

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Avaliação de Características Produtivas e Nutricionais  
de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para Silagem,  
nas Condições Edafoclimáticas do Estado do Rio de  
Janeiro.**

**Viviane Tibau Mesquita da Costa**

**2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E  
NUTRICIONAIS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) PARA  
SILAGEM, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO ESTADO  
DO RIO DE JANEIRO.**

**VIVIANE TIBAU MESQUITA DA COSTA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Nelson Jorge Moraes Matos**

*e Co-orientação do Professor*  
**Edinaldo da Silva Bezerra**

*e da Pesquisadora*  
**Heloísa Carneiro**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Setembro de 2006

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C837a Costa, Viviane Tibau Mesquita da, 1976-  
Avaliação de características produtivas e nutricionais de  
sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para silagem, nas  
condições edafoclimáticas do estado do Rio de Janeiro. /  
Viviane Tibau Mesquita da Costa. - Rio de Janeiro, 2006.  
41 f.

Orientador: Nelson Jorge Moraes Matos.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, PPGZ/ZOOTECNIA, 2006.

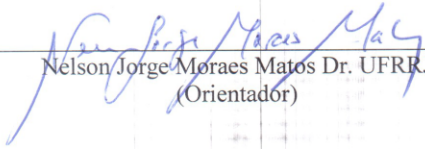
1. Sorgo. 2. Cultivo. 3. Silagem. 4. Proteínas. I. Matos,  
Nelson Jorge Moraes, 1954-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. PPGZ/ZOOTECNIA III.  
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Viviane Tibau Mesquita da Costa**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/09/2006**

  
Nelson Jorge Moraes Matos Dr. UFRRJ  
(Orientador)

Oriel Fajardo de Campos Dr. EMBRAPA

  
Elizabeth Bernardo Ballesteiro Pereira Dr<sup>a</sup>. UFRRJ

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu filho Pedro Henrique Tibau Marques, que tão pequenino foi privado, por muitos momentos, da minha presença física, e que ainda assim soube me retribuir o amor e o carinho nos momentos que estávamos juntos. A você, luz da minha vida, por quem vale a pena a minha dedicação, todo o meu amor...

## AGRADECIMENTOS

Enfim, depois de tanto suor, concluímos o nosso trabalho. E, como não poderia deixar de ser, muitos são os agradecimentos que quero fazer.

Primeiramente agradeço a Deus, pela saúde que me permite gozar, pela força e companhia em todos os momentos. Sem a Fé que tenho em “Você” certamente não teria chegado até aqui.

Depois “Dele”, porém não menos importante, gostaria de demonstrar aqui os meus mais sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste árduo trabalho. Agradecer aos meus Pais Rosely e Roberto, que tudo me ensinaram e que, sempre, em tudo me apoiaram. Muitíssimo obrigada, por toda a minha vida e pelas oportunidades me dadas que, sem dúvida, foram responsáveis por mais esta nossa vitória. Aos meus irmãos, Beto, Nessa e Dani, meus amigos sempre presentes, que são juntamente com o restante da nossa família, os pilares emocionais desta minha vida.

É com um carinho muito grande que quero agradecer a pessoa tão especial que Deus me trouxe para compartilhar a vida. Obrigada Mírio, pelo maravilhoso companheiro, amigo fiel, conselheiro sábio, profissional competente e dedicado pai que você é. Tenho certeza de que sabe o que você significa tanto na minha vida quanto na realização deste nosso sonho que hoje se concretiza.

Agradeço muito aos meus orientadores: Dr. Nelson Jorge Moraes Matos, que acreditou e me aceitou como sua “desorientada” e que mesmo com todas as dificuldades de tempo que um orientador Diretor de Instituto possa ter, esteve sempre ao meu lado, me ajudando em tudo o que precisei; Dra. Heloísa Carneiro, que me acolheu com tanto carinho em sua casa, e quem proporcionou toda estrutura necessária para a realização deste trabalho; Dr. Edinaldo da Silva Bezerra, que além de nosso orientador e amigo, sempre faz grandes colaborações didáticas. Fica aqui registrada a minha eterna gratidão a vocês.

Quero agradecer ainda a algumas outras pessoas de suma importância na conclusão deste trabalho. Ao Dr. José Avelino da Embrapa Milho e Sorgo, que nos disponibilizou as sementes utilizadas neste trabalho, a Dra Elizabeth Ballesteiro, que com tanto carinho e presteza nos ajudou na parte estatística, ao Dr. Fernando César, pela contribuição e ajuda nos cálculos de degradabilidade, ao Dr. Fausto de Souza Sobrinho, que sempre esteve pronto para colaborar e assim o fez e em especial ao Dr Aloísio, chefe da fazenda de Cel Pacheco, que nos ajudou sempre que o solicitamos, com muita simpatia e boa vontade. Assim como estes, todos os técnicos da Embrapa Gado de Leite: Moreira, Meirinha, José Luiz e Placidino, do laboratório de digestibilidade, meus maiores colaboradores em Cel Pacheco; Binha e toda a sua equipe da Forragem; Sr Jair da Alimentação; Sr Fernando e Sr Murilo da Várzea dos Mudos; Mário do laboratório de proteína; Edmar e Cláudio do laboratório de fibra.

As minhas grandes e eternas amigas: Stela Gomes Pelegrino, que além de amiga de todas as horas foi também a minha grande companheira neste trabalho que não teria se realizado sem a sua grande ajuda. Sem você tudo teria sido mais difícil; e Uyara Oliveira Franco, meio mãe, meio avó e integralmente amiga, a quem não raras foram às vezes em que confiamos o nosso filho, tão pequenino, e que ela cuidou e amou como se realmente fosse sangue do seu sangue. Tia Iála, podemos não ser uma família de sangue, mas com toda certeza somos uma linda família de alma.

A todos os que possam não ter sido citados aqui neste pequeno espaço, mas que estarão gravados para sempre em minha memória e em meu coração. Muito Obrigada!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## RESUMO

COSTA, Viviane Tibau Mesquita. **Avaliação de Características Produtivas e Nutricionais de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para Silagem, nas Condições Edafoclimáticas do Estado do Rio de Janeiro**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

O objetivo do presente trabalho foi comparar vinte e cinco híbridos de sorgo para silagem altamente produtivos e de alto valor nutricional, cultivados nas condições edafoclimáticas da região Centro-Sul do Estado do Rio de Janeiro. Foram comparados vinte e dois híbridos avançados (em pré-lançamento), participantes do Ensaio Nacional de Sorgo Forrageiro da Embrapa Milho e Sorgo e três híbridos comerciais. A colheita do material a ser ensilado foi realizada com cerca de noventa e cinco e cem dias após o plantio, sendo o corte feito a dez centímetros do solo. Após o corte o material foi imediatamente pesado para a quantificação da produção por hectare e posteriormente ensilado em silos de laboratório, feitos de PVC. Os silos foram abertos após sessenta dias. O material foi pesado, para determinação da matéria pré-seca. Amostra de aproximadamente cem gramas de cada híbrido foi moída, em peneira de um milímetro, em micromoinho do tipo *Willey* para determinação de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). Ambas as análises foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Gado de Leite. O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado com dois fatores, a saber: híbridos e repetições. Os dados resultantes do ensaio foram analisados e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando-se o programa MSTAT versão 4.0. O material remanescente foi moído em peneira de cinco milímetros para determinação da degradabilidade “in situ” da matéria seca (DISMS). Para o ensaio de degradabilidade foram utilizadas três vacas, mestiças Holandês-Zebu, fistuladas no rúmen, no terço inicial da lactação, com média de produção de 17,5 kg de leite e peso médio de 505,3 kg. Os três animais receberam um saco, contendo cinco gramas de material, correspondente a cada um dos vinte e cinco híbridos (amostras) para cada tempo de incubação (6h, 24h e 96h), de forma que os animais foram considerados como repetições. Os dados de degradabilidade obtidos foram comparados numericamente. Da análise da variância foram observadas diferenças significativas entre as médias para os seguintes parâmetros: FDA, CEL, LIG e PB, que posteriormente foram submetidas ao teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Para todas as demais variáveis não foram observadas diferenças. Dentre as cultivares não comerciais avaliadas, a que se destacou quanto as características químico bromatológicas e de produção, nas condições edafoclimáticas da região Centro Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, foi a cultivar 4 (369167).

**Palavras-chave:** Degradabilidade. Digestibilidade. Proteína. Silagem. Sorgo.

## ABSTRACT

COSTA, Viviane Tibau Mesquita. **Productive and Nutritional Evaluation of Sorghum Hybrids (*Sorghum bicolor*, L. Moench) Adapted to the Soil and Climate Conditions of Rio de Janeiro State.** 2006. 41p. Dissertation (Master Science in Animal Science) Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural da Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

The purpose of this experiment was to compare twenty five highly productive and nutritive genotypes of sorghum silage, cultivated in soil and climate conditions of center-south region of Rio de Janeiro State. Twenty five genotypes of sorghum had been compared, being twenty two advanced hybrids (not released to be sold yet), that integrate of the Ensaio Nacional de Sorgo Forrageiro, CNPMS/EMBRAPA, and three commercial hybrids. The harvest of cropping to be ensilado was carried through between ninety five and one hundred days after they have been planted, being cut at 10 cm from the ground. After have been harvested the material was immediately weighed for measure yield per hectare and later packed in laboratorial silos, made in PVC. The experimental design was of randomized blocks. The silos had been opened after 60 days and material were weighed for determination of partial dry matter. A sample of five gram of each hybrid was milled in Willey micro mill type with mash of one millimeter to determine dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), lignin (LIG) and “in vitro” dry matter digestibility (IVDMD). The remain material was milled in five millimeters mash bolter for determination of “in situ” dry matter digestibility (ISDMD), on CNPGL’s Laboratory. The digestibility assay was composed for three rumen cannulated crossbred Friesian x Zebu cows weighing 505,3 kg, in the beginning of lactation, producing 17.5 kg of milk. Approximately five grams of each sample was putted into a nylon bag. All the animals had received all the samples in all the three incubation times (6, 24 and 96 hours). The experimental designed for digestibility assay was randomized in split-plot.

**Key words:** Digestibility. Microbial fermentation. Protein. Silage. Sorghum.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Números de identificação dos tratamentos (híbridos) para cada um dos híbridos de sorgo testados.....	15
<b>Tabela 2.</b>	Média da composição bromatológica da ração oferecida e de seus ingredientes.....	16
<b>Tabela 3.</b>	Composição da mistura mineral comercial fornecida.....	17
<b>Tabela 4.</b>	Composição da saliva artificial.....	19
<b>Tabela 5.</b>	pH nas diferentes fases da digestão.....	19
<b>Tabela 6.</b>	Análise de variância para a variável produção de matéria seca (t/ha).....	20
<b>Tabela 7.</b>	Quadro de análise de variância para a variável FDA.....	21
<b>Tabela 8.</b>	Quadro de análise de variância para a variável celulose.....	22
<b>Tabela 9.</b>	Quadro de análise de variância para a variável lignina.....	23
<b>Tabela 10.</b>	Quadro de análise de variância para a variável FDN.....	23
<b>Tabela 11.</b>	Quadro de análise de variância para a variável MST do sorgo.....	24
<b>Tabela 12.</b>	Quadro de análise de variância para a variável de MST da silagem.....	25
<b>Tabela 13.</b>	Quadro de análise de variância para a variável PB das silagens.....	25
<b>Tabela 14.</b>	Quadro de análise de variância para a variável DIVMS.....	26
<b>Tabela 15.</b>	Valores médios de pH da silagem e concentração de Tanino Condensado (TC) das variedades avaliadas.....	27
<b>Tabela 16.</b>	O desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) das silagens das variedades de sorgo no tempo zero (t0) e nos horários de incubação ruminal.....	28
<b>Tabela 17.</b>	Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de sorgo.....	29
<b>Tabela 18.</b>	Degradabilidades efetivas (%) da matéria seca das silagens das variedades, para as taxas de passagem de 0,02; 0,05 e 0,08/h.....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Produção média de matéria seca (tonelada/hectare) dos híbridos de sorgo avaliados.....	20
<b>Figura 2.</b>	Teores médios da fibra em detergente ácido (% da MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.....	21
<b>Figura 3.</b>	Teores médios de celulose (% MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.....	22
<b>Figura 4.</b>	Teores médios de lignina (% na MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.....	23
<b>Figura 5.</b>	Teores médios (% de matéria seca) da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.	24
<b>Figura 6.</b>	Teores médios de matéria seca total (MST) dos híbridos de sorgo avaliados...	24
<b>Figura 7.</b>	Teores médios de matéria seca total (MST) das silagens de sorgo avaliadas..	25
<b>Figura 8.</b>	Teores médios (% na MS) de proteína bruta (PB) das silagens de sorgo avaliadas.....	26
<b>Figura 9.</b>	Teores médios de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) das silagens de sorgo avaliadas.....	26
<b>Figura 10.</b>	Tendência das médias da degradação da matéria seca (%) das silagens estudadas em função do tempo (h).....	29
<b>Figura 11.</b>	Degradação da matéria seca (%) das silagens estudadas em função do tempo de incubação (h).....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	02
2.1	A Silagem.....	02
2.2	O Sorgo.....	02
2.2.1	O tanino.....	04
2.3	Avaliação Químico Bromatológica.....	05
2.4	Determinação da Degradabilidade e da Digestibilidade.....	06
2.4.1	Técnica “in vivo”.....	07
2.4.2	Técnica “in vitro”.....	07
2.4.3	Técnica “in situ”.....	08
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
3.1	Ensaio de Produção de Matéria Seca e Composição Químico Bromatológica das Silagens de Vinte e Cinco Híbridos de Sorgo.....	14
3.1.1	Local e duração.....	14
3.1.2	Plantio.....	14
3.1.3	Colheita.....	14
3.1.4	Cálculo da produção de matéria seca e ensilagem.....	14
3.1.5	Composição químico bromatológica.....	15
3.1.6	Análises estatísticas.....	16
3.2	Ensaio de Degradabilidade in situ.....	16
3.2.1	Local e duração.....	16
3.2.2	Animais utilizados.....	16
3.2.3	Instalações.....	16
3.2.4	Alimentação.....	16
3.2.5	Preparação dos sacos para incubação ruminal.....	17
3.2.6	Incubação ruminal.....	17
3.2.7	Determinação do desaparecimento da matéria seca.....	17
3.2.8	Determinação do tempo de colonização.....	17
3.2.9	Metodologia dos cálculos.....	18
3.2.10	Análise de resultados.....	18
3.3	Ensaio de Digestibilidade “in vitro”.....	18
3.3.1	Local e duração.....	18
3.3.2	Animais utilizados.....	18
3.3.3	Preparação dos tubos.....	19
3.3.4	Determinação do desaparecimento da matéria seca.....	19
3.3.5	Análises estatísticas.....	19
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	20
4.1	Produção de Matéria Seca (t/ha).....	20
4.2	Degradabilidade da Matéria Seca.....	21
4.3	Composição Química das Silagens Estudadas.....	27
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	32
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b> .....	40

# 1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas que possam tornar os sistemas produtivos economicamente viáveis tem sido alvo de interesse de pesquisadores do mundo todo, com especial atenção a produção de suplemento volumoso, sem que esta prejudique a safra de alimentos, permitindo melhor aproveitamento dos recursos naturais e influenciando positivamente a sustentabilidade de todo o sistema de produção.

Em regiões de clima tropical, qualquer que seja o sistema de manejo adotado na exploração bovina, sempre haverá necessidade de conservação de alimentos volumosos, pois, devido à sazonalidade da produção de forragem, sempre haverá um período de abundância e outro de escassez, enquanto a demanda por alimentos é quase constante. Os sistemas de produção a pasto dependem de forragens verdes, picadas ou conservadas, para uso como volumoso na época de escassez de pastos. Nos sistemas confinados esta dependência é em tempo integral.

Uma opção simples e viável para esta questão é o armazenamento do alimento na forma de silagem. A produção de silagem de alta qualidade vem sendo trabalhada no setor pecuário, proporcionando significativa redução na utilização de concentrados e reduzindo assim os custos de produção.

Diversas gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para este fim. O uso do sorgo justifica-se por suas características bromatológicas que possibilitam fermentação adequada e conseqüente armazenamento deste alimento sob a forma de silagem, e também por suas características agrônômicas, que incluem: facilidade de cultivo, alto rendimento de matéria seca por unidade de área, maior tolerância a seca, faixa mais ampla de época para plantio e capacidade de rebrota, além de baixo custo.

O incremento da produtividade do rebanho pode ser atingido com o uso de dietas melhor balanceadas e de menor custo; sendo assim, o desenvolvimento de híbridos de sorgo forrageiro para silagem de alto valor nutricional e alta produtividade é uma das alternativas que, potencialmente, poderá solucionar o problema da baixa disponibilidade de forragem para a alimentação animal durante o período seco.

No sistema organizacional e de planejamento das empresas rurais, a escolha de híbridos de sorgo para produção de silagem tem sido bastante controvertida. Nos últimos anos, foram introduzidos diversos híbridos de sorgo no mercado. No entanto, há poucas informações técnicas sobre as características agrônômicas produtivas e qualitativas dos diferentes materiais genéticos, ou ainda, sua indicação de melhor eficiência de uso nos diversos sistemas de produção, necessitando serem avaliados por experimentos que incluam resposta animal (ex. digestibilidade). A identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribuirá para obtenção de maiores rendimentos da cultura do sorgo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar vinte e cinco híbridos de sorgo para silagem, cultivados nas condições edafoclimáticas da região centro-sul fluminense do estado do Rio de Janeiro, quanto às características químico bromatológicas e de produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Silagem

A utilização de forragem na forma de pasto é, via de regra, a maneira mais barata para alimentar o rebanho. Entretanto, a disponibilidade de forragem não é constante ao longo do ano, havendo sempre um período de produção abundante, no qual as forrageiras produzem cerca de 80% de seu potencial anual, e outro de escassez, onde a produção é de somente cerca de 20% da produção anual. Por esta razão, na época de escassez, é essencial contar com suplemento volumoso para alimentação dos animais, sendo a silagem uma excelente opção de conservação.

A silagem é a forragem verde e succulenta, picada e armazenada na ausência de ar, em depósitos denominados de silo. Os objetivos da ensilagem são eliminar o oxigênio, paralisando a respiração, e inibir a fermentação indesejável através da redução do pH. A fermentação se constitui na conversão de carboidratos solúveis (açúcares) em ácidos orgânicos, principalmente láctico e acético, por meio de microrganismos presentes na própria planta, que se multiplicam e desenvolvem intensa atividade fermentativa ao encontrarem condições adequadas de meio, abaixando rapidamente o pH e impedindo que as bactérias indesejáveis e sensíveis a elevada acidez, continuem a fermentação. Quando o pH ou os níveis de ácidos são suficientes para inibir a fermentação, a forragem torna-se estável e, como silagem, é preservada enquanto permanecer a condição de ausência de ar. O material é ensilado com pH entre 5,5 e 6,0 e a estabilização se dá em pH entre 3,5 e 4,2 (VILELA, 1985; MARTINS, 2000). Ao conjunto de operações necessárias à confecção da silagem chamamos de ensilagem (EVANGELISTA, 2001).

O processo de ensilagem pode promover perdas de MS de diversas formas: pela respiração inicial da planta; pela fermentação anaeróbica; pela decomposição anaeróbica, principalmente nas superfícies e pela perda de efluentes, com maior frequência em silagens confeccionadas de forragens com baixo teor de MS. A fração solúvel, composta principalmente, por açúcares e ácidos orgânicos se perde, diminuindo a concentração de substratos fermentáveis e aumenta a concentração da parte dos componentes da parede celular (VAN SOEST, 1994).

Uma boa silagem pode ser definida como aquela que conserva ao máximo a matéria orgânica e o valor nutricional da forragem original, podendo ser classificada como muito boa, boa, média e ruim segundo diferentes parâmetros. Martins (2000) criou um quadro (Quadro 1) para classificação de silagens segundo diferentes parâmetros e autores.

### 2.2 O Sorgo

A moderna planta de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertencente à família *Gramineae/Poaceae* é um produto da intervenção do homem, que domesticou a espécie e, ao longo de gerações, vem transformando-a para satisfazer as necessidades humanas (RIBAS, 2003). O sorgo não é nativo do hemisfério ocidental, tendo como centro de origem a África e parte da Ásia, só foi introduzido nas Américas mais recentemente. Apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do fim do século passado é que teve um grande desenvolvimento em muitas regiões agrícolas do mundo (GARCIA, 1979; VEIGA, 1986; RUAS, 1988).

**Quadro 1.** Classificação de silagens segundo diferentes critérios.

Parâmetros	Teores (%)	Classificação	Fonte
pH	3,6 a 3,8	Muito boa	Paiva (1976)
	3,8 a 4,2	Boa	
	4,2 a 4,6	Média	
	> 4,6	Ruim	
N-NH <sub>3</sub> /NT	<10	Muito boa	AFRC (1987)
	10 a 15	Boa	
	15 a 20	Média	
	>20	Ruim	
Ácido láctico	> 5,0	Muito boa	Nogueira (1995)
	3,0 a 5,0	Boa	
	2,0 a 3,0	Média	
Ácido acético	< 2,0	Muito boa	Nogueira (1995)
	2,0 a 2,5	Boa	
	> 2,5	Média	
Ácido butírico	≤ 0,1	Muito boa	Paiva (1976)
	0,1 a 0,2	Boa	
	0,2 a 0,4	Média	
	> 0,4	Ruim	
DIVMS	> 65	Muito boa	Borges (1995)
	65 a 55	Boa	
	55 a 40	Média	
	< 40	Ruim	
Consumo voluntário de MS (% do peso vivo)	3,5	Excelente	Noller (1964) <i>apud</i> Pereira <i>et al.</i> (1993)
	3,0	Muito boa	
	2,5	Boa	
	2,0	Média	
Proteína Bruta (%)	1,5	Ruim	Keplin (1992)
	>8,0	Muito boa	
	7,1-8,0	Boa	
	6,1-7,0	Regular	
	5,0-6,0	Ruim	

MARTINS, 2000

No Brasil o sorgo foi mais recentemente introduzido e seu cultivo está se popularizando, também já sendo um dos 10 maiores produtores mundiais. Ocupa atualmente o quinto lugar entre os cereais mais plantados no mundo, ficando atrás do trigo, arroz, milho e cevada (RIBAS, 2003). Segundo Garcia (2003) o sorgo ocupou na safra 2001/2002, uma área brasileira de cerca de 550 mil hectares, apresentou, uma produção de 1.341 mil toneladas e rendimento agrícola de 2.433 kg/ha.

A planta do sorgo se adapta a uma gama de ambientes, principalmente, sob condições de deficiência hídrica, desfavoráveis à maioria de outros cereais. Essa característica permite que a cultura seja apta para se desenvolver e se expandir em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão. É entre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal, como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas, tintas, vassouras, açúcar, e às inúmeras aplicações de sua

forragem na nutrição de ruminantes. No Brasil, é importante como fonte alternativa de alimento animal, sendo a planta inteira utilizada sob forma de silagem. (RIBAS e ZAGO, 1986).

O uso de sorgo para silagem no país começou com a introdução de variedades de porte alto, com altas produtividades de massa, tardios e normalmente com elevados teores de açúcares no colmo. O desenvolvimento de sistemas de macho esterilidade no sorgo permitiu a síntese de híbridos comerciais mais apropriados para confecção de silagem de alto valor nutritivo com boa produtividade. Atualmente, tem-se procurado desenvolver híbridos que tenham bom equilíbrio entre colmo, folhas e panículas para que se possa aliar uma boa produtividade de matéria seca a um bom valor nutritivo. De acordo com Valente (1992), a produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas de massa verde por hectare. No entanto, estes valores são variáveis, dependendo dos híbridos plantados e das condições ambientais. (SERAFIM, 1998)

Segundo Zago (1991), a cultura do sorgo para ensilagem vem crescendo no Brasil, contribuindo com, aproximadamente 10-12% da área total cultivada para silagem. No entanto, Bernadino (1996) afirma que a cultura de sorgo para forragem já deve ocupar de 30 a 35% da área total cultivada no país, e a expectativa é de que nesta década cresça para 50% do total cultivado para a produção de silagem.

O sorgo é uma cultura adaptada ao processo de ensilagem e seu uso pode ser atribuído a diversos fatores: facilidade de cultivo, baixo custo (80 a 85% do custo da silagem de milho), alto consumo (90% da silagem de milho), valor nutritivo (72 e 92% da silagem de milho), elevado potencial de produção, adequação à mecanização, reconhecida qualificação como fonte energética, adaptação a regiões mais secas e capacidade de rebrota (60% da produção obtida no primeiro corte) (DIAS, 2001 E OLIVEIRA, 2002), uma faixa mais ampla de época de plantio, que se estende desde os meses de setembro até março para as condições Centro-Sul brasileiro, permitindo maior utilização da terra, além de dispensar o uso de aditivos como forma de melhorar e estimular a fermentação Neumann (2002).

Em todo o mundo a combinação de potencial genético e o uso de práticas de cultivo como fertilização adequada; controle de doenças, insetos e plantas daninhas; manejo da água de irrigação; zoneamento agroclimático e altas populações de plantas, tem propiciado altos rendimentos de grãos e forragem em regiões e condições ambientais desfavoráveis para a maioria dos cereais (RIBAS, 2003).

O desenvolvimento de híbridos de sorgo forrageiro de alto valor nutricional é uma das alternativas que, potencialmente, poderá solucionar a baixa disponibilidade de forragem para a alimentação animal durante o período seco.

### **2.2.1 O tanino**

Devido ao fato de não apresentar uma proteção para as sementes, como, por exemplo, a palha do milho ou as glumas de trigo e da cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como uma defesa química contra o ataque de pássaros, patógenos e outros competidores (MAGALÃES, 2003). Segundo Van Soest (1994), os taninos são quaisquer compostos fenólicos de suficiente peso molecular, os quais contêm hidroxilas o bastante para formar fortes complexos com proteínas e outras moléculas, sintetizados em certas espécies de plantas como fatores de proteção contra a predação. Dos efeitos dos taninos, destacam-se a capacidade de inibir a atividade de certas enzimas e seus efeitos tóxicos contra certos grupos de bactérias ruminais, especialmente as celulolíticas (VAN SOEST, 1994).

Cummins (1971) menciona que uma das principais causas do menor desempenho animal quando alimentado com silagem de sorgo, em comparação com a silagem de milho,

seria a presença do tanino, responsável por reduzir tanto o consumo quanto a digestibilidade do alimento forrageiro.

Por outro lado, visto que os ruminantes necessitam em suas dietas de fontes de aminoácidos essenciais, pois são incapazes de sintetizar a cadeia de carbono dos mesmos, e que os microorganismos do rúmen, que são as fontes primárias de proteínas para os ruminantes, podem modificar o perfil original dos aminoácidos oriundos da dieta, então, a proporção da proteína dietética que é degradada e não-degradada no rúmen irá determinar a quantidade de proteína da dieta que chega ao duodeno e que estará disponível para absorção e utilização pelo animal. O fornecimento de aminoácidos protegidos com formaldeído, hidroxianálogos, ou taninos condensados advindos da dieta, passarão intactos no rúmen, sendo absorvidos no intestino delgado e serão de grande importância na alimentação de ruminantes, aumentando a sua produção e (ou) a proteína do leite.

Sendo assim, se a disponibilidade de aminoácidos para incremento da produção pode ser aumentada pela suplementação protéica ou de aminoácidos na dieta que pode escapar à fermentação ruminal, e que o grão de sorgo possui altos teores de proteína não-degradada no rúmen quando comparado com outros alimentos, então, o uso de dietas manipuladas de silagem de sorgo ou grão de sorgo com quantidade de tanino conhecida poderá ajudar no incremento da produtividade do rebanho.

### **2.3 Avaliação Químico Bromatológica**

O valor nutritivo de uma forrageira é definido como sendo a capacidade de fornecer os nutrientes que o ruminante necessita. Além desses nutrientes, levam-se em conta os teores de fibra e de lignina devido à associação negativa entre estes dois constituintes e o valor nutritivo da forragem. Quanto mais fibrosa e lignificada for a forrageira, menor será seu valor nutritivo para os bovinos.

Segundo Crampton, Apud Dias (2001), a qualidade de uma forrageira é função de sua composição química e de seu consumo pelos animais, além da digestibilidade de seus nutrientes.

Elizalde (1995), considera que a avaliação do valor nutritivo da silagem é melhor interpretada pela resposta do consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização de nutrientes digeridos.

De acordo com Van Soest (1984), a determinação das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Em primeiro lugar por compreenderem a maior fração da matéria seca da planta, e, em segundo, por constituírem a fração da planta menos digerida no trato digestivo e mais lentamente digerida no rúmen. Tanto a fibra em detergente ácido (FDA) quanto à fibra em detergente neutro (FDN) são correlacionadas com a digestibilidade, e conseqüentemente com o valor energético das forragens (VAN SOEST, 1994).

O FDN representa a fibra total dos alimentos para ruminantes e está associada com "enchimento" e densidade do alimento e, por isso, melhor correlacionada com o consumo e com a eficiência animal que com a digestibilidade. Alimentos com concentração elevada da fração fibrosa reduzem o consumo voluntário e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia. Isto ocorre pelo efeito de enchimento do rúmen antes que todos os nutrientes necessários aos animais sejam ingeridos, como também pela saturação da capacidade de ruminação, o que refletirá na limitação da produção do leite. Entretanto, uma quantidade mínima de fibra é essencial para manter um balanço adequado da fermentação ruminal, prevenir depressão no teor de gordura do leite e queda do pH ruminal. É por isso que a qualidade da fibra torna-se um fator muito importante na dieta de ruminantes, particularmente de vacas em lactação (MERTENS e DIAS, Apud DIAS, 2001). Assim, para que vacas de



elevada produção possam atingir o máximo de ingestão de MS, com alto pico de produção, a dieta deve conter alta energia e fibra suficiente para garantir o funcionamento normal do rúmen. (TEIXEIRA, 1992).

Borges, (1999), ressalta que silagens originárias de híbridos de sorgo com menor teor de FDN apresentaram tendência de maiores taxas de consumo voluntário, desde que não existam outros fatores envolvidos. Segundo Jung (1989), dentre as frações fibrosas da planta, o componente lignina é considerado indigestível e pode limitar a extensão da digestão, dependendo da sua concentração e composição estrutural.

Segundo Roston e Andrade (1992), os valores de digestibilidade da energia e da proteína de uma forragem são os principais parâmetros para avaliação do seu valor nutritivo. Entretanto, Milford (1996) relatou que o conteúdo e a digestibilidade da proteína bruta, bem como o consumo e a digestibilidade da matéria seca, são os critérios mais importantes para exprimir o valor nutritivo de gramíneas tropicais.

Os teores de MS e de PB da planta são fatores importantes no processo de ensilagem e na determinação do valor nutricional da planta (BORGES, 1997). Zago (1991) infere que híbridos de sorgo colhidos com teores de matéria seca abaixo de 30% impedem a produção de silagens de melhor valor nutritivo, devido a perdas durante o processo de ensilagem, contribuindo para um menor consumo voluntário pelos animais.

Muitos são os pontos de vista dos pesquisadores com relação às quais seriam os melhores parâmetros para avaliação dos alimentos, porém todos estão de acordo que as avaliações químicas bromatológicas são de suma importância para qualquer estudo de qualidade de alimento para animais de produção.

## **2.4 Determinação da Degradabilidade e Digestibilidade**

A população humana mundial aumentou consideravelmente a necessidade por alimentos de origem animal, o que forçou a sociedade científica a buscar métodos mais eficientes de produção. Para que isto fosse possível, foi necessário o estudo detalhado da composição dos alimentos, das necessidades do animal para cada componente deste alimento e da forma como os alimentos são utilizados pelos animais.

A digestão pode ser definida como o somatório de processos pelos quais macromoléculas são degradadas a compostos simples, os quais são absorvidos pelo trato gastrointestinal (TGI). Na digestão dos alimentos participam fenômenos de natureza química e física. Os processos físicos compreendem a atividade motora do trato gastrointestinal (TGI), o umedecimento e mistura do conteúdo, a mastigação, deglutição e ruminação. Os fatores químicos envolvem as secreções glandulares e enzimas do animal e a atividade enzimática bacteriana. (MARTINS, 2000).

Os primeiros trabalhos sobre perdas de nutrientes nas fezes, levando à avaliação do valor energético dos alimentos em termos de nutrientes digestíveis totais, iniciaram antes de 1860, sendo que, no ano de 1884, foi publicado, nos Estados Unidos, o boletim “Composição e Digestibilidade de Alimentos”, primeira publicação sobre experimentos de digestibilidade (TEIXEIRA, 1997). Desde então, o conhecimento da qualidade dos alimentos destinados aos ruminantes tem sido alvo de contínuas pesquisas, cujos objetivos básicos são as predições mais exatas dos valores nutritivos e disponibilidade dos nutrientes, que atendam as exigências nutritivas dos animais, de acordo com as suas necessidades de manutenção, crescimento, produção e reprodução (OLIVEIRA, 2001).

Os ruminantes utilizam os alimentos mediante a fermentação ruminal e a digestão intestinal. A retenção dos alimentos no rúmen-retículo submete-os a ação das comunidades microbianas, cujas ações de digestão e fermentação têm dificultado a predição do desempenho animal a partir dos componentes da dieta (MALAFAIA e VIEIRA, 1997). A manipulação da

proporção entre a quantidade de nutrientes que fica disponível aos microorganismos ruminais e a quantidade que escapa da fermentação ruminal tem promovido diferentes respostas no desempenho animal (NOCEK, 1988). O coeficiente de digestibilidade é um dos principais parâmetros para se avaliar um volumoso, pois fornece uma noção do aproveitamento das diversas frações do alimento (MARTINS, 2000).

As metodologias usadas tradicionalmente na avaliação nutricional dos alimentos para ruminantes, vêm se complementando e evoluindo com surgimento de novas técnicas (OLIVEIRA, 2001), podendo-se estimar a taxa de degradação ruminal dos nutrientes pelos métodos “in vivo”, “in situ” e “in vitro” (MALAFAIA e VIEIRA, 1997; OLIVEIRA, 2001).

#### **2.4.1 Técnica “in vivo”**

As metodologias “in vivo” determinam a degradação dos alimentos pela mensuração da quantidade de nutrientes que chegam ao abomaso ou duodeno proximal, considerando-se a quantidade dos nutrientes ingeridos pelo animal (OLIVEIRA, 2001). A determinação da digestibilidade do nutriente pós-ruminal exige animais fistulados no abomaso ou duodeno. A utilização do sistema “Stop-gate” com cânulas “T” tornam sua utilização mais fisiológica que as demais técnicas, onde o fluxo é desviado para o exterior e então retorna ao animal exigindo a marcação da amostra e a utilização de marcadores de fase sólida e líquida (NOCEK, 1997). a determinação da proteína microbiana e a necessidade de se eliminar a produção de proteína endógena (TEIXEIRA, 1997; OLIVEIRA, 2001). Somado a esses fatores está o alto custo, a necessidade de muitos animais preparados cirurgicamente e os transtornos para a manutenção destes, grande quantidade de alimentos, sendo que os animais devem ser alimentados com a dieta em estudo, longo tempo, exigindo-se no mínimo duas semanas para a adaptação antes do início das amostragens e árduo trabalho experimental, com necessidade de um grande número de coletas de material e subsequente análise laboratorial. Estes fatores constituem fontes de grande variação, o que conduziu ao desenvolvimento de outros procedimentos para estimar a degradação dos alimentos (TEIXEIRA, 1997; OLIVEIRA, 2001).

#### **2.4.2 Técnica “in vitro”**

Os ensaios “in vivo” envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais adequados para determinar o valor nutricional dos alimentos utilizados na nutrição dos ruminantes. Entretanto, os mesmos requerem considerável uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e alto custo financeiro, limitando assim a sua aplicabilidade. Como consequência, várias técnicas “in vitro” vêm sendo utilizadas como opção (MAURÍCIO, 2003). Estes sistemas permitem avaliar rapidamente os alimentos, a baixo custo e sem a dificuldade de manutenção de animais fistulados, desde que as condições de pH, anaerobiose e solução-tampão garantam a continuidade do processo fermentativo.

O método “in vitro” mais utilizado para prever a digestibilidade é a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), que consiste na incubação de pequena quantidade de alimento (0,5g) com 10 ml de fluido ruminal e 40 ml de solução tampão, em pequenos frascos, sob condições anaeróbicas por 48 h, seguida de uma digestão com pepsina e ácido fraco (pH 2) por mais 48 horas para simular a digestão animal. O resíduo indigestível, neste caso, inclui resíduos bacterianos e outros materiais insolúveis em pepsina.

Esta estimativa de digestibilidade através da incubação em meio de cultura tem grande valor prático na alimentação de ruminantes, porém apresentam os inconvenientes de se eliminar a população bacteriana aderida à partícula no processo de filtração do material além de inviabilizar microorganismos sensíveis quando retirados do ambiente ruminal (VAN SOEST, 1994). Outros fatores como a qualidade da dieta, nível de consumo de matéria seca e

água, tempo de retenção da digesta, ciclo de ruminação e taxa de fermentação ruminal interferem na digestibilidade e são interdependentes. Fatores de ordem individual dos animais, manejo, efeito associativo e apresentação física dos alimentos, temperatura ambiente e lignificação podem, ainda, interferir na digestibilidade da fração fibrosa e da matéria seca (MARTINS, 2000).

Os métodos para estudar a digestibilidade ruminal dos alimentos, apesar de serem utilizados a muitas décadas, nos últimos anos têm se desenvolvido consideravelmente. O interesse dos pesquisadores da área tem sido direcionado ao aperfeiçoamento de técnicas laboratoriais existentes, bem como à produção de técnicas mais precisas.

As metodologias “in vitro” não são capazes de estimar todos estes aspectos da digestibilidade “in vivo”. Algumas possibilitam a determinação da degradabilidade potencial (TILLEY E TERRY, 1963) e outras a degradabilidade potencial e as taxas de degradação (“in situ”). Devido as facilidades laboratoriais, ao menor tempo de execução e as dificuldades na manutenção dos animais, as metodologias “in situ” e “in vitro”, vem sendo muito utilizadas em estudos de digestibilidade.

#### **2.4.3 Técnica “in situ”**

Os inconvenientes na utilização da técnica “in vitro” e “in vivo” fizeram com que os interesses dos pesquisadores se voltassem para a técnica “in situ”. Proposta por Mehrez e ØRSKOV (1977), ela consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos, acondicionados em sacos de náilon e incubados no rúmen, por períodos variáveis, considerando-se que este desaparecimento corresponde à degradação. Dessa forma, pode-se avaliar a qualidade dos alimentos através da determinação da quantidade de amostra que é digerida e a taxa pela qual essa digestão ocorre.

A justificativa para o uso do método “in situ” é baseada no conceito de que as interações dinâmicas animal-dieta são importantes e a popularidade da técnica está ligada a sua rápida e fácil execução, requerendo pequena quantidade da amostra de alimento (NOCEK, 1988), além de ser um método econômico, permite a determinação da taxa de degradação no rúmen, dos vários constituintes do alimento (OLIVEIRA, 2001).

A suspensão de alimentos dentro do rúmen permite o contato íntimo do alimento teste com o meio ruminal, não existindo caminho melhor para simular o ambiente ruminal dentro de um determinado regime alimentar (temperatura, pH, substrato tampão, enzimas). Entretanto, não obstante o ambiente ruminal, o alimento não está sujeito a todos os fenômenos associados à ruminação, quais sejam, mastigação, ruminação propriamente dita e trânsito da digesta (NOCEK, 1997 e TEIXEIRA, 1997).

A técnica “in situ” permite que a degradação potencial seja corrigida em função da taxa de passagem e estima a degradabilidade efetiva no rúmen. É possível, ainda, determinar a fração “A”, solúvel e imediatamente disponível no rúmen; a fração “C”, indisponível e a fração “B” potencialmente degradável (ØRSKOV e Mc DONALD, 1979).

Esta técnica tem sido utilizada por muitos anos e é base para a predição da digestão em vários sistemas. Porém, também tem sido sujeita a uma avaliação intensa e críticas com relação a muitos fatores inerentes que influenciam a digestão, como por exemplo, o tamanho do poro do tecido usado na confecção da bolsa, o tamanho da partícula e a quantidade de amostra (NOCEK, 1997). Sendo assim e devido a sua ampla utilização, pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de se estabelecer padrões apropriados e uniformizar a técnica “in situ” visando à obtenção de repetibilidade aceitável dos resultados (TEIXEIRA, 1997). Para habilitar a utilização de dados das tabelas de alimentos de diferentes laboratórios e usá-las para interpretar resultados de experimentos de produção em diferentes países, é necessário um procedimento de padronização da técnica de determinação da degradabilidade dos alimentos

(MADSEN E HVELPLUND, 1994). Deste modo, serão citados diversos fatores que afetam a técnica da degradabilidade, além de alguns padrões recomendados para sua adequada execução (Quadro 2).

A porosidade apropriada é um ajuste entre permitir o influxo de populações microbianas para degradar o alimento teste, limitando o influxo de conteúdo ruminal, não associado com o alimento teste, enquanto, ao mesmo tempo, limita a saída de partículas alimentares não degradadas do saco. Inerente a técnica é a perda solúvel e “mecânica” de partículas do alimento teste antes mesmo da incubação ruminal, que pode representar uma proporção considerável de nutrientes, particularmente o N de forragens fermentadas. Várias pesquisas têm optado pela utilização de uma lavagem pré-incubatória para quantificar e remover essa fração (NOCEK, 1997).

Os limites da porosidade do material utilizado na confecção dos sacos são difíceis de determinar e são mais dependentes, provavelmente, do tamanho da partícula da amostra e da natureza e tipo do alimento pesquisado. A porosidade de 40 a 60  $\mu\text{m}$  parece ser um bom ajuste com respeito ao influxo microbiano e de conteúdo e defluxo de material digerido.

Outro fator de possível variação é a forma física do alimento na incubação, sendo discutível se o material preparado para o estudo “in situ” deveria imitar a forma como é consumido ou imitar a forma após a mastigação e apresentação no rúmen. Devido aos sacos utilizados nos estudos de digestão “in situ” não serem mastigados ou ruminados, a fermentação ruminal e o desgaste pela atividade ruminal são os únicos meios nos quais ocorre a redução da partícula. (NOCEK, 1997). Em relação a este fato, a moagem e a uniformidade aumentam a superfície, por unidade de peso, da amostra acessível aos microorganismos, refletindo em menores variações da taxa de degradação, visto que geralmente, materiais longos e grosseiros estão associados com menores taxas de digestão e maior variação. Contudo, materiais finamente moídos estão sujeitos a maiores perdas mecânicas dos sacos (resultando, algumas vezes, em taxas de digestão rápidas e irreais) apesar da variação ser mais controlada (NOCEK, 1997; OLIVEIRA, 2001). Sendo assim, é difícil definir qual o tamanho de partícula é mais apropriado para ser utilizado nos estudos “in situ”, uma vez que há pouca informação disponível para identificar tamanho de partículas para uma faixa ampla de alimentos mastigados, sendo necessários mais estudos para determinar a extensão da redução do tamanho da partícula de forragem sobre a acurácia (comparado com estudos “in vivo”) das medições da digestão (NOCEK, 1997; NOCEK, 1988). Assim, para este pesquisador, o tamanho de partículas para amostras de suplementos protéicos e energéticos deve ser 2 mm, enquanto que alimentos fibrosos devem ser moídos em peneira de 5 mm.

A taxa de passagem é outro fator que afeta significativamente a degradação no rúmen, principalmente para alimentos contendo grande quantidade de material degradável com baixa taxa de degradação (RODRIGUEZ, 1986). Assim, a degradação do alimento nos compartimentos do trato gastrointestinal é resultante de dois parâmetros competitivos, que atuam simultaneamente: a taxa de passagem e a taxa de degradação (ORSKOV, 1982). Dessa forma, caso a taxa de passagem não seja considerada, ocorre uma superestimação da degradação ruminal, pois o alimento fica retido no rúmen. O ARC considera as taxas de passagem de sólidos de 2, 5 e 8% por hora para baixo, médio e alto consumo, respectivamente. A taxa de passagem de 2%/h é indicada para bovinos e ovinos em manutenção; a de 5%/h para vacas leiteiras de pequena produção (menos de 15 kg de leite por dia), e para bovinos de corte e ovinos em crescimento, alimentados à vontade com dietas mistas; enquanto a taxa de 8%/h é adequada para vacas de alta produção (> 15 kg de leite/dia) alimentadas com dietas mistas.

**Quadro 2.** Recomendações para o procedimento da digestão ruminal “in situ”.

VARIÁVEL	RECOMENDAÇÃO
Porosidade do Saco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 a 60 <math>\mu\text{m}</math></li> </ul>
Tamanho da Partícula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplementos protéicos e energéticos. 2 mm</li> <li>• Grãos de cereais inteiros, subprodutos fibrosos, 5 mm.</li> <li>• Fenos (&gt; 80% de MS), 5 mm.</li> <li>• Silagens (secas ao ar para 60-70% de MS. ou secas ao frio e então moídas), 5 mm.</li> <li>• Descrever o tamanho da partícula (peneira) se não for moído.</li> </ul>
Relação quantidade de amostra por área superficial do saco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 a 20 <math>\text{mg}/\text{cm}^2</math>.</li> </ul>
Contaminação microbiana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem considerar o marcador utilizado (DAPA<sup>1</sup>, RNA, N<sup>15</sup>, S<sup>35</sup>, etc.) a correção deve ser utilizada, principalmente, para forragens de baixa qualidade.</li> </ul>
Dieta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentar segundo as exigências do animal.</li> <li>• Documentar a composição da ração.</li> <li>• Alimentar com proporções de forragem: concentrado de acordo com às exigências do animal.</li> <li>• Fornecer os ingredientes da dieta basal que serão testados.</li> <li>• Fornecer uma ração total, à vontade.</li> </ul>
Animal/Período	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar o tipo de animal para o qual as determinações serão utilizadas.</li> <li>• Pelo menos duas repetições no tempo devem ser utilizadas se um animal é utilizado.</li> <li>• Inserir os sacos em um mesmo tempo em relação à alimentação de cada animal e período.</li> </ul>
Incubação Pré-ruminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mergulhar os sacos em água ou solução tampão antes da incubação ruminal.</li> </ul>
Inserção dos Sacos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserir em um determinado intervalo de tempo e retirar todo o grupo.</li> </ul>
Lavagem Pós-ruminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavar em água corrente até a água ficar clara (aproximadamente 90 segundos/saco com moderada manipulação).</li> </ul>
Tempos de Incubação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 6 h: 3 a 6 tempos</li> <li>• 6 a 24 h: 3 a 6 tempos</li> <li>• 25h: intervalos de 6 a 12 h</li> </ul>
Ingrediente Padrão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um saco por cada tempo de incubação, inseridos com o alimento teste.</li> </ul>
Expressão dos Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar a disponibilidade ruminal por ORSKØV e Mc Donald (1986) ou Van Soest, et. al. (1982).</li> </ul>

<sup>1</sup>DAPA = ácido diaminopimélico. (Nocek, J. E., 1997).

A quantidade ideal de amostra é aquela que fornece resíduo, no final do período de incubação, suficiente para as análises químicas, sem encher demais o saco, o que atrasaria o ataque bacteriano, aumentando o tempo de colonização e subestimando as taxas de digestão.

Mehrez E Orskov (1977) consideram a relação entre quantidade de amostra e área superficial do saco como o fator mais importante na variabilidade de desaparecimento do

material dos sacos incubados juntos. Quando a quantidade da amostra é aumentada em bolsas de tamanho constante, a digestibilidade “in situ” é diminuída, pois os alimentos tendem a tornar-se mais compactados, formando um micro ambiente dentro do saco, restringindo então o fluxo de fluido ruminal e o contato deste com as partículas do alimento e, desta forma, reduzindo a taxa de digestão, especialmente nos períodos iniciais da incubação (NOCEK, 1997; OLIVEIRA, 2001). A relação quantidade da amostra por superfície do saco também fornece um parâmetro da quantidade de amostra apropriada para comparações entre laboratórios. Nocek (1988) cita ainda que um limite na relação entre quantidade de amostra e área superficial de 10 a 20 mg/cm<sup>2</sup> deveria ser utilizado para a maior parte das forragens e concentrados.

A quantidade exata da amostra e dimensão do saco a ser incubada dependerá da amplitude potencial da digestão ruminal de um determinado ingrediente ou forragem em relação aos tempos de incubação ruminal e do número de análises químicas que se deseja conduzir com o resíduo (NOCEK, 1997).

A dieta é o maior fator a determinar a quantidade e os tipos de microorganismos presentes no ambiente ruminal e, portanto, a taxa e a extensão da digestão dos nutrientes da dieta. Por exemplo, fornecendo dietas com altos níveis de concentrados (carboidrato altamente fermentável) a fermentação de açúcares solúveis e amido é mais rápida, reduzindo o pH ruminal e causando uma troca fundamental para uma população mais amilolítica às custas de uma celulolítica e de protozoários. As amostras dos alimentos colocados em sacos de náilon e suspensos no rúmen estão em contato íntimo com os microorganismos ruminais e por isso será percebida, provavelmente, uma influência sobre a taxa e extensão da digestão da amostra (NOCEK, 1997).

Outros fatores, tais como cristalinidade da fibra, local de disponibilidade por superfície de ataque e estrutura física podem influenciar também a taxa e a extensão da digestão (WEAKLEY, 1983). Esses autores postularam que juntamente com fatores microbianos, os fatores físicos, associados com o feno e dietas a base de forragens, podem contribuir para aumentar a digestão, tais como menor entupimento dos poros dos sacos pelo muco bacteriano associado com dietas altamente concentradas, ação abrasiva entre superfície do saco e material fibroso de dietas com altos níveis de forragens e diferenças de pressões exercidas sobre as amostras dos alimentos associados com ação de mistura proveniente das contrações ruminais.

Stensig *et al.* (1994) observaram que a adição de concentrado na dieta tende a diminuir o tempo de colonização, denominado de “lag time”. Portanto, se as dietas com altos níveis de concentrados deprimem a digestão da fibra, então a digestão do N poderá também ser deprimida. Isto ocorre porque altos níveis de inclusão de açúcares ou amido na dieta estão associados, freqüentemente, com redução do pH ruminal e conseqüente mudança na população microbiana do rúmen. NOCEK (1997) ressalva que a contaminação bacteriana dos resíduos pode influenciar essa interpretação e que, portanto, as concentrações de N e de energia da ração fornecida para a vaca fistulada, provocam um efeito variável sobre os resultados da digestão “in situ” (NOCEK, 1997).

Assim, de acordo com AFRC (1993), a dieta deve ser similar ou conter o material que está sendo avaliado. Além disso, a dieta basal deve garantir os requerimentos de N e energia da microflora, sem, no entanto, estar em excesso, ou seja, os animais devem ser alimentados no nível de manutenção e dessa forma, atender as exigências dos modelos em uso de que as taxas cinéticas fracionais sejam constantes. Além disso, requerimentos de fibras longas na dieta devem ser preenchidos para manter as forças abrasivas que são necessárias para manter um fluxo ótimo entre o rúmen e o interior dos sacos.

A técnica de digestão “in situ” tem sido utilizada em diversas espécies de animais incluindo vacas, novilhas, ovelhas, cabras e cavalos e está limitada, somente pela necessidade

cirúrgica da fístula. Espécies mais comumente utilizadas são os bovinos e os ovinos. Siddons e Paradine (1983), compararam carneiros com novilhos, alimentados com dietas iguais para manutenção e observaram que os carneiros produzem maior quantidade de amônia ruminal que os novilhos, menor quantidade de ácidos graxos voláteis e pH ruminal e taxa de diluição do fluido ruminal similares. Apesar da atividade de degradação da proteína não ser diferente entre as espécies, a degradação ruminal “in situ” de vários alimentos foi maior nos carneiros. Para ambas as espécies, entretanto, a classificação da degradabilidade do alimento foi similar. Poppi, Apud Nocek (1997) indicou que diferenças específicas na digestibilidade podem estar relacionadas ao tempo de retenção ruminal.

Dentro de espécies, diferenças relacionadas ao sexo e estado fisiológico são também fontes potenciais de variação. Estudos específicos têm tratado das diferenças nos parâmetros ruminais associados com a idade, gestação e estágio de lactação. Muitas dessas diferenças podem estar relacionadas ao tipo específico da dieta, associado com um específico estado fisiológico, e podem influenciar outros fatores ruminais diferentes da digestão. Em qualquer situação, cautela deve ser tomada quando se comparam as taxas de digestão em animais diferentes. Talvez a consideração mais pertinente e importante dentro de um laboratório seja a variação potencial entre animais do mesmo estado fisiológico e essa variação associada com o tempo (NOCEK, 1997), já que a variação é um componente natural de qualquer sistema biológico. Seria por essa razão conveniente o pesquisador utilizar o tipo de animal, no qual os resultados serão aplicados.

Segundo Nocek (1985), a seqüência de incubação dos sacos pode também influenciar as taxas de digestão. Quando comparou os efeitos da colocação de todos os sacos no rúmem de uma só vez e remoção a diferentes intervalos de tempo e a introdução dos sacos em uma seqüência reversa e remoção de todos de uma só vez, o primeiro procedimento resultou em menores taxas de digestão. As razões podem estar associadas com a interrupção do processo de digestão quando os sacos os quais não se deseja interromper o processo digestivo são retirados e então re-inseridos no rúmem. Além disso, a lavagem final de um grupo individual de sacos pode causar mais variação do que quando todos os sacos são retirados e lavados de uma só vez.

Sampaio (1988) adverte que a manipulação indevida dos animais pode influenciar no tempo para retirada dos sacos de náilon e assim, afetar o resultado do experimento.

Devido ao contato íntimo das partículas do alimento teste com a microflora ruminal, a contaminação potencial com os constituintes microbianos é um obstáculo inerente e fonte de variação associado com a estimativa da verdadeira digestibilidade do nutriente dos alimentos pela técnica “in situ”. Diversas pesquisas demonstraram a presença de contaminação microbiana nos resíduos dos alimentos após a suspensão ruminal; entretanto, o grau de contaminação pareceu variar (NOCEK, 1997). NOCEK e GRANT Apud NOCEK (1997) mostraram redução na digestão, no tempo de colonização e na quantidade de resíduo indigerível e taxas mais rápidas de digestão de nitrogênio quando as forragens foram corrigidas para a contaminação de N-bacteriano. Citaram ainda que diversas pesquisas tem demonstrado que a contaminação bacteriana aumenta curvilinearmente com o tempo de incubação, sugerindo que a bactéria ataca de forma contínua as partículas até um determinado tempo de exposição ruminal, após o qual, o ataque parece estar em função do local de ataque (locais que estão sendo degradados) ou do substrato disponível. Somado ao tamanho da partícula, o aumento do tamanho do poro do saco pode causar um aumento significativo na contaminação.

A lavagem dos sacos após a incubação ruminal tem dois objetivos: parar a atividade microbiana e retirar o líquido ruminal do resíduo de alimento. No entanto, não existe uma padronização do procedimento de lavagem, o que pode ocasionar uma variação dos valores de digestibilidade “in situ”. Nocek (1988) recomenda que a lavagem dos sacos pós incubação

ruminal deve ser feita em água corrente até a água ficar clara, ou seja, lavar por aproximadamente 90 segundos/saco com moderada manipulação. Já Madsen e Hvelplund (1994), recomendam lavagem dos sacos com água fria por 10 a 15 minutos utilizando-se uma máquina automática para padronizar a técnica.

Segundo Nocek (1988), a necessidade de lavagem de amostra após a incubação foi baseada na suposição de que qualquer material que alcança por influxo o interior da bolsa pode ser lavado e que qualquer partícula alimentar removida, ou é solúvel ou é degradada.

O acúmulo de gás dentro dos sacos é outro fator que afeta negativamente a degradabilidade “in situ” dos alimentos. A inibição do metabolismo microbiano e a redução do fluxo de líquido ruminal para dentro das bolsas pode ocorrer em consequência de uma flutuação destes sacos dentro do rúmen ocasionado por uma produção e acúmulo de gases provenientes da fermentação bacteriana das amostras, o que afeta, assim, os valores da digestibilidade “in situ” da amostra, dietas com altas proporções de concentrado predispõem ao acúmulo de gás nas bolsas.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Ensaio de Produção de Matéria Seca e Composição Químico Bromatológica das Silagens de Vinte e Cinco Híbridos de Sorgo

Vinte e cinco híbridos de sorgo, sendo vinte e dois híbridos avançados (em pré-lançamento) participantes do Ensaio Nacional de Sorgo Forrageiro, obtidos nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, Minas Gerais e três híbridos comerciais (Tabela 1), foram plantados na área da Embrapa Gado de Leite/Campos Experimental Santa Mônica (CESM) no município de Valença, Estado do Rio de Janeiro,

##### 3.1.1 Local e duração

O Campos Experimental Santa Mônica, está situado em Barão de Juparanã no município de Valença, Região Centro Sul do estado do Rio de Janeiro (22°11'S de latitude, 43°41'W de longitude) no período de quatro de novembro de dois mil e três a onze de fevereiro de dois mil e quatro. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, ou seja, tropical quente, com chuva periódica e inverno seco.

##### 3.1.2 Plantio

O plantio foi efetuado em solo aluvial distrófico com textura argilosa, no dia quatro de novembro de dois mil e três, em canteiros de cinco metros e cinco linhas com espaçamento de setenta centímetros, sendo utilizadas aproximadamente quinze sementes por metro linear. No momento do plantio foi realizada uma adubação em linha com trezentos e cinquenta quilos por hectare de adubo N-P-K (8-28-16 mais 0,5 de zinco).

##### 3.1.3 Colheita

O corte do material se deu a uma altura de dez centímetros do solo, no período de seis a onze de fevereiro de dois mil e quatro, aproximadamente cem dias após o plantio, sendo colhido nas três linhas centrais das parcelas.

##### 3.1.4 Cálculo da produção de matéria seca e ensilagem

Após o corte os materiais foram imediatamente pesados para a determinação da produção/hectare. A estimativa de produção de matéria seca/ha foi feita multiplicando o peso fresco de cada parcela pela área da parcela experimental e pelo teor médio de matéria seca referente às três amostras de cada parcela.

As plantas inteiras foram picadas em picadeira, homogeneizadas, e retiradas amostras de aproximadamente quatrocentos gramas, que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, até a estabilização do peso, o que se deu em aproximadamente setenta e duas horas. Após a retirada da estufa e permanência das amostras em condições ambientes por aproximadamente uma hora, as mesmas foram pesadas para determinação da amostra seca ao ar (ASA) e processadas em moínho Willey (peneira com malha de 1 mm) para determinação da amostra seca em estufa (ASE).

O restante do material foi imediatamente ensilado em silos experimentais feitos de PVC, com dez centímetros de diâmetro e cinquenta centímetros de comprimento e capacidade para aproximadamente três quilos de silagem, prensados com a ajuda de um pêndulo e

fechados com tampas de borracha dotadas de válvula tipo bunsen e vedados com abraçadeiras. Os silos foram transportados para o Laboratório de Digestibilidade da Embrapa Gado de Leite/Campos Experimental de Coronel Pacheco (CECP), no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, onde ficaram armazenados até o momento da abertura.

**Tabela 1.** Números de identificação dos tratamentos (híbridos) para cada um dos híbridos de sorgo testados.

TRATAMENTOS	Nome da Variedades
1	369095
2	369089
3	369113
4	369167
5	369117
6	IF305
7	Volumax
8	BRS 610
9	369085
10	369059
11	369045
12	369267
13	369203
14	369247
15	369207
16	369163
17	369253
18	369255
19	369263
20	369265
21	369245
22	369237
23	369251
24	369249
25	369235

### 3.1.5 Composição química bromatológica.

Após sessenta dias, os silos foram abertos, aproximadamente dois centímetros de cada extremidade foi descartada o material foi homogeneizado e pesado, sendo quatrocentos gramas de cada amostra colocada em saco de papel e seca em estufa de ventilação forçada a 55°C até que tivesse seu peso constante, o que se deu em um período de aproximadamente setenta e duas horas. O restante do material foi acondicionado em sacos plásticos e congelados em câmara fria a menos 70°C, para futuras análises.

Uma parcela de cada amostra seca foi moída em micromoinho do tipo Thomas Willey em peneira de um milímetro para a determinação da matéria seca total do sorgo (MST Sor) e da silagem (MST Sil), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutra (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e em malha de cinco milímetros para a determinação da degradabilidade “in situ” da matéria seca (DISMS), ambas nos laboratórios da Embrapa Gado de Leite.

Nas amostras pré-secas foram determinados os níveis de proteína bruta (PB) pelo método Kjeldhal (AOAC, 1980) e os componentes da parede celular (FDN, FDA, celulose e lignina) pelo método seqüencial (VAN SOEST *et al.*, 1991).

Para determinação da DIVMS foi utilizado o método proposto por Tilley e Terry (1963).

O tanino condensado foi determinado pelo método de quantificação Butanol – HCl, segundo Porter (1978), Apud Carneiro (2003).

### **3.1.6 Análises estatísticas**

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado. O modelo matemático utilizado foi o  $y_{ij} = m + c_i + r_j + e_{ij}$ . Os dados foram rodados utilizando-se a função ANOVA2 do programa MSTAT versão 4.0 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

## **3.2 Ensaio de Degradabilidade “*in situ*”**

### **3.2.1 Local e duração**

O experimento com os animais foi conduzido nas dependências da Embrapa Gado de Leite em Coronel Pacheco, MG, e as análises químicas realizadas nos laboratórios da Sede da mesma instituição em Juiz de Fora, MG. O período experimental foi do dia dois ao dia vinte e um de junho de dois mil e cinco totalizando dezenove dias, sendo quinze dias de adaptação e quatro dias de incubação.

### **3.2.2 Animais utilizados**

Foram utilizadas três vacas, previamente vermifugadas, fistuladas no rúmex, mestiças holandês x zebu, no terço inicial da lactação, com média de produção de leite de 17,3 quilos, média de peso de 505,3 quilos e idade média de quatro anos e meio.

### **3.2.3 Instalações**

As vacas foram alojadas em curral semi-aberto, dotado de comedouros individuais do tipo “Calant-Gate”, bebedouro tubular com bóias de controle de nível e cocho para fornecimento de sal mineral.

### **3.2.4 Alimentação**

Os animais foram arraçoados com silagem de milho à vontade misturada a um concentrado comercial com 16% de proteína bruta, na quantidade de aproximadamente 4 kg/animal/dia, além de mistura mineral comercial disponível no cocho, e água. O fornecimento dava-se uma única vez ao dia, às 8:00 horas, respeitando o manejo que da fazenda. A quantidade fornecida foi pesada e ajustada durante o período de adaptação de forma a permitir uma sobra diária de aproximadamente 10% por animal.

**Tabela 2.** Média da composição bromatológica da ração oferecida e de seus ingredientes.

Alimentos	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Silagem	87.7	7.27	18.06	27.54
Concentrado	89.2	16,0	-	-

**Tabela 3.** Composição da mistura mineral comercial fornecida.

Elemento	g/kg	Elemento	mg/kg
Fósforo (P)	70,0	Cobre (Cu)	700,0
Cálcio (Ca)	90,0	Zinco (Zn)	5400,0
Magnésio (Mg)	15,0	Cobalto (Co)	50,0
Enxofre (S)	20,0g	Flúor (F)	906,0
Sódio (Na)	200,0	Manganês (Mn)	1300,0
		Iodo (I)	180,0
		Selênio (Se)	40,0

### 3.2.5 Preparação dos sacos para incubação

Foram utilizados sacos de náilon de 10 x 20 cm e tamanho médio dos poros de aproximadamente 60  $\mu$ m. Cada saco contendo 5 g da amostra a ser estudada, previamente moída a 5 mm. Para determinação dos pesos dos sacos, os mesmos foram previamente secos, em estufa ventilada por quarenta e oito horas, retirados e resfriados em dessecador por trinta minutos e seus pesos registrados com o auxílio de balança de precisão. Os sacos com amostras eram sorteados e atados através de uma borracha elástica a um aro metálico (2 cm de diâmetro), que era preso a uma presilha de contenção, que por sua vez se prendia a uma corrente. A corrente era ligada por uma corda de náilon (3 mm de diâmetro e 20 cm de comprimento) a um cilindro de 300 gramas de peso (8 x 3 cm) que funcionava como âncora.

### 3.2.6 Incubação ruminal

Os tempos de incubação utilizados foram 6, 24 e 96 horas segundo esquema proposto por Sampaio (1988). Cada animal continha todos os tratamentos em todos os tempos de incubação, de forma que os animais eram as repetições, ou seja, os três animais receberam um saco, contendo cinco gramas de material, correspondente a cada um dos vinte e cinco híbridos (amostras) para cada tempo de incubação (6h, 24h e 96h).

Imediatamente após retirados do rúmen, os sacos eram imersos em água gelada e posteriormente lavados, em máquina de lavar por dois ciclos completos, de forma que todos os saquinhos sofreram a mesma manipulação.

### 3.2.7 Determinação do desaparecimento da matéria seca

Após a lavagem, os sacos eram levados à secagem em estufa de ventilação forçada por 48 horas, sendo então, transferidos para dessecador por trinta minutos e pesados. Descontando-se o peso dos sacos vazios e limpos, determinou-se o desaparecimento da matéria seca no rúmen. Após este procedimento, o material restante nos sacos, de um mesmo híbrido e período de incubação, foi transformado em um “pool” homogêneo, moído em

peneira de 1 mm para que se precedessem as análises de matéria seca em estufa a 105°C (AOAC, 1980).

### 3.2.8 Determinação do tempo de colonização

Procedeu-se a determinação do tempo de colonização ou tempo zero ( $t_0$ ) a partir da colocação, nos sacos de náilon, de mesma quantidade de amostra utilizada para os demais horários de incubação, os quais foram fechados e lavados também por dois ciclos completos, em máquina de lavar automática. Foram então, secos em estufa ventilada por setenta e duas horas. Após a retirada da estufa os materiais foram transferidos para dessecadores por trinta minutos e depois pesados e descontados os pesos dos sacos vazios e limpos. Dessa forma, quantificou-se a fração solúvel de cada alimento. Empregaram-se três repetições por tratamento (híbrido).

### 3.2.9 Metodologia dos cálculos

Os dados do desaparecimento da matéria seca foram rodados no SAS (Statistical Analysis System), por tratamento, usando os animais como repetições. Na confecção dos gráficos foram utilizados a planilha e o assistente de gráficos do Microsoft Excel.

As equações de degradabilidade foram determinadas a partir do modelo proposto por Orskov E McDonald (1979), com as simplificações efetuadas por Sampaio (1988), conforme segue abaixo:

$$Dg = A - B.e^{-ct} \quad (1), \text{ onde:}$$

$Dg$  é a porcentagem de degradação após um tempo  $t$ ;

$A$  é a porcentagem máxima de degradação do material contido no saco de náilon;

$B$  é um parâmetro sem valor biológico de interesse. Se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação dos microrganismos;

$c$  é a taxa constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon; e

$t$  é o tempo de incubação no rúmen.

Os cálculos das degradabilidades efetivas (DE) foram feitos conforme Ørskov & McDonald (1979), utilizando as taxas de passagem apresentadas no ARC (1980) de 2, 5 e 8%/hora.

### 3.2.10 Análises de resultados.

Os parâmetros de degradação ruminal "in situ" foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, utilizando o procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIM) do SAS (1997). Os dados de degradação parcial de cada híbrido de sorgo foram ajustados segundo a equação utilizada por Sampaio *et al.* (1995), utilizando, simultaneamente, as três repetições disponíveis. A discussão dos resultados será feita pela comparação das estimativas dos parâmetros de degradação ruminal "in situ" de cada híbrido.

### 3.3 Ensaio de Digestibilidade “in vitro”

#### 3.3.1 Local e duração

O ensaio foi realizado nas instalações do laboratório de digestibilidade da Embrapa Gado de Leite, situada no município de Coronel Pacheco, M.G., no período de 20 a 24/06/2005.

#### 3.3.2 Coleta de líquido ruminal

Para coleta de líquido ruminal foi utilizado um animal fistulado, participante do ensaio de degradabilidade deste mesmo trabalho, que se encontrava em dieta de adaptação a um período de dez dias. Para este procedimento foi utilizada uma bomba de vácuo que levou o líquido do rúmem diretamente a garrafa térmica, previamente aquecida com água quente a fim de se evitar choque térmico. No laboratório este líquido foi filtrado, passando diretamente da garrafa térmica para recipiente também aquecido em banho maria.

#### 3.3.3 Preparação dos tubos

A determinação da digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) se deu pelo método de dois estágios, conforme Tilley e Terry (1963). Aos tubos contendo 0,5 gramas da amostra foi adicionado quarenta mililitros de saliva artificial e dez mililitros de líquido ruminal, ambos em temperatura adequada. Após a adição da solução, foi injetado CO<sub>2</sub> nos tubos, que eram imediatamente vedados e levados a estufa de digestão a 39°C por quarenta e oito horas, quando foram retirados para adição de quatro mililitros de ácido clorídrico a quatro por cento e dois mililitros de pepsina a cinco por cento e recolocados na estufa por mais quarenta e oito horas. Após a digestão, o material foi retirado da estufa, filtrado em papel filtro e levados a estufa para secagem por setenta e duas horas para então ser resfriado em dessecador e pesado.

**Tabela 4.** Composição da saliva artificial.

Componente	g/L de solução
NaHCO <sub>3</sub>	9,8
KCl	0,57
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	3,71
NaCl	0,47
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O + 1 mL/L de CaCl <sub>2</sub>	0,12

**Tabela 5.** pH nas diferentes fases da digestão.

Componentes	pH
Saliva Artificial	7,16
Líquido Ruminal	6,57
Mistura Saliva + Líquido Ruminal	6,69
Mistura HCl 4% + Pepsina 5%	1,74

### **3.3.4 Determinação do desaparecimento da matéria seca**

Na determinação do desaparecimento da matéria seca os pesos dos papéis filtro foram previamente registrados. Para isto os papéis filtro foram colocados em estufa de ventilação forçada por vinte e quatro horas, quando foram retirados e resfriados em dessecador por aproximadamente uma hora e então pesados em balança eletrônica de precisão.

Determinou-se então o desaparecimento da matéria seca, descontando-se o peso final dos papéis filtro com seus resíduos dos pesos registrados dos papéis filtro.

### **3.3.5 Análises estatísticas**

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado com dois fatores, a saber: híbridos e repetições. Os dados resultantes do ensaio foram analisados e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando-se o programa MSTAT versão 4.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção de Matéria Seca (t/ha)

Para a variável produção de matéria seca (t/ha), não houve diferença significativa (Tabela 6) entre as cultivares avaliadas, sendo a cultivar 8 (BRS610) a que apresentou maior produção e a que apresentou-se menos produtiva foi a cultivar 7 (Volumax), ambas variedades comerciais, com produções de 15,68 e 8,14 t/ha respectivamente.

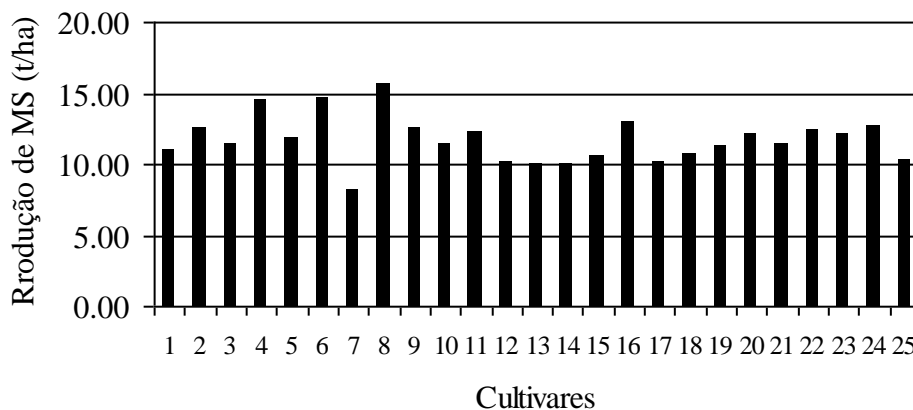
**Tabela 6.** Análise de variância para a variável produção de matéria seca (t/ha).

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	8.243 (n.s.)
Repetição	2	2.643 (n.s.)
Resíduo	47	5.373

(n.s.) = não significativo

Apesar de não se apresentarem diferentes estatisticamente, numericamente os resultados apresentaram considerável diferença em relação a produtividade, sendo a cultivar 8 (BRS610) 48,09% superior a cultivar 7 (Volumax). Quando comparadas as cultivares não comerciais, estas também não se apresentaram diferentes estatisticamente das cultivares comerciais, demonstrando, porém superioridade numérica expressiva, de 43,86% para a cultivar 4 em relação a cultivar comercial Volumax. Desta forma, visto que as cultivares testadas que mais se destacaram quanto a produção de matéria seca foram as cultivares 4 (369167) e 16 (369163), discutiremos os demais parâmetros estudados em função da comparação destas com as variedades comerciais, aqui usadas como testemunhas.

Os resultados obtidos no presente trabalho foram superiores aos obtidos por Pedreira (2003) que encontrou para o híbrido que apresentou-se mais produtivo, 7,1t/ha. Valores semelhantes foram encontrados por Flaresso *et al.* (2000) que avaliando variedades de sorgo, obtiveram, em média, rendimento de 15 t/ha de matéria seca. Resultados superiores foram obtidos por Oliveira (2002) que verificou média de produção de matéria seca das cultivares de sorgo avaliadas de 18,05 t/ha e Valente (1984), que avaliando quatro variedades de sorgo, para silagem, obtiveram a maior produção de MS de 26,2 t/ha. Os valores médios de produção de matéria seca (t/ha) estão representados na figura 1.



**Figura 1.** Produção média de matéria seca (tonelada/hectare) dos híbridos de sorgo avaliados.



## 4.2 Composição Química das Silagens Estudadas

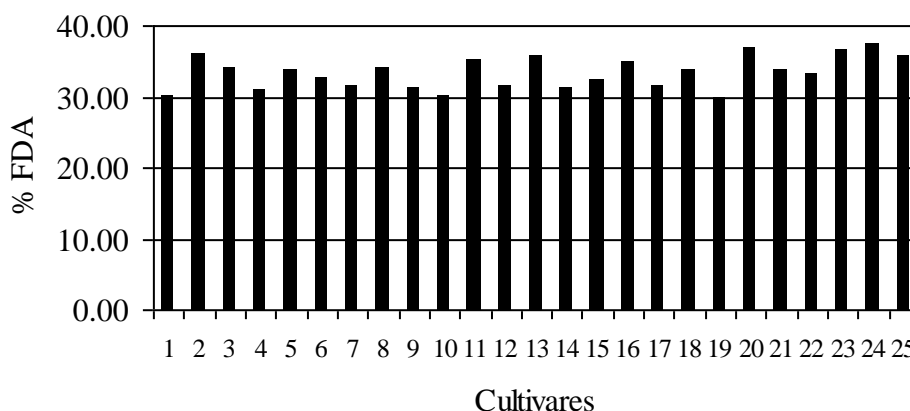
Para a variável FDA houve diferença significativa (Tabela 7) e seus valores podem ser observados na tabela em anexo (ANEXO A). Os valores médios encontrados para FDA das silagens estudadas (% da MS) estão entre 29,91% para a variedade 19 (369263) e 37,52% correspondente a variedade 24 (369249). Resultados semelhantes foram relatados por Rocha (1999), que encontrou valores de FDA das silagens (% MS) de 30,01 e 36,40%, Serafim (1998) (29,85 a 33,19%) e PESCE (2000) que obteve valores variando de 31,0 e 34,6 para a FDA das silagens avaliadas (% MS), concordando com os valores obtidos por Cândido (2002). Valores superiores aos encontrados neste trabalho foram obtidos por Mizubuti (2002).

**Tabela 7.** Quadro de análise de variância para a variável FDA.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	15.571*
Repetição	2	17.972*
Resíduo	47	1.458

\* = significativo

A FDA está negativamente correlacionada com a digestibilidade, por conter a maior porção de lignina do alimento, sendo um indicativo de quantidade de fibra não digerível, podendo também ser um indicador do valor energético uma vez que quando os teores de FDA são menores, via de regra, o valor energético do alimento tende a ser maior. Assim sendo, a variedade 4 mostrou-se além de muito produtiva, uma excelente fonte energética, tendo apresentado valor de FDA (30,85%) numericamente inferior aos obtidos para as variedades comerciais e semelhante as mesmas estatisticamente.



**Figura 2.** Teores médios da fibra em detergente ácido (% da MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.

Os teores médios de celulose (% MS) das silagens estudadas não se apresentaram estatisticamente diferentes e estão demonstrados na figura 3, onde podemos observar uma variação de valores entre 17,11%, correspondente a variedade 10 (369253) e 27,47%, correspondente a variedade 2 (369089), valores semelhantes aos encontrados por Serafim (1998), 25,55 a 26,76, assim como por Gimenes (2005) (22,17 a 27,08%) e superior aos valores obtidos por Gomide *et al.* (1987) (23,3 e 19,1%), Borges (1995) (22,23 e 22,48%) e Nogueira (1995) (22,13 e 22,35%). Valores superiores foram relatados por Pesce (2000)

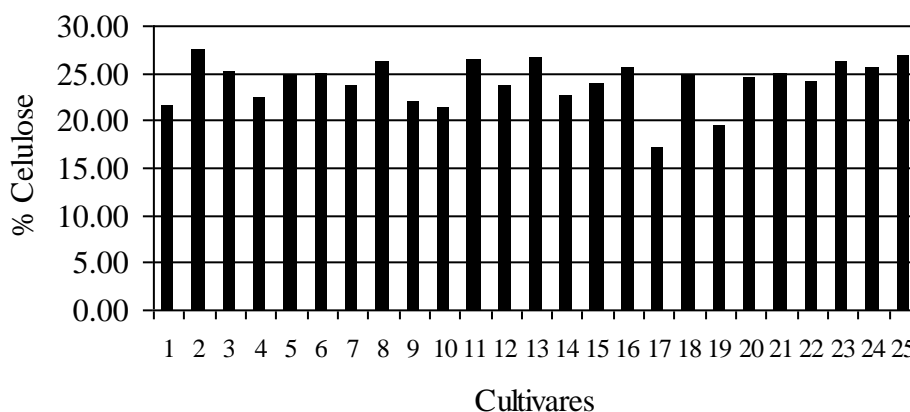
quando avaliou as silagens de vinte híbridos de sorgo e encontrou média de celulose (% MS) igual a 29,5% oscilando entre 27,0 e 30,3.

**Tabela 8.** Quadro de análise de variância para a variável celulose.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	11.7450*
Repetição	2	0.3130 (n.s.)
Resíduo	47	1.5300

\* = significativo; (ns) = não significativo

A disponibilidade nutricional da celulose varia de totalmente indigestível a totalmente digestível, dependendo do grau de lignificação, no entanto, há outros fatores inibidores e limitantes, incluindo aumento do conteúdo de sílica, cutinização, além de propriedades intrínsecas da celulose como grau de condensação e cristalinidade (SERAFIM, 1998). Van Soest (1994) relatou que a celulose e a lignina se mantêm estáveis nas fermentações no interior do silo e que estas frações só são perdidas quando se tem a presença de fungos aeróbicos. Segundo Serafim (1998) a celulose, o mais abundante carboidrato no mundo, constitui de 20-40% da MS dos grandes vegetais. Logo, os resultados obtidos neste estudo se enquadram dentro destes valores.



**Figura 3.** Teores médios de celulose (% MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.

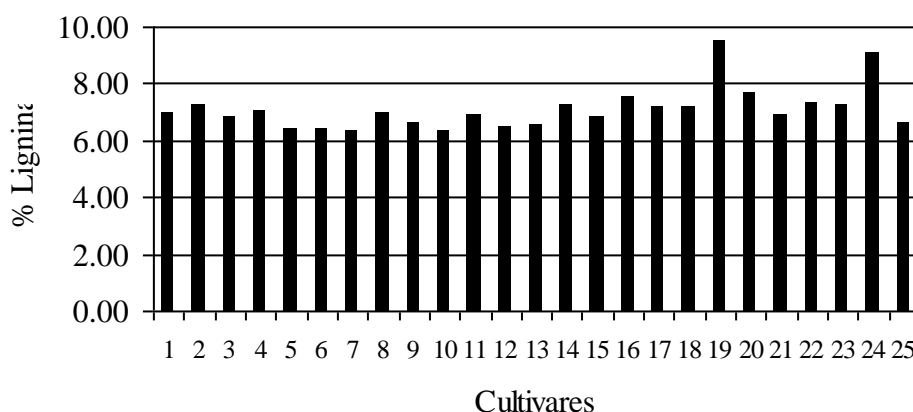
Os teores médios de lignina encontrados se apresentaram semelhantes entre si e encontram-se na figura 4, onde podemos observar valores variando de 6,33% para a variedade 7 (volumax) até 9,51% para a variedade 19 (369263). Valores inferiores foram relatados por Pesce (2000) (3,1 a 4,9%), Borges (1995) (4,88%), Corrêa (1996) (3,6 a 3,9%), Silva (1997) (3,03 a 3,66%), Serafim (1998) (4,06 a 6,18) e Pedreira (2005) (4,27 a 6,28%) nas silagens por estes autores avaliadas. Gomide et al. (1987) encontrou 8% de lignina na matéria seca valor semelhante aos observados neste estudo.

Os valores de lignina encontrados neste estudo se apresentaram bastante elevados para todas as variedades comerciais e não comerciais, o que é um fato significativo, já que este composto é resistente à hidrólise pelos microrganismos ruminais e a quantidade deste componente na matriz determina a habilidade protetora desta contra a biodegradação da celulose (SERAFIM, 1998). Segundo Van Soest (1994), a lignina é o fator que mais limita a disponibilidade da parede celular para os herbívoros e para os sistemas digestivos anaeróbios.

**Tabela 9.** Quadro de análise de variância para a variável lignina.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	1.744 (n.s.)
Repetição	2	22.845*
Resíduo	47	0.534

\* = significativo; (n.s.) = não significativo



**Figura 4.** Teores médios de lignina (% na MS) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.

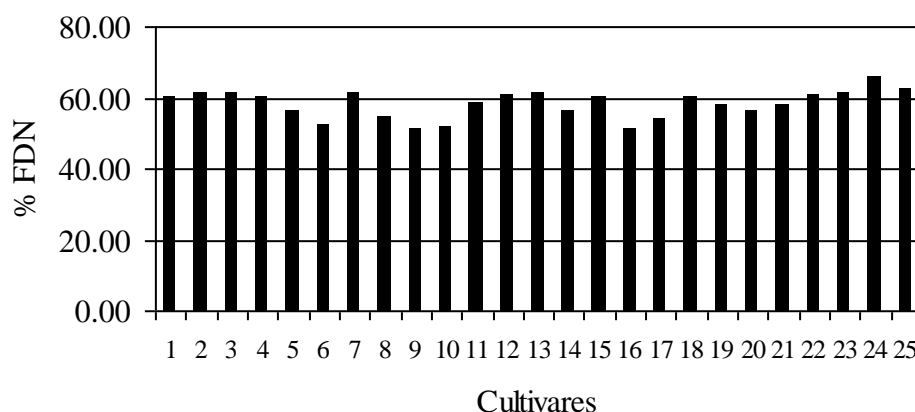
Os teores de FDN das silagens estudadas se encontram na figura 5 com valores variando entre 51,19 da variedade 9 (369085) e 65,80 % referente a variedade 24 (369249), valores superiores aos encontrados por Pedroso (2000) que teve seus limites entre 39,14 e 41,28% de FDN na MS da silagem, assim como Souza (2003) que também registrou valores maiores que os obtidos neste estudo e Serafim (1998) que registrou valores de 52,50 a 56,59% de FDN (%MS). Entretanto, valores próximos foram relatados por Pesce (2000) (53,6 a 59,3%), Neumann (2001) (56,35 a 58,74%), Neumann (2002) (54,27% a 58,27%) e Pedreira (2005) que avaliando híbridos de sorgo para a produção de silagem encontrou valores de FDN (% MS) para a planta inteira entre 53,58 e 59,74 %. Visto que a silagem deve manter os valores dos componentes o mais próximos dos valores da planta, os resultados obtidos neste trabalho se enquadram dentro dos limites esperados para o componente FDN.

Segundo Van Soest (1994), existe alta correlação negativa entre FDN e o consumo de matéria seca pelos ruminantes. Dessa forma, silagens originárias de híbridos de sorgo com menor concentração de FDN teriam tendência a apresentar maiores taxas de consumo voluntário. Dessa forma, como as cultivares se apresentaram semelhantes estatisticamente, os valores de FDN da cultivar 4 está dentro do esperado, garantindo assim o consumo desejado.

**Tabela 10.** Quadro de análise de variância para a variável FDN.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	46.435 (n.s.)
Repetição	2	34.920 (n.s.)
Resíduo	47	20.791

(n.s.) = não significativo.



**Figura 5.** Teores médios (% de matéria seca) da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens dos híbridos de sorgo avaliados.

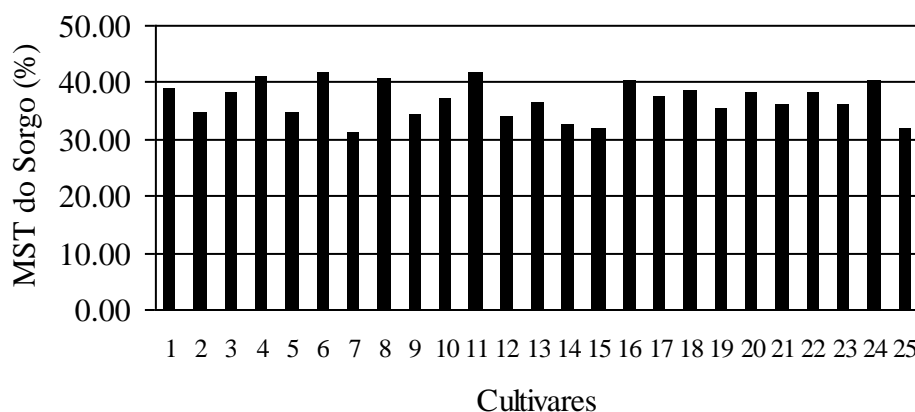
Os valores médios de matéria seca total das variedades de sorgo aqui estudadas, conforme figura 6, ficaram entre 31,02% e 41,68% correspondentes as variedades 7 (volumax) e 06 (IF305), respectivamente, não tendo sido observada diferença significativa entre as mesmas. Os resultados se assemelham aos de Souza (2003) que encontrou valores entre 23,2% e 38,5% e (PESCE, 2000) encontrou uma menor variação dos resultados, de 20,2 a 29,7% nos teores de matéria seca do sorgo.

**Tabela 11.** Quadro de análise de variância para a variável MST do sorgo.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	30.114 (n.s.)
Repetição	2	113.461*
Resíduo	47	26.048

\* = significativo; (n.s.) = não significativo

Carvalho *et al.* (1992) considera o teor de MS da planta um fator importante no processo de ensilagem, devendo estar ao redor de 30%, podendo assim favorecer o desenvolvimento de fermentações lácticas. Assim sendo, os teores de matéria seca (%) observados neste estudo enquadram-se naqueles citados como ideais.



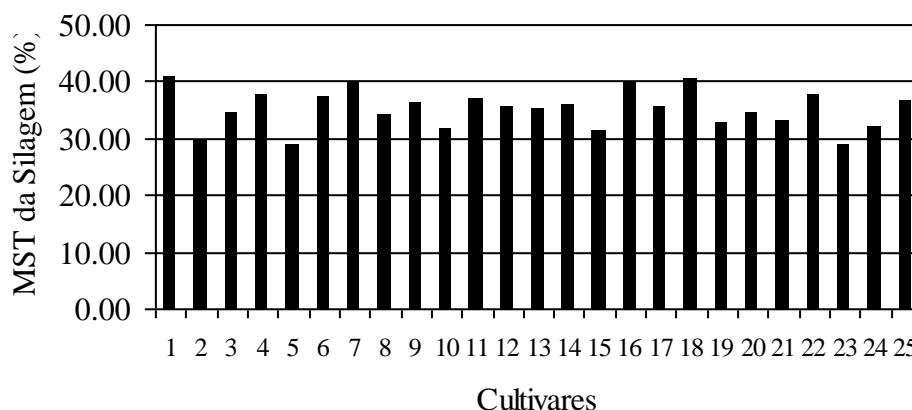
**Figura 6.** Teores médios de matéria seca total (MST) dos híbridos de sorgo avaliados.

Os valores de MST das silagens, dispostos na figura 7, oscilaram entre 28,87% (0369117) e 40,92% (0369095), dentro do recomendado por Van Soest (1994), que diz que uma silagem para ser considerada de boa qualidade e garantir elevado consumo, deve apresentar valor de matéria seca ao redor de 30 %. Valores semelhantes foram citados por NEUMANN (2002) no qual a variação encontrada foi de 26,79 a 35,50% na silagem, SERAFIM (1998) (35,75 a 24,37%), (PESCE, 2000) 23,7 a 31,8 %, MARTINS (2000) (24,86% a 35,76%), assim como os obtidos por Campos (2003) (27,7 e 36,1%).

**Tabela 12.** Quadro de análise de variância para a variável de MST da silagem.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	35.566 (n.s.)
Repetição	2	14.691 (n.s.)
Resíduo	47	21.672

(n.s.) = não significativo



**Figura 7.** Teores médios de matéria seca total (MST) das silagens de sorgo avaliadas.

Os teores médios de PB variaram de 3,50% (MS) para a variedade 13 (369203) a 6,41 % (MS) para a variedade 17 (369253), os valores obtidos para os materiais analisados encontram-se na figura 8. Valores superiores foram relatados Serafim (1998) (8,73 a 6,87%), PESCE (2000) (8,6%).

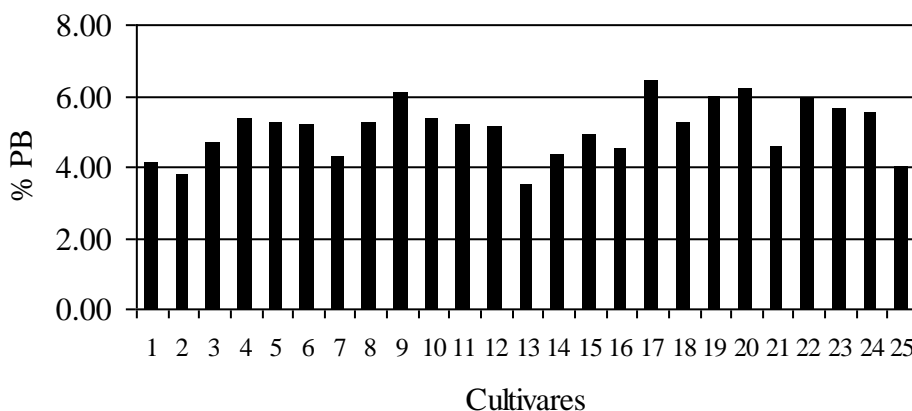
**Tabela 13.** Quadro de análise de variância para a variável PB das silagens.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	1.212*
Repetição	1	0.004 (n.s.)
Resíduo	23	0.008

\* = significativo; (n.s.) = não significativo

Van Soest (1994), diz que a concentração de proteína bruta mínima desejada para garantir fermentação ruminal adequada, é de 6%. A variedade 4 foi, dentre as variedades que mais se destacaram, a que apresentou melhor teor de PB (5,37%), sendo superior as três testemunhas comerciais e estando bem próxima a recomendação encontrada na literatura. A concentração de PB em silagens deve ser interpretada com critério, pois não leva em conta as alterações na

fração nitrogenada, que ao final da ensilagem podem ser significativas (MCDONALD *et al.*, 1991), além disso a determinação da PB foi realizada no material pré-seco, e este processamento poderia volatilizar muitas substâncias, dentre elas a amônia (MOLINA, 2002).



**Figura 8.** Teores médios (% na MS) de proteína bruta (PB) das silagens de sorgo avaliadas.

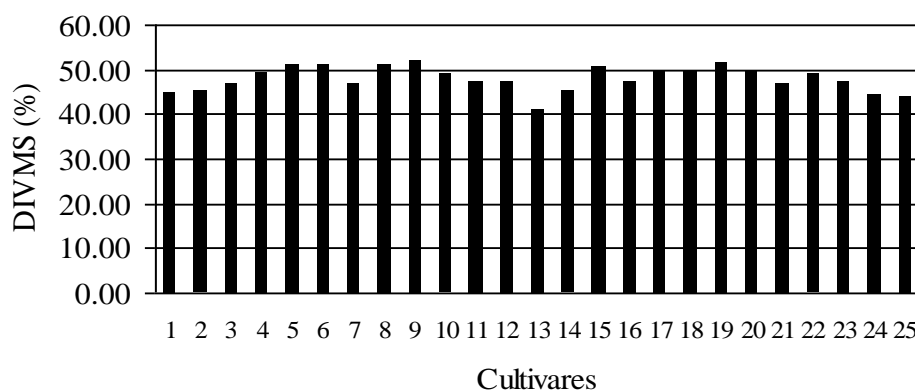
Os valores médios de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) ficaram entre 40,82% para a variedade 13 (369203) e 51,93% para a 9 (369085). Rocha (1999) encontrou valores entre 50,2 e 58,50% de DIVMS e Bruno (1992) que determinou valores médios de 60% de DIVMS nas silagens de sorgo avaliadas, assim como Silva (1997) (57,83 a 62,49).

**Tabela 14.** Quadro de análise de variância para a variável DIVMS.

FV	GL	Quadrado Médio
Híbridos	24	38.670 (n.s.)
Repetição	1	22.284 (n.s.)
Resíduo	23	9.543

(n.s.) = não significativo

Em um estudo onde se comparou 80 e 60 híbridos de sorgo em 1986 e 1987, WHITE Apud Zago (1991), verificou a grande variabilidade genética do sorgo, onde as DIVMS variaram de 44,6 a 62,1 %. A figura 9 demonstra os valores determinados neste estudo.



**Figura 9.** Teores médios de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) das silagens de sorgo avaliadas.

**Tabela 15.** Valores médios de pH da silagem e concentração de Tanino Condensado (TC) das variedades avaliadas.

VARIETADES	pH	TCg/kg MS
1	4.0	3.068
2	3.8	3.366
3	3.8	0.798
4	3.9	1.016
5	3.9	0.151
6	4.0	-0.039
7	3.5	5.695
8	3.6	2.071
9	3.9	2.170
10	3.9	2.993
11	3.6	0.038
12	4.0	2.637
13	3.6	3.619
14	3.9	1.973
15	3.7	1.442
16	3.9	2.863
17	4.0	----
18	4.1	1.647
19	4.0	2.275
20	3.8	1.051
21	3.9	3.950
22	4.0	0.126
23	4.7	1.715
24	4.3	1.867
25	4.0	0.773

Os valores de pH das silagens variaram entre 3,5 a 4,7, bem próximo do intervalo aceitável de 3,6 a 4,2 proposto por McDonald *et al.* (1991) para garantir um processo de fermentação normal, além de evitar sabores e odores desagradáveis. Dessa forma, quanto ao valor de pH, todas as silagens podem ser consideradas de boa qualidade.

Quanto às concentrações de taninos condensados, estas também se apresentaram dentro da normalidade preconizada pela literatura para não causar nenhum efeito antinutricional.

### 4.3 Degradabilidade da Matéria Seca

O desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) das silagens dos vinte e cinco híbridos de sorgo no tempo zero (t<sub>0</sub>) e nos horários de incubação ruminal estão na tabela 7

O desaparecimento da fração solúvel da matéria seca, representada pelo t<sub>0</sub>, foi semelhante para os híbridos estudados, onde a variedade 6 (IF305) apresentou maior desaparecimento da MS (30%) e a variedade que apresentou menor desaparecimento foi a 14 (369247) (24,38%), tendência que não se manteve até as 96 horas de incubação, quando a variedade que apresentou maior desaparecimento de MS foi a 10 (369059), que obteve 70,76%. O híbrido 4, quando comparado com os híbridos comerciais, foi o que apresentou maior desaparecimento (67,82%), destacando-se também para esta variável.

Como observado na tabela 7, a taxa de degradação da MS das variedades avaliadas foi superior ao 1,15/h encontrado por Martins *et al.* (1998) trabalhando com silagens de sorgo e

de milho e de TONANI (1995) estudando silagem de híbrido de sorgo de porte médio (1,67%/h). Superiores taxas de degradação, no entanto, foram relatadas em silagens de milho (2,7%/h) por Valadares Filho (1991) e por Rabelo (1997), que ao avaliar híbridos de sorgo com tanino e colmo succulento, obteve 3,5%/h.

**Tabela 16.** O desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) das silagens das variedades de sorgo no tempo zero (t0) e nos horários de incubação ruminal.

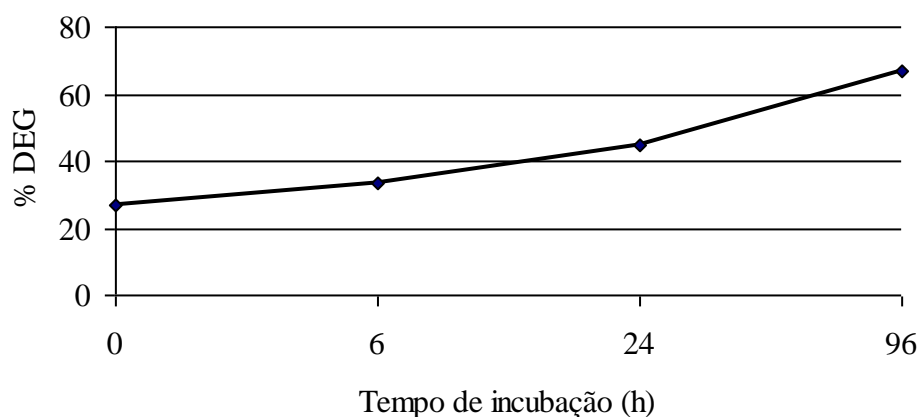
Tempos (h) Cultivar	0	6	24	96
1	26.35	32.90	42.69	68.89
2	25.19	33.42	37.56	67.06
3	25.76	31.53	43.82	67.71
4	26.78	33.66	46.03	67.82
5	28.11	35.01	44.10	69.01
6	30.00	37.40	48.26	66.60
7	29.13	35.28	44.73	66.86
8	27.14	33.62	47.53	66.06
9	26.51	35.87	48.11	69.16
10	28.47	35.99	46.53	70.76
11	27.78	35.16	44.26	68.33
12	27.31	33.99	46.59	66.92
13	25.34	31.77	43.36	66.55
14	24.38	31.96	42.97	68.53
15	28.60	36.17	46.71	66.30
16	24.58	30.25	42.74	65.07
17	27.62	34.75	44.65	69.31
18	25.16	33.33	42.48	67.42
19	27.45	29.06	48.97	69.51
20	27.27	34.07	45.52	67.76
21	26.70	33.52	44.97	68.12
22	27.54	34.03	34.18	68.35
23	25.99	32.31	43.9	66.91
24	29.98	29.85	42.47	62.89
25	24.80	30.97	44.28	66.70



**Tabela 17.** Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de sorgo.

Cultivar	A (%)	c (/hora)	T0	R <sup>2</sup>
1	77.77	0.0167	26.35	0.9689
2	77.66	0.0139	25.19	0.9486
3	77.28	0.0174	25.76	0.9949
4	74.60	0.0200	26.78	0.9962
5	80.33	0.0148	28.11	0.9911
6	71.72	0.0211	30.00	0.9804
7	81.85	0.0126	29.13	0.9828
8	68.96	0.0278	27.14	0.9814
9	75.32	0.0206	26.51	0.9780
10	86.26	0.0131	28.47	0.9910
11	80.77	0.0141	27.78	0.9910
12	71.98	0.0224	27.31	0.9926
13	76.60	0.0166	25.34	0.9848
14	74.42	0.0220	24.38	0.9964
15	73.27	0.0186	28.60	0.9916
16	72.27	0.0196	24.58	0.9874
17	82.14	0.0145	27.62	0.9965
18	73.97	0.0203	25.16	0.9980
19	73.86	0.0242	27.45	0.9905
20	76.66	0.0174	27.27	0.9866
21	78.44	0.0163	26.70	0.9933
22	79.35	0.0152	27.54	0.9887
23	76.64	0.0168	25.99	0.9723
24	68.02	0.0223	23.32	0.9920
25	72.92	0.0212	24.80	0.9910

A = Potencial de degradação; c = taxa de degradação; S = fração solúvel, que corresponde à percentagem de desaparecimento no tempo zero; e R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

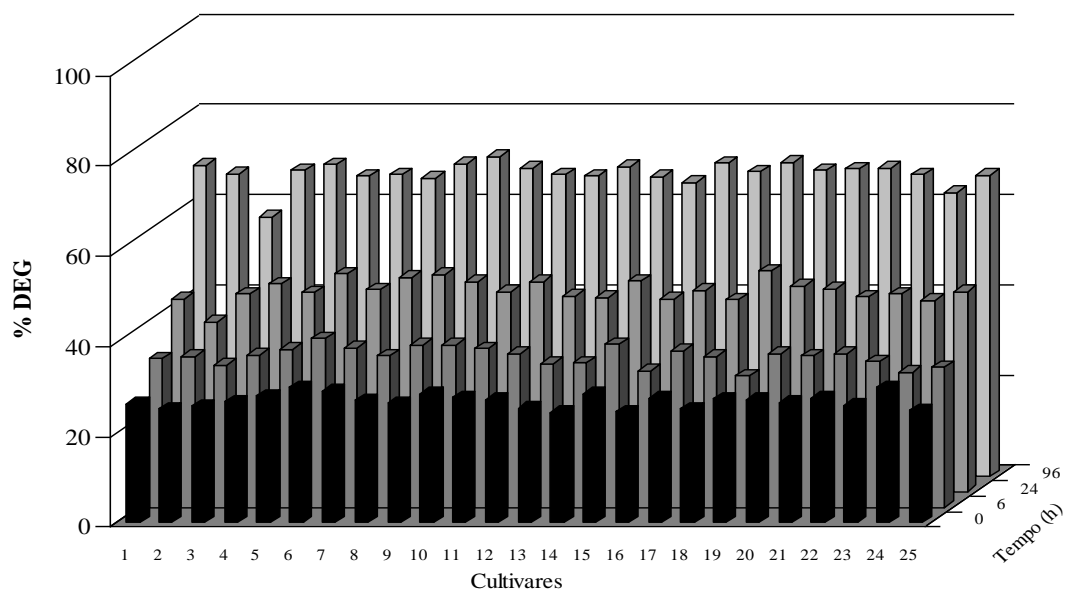


**Figura 10.** Tendência das médias da degradação da matéria seca (%) das silagens estudadas em função do tempo (h).

**Tabela 18.** Degradabilidades efetivas (%) da matéria seca das silagens das variedades, para as taxas de passagem de 0,02; 0,05 e 0,08/h.

VARIETADES	DE2	DE5	DE8
1	49.73	39.21	35.22
2	46.72	36.61	32.96
3	49.72	39.05	34.96
4	50.68	40.43	36.34
5	50.31	40.03	36.26
6	51.43	42.39	38.72
7	49.50	39.74	36.30
8	51.46	42.08	37.92
9	51.29	40.76	36.51
10	51.32	40.45	36.59
11	49.67	39.42	35.71
12	50.90	41.12	37.08
13	48.61	38.13	34.16
14	50.57	39.65	35.15
15	50.11	40.70	37.02
16	48.18	38.01	33.96
17	50.55	39.89	35.99
18	49.74	39.25	35.04
19	52.87	42.60	38.24
20	50.25	40.02	36.09
21	49.96	39.44	35.47
22	49.90	39.61	35.80
23	49.15	38.76	34.80
24	46.89	37.11	33.07
25	49.56	39.13	34.88

O ARC considera as taxas de passagem de sólidos de 2, 5 e 8% por hora para baixo, médio e alto consumo, respectivamente. A taxa de passagem de 2%/h é indicada para bovinos em manutenção; a de 5%/h para vacas leiteiras de pequena produção (menos de 15 kg de leite por dia); enquanto a taxa de 8%/h é adequada para vacas de alta produção (mais de 15 kg de leite por dia) alimentadas com dietas mistas. Se considerarmos que trabalhamos com animais de média produção, a taxa de passagem adotada para comparação seria a de 5%/h, o que apresentaria uma variação de 36,61% a 42,60% de degradabilidade efetiva para os híbridos 2 e 19 respectivamente. Quanto ao híbrido 4, este apresentou valores de degradabilidade efetiva considerando uma taxa de passagem de 5%/h igual a 40,43%, bem próximo aos híbridos comerciais avaliados (Tabela 18).



**Figura 11.** Degradação da matéria seca (%) das silagens estudadas em função do tempo de incubação (h).

## **5 CONCLUSÃO**

Dentre as cultivares de sorgo para silagem não comerciais avaliadas, a que se destacou quanto as características químico bromatológicas e de produção, foi a cultivar 4 (369167). Os resultados obtidos desta cultivar se assemelham aos resultados obtidos das cultivares comerciais, o que subsidia a sua utilização nas condições edafoclimáticas da região centro sul do Estado do Rio de Janeiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC. Agricultural and Food Research Council: **Energy and protein requirements of ruminants**. cab international, Wallingford, UK, 159p., 1993.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*.13. ed. Washington D.C.: AOAC, 1015p. 1980.

BERNARDINO, M.L.A. Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1996. 87p. (Dissertação de mestrado).

BORGES, A.L.C.C. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1995. 104p. (Dissertação de Mestrado).

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.49, p.441-452, 1997.

BORGES, A.L.C.C., GONÇALVES, L.C., NOGUEIRA, F.S. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade de colmo. II - Alterações nos carboidratos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, 51(5):491-497. 1999.

CABRAL, L.S.; FILHO, S.C.V.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; VELOSO, R.G.. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade “in vitro” da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.32, n.5., 2003.

CAMPOS, W.E., SATURNINO, H.M., SOUSA, B.M., BORGES, I., GONÇALVES, L.C., FERREIRA, P.M. , CARVALHO, A.U. . Degradabilidade “in situ” da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I - Matéria seca e proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v.55, n.2, 2003

CÂNDIDO, M.J.D.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; QUEIROZ, A.C.Q.; PAULINO, M.F.; NETO, M.M.G.. Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV v.31 n.1, 2002

CARNEIRO, H; RODRIGUES, J. A. S. S BRUM.. Nutritional value of whole-plant sorghum preserved as silage with and without tannin. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL. 18, 2003, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: ALPA, 2003.

CORRÊA, C.E.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) em diferentes estádios de maturação. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1996. 121p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

CUMMINS, D.G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. **Agron. J.**, v.63, p.500-502, 1971.

DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; SAMPAIO, I.B.M.. Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à Silagem de Milho (*Zea mays* (L.)) **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.30 n.6 supl.0 Viçosa nov./dez. 2001

DUARTE, Vilela. **Sistemas de Conservação de Forragem. 1) Silagem.** Boletim de Pesquisa 11. EMBRAPA-CNPGL. Coronel Pacheco, MG, 1985. 42p.

DUARTE, Jason de Oliveira. **Sorgo: aspectos econômicos.** Documentos, 28. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 28 p.

ELIZALDE, H.F. 1995. El valor nutritivo de los ensilajes. **R. Arg. Prod. Anim.**, 15(1):103-121.

EVANGELISTA, A.E., ROCHA, G.P., **Forragicultura.** Ed. FAEPE/UFLA, Lavras - M.G.. 2001, 146p.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Híbridos de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

GARCIA, João Carlos. **Coefficientes Técnicos da Cultura do Sorgo.** Comunicado Técnico 79. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 2p.

GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E., *et al.* Milho e sorgo em híbridos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.16, n.4, p.308-317, 1987.

JUNG, H.G. Forage lignin and their effects on fiber digestibility. **Agron. J.**, 81(1):33-38. 1989.

LUCCI, C. S. **A pecuária leiteira.** In: LUCI, C. S. Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros. São Paulo: Manole, 1997.

MADSEN, J., HVELPLUND, T. Prediction of "in situ" protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. **Livest. Prod. Sci.**, v.39, n.2, p.201-212, 1994.

MAGALHÃES, Paulo César. DURÃES, Frederico, O.M.. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo.** Comunicado Técnico 87. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 4p.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico, O.M.; RODRIGUES, José Avelino dos Santos. **Fisiologia da Planta de Sorgo.** Comunicado Técnico 86. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 4p.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico, O.M.. **Tanino no Grão de Sorgo.** Comunicado Técnico 88. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. 2p. 2003.

MARTINS, R.G.R.. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Quatro Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Ovinos. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 2000. 45p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; MARTINS, R.G.R.; RODRIGUES, J.A.S.. Potencial da técnica “in vitro” semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.32, n.4, 2003.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. MARLOW: CHALCOMBE PUBLICATIONS, 1991. 340p.

MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p.645-650, 1977.

MILFORD, R. Criteria for expressing nutritional value of subtropical grasses. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.11, n.2, p.121-137, 1996.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; SILVA, L.D.F.; PINTO, A.P.; FERNANDES, W.C.; ROLIM, M.A.. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e Girassol (*Helianthus annuus* L.) **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.31, n.1., 2002.

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. ; CASTRO NETO, A.G.. Qualidade das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. 2002

MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; SOUSA, B.M.. Efeito do tanino na degradabilidade “in situ” da matéria seca e da proteína bruta de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ensilados no estágio de grão pastoso **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. 2003

MORON, I.R., TEIXEIRA, J.C., FILHO, J.S.S.B., PEREZ, J.R.O., MUNIZ, J.A., PAIVA, P.C.A., VILELA, D.. Cinética de Degradação Ruminal da Matéria Seca de Alimentos Concentrados e Volumosos Através das Técnicas “in vitro” e “in situ”. **Ciências. Agrotecnológicas.**, Lavras, v.25, n.5, p. 1185-1194, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals**. Washington: Nat. Academy Sci., 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of dairy cattle**. 7º ed.; Washington: N. A. S., 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of dairy cattle**. 7º ed.; Washington DC: 2001.

NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; CÂNDIDO, M.J.D.; MIRANDA, L.F. Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivados sob Níveis Crescentes de Adubação. Rendimento, Proteína Bruta e Digestibilidade “in vitro”. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.31, n.3, 2002.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C., BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.L.C.; SOUZA, N.M.; KUSS, F. Avaliação da Silagem de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) por meio do Desempenho de Novilhos de Corte Confinados **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV.v.30, n.6, 2001.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K.. Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.31, n.1, 2002.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting “in situ” estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal Animal Science**, v.60, p.1347. 1988.

NOCEK, J.E. “In situ” e outros métodos para estimar a proteína ruminal e a digestibilidade da energia: Revisão. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. – Lavras, M.G. – FAEPE, 1997.

OLIVEIRA, J.P. Frações protéicas e de carboidratos e degradação do feno de coastcross, cama de frangos e casca de café. Lavras: UFLA, 2001. 99p. (Tese de Doutorado em Zootecnia).

OLIVEIRA, J.S.; FERREIRA, R.P.; COSME DAMIÃO CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.V.; BOTREL, M.A.; PINHO, R.G.V.; RODRIGUES, J.A.S.; LOPES, F.C.F.; MIRANDA, J.E.C.. Adaptabilidade e estabilidade em híbridos de sorgo **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.31, n.2, 2002.

ORSKOV, E.R. Protein nutrition in ruminants. London: Academic Press, 1982. 160p.

ORSKOV, E.R., McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

PEDREIRA, M.S., GIMENES, N.S., MOREIRA, A.L., REIS, R.A., BERCHIELLI, T.T.. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), cultivados para produção de silagem. **ARS veterinária**, Jaboticabal. SP. Vol. 21, Suplemento, 183-192, 2005.

PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T.; MOREIRA, A.L.; COAN, R.M.. Características agrônomicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.32, n.5, 2003.

PESCE, D.M.C.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Análise de Vinte Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de Portes



Médio e Alto, Pertencentes ao Ensaio Nacional. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.29, n.4, 2000.

RIBAS, Paulo Motta. **A Implantação da Cultura do Sorgo**. Comunicado Técnico 94. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 4p.

RIBAS, Paulo Motta. **Sorgo: Introdução e Importância Econômica**. Documentos, 26. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 14 p.

ROCHA JÚNIOR, V.R. Qualidade das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e seus padrões de fermentação. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1999. 132p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

RODRIGUEZ, N.M. Importância da degradabilidade da proteína do rúmen para a formulação de rações para ruminantes. Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG, n.1, p.27-45, 1986.

RODRIGUES, José Avelino dos Santos; SANTOS, Fredolino Giacomini dos; SHAFFERT, Robert Eugene; FERREIRA, Alexandre da Silva; CASELA, Carlos Roberto; PITTA, Gilson Vilaça Exel. **BRS 610-híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade**. Comunicado Técnico 102. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2004. 3p.

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

SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modelling techniques in study of roughage and growth of ruminants. READING: UNIVERSITY OF READING, 1988. 288p. (Thesis).

SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J.; OWEN, E.. Optimal desing for Studying dry matter degradation in the rúmen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v.47, n.3, p.373-383, 1995.

SANS, Luiz Marcelo Aguiar; MORAIS, Adriana Vieira de Camargo de; GUIMARÃES, Daniel Pereira. **Época de plantio de sorgo**. Comunicado Técnico 80. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 4p.

SANTOS, Fredolino Giacomini dos; RODRIGUES, José Avelino Santos; SCHAFFERT, Robert Eugene; CASELA, Carlos Robero; FERREIRA, Alexandre da Silva; PITTA, Gilson Villaça Exel. **Híbrido de sorgo granífero BRS 310**. Comunicado Técnico 101. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2003. 4p.

SERAFIM, M.V. Degradabilidade “in situ” dos componentes nutricionais das silagens de três híbridos de sorgo (BR 303, BR 601 e BR 700). Belo Horizonte. ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1998. 70p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, F.F. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo, folha e panícula. Belo Horizonte: ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 1997. 94p. (Dissertação de Mestrado).

SIDDONS, R.C.; PARADINE, J. Protein degradation in the rumen of sheep and cattle. **Journal of Agricultural Science**. 34:701, 1983

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; MORAES, S.A.; GARCIA, R.; FILHO, S.C. V.; ZAGO, C.P; FREITAS, E.V.V.; Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV. v.32, n.3, 2003.

STENSIG, T., WEISBJERG, M.R., HVELPLUND, T. Estimation of ruminal digestibility of NDF from *in sacco* degradation and rumen fractional out flow rate. **Acta Agric. Scand., Sec. A, Anim. Sci.**, v.44, n.2, p.96-109, 1994.

TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. – Lavras, M.G. – FAEPE, 1997.

TILLEY, J.M., TERRY, R.A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crops. **J. Brit. Gras. Soc.**, v.18, n.1, p.104-111, 1963.

TOMICH, T.R. e SAMPAIO, I.B.M.. A new strategy for the determination of forage degradability an “in situ” technique through the use of one fistulated ruminant. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge University Press, v.142, p. 589-593, 2004.

VALENTE, J.O.; SILVA, J.F.C.; GOMIDE, J.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), para silagem. 2. Valor nutritivo e produção de silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, UFV., v.13, n.1, p.74-81, 1984.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; MERTENS, D. Discount for net energy and protein. In: CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE, **Anais...**p.121. 1984.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2º ed.; Ithaca: Comstock, 1994.

WEAKLEY, D.C.; STERN, M.D.; SATTER, L.D. Factors affecting disappearance of feed-stuffs from bags suspended in the rumen. **Journal Animal Science**. 56:493, 1983.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1991. p.169-217.

## 7 ANEXOS

**Anexo A.** Comparação das médias pelo método de Tukey ( $P > 0,05$ ) para as variáveis FDA, CEL, LIG e PB (% MS).

Híbridos	FDA	CEL	LIG	PB
1	30.02 gh	21.44 Ef	6.96 bc	4.11 kl
2	35.97 abc	27.47 A	7.28 abc	3.80 lm
3	34.04 abcdef	25.21 abcde	6.84 bc	4.66 ij
4	30.85 efgh	22.30 cdef	7.06 bc	5.37 efg
5	33.82 abcdefgh	24.63 abcde	6.41 c	5.22 fgh
6	32.63 cdefgh	24.82 abcde	6.41 c	5.17 fgh
7	31.58 defgh	23.62 abcde	6.33 c	4.29 jk
8	34.18 abcde	26.29 abc	6.97 bc	5.25 fgh
9	31.33 defgh	21.88 def	6.65 c	6.08 ab
10	30.24 fgh	21.30 ef	6.35 c	5.35 efg
11	35.22 abcd	26.44 ab	6.88 bc	5.18 fgh
12	31.62 defgh	23.64 abcde	6.48 c	5.13 gh
13	35.73 abc	26.56 ab	6.53 c	3.50 m
14	31.30 defgh	22.55 bcdef	7.23 abc	4.33 jk
15	32.45 cdefgh	23.82 abcde	6.87 bc	4.89 hi
16	35.03 abcd	25.50 abcd	7.56 abc	4.53 ij
17	31.60 defgh	17.11 G	7.22 abc	6.41 a
18	33.90 abcdefg	24.79 abcde	7.19 abc	5.24 fgh
19	29.91 h	19.42 fg	9.51 a	6.00 bc
20	36.84 ab	24.53 abcde	7.67 abc	6.22 ab
21	33.73 abcdefgh	24.92 abcde	6.89 bc	4.54 ij
22	33.29 bcdefgh	24.02 abcde	7.32 abc	5.89 bcd
23	36.56 ab	26.12 abc	7.27 abc	5.65 cde
24	37.52 a	25.64 abcd	9.09 ab	5.52 def
25	35.86 abc	26.81 A	6.62 c	4.00 kl

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo método de Tukey ( $P > 0,05$ )

**Anexo B.** Coeficientes de variação (CV) das variáveis Produção de MS (PRODMS), FDA, CEL, LIG, FDN, MST do Sorgo (MSTSor), MST da Silagem (MSTSil), PB e DIVMS.

Variáveis	CV (%)
PRODMS	19.64
FDA	3.58
CEL	5.20
LIG	15.52
FDN	8.72
MSTSor	14.06
MSTSil	13.14
PB	1.71
DIVMS	9.39

**Anexo C.** Valores médios obtidos para as variáveis PROD MS (t/ha), FDN (% MS), MST Sor (% MS), MST Sil (% MS) e DIVMS (% MS).

Variedades	Variáveis				
	PROD MS (t/ha)	FDN	MST Sor	MST Sil	DIVMS
1	10.96	60.23	38.68	40.92	44.62
2	12.54	61.41	34.55	29.50	45.18
3	11.38	61.17	38.18	34.35	46.87
4	14.50	60.07	40.78	37.74	49.43
5	11.84	56.54	34.57	28.87	51.25
6	14.64	52.13	41.68	37.21	51.22
7	8.14	61.44	31.02	39.68	47.10
8	15.68	54.92	40.46	34.25	50.98
9	12.60	51.19	34.09	36.21	51.93
10	11.43	51.57	37.10	31.73	48.93
11	12.24	58.43	41.51	36.86	47.51
12	10.10	60.58	33.84	35.54	47.25
13	10.07	61.46	36.42	35.10	40.82
14	10.02	56.15	32.39	35.99	45.38
15	10.52	60.27	31.76	31.23	50.58
16	12.89	51.31	40.12	39.62	47.41
17	10.09	53.93	37.34	35.40	49.98
18	10.71	60.47	38.39	40.38	49.76
19	11.32	57.79	35.37	32.76	51.73
20	12.10	56.59	37.94	34.53	49.96
21	11.43	58.01	35.92	32.97	47.11
22	12.36	60.73	38.04	37.53	48.85
23	12.18	61.40	35.92	28.97	47.25
24	12.63	65.80	40.18	32.06	44.29
25	10.26	62.43	31.73	36.64	43.78