

**PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E
QUALIDADE DAS SILAGENS DE
GENÓTIPOS DE SORGO**

FLORENCE TACIANA VERIATO

2014

FLORENCE TACIANA VERIATO

**PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E
QUALIDADE DAS SILAGENS DE
GENÓTIPOS DE SORGO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2014**

Veriato, Florence Taciana

V516p Produção de matéria seca e qualidade das silagens de
genótipos de sorgo [manuscrito] / Florence Taciana Veriato. –
2014.
71 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba,
2014.

Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires.

1. Genótipos. 2. Silagens. 3. Sorgo. I. Pires, Daniel Ananias
de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III.
Título.

CDD. 633.62

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

FLORENCE TACIANA VERIATO

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E QUALIDADE DAS SILAGENS DE
GENÓTIPOS DE SORGO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 21 de FEVEREIRO de 2014.



Prof. D.Sc. Daniel Ananias de Assis
Pires
UNIMONTES
(Orientador)



Prof. D.Sc. Dorismar David Alves
UNIMONTES



Prof. D.Sc. João Paulo Sampaio
Rigueira
UNIMONTES



D.Sc. Álvaro Luís de Carvalho
Veloso
FACULDADES INTEGRADAS DO
NORTE DE MINAS

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL

AGRADECIMENTOS

À Deus por me proporcionar grandes realizações e prover sempre em benefício da minha família

Aos meus pais, Eliana Alves e Amarildo Veriato, pelo amor incondicional e por não terem medidos esforços para que meus sonhos se realizassem

À minha irmã, Hortência Veriato, pelo apoio e compreensão. Mesmo nas distâncias, estaremos sempre unidas

Ao meu orientador Daniel Ananias de Assis Pires, pelos ensinamentos pessoais e profissionais. Obrigada por acreditar no meu potencial e tornar este sonho real

Aos meus grandes amigos pela colaboração e apoio, em especial: Pilar, Dani, Marielly e Ana Cássia

À EMBRAPA Milho e Sorgo, em especial José Avelino pela concessão do experimento

À CAPES pelo apoio financeiro com a bolsa de mestrado

À UNIMONTES pela oportunidade de obtenção de conhecimentos

À todos que contribuíram e torceram por esta conquista,
Muito obrigada!

Amem

LISTA DE ABREVIATURA

- Aw- Atividade de água;
- CEL - Celulose;
- CNZ - Cinzas;
- DIVFDN - Digestibilidade *in vitro* da fibra insolúvel em detergente neutro;
- DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca;
- FDA - Fibra insolúvel em detergente ácido;
- FDN - Fibra insolúvel em detergente neutro;
- FDNcp - Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas;
- HCEL - Hemicelulose;
- MS - Matéria seca;
- NH₃/NT - Nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total;
- NIDA – Nitrogênio indisponível em detergente ácido;
- NIDN – Nitrogênio indisponível em detergente neutro;
- PB - Proteína bruta;
- PIDA - Proteína indisponível em detergente ácido;
- PIDN - Proteína indisponível em detergente neutro;
- pH - Potencial hidrogeniônico;
- PMS - Produção de matéria seca;
- PMSD - Produção de matéria seca digestível;
- PMV - Produção de matéria verde;
- t h⁻¹ - Toneladas por hectare.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Teores de potencial hidrogeniônico (pH), atividade de água (Aw) e a relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT)

TABELA 2. Produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e teores de matéria seca (MS) e cinzas (CNZ) de silagens de sorgo (%MS)

TABELA 3. Teores de proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) de silagens de sorgo (%MS)

TABELA 4. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDN_{cp}) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de silagens de sorgo (%MS)

TABELA 5. Teores de celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) de silagens de sorgo (%MS)

TABELA 6. Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de matéria seca digestível (PMSD) de silagens de sorgo (%MS)

RESUMO

VERIATO, Florence Taciana. **Produção de matéria seca e qualidade das silagens de genótipos de sorgo**. 2014. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O experimento foi realizado na EMBRAPA Milho e Sorgo, localizado no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, com o objetivo de identificar os melhores genótipos destinados à produção de silagem, baseado no valor nutricional, digestibilidade e qualidade fermentativa das silagens. Foram utilizados 3 genótipos machos: 201191, Santa Elisa e 201187025; 3 fêmeas: BRS008B, BR007B e CMSXS222B; 9 híbridos: 2012F47475, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47503, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F47524 e 2012F47525; e 2 híbridos testemunhas: VOLUMAX e BRS610. O plantio foi realizado em blocos casualizados no campo, com três repetições por genótipo. Após o corte, parte do material foi ensilada em silos laboratorial, confeccionado de tubo de PVC. Na ocasião da abertura dos silos, com 56 dias, foram feitas análises da qualidade das silagens (pH, Aw e N-NH₃/NT), da composição bromatológica (PMV, PMS, MS, CNZ, PB, NIDN, NIDA, FDN_{cp}, FDA, CEL, HCEL, LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Quanto á qualidade e valor nutricional, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) apenas para PB, que apresentou um valor médio de 8,88%. Para as demais variáveis, houve diferença significativa ($p < 0,05$): pH (3,34 a 3,94); Aw (0,93 a 0,98); N-NH₃/NT (1,61 a 6,56 %); PMV (12,05 a 35,31 t ha⁻¹); PMS (5,97 a 12,59 t ha⁻¹); MS (26,89 a 59,67 %); CNZ (4,08 a 6,88 %MS); NIDN (0,05 a 0,18 %MS); NIDA (0,06 a 0,11 %MS); FDN_{cp} (47,67 a 64,79 %MS); FDA (26,03 a 35,89 %MS); CEL (14,84 a 20,73 %MS); HEM (21,51 a 43,89 %MS); LIG (2,03 a 5,50 %MS). Em relação à digestibilidade *in vitro* houve diferença significativa ($p < 0,05$) variando: PMSD (3,83 a 8,93 t ha⁻¹) e DIVMS (56,37 a 72,68 %). Com base na produção de matéria seca digestível, os genótipos: macho 201191, e os híbridos 2012F47484, 2012F47515

e 2012F47525, se sobressaíram em relação ao demais, uma vez que apresenta boa produtividade, adequado valor nutricional, com baixos teores de matéria seca e FDN aliado com altos valores de digestibilidade e bom padrão fermentativo das silagens.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES. Prof. Dorismar David Alves – UNIMONTES; Pesq. José Avelino Santos Rodrigues EMBRAPA;

ABSTRACT

VERIATO, Florence Taciana. **Dry matter yield and quality of silage sorghum genotypes**. 2014 71 p. Thesis (MS in Animal Science) - State University of Montes Claros, frangipani, MG.¹

The experiment was conducted at Embrapa Maize and Sorghum, located in the city of Sete Lagoas, Minas Gerais, with the goal of identifying the best genotypes for the production of silage, based on nutritional value, digestibility and fermentation quality of the silage. 3 male genotypes were used: 201191, Santa Elisa and 201 187 025; 3 females: BRS008B, BR007B and CMSXS222B; Hybrid 9: 2012F47475, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47503, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F47524 and 2012F47525; and two hybrids witnesses: Volumax and BRS610. Trees were planted in a randomized block design in the field, with three replicates per genotype. After cutting, part of the material was ensiled in laboratory silos made of PVC. On the occasion of the opening of the silo, with 56 days, analysis of the quality of silage (pH, Aw and N-NH₃ / NT), the chemical composition (PMV, PMS, MS, CNZ, PB, NDIN, NIDA, NDFap were made, FDA, CEL, HCEL, ON) and in vitro digestibility of dry matter (DM). As for the quality and nutritional value, there was no significant difference ($p > 0.05$) for PB, which had a mean value of 8.88%. For the other variables, there was a significant difference ($p < 0.05$): pH (3.34 to 3.94); Aw (0.93 to 0.98); N-NH₃ / NT (1.61 to 6.56%); PMV (12.05 to 35.31 t ha⁻¹); PMS (5.97 to 12.59 t ha⁻¹); MS (26.89 to 59.67%); CNZ (4.08 to 6.88% DM); NDIN (0.05 to 0.18% DM); NIDA (0.06 to 0.11% DM); NDFap (47.67 to 64.79% DM); FDA (26.03 to 35.89% DM); CEL (14.84 to 20.73% DM); HEM (21.51 to 43.89% DM); LIG (2.03 to 5.50% DM). Regarding the in vitro digestibility was no significant difference ($p < 0.05$) ranging: PMSD (3.83 to 8.93 t ha⁻¹) and IVDMD (56.37 to 72.68%). Based on the yield of digestible dry matter genotypes: 201191 male, and 2012F47484, 2012F47515 and 2012F47525, hybrid stood out compared to others, since it has good productivity, adequate nutritional value, with low levels of dry matter and NDF coupled with

high digestibility and good fermentation pattern of silages.

² **Steering Committee:** Prof. Daniel Ananias of Assisi Pires - Department of Agricultural Sciences / UNIMONTES (Advisor); Prof. Sydney Tavares dos Reis - UNIMONTES. Prof. Dorismar David Alves - UNIMONTES; Pesq. José Avelino Santos Rodrigues EMBRAPA;

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	I
LISTA DE TABELA.....	li
RESUMO.....	lii
ABSTRACT.....	Iv
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Cultura do sorgo.....	13
2.2 Classificação do sorgo.....	14
2.3 Qualidade da silagem de sorgo.....	16
2.3.1 pH.....	17
2.3.2 Atividade de água (Aw).....	18
2.3.3 Relação N-amoniacoal/N-total.....	19
2.3.4 Ácidos orgânicos.....	20
2.4 Valor nutricional das silagens de sorgo.....	21
2.5 Digestibilidade.....	24
2.6 Uso de silagens de sorgo para ruminantes.....	27
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 Local e dados climáticos.....	29
3.2 Genótipos utilizados.....	29
3.3 Plantio.....	29
3.4 Avaliação bromatológica e qualidade da silagem.....	30
3.5 Digestibilidade <i>in vitro</i>	32
3.6 Delineamento experimental.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Qualidade das silagens de sorgo.....	34
4.2 Características nutricionais das silagens de sorgo.....	38
4.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> das silagens de sorgo.....	51
5 CONCLUSÃO.....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, região de clima tropical, possui elevado potencial para produção de forragem. No entanto, devido à variação das condições climáticas, a produtividade das forrageiras pode ser influenciada negativamente, comprometendo o seu desenvolvimento e consequentemente a produção animal.

Com o intuito de minimizar os prejuízos causados pela estacionalidade da produção de matéria seca, o uso de forrageiras conservadas tem sido bastante utilizado para garantir a disponibilidade de alimentos volumosos durante todo o ano.

O uso de silagem pode contribuir para elevar a produtividade animal e consequentemente, a rentabilidade dos sistemas produtivos (LOURENÇO JÚNIOR et al. 2004). A ensilagem é um processo de conservação da matéria orgânica picada, em meio anaeróbico, a qual sofre alterações fisicoquímicas e organolépticas devido à fermentação microbiana presente (COSTA, et al., 1999).

De acordo com Dias et al. (2001), quando a ensilagem é realizada dentro das técnicas e padrões recomendados, é possível conservar princípios nutritivos bem próximos ao material original, garantindo o fornecimento aos animais de alimento de boa qualidade durante todo o período crítico de estiagem.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem se destacado como espécie que apresenta resistência a fatores ambientais adversos, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e à alta temperatura (CARVALHO et al., 2000) e por apresentar boas características nutricionais, sendo uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade, fonte de fibras digestíveis, amido e excelente palatabilidade. A cultura é adaptada ao processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento. Na sua composição química contém alta concentração de carboidratos solúveis que são essenciais para uma adequada fermentação láctica da

matéria orgânica fator responsável pela qualidade nutricional da silagem (NEUMANN et al. 2004).

A grande demanda por materiais de melhor qualidade favoreceu o surgimento de inúmeros genótipos, os quais têm influência marcante sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo. Assim, de maneira geral, os programas de melhoramento objetivam explorar, ao máximo, o banco genético da cultura de sorgo, buscando selecionar materiais com qualidade de colmo e folhas, visando aumentar a qualidade da fibra. Desta forma, estudos de comparação entre híbridos são importantes para contribuir com os programas de melhoramento e para recomendar aos produtores os híbridos ou cultivares que apresentam melhor valor nutritivo.

Assim objetivou-se identificar os melhores genótipos sorgo destinados à produção de matéria seca e qualidade de silagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do Sorgo

O sorgo é uma gramínea de origem africana, pertencente à família Gramineae e de nome científico *Sorghum bicolor*. Encontra-se no quinto lugar entre os cereais mais cultivados no mundo, ficando atrás apenas para as produções de trigo, arroz, milho e cevada. Em regiões como a Ásia, África, China, Rússia e América Central os grãos de sorgo são largamente utilizados para a alimentação humana, enquanto que na América do Norte e Sul, Europa e Austrália sua produção é destinada especialmente à produção de rações para nutrição animal (EMBRAPA, 2003).

No Brasil, as primeiras sementes de sorgo foram trazidas para o Nordeste, no período de intenso tráfico de escravos para trabalhar na atividade açucareira, sendo um cereal comumente chamado na época de “Milho da Guiné”. Posteriormente, foi introduzido na pecuária brasileira, tendo uma rápida expansão do seu cultivo e tornando o país, um dos maiores produtores mundial deste cereal.

A área cultivada com sorgo deu um salto extraordinário a partir do início dos anos 90. Atualmente o Centro Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, enquanto o Rio Grande do Sul e Minas Gerais lideram a área de sorgos forrageiros. Esses modernos cultivares tem se adaptado muito bem a sistemas integrados de agricultura e pecuária. O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, equinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção (EMBRAPA, 2003).

Por ser uma planta de origem tropical, o sorgo apresenta uma boa capacidade fotossintética, adaptada às mais variadas condições de fertilidade do solo, sendo mais tolerante do que o milho às altas temperaturas e déficit hídrico, razão pela qual é cultivado em ampla faixa de latitudes, mesmo em regiões com temperaturas elevadas, secas ou onde ocorrem veranicos (ANDRADE NETO et al., 2010).

O crescimento do sorgo pode ser definido como a resposta à duração dos períodos luminosos e de escuro (fotoperíodo). De acordo com Magalhães et al. (2003), o sorgo é uma espécie do tipo C4, de dias curtos, com altas taxas fotossintéticas, alta produção de massa e

capacidade de rebrota. Por pertencer a esse grupo, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (LANDAU e SANS, 2011).

2.2 Classificação do Sorgo

O sorgo representa uma importante cultura uma vez que a elevada produção de biomassa permite a sua utilização em sistemas de plantio direto, minimizando impactos com revolvimento e descompactação do solo, devido ao seu sistema radicular profundo. Na rotação de culturas, o sorgo se destaca, podendo ser utilizado no período entressafra de outros cereais e forrageiras, por apresentar menores exigências em disponibilidade de água e fertilidade do solo (EMBRAPA, 2009).

Estão disponíveis no mercado quatro tipos de sorgo como: os sorgos graníferos, os forrageiros (tradicional ou silageiro, o duplo propósito e o de corte e pastejo), vassoura e sacarinos. Estas cultivares variam na altura, produção de matéria seca e composição bromatológica, com valores nutricionais diferentes, sendo os dois primeiros muito utilizados na alimentação animal (EMBRAPA, 2008).

Sorgo Granífero - É um tipo de sorgo de porte baixo cuja altura de planta varia de 1,00 a 1,70 metros de altura. Produzem na extremidade superior panículas bem desenvolvidas (cacho) onde se localizam os grãos (pode-se obter 8 t h⁻¹ de grãos secos). Após a colheita do grão o resto da planta ainda se encontra verde (subproduto denominado de restolho) que pode ser usado como feno ou pastejo para alimentação animal. Quando utilizado para silagem, a produção de massa verde é baixa, geralmente abaixo de 30 t ha⁻¹, o que eleva o custo de produção, mas a qualidade da silagem é alta, devido à elevada participação de grãos na massa ensilada. Para compensar o menor porte da planta, elevar a produção de massa verde e reduzir o custo da silagem, recomenda-se aumentar a densidade de plantio, visando obter uma maior população de plantas por hectare na colheita. Este tipo de sorgo tem uma boa capacidade de rebrota e a

produtividade de grãos na rebrota pode alcançar valores médios de 80% do rendimento obtido na primeira colheita. A intensidade e a produção da rebrota é proporcional à sanidade das plantas na primeira colheita e do número de plantas sobreviventes.

Sorgo Forrageiro - O sorgo forrageiro compreende um tipo de sorgo de porte alto, com altura de planta superior a dois metros, muitas folhas, panículas abertas, com poucas sementes, elevada produção de forragem e adaptado ao Agreste, Sertão e regiões similares. Pode ser chamado também de silageiro pelo fato da sua aptidão ser principalmente para silagem. Em geral, os sorgos forrageiros de porte alto comercializados no Brasil, apresentam colmos suculentos, com alto teor de açúcares, pois são derivados do sorgo sacarino, que são destinados para produção de álcool e açúcar, além da silagem. Ao utilizar tais cultivares, o produtor deve atentar para o fato de que, ao fazer a colheita, as plantas se apresentem com 30-35% de matéria seca, aproximadamente, para evitar a perda de nutrientes por lixiviação, para obter um bom padrão de fermentação, e, conseqüentemente, obter uma silagem de boa qualidade. Cultivares de porte alto são muito propensas ao acamamento ou tombamento das plantas, causando sérios prejuízos aos produtores, afetando qualidade e custo da silagem, pela perda de grãos e de folhas, além de dificultar ou impossibilitar a colheita mecanizada. Assim, para minimizar os problemas com acamamento, deve-se trabalhar com densidade de plantio adequada para cada tipo de material. Os sorgos forrageiros de alta qualidade, conhecidos como sorgo de duplo propósito (grão e forragem), produzem silagem comparável à de milho. São genótipos de porte médio, com plantas variando de 1,80 a 2,20 metros de altura. A produção de massa verde é alta, variando de 40 a 55 t ha⁻¹ com boa produção de grãos (4 a 6 t ha⁻¹), o que confere alta qualidade à silagem. O rendimento da rebrota desse tipo de sorgo é razoável, variando de 20 a 50% do obtido no primeiro corte.

Sorgo Vassoura - É um tipo de sorgo que apresenta como característica principal a panícula na forma de vassoura. Não é cultivado em todas as regiões do país, tem importância regionalizada, principalmente no Sul do Brasil e no interior de São Paulo onde é usado na fabricação de vassouras e também como produto artesanal.

Sorgo Sacarino - É um tipo de sorgo de porte alto, altura de planta varia de 2,00 a 3,00 metros de altura, o que confere a esses genótipos um alto potencial de produção de massa verde, sendo utilizados para a produção de silagem e/ou produção de açúcar e etanol.

2.3 Qualidade da Silagem de Sorgo

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, do cultivar e manejo de plantio utilizados, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal.

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais, sendo que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo associado ao aumento da idade, normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta e conseqüente aumento da lignificação, afetando a digestibilidade (VILELA et al., 2005). Contudo, a digestibilidade de dietas completas pode ser influenciada em função das características intrínsecas dos alimentos utilizados, como composição química, quantidade consumida, tamanho de partícula, teor em água, quantidade de fibra, entre outros (NRC, 1989).

A ensilagem consiste na fermentação anaeróbica de plantas forrageiras e seu processo tem sido amplamente estudado com o intuito de suprir as deficiências causadas pelo período de escassez de alimentos, reduzir os gastos com a utilização de concentrados e aperfeiçoar a eficiência produtiva das propriedades (NUSSIO et al. 2001).

Vários critérios têm sido utilizados para a classificação da qualidade de silagens. Com o processo de ensilagem, a redução do valor nutritivo do material original pode ocorrer de diferentes formas, estando às perdas de matéria seca e de energia dependentes das características morfofisiológicas da forrageira ensilada, pois a digestibilidade e/ou a concentração do conteúdo celular das partes da planta (colmo, folhas e estrutura reprodutiva) influenciam diretamente na qualidade de fibra da planta inteira (NEUMANN et al. 2004).

Deste modo, obter uma silagem de alta qualidade depende de alguns parâmetros determinados após a fermentação da forrageira. A classificação é feita a partir das análises de pH, ácidos orgânicos (sendo acético, butírico e o láctico os mais importantes), relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT) e digestibilidade.

2.3.1 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza físico-química que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Sua escala varia entre 0 e 14, sendo que o pH 7 a 25°C, indica um pH neutro, abaixo desse valor refere-se a um meio ácido e acima de 7 indica um meio alcalino (PILCH et al. 2013).

A avaliação do pH na silagem é comumente utilizada como indicativo da qualidade fermentativa, por ser uma análise rápida, barata e de fácil execução. Ao medir o valor do pH pode-se avaliar a magnitude da fermentação, processo fundamental para o sucesso da forragem conservada. Assim, valores de pH das silagens bem conservadas variam entre 3,6 e 4,3 (ROCHA JR. et al., 2000).

A velocidade com que ocorre a queda do pH é tão importante quanto o valor de pH final para a preservação da qualidade da silagem, pois reduz a proteólise e inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis. De modo geral, as silagens de sorgo, já nas primeiras 24 horas de fermentação, apresentam valores de pH capazes de minimizar a atividade proteolítica das enzimas e bactérias, e tendem a se estabilizar antes de 10 dias transcorridos da ensilagem (MCDONALD et al., 1991; BORGES et al., 1997a; BRITO et al., 2000; ROCHA JR. et al., 2000), com valores entre 3,6 e 4,3.

Uma silagem bem preservada apresenta altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos orgânicos, desde que não se utilizem aditivos para restringir a fermentação (FAIRBAIRN et al. 1992). A estabilização do pH e a adequada quantidade de ácidos orgânicos, faz com que reduza a capacidade tamponante da forragem (VAN SOEST, 1994). A redução do pH na silagem, decorrente da produção desses ácidos promove uma queda na atividade proteolítica das enzimas da própria forragem e reduz o crescimento de

microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente as enterobactérias e clostrídios.

Em experimento conduzido com sete híbridos de sorgo de diferentes portes e suculência do colmo, cortados aos 102 dias de crescimento vegetativo, com abertura dos silos aos 52 dias, ROCHA JÚNIOR et al. (2000) determinaram pH com variação de 3,5 a 4,3, enquanto o teor de ácido láctico variou de 1,20 a 1,90%. Por outro lado, Rodrigues et al. (2002) avaliaram o híbrido AG 2005, cortado aos 97 dias, e relataram pH de 3,7, enquanto os valores médios de ácido láctico foram da ordem de 6,1%.

Existe uma estreita relação entre as taxas e as extensões de queda do pH e o teor de MS da forragem para que ocorra inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis (MUCK, 1988). Silagens com alto teor de umidade são mais propensas a desenvolver fermentações indesejáveis, e apresentam também maior resistência à redução do pH. Segundo McDonald et al. (1991), quanto menor o teor de MS, mais baixo deverá ser o pH, para que ocorra a inibição do desenvolvimento de microrganismos perniciosos ao processo. As silagens caracterizadas como de boa qualidade devem apresentar pH na faixa de 4,2, o que evita a proteólise e a conseqüente produção de ácido butírico. Silagens com baixos teores de MS produzem perdas de nutrientes através do efluente, o que promove a redução do seu valor nutritivo. De acordo com PAIVA (1976), as silagens devem apresentar valores médios de pH com variação de 3,9 a 4,3 o que as classifica como de boa qualidade.

2.3.2 Atividade de Água (A_w)

A atividade de água (A_w) em alimentos ensilados é de grande importância para a qualidade e estabilidade da fermentação, além de ser obrigatoriamente necessária para o desenvolvimento de qualquer microrganismo. De acordo com Jobim et al. (2007), em trabalhos conduzidos no Brasil, com espécies tropicais, evidenciam valores relativamente elevados para a A_w em silagens de gramíneas.

Castro et al. (2001) registraram valores de A_w entre 0,69 e 0,85 para silagens de Tifton 85, enquanto Igarasi (2002) reportou valores de A_w superiores a 0,93 para silagem de capim-Tanzânia.

O desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos está restrito a valores de A_w acima de 0,90 e, segundo McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94.

2.3.3 Relação N-amoniacoal/N-total

Na avaliação das silagens, a relação da porcentagem de nitrogênio amoniacoal: nitrogênio total pode ser um indicativo de qualidade no material ensilado. O aumento da produção de amônia provocado pela proteólise ou pela ocorrência eventual de aquecimento excessivo na massa do silo pode ocasionar neutralização dos ácidos desejáveis e reações de “Maillard” segundo Pigurina (1991), parâmetros determinantes na qualidade final do material ensilado (VAN SOEST, 1994).

Nas silagens consideradas com excelente padrão de fermentação, os valores de nitrogênio amoniacoal são inferiores a 10% do nitrogênio total (FAIRBAIRN et al., 1992). Em contrapartida, silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 20% (MCDONALD et al. 1991).

A amônia nas silagens é derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação como aminas, cetoácidos, ácidos graxos e da redução de nitratos pelas bactérias lácticas (MCDONALD et al. 1991; FAIRBAIRN et al., 1992). Deste modo, três processos bioquímicos são envolvidos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução.

Os teores de $N-NH_3/NT$ junto com o valor de pH são indicativos do processo fermentativo, seja ele desejável ou indesejável. Deste modo, a quantidade de amônia é utilizada como indicador da atividade fermentativa clostridial proteolítica e pseudomonas, o que é indesejável para a produção de silagens.

Tais preocupações são importantes, pois os altos níveis de proteólise nas silagens podem estar relacionados a baixos consumos voluntários e menor eficiência de síntese de proteína microbiana (VAN SOEST, 1994).

Quanto à qualidade da silagem, esta é considerada de excelente qualidade quando apresenta uma relação $N-NH_3/NT$ menor que 10%,

boa entre 10 e 15%, média entre 15 e 20%, e ruim quando maior que 20% (AFRC, 1987). Faria Jr. (2008) encontrou valores de nitrogênio amoniacal na silagem variando de 1,25 a 5,99%. Em estudos quanto as características fermentativas de sorgo duplo propósito e sorgo forrageiro, Skonieski et al. (2010) encontraram valores de 1,91 e 1,90% de N-NH₃/NT, respectivamente.

Um importante fator determinante do tipo de fermentação no processo de ensilagem é o teor de matéria seca da planta. Nos sorgos este teor varia com a idade de corte e com a natureza do colmo da planta (CARVALHO et al. 1992).

O nitrogênio amoniacal da silagem é significativamente menor quando se ensilam materiais com valores altos de matéria seca e carboidrato solúvel em água (McDONALD et al. 1991). Pires et al. (2006) observaram reduções para esse parâmetro (6,03-7,79%) com o avanço da maturidade da planta, e Araújo et al. (2007) não relataram efeito do estágio de maturação sobre os níveis de nitrogênio amoniacal nas silagens de três híbridos de sorgo cujos valores variaram de 5,53 a 7,12%.

2.3.4 Ácidos Orgânicos

No processo fermentativo da silagem são produzidos ácidos orgânicos como ácido láctico, acético, butírico, propiônico, valérico e succínico, dentre os quais, a concentração dos três primeiros é mais determinante para avaliar a qualidade fermentativa do material orgânico no silo.

Dentre os ácidos orgânicos, o ácido láctico é o principal por apresentar maior constante de dissociação (K_{pa}), sendo responsável pela redução do pH a valores inferiores a 4,2 e, conseqüentemente, inibição de microrganismos indesejáveis. Os conteúdos de ácido acético estão relacionados às menores taxas de decréscimos e maiores valores finais de pH nas silagens, como resultado da ação prolongada de enterobactérias, bactérias lácticas heterofermentativas e, em menor porção, por clostrídios. O conteúdo de ácido butírico reflete a extensão da atividade clostridiana sobre a forragem ensilada e está relacionado a menores taxas de decréscimo, maior valor final de pH e de

nitrogênio amoniacal nas silagens, indicando processos fermentativos ineficientes (FISHER e BURNS, 1987).

Segundo Nogueira (1995) silagens com teores de ácido láctico acima de 5%; ácido acético e butírico abaixo de 2,5 e 0,1%, respectivamente podem ser considerados de muito boa qualidade. As condições precárias de ensilagem favorecem uma fermentação clostridiana e produz silagens com características de baixo consumo. Os produtos que deprimem o consumo incluem amônia e ácidos voláteis, particularmente o acético (FORBES, 1995).

Uma boa qualidade de silagem pode ser obtida quando se encontra baixas concentrações de ácido acético, butírico e nitrogênio amoniacal. Em silagens de sorgo, segundo Araújo et al. (2007) tais valores de ácido láctico devem variar de 6,30 a 15,42% na MS. No entanto, Rocha Jr. et al. (2000) citam valores inferiores (3,2 a 8,5%). Portanto, as silagens bem preservadas devem apresentar baixos teores de ácido acético, valores máximos de 2,0%, conforme estabelecem Roth e Undersander (1995).

Rocha Júnior et al. (2000) determinaram ácido butírico de 0,00 a 0,09% e ácido propiônico 0,00 a 0,36% em silagens de sorgo, enquanto Rodrigues et al. (2002) não obtiveram produção desse ácido. De acordo com Roth e Undersander (1995) a presença do ácido propiônico acima do limite estabelecido significa a degradação do ácido láctico por bactérias butíricas.

2.4 Valor Nutricional das Silagens de Sorgo

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais, visto que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo associado ao aumento da idade, normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta e conseqüentemente aumento da lignificação, afetando a digestibilidade (VILELA et al., 2005). A qualidade do volumoso é representada pela composição química do alimento, pela digestibilidade de seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal (MAGALHÃES et al., 2005).

De acordo com Rodrigues (2000), o valor nutritivo dos híbridos de sorgo tem pouca variação entre diferentes cultivares

encontrado no mercado. Entretanto, a época da colheita afeta diretamente a qualidade nutricional. O teor de proteína da forragem diminui drasticamente à medida que a planta se desenvolve, o mesmo acontecendo com a digestibilidade da proteína em função do aumento significativo de fibras. Analisando a qualidade nutritiva do sorgo, têm-se encontrado valores de 9 a 12% de proteína bruta (PB) no colmo, 15 a 18% nas folhas e 12 a 16% de proteína bruta na planta inteira.

Avelino et al. (2008) avaliando dois híbridos de sorgo plantados em três espaçamentos (0,5 m; 0,75 m e 1,0 m) constataram que o menor espaçamento, conferiu em um maior percentual de PB (8,5%) no híbrido AG2005 quando comparado com o VOLUMAX, e concluem que tal resultado encontrado é devido muito provavelmente, às suas características fenológicas, como por exemplo, maior relação folha:colmo.

Um importante fator determinante do tipo de fermentação no processo de ensilagem é o teor de matéria seca da planta. Nos sorgos este teor varia com a idade de corte e com a natureza do colmo da planta (CARVALHO et al., 1992).

De acordo com Paiva (1976), a matéria seca de uma boa silagem deve apresentar o teor entre 30 e 35%, silagens com alta umidade apresentam um custo de produção elevado devido ao custo do transporte por quantidade de matéria seca, favorece o desenvolvimento de bactérias indesejáveis (*Clostridium* spp) devido a baixa redução do pH refletindo negativamente no valor nutricional além de favorecer a perda dos nutrientes altamente digestíveis por ocasião da produção excessiva de efluentes. (MCDONALD et al., 1991).

Skonieski et al. (2010), mensurando a produção e o valor nutritivo de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito, encontraram, para os materiais forrageiros, valor de 33,01% de MS. Já para os materiais duplo propósito, verificaram valor de 38,22% de MS.

Neumann et al. (2004) avaliando a silagem de sorgo ou de milho na produção de novilhos precoces, constataram que a silagem de sorgo do híbrido AG-2006 apresentou maior teor de MS (36,45%) em relação ao milho AG-5011 (34,50%) e que, no entanto, a mesma caracterizou-se como de menor valor nutritivo, frente à silagem de

milho do híbrido AG-5011 devido aos menores teores de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (58,63 contra 62,64%), PB (6,60 contra 8,93%) respectivamente.

Machado (2009) avaliando os teores de matéria seca da planta inteira de híbridos de sorgo em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo), verificou aumento nos teores de matéria seca das folhas em vários híbridos avaliados quando avança os estádios de maturação das plantas. No estádio farináceo ocorreu maior acúmulo de matéria seca em todos os híbridos. Nos colmos não ocorreu diferença significativa dos híbridos nos diferentes estádios de maturação. O híbrido BR 700 apresentou diferença significativa no teor de matéria seca dos colmos em todos os estádios de maturação. Na panícula todos os híbridos obtiveram aumento gradativo no teor de matéria seca com o avanço da maturidade das plantas.

Segundo Avelino et al. (2008) com o processo de ensilagem, a redução do valor nutritivo do material original pode ocorrer de diferentes formas, estando as perdas de matéria seca e de energia dependentes das características morfofisiológicas da forrageira ensilada.

A determinação dos teores das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de fibra em detergente ácido (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com o seu consumo, respectivamente (VAN SOEST, 1994). No entanto, os teores das frações fibrosas de vários híbridos de sorgo não apresentaram diferenças significativas com o avanço dos estádios de maturação das plantas com valores de FDN entre 53,03 e 57,41%, e de FDA, 32,16 e 35,06%, assim, o aumento do teor de amido nos grãos compensou o aumento das frações fibrosas (MACHADO 2009). Em contrapartida, Rodrigues Filho et al. (2006) encontraram diferença significativa na percentagem de FDN e FDA entre quatro híbridos de sorgo cortados no estádio de grão pastoso, respectivamente: BRS 610 (50,28 e 41,48%); CMSXS 762 (48,45 e 40,06%); BR 506 (37,29 e 38,75%) e BR 700 (53,05 e 33,82%).

Neumann et al. (2005) avaliando efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo, observaram que os teores de FDN e FDA do material original, quando

comparado à silagem, diferiram entre si, apresentando teores de FDN (62,23%) e de FDA (36,94%) observados no material original, respectivamente, e numericamente, mostraram redução nos teores de FDN para 61,15% e acréscimo nos teores de FDA para 39,15% com o processo de ensilagem.

De maneira geral, os percentuais médios de FDN encontrados nas silagens podem ser considerados baixos, de acordo com Van Soest (1991), teores de FDN superiores a 55% da matéria seca estão negativamente correlacionados com o consumo pelo animal.

Em relação a FDA, um bom nível na silagem ocorre quando se tem valores inferiores a 30% (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001), sendo valores superiores correlacionados negativamente com a digestibilidade da fibra.

2.5 Digestibilidade

Ensaio de digestibilidade são os métodos mais precisos para avaliação do valor nutritivo dos alimentos. Atualmente existem várias técnicas laboratoriais para avaliação de alimentos destinados a ruminantes: *in vivo*, *in situ* e *in vitro*.

A técnica de digestibilidade *in vivo* apresenta maior acurácia ao estimar o valor nutritivo dos alimentos. No entanto o custo financeiro para que os mesmos possam ser realizados é alto, pois requerem o uso de animais, alimentos, mão-de-obra e tempo. Com o intuito de minimizar este problema, as metodologias *in situ* e *in vitro* de avaliação de alimentos foram desenvolvidas para determinar o seu valor nutricional (KITESSA et al. 1999).

Entretanto, a técnica *in situ* vem sendo criticada devido ao limitado número de amostras por experimento. Desta forma as metodologias *in vitro* para avaliação dos alimentos se constituem como boa opção para determinar o valor nutricional dos alimentos, pois apresentam altas correlações com o consumo e a digestibilidade *in vivo* (ORSKOV, 2002). Além disso, têm menor tempo de execução, com melhor controle da condição experimental (FONDEVILLA e BARRIOS, 2001) e possibilita um maior número de amostras experimentais.

Já em 1963 a técnica de Tilley e Terry era capaz de estimar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca com boa precisão, no entanto com uma referência mínima à dinâmica da fermentação ruminal. As técnicas posteriores passaram a incorporar as estimativas da cinética de degradação no retículo-rúmen tanto pela mensuração na degradação ruminal de alimentos em sacos de náilon incubados no rúmen (MEHREZ et al. 1977; ORSKOV e MC DONALD ,1979; ORSKOV et al. 1980; SAUVANT et al. 1985; MICHALET-DOREAU et al. 1987) quanto pelas técnicas de produção de gases (PELL e SCHOFIELD, 1993; THEODOROU et al. 1994; CONE et al. 1996; SILESHI et al. 1996; MAURÍCIO et al. 1999).

A digestibilidade constitui um importante parâmetro do valor nutritivo de um determinado alimento (OLIVEIRA et al., 1991). A digestibilidade é a capacidade do alimento em permitir que o animal utilize seus nutrientes em menor ou maior escala. Vários fatores podem interferir nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos, principalmente a maturidade da planta, quando se trata de forrageiras, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, em função da redução no teor de proteína e do aumento da lignificação da parede celular.

Outros fatores, como o processamento químico e o cozimento também podem melhorar o coeficiente de digestibilidade ou modificar o local onde se processam a digestão e a absorção. O nível de consumo e a idade do animal também são fatores que podem influenciar o coeficiente de digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes (SILVA e LEÃO, 1979).

A digestibilidade é influenciada diretamente pelo tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal, portanto, é influenciada pelas taxas de digestão e passagem (THIAGO e GILL, 1990; TEIXEIRA, 1997).

Fundamentalmente, a qualidade de um alimento depende de seu valor nutritivo e da taxa de consumo voluntário. A composição química é o ponto básico do valor nutritivo de um alimento. Todavia, este é mais dependente da digestibilidade de seus componentes químicos (BARROS et al., 1997).

O consumo de alimento pelo animal é considerado um índice de fundamental importância na avaliação do valor nutritivo dos

alimentos, tendo em vista que o volume de nutrientes ingeridos e o desempenho animal dependem da quantidade e qualidade de alimentos consumidos (DIAS et al., 2001).

Em estudos avaliando o efeito do estágio vegetativo do sorgo sobre a composição química da silagem e consumo, estes mesmo autores observaram que um aumento significativo no consumo de MS da silagem (kg MS.dia⁻¹) e da dieta total (kg MS.dia⁻¹ e % Peso vivo) pelos animais tratados com silagem de milho, em relação àqueles que receberam as silagens de sorgo. No entanto, o estágio de maturidade do sorgo (silagem sorgo-emborrachamento e silagem sorgo-grão leitoso), não influenciou significativamente o consumo da silagem nem da ração, expressos em kg de MS.dia⁻¹ e % do peso vivo.

Em estudos avaliando os teores de FDN, FDA e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de híbridos de sorgo em três estádios de maturação, demonstra que a digestibilidade apresenta um comportamento variado com o avanço dos estádios de maturação. Tal diferença ocorre pelas variações nas proporções das partes da planta e pelas diferenças nos valores nutricionais dessas frações, o que interfere na qualidade final da silagem, (PIRES et al., 2006; ARAÚJO et al., 2007; MACHADO, 2009; MACHADO, 2010).

Segundo Dias et al. (2001), a elevada concentração da fração fibrosa do alimento reduz 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 do desempenho produtivo do animal.

De acordo com Simon et al. (2009), em análise da composição bromatológica da silagem de sorgo com e sem adição de concentrado e digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, quando o sorgo foi ensilado no estágio de grão farináceo, os teores de MS e PB aumentaram significativamente com a adição de concentrado. No entanto, os teores de FDN e FDA decresceram. O aumento na quantidade de concentrado exerceu influência significativa sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS), devido à elevação de carboidratos não estruturais, que são mais digestíveis que os estruturais, e na digestibilidade da proteína bruta (DPB), apresentando teores DMS de 48,32; 61,96; 68,12 e 69,77% e DPB de 37,41; 44,62;

74,12 e 83,50% quando os níveis de inclusão de concentrado na dieta eram de 0; 15; 30 e 45%, respectivamente.

Em análise dos parâmetros de degradação ruminal da MS, PB, FDN e FDA das silagens de milho, sorgo e *Brachiaria* incubadas no rúmen, verifica-se que a fração solúvel “a” da MS e PB da silagem de milho foi acima da silagem de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. Isto ocorreu possivelmente pela silagem de milho apresentar maior teor de açúcar solúvel.

2.6 Uso de Silagem de Sorgo para Ruminantes

A intensificação dos sistemas de produção, com aumentos no potencial genético e na produtividade dos animais, associada à necessidade de suplementação volumosa no período seco, vem aumentando à demanda de produção de volumosos conservados para suplementação em sistemas confinados ou semiextensivos. Nesse sentido, o sorgo surge como opção em substituição ao milho, principalmente em regiões com riscos de veranicos ou em sistemas de cultivo em safrinha. Além disso, o menor custo e a semelhança ao valor nutritivo do milho tornam o sorgo uma opção de volumoso para o balanceamento de dietas (FARIA JR, et al; 2009).

Souza et al. (2003) analisando o valor nutritivo de silagens de sorgo, não observaram diferenças significativas quanto ao consumo médio de matéria orgânica entre os híbridos estudados, apresentando comportamento semelhante para o consumo de matéria seca, com valores de 1.110,3; 941,5; 1.018,8; 901,4; e 960,3 g.dia⁻¹ para as silagens dos híbridos AG 2006, AGX 215, AGX 213, AGX 202 e AG 2002, respectivamente.

Em concordância, Neumann et al. (2004) não encontraram diferenças significativas com o consumo de matéria seca (CMS) das silagens de milho e sorgo, embora a silagem de milho ter apresentado menor teor de MS (34,5 contra 36,45%), apresentou também maior coeficiente de DIVMO (62,64 contra 58,63%) em relação à silagem de sorgo.

Alves Filho et al. (2000), comparando o desempenho de novilhos de corte alimentados com silagem de milho AG-5011 ou de

sorgo AG-2005E na relação volumoso: concentrado de 60:40, também não observaram diferença no CMS por 100 kg de peso vivo (2,35 contra 2,31%) e no CMS por unidade do tamanho metabólico (102,28 contra 98,20 g kg^{-0,75}) respectivamente. Menores CMS, quando expressos em porcentagem de peso vivo (CMSP), também foram verificados por Silva et al. (1999) comparando dietas com silagem de sorgo AG-2006 (2,13% PV) ou de milho AG- 1051 (2,21% PV), com relação volumoso :concentrado de 65:35 na terminação de novilhos F1 Pardo Suíço x Nelore, não observando diferença estatísticas entre as fontes de volumoso.

Segundo Neumann et al. (2004), as diferenças significativas do CMS diária e CMS por % peso vivo pode ser explicada devido a um aumento percentual de 25,79% no consumo de matéria seca digestível (CMSD), e é justificado pelo desenvolvimento corporal dos animais com o avanço do período de confinamento, bem como pelo aumento do teor de MS e pelos decréscimos dos teores de FDN das dietas ocorridos com o incremento de 10% de concentrado na composição da dieta no segundo período de confinamento. Neste estudo, também foi avaliado a fonte de volumoso para os animais confinados não apresentando interação com o ganho de peso médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência energética (CE), confirmando que o sorgo é um potencial substituinte do milho, mantendo o desempenho animal.

O ganho de peso (GMD) de bezerros foram semelhantes entre as dietas que tiveram incluído silagem de sorgo (1,304 kg.dia⁻¹) ou silagem de milho (1,278 kg.dia⁻¹). A conversão alimentar dos animais também foi similar entre as dietas contendo silagem de sorgo ou milho (5,88 contra 5,74 kg de MS kg⁻¹ de PV) (NEUMANN et al. 2004).

Entretanto, Dias et al. (2001) apresentaram resultados inferiores para gordura do leite (3,55% silagem de milho, 3,43% silagem de sorgo estágio de emborrachamento e 3,62% silagem de sorgo granífero leitoso).

3 METODOLOGIA

3.1 Local e Dados Climáticos

O experimento a campo foi conduzido nas dependências da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada no Km 65 da rodovia MG424, no município de Sete Lagoas - MG.

As coordenadas geográficas são 19°28' latitude sul e longitude 44°15'08" WGrW. O clima da região, segundo Koopen, é do tipo AW (clima de savana com inverno seco) e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18 °C. O índice pluviométrico médio anual é de 838,4 mm, com regime sazonal muito concentrado e chuvas mal distribuídas, sendo 85% nos meses de novembro a março, enquanto de maio a agosto chove apenas 2%. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, epi-eutrófico (ALBUQUERQUE et al., 2005).

Durante o período experimental o acumulado de chuvas foi de 257,6 mm, com temperatura média de 21,6 °C. No período do cultivo ocorreram veranicos, sendo que o mais violento teve duração de 38 dias e correspondeu ao intervalo de 15 de abril a 22 de maio de 2013.

3.2 Genótipos Utilizados

Foram utilizados dezessete genótipos de sorgo pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, sendo: 3 genótipos machos (forrageiro): 201191, Santa Elisa e 201187025; 3 fêmeas (granífero): BRS008B, BR007B e CMSXS222B; 9 híbridos: 2012F47475, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47503, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F47524, 2012F47525 e; e 2 híbridos comerciais: VOLUMAX e BRS610.

3.3 Plantio

Os dezessete genótipos de sorgo foram semeados 20 de fevereiro de 2013. O plantio foi realizado em blocos casualizados no

campo. Cada genótipo corresponde a um tratamento, sendo dezessete parcelas. Como são três blocos e dezessete tratamentos, totaliza-se em cinquenta e uma parcelas experimentais.

Foram coletadas amostras de solo do horizonte superficial (0 a 20 cm), após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de malha grossa, para então serem retiradas amostras para análise em laboratório. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES. Baseada na análise de solo e exigência da cultura foi realizada a correção e adubação do solo. A adubação foi realizada com aplicação de 400 kg NPK (8:28:16) e 0,5% de Boro no período de instalação da cultura e posteriormente aplicação de 100 kg de ureia em cobertura aos 40 dias após o plantio.

Foram utilizadas vinte sementes por metro linear e após emergência das plântulas foi realizado um desbaste, restando doze plantas por metro linear. Cada parcela continha seis linhas espaçadas de setenta centímetros e cada linha com seis metros de comprimento. Foram utilizadas as duas linhas centrais e as duas intermediárias (parcela útil), das quais foram descartadas as duas linhas externas das parcelas e um metro da margem esquerda e um metro da margem direita das linhas centrais e intermediárias (bordaduras).

A colheita foi realizada em 18 de junho de 2013, totalizando um período experimental de 119 dias. O sorgo foi cortado a 15 cm do solo e a colheita de todos os materiais foram realizada no mesmo dia.

3.4 Avaliação Bromatológica e Qualidade da Silagem

As duas fileiras centrais e duas intermediárias foram colhidas com 119 dias após o plantio e utilizadas para confecção dos silos e posteriormente, avaliado as características bromatológicas e a qualidade das silagens.

A produção de matéria seca foi obtida a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte; a produção de matéria seca digestível foi obtida por meio da produção de matéria seca e da porcentagem de digestibilidade (TILLEY e TERRY, 1963).

Foram utilizados silos de laboratório confeccionados de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, sendo a forrageira picada em picadeira estacionária e prensada com soquete de madeira, adotando uma densidade média de 600 Kg m³. Os silos foram vedados, no momento da ensilagem, com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen e lacradas com fita crepe, sendo pesados antes e após a ensilagem. Foram realizadas três repetições por tratamento e duas réplicas por parcela, sendo confeccionado um total de 102 silos, que foram abertos após 56 dias de ensilagem.

A avaliação nutricional das silagens foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) – Campus Janaúba, MG.

No momento da abertura dos silos, o material foi descartado cerca de 20% do material inicial do silo e o restante foi homogeneizado e extraídos aproximadamente 200 mL de suco da silagem com auxílio de um prensa hidráulica para determinação dos valores de pH, empregando-se um peagâmetro digital, de acordo com o método descrito por Silva e Queiroz (2002).

Parte do material ensilado foi colocada em bandeja de alumínio, pesada e posteriormente pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas ou até atingir peso constante. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm para realização das análises bromatológicas e 5 mm para as análises de digestibilidade e, em seguida, acondicionadas em vidros com tampa para as análises laboratoriais.

A atividade de água foi executada de acordo a metodologia descrita por Mari, (2003). A análise do N-NH₃ foi realizada amostrando-se aproximadamente 25 g de cada silagem, que foram tratadas com 200 mL de solução de ácido sulfúrico a 0,2 N, inseridas em potes com tampas e mantidas em repouso durante 48h sob refrigeração para solubilização do N-NH₃. Subsequentemente, foram filtradas em papel filtro de rápida filtração e submetido à destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2 N em aparelho do tipo micro-kjeldahl e, em seguida, titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,1 N, conforme Bolsen et al. (1992).

A matéria seca total (MS) foi obtida a partir da matéria pré-seca em estufa 55 °C e 105°C, e as cinzas (CNZ) em mufla por 4horas

a 550°C de acordo AOAC (1980); a proteína bruta (PB), a partir da determinação do conteúdo de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, de acordo AOAC (1984). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LGN) pelo método seqüencial de Van Soest et al.(1991). O nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) foram obtidos segundo metodologia descrita pelo INCT-CA (2012).

3.5 Digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com metodologia descrita por Tilley e Terry (1963) modificada segundo Silva e Queiroz (2002) através do uso da incubadora *in vitro*, da Tecnal® (TE-150), com modificação do material do saquinho utilizado (7,0 x 7,5 cm), confeccionado utilizando-se tecido não tecido (TNT -100 g/m²) conforme Casali et al. (2008).

O líquido ruminal necessário para a avaliação foi coletado de dois bovinos mestiços adultos, castrados, providos de cânula ruminal, de aproximadamente 400 kg de peso vivo, retirado pela manhã e proporcionalmente misturados para a obtenção de um líquido composto. Os animais foram alojados em um curral, alimentados com volumoso (silagem de sorgo) e concentrado, sal mineral e água *ad libitum* durante os 15 dias anteriores à coleta.

3.6 Delineamento Experimental

Para a condução do experimento no campo o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, sendo dezessete genótipos e três repetições (blocos), totalizando 51 unidades experimentais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância segundo um delineamento em blocos ao acaso com três repetições por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e quando a mesma apresentou significância para o teste de “F” as médias foram

comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, conforme o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

eq. 1

Em que:

Y_{ik} = Observação referente ao genótipo i e repetição k ;

μ = Média geral;

G_i = Efeito do genótipo i , com $i = 1, 2, 3 \dots 17$;

B_k = efeito de bloco k , onde $k = 1, 2$ e 3 ;

e_{ik} = O erro experimental associado aos valores observados (Y_{ik}) que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade das Silagens de Sorgo

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), atividade de água (Aw) e relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT) houve diferença significativa (p<0,05) entre as silagens dos genótipos analisados (TABELA 1).

TABELA 1. Teores médios de potencial hidrogeniônico (pH), atividade de água (Aw) e a relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT)

Genótipos	pH	Aw	N-NH₃/NT¹
201191	3,56 B	0,97 A	3,61 C
Santa Elisa	3,57 B	0,97 A	2,66 D
201187025	3,80 A	0,96 A	3,55 C
BRS008B	3,94 A	0,93 B	6,56 A
BR007B	3,83 A	0,96 A	3,70 C
CMSXS222B	3,79 A	0,96 A	4,37 B
2012F47475	3,56 B	0,98 A	2,18 E
2012F47483	3,59 B	0,97 A	3,85 C
2012F47484	3,61 B	0,98 A	2,53 D
2012F47503	3,75 A	0,97 A	2,56 D
2012F47504	3,54 B	0,98 A	2,71 D
2012F47515	3,89 A	0,98 A	2,85 D
2012F47523	3,62 B	0,97 A	2,14 E
2012F47524	3,34 B	0,98 A	1,61 E
2012F47525	3,69 A	0,98 A	2,42 D
VOLUMAX	3,53 B	0,97 A	3,89 C
BRS610	3,69 A	0,97 A	4,56 B
CV(%)	4,07	1,04	11,4
Média	3,69	0,97	3,28

¹ % nitrogênio total.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si (p<0,05) pelo Teste Scott-Knott . CV = Coeficiente de variação.

Com relação ao valor de pH, os genótipos: machos 201191, Santa Elisa; os híbridos 2012F47475, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47504, 2012F47523, 2012F47524 e híbrido comercial VOLUMAX, obtiveram os menores valores de pH, variando de 3,34 a 3,62. Os demais genótipos obtiveram valores de pH superiores, variando de 3,69 a 3,94 (TABELA 1) o que corrobora com os autores McDonald et al. (1991) e Van Soest (1994) sendo um bom indicativo de qualidade das silagens, pH entre 3,6 e 4,2.

O valor de pH final das silagens é de extrema importância para a preservação da qualidade da silagem, uma vez que reduz a atividade proteolítica e inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis.

Segundo McDonald et al. (1991) e Van Soest (1994), a preservação adequada da forrageira pelo processo de ensilagem depende da produção de ácido láctico a fim de estabilizar o pH da silagem produzida. A rápida estabilização do pH é então dependente do conteúdo de açúcares disponíveis para a fermentação e do poder de tamponamento da forrageira.

De modo geral, as silagens de sorgo, já nas primeiras 24 horas de fermentação, apresentam valores de pH capazes de minimizar a atividade proteolítica das enzimas e bactérias, e tendem a se estabilizar antes de 10 dias transcorridos da ensilagem (McDonald et al., 1991; Borges et al., 1997; Brito et al., 2000; Rocha Jr. et al., 2000), com valores entre 3,6 e 4,3. Em concordância com os autores citados, o presente trabalho apresenta valores dentro dos limites estabelecidos, os quais indicam bom processo fermentativo e boa conservação da silagem (TABELA 1).

Oliveira et al. (2010) avaliando silagens de forrageiras distintas encontraram valores de pH 3,8 para a silagem de milho e sorgo-sudão e 3,9 para a silagem de sorgo forrageiro. No presente trabalho, as silagens de sorgo apresentaram valor médio de 3,69, sendo inferior ao encontrado pelo autor citado, no entanto ambos estão em concordância com o preconizado pela literatura.

Existe numa estreita relação entre as taxas e as extensões de queda do pH e o teor de MS da forragem para que ocorra inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis (Muck, 1988).

A proporção de matéria seca atua diretamente sobre o perfil de fermentação que ocorre dentro do silo. A ensilagem de materiais de

elevada umidade estimula a fermentação clostrídica, responsável por degradação excessiva de proteína com formação de nitrogênio não protéico, e redução do valor nutritivo da silagem. O pH no qual a atividade clostrídica cessa é dependente da atividade da água. Quanto menor for o teor de matéria seca da forrageira ensilada, tanto mais baixo deverá ser o pH final a fim de inibir fermentações por microrganismos do gênero *Clostridium*. Forrageiras com baixo teor de matéria seca, menor 30 %, precisam de uma queda de pH abaixo de 4,0 para a completa inibição da atividade clostrídica (ARAÚJO 2006).

A afirmação do autor citado acima explica os dados obtidos neste trabalho mostrando que, os genótipos que obtiveram os menores teores de pH também obtiveram os menores teores de matéria seca, garantindo a completa inibição da atividade clostrídica e conferindo a preservação e qualidade da silagem.

Se por um lado ensilagem de materiais de elevada umidade favorece fermentações indesejáveis, por outro, a ensilagem de materiais com teores de matéria seca acima de 45% também não é desejada, uma vez que não permitem uma compactação adequada, impedindo a eliminação do oxigênio de dentro do silo, e propiciando condições para o aquecimento, desenvolvimento de mofo e reações de Maillard (Van Soest, 1994).

Quanto à atividade de água (A_w) apenas o genótipo fêmea BRS008B obteve valor de 0,93 sendo inferior estatisticamente. Os demais genótipos variaram de 0,96 a 0,98 (TABELA 1).

O desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos está restrito a valores de A_w acima de 0,90 e, segundo McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94. Nesta pesquisa, pode-se observar que apenas o genótipo BRS008B obteve valor em concordância ao relatado pelos autores acima (TABELA 1).

No entanto como demonstrado anteriormente, a faixa de pH das silagens encontrou-se adequada à restrição de clostrídeos, evitando assim fermentação indesejada, conferindo a conservação e qualidade das silagens.

Quanto à relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) os híbridos 2012F47475, 2012F47523 e 2012F47524 obtiveram os menores teores de nitrogênio amoniacal, variando de

1,61 a 2,18%. O maior valor, 6,56% foi obtido pelo genótipo fêmea BRS008B. Valores intermediários foram obtidos pelos demais genótipos, variando de 2,42 a 4,56% (TABELA 1).

Nas silagens consideradas com bom padrão de fermentação, os valores de nitrogênio amoniacal são inferiores a 10% do nitrogênio total, sendo a amônia derivada principalmente da deaminação de aminoácidos específicos, amidas, e da redução de nitratos pelas bactérias lácticas (Fairbairn et al., 1992).

De acordo Gonçalves et al. (2009), os teores de nitrogênio amoniacal em silagens de sorgo variam de 0,5 a 7,8% do nitrogênio total. Deste modo, os teores encontrados neste trabalho estão em concordância com os autores, variando de 1,61% para o híbrido 2012F47524 a 6,65% para o genótipo fêmea BRS008B. Por consequência, tais silagens são consideradas de boa qualidade.

Faria Jr. (2008) encontrou valores de nitrogênio amoniacal na silagem variando de 1,25 a 5,99%. Os valores elevaram-se com o avanço do estágio de maturação da planta de florescimento a grãos duros, no momento de ensilagem. Por outro lado, Pires et al. (2006) observaram reduções para esse parâmetro (6,03-7,79%) com o avanço da maturidade da planta, e Araújo et al. (2007) não relataram efeito do estágio de maturação sobre os níveis de nitrogênio amoniacal nas silagens de três híbridos de sorgo cujos valores variaram de 5,53 a 7,12%.

Silagens mal conservadas e com evidências de fermentações indesejáveis (clostrídias e pseudomonas) apresentam teores de nitrogênio amoniacal acima de 15%, o que indica quebra excessiva da fração proteica (GONÇALVES et al., 2009). Nessas silagens, a degradação proteolítica envolve consumo de ácido láctico e acético para produção de ácido butírico, resultando em aumento do pH da silagem.

O fato relatado pelos autores explica a variação dos dados obtidos mostrando que, os genótipos que obtiveram os maiores valores de pH, também obtiveram os maiores valores de nitrogênio amoniacal. Porém, tanto os valores de pH quanto N-NH₃, estão dentro dos limites preconizados pela literatura, indicando boa qualidade e conservação das silagens analisadas.

4.2 Características Nutricionais das Silagens de Sorgo

Quanto à avaliação das características nutricionais das silagens de sorgo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos para as características: produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (MS) e cinzas (CNZ) (TABELA 2).

TABELA 2. Produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e teor de matéria seca (MS) e cinzas (CNZ) de sorgo

Genótipos	PMV ¹	PMS ¹	MS ²	CNZ ³
201191	35,24 A	12,37 A	35,10 B	4,83 B
Santa Elisa	22,76 B	7,39 B	32,54 B	4,69 B
201187025	17,43 C	6,48 B	39,28 B	5,69 A
BRS008B	13,52 C	8,08 B	59,67 A	6,88 A
BR007B	12,05 C	5,97 B	49,95 A	5,84 A
CMSXS222B	16,38 C	7,64 B	46,46 A	5,56 A
2012F47475	16,48 C	6,37 B	38,98 B	5,53 A
2012F47483	23,24 B	9,53 B	41,69 B	5,19 A
2012F47484	27,62 A	10,28 A	37,17 B	4,08 B
2012F47503	24,47 B	8,82 B	36,01 B	4,69 B
2012F47504	29,95 A	9,33A	31,38 B	4,52 B
2012F47515	35,14 A	12,59 A	35,84 B	4,62 B
2012F47523	27,90 A	10,46 A	37,56 B	4,49 B
2012F47524	35,31 A	9,58 A	26,89 B	4,55 B
2012F47525	33,43 A	12,12 A	36,26 B	5,90 A
VOLUMAX	24,09 B	9,58 A	39,78 B	4,52 B
BRS610	22,76 B	11,38 A	50,89 A	5,32 A
CV	21,52	21,80	15,61	15,6
Média (%)	24,55	9,31	39,73	5,12

¹ toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$);

² porcentagem (%);

³ porcentagem da matéria seca (% MS).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo Teste Scott-Knott . CV = Coeficiente de variação.

Quanto aos valores de produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) houve diferença significativa

($p < 0,05$). Os maiores valores de PMV foram obtidos pelos genótipos: macho 201191, híbridos 2012F47484, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F47524 e 2012F47525, variando de 27,62 a 35,31 t ha⁻¹. Valores inferiores foram encontrados pelos demais genótipos, variando de 12,05 a 24,47 t ha⁻¹ (TABELA 2).

Segundo Ferrari Jr. et al. (2005), a produção de massa verde é um parâmetro que deve ser considerado quando se buscam informações sobre determinado genótipo. Além de se avaliar a produção, é importante atentar para a qualidade da silagem produzida.

Tomich et al (2004) avaliando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo capim-sudão, encontraram valores de produção de matéria verde variando de 24,8 a 37,8 t ha⁻¹, e a produção de matéria seca de 3,5 a 5,8 ha⁻¹.

Quanto aos valores de produção de matéria seca (PMS) e produção de matéria seca (PMS) houve diferença significativa ($p < 0,05$). Os maiores valores de PMS foram obtidos pelos genótipos: macho 201191, híbridos 2012F47483, 2012F47484, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F475524, 2012F47525, e híbridos comerciais VOLUMAX e BRS610 variando de 9,33 a 12,59 t ha⁻¹. Valores inferiores foram encontrados pelos demais genótipos, variando de 5,97 a 8,82 t ha⁻¹ (TABELA 2).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, observa-se que os híbridos comerciais VOLUMAX e BRS610 obtiveram maiores produções de matéria seca por ocasião do seu teor de matéria seca no momento de colheita. Tal evento ocorreu devido ao longo período de veranico (38 dias) durante o cultivo, reduzindo a disponibilidade de água para a cultura.

Avelino (2002) avaliando a PMS de dois genótipos de sorgo, encontrou valores médios de 4,92; 5,86 e 8,159 t ha⁻¹ variando em função do espaçamento, com 1,0; 0,75 e 0,50 metros, respectivamente.

A produção de matéria seca obtidas no presente estudo, encontram-se similar aos dados observadas em alguns trabalhos, 9,62 e 8,16 t ha⁻¹ obtidos por Neumann et al. (2002a); e 9,47 e 8,41 t ha⁻¹ obtidos por Gomes et al. (2006), para VOLUMAX e AG 2005, respectivamente. No entanto, a baixa produtividade de ambos os trabalhos pode ser

explicado pela baixa pluviosidade (veranico) na época do estabelecimento do experimento.

Quanto ao teor de matéria seca, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens dos genótipos analisados. Os genótipos: fêmeas BRS008B, BR007B, CMSXS222B; e o híbrido comercial BRS610, obtiveram os maiores teores de matéria seca, variando de 46,45 a 59,66 %. Os demais genótipos apresentaram os melhores valores, sendo inferiores aos citados acima e variando de 26,89 a 41,69 % (TABELA 2).

Segundo Van Soest (1994) a faixa ideal para ensilagem está entre 30 e 35 % de matéria seca, em que é possível ocorrer boa compactação garantindo anaerobiose e bom desenvolvimento das bactérias lácticas. No entanto, para Demarchi et al. (1995) esta faixa pode ser mais ampla, variando entre 27 e 37% de MS. Já McDonald et al. (1991) afirmaram que, quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20% são suficientes para garantir boa fermentação. Em contrapartida, teores acima de 45%, prejudicam a compactação da forrageira no silo, predispondo ao aquecimento do material e ao desenvolvimento de fungos e/ou bactérias do gênero *Clostridium* e uma conseqüente fermentação indesejável (VAN SOEST, 1994).

Deste modo, o presente trabalho indica que 76,5% dos genótipos analisados, apresentaram teores adequados de matéria seca, inferiores a 45% e conseqüentemente não prejudicando a compactação e inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis.

Apenas os híbridos 2012F47524, 2012F47504 e o genótipo macho Santa Eliza obtiveram valores médios inferiores a 35% como preconizado por Van Soest (1994), variando de 26,89 a 32,53%. No entanto, os genótipos fêmeas BRS008B, BR007B, CMSXS222B e o híbrido híbrido comercial BRS610, obtiveram valores médios acima de 45% variando de 46,45 a 59,67 % (TABELA 2).

O teor de MS das silagens pode ser influenciado pelas condições edafoclimáticas às quais a planta foi cultivada, pelo estágio de maturação no momento da colheita e pela composição morfológica da planta. A variação do teor de MS pode ser explicada devido ao estágio de maturação da planta no momento de colheita. O sorgo granífero apresenta um ciclo de maturação precoce, diferentemente do

sorgo forrageiro. No entanto, os diferentes genótipos foram colhidos no mesmo dia, com 119 dias após plantio. Tais diferenças no estágio de maturação, confere mais acúmulo de matéria seca no sorgo granífero.

Souza et al. (2003) avaliando as características nutritivas de silagem de sorgo, VOLUMAX, encontraram média de 35% de MS no material ensilado. Já Mello et al. (2004) obtiveram média de 38,12% de MS para silagem de AG-2005. Neumann et al (2002) encontraram uma variação de 26,79 a 35,50% na silagem, respectivamente, para os híbridos AG-2002 e AG-2005E, com valores intermediários aos híbridos AGX-213 e AGX-217.

Os teores de matéria seca do sorgo são correlacionados com o estágio de maturação e com a proporção entre as frações de colmo em relação às de folhas e panículas na planta (Gontijo Neto et al., 2004). Deste modo, a variação dos teores de matéria seca das silagens depende de fatores intrínsecos ao genótipo, a maturidade da planta e o ponto de colheita.

Quanto aos teores de cinzas, o que corresponde à matéria mineral, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens dos genótipos analisados. Os genótipos: genótipo macho 201187025; fêmeas BRS008B, BR007B, CMSXS222B; os híbridos 2012F47475, 2012F47483, 2012F47525, e o híbrido híbrido comercial BRS610 obtiveram os maiores teores encontrados, variando de 5,19 a 6,88%. Valores inferiores foram encontrados nos demais genótipos, variando de 4,08 a 4,83 % (TABELA 2).

Cabral et al (2003) avaliando a composição químico-bromatológica de silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas, obtiveram resultados superiores ao encontrados neste experimento, variando de 4,99 a 9,71 % e concluíram que a maior proporção de sementes influencia nos teores de cinzas, pois as sementes são ricas em minerais. Desta forma, em concordância com autores, os sorgos graníferos apresentaram os maiores teores de cinzas.

Com relação aos teores de proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA), apenas na primeira variável não houve

diferença significativa ($p > 0,05$) entre os genótipos e o teor médio foi de 8,88% (TABELA 3).

TABELA 3. Teores de proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) de silagens de sorgo (%MS)

Genótipos	PB	NIDN	NIDA
201191	7,79 A	0,15 B	0,07 B
Santa Elisa	10,04 A	0,08 D	0,08 B
201187025	9,42 A	0,11 C	0,08 B
BRS008B	8,54 A	0,07 D	0,10 A
BR007B	10,22 A	0,14 B	0,08 B
CMSXS222B	8,75 A	0,09 C	0,06 B
2012F47475	8,09 A	0,10 C	0,09 A
2012F47483	9,28 A	0,08 D	0,09 A
2012F47484	7,81 A	0,13 B	0,11 A
2012F47503	8,95 A	0,10 C	0,09 B
2012F47504	9,29 A	0,09 C	0,10 A
2012F47515	8,05 A	0,18 A	0,09 A
2012F47523	8,74 A	0,13 B	0,08 B
2012F47524	9,78 A	0,11 C	0,07 B
2012F47525	8,27 A	0,11 C	0,08 B
VOLUMAX	9,60 A	0,05 E	0,07 B
BRS610	8,27 A	0,11 C	0,08 B
CV	17,51	14,22	13,27
Média (%)	8,88	0,69	0,5

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo Teste Scott-Knott . CV = Coeficiente de variação.

Em dietas de ruminantes alimentados exclusivamente por forrageiras, o teor mínimo de proteína bruta advinda da alimentação é de 7 % para promover a otimização do ambiente ruminal, fornecendo nitrogênio suficiente para uma efetiva fermentação microbiana no rúmen (CHURCH, 1988). No presente trabalho, todos os genótipos de sorgo apresentaram PB suficiente para garantir boa fermentação ruminal.

Avelino, (2008) também não encontrou diferenças significativas entre as silagens de diferentes genótipos de sorgo. No

entanto o teor médio obtido foi de 7,1% PB, apresentam-se abaixo dos teores neste experimento.

De acordo com Gaggiotti et al. (1992) os teores de proteína bruta da silagem de sorgo dependem da associação de diversos fatores, dentre eles, do comportamento agrônômico do híbrido, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo.

Souza et al. (2003) obtiveram teores de 6,4% proteína bruta trabalhando com densidade populacional de 1250 plantas/ha para VOLUMAX em Viçosa – MG. Em contrapartida, Nascimento et al. (2008) avaliando o valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras, encontraram teores superiores de proteína bruta em silagens de sorgo sacarino (9,8%) e sorgo granífero (11,0%). O aumento do teor de proteína bruta no sorgo granífero se deve a maior participação de grãos na panícula, uma vez que, sua matriz proteica contribui significativamente na elevação do teor de proteína.

Cabral et al (2003) avaliando silagens de sorgo com diferentes proporções de panículas, encontraram teores de proteína bruta de: 3,22; 5,53; 6,87; 8,21; 9,56 e 9,93% nas seguintes inclusões da panícula: 0; 20; 40; 60; 80 e 100 % respectivamente.

Comparando-se os dados deste estudo com dados obtidos por outros autores, tais divergências podem ser atribuídas tanto ao estágio fenológico da planta, quanto ao manejo, especialmente à aplicação de nitrogênio, pois a concentração de PB está condicionada à adubação nitrogenada (BUXTON e MERTENS, 1995).

Com relação aos teores de NIDN e NIDA, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entres os genótipos analisados (TABELA 3). Com relação ao NIDN, o genótipo: híbrido comercial VOLUMAX obteve o menor valor, 0,05 % de nitrogênio insolúvel em detergente neutro. O maior valor foi encontrado no híbrido 2012F47515, 0,18% NIDN. Valores intermediários foram encontrados pelos demais genótipos, variando de 0,07 a 0,15% (TABELA 3).

Já os teores de NIDA, os genótipos: macho 201191, 201187025 e Santa Elisa; fêmeas BR007B e CMSXS222B, híbridos 2012F47503, 2012F47523, 2012F47524, 2012F47525 e os híbridos comerciais VOLUMAX e BRS610, obtiveram os menores valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido, variando de 0,06 a 0,08 %.

Os demais genótipos obtiveram valores superiores, variando de 0,09 a 0,11 % (TABELA 3).

A avaliação da disponibilidade potencial dos compostos nitrogenados nos alimentos tem recebido atenção especial em condições tropicais em função da elevada associação destes à matriz orgânica da parede celular. Associação esta que compromete a acessibilidade a estes compostos por parte dos microrganismos ruminais (HENRIQUE, et al., 2007). O nitrogênio não digestível de um alimento é estimado a partir do NIDA, mas de acordo com Broderick (1994) esse componente das forragens é composto por pelo menos duas frações, uma não digestível e outra de baixa digestibilidade.

Os teores de NIDN encontrados em milho por Rios et al. (2006) obtiveram, para o genótipo ADR 300 teor médio de 0,61% e, para BN 1 o teor de 0,68% de NIDN. Já em silagens de outras forrageiras apresentaram valores de NIDN e NIDA diferentes aos da silagem de sorgo, sendo registrados por Oliveira et al. (2007) teores de 0,16% de NIDN e 0,13% de NIDA para *Brachiaria*; 0,35% de NIDN e 0,19% de NIDA para o *Panicum*; e 0,21% de NIDN e 0,11% de NIDA para o *Pennisetum*.

Na maioria dos alimentos concentrados, os teores de compostos nitrogenados presentes como NIDA são inferiores a 10 % do nitrogênio total, observando-se valores mais elevados para o NIDA nos alimentos volumosos ou em forragens amonizadas (ROSA e FADEL, 2001). A concentração de NIDA nas silagens estudadas corresponde a 7,99% do nitrogênio total. Segundo Van Soest e Manson (1991), forragens com teores de NIDA acima de 20% do nitrogênio total têm sua utilização comprometida em razão da redução na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da matéria seca. Deste modo, as silagens analisadas encontram-se dentro do valor preconizado pelos autores e, conseqüentemente, não interferindo no seu valor nutricional e qualidade.

Em estudos avaliando a composição químico-bromatológica silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas, Cabral et al (2003) encontraram teores de NIDN: 14,83; 13,05; 12,07; 11,08; 10,10 e 11,13%, e de NIDA: 10,98; 8,96; 7,78; 6,60; 5,42 e 5,09% nas seguintes inclusões da panícula: 0; 20; 40; 60; 80 e 100%,

respectivamente. Os autores explicam que a adição de panículas reduziu linearmente a porcentagem das frações NIDN e NIDA, as quais são consideradas relativamente resistentes à digestão e indigerível, respectivamente. Portanto, o aumento de panículas na silagem de sorgo promove acréscimo da proporção de proteínas do grão, as quais são teoricamente mais susceptíveis à hidrólise. Dessa forma, a redução do NIDA aumentaria a disponibilidade de N no rúmen, bem como nos intestinos.

Com relação à fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens dos genótipos analisados (TABELA 4).

TABELA 4. Teores fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de silagens de sorgo (% MS)

Genótipos	FDNcp	FDA
201191	60,86 A	35,89 A
Santa Elisa	57,70 A	30,58 A
201187025	52,66 B	29,62 A
BRS008B	56,30 A	32,66 A
BR007B	53,62 B	32,70 A
CMSXS222B	59,26 A	32,68 A
2012F47475	64,79 A	27,34 B
2012F47483	57,26 A	33,87 A
2012F47484	56,84 A	32,14 A
2012F47503	52,33 B	29,02 A
2012F47504	47,67 B	28,75 A
2012F47515	50,17 B	26,03 B
2012F47523	49,08 B	34,20 A
2012F47524	51,10 B	25,11 B
2012F47525	60,36 A	35,34 A
VOLUMAX	51,39 B	23,13 B
BRS610	63,07 A	35,51 A
CV	11,41	11,41
Média (%)	55,56	30,09

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

Os teores de FDN e FDA são indicativos da quantidade de fibra da forragem, estando a FDN relacionada à quantidade de fibra que há no volumoso, enquanto a FDA à quantidade de fibra menos digestível; desse modo, quanto menores os teores, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de MS (SANTOS et al., 2010).

Os genótipos: macho 201187025; fêmea BR007B; os híbridos 2012F47503, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, 2012F47524, e o híbrido comercial VOLUMAX obtiveram os menores teores de FDNcp, variando de 47,67 a 53,62%. Os demais genótipos encontraram os maiores valores, variando de 56,30 a 64,79% (TABELA 4).

Para Van Soest (1994), valores acima de 55 a 60 % de FDN se correlacionam negativamente com o consumo de massa seca pelo animal. Pode-se observar que as silagens de sorgo aqui estudadas apresentam valor médio de FDN dentro da faixa preconizada a não limitar o consumo de matéria seca. De acordo com Moraes e Maraschin (1988), forragens com elevadas concentrações de FDN limitam a ingestão de matéria seca pelo animal, uma vez que quando a massa fibrosa passa vagarosamente pelo trato digestório do ruminante, ela ocupa espaço por mais tempo limitando a taxa de consumo.

Neumann et al (2002) trabalhando com silagens com diferentes porcentagens de inclusão de panícula, não encontraram diferenças significativas entre os teores de FDN das silagens de dois genótipos, sendo: 54,27% (AG-2005E) e 58,27% (AGX-213). Valores próximos foram relatados por Borges et al. (1997), avaliando híbrido de porte alto (56,60 a 59,75%), e Pesce et al. (2000), em um comparativo de 20 híbridos de portes médio e alto pertencentes ao ensaio nacional (53,6 a 59,3%), e por Borges et al. (1999), com híbridos de porte baixo (44,59 a 49,07%).

Conforme Silva et al. (1999), com o aumento da participação do componente panícula, há diminuição nas concentrações de FDN na composição final da planta. Em situação inversa, o híbrido forrageiro AG-2002 de porte alto (2,59 m), associado à participação de 56,8% do componente físico estrutural anatômico colmo da planta, conferiu igual FDN e maior FDA na silagem em relação ao AG-2005E,

indicando menor valor nutritivo do alimento. Silva & Restle (1993) relataram valor similar de FDA para silagem de AG-2005E (28,78%) e valor superior para silagem de AG-2002 (42,72%).

Segundo Van Soest (1994), a fração fibrosa do material ensilado pode ser acrescida percentualmente em condições de intensa formação de efluentes ocorridas durante o processo fermentativo, onde os compostos solúveis em água são aumentados ou reduzidos proporcionalmente à fração fibrosa na silagem pela formação de ácidos de fermentação.

Alguns autores obtiveram médias superiores ao presente estudo e preconizado por Van Soest (1994), apresentando valores de 74,23 e 65,03 % de FDN para VOLUMAX e AG 2005, respectivamente, ao passo que Mello et al. (2004) obtiveram 61,67% em AG 2005 e Souza et al. (2003) obtiveram 64,4 % em híbrido VOLUMAX.

Gonçalves et al. (2006) afirmam que teores elevados de FDA dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais. Segundo Van Soest (1994), a análise de FDA representa uma estimativa do teor total de celulose e lignina da amostra, sendo inversamente relacionada com a digestibilidade da MS.

Neumann et al. (2002) relataram valores de FDA que variaram de 28,96 % a 35,38 %. Mello et al. (2004) avaliando silagens de diferentes forrageiras, relataram valores de 27,38; 33,77 e 34,78 % de FDA para silagens de milho, sorgo e girassol, respectivamente.

Os genótipos: híbridos 2012F47475, 2012F47515, 2012F47524 e o híbrido comercial VOLUMAX obtiveram os menores teores de FDA dentre as silagens analisadas, variando de 23,13 a 27,34 %. Valores superiores foram encontrados pelos demais genótipos, variando de 28,75 a 35,89 %. Os demais genótipos variaram de 23,13 a 27,34 % (TABELA 4).

Segundo Araújo (2006) avaliando as silagens de 25 genótipos de sorgo, obteve teores de FDA superiores ao encontrado na presente pesquisa, variando de 25,19% (para o híbrido BR601) a 40,48% (para o híbrido ATF53*9929028). No entanto, Magalhães (2005) avaliando os mesmos híbridos de sorgo da pesquisa de Araújo (2006), antes de serem ensilados, encontrou valores da fração FDA sempre inferiores aos de suas respectivas silagens, variando de 26,78 a 35,91%.

Danley e Vetter (1973) também observaram aumento na fração FDA durante o processo de ensilagem. Por outro lado, Silva et al. (1999) observou redução da fração FDA e afirmou que esta redução pode ser explicada pela fermentação da celulose durante o processo de ensilagem. No entanto, para Van Soest (1994) a celulose praticamente não se modifica durante a ensilagem, a não ser quando há extensa fermentação por fungos e leveduras durante a ensilagem.

Os teores de FDN e NIDN, bem como FDA e NIDA são crescentes na composição das plantas no decorrer do seu estágio vegetativo, isso é devido à maior participação da parede celular das plantas (celulose e hemicelulose) conforme o decorrer da idade (JOCHIMS et al., 2008).

De acordo com Müller et al. (2006), em consequência da maturidade das plantas, com o avanço do ciclo, ocorre aumento no teor de lignina e aumento da parede celular nos tecidos dos vegetais, devido, principalmente, à diminuição da relação folha/colmo. As maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação. À medida que a planta envelhece, a proporção dos componentes digestíveis tende a diminuir e a de fibras aumentarem.

Quanto aos teores de relação celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens dos genótipos analisados (TABELA 5).

TABELA 5. Teores de celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina de silagens de sorgo (% MS)

Genótipos	CEL	HEM	LIG
201191	19,10 A	26,78 D	2,82 C
Santa Elisa	20,19 A	29,85 C	2,31 C
201187025	18,32 A	43,89 A	4,29 B
BRS008B	18,83 A	26,13 D	2,68 C
BR007B	17,86 A	23,23 D	2,28 C
CMSXS222B	19,46 A	30,02 C	2,03 C
2012F47475	14,84 B	40,27 A	5,50 A
2012F47483	18,18 A	26,07 D	3,30 C
2012F47484	20,73 A	28,18 C	2,51 C
2012F47503	18,25 A	25,82 D	3,99 B
2012F47504	20,10 A	21,51 D	2,04 C
2012F47515	19,35 A	25,79 D	3,27 C
2012F47523	15,72 B	30,78 C	5,59 A
2012F47524	20,12 A	27,82 C	3,16 C
2012F47525	19,93 A	27,81 C	2,14 C
VOLUMAX	17,71 A	35,81 B	4,45 B
BRS610	15,38 B	30,22 C	6,52 A
CV	8,53	9,76	20,78
Média (%)	18,47	29,42	3,46

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

Quanto aos teores de celulose, os genótipos: híbridos 2012F47475, 2012F47523 e híbrido comercial BRS610 obtiveram os menores teores, variando de 14,84 a 15,72 %. Os demais genótipos obtiveram teores superiores 17,71 a 20,73 % (TABELA 5).

A relação hemicelulose:celulose reporta as proporções destas frações. O interessante seria elevar o teor de hemicelulose e diminuir o de celulose, já que os ruminantes utilizam melhor a hemicelulose por ser mais degradável que a celulose. Sendo assim, ruminantes desdobram a fibra por meio de sua flora bactéria em ácidos graxos, e a maior proporção da fração mais digerível, resulta em maior consumo, menor taxa de passagem e conseqüentemente melhor desempenho produtivo.

Rocha Júnior (1999) encontrou valores de celulose superiores aos do presente experimento que variaram de 21,94 a 25,72 % aos 56 dias de fermentação. Os valores encontrados por Araújo (2002) foram de 26,37, 28,49 e 32,07% para as silagens dos híbridos Massa 03, BR 701 e BR 700, respectivamente.

Van Soest (1994) afirma que as frações celulose e lignina se mantêm constantes e estáveis na fase fermentativa da massa ensilada e que estas frações somente serão decrescidas com a presença de fungos aeróbicos. Esta afirmação foi comprovada por Borges et al. (1999), quando compararam material original e a respectiva silagem trabalhando com híbridos de porte baixo contendo diferentes teores de tanino e de umidade no colmo.

Magalhães (2005) observou que não houve reduções nas porcentagens de FDA entre os materiais não ensilados com as suas respectivas silagens, admitindo não haver indícios de que a fração celulose tenha sido fermentada durante a ensilagem em seu experimento. Já Rocha Júnior (1999) e Silva (1997) observaram redução da fração celulose durante o processo fermentativo no silo.

Segundo McDonald et al. (1991) a hidrólise das hemiceluloses acontecem por ação de hemicelulases bacterianas e/ou pela hidrólise da hemiceluloses por ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação. Segundo Silva et al. (1999) a utilização das hemiceluloses durante a fermentação é controlada principalmente pelos teores de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação

Araújo (2006) observou que os valores de hemicelulose não apresentaram diferenças significativas entre as silagens dos 25 híbridos do sorgo estudados variando de 20,03 a 33,51%. Em contrapartida, Cardoso et al. (2004) entraram teor médio 36,6% de hemicelulose em silagens de sorgo forrageiro, sendo superior ao presente trabalho.

Os genótipos: machos 201191, Santa Elisa; fêmeas BRS008B, BR007B, CMSXS222B; híbridos 2012F47483, 2012F47484, 2012F47515, 2012F47504, 2012F47524 e 2012F47525 obtiveram os menores teores de lignina, variando de 2,03 a 3,27%. Os maiores valores foram encontrados nos genótipos: híbridos 2012F47475, 2012F47523; e híbrido comercial BRS610 variando de 5,50 a 6,52 %.

Valores intermediários foram encontrados nos demais genótipos (TABELA 5).

De acordo com Lapiere (1993), a lignina é o componente mais negativamente correlacionado à digestibilidade, pois limita a digestão dos polissacarídeos da parede celular e reduz o valor nutricional das plantas para os ruminantes. Na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para Bovinos, Valadares Filho et al. (2010) consideram teor médio de lignina das silagens de sorgo de 5,87 %.

Em gramíneas tropicais, o teor de lignina corresponde à fração menos digerível do alimento, depreciando seu valor nutricional e reduzindo a disponibilidade de nutrientes. Deste modo, menores teores de lignina são preconizados, pois, permite ao melhor aproveitamento da fibra pelos microrganismos ruminais.

De acordo com estudos de Oliveira et al. (2002) o teor de lignina, nas silagens de sorgo-sudão e de girassol foram superiores às de sorgo-forrageiro e milho apresentando os respectivos valores: 9,1; 8,4; 6,1 e 5,9%. Pereira et al. (2006) observaram em silagem de sorgo teor médio de lignina de 8,9%. Já Pesce et al. (2000), na comparação de 20 híbridos de sorgo de porte médio e alto, encontraram teores de lignina variando de 4,0 a 5,4% .

Araújo (2006) obteve valores de lignina variando de 3,57 a 7,06 %, para os genótipos ATF54*9929036, CMSXS206*9930002, CMSXS222*9930002, TX635*9930002, BR 601 e BR 700. No entanto, Rocha Júnior (1999) e Araújo (2002) encontraram valores semelhantes aos do presente experimento que variaram de 4,32 a 7,6 %, e de 4,74 a 6,91% (estádio de grãos leitosos/pastoso), respectivamente.

Segundo Martins et al. (2003), níveis inferiores a 7,3% de lignina na silagem de sorgo favorecem o aumento do consumo e da digestibilidade das frações fibrosas. Deste modo, os teores de lignina encontrados neste trabalho são inferiores e satisfatórios segundo os autores.

4.3 Digestibilidade *in vitro* das Silagens de Sorgo

Quanto à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de matéria seca digestível (PMSD), houve diferença

significativa ($p < 0,05$) entre as silagens dos genótipos analisados (TABELA 6).

TABELA 6. Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de matéria seca digestível (PMSD)

Genótipos	DIV MS	PMSD
201191	69,93 A	8,65 A
Santa Elisa	65,03 B	4,82 B
201187025	72,51 A	4,89 B
BRS008B	70,84 A	5,72 B
BR007B	63,95 B	3,83 B
CMSXS222B	67,48 A	5,17 B
2012F47475	72,68 A	4,63 B
2012F47483	69,36 A	6,58 A
2012F47484	68,29 A	6,97 A
2012F47503	68,51 A	6,05 A
2012F47504	68,56 A	6,36 A
2012F47515	70,74 A	8,93 A
2012F47523	67,77 A	7,08 A
2012F47524	62,23 B	6,08 A
2012F47525	56,37 B	6,85 A
VOLUMAX	63,95 B	6,10 A
BRS610	70,42 A	7,98 A
CV	6,75	22,22
Média (%)	67,56	5,02

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

De acordo com Paiva (1976) silagens com DIVMS entre 40 e 55% podem ser classificadas como sendo de qualidade satisfatória, e silagens de 55 a 65% são classificadas como de boa qualidade, onde se enquadraria todos os genótipos estudados neste experimento.

Os genótipos: machos 201191, 201187025; fêmeas BRS008B, CMSXS222B e os híbridos 2012F47475, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47503, 2012F47504, 2012F47515, 2012F47523, BRS610 obtiveram os maiores valores de DIVMS, variando de 67,48 a 72,68%. Os demais genótipos obtiveram valores inferiores, variando de 56,37 a 65,03% (TABELA 6).

Valores inferiores a este experimento foram encontrados por diversos autores como, Gontijo Neto et al. (2002), avaliando a digestibilidade de híbridos de sorgo, obtiveram valores de DIVMS variando de 52,97 a 61,69 %; Araújo (2002) de 52,26, 54,32 e 58,09%, para os híbridos BR700, BR 701 e Massa 03, respectivamente; Rocha Júnior (1999) que variaram de 50,19 a 55,09% para híbridos de sorgo de porte baixo, médio e alto, aos 56 dias de fermentação.

Cândido et al (2002) que, em ensaio com cinco híbridos de sorgo sob doses crescentes de adubação, encontraram valores de DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca) de até 60% da MS para o AG-2005.

Segundo Minson (1990) um dos maiores problemas para o melhoramento de forrageiras tropicais é a anatomia das plantas C4, que se caracteriza pela presença de componentes estruturais em maior proporção que aqueles observados em forrageiras temperadas. Desta forma, a digestibilidade de forrageiras é intensamente influenciada pelo aumento da fração lignificada da parede celular.

À medida que a planta se desenvolve, ocorre redução do teor proteico e aumento do teor de fibra associado à elevação no teor de lignina. No entanto, Araújo (2002) não observou diferenças nos valores de DIVMS para híbridos de sorgo de duplo propósito colhidos em cinco diferentes estádios de maturação.

De acordo com Silva et al. (2011), a lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, indisponibilizando os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis e diminuindo a digestibilidade da MS. Como demonstrado anteriormente, o teor de lignina das silagens de sorgo foi baixo, interferindo pouco na atividade microbiana e conseqüentemente na digestibilidade do material.

Assim como os estágios de maturação podem influenciar intensamente na DIVMS, no entanto de forma negativa, a participação da panícula pode favorecer a digestibilidade devido a maior concentração de nutrientes digeríveis neste componente.

Quanto à produção de matéria seca digestível (PMSD) houve diferença significativa ($p < 0,05$). Os maiores valores foram obtidos pelos genótipos: macho 201191 e híbridos 2012F47483, 2012F47484,

2012F47503, 2012F47504, 2012F47515; 2012F47523, 2012F47524, 2012F47525, híbridos comerciais VOLUMAX E BRS610 variando de 6,05 a 8,93 t ha⁻¹. Os demais genótipos obtiveram valores inferiores, variando de 3,83 a 5,72 t ha⁻¹ (TABELA 6).

A produção de matéria seca digestível está intimamente relacionada com a produção total de matéria e a digestibilidade das silagens. Desse modo, a produção pode ser explicada devido às condições de campo (verânico) no momento de estabelecimento deste experimento.

Bezerra et al. (1993) avaliando silagens de rebrota de sorgo encontraram valor de digestibilidade aparente da FDN de 60,9%. Já Alvarenga (1993) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente de silagens de sorgo em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, obteve valores de digestibilidade aparente da FDN variando de 62,09 a 76,75 %.

Pires (2007) comparando os dados de cada silagem em diferentes períodos de coleta de amostra (dias 1; 3; 5 e 7), não encontrou diferenças significativas na digestibilidade da FDN. Para a silagem do genótipo CMSXS165 (linhagem sem tanino), o autor obteve valores de 66,31; 66,02; 65,83 e 66,65%, apresentando teores superiores ao presente experimento. Já para o genótipo BR 700 (híbrido), os teores apresentam-se inferiores 42,24; 42,58; 43,86; 40,95%.

O estado de repleção ruminal está correlacionado com a taxa de passagem do alimento. A ruminação (função física) e atividade microbiana determinam a taxa de passagem, que também pode ser influenciada pelo tamanho de partículas. Quando os alimentos encontram-se com baixo valor nutritivo, verifica-se menor taxa de passagem, o que pode acarretar redução no consumo e digestibilidade matéria seca.

Deste modo, o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal influencia diretamente na digestibilidade, nas taxas e velocidades de digestão, e na taxa de passagem (THIAGO e GILL, 1990; TEIXEIRA, 1997).

As divergências frente aos dados da literatura podem ser explicadas pelos tipos de sorgo utilizados (graníferos, duplo propósito

ou forrageiros). Em geral, os sorgos forrageiros apresentam uma maior fração fibrosa e um menor teor de amido na massa ensilada quando comparados com sorgos graníferos. E estas variações nas frações fibrosas junto com o teor de matéria seca no momento da ensilagem, podem reduzir o consumo e a digestibilidade aparente destas silagens. No entanto, o presente trabalho apresentou uma elevada digestibilidade, tanto da fração fibrosa quanto da matéria seca, obtendo uma boa qualidade do alimento e não restringindo o consumo, já que o valor nutritivo e a digestibilidade são adequados para uma boa silagem.

5. CONCLUSÃO

Com base na produção de matéria seca digestível, os genótipos: macho 201191, e os híbridos 2012F47484, 2012F47515 e 2012F47525, se sobressaíram em relação ao demais, uma vez que apresenta boa produtividade, adequado valor nutricional, com baixos teores de matéria seca e FDN aliado com altos valores de digestibilidade e bom padrão fermentativo das silagens.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC.

Technical committee on responses to nutrients report number 2, characterisation of feedstuffs: nitrogen. **Nutrition Abstracts and Reviews (series B)**, Farnham Royal, v. 57, n. 12, p. 713-736, 1987.

ALBUQUERQUE, P. E. P. *et al.* Estabelecimento de sítios-específicos experimentais visando imposição e monitoramento de estresse hídrico para fenotipagem de cereais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 10 p. **Circular Técnica**, 61.

ALVARENGA, M.C.V. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas em carneiros.** 1993. 41f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; et al. Silagem de sorgo ou milho para terminação de novilhos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD Room).

ANDRADE NETO, R.C.; MIRANDA, N.O.; DUDA, G.P.; GÓES, G.B.; LIMA, A.S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124-130, 2010.

ARAÚJO, V. L. **Características agronômicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo.** Tese (Doutorado) Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 43p. 2006.

ARAÚJO, V.L. **Momento de colheita de três híbridos de sorgo para produção de silagem.** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 47p. (Dissertação).

ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M; GONÇALVES, L.C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios

de maturação. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.59, p.168-174, 2007.

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

AVELINO, P.M.; BRINGEL, L.M.; NEIVA, J.N.M.; ALEXANDRINO, E.; ARAÚJO, V.L.; BOMFIM, M.A.D.; **Valor Nutritivo De Silagens De Híbridos De Sorgo (Sorghum Bicolor, L. Moench) Em Função De Diferentes Densidades De Plantio**. In: V CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008, Aracaju. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44587/1/AAC-Valor-nutritivo.pdf>> Acesso em: 09/10/2013.

BARROS, N. N.; SOUSA, F. B. de; ARRUDA, F. de A. V. **Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1997. 28p. (Embrapa-Caprinos, Documentos, 26).

BEZERRA, E.S.; VON TIESENHAUSEN, I.M.E.V.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho consorciado com sorgo e rebrotas de sorgo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, v.22, n.6, p1044-1054, 1993.

BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N, M.; NOGUEIRA, F.S.; BORGES, I. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade do colmo. I – pH e teores de matéria seca e de ácidos graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49 n.4, p 441-452, 1997.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; NOGUEIRA, F.S. et al. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. II – Alterações nos carboidratos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.5, p.491-497, 1999.

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 umidade no colmo. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

BRITO, A.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES J.A.S. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.52, p.491-497, 2000.

BRODERICK, G. A. Quantifying forage protein quality. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p. 200-228.

BUXTON, D. R.; MERTENS, D. R. Quality-related characteristics of forages. **Forages**. 5. ed. Iowa: Iowa State University, 1995. v. 2. p. 83-96.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDASKIS, 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 Brasileira de Zootecnia.**, v.32 n.5 Viçosa Sept./Oct. 2003.

CAMPOS, W.E. **Degradabilidade in situ de componentes nutricionais das silagens de quatro genótipos de sorgo com (CMSXS 210 e BR 701) e sem tanino (CMSXS 214 e BR 007)**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001. 85p. (Dissertação).

CÂNDIDO, M. J. D.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. et al. Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.20-29, 2002.

CARVALHO, D.D.; ANDRADE, J.B.; BIONDI, P., et al. **Estádio de maturação na produção e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta**. Boletim. Ind. Anim., v.49, n.2., p.91-99, 1992.

CARVALHO, L.F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A.G. TEÓFILO, E.M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por

procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CASTRO, F. G. *et al.* Parâmetros físicos-químicos da silagem de tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob efeito do pré-murchamento e de inoculante bacteriano-enzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 270-272.

CHURCH, D. C. **Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes**. Zaragoza: Acriba, 1988. 641 p. AVELINO, P. M.; **Características produtivas e qualitativas de híbridos de sorgo (*sorghum bicolor*, L. Moench) para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) 2008, Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, Tocantins.

CONE, J.W.; VAN GELDER, A.H.; VISSCHER, G.J.W. *et al.* Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas reduction apparatus. **Animal Feed Science Technology**. v.61, p.113-128, 1996.

COSTA, C. *et al.* Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.69-88.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2001, p.11-37.

DANLEY, M.M.; VETTER, R.L. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. **Journal of Animal Science**, v.37, n.4, p.994-999, 1973.

DEMARCHI, J.J.A.A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.33, p.111-136, 1995.

DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; FERREIRA, M.A. *et al.* Efeito do estágio 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 Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. Sorgo: Introdução e Importância Econômica/Paulo Motta Ribas. – Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. **Sistemas de produção: Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Milho e Sorgo. **Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – 5. edição Set./2009 Produção de sorgo.

FAIRBAIRN, R.; ALL, I.; PHILLIP, L.P. Proteolysis and aminoaciddegradetion during ensilage of untreated of formic acidduring ensilage of untreated of formic acidretred Lucerne and maize. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.47, n.4 p.382-390, 1992.

FARIA Jr, W.G. **Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS-610 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em oito idades de corte**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

FARIA Jr., W.G.; GONÇALVES, L.C.; PIRES, D.A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; RAMIREZ, M.A. Silagem de sorgo para gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed). **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p. 43-64.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FISHER, D.S.; BURNS, J.C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agron. J.**, v.79, p.242-248, 1987.

FONDEVILLA, M.; BARRIOS, A. The gas production and its application to the study of the nutritive value of forages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.35, n.3, p.187- 99, 2001.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallington: CAB International, 1995. 532p.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para Gado de leite**, Silagem de sorgo para gado de leite. cap. 4. p. 48. FEPMVZ- Editora, Belo Horizonte, 2009.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1640-1647, 2002.

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agronômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.33, supl.2, p.1975-1984, 2004.

HENRIQUES, L.T.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Frações dos compostos nitrogenados associados à parede celular em forragens tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V. 59, p.258-263, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CIÊNCIA ANIMAL (INCT-CA). **Proteínas insolúveis em detergente neutro e proteínas insolúveis em detergente ácido**. n.1, p. 101-104, 2012.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 101-119, jul. 2007. Suplemento Especial.

JOCHIMS, F. *et al.* Efeito da suplementação sobre a digestibilidade e características bromatológicas do pasto aparentemente consumido por cordeiras mantidas em pastagem de milheto. In: ZOOTECH 2008. **Anais...** João Pessoa, PB: UFPB/ABZ, 2008.

KITESSA, S.; FLINN, P.C.; IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. **Australia Journal Agricultural Research**, v. 50, p.825-841, 1999.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Clima: cultivo do sorgo**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2011.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: Workshop sobre Produção de Silagem na Amazônia. 1, 2004, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004, p. 83-100.

MACHADO, F.S. **Avaliação agronômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: MG. EMBRAPA CNPMS, 2003. 4 p. (Boletim técnico-86).

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, A. L. C. C.; ARAÚJO, V. L. Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005.

MAGALHÃES, R.T. **Avaliação nutricional de diferentes genótipos de sorgo forrageiro**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005, 65 p. (Tese).

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. Dissertação

(Mestrado em Agronomia). - Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 159p., 2003.

MARTINS, R.G.R.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.346-349, 2003.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. *et al.* A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, 1999. v.79, p.321-330. 1999.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. The biochemistry of silage. 2^a 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, p.645-650, 1977.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: Informational Conference with Dairy and Forages Industries, 1996. Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996. p. 81-92.

MICHALET-DOREAU, B.; VERITE, R.; CHAPOUTOT, P. **Methodologie de mesure de la degradabilite in sacco de l'azote des aliments dans le rumen**. Bull. Techn. C.R.Z.V. 1987. Theix I.N.R.A. v.69, p.5-7.

MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 430p.

MOLINA, L.R. **Avaliação nutricional de seis genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2000. 65p. (Tese).

MORAES, A de.; MARASCHIN, G. E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 198-205, 1988.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **J. Dairy Sci.**, v.71, p.2992-3002, 1988.

MÜLLER, L. *et al.* Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1094-1099, 2006.

NASCIMENTO, W.G., PRADO, I.N., JOBIM, C.C., EMILE, J.C., SURAULT,F., HUYGHE, C., Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.896-904, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C. National Academy of Science, National Academy Press. 1989, 157p.

NEUMANN, M., RESTLE, J., BRONDANI, I.L, NÖRNBERG, J.L., MELLO, R.O., SOUZA, A.N.M., PELLEGRINI, L.N.G., Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*sorghum bicolor*, l. Moench), **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.224-242, 2005

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDÓTES, L.; PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 302- 312, 2002 (suplemento)b.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHOS,D.C.; BORNDANI, I. L.; PELLEGRINE, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002 (suplemento).

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NÖRBERG, J. L.; ALVES FILHO, D. C.; MELLO, R. O.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum*

bicolor, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.120-133, 2004.

NEUMANN, M.; RESTLE, J; BRONDANI, I.L.; Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.438-452, 2004.

NOGUEIRA, F.A.S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

NOGUERA, J.R.R. **Estudo químico, in situ, in vitro e microscópico da parede celular de cinco genótipos de sorgo colhidos em três épocas de corte**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 148p. (Tese).

NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. Maringá-PR. 2001. **Anais...UEM/CCA/DZO**, Maringá, v.1, p.127-145,2001.

OLIVEIRA, A. C. *et al.* Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia. **Archivos de Zootecnia**, Universidade de Córdoba, Espanha, v. 56, n. 213, p. 15-21, 2007.

OLIVEIRA, L.B; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; VITOR VISINTIN DE ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M.; Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.39 no.1 Viçosa Jan. 2010.

OLIVEIRA, W. H.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M. Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada de níveis crescentes de uréia: digestibilidade aparente e partição da digestão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p. 239.

ØRSKOV, E. R. **Trails and trails in livestock research**. Aberdeen: Garamond, 2002. 204p.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen 31 from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of 32 Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.B.; MOULD, F. The use of the náilon bag technique for evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, 1980. v.5, p.195-213.

PAIVA, J.A.J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal Dairy Science**. v. 76, p.1063-1073, 1993.

PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; FILHOS, S.C.V. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006.

PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; SANTOS, J.A. Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.978-987, 2000.

FIGURINA, G. **Factores que afectan el valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes**. In: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUÁRIA. (Ed). Pasturas y produccion animal de áreas organaderia intensiva. Montevideo, 1991. p. 77 - 92. (Serie Técnica, 15).

PILCH, M.R., SCHMIDT, P., **Metodologias de avaliação do pH de silagens**, Centro de Pesquisa em Forragicultura: CPFOR-UFPR, 2013. Disponível em: <<http://www.ensilagem.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Metodologia-pH.pdf>> Acesso em: 10/2013.

PIRES, A.J.V.; REIS R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ROTH, M.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n.2, p.391-400, 2010.

PIRES, D. A. A. **avaliação de quatro genótipos de sorgo (*sorghum bicolor*) com e sem taninos nos grãos para a produção de silagens**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2007. 65p. (tese).

PIRES, D.A.A.; GUIMARÃES JR., R.; JAYME, D.G. et al. Qualidade e valor nutritivo das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.241-256, 2006.

RIOS, L. C. *et al.* Fracionamento da proteína do milheto forrageiro sob doses crescentes de nitrogênio na altura de corte de 0,20 m. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG, CONPEEX, 3., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2006. 1 CD-ROM.

ROCHA Jr, V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. III. Valor nutricional. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.52, p.627-633, 2000.

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).

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, J. T.; RUZANTE, J. M.; LUCCI, C. S.; LIMA, F. R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da

- silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2373- 379, 2002.
- ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 41-63.
- ROTH, G.; UNDERSANDER, D. **Silage additives**. In: CORN silage production management and feeding. Madison: American Society of Agronomy, p. 27-9. 1995.
- SANTOS, R. D. *et al.* Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 6, p. 1423-1429, 2010.
- SAUVANT, D.; BERTRAND, D.; GIGER, S. Variations and prevision of the in sacco dry matter digestion of concentrates and by-products. **Animal Feed Science Technology**, v.13, p.7-23, 1985.
- SILESHI, Z.; OWEN, E.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. Prediction of *in situ* rumen dry matter disappearance of Ethiopian forages from an *in vitro* gas production technique using a pressure transducer, chemical analyses or *in vitro* digestibility. **Animal Feed Science Technology** v.61, p.73-87,1996.
- SILVA, A. G. *et al.* Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum* sob corte, na zona da mata seca. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 229, p. 64, 2011.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, F.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo, folhas e panícula. 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.14-20,1999.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes.** Piracicaba . SP: Livroceres, 1979. 380p.

SILVA, L.C.R.; RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993, p.467.

SIMILI, F.F.; REIS, R.A.; FURLAN, B.N.; PAZ, C. C. P.; LIMA, M. L. P.; BELLINGIERI, P. A.; Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica. **Revista Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 474-480, mar./abr., 2008.

SIMON, J.E.; LOURENÇO JUNIOR, J.B.; FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, N.F.A.; NAHUM, B.S.; MONTEIRO, E.M.M. Consumo e digestibilidade de silagem de sorgo como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes na amazônia oriental. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.4, n.8, p.103-119. 2009.

SKONIESKI, F.R.; NORNBORG, J.L.; AZEVEDO, E.B. de. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 32, n. 1, 2010.

SOUSA, B.M. **Degradabilidade in situ dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS 180, CMSXS 227 e BR 700).** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001. 73p. (Dissertação).

SOUZA, V. G., PEREIRA, O. G., MORAES, S. A., VALADARES FILHO, R. G. S. C., ZAGO, C. P., FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo da silagem de sorgo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 32, n.3, p. 753-759, 2003.

SOUZA, V. G.; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V. Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

TEIXEIRA, J. C. **Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes.** In: Digestibilidade de Ruminantes, Ed. Teixeira, J. C., Lavras, UFLA/FAEPE, 327 p., 1997.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam, v.48, p.185-197, 1994.

THIAGO, L. R. L. S. e GILL, M. **Consumo voluntário: Fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmem**. EMBRAPA/CNPQC, campo Grande, MS, 65 p., (EMBRAPA/CNPQC, Documentos, 43), 1990.

TILLEY, J. M.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford. v. 18, p. 104-111, 1963.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**. Champaign, 1991 v.74, n. 10, p. 3583-3597.

VAN SOEST, P. J.; MANSON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. **Animal feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 1-2, 1991.

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

VILELA, H. *et al.* Efeito da idade da planta sobre o valor nutritivo da forragem durante cinco anos. In: ZOOTEC 2005, Campo Grande - MS. **Anais...** Campo Grande-MS: UFMS, 2005.