milho à medida que se intensifica a seca (Burton, Kvien e Maw, 1988). Todavia, em condições ideais de umidade, o milho também apresenta uma das mais altas taxas de crescimento de todos os cereais (Andrews e Kumar, 1992).

O milho se presta bem para o pastejo, especialmente as variedades de porte baixo, proporcionando vários cortes durante o seu ciclo, e também para a produção de silagem (Bogdan, 1977; Crowder e Chheda, 1982; Andrews e Kumar, 1992; Skerman e Riveros, 1992).

A produção de forragem de milho pode variar de 3 a 20 t de MS/ha, dependendo das condições de clima, fertilidade do solo e cultivar (Bogdan, 1977). Ainda, segundo Bogdan (1977), rendimentos de 7 a 10 t de MS/ha são valores médios para produções experimentais e/ou lavouras extensivas bem manejadas. Já, a digestibilidade aparente da MS varia de 63 até 82 %.

No nordeste brasileiro seu rendimento forrageiro foi da ordem de 1,2 a 7,5 t de MS/ha, em Pernambuco, e de 2,7 a 5,6 t de MS ha na Paraíba (Lira et al., 1977).

No Rio Grande do Sul, Freitas e Saibro (1976) obtiveram rendimento de 10,7 t de MS/ha de milho comum, com digestibilidade aparente de 66,1% e com um teor de PB de 19,7%, para cortes no estágio vegetativo das plantas. Já, na forragem de início do florescimento de milho, um teor de PB de 11,99% e uma digestibilidade “in vitro” da MS de 64,14% foram determinados por Seiffert e Prates (1978). Os teores de PB na MS encontrados por Westphalen (1977) foram de 16,8; 13,7 e 10,0%, respectivamente, para cortes feitos nos estádios vegetativo, emborrachamento e florescimento do milho comum.

Andrade e Andrade (1982b) verificaram que o milho no estágio de maturação indicado para a ensilagem (farináceo/duro) produziu cerca de 80,1 t de massa verde, equivalendo a 21,9 t de MS/ha. A forragem apresentou baixo teor de carboidratos solúveis (4,6-9,1% na MS). Por outro lado, Andrade e Andrade (1982a), trabalhando com a silagem de milho, encontraram

valores de 32,5% de MS; 7,16% de PB e coeficientes de digestibilidade da PB, MS e fibra bruta de 32,08; 48,98 e 55,95%, respectivamente.

2.6 Características do capim-sudão e sua silagem

O capim-sudão é uma gramínea forrageira anual de estação quente, utilizada para pastejo, corte ou fenação. Com relação à resposta ao fotoperíodo, é classificada como planta de dia curto e necessita de temperatura mínima de 15 °C para crescimento (Martin, Leonard e Stamp, 1976), requerendo temperaturas altas, entre 25 e 35° C, para melhor rendimento (Bogdan, 1977).

Adapta-se aos climas continentais de verões secos e mais quentes porém tem tido pouco sucesso nos trópicos úmidos, muito embora responda bem à irrigação (Bogdan, 1977). Prefere solos com textura média, férteis e bem aerados (Araújo, 1972).

O capim-sudão tem alta capacidade de se recuperar após corte ou pastejo, melhor do que a maioria das gramíneas anuais, proporcionando altos rendimentos de forragem e boa qualidade forrageira. Broyles e Fribourg (1959) relatam que o capim-sudão e o milho são duas das mais importantes gramíneas usadas como forrageiras suplementares de verão. O capim-sudão pode produzir até mais de 80 t/ha de forragem verde, quando fertilizado com 280 kg/ha de N e 140 kg/ha de P₂O₅. Porém, segundo Bogdan (1977), de uma maneira geral os rendimentos são mais baixos, situando-se entre 10 e 40 t/ha de massa verde, dependendo do estágio de crescimento em que as plantas são cortadas, fertilidade do solo e teor de umidade. Souza et al. (1992), em ensaio de competição entre gramíneas, registraram rendimentos de 6.829 kg/ha de MS do capim-sudão.

A composição química do capim-sudão é apresentada por Skerman e Riveros (1992) da seguinte forma: 19,3 a 24,3% de MS; 6,8 a 15,4% de PB; 23,4 a 32,1% de FB; 8,5 a 10,5% de cinzas; 1,6 a 3,7% de EE, em forragem verde com altura de plantas variando de 0,90 a 1,25 m. De acordo com Bogdan (1977), a digestibilidade aparente da PB de capim-sudão situa-se entre 59,3 a 77,8%.

Carneiros adultos apresentaram um consumo médio diário de 58,7 g MS/UTM de um híbrido de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*), enquanto as digestibilidades aparentes da MS e PB foram de 60,3 e 74,7%, respectivamente (Pereira et al., 1993 b). Em outro ensaio, com variedades de sorgo e milho, também com ovinos, Pereira et al. (1993 a) obtiveram equivalentes consumos médios diários de 73,2 e 79,9g MS/UTM, respectivamente. Da mesma

forma, os autores não observaram diferenças significativas entre as silagens oriundas de sorgo de alto, médio e baixo porte, cujos valores dos coeficientes de digestibilidade da MS foram de 53,2; 50,8 e 54,3% e, para proteína, de 52,3; 46,6 e 48,7%, respectivamente.

2.7 Características do teosinto

O teosinto é considerado o ancestral silvestre do milho (Beadle, 1980; Galinat, 1992). No entanto, várias outras hipóteses já foram propostas para estabelecer a origem do milho, ainda que nenhuma tenha apresentado evidências suficientemente convincentes. O fato é que, externamente, o teosinto assemelha-se muito ao milho, porém difere pelo perfilhamento abundante, que resulta em touceiras densas, e pela capacidade de recuperar-se e produzir novo crescimento após o corte (Bogdan, 1977).

Em termos de resposta ao fotoperíodo, o teosinto é uma planta de dias curtos (Andrade Neto et al., 1988). Desenvolve-se nos trópicos úmidos, com precipitação acima de 1000 mm, necessitando de solo fértil para um desenvolvimento vigoroso. Pode tolerar inundação temporária e umidade excessiva do solo, porém não cresce sob alagamento de longa duração (Bogdan, 1977).

A forragem de teosinto é usada, principalmente, sob a forma de verde picado, prestando-se também para a produção de feno e silagem. O corte pode ser feito quando as plantas atingem 1,0 m de altura, cortando-se a 0,06 a 0,08 m acima do solo, para que a brotação seja mais rápida, podendo produzir até 50 t/ha de massa verde e proporcionar três cortes. Todavia, Bogdan (1977) sugere que entre um e quatro cortes podem ser feitos, dependendo da época de semeadura, chuvas e/ou irrigação e fertilidade do solo. Nesses casos, as plantas geralmente são cortadas quando alcançam cerca de 2,0 m de altura, a 0,25-0,30 m do solo, para permitir o perfilhamento das plantas mais baixas da touceira.

Skerman e Riveros (1992) relatam que as produções de massa verde de teosinto podem alcançar até 70 t/ha, em quatro ou cinco cortes, sendo que na República Dominicana o rendimento foi de 14,6 t/ha e nas Filipinas, cerca de 30 t/ha.

Souza et al. (1992), num ensaio comparativo de três gramíneas, observaram rendimento médio de teosinto de 4754 kg/ha de MS. Com relação à qualidade da forragem, Bogdan (1977) relata valores de PB na MS variando de 4,5 a 12,0% e digestibilidade da PB de 63%.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais

O presente trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, situada no município de Lavras, sul de Minas Gerais, posicionada a 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 910 m (Castro Neto, Sedyama e Vilela, 1980). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, tendo duas estações distintas: chuvosa, de outubro a março, e seca, de abril a setembro. A precipitação média anual dos últimos 18 anos é de 1493,2 mm e as temperaturas médias de máximas e mínimas iguais a 26,0 e 14,6° C, respectivamente, com temperatura média anual de 19,36° C (Vilela e Ramalho, 1979). Os dados de precipitação e temperatura do período experimental estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas média, máxima e mínima do período experimental.

Meses	Precipitação (mm)		Temperatura °C					
			média do ar		média das máximas		média das mínimas	
	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*
Dez/94	316,8	295,8	22,6	21,1	29,0	27,3	18,2	17,3
Jan/95	200,2	272,4	23,7	21,7	20,3	27,8	18,9	17,7
Fev/95	339,5	192,3	22,6	22,1	28,4	28,4	18,7	17,9
Mar/95	124,8	174,0	22,4	20,9	28,8	27,0	18,0	17,3
Abr/95	64,6	67,0	20,6	19,8	21,5	25,4	16,0	15,4

* Normais-padrão do período de 1965 a 1990 para Lavras-MG.

3.2 Instalação das culturas

As culturas de capim-sudão, milheto, teosinto e milho foram conduzidas em áreas de aproximadamente 1.000 m² cada. O solo utilizado no experimento foi um latossolo roxo, apresentando a seguinte composição granulométrica : 30% de areia, 25% de limo e 45% de argila, classificado textualmente como argiloso. A composição química média foi a seguinte: pH em água - 5,0; P - 2,5 e K - 36ppm; Ca trocável - 2,5, Mg trocável - 0,5, soma de bases trocáveis - 3,1, Al trocável- 0,1, H + Al - 3,4 e valor da CTC - 3,23 meq/100cm³.

O plantio de milheto, capim-sudão e teosinto foi realizado em sulcos espaçados de 0,70 m e o milho em espaçamento de 0,90 m, em 09/12/94, com o auxílio de uma plantadeira manual, nas densidades de semeadura de 13 (milheto), 15 (capim-sudão) e 20 (teosinto e milho) kg/ha de sementes comerciais.

A adubação de plantio das culturas consistiu na aplicação de 700 kg/ha do formulado 4-14-8 de NPK, de acordo com os resultados da análise de solo e as exigências das culturas.

Foi realizada uma capina manual aos 35-40 dias após a semeadura e a adubação em cobertura, aos 45 dias após o plantio, na base de 20 kgN/ha.

3.3 Preparação das silagens

As colheitas de capim-sudão, milheto, milho e teosinto foram realizadas em 16, 23, 27 e 30/03/95, aos 98, 105, 108 e 111 dias após a semeadura, respectivamente, nos estádios de grãos farináceo/duro. Nestas datas foram efetuadas 5 amostragens de 5 metros lineares de cada cultura para avaliar a produção de massa verde e MS/ha. Após o corte, o material foi pesado em balança de campo(tripé) para se obter as produções de massa verde/ha e então retiradas 5 amostras para análises. Foram tomadas as alturas de cinco plantas em dez fileiras de 5 m e feita a contagem total de plantas para determinação da população final de cada material. O corte para ensilagem foi feito manualmente, a uma altura média de 0,10 m do solo, no período da manhã.

Após o corte, o material foi transportado em carretas para o Setor de Ovinocultura e picado em uma picadeira eletromecânica, em partículas de aproximadamente 5 mm e em seguida ensilado em silos cilíndricos experimentais de concreto.

Antes, a massa foi pesada para estimativa da densidade média e retiradas seis amostras, aleatoriamente, as quais foram acondicionadas em saquinhos plásticos e colocadas em “freezer” para posteriores análises.

A compactação da massa ensilada foi realizada através de pisoteio e, após o término do carregamento, os silos foram vedados com lona de plástico e recobertos com terra.

3.4 Ensaio de digestibilidade aparente

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, tosquiados e com peso vivo médio de 55,60 kg. Os animais foram pesados no início e no final do ensaio e após a pesagem inicial, por sorteio, efetuou-se a distribuição dos mesmos nos tratamentos, fazendo-se em seguida a sua vermifugação. A seguir, foram alojados em gaiolas de metabolismo, equipadas com bebedouro e cochos para fornecimento “ad libitum” de água, do material experimental e da mistura mineral. As fezes foram coletadas em sacolas especiais de lona, devidamente adaptadas aos animais, e a urina, em baldes plásticos.

3.4.2 Duração do ensaio, tratamentos e delineamento experimental

O ensaio teve duração de 23 dias, sendo 14 dias iniciais que corresponderam à fase de adaptação dos animais às dietas experimentais e aos ajustes de consumo e 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 as determinações do consumo voluntário e da digestibilidade, e nos 2 últimos, amostras de líquido ruminal e sangue.

O ensaio constou de quatro tratamentos, a saber: T₁ - silagem de capim-sudão (98 dias); T₂ - silagem de milho (105 dias); T₃ - silagem de teosinto (111 dias) e T₄ - silagem de milho (108 dias). Os 20 carneiros foram dispostos em um delineamento de blocos ao acaso, com

cinco blocos e quatro tratamentos, sendo os blocos constituídos de acordo com o peso vivo dos animais, possibilitando a obtenção de homogeneidade.

3.4.3 Coleta e preparo das amostras

As silagens experimentais foram fornecidas e pesadas entre 7:00 e 8:00 hs e entre 16:00 e 17:00 hs, com o objetivo de verificar o consumo dos animais. O fornecimento pela manhã foi precedido pela coleta das sobras, cuja quantidade foi ajustada para corresponder a 30% do material fornecido.

As fezes foram coletadas 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. Para a coleta de urina foram colocados baldes com 10ml de HCl a 25% nos recipientes coletores de urina para evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

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 forma retirados e os animais pesados. De volta às gaiolas, após os animais permanecerem em jejum por 15 horas, deu-se início à fase de coleta do líquido ruminal e do sangue. Foram estipulados 4 tempos de coleta: 0, 1, 2 e 3 horas, correspondentes aos 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 para o laboratório de análises.

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, das sobras e das fezes foram guardadas em “freezers” a - 10 °C.

As amostras compostas de urina foram feitas no dia anterior ao início das respectivas análises de laboratório.

Amostras das culturas 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.

As amostras das culturas antes da ensilagem, silagens, sobras e fezes foram moídas após terem sido submetidas a uma pré-secagem a 65 °C por 72 horas.

3.5 Parâmetros avaliados e análises laboratoriais

No estudo de características agrônomicas das culturas foram avaliadas a produção de massa verde e a produção de MS/ha, a altura das plantas e a densidade populacional de cada espécie forrageira.

3.5.1 Composição bromatológica da urina e materiais sólidos

As concentrações de MS, PB, nitrogênio na urina (N), cálcio (Ca), fósforo (P), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), celulose (CEL) e lignina (LIG) foram determinadas nos Laboratórios de Nutrição Animal dos Departamentos de Zootecnia da UFLA e da UFRRJ. Os teores de MS, PB, N e EE foram determinados conforme a recomendação da A.O.A.C. (1970). Os teores de Ca foram determinados pelo método de neutralização com oxalato de amônia, descrito por Islabão (1985) e de P, pelo método colorimétrico, empregando-se o colorímetro “Spectronic 20”, conforme

metodologia descrita por Braga e Defelipo (1974). A FDA, FDN, CEL e LIG foram determinadas pelo método proposto por Van Soest (1967).

Os teores de carboidratos solúveis (CHOS) foram determinados pelo método de Somogy - Nelson e os de tanino pelo método colorimétrico de Folim - Dennis, no Laboratório do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA, segundo recomendações da A.O.A.C. (1970).

A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica do tipo PARR, segundo descrição de Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. As análises de nitrogênio amoniacal foram realizadas na UFLA, segundo o método proposto por A.O.A.C. (1970), no “suco” das silagens. Os valores de energia metabolizável foram obtidos por cálculo (energia digestível x 82 %), segundo Armstrong (1964).

3.5.2 Ácidos orgânicos e parâmetros sanguíneos

Os ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e o não volátil (lático) do líquido de rúmen e do “suco” das silagens foram determinados por cromatografia em fase gasosa, de acordo com a metodologia descrita por Wilson (1971), no Laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA/CNPGL, em Coronel Pacheco- MG.

A glicose e a uréia do plasma sanguíneo (método enzimático; LABTEST, 1987). foram feitas no Laboratório Santa Cecília (Lavras - MG).

3.6 Determinação do consumo voluntário e da digestibilidade aparente

O consumo voluntário de matéria seca (CVMS), de proteína bruta (CVPB) e de proteína digestível (CVPD) foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Silva e Leão (1979) e expressos em g/UTM/dia, conforme Crampton, Donefer e Lloyd (1960). O consumo de energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) foram expressos em Kcal/UTM/dia.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB) e da energia bruta (DAEB) foram determinados pelo método descrito por Church e Pond (1977) e Silva e Leão (1979), enquanto os da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da fibra em detergente ácido (DAFDA) foram determinados de acordo com Van Soest e Moore (1966).

3.7 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas), de acordo com Euclides (1983). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram também efetuadas análises de correlação entre as variáveis estudadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características da forragem antes do processo da ensilagem

4.1.1 Características agronômicas

Os resultados médios de produções de massa verde e de matéria seca, altura e população de plantas das culturas estudadas, antes da ensilagem, estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Produções de massa verde (MV) e de matéria seca (MS), altura e população de plantas das quatro culturas, por ocasião da ensilagem*.

Culturas	Produção MV (kg/ha)	Produção MS (kg/ha)	Alturas de plantas (m)	Pop. de plantas (nº/ha)
Capim-sudão	19.714	7.105	3,02	542.857
Milheto	30.094	10.352	3,03	540.007
Teosinto	43.228	11.736	2,08	171.429
Milho	32.222	8.500	2,16	66.667

*Dados não analisados estatisticamente.

Os rendimentos de MV e de MS de teosinto foram os mais elevados. Milheto, milho e capim-sudão, nesta ordem, proporcionaram produções inferiores de MS, comparados ao teosinto. Estes resultados, segundo Brito (1995) e Mattos (1995), podem estar relacionados ao crescimento e desenvolvimento, altura de planta e densidade populacional apresentadas pelas espécies, condicionando as variações de produção de MV e de MS por hectare. As plantas de milho e capim-sudão foram mais altas que as de teosinto e milho por apresentarem caules com um número maior de entrenós, de grandes dimensões. Segundo Bogdan (1977), as menores alturas de plantas de teosinto podem ser explicadas por tratar-se de uma planta forrageira de crescimento lento nos primeiros meses e de ciclo longo.

As produções totais de MV e de MS, respectivamente, em um estudo de Mattos (1995) foram da ordem de 41.804 e 5.065 kg/ha de milho; 25.156 e 3.341 kg/ha de capim-sudão e 19.190 e 2.307 kg/ha de teosinto. Tais resultados foram discordantes dos obtidos no presente trabalho. Vale lembrar que os dados daquele autor foram obtidos em condições distintas das do presente estudo, sendo as plantas submetidas a mais de um corte na fase vegetativa.

Valores equivalentes foram relatados por Silva, Macedo e Franciscato (1995), quando o milho produziu 9,76 t MS/ha, porém sendo inferior à produção obtida por Seiffert e Prates (1978), de 15,1 t MS/ha. Souza et al. (1992), trabalhando com capim-sudão, obtiveram produção de 6,83 t MS/ha, enquanto Silva, Macedo e Franciscato (1995), 11,54 t MS/ha, respectivamente, comparável e superior a do presente estudo. Já a produção de MS de teosinto foi bem superior aos valores de 6,67 e 4,26 t MS/ha relatados por Silva, Macedo e Franciscato (1995a) e Souza et al. (1992b), respectivamente.

As produções de MV e MS de milho aqui relatadas foram inferiores às obtidas por Denardin et al. (1991), cujos rendimentos ficaram entre 47.830 e 58.890 kg MV/ha e 12.850 e 17.730 kg MS/ha. Também foram menores que as encontradas por Nússio et al. (1992), de 38.274 kg MV/ha e 13.307 kg MS/ha. Por outro lado, Lavezzo, Lavezzo e Furlan (1987) obtiveram produções de MV e MS, respectivamente, de milho no estádio leitoso (31.800 e 7.500 kg/ha); pamonha (31.900 e 8.700 kg/ha); farináceo (32.900 e 9.800 kg/ha) e duro (32.200 e 9.900 kg/ha), similares ao do presente estudo.

Os resultados agronômicos não foram analisados estatisticamente por falta de delineamento experimental. As informações foram coletadas para o enriquecimento do trabalho e poderão servir de referência para propostas de estudos posteriores.

4.1.2 Composição bromatológica do material original

A composição química da forragem das diferentes espécies é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), carboidratos (CHOS) e poder tampão (PT) das forragens das diferentes culturas, por ocasião da ensilagem*.

Culturas	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (kcal/kg)	CHOS (%)	PT **
Capim-sudão	36,04	9,72	69,70	46,00	4.202,69	12,48	25,08
Milheto	34,40	10,84	69,50	38,60	4.124,50	10,27	24,25
Teosinto	27,15	10,32	67,50	41,00	4.183,00	13,70	30,87
Milho	26,38	10,47	62,35	35,02	4.035,00	12,15	32,80

* Dados não analisados estatisticamente.

** meq HCl/100 g MS

As forragens das culturas apresentaram pequenas diferenças quanto à composição química antes de serem ensiladas. O capim-sudão apresentou maiores valores de MS, FDN, FDA e EB, em relação às demais espécies. A concentração de carboidratos de capim-sudão superou as de milheto e milho.

Nota-se que a percentagem de PB, variando de 9,72 a 10,84% na MS, pode ser considerada elevada, no entanto foram inferiores aos valores de 12,37; 11,89 e 14,02% encontrados por Mattos (1995) para milheto, capim-sudão e teosinto, respectivamente.

Os valores de poder tampão encontrados para as forragens, com variação de 24,25 a 32,80, com a média de 28,25 meqHCl/100 gMS (Tabela 3), foram comparáveis ao do capim-elfante, 25,20 meqHCl/100 gMS (Lavezzo, 1981), porém foram inferiores a 46,8 meqHCl/100 gMS de alfafa (Tosi et al., 1994) e superiores ao valor de 15,7 meqHCl/100 gMS de milho (Lavezzo, Lavezzo e Loman, 1994).

4.2 Valor nutritivo das silagens

4.2.1 Composição química

Os resultados referentes à composição química das diferentes silagens estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), minerais (Min) e Cálcio (Ca) e fósforo (P) das diferentes silagens.*

Tipos de silagens	MS %	PB %	EE %	EB kcal/kg	Min %	Ca %	P %
Capim-sudão	36,27	9,26	4,84	4.319,60	5,57	0,38	0,17
Milheto	32,62	9,51	6,32	4.248,20	5,52	0,39	0,18
Teosinto	28,13	9,82	6,04	4.256,72	5,29	0,20	0,23
Milho	27,70	9,67	3,45	4.129,52	6,14	0,45	0,14

* Dados não analisados estatisticamente.

Todas as silagens apresentaram odor agradável, coloração verde pardo, textura firme e ausência de fungos, exceto a de milheto, cuja coloração foi ligeiramente mais escura, provavelmente em decorrência de uma infiltração de água ocorrida antes da abertura do silo.

Notou-se uma pequena elevação dos teores de MS das silagens, em comparação com o material original (Tabela 3), exceto na silagem de milheto. Ressalta-se que todos os tratamentos, exclusive o capim-sudão, apresentaram concentrações de MS entre 28,0 e 35,0%, considerados adequados para uma boa silagem, segundo McCullough (1978).

Em silagem de milho, Freitas e Duffoth (1990), Bezerra et al. (1991) e Almeida (1992) encontraram valores de MS de 27,3; 28,7 e 32,8%, respectivamente. Silveira (1980) encontrou nas silagens de milheto, nos estádios de emborrachamento e florescimento pleno, teores de MS de 25,1 e 31,4%, inferiores ao verificado neste trabalho. Por sua vez, Andrade e Andrade (1982b) registraram um teor de MS de 33,4%, considerado elevado, no estádio de florescimento pleno do milheto. Em silagem de capim-sudão, Islabão (1985) e Krug et al. (1993) relatam valores de MS de 23,3 e 28,0%, respectivamente, sendo bem inferiores ao do presente estudo.

Notou-se uma considerável redução do teor de PB das silagens, em relação ao material original (Tabela 3), provavelmente em decorrência de degradação da proteína no processo da ensilagem.

A PB da silagem de capim-sudão de 9,26% foi inferior a 10,80% observada por Krug et al. (1993) e superior a 2,40%, relatada por Islabão (1985). Para a silagem de milheto, o teor de 9,51% de PB foi inferior a 11,30% obtido por Bona e López (1979) e 10,33% relatado por Andrade e Andrade (1982b). Na silagem de milho, o valor de 9,67% de PB foi superior aos

observados por Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), Pereira (1991) e Almeida (1992), de 8,63 , 8,17 e 8,65%, respectivamente.

Não foram observadas diferenças acentuadas entre os valores energéticos das silagens avaliadas (Tabela 4). Em silagem de milho, Almeida (1992) e Bezerra et al. (1991) encontraram valores de EB de 4.535,76 e 4.886,37 kcal/kg, respectivamente, sendo superiores ao verificado neste trabalho. Entretanto, McGuffey e Shingoethe (1980) encontraram um valor menor e igual a 4.013,00 kcal/kg de EB. Bona e López (1979) encontraram valores de 4.157 e de 4.102 kcal/kg de EB em silagem de milheto, portanto inferiores ao encontrado neste estudo.

TABELA 5. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), celulose (CEL) e fibra em detergente ácido (FDA) das diferentes silagens.

Silagens	FDN	HEM	LIG	CEL	FDA
Capim-sudão	66,00	22,78	7,32	31,86	43,22
Milheto	68,50	33,80	7,80	34,15	34,70
Teosinto	64,52	24,72	7,24	28,98	39,80
Milho	61,80	22,07	4,26	23,89	39,73

* Dados não analisados estatisticamente.

Os teores de 68,3 e 68,1% de FDN encontrados nas silagens de sorgo e milheto, respectivamente, por Pereira (1991), foram próximos de 66,00 e 68,5% de capim-sudão e milheto ora discutidos. O valor de FDN da silagem de milho deste trabalho foi inferior a 68,37% encontrado por Almeida (1992) e superior a 58,62% verificado por Pedroso et al. (1996).

A hemicelulose da silagem de milho de 22,07% deste estudo foi equivalente ao valor de 21,3% encontrado por Herling et al. (1996) e inferior a 24,28% relatado por Ezequiel, Vieira e Andrade (1981). Por outro lado, Demarchi (1993), estudando a qualidade da silagem do híbrido de sorgo AG-2002-E de duplo propósito, obteve um valor de 27,04% de hemicelulose, superior ao deste trabalho. Já, o valor de 20,8% de hemicelulose da silagem de sorgo forrageiro encontrado por Gomide et al. (1987) foi inferior a 22,78% da silagem de capim-sudão aqui relatado.

Brito (1995) encontrou um valor de 7,55% de lignina na silagem de sorgo forrageiro, muito próximo ao do capim-sudão deste estudo, porém superior a 6,8% relatado por Tjandraatmadja, Norton e McRae (1991).

Verifica-se que a silagem de milho foi a de maior concentração de celulose, 34,15%, e a de milho, a de menor, 23,89%, ficando as de capim-sudão e teosinto com valores intermediários. (Tabela 5).

Valores de 35,91% (Tjandraatmadja, Norton, McRae, 1991) e 39,1 e 37,3% (Adewakun et al., 1989) de celulose de silagens de sorgo forrageiro são sensivelmente superiores aos do presente trabalho. Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), estudando silagens de três variedades de milho, registraram um valor médio de celulose de 25,78%, ao passo que Herling et al. (1996) encontraram um teor de 20,8%, respectivamente, acima e abaixo daquele encontrado no presente trabalho.

A silagem de capim-sudão apresentou a mais elevada concentração de FDA, 43,22%, e a de milho, a mais baixa, 34,70%, situando-se as de teosinto e milho em posição intermediária (Tabela 5).

Osuna et al. (1983), trabalhando com duas cultivares e um híbrido de sorgo forrageiro, verificaram que as suas silagens apresentaram valores de 49,4; 49,8 e 41,6% de FDA, respectivamente, estando próximos de 43,22% do capim-sudão. O teor de FDA de 39,73% da silagem de milho deste trabalho foi maior que 36,39% encontrado por Bezerra et al. (1991).

Os valores relativamente baixos para a FDA das silagens estudadas, em relação aos valores normalmente encontrados na literatura, podem ser indicadores de que boa parte da fibra encontrada nestas silagens é passível de digestão pelos ruminantes, conforme proposição de Van Soest (1965).

4.2.2 Carboidratos, ácidos orgânicos, pH, nitrogênio amoniacal e poder tampão

Os teores de carboidratos, ácidos orgânicos, pH, nitrogênio amoniacal e poder tampão das silagens estudadas são apresentados na Tabela 6.

Por ocasião da ensilagem a forragem continua a respirar por algumas horas, o que acarreta o consumo de oxigênio e de açúcar. Esta respiração traz, como consequência, a diminuição de carboidratos fermentáveis, o que explica a diferença nos teores de carboidratos entre a forragem e a silagem (Tabelas 3 e 6), estando de acordo com Almeida (1992).

TABELA 6. Carboidratos (CHOS), ácidos orgânicos (Ác. lát., Ác. acét., Ác. prop. e Ác. but.), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e poder tampão (PT) das diferentes silagens.*

Silagens	CHOS ¹	Ac. lát. ¹	Ác. acét. ¹	Ác.prop. ¹	Ác.but. ¹	pH	N-NH ₃ ²	PT ³
Capim-sudão	6,62	1,91	0,39	-	0,01	3,69	2,79	54,31
Milheto	8,56	0,72	0,12	-	0,01	3,42	2,96	39,76
Teosinto	12,76	1,12	0,23	0,01	0,05	3,45	1,54	51,92
Milho	11,04	1,21	0,31	0,006	0,06	3,22	1,68	64,20

* Dados não analisados estatisticamente.

1- % na MS;

2- % do N total;

3- meq Hcl/100 g MS.

Observa-se que o teosinto e o milho apresentaram os maiores teores de CHOS na silagem, com maior produção de ácido láctico do que a de milheto, cujo teor de CHOS também foi inferior. Por sua vez, o capim-sudão, com quantidades menores de carboidratos na silagem, apresentou uma maior formação de ácido láctico, sugerindo, talvez, que uma maior quantidade dos CHOS da forragem foi utilizada para a produção de ácidos. É possível que os silos não tenham sido submetidos ao mesmo grau de compactação, o que poderia justificar as pequenas variações nos teores de ácidos orgânicos.

Os valores de ácido láctico das silagens apresentaram pequenas variações de 0,72 a 1,91%, com média de 1,24%, sendo menores que os valores de 2,77 e 2,98% encontrados por Almeida (1992) em silagens de sorgo e milho, respectivamente. Com relação ao ácido acético, as suas concentrações situaram-se entre 0,12 e 0,39%, com média de 0,27%, sendo equivalentes aos encontrados também por Almeida (1992), iguais a 0,21 e 0,23% em sorgo e milho, respectivamente.

Quanto aos teores de ácido propiônico na MS, os valores foram mínimos e variaram de 0,006 a 0,01%. O ácido propiônico é um produto da ação de coliformes sobre carboidratos, ácidos orgânicos e hemicelulose, não desejável em altas percentagens na silagem, o qual manteve-se dentro de limites aceitáveis.

O ácido butírico foi detectado na MS das silagens, porém, em teores relativamente baixos, variando de 0,01 a 0,06%, portanto inferiores a 0,1% considerado por Breirem e Ulvesli (1960) como limite superior para que a silagem seja considerada de boa qualidade.

De um modo geral, o pH de todas as silagens foi baixo, ficando com valores entre 3,22 e 3,69. A média de pH de 3,44 é considerada pela literatura como indicadora de uma silagem

de boa qualidade. McDonald (1981) e Andriquetto (1982) afirmam que valores de pH abaixo de 4,2 indicam silagens de boa qualidade.

Os valores de pH do presente trabalho são inferiores aos relatados por Adewakun et al. (1989) para silagem de sorgo, cujo pH médio foi 4,3. Também foram inferiores ao pH 4,0 obtido por Andrade e Andrade (1982a) em trabalho com milheto e aos valores de 3,60 e 3,84 de milho e sorgo, respectivamente, relatados por Almeida (1992).

Com relação aos teores de N-NH₃, observa-se pequenas diferenças entre os tratamentos, variando de 1,54 a 2,96%, ficando dentro dos limites recomendados por McDonald e Wittenburg (1973) de que não se ultrapasse 12,5% do N total. Almeida (1992) encontrou valores de N-NH₃ de 3,19 e 3,37%, em silagem de milho e sorgo, um pouco superiores aos do presente estudo.

O nitrogênio amoniacal está relacionado com a degradação do nitrogênio protéico da silagem que, por sua vez, é um indicador de transformações indesejáveis que ocorrem na fermentação (Woolford, 1984). Miller et al. (1966) informam que a amônia não é prejudicial mas contribui para a elevação do pH da silagem, sendo, portanto, uma indicação de intensa fermentação indesejável no silo.

De acordo com Mahanna (1994) e Rotz e Muck (1994), pode-se classificar as silagens aqui estudadas como de qualidade muito boa em relação a esse parâmetro, uma vez que apresentaram, em média, menos de 5,0% de N-NH₃/N total que é o valor máximo estabelecido por essa classificação.

Embora não haja repetições que permitam análises estatísticas, algumas considerações podem ser feitas sobre as transformações ocorridas durante a ensilagem. O poder tampão das silagens foi bem acima daquele verificado para as forragens, mostrando um comportamento diferente do material original (Tabela 3) em relação às silagens (Tabela 6). Segundo Lavezzo (1981), esses resultados são esperados pois durante a fermentação da massa pode ocorrer liberação de ions inorgânicos, combinando com os ácidos fracos existentes, formando novos sistemas tampões.

Levando-se em consideração os níveis mais baixos do pH, das bases voláteis, dos ácidos acético e butírico, pode-se afirmar que os valores mais elevados do poder tampão das forragens não se constituíram em empecilho para a ensilagem, uma vez que não houve efeito negativo sobre o rápido abaixamento do pH da massa ensilada.

4.2.3 Consumo Voluntário

Os consumos voluntários de matéria seca, proteína bruta, proteína digestível, energia bruta e energia digestível estão apresentados na Tabela 7.

TABELA 7. Consumos voluntários de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB), proteína digestível (CVPD), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) das diferentes silagens.

Silagens	CVMS	CVPB	CVPD	CVEB	CVED
	(g/UTM/dia)			(Kcal/UTM/dia)	
Capim-sudão	57,73 a	5,57 ab	4,10 b	250,09 a	159,99 a
Milheto	23,10 b	2,57 c	1,81 c	98,69 b	61,65 b
Teosinto	54,12 a	5,44 b	4,22 ab	231,48 a	159,39 a
Milho	67,61 a	6,86 a	5,22 a	277,99 a	196,77 a
CV%	14,54	13,84	14,38	14,30	15,23

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos estudados, em termos de CVMS (Tabela 7). O CVMS variou de 67,61 g/UTM/dia para a silagem de milho a 23,10 g/UTM/dia para a silagem de milheto que foi estatisticamente inferior às demais.

O baixo consumo da silagem de milheto, em relação aos outros tratamentos, foi atribuído à presença de mofo em algumas partes em razão de pequenas rachaduras no silo e pelo maior teor de FDN (Tabela 5), que tem sido considerado como um fator de controle de consumo da silagem pelos ruminantes (Oliveira, 1989). Silveira (1980), trabalhando com silagem de milheto fornecida para carneiros, registrou consumos de 24,3 e 30,1 g/UTM/dia, ligeiramente superiores ao verificado neste trabalho. Por outro lado, Bona e López (1979) encontraram consumos de 31,68 e 40,91 g/UTM/dia, superiores ao obtido no presente estudo.

Levando-se em conta a necessidade de consumo de 51,02 g de MS/UTM/dia para a manutenção de ovinos, preconizada pelo NAS (1984), todas as silagens proporcionaram este nível de consumo, exceto a silagem de milheto.

O consumo de MS da silagem de milho, da ordem de 67,61 g/UTM/dia, foi superior ao obtido por Almeida (1992), igual a 61,03 g/UTM/dia, e ao determinado por Lavezzo et al. (1995), de 55,46 g/UTM/dia.

O CVMS de 57,73 g/UTM/dia da silagem de capim-sudão foi equivalente àqueles obtidos por Alvarenga (1993) que verificou uma variação de consumo de 53,55 a 62,83 g/UTM/dia, em sorgo forrageiro, porém foi inferior aos encontrados por Pereira (1991) que variaram de 63,3 a 81,7 g/UTM/dia. McDonald (1981), revisando trabalhos de outros autores, verificou uma amplitude de consumo de MS por ovinos de 40 a 100 g/UTM/dia, para forragem, e de 20 a 70 g/UTM/dia, para silagem. Esse autor comenta que o processo de ensilagem provoca uma depressão maior de consumo em ovinos do que em bovinos e que a extensão dessa redução é muito maior em silagem de outras gramíneas do que da de milho.

Os CVPB e CVPD das silagens foram diferentes (Tabela 7), ressaltando-se a inferioridade da silagem de milheto que apresentou os menores consumos. Esses consumos de PB e PD certamente estiveram associados ao baixo CVMS pois existe uma alta correlação entre o CVMS e o CVPB ($r = 0,9879$). Por conseguinte, foi observado o mesmo comportamento entre CVPB e CVPD ($r = 0,9621$), o que também foi apresentado como justificativa por Ward, Boren e Smith (1966).

Os teores de PB, de alta correlação com o CVPB ($r = 0,9367$) e com o CVPD ($r = 0,9038$), aparentemente não interferiram nos consumos pois todos os tratamentos apresentaram alto teor de PB (Tabela 4), estando de acordo com Silveira (1980). Os CVPB e CVPD da silagem de milho foram os mais elevados, certamente como consequência do maior CVMS e dos altos teores de PB e PD (Tabela 4 e 8).

As silagens de capim-sudão e teosinto apresentaram CVPB e CVPD semelhantes.

Os valores de CVPB de sorgos verificados por Oliveira (1989) e Piccolo (1989) foram de 4,3 e 5,1 g/UTM/dia, respectivamente, sendo inferiores ao da silagem de capim-sudão que foi de 5,57 g/UTM/dia, sendo este inferior a 7,69 g/UTM/dia encontrado por Bezerra et al. (1991). O CVPD da silagem de capim-sudão de 4,10 g/UTM/dia foi superior aos valores de 2,1 e 3,08 g/UTM/dia (Alvarenga, 1993) e inferior a 4,80 g/UTM/dia (Bezerra et al., 1991).

O CVPD da silagem de milheto de 1,81 g/UTM/dia foi superior aos observados por Silveira (1980), de 0,98 e 1,19 g/UTM/dia, e inferior ao relatado por Bona e López (1979), de 2,21 g/UTM/dia.

O CVPB observado para a silagem de milho de 6,86 g/UTM/dia foi superior aos consumos de 5,08 e 3,39 g/UTM/dia determinados por Almeida (1992) e Bezerra et al. (1991), respectivamente, sendo equivalente ao obtido por Pereira (1991), de 6,5 g/UTM/dia e inferior ao

verificado por Lavezzo et al. (1995), de 7,49 g/UTM/dia. O CVPD da silagem de milho, de 5,22 g/UTM/dia, foi superior aos observados por Pereira (1991) e Almeida (1992), iguais a 3,39 e 2,75 g/UTM/dia, respectivamente, porém inferior ao registrado por Lima et al. (1991), na média de 9,91 g/UTM/dia. O requerimento de PD dos ovinos igual a 2,46 g/UTM/dia (NAS, 1984) foi suprido por todos os tratamentos, exceto pela silagem de milho que proporcionou apenas 1,81 g/UTM/dia.

Os CVEB e CVED das silagens de capim-sudão, teosinto e milho diferiram estatisticamente dos da silagem de milho ($P < 0,05$), sendo que a silagem de milho proporcionou os maiores consumos e a de milho, os menores.

Os consumos de energia apresentaram um comportamento semelhante ao observado com o consumo de MS. A estreita correlação entre o CVEB e o CVMS ($r = 0,997$) explicaria a semelhança de comportamento, concordando com Crampton (1957), o qual considera que o consumo de um alimento está altamente correlacionado com a densidade calórica e o consumo de energia.

O requerimento médio de ED para manutenção de ovinos de 146,47 Kcal/UTM/dia (NAS, 1984) foi suprido por todas as silagens, exceto a de milho, certamente como decorrência do menor CVMS.

O consumo de ED da silagem de milho deste estudo foi inferior aos valores de 87,13 e 89,40 Kcal/UTM/dia, de Bona e López (1979), e 89,50 Kcal/UTM/dia, de Silveira (1980), ao utilizar o milho em estágio de pré-florescimento, porém similar quando este foi colhido em florescimento pleno, 63,70 Kcal/UTM/dia.

4.2.4 Proteína digestível, energia digestível, energia metabolizável e digestibilidade

Os valores de proteínas digestível, energia digestível, energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, energia bruta e matéria orgânica são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA), energia bruta (DAEB) e matéria orgânica (DAMO) das diferentes silagens.

Silagens	PD %	ED kcal/kg	EM kcal/kg	DAMS (%)	DAPB (%)	DAFDN (%)	DAFDA (%)	DAEB (%)	DAMO (%)
Capim-sudão	6,88	2.770,82	2.272,07	61,18	74,30	59,79	64,57	64,20	62,37
Milheto	6,69	2.637,08	2.162,41	65,16	75,53	56,73	56,27	69,25	62,37
Teosinto	7,59	2.946,03	2.415,74	66,25	77,30	65,10	64,28	69,40	68,26
Milho	7,86	3.245,63	2.661,42	76,52	81,25	76,52	69,50	77,00	72,99
CV%	12,70	18,44	18,44	16,77	11,41	22,88	22,32	14,29	18,90

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os valores de PD, ED e EM das diferentes silagens. O teor de PD da silagem de capim-sudão de 6,88% foi muito superior a 4,67% relatado por Almeida (1992). Para a silagem de milheto, o teor de PD de 6,69% mostrou-se também muito superior a 2,31% verificado por Andrade e Andrade (1982b) e 2,21% encontrado por Bona e Lòpez (1979). O teor de PD da silagem de milho de 7,86% foi superior ao observado por Almeida (1992), igual a 4,58%. A silagem de teosinto apresentou uma concentração de PD de 7,59%, equivalente as das demais espécies forrageiras. De uma maneira geral, os teores de PD das silagens foram altos, justificados pela maior digestibilidade da PB das mesmas.

Os valores de ED variaram de 2.637,08 a 3.245,63 kcal/kg. Almeida (1992) obteve para a silagem de milho um valor de 2.914,92 kcal/kg de ED, inferior a 3.245,63 kcal/kg observado no presente trabalho.

Os valores de EM situaram-se entre 2.162,41 e 2.661,42 kcal/kg (Tabela 8). Segundo o NAS (1984), essas silagens se classificam como volumosos de boa qualidade pois fornecem mais de 2 Mcal de EM/kg de MS.

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os coeficientes das silagens de digestibilidade aparente estudadas. Com relação à DAMS, isso pode ser justificado pelas diferenças relativamente pequenas nos teores de FDA das silagens, os quais não foram suficientes para afetar a DAMS, conforme enfatizado por Maynard e Loosli (1984) e Silva e Leão (1979). A DAMS variou de 61,18 % (silagem de capim-sudão) a 76,52 % (silagem de milho).

Todos os valores são considerados satisfatórios pois foram superiores a 50%, conforme sugere Almeida (1992).

É provável que a ligeira superioridade do coeficiente de digestibilidade da MS da silagem do milho resulte da maior proporção de grãos em relação ao peso total de massa verde ensilada desta espécie.

A DAMS da silagem de capim-sudão (61,18%) superou os resultados de Pereira (1991), 54,3%, e de Bezerra et al.(1991), 59,26%, trabalhando com diversos sorgos, porém foi inferior aos de Alvarenga (1993), 64,75 % e 70,02%. Por outro lado, aquele valor se equiparou ao encontrado por Pereira et al. (1993a), 60,3%, estudando um híbrido de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*).

Com relação à silagem de milheto, a DAMS de 65,16% deste estudo foi superior aos valores obtidos por Machado e Mühlbach (1983), 56,90%; Bona e López (1979), 54,7% e Andrade e Andrade (1982b), 48,98%, porém compatíveis aos valores encontrados por Silveira (1980), 60,4 e 68,2%.

A DAMS das silagens de teosinto e de milho do presente trabalho foram bastante próximas e superiores às verificadas por Lavezzo et al. (1995), 57,07%; Bezerra (1989), 58,42%; Almeida (1992), 65,88%; Lloveras (1990), 68,2% e similar àquela encontrada por Lima et al. (1991), 72,7%.

Uma das justificativas para a não significância dos coeficientes de DAPB é a alta correlação existente entre esta variável e o teor protéico da silagem (Almeida, 1992).

A DAPB da silagem de capim-sudão (74,30%) foi superior às encontradas em sorgo por Almeida (1992), 58,51% e Alvarenga (1993), 63,62 e 67,18% e semelhante à verificada por Pereira et al. (1993b), 74,7%, trabalhando com um híbrido de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*).

A DAPB da silagem de milheto de 75,53% foi superior aos valores encontrados por Andrade e Andrade (1982a), 32,08%; Silveira (1980), 53,1% e Bona e López (1979), 60,83%. Os valores de 68,8 e 69,3% verificados por Machado e Mühlbach (1983) estão mais próximos dos deste trabalho.

As silagens de teosinto e de milho apresentaram coeficientes de DAPB bastante aproximados e superaram os resultados de Zago, Obeid e Gomide (1985), 61,0%; Lloveras

(1990), 68,2%; Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), 69,47% e Lavezzo et al. (1995), 70,83%; porém foram semelhantes ao relatado por Lima et al. (1991), 80,9%.

A silagem de milho apresentou 76,52% de DAFDN, superior às verificadas por Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), 60,36% e Almeida (1992), 66,95%. Em relação ao capim-sudão, a DAFDN de 59,79% deste trabalho foi inferior ao valor relatado por Almeida (1992), 67,68%, de silagem de sorgo.

As silagens não diferiram entre si ($P > 0,05$) quanto a DAFDA, apesar dos valores variarem de 56,27% (milheto) a 69,50% (milho). A mais alta DAFDA coincide com o maior consumo de PB, favorecendo a digestibilidade da fração fibrosa do alimento, apesar da baixa correlação ($r = 0,2361$) entre o CVPB e a DAFDA, conforme realçado por Crampton (1957).

Para a silagem de capim-sudão, a DAFDA de 64,57% foi superior às de outras espécies de sorgo, conforme se verifica nos dados de Bezerra (1989), Almeida (1992) e Alvarenga (1993), iguais a 45,67, 51,57 e 61,28%, respectivamente.

Quanto à silagem de milheto, a menor DAFDA (56,27%) verificada no presente trabalho possivelmente está associada aos maiores teores de lignina e celulose (Tabela 5) daquela espécie pois, segundo Pereira (1991), estes componentes químicos possuem uma alta correlação com a indigestibilidade do alimento.

A DAFDA da silagem de milho de 69,50% deste trabalho foi superior aos valores de 53,97; 55,61 e 58,62% encontrados por Almeida (1992), Bezerra (1989) e Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), respectivamente.

A não significância das diferenças entre os valores de DAEB pode ser explicado pela ausência de significância entre os valores de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO), uma vez que toda a energia de um alimento é proveniente da combustão da matéria orgânica.

Silva et al. (1990), avaliando sorgo Santa Eliza nos estádios de grão leitoso e duro, registraram coeficientes de DAEB de 51,4 e 47,7%, respectivamente, valores estes inferiores a 64,20% do capim-sudão aqui relatado. Entretanto, Almeida (1992), estudando sorgo no estádio de grão semi-duro, verificou valor de 65,90%, similar ao do presente trabalho.

Com relação a silagem de milheto, a DAEB de 69,25% deste estudo foi superior às obtidas por Bona e López (1979), de 48,24 e 53,32%, porém similar àquela encontrada por Silveira (1980), de 70,20%.

A DAEB da silagem de milho de 77,00% (Tabela 8) foi superior a 58,57 e 67,43%, relatadas por Lavezzo et al. (1995) e Almeida (1992), respectivamente.

O valor de DAMO apresentado pela silagem de capim-sudão de 62,37% foi superior aos valores de 55,60, 52,70 e 56,30% encontrados por Pereira (1991), em um estudo com sorgos de porte alto, médio e baixo, respectivamente.

A DAMO da silagem de milheto (62,37%) foi comparável à verificada por Silveira (1980), de 62,90%, ao utilizar o milheto em florescimento pleno, porém inferior quando este foi colhido no estágio de pré-florescimento, 72,30%.

A DAMO da silagem de milho (72,99%) foi semelhante aos resultados obtidos por Ezequiel, Vieira e Andrade (1981), de 72,07, 71,00 e 71,16%, ao utilizar milhos híbrido, sintético e anão, respectivamente.

4.3 Parâmetros sanguíneos

Os resultados de concentração média de glicose e uréia no sangue dos ovinos alimentados com diferentes silagens são mostrados na Tabela 9.

TABELA 9. Glicose e uréia (em mg/100 ml) no plasma sanguíneo de ovinos alimentados com diferentes silagens.

Silagens	Glicose	Uréia
Capim-sudão	58,4 a	14,1 a
Milheto	55,7 a	12,8 b
Teosinto	58,7 a	12,1 b
Milho	58,7 a	15,5 a
CV%	4,44	9,74

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

As concentrações médias de glicose sanguínea dos ovinos variaram de 55,7 a 58,7 mg/100ml, sendo os valores estatisticamente iguais ($P > 0,05$) e considerados normais por Kolb (1984).

Os valores aqui relatados foram equivalentes aos obtidos por Almeida (1992), trabalhando com sorgo e milho, cujas concentrações foram de 57,62 e 57,57 mg/100 ml, respectivamente. Entretanto, aqueles resultados foram inferiores aos encontrados por Bezerra et

al. (1991), estudando silagens de sorgo e milho, cujos teores variaram de 73,38 e 69,13 mg/100 ml, respectivamente.

Embora a maioria das espécies animais apresentem uma elevação do nível de glicose após a ingestão de dieta com maiores teores de carboidratos solúveis, nos ruminantes, em condições normais, as elevações não devem ser muito acentuadas no rúmen, uma vez que a glicose é metabolizada a ácidos graxos (Mayes, 1977).

Apesar de ter sido constada diferença significativa entre os teores de uréia no sangue dos animais alimentados com as diferentes silagens (Tabela 9), o nível de uréia sanguínea situou-se dentro do intervalo de 10 a 20 mg/100 ml, considerado normal (Kolb, 1984), indicando que a quantidade de proteína consumida pelos animais foi satisfatória, independente da forrageira utilizada para a produção da silagem (Preston et al., 1965).

Bezerra et al. (1991) encontraram teores de uréia de 8,52 e 21,50 mg/100 ml em silagens de milho e sorgo, respectivamente, portanto fora do intervalo considerado normal. Trabalhando com silagens das mesmas gramíneas, Almeida (1992) encontrou teores de uréia de 19,43 e 18,15 mg/100 ml, valores superiores ao do presente estudo, porém dentro da normalidade.

4.4 Parâmetros ruminais

As análises de variância detectaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os valores de ácido acético e ácido propiônico do líquido ruminal dos animais alimentados com as diferentes silagens (Tabela 10).

TABELA 10. Teores de ácido acético (ACACE), ácido propiônico (ACPRO), ácido butírico (ACBUT) (em micromoles/100 ml) e valores de pH ruminal de ovinos alimentados com diferentes silagens.

Silagens	ACACE	ACPRO	ACBUT	pH
Capim-sudão	3,788 ab	0,936 ab	0,356	6,51
Milheto	2,846 b	0,880 b	0,338	6,47
Teosinto	3,130 b	0,832 b	0,298	6,67
Milho	4,092 a	1,232 a	0,442	6,54
CV%	22,46	17,30	21,13	9,01

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

Os teores de ácido acético do líquido ruminal foram diferentes ($P < 0,05$) entre os animais submetidos aos diversos tratamentos (Tabela 10), sendo o ácido graxo volátil presente em maior quantidade, concordando com Silva e Leão (1979). As silagens de milho e de capim-sudão apresentaram níveis de ácido acético superiores aos demais tratamentos, provavelmente em decorrência dos maiores teores de ácido láctico presentes nestas silagens (Tabela 6).

Almeida (1992) verificou teores de 3,0001 e 3,0831 micromoles/100 ml de ácido acético nos animais submetidos às silagens de sorgo e milho, respectivamente, sendo inferiores aos do presente estudo. Por outro lado, Alvarenga (1993) registrou 6,7050 micromoles/100 ml de animais submetidos à silagem de sorgo, superior ao verificado neste trabalho.

A silagem de milho proporcionou a maior formação de ácido propiônico (Tabela 10), em razão dos maiores teores de amido e sacarose em sua constituição, favorecendo a produção daquele ácido, conforme enfatizado por Silva e Leão (1979).

Os teores de ácido propiônico de 2,7780 e 2,3680 micromoles/100 ml no líquido ruminal de animais alimentados com silagem de sorgo e milho, respectivamente, determinados por Bezerra (1989) foram superiores aos do presente trabalho.

Os teores de ácido butírico foram estatisticamente iguais entre os animais alimentados pelas diferentes silagens (Tabela 10). Um dos fatores que pode ter contribuído para a ocorrência desse fato foram os teores semelhantes de proteína pois, segundo Bath e Rook (1963), há um aumento de produção de ácido butírico no rúmen à medida que aumentam os teores de proteína. Uma outra fonte de ácido butírico, de acordo com Church (1979), pode ser o ácido acético, uma vez que vários trabalhos têm revelado que de 40 a 80% do ácido butírico presente no rúmen, provêm da atuação de microorganismos sobre o ácido acético, com a condensação de dois moles de acetato, resultando em maiores valores de ácido butírico no líquido ruminal dos animais.

Almeida (1992) verificou teores de 0,7406 e 0,6806 micromoles/100 ml de ácido butírico no líquido ruminal dos animais submetidos às silagens de sorgo e milho, superiores ao do presente trabalho.

Os resultados da análise de variância para os índices de pH medidos no fluido ruminal (Tabela 10) mostraram que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para os tratamentos. O pH apresentou variações dentro dos níveis de ocorrência normal (6,0 a 7,0). A média dos valores de pH deste ensaio foi inferior ao relatado por Alvarenga (1993), de 7,02, e ao encontrado por Bezerra (1989), de 7,11.

Os valores de pH aqui observados são característicos de animais submetidos a dietas ricas em volumosos (Church, 1974), refletindo, em parte, o aumento dos organismos celulolíticos no rúmen.

As proporções molares de AGV apresentadas na Tabela 11 foram estatisticamente iguais ($P > 0,05$) e estão dentro dos limites citados por Bergman (1990), que variam de 40: 40: 20 a 75: 15: 10, respectivamente, para os ácidos acético, propiônico e butírico, ficando os níveis deste último um pouco abaixo do limite mínimo.

TABELA 11. Proporções molares em 100 ml de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico no líquido ruminal dos ovinos após a alimentação com as diferentes silagens.

Silagens	Ácidos		
	ác. acético	ác. propiônico	ác. butírico
Capim-sudão	73,86	18,69	7,45
Milheto	74,17	17,03	7,01
Teosinto	72,14	16,65	6,11
Milho	70,87	19,13	9,99

5 CONCLUSÕES

Todas as espécies forrageiras estudadas apresentaram um bom potencial produtivo e qualitativo, podendo ser recomendadas para ruminantes.

A silagem de milheto foi a de pior qualidade, em função de seu baixo consumo, possivelmente pela presença de partes mofadas e de seu maior teor de fibra em detergente neutro.

Em termos de produção e valor nutritivo, a silagem de milho foi a que apresentou os melhores resultados, sendo que as silagens de teosinto e capim-sudão apresentaram valores bem próximos aos da silagem de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEWAKUN, L.O.; FAMUYIWA, A.O.; FELIX, A.; OMOLE, T.A. Growth performance, feed Intake and nutrient digestibility by beef colves fed sweet sorghum silage and fescue hay. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 67, n.7, p.1341-1349, Apr. 1989.
- ALMEIDA, M.F. **Composição química, digestibilidade e consumo voluntário das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers), em dois momentos de corte, girassol (*Helianthus annuus*, L.) e milho (*Zea mays*, L.) para ruminantes**. Lavras: ESAL, 1992. 100p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ALVARENGA, M.C.V. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros**. Belo Horizonte: UFMG, 1993. 82p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ANDRADE NETO, A.P.M. de; SHCVARTZMAN, J.; CARBONERA, R.; AGUIAR PERECIN, M.L.R. **Teosinto e as origens do milho: revisão**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 82p.
- ANDRADE, J.B.; ANDRADE, P. Digestibilidade in vivo de silagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) K. Schum). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.39, n.1, p.67-73, jan./jun. 1982a.
- ANDRADE, J.B.; ANDRADE, P. Produção de silagem do milheto (*Pennisetum americanum* (L.) K. Schum.). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.39, n.2, p.155-165, jul./dez. 1982b.
- ANDREWS, D.J.; KUMAR, K.A. Pearl millet for food, feed, and forage. **Advances in Agronomy**, New York, v.48, p.89-139, 1992.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLIG, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A. de; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 1982. v.1, 395p.
- ARAÚJO, A.A. de. Forragens de verão e outono. In: _____. **Forrageiras para ceifa, capineiras, pastagens, fenação e ensilagem**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina. 1972. Cap.6, p.79-136.
- ARMSTRONG, D.G. Evolution of artificially dried grass as a source of energy for sheep. **Journal of Agricultural Science**, London, v.62, p.399-405, 1964.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
- BATH, IH; ROOK, J.A.F. The evaluation of cattle foods and diets in terms of the ruminal concentration of volatile fatty acids. I. The effects of level of intake, frequency of feeding, the ratio of hay to concentrates in the diet, and supplementary feeds. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 61, n.1/3, p.341-8, 1963.
- BEADLE, G.W. The ancestry of corn. **Scientific American**, New York, v. 242, n.1, p.112-119, 1980.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Phynological Reviews**, Baltimore, v.70, n.2, p.567-590, 1990.
- BEZERRA, E.S. **Composição, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de milho (*Zea mays*, L.) associado com sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers), rebrota de sorgo e milho.** Lavras: ESAL, 1989. 77p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- BODGAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes.** London: Longman, 1977. 475p.
- BONA, A.F.; LÓPEZ, J. Avaliação da qualidade da silagem de milheto comum (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) com suplementação nitrogenada ou energética. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.2, p.316-331, 1979.
- 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.73-83, jan./fev. 1974.
- BREIREM, K; ULVESLI, O. Ensiling methods. **Herbage Abstracts**, Famham Royal, v.30,n.1, p.1-8, 1960.
- BRITO, G. Q.de. **Características agronômicas, composição química, qualidade e consumo das silagens de duas variedades e três híbridos de sorgo forrageiro.** Piracicaba: ESALQ, 1995. 66p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- BROYLES, K.R.; FRIBOURG, H.A. Nitrogen fertilization and cutting management of sudangrass and millets. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.277-279, 1959.
- BURTON, G.W. Photoperiodism in pearl millet, *Pennisetum typhoides*. **Crop Science**, Madison, v.5, p.333-335, 1965.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, 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.
- CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza: Acribia, 1977. 462p.
- CONSENTINO, J.R. Fermentações na silagem. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.16, n.1, p.57-67, jan./mar. 1978.
- CRAMPTON, E.W. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter, intake, and the overall. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.16, n.3, p.546-552, Aug. 1957.
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E; LLOYD, LE. A nutritive value index for forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.19, n.2, p.538-544, May 1960.
- CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. **Tropical grassland husbandry**. New York: Longman, 1982. 562p.
- DEMARCHI, J.J.A.A. **Produção, valor nutritivo e características do sorgo (*Sorghum bicolor*) L. Moench), colhido em cinco estádios de maturação e de suas silagens**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 230p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- DENARDIN, R.B.N.; FÃO, V.M.; ROCHA, M.G.; SANTOS, G.L. Avaliação de cultivares e híbridos de milho, sorgo e milheto para a produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.12.
- EDWARDS, R.A.; HARPER, F.; HENDERSON, A.R.; DONALDSON, E. The potential of sunflower as a crop for ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Champaign, v.29, n.4, p.332-338, 1978.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 1983. 59p.
- EZEQUIEL, J.M.B.; VIEIRA, P.de F.; ANDRADE, P.D. Constituintes celulares e digestibilidades das silagens de três variedades de milho (*Zea Mays*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.10, n.2, p.339- 348, 1981.
- FERNANDES, A.P.M. Utilização do sorgo forrageiro. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Curso de extensão sobre a cultura do sorgo**. Brasília, EMBRAPA, 1981. p.97-107.

- FREITAS, E.A.G.de; DUFFOTH, J.H. Determinação da energia metabolizável de silagem de milho por ensaio convencional de digestibilidade "in vivo" com ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Campinas, 1990. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p.91.
- FREITAS, E.A.G.; SAIBRO, J.C. Digestibilidade "in vitro" e proteína de cultivares de sorgo e milheto forrageiros para pastejo. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório**, Porto Alegre, v.3, p.317-330, 1976.
- GALINAT, W.C. Evolution of corn. **Advances in Agronomy**, Ithaca, v. 47, p.203-231, 1992.
- 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.
- GOERING, H.K. Digestibility of roughage materials ensiled with sodium chloride. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.2, n.56, p.233, 1972.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E.; EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; OBEID, J.A. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja para produção de silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.1, n.22, p.31-38, 1987.
- GOURLEY, L.M.; LUSK, J.W. Genetic parameters related to sorghum silage quality. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.12, n.61, p.1821-1827, 1978.
- HARPER, H.A. **Manual de química fisiológica**, São Paulo: Atheneu, 1969. 531p.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.45, n.1, p.35-36, 1993.
- HERLING, V.R.; RUSSO, H.G.; LIMA, C.G.de; JANTALIA, C.P.; SUDA, C.H. Avaliação da produção de variedades de milho (*Zea mays* L.) e da qualidade de suas silagens na Região da Alta Paulista. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2, Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.133-135.
- 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.
- IRVINE, F.R. **West African crops**. London: Oxford University, 1969. p.144-147.
- ISLABÃO, N. **Manual de cálculo de rações para os animais domésticos - 4.ed.** Porto Alegre: SAGRA, 1985. 177p.
- JASTER, E. Fermentation principles of legume, grass forage examined. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.12, p.14-16, 1994.

- JOHNSON, R.R.; FARIA, V.P; McCLURE, K.E. Effects of maturity on chemical composition and digestibility of brid resistant sorghum plants when fed to sheep as silage. **Journal of Agricultural Science**, London, v.5, n.33, p.1102-1109, 1971.
- JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Agricultural Science**, Champaign, v.73, n.9, p.1774-1790, 1995.
- KETELAARS, J.J.M.H; TOLKAMP, B.J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. I. Causes of differences in current news. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.30, p.269-296, 1992.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. 612p.
- KRUG, E.E.B; REDIN, O.; KODAMA, H.K.; SCHLICHTING, H.A.; ZÁCHIA, F.A. **Manual de produção leiteira**. 2.ed. Porto Alegre: CCGL, 1993. 716p.
- LABTEST SISTEMA DIAGNÓSTICOS. **Sistema para diagnóstico clínico**. Belo Horizonte, 1987. n.p.
- LANGSTON, C.W.; WISEMAN, H.G.; GONDON, C.H.; MOORE, L.A. Chemical and bacteriological changes in grass silage during the early of fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.3, n.45, p.396-462, 1962.
- LAU, M.M.; VAN SOEST, P.J. Titratable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughages. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.6, n.1/2, p.123-131, 1981.
- LAVEZZO, O.E.N.M.; LAVEZZO, W.; RUSSO, H.G.; WECHSLER, F.S. Digestibilidade e consumo de silagens de milhos forrageiros e granífero cultivados sob três densidades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.56-58.
- LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)**. Botucatu: UNESP, 1981. 304 p. (Livre Docência em Produção Animal).
- LAVEZZO, W. Conservação de forragens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2, Natal, 1988. **Anais...** Natal: EMPARN, 1988. p.30-39.
- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.M.; FURLAN, L.R. Potencialidade do milho (*Zea mays* L.) colhido em quatro estádios de desenvolvimento para a ensilagem. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24, Brasília, 1987. **Anais...** Brasília: SBZ, 1987. p.187.

- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.M.; LOMAN, E.B. Qualidade de silagens de milhos forrageiros e graníferos plantados sob três densidades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.355.
- LEIBENSPERGER, R. Y.; PITT, R.E.A. Model of clostridial dominance in ensilage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.42, n.1, p.297-304, 1987.
- LIMA, R.de; MELOTTI, L.; NOGUEIRA FILHO, J.C; LUCCI, C.de S. Digestibilidade aparente em ovinos de silagens produzidas com milho (*Zea mays* L.) colhido em diferentes estádios de maturação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.211.
- LIRA, M.A.; FARIS, M.A.; REIS, O.V.; TABOSA, J.N. Competição de variedades forrageiras de milheto em relação ao milho, sorgo e capim elefante. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.1, n.1, p.23-32, 1977.
- LLOVERAS, J. Dry matter and nutritive value of four summer annual crops in North-West Spain (Galicia). **Grass and Forage Science**, Oxford, v.45, n.3, p.243-248, 1990.
- MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Toronto: J. Willey and Sons, 1981. 288p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R. Buffering capacity of herbage samples as a factor in ensiling. **Journal of the Science of Food Agriculture**, London, v.7, n.13, p.395-400, 1962.
- MCDONALD, P.; WHITTERBURY, R.W. The ensilage process. In: BUTTLER, G.W., BAILEY, R.W. (ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic, 1973. Cap.28, v.3, p.33-60.
- MACGUFFEY, R.K.; SCHINGOETHE, D.J. Feeding value of a high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.7, n.63, p.1109-1113, 1980.
- MACHADO, L.C.P.; MÜHLBACH, P.R.F. Consumo voluntário, digestibilidade da matéria seca e proteína bruta e retenção de N em ovinos alimentados com silagem de cameron ou milheto, emurchecidos ou não. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, Pelotas, 1993. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1993. p.146.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.10, p.12-56, 1994.
- MARTIN, J.H.; LEONARD, W.H.; STAMP, P.L. **Principles of field crop production**. 3.ed. New York: McMillan, 1976. 617p.

- MATTOS, J.L.S.de. **Comportamento de *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf e *Euchlaena mexicana* Schrad. sob diferentes regimes hídricos e doses de nitrogênio.** Lavras: UFLA, 1995. 96p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- MAYES, P. Metabolismo dos carboidratos. In: HARPER, H.A. **Manual de química fisiológica.** 4.ed. São Paulo: Atheneu, 1977. Cap.13, p.252-287.
- MAYNARD, L.A; LOOSLI, J.K. **Nutrição Animal.** 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- McCULLOUGH, M.E. Silage: some general considerations. In: McCULLOUGH, M.E (ed.). **Fermentation of silage: a review.** Iowa: NFIA, 1978. p.1-26.
- MILLER, W.L.; CLIFTON, C.M.; FOWLER, P.R.; VAMERON, N.W. Ensiling characteristics of tift sudangrass and costal bermudagrass. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.5, n.49, p.477-885, 1966.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and they implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 71, n. 11, p.2992-3002, 1988.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requeriments of domestic animals: nutrient requeriments of sheep.** 16.ed. Washington, 1984. 90p.
- NUSSIO, L.G. **Efeitos de níveis de concentrado sobre o desempenho de bovinos e a digestibilidade de dietas a base de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. l.*), tratado sob pressão de vapor.** Piracicaba: ESALQ, 1993. 147p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- NUSSIO, L.G.; PENATI, M.A.; CORSI, M.; MARTELETO, M. Avaliação de parâmetros agrônômicos de híbridos de milho para a produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.57.
- OBEID, J.A., GOMIDE, J.A., CRUZ, M.E, ZAGO, C.P., ANDRADE, M.A.S. Silagens consorciada de milho (*Zea may* L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.1, p.33-38, jan./fev. 1992.
- OLIVEIRA, J.M. de. **Rendimento, quantidade de forragem e valor nutritivo das silagens de sorgo forrageiro e granífero, consorciado com soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Viçosa: UFV, 1989. 57p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ORSKOV, 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.339-350, 1981.

- OSHIMA, M.; MCDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compound of herbage during ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.29, n.6, p.497-505, 1978.
- OSUNA, J.A.; ANDRADE, V.M.M.; ANDRADE, P.de; DENARI, M.J. Avaliação de cultivares forrageiras de *Sorghum bicolor* (L.) Moench quanto a produção e algumas características químicas e físicas da silagem. **Científica**, São Paulo, v.1, n.11, p.71-78, 1983.
- PAIVA, J.A.J.; PIZZARO, E.A.; RODRIGUES, N.M.; VIANA, J.A.C. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.1, n.30, p.81-88, 1978.
- PEDROSO, E.K.; NEIVA FILHO, J.C.M.; HERLING, V.R. et al. Efeitos de densidades de semeadura sobre a produtividade de quatro variedades de milho (*Zea mays* L.) para a confecção de silagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2, Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.138-140.
- PEREIRA, O.G. Produtividade do milho (*Zea mays*, L.), do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), da aveia (*Avena sativa* L.), do milheto (*Pennisetum americanum* L.) e do híbrido (*S. bicolor* x *S. sudanense*) e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado. Viçosa: UFV, 1991. 86p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- PEREIRA, O.G.; OBEIG, J.A.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.1, p.31-38, jan./fev. 1993a.
- PEREIRA, O.G.; OBEIG, J. A.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milheto (*Pennisetum americanum* L.) e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.1, p.22-30, jan./fev. 1993b.
- PICCOLO, M.A. Composição química, digestibilidade e consumo voluntário da silagem de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) sem panícula enriquecida com aditivos e da silagem de sorgo integral. Lavras: ESAL, 1989. 56p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- PRESTON, T.R.; WHITELAN, F.G.; MACLED, N.A.; PHILLIP, E.B. 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.53-58, 1965.
- ROSA, B. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. Jaboticabal: UNESP, 1996. 125p. (Tese - Doutorado em Zootecnia).

- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION HELD AT THE UNIVERSITY OF NEBRASKA, Lincoln, 1994. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1994. p.828-868.
- RUIZ, E.M. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA - IICA. **Nutricion de ruminantes: guia metodológico de cooperacion.** San José, 1990. p.179-218.
- SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C.; MEISKE, J.G. Relationship among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.2, n.68, p.403-405, 1976.
- SEIFFERT, N.F.; PRATES, R. Forrageiros para silagens. II. Valor nutritivo e qualidade de silagem de cultivares de milho (*Zea mays* (L.)), sorgos (*Sorghum* sp.) e milhetos (*Pennisetum americanum* Schum). **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa. v.2, n.7, p.183-195, 1978.
- SILVA, A.W.L.da; MACEDO, A.F.; FRANCISCATO, C. Efeito da época de semeadura sobre o valor nutritivo de milheto, sorgo sudão e teosinto, no Planalto Serrano Catarinense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995a. p.94-96.
- SILVA, A.W.L.da; MACEDO, A.F.; FRANCISCATO, C. Produção e matéria seca de milheto, sorgo sudão e teosinto, sob diferentes épocas de semeadura no Planalto Serrano Catarinense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995b. p.92-94.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 1990. 166p.
- SILVA, J.F.C.da; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- SILVA, J.F.C. da; OBEID, J.A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Eliza (*Sorghum vulgare*, Pers) para silagem. II. Valor nutritivo e produtividade das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.19, p.106-12, 1990.
- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2, Piracicaba, 1975. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.156-180.
- SILVEIRA, C.A.M. **Efeito de doses de nitrogênio e regimes de corte no rendimento de matéria seca de milheto e sorgos forrageiros e no valor nutritivo da silagem de milheto.** Porto Alegre: UFRGS, 1980. 121p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

- SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicais**. Roma: FAO, 1992. 849p. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 23).
- SOUZA, J.M.de; ACOSTA, A.; GIESELER, P.; GUTH, O. Rendimento de forragem de milho, sorgo-sudão e de introduções de teosinto. In: CARBONERA, R.; PEREIRA, F.T.F.; SEVERO, J.L.P.; YIAN, L.V.M. (eds.). **Pesquisa do Centro de Treinamento Cotrijuí**. Ijuí: COTRIJUÍ, 1992. Cap.4, p.162-164.
- THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGL, 1990. 65p. (Documentos, 43).
- TJANDRAATMADJA, M; NORTON, B.W.; McRAE, I.C. Fermentating patterns of forage sorghum ensiled under different environmental conditions. **Word Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v.4, n.7, p.206-218, 1991.
- TONANI, F.L. **Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação dos grãos**. Viçosa: UFV, 1995. 56p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- TOSI, H.; OLIVEIRA, M.D.S.de; BONASSI, I.A.; SAMPAIO, A.A.M. Avaliação da ensilagem da alfafa sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.2, p.305-310, mar./abr. 1994.
- VALENTE, J.O. **Produtividade de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) e valor de suas silagens**. Viçosa: UFV, 1977. 76p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- VALENTE, J.O.; SILVA, J.F.C.da; GOMIDE, J.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo, para silagem. I. Produção e composição do material ensilado e das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.1, n.13, p.67-73, 1984.
- 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.834-843, Aug. 1965.
- 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.119-128, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; MOORE, L.A. New chemical methods for analysis of forages for the purpose of predicting nutritive value. In: NATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9, São Paulo, 1966. **Proceedings...** São Paulo: [s.n.], 1966. p.783-789.

- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. **Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents.** Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1967. 438p.
- VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. **Análise de temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais.** *Ciência e Prática*, Lavras, v.49, n.4, p.399-402, 1979.
- WALDO, D.R. **Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions.** *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.69, n.2, p.617-631, 1986.
- WARD, G.M.; BOREN, F.W.; SMITH, E.F. **Relation between dry matter content and dry matter consumption of sorghum silage.** *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.49, n.4, p.399-402, 1966.
- WERNLI, C.; OJEDA, F. **Metodologia para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes.** In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. **Nutrición de ruminantes: guía metodológica de investigación.** San José, IICA, 1990. p.179-230.
- WESTPHALEN, S.L. **Efeitos de épocas de semeadura, estágio de crescimento e altura de corte sobre os rendimentos de matéria seca e proteína bruta em cultivares de milho pérola.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 1977. 160p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- WILSON, R.K. **A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid silage.** Dublin: Research Report Agricultural Institute, 1971. 7p. (Metodologia de Análise).
- WOOLFORD, M.K. **Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making.** *Herbage Abstracts*, Farham Royal, v.42, n.2, p.105-111, 1972.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation.** Hurley: The Grassland Reserch Institute, 1984. 350p.
- ZAGO, C.P.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. **Desempenho de novilhas zebu alimentadas com silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual (*Glycine max* (L.) Merrill).** *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.14, n.4, p.510-514, 1985.

APÉNDICE

TABELA 1A. Valor de tanino (mg/100) na silagem de capim-sudão oferecida aos carneiros.

Silagem	Metanol	Metanol 50%	Água	Total
Capim-sudão	392,49	836,82	792,02	2021,33

TABELA 2A. Quadrados médios (QM) de glicose (GLI) e uréia sanguínea (URS) no plasma sanguíneo de ovinos alimentados com diferentes silagens.

FV	GL	QM	
		GLI	URS
BL	4	8,9462 ns	0,2282 ns
T	3	11,3153 ns	12,6353 **
RES.	12	6,6382	1,7582

ns - não significativo

** - significativo a nível de 1%

TABELA 3A. Quadrados médios (QM) de ácido acético (ACACE), ácido propiônico (ACPRO), ácido butírico (ACBUT) e valores de pH no líquido ruminal de ovinos alimentados com diferentes silagens.

FV	GL	QM			
		ACACE	ACPRO	ACBUT	pH
BL	4	59,8541 ns	2,0656 ns	0,2198 ns	0,0509 ns
T	3	295,2823 **	16,0520**	1,8190 ns	0,0382 ns
RES.	12	54,8470	2,8245	0,5756	0,0408

ns - não significativo

** - significativo a nível de 1%

TABELA 4A. Quadrados médios (QM) do consumo voluntário de matéria seca (CVMS), proteína bruta (CVPB), proteína digestível (CVPD), energia bruta (CVEB) e energia digestível (CVED) e das diferentes silagens.

FV	GL	QM				
		CVMS	CVPB	CVPD	CVEB	CVED
BL	4	39,8116 ns	0,6411 ns	0,6657 ns	745,2195 ns	1175,1559 ns
T	3	1847,8770 **	16,3744 **	10,4015 **	31662,9000 **	16761,8600 **
RES.	12	54,1829	0,5004	0,3039	941,5579	486,7777

ns=não significativo

**=significativo (P < 0,01)

TABELA 5A. Quadrados médios (QM) da proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das diferentes silagens.

FV	GL	QM		
		PD	ED	EM
BL	4	1,4979 ns	490349,9 ns	329676,2 ns
T	3	0,8662 ns	104119,4 ns	70095,7 ns
RES.	12	0,8208	270370,8	181798,7

ns=não significativo

TABELA 6A. Quadrados médios (QM) da digestibilidade aparente da matéria-seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), energia bruta (DAEB) e matéria orgânica (DAMO) das diferentes silagens.

FV	GL	QM					
		DAMS	DAPB	DAFDN	DFDA	DAEB	DAMO
BL	4	213,5004 ns	92,5866 ns	327,7501 ns	298,4437 ns	185,5635 ns	257,5500 ns
T	3	211,7598 ns	50,7612 ns	345,2145 ns	144,8156 ns	139,3069 ns	107,0667 ns
RES.	12	127,7470	77,9334	220,7805	204,3577	100,0451	156,6500

ns = não significativo

TABELA 7A. Quadrados médios (QM) das proporções molares de ácido acético (ACACE), ácido propiônico (ACPRO), ácido butírico (ACBUT) no líquido ruminal dos ovinos após alimentação com as diferentes silagens.

FV	GL	QM		
		ACACE	ACPRO	ACBUT
BL	4	6,0000 ns	6,2500 ns	1,0500 ns
T	3	21,9166 ns	17,4000 ns	2,4500 ns
RES.	12	8,1666	8,4833	2,2833

ns = não significativo

TABELA 8A. Peso médio inicial (PMI) e final (PMF) e ganho médio diário (GMD) dos animais alimentados com as diferentes silagens.

Silagens	PMI _g	PMF _g	GMD _g
Capim-sudão	59400	60840	62,60
Milheto	52600	53440	36,52
Teosinto	53000	54680	73,04
Milho	57500	59470	85,65

