



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E
VALOR NUTRICIONAL DAS SILAGENS DE
SORGO**

JULIANO SANTOS SIQUEIRA

2012

JULIANO SANTOS SIQUEIRA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR
NUTRICIONAL DAS SILAGENS DE SORGO**

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

Orientador:
Prof. DSc. Daniel Ananias de Assis Pires

**JANAÚBA
MINAS GERAIS-BRASIL
2012**

S618c Siqueira, Juliano Santos.
Características agronômicas e valor nutricional das silagens de sorgo [manuscrito] / Juliano Santos Siqueira. – 2012.
58 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2012.
Orientador: Prof^o. DSc. Daniel Ananias de Assis

Pires.

Aos meus pais, Gabriel Archanjo Siqueira e Ione Aparecida Santos Siqueira, aos meus irmãos, Cristiano e Polyana, todos os amigos, familiares e meu grande orientador, Dr. Daniel Pires, que não pouparam esforços para a conquista desta vitória. Sem o apoio e carinho de vocês eu não teria conseguido.

DEDICO!

Agradecimentos

A Deus, que sempre me deu força, sabedoria e saúde nos momentos difíceis proporcionando essa conquista.

Ao meu orientador, Daniel Ananias de Assis Pires, pela orientação, ensinamentos, paciência sendo fundamental para que o objetivo fosse alcançado.

Aos meus pais, Gabriel e Ione, que nunca mediram esforços para a concretização dessa vitória.

A todos os professores, funcionários e estagiários da pós-graduação pela ajuda, ensinamentos e paciência com minha pessoa.

Aos companheiros da pós-graduação, pela ajuda, amizade, compreensão, em destaque Benara, Cléria, Edilane, Poliana, Geanderson, Marcos e Afonso.

A minha namorada, Débora, pelo apoio, paciência, confiança e carinho, estando ao meu lado nos momentos difíceis dessa caminhada.

Aos funcionários da EMBRAPA Milho e Sorgo, pelo auxílio na implantação do experimento, e em especial a José Avelino Santos Rodrigues (Piu).

Aos amigos Roberto Dumont, Danilo Barbosa, Henry Leonardo, Pedro Júnior e Reinaldo Menezes.

A todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista, meu eterno agradecimento.

LISTA DE ABREVIATURAS

N° Pl ha⁻¹ - Número de plantas por hectare;

ALTPL - Altura de planta;

PMV - Produção de material verde;

PMS - Produção da matéria seca;

MS - Matéria seca;

PB - Proteína bruta;

NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;

NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido;

FDN - Fibra em detergente neutro;

FDA - Fibra em detergente ácido;

CEL - Celulose;

HCEL - Hemicelulose;

LGN - Lignina;

N-NH₃/NT - Nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total;

Aw - Atividade de água.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Número médio de plantas por hectare (N° Pl ha^{-1}) e valores médios da altura de plantas (ALTPL) em metros de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem.

TABELA 2. Valores médios da produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) em toneladas por hectare de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem.

TABELA 3. Teores médios de matéria seca (MS) e cinzas de doze genótipos de sorgo utilizados para produção de silagem.

TABELA 4. Teores médios de proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) das silagens de doze genótipos de sorgo.

TABELA 5. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de doze genótipos de sorgo.

TABELA 6. Teores médios de celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN) das silagens de doze genótipos de sorgo.

TABELA 7. Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e atividade de água (Aw) das silagens de doze genótipos de sorgo.

RESUMO

Siqueira, Juliano Santos de. **Características agronômicas e valor nutricional das silagens de sorgo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.¹

O experimento foi implantado nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, com o objetivo de avaliar as características agronômicas e nutricionais de doze genótipos de sorgo. O plantio foi realizado em blocos casualizados com três parcelas (blocos) onde cada genótipo foi um tratamento, totalizando 12 (tratamentos) com 36 parcelas experimentais. As características agronômicas avaliadas foram o número de plantas por hectare (N° Pl ha^{-1}), altura de plantas (ALTPL), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS). Obtiveram-se o número de plantas por hectare através da contagem do número de plantas na área útil da parcela por ocasião do corte; a altura de plantas no momento do corte; a produção de matéria verde a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela realizada após o corte a quinze centímetros do solo; e a produção de matéria seca a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte. As duas fileiras intermediárias foram utilizadas para a ensilagem. Utilizaram-se silos de laboratório, feitos de PVC. Foram realizadas três repetições por tratamento e duas réplicas por parcela, sendo confeccionados um total de 72 silos, que foram abertos após 56 dias. Avaliou-se o valor nutricional das silagens produzidas, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN), nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN). Para avaliar a qualidade das silagens, determinaram-se os valores de pH, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$). Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa SISVAR, e para a comparação das médias foi empregado o teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Quanto ao número de plantas por hectare foi observada diferença ($P < 0,05$) entre os genótipos analisados, visto que os genótipos 1015345, 1016003, 1016007, SF15 e BRS610 foram superiores aos demais. Quanto à produção de matéria verde os genótipos SF15, Volumax e BR610 superaram os demais genótipos experimentais. Os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, nitrogênio insolúvel e detergente ácido, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio amoniacal e atividade de água não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade. No pH houve diferença entre os genótipos avaliados sendo que o 1015339, 1015347, 1016007, SF15, BRS655, Volumax e BR610 tiveram valores mais altos para esta característica. As características nutricionais dos genótipos não

apresentam diferenças significantes, assim conclui-se que os genótipos SF15 e BRS610 apresentam maior produtividade, e qualidade de silagem semelhante aos demais genótipos.

Palavras-chave: estacionalidade, produção, silagem e sorgo.

ABSTRACT

Siqueira, Juliano Santos. **Agronomic and nutritional value of silage of sorghum**. 2012. Dissertation (Master in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil. ¹

The experiment was established on the premises of Embrapa Milho e Sorgo in Sete Lagoas-MG in order to evaluate the agronomic and nutritional traits of twelve sorghum genotypes. The planting was in randomized blocks with three plots (blocks) where each genotype was a treatment totalizing 12 (treatments) with 36 experimental plots. The evaluated agronomic characteristics were the number of plants per hectare (N° Pl ha^{-1}), plant height (PH), green matter production (GMP) and dry matter production (DMP). They were obtained the number of plants per hectare by counting the number of plants from the useful area of the parcel at the cut, the plants height at the cut, the production of green matter from the weighing of all of the plants in the useful area from the plot after the cut made at six inches of the soil, and the dry matter production from the production of green matter and the DM content of each genotype at the cut. The two intermediate rows were used to be silage. Laboratory silos made of PVC were used. Were three replicates performed per treatment and two replicas per plot, in a total of seventy-two (72) silos wich were opened after 56 days. Evaluated the nutritional value of the silages produced, determined the values of dry matter (DM), ash, crude protein (CP), neutral detergent insoluble nitrogen(NDIN), acid detergent insoluble nitrogen(ADIN), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL) and lignin (LGN). To evaluate the quality of the silages were determined pH, ammoniacal nitrogen relative to total nitrogen (N-NH₃/NT). Data were statistically analyzed using the program SISVAR, and for comparison of means Scott-Knott test was used ($P < 0.05$). As for the number of plants per hectare, significant difference was observed ($P < 0.05$) between the genotypes studied, since the genotypes 1015345, 1016003, 1016007, SF15 and BRS610 were greater than the others. As for production of green matter, the genotypes SF15, Volumax and BR610 surpassed the others experimental genotypes. The contents of dry matter, ash, crude protein and acid detergent insoluble nitrogen, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicellulose, lignin, ammonia nitrogen and water activity did not show significant differences at 5% probability. There was difference in the pH between the genotypes being the 1015339, 1015347, 1016007, SF15, BRS655, Volumax and BR610 had higher values for that characteristic. The nutritional characteristics of the genotypes did not show significant differences; thus, it is concluded that the genotypes SF15

and BRS610 have higher productivity, and quality of silage similar to other ones.

Keywords: seasonality, production, silage and sorghum.

1 - INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira passou por uma evolução histórica, sobretudo nas últimas duas décadas, graças a um trabalho conjunto do setor privado e dos centros de pesquisas. Os investimentos realizados em novas tecnologias de produção, no treinamento de profissionais e abertura de novos mercados para os produtos da agricultura e pecuária do país, estão contribuindo para que o Brasil passe a ocupar uma posição de destaque no mercado global de produtos agrícolas. Hoje o país produz um volume suficiente para o abastecimento do mercado interno e excedentes exportáveis, posicionando-se entre os maiores produtores e exportadores agrícolas do mundo.

O Brasil apresenta o maior rebanho comercial do mundo e, de acordo com a FAO (2010), é o maior exportador de carne bovina e um dos maiores produtores de leite. Neste cenário, o agronegócio foi responsável por 26,46% do produto interno bruto (PIB) nacional no ano de 2008 (CEPEA, 2009).

A pecuária brasileira, tanto de corte quanto de leite, tem passado por um processo de intensificação e modernização, porém, grande parte dos sistemas de produção ainda é baseada na criação extensiva em pastagens. O sistema de pastejo é o mais barato e de menor impacto negativo para o meio ambiente, porém, a produtividade das forrageiras mais utilizadas é concentrada em apenas seis meses do ano.

Devido ao regime sazonal de chuvas presente nos países tropicais, a produção de carne ou leite no Brasil exige dos produtores que sejam criadas formas de suplementação dos animais durante o período seco para que a produção seja mantida. Nesse contexto, o uso de forragem cultivada, visa a reduzir o efeito sazonal na produtividade e na qualidade das pastagens,

aumentando a eficiência e a sustentabilidade produtiva e econômica da atividade pecuária.

Dentre as alternativas adotadas para a conservação das forragens a serem utilizadas nos períodos de escassez de alimento, a ensilagem tem se destacado entre os produtores. Diversas gramíneas podem ser utilizadas para produção de silagens e, segundo Neumann *et al.* (2002), o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta adaptada ao processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo, sua alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica, bem como aos altos rendimentos de massa seca por unidade de área.

Sob esta visão, a cultura de sorgo é uma excelente alternativa para minimizar os problemas decorrentes da estacionalidade da produção de forragem no período seco. Trata-se de uma cultura tolerante à seca, visto à sua capacidade de recuperar-se e produzir massa após um período de estresse hídrico.

Assim, objetivou-se com este estudo, avaliar as características agrônomicas de doze genótipos de sorgo e o valor nutricional das silagens produzidas.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea tropical, de ciclo anual e tem como origem provável a África e algumas regiões da Ásia. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, aconteceu por volta de 3000 a.C., ao tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no Egito Antigo a partir da Etiópia (RIBAS, 2008). Apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do final do século passado é que teve grande desenvolvimento em muitas regiões agrícolas do mundo (VEIGA, 1986).

A introdução do sorgo no Brasil é relativamente recente, e ainda é uma cultura em expansão, sendo o seu uso difundido apenas para a alimentação animal, na forma de silagem, corte verde e pastejo, além da produção de grãos, que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes e não ruminantes.

Desde a introdução no Brasil no século XX, o sorgo nunca se firmou como uma cultura com características comerciais marcantes. Foi apresentado como uma cultura rústica, resistente à seca e, desta forma, introduzida no nordeste como produto que salvaria a produção agropecuária daquela região. No entanto, o sorgo, apesar de ser um pouco mais resistente ao estresse hídrico do que o milho, não é resistente à seca como se divulgava (EMBRAPA, 2008).

O Centro-Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, enquanto o Rio Grande do Sul e Minas Gerais, de sorgos forrageiros. No Rio Grande do Sul, o sorgo é plantado na primavera e colhido no outono. No Brasil Central, a semeadura é feita em sucessão às culturas de verão, principalmente a

soja. No nordeste, a cultura é plantada na estação das chuvas (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2004).

Os sorgos são plantas C4, que envolvem a via de ácidos com quatro carbonos na fotossíntese e que em altas temperatura e luminosidade são muito mais eficientes do que as plantas que utilizam a via de três carbonos no processo fotossintético (C3). Como plantas forrageiras, caracterizam-se pela alta produção de matéria seca, pela capacidade de rebrota e pela eficiência no uso da água (WHEELER, 1980). Agronomicamente, os sorgos são classificados em 4 grupos: 1º Granífero; 2º Forrageiro para silagem e/ou sacarino; 3º Forrageiro para corte verde e pastejo; 4º Vassoura. O terceiro grupo inclui híbridos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta, sendo estes, fruto do cruzamento de duas espécies distintas do gênero *Sorghum* (RIBAS, 2008).

O sorgo é uma espécie anual, ou perene de vida curta, capaz de produzir em uma grande variedade de solos. É resistente ao estresse hídrico, com alguns cultivares bastante adaptados às condições secas, podendo desenvolver-se bem sob precipitações anuais de 300 a 350 mm.

Segundo Camacho *et al.* (2002), o sorgo possui tolerância a períodos de estiagem durante seu ciclo vital e produz colheitas de grãos e massa verde economicamente compensadoras em condições de pluviosidade baixa e em solos de baixa fertilidade. Por conseguinte, vem sendo cultivado principalmente em zonas áridas e semiáridas, tornando-se um alimento básico, por apresentar um elevado potencial de produção, grande versatilidade e potencial de adaptação a regiões mais secas (NEUMANN *et al.*, 2002).

2.2 Híbridos de sorgo

Estão disponíveis no mercado quatro tipos de sorgo como recurso forrageiro: os sorgos graníferos, os forrageiros (tradicional ou silageiro e duplo propósito), vassoura e sacarinos. Essas cultivares variam na altura, produção de matéria seca e composição bromatológica, produzindo silagens com valores nutritivos diferentes. As cultivares graníferas variam de 1,00 a 1,60 metros, com panículas bem desenvolvidas e grãos de tamanho grande produzindo silagens de valor nutritivo superior ao de silagens dos sorgos forrageiros de porte alto. Os sorgos do tipo forrageiros são adaptados para produção de silagem e para corte verde, com altura entre 2 e 3 metros. Além disso, existem cultivares de duplo-propósito (forragem e grão), com altura média em torno de 2 metros. As cultivares de porte alto produzem silagens com valores nutritivos normalmente inferiores às de uma boa silagem de milho devido a uma menor proporção de grãos na massa ensilada (ZAGO, 1992).

Existe grande diversidade genética entre plantas de sorgo comercializadas no Brasil, o que permitiu o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento que, segundo Pedreira *et al.* (2003), proporcionaram a obtenção de grande número de híbridos, e cada um desses materiais apresenta característica agrônômica e valor nutritivo diferente, com consequentes variações quanto à produtividade, padrões de fermentação e composição bromatológica, quando utilizado para silagens (MAGALHÃES *et al.*, 2006).

A escolha do genótipo mais adequado é um aspecto fundamental para o estabelecimento de um sistema de produção mais eficiente. Deve-se observar a região onde será implantada a cultura (adaptação); potencial produtivo; estabilidade de produção; tolerância a doenças, sanidade dos grãos; resistência ao acamamento de colmo; ciclo; características dos grãos – textura, coloração; teor de tanino nos grãos e equilíbrio entre folha, colmo e panícula. Com base

nessas informações e nas necessidades do agricultor, é possível selecionar o genótipo mais apropriado para um sistema de produção específico, obtendo-se uma boa produção de massa e valor nutritivo da silagem.

Assim, o ideal é utilizar densidade de plantio adequada para cada tipo de material reduzindo-se os riscos com o acamamento. Para os sorgos graníferos, recomenda-se utilizar 200.000 plantas ha⁻¹ na colheita. Para os sorgos forrageiros, recomenda-se reduzir a população a 140.000 plantas ha⁻¹, objetivando diminuir o acamamento, que normalmente ocorre em populações maiores. Já para os materiais duplo propósito utiliza-se a densidade final de 160.000 plantas ha⁻¹.

Segundo Cummins (1971), os critérios para seleção de híbridos de sorgo para silagem têm sido principalmente, altura da planta, produtividade, produção de grãos, resistência a doenças e pragas e tolerância à seca. De acordo com Vilella (1985), a proporção de grãos é um importante fator determinante da qualidade das silagens, pois neles se encontra a maior fração energética disponível da planta, sendo eles responsáveis pela maior elevação no teor de matéria seca das forrageiras.

2.3 Características agronômicas

A caracterização agronômica dos materiais genéticos disponíveis no mercado é de fundamental importância para se obter uma silagem de sorgo de alta produção e com elevado valor nutritivo (ZAGO, 1991).

A identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribuirá para obtenção de maiores rendimentos da cultura do sorgo. Ressalta-se que, além da genética e do ambiente, a produção é influenciada, entre outros fatores, por qualidade da semente, época de semeadura, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo,

irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Contudo, existem poucas informações sobre os efeitos desses fatores sobre a qualidade da forragem produzida. O ciclo vegetativo do sorgo depende da cultivar considerada, sendo algumas delas sensíveis ao fotoperíodo, porém a maioria completa o seu ciclo entre 90 e 120 dias (MELLO, 2003).

A produtividade do sorgo ocorre em função de vários fatores integrados, dentre eles, interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de fotossintatos para os grãos e capacidade de dreno (AGUIAR *et al.*, 2000).

Em relação à produção de matéria verde, Valente (1992) afirma que a produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas de massa verde por hectare, pois, abaixo disto, é economicamente inviável. Quanto à produção de matéria seca, esta é uma importante característica na avaliação da viabilidade econômica de uma forrageira destinada à produção de silagem.

Rodrigues Filho *et al.* (2006), mensurando a produção dos genótipos de sorgo forrageiro BRS610, CMSXS762, BR506 e BR700, encontraram valores de 63,90, 59,93, 67,56 e 45,87 t ha⁻¹ de MV e 14,22, 15,40, 16,38 e 14,64 t ha⁻¹ de MS, respectivamente para os genótipos de sorgo.

Na tentativa de aliar uma boa produtividade de matéria seca a um bom valor nutritivo, tem-se procurado desenvolver híbridos de sorgo que tenham um bom equilíbrio entre colmo, folha e panícula. Quando se deseja alta produção de massa verde para silagem, cultivares de sorgo forrageiro se destacam pela elevada produção de massa; contudo, a proporção de grãos é menor. Por outro lado, o sorgo granífero é caracterizado pela alta produção de grãos. Aqueles de duplo propósito apresentam produções intermediárias de massa verde e grãos. Em relação às características agrônômicas, os híbridos interespecíficos apresentam vantagens em relação a outras plantas forrageiras cultivadas (ZAGO,1992).

A altura da planta pode estar correlacionada positivamente com a produção de matéria natural e matéria seca. Entretanto, geralmente apresenta, também, correlação positiva com a porcentagem de colmo e com a porcentagem de acamamento, características pouco desejáveis para a produção eficiente de forragem (CORRÊA *et al.* 1996).

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando as características agronômicas e nutricionais das silagens dos genótipos de sorgo AG1018 (granífero), DKB860 (granífero), AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), VOLUMAX (forrageiro) e BRS610 (forrageiro), constatou que o estande final para todos os grupos de cultivares foi de 167,43; 143,71 e 127,60 mil plantas por hectare para os sorgos graníferos, os sorgos duplo-propósito e os sorgos forrageiros, respectivamente. A altura de plantas variou de 1,46 m para os sorgos graníferos, 1,79 m para os duplos propósitos e 2,66 m para os sorgos forrageiros. Essa característica é altamente influenciada pela constituição genética e pelo ambiente, o que proporciona a grande variação observada. Esse fato sugere a possibilidade de se obter genótipos de sorgo que conciliem as características de qualidade da silagem com alta produtividade de matéria seca. A maioria dos grupos de genótipos não apresentou plantas acamadas e quebradas; entretanto, os sorgos forrageiros tiveram alto índice de plantas acamadas e quebradas (17,4%).

2.4 Valor nutricional da silagem

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).

Os fatores ambientais e a genética influenciam diretamente na produção e na capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas. O efeito da estação do ano também é importante, podendo modificar a anatomia da planta e, conseqüentemente, a sua composição química (MAGALHÃES, 1985; RAIJ, 1991).

Dentre os principais fatores que interferem na composição química e têm efeito direto sobre o valor nutricional da planta, é possível citar: a idade da planta, a época de corte, o nível de adubação, as características do solo, a proporção das partes da planta, a temperatura ambiental, a umidade e a luz, bem como a interação desses fatores (VAN SOEST, 1994).

De acordo com Rodrigues (2000), o valor nutritivo dos híbridos de sorgo tem pouca variação entre as diferentes cultivares encontradas 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 no colmo, 15 a 18% nas folhas e 12 a 16% de proteína bruta na planta inteira.

A qualidade do volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição química do alimento, pela digestibilidade de seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal (MAGALHÃES *et al.*, 2005). A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da 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.

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

De acordo com Zago (1991), híbridos de sorgo com colmo seco, geralmente elevam o teor de matéria seca mais precocemente com a maturação.

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.

Estudando as características qualitativas de genótipos de sorgo para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio, Avelino (2008) observou, para o componente MS, valores de 38,07% para o AG2005E e 24,77% para o Volumax.

Conforme Keplin e Santos (1996), uma silagem de boa qualidade apresenta em torno de 7,1 a 8,0% de proteína bruta. E, segundo Van Soest (1994), este é o valor proteico mínimo necessário para um bom desenvolvimento dos microrganismos ruminais, garantindo uma boa degradação do alimento ingerido.

Von Pinho *et al.* (2007), avaliando a qualidade de silagem de sorgo em função da época de semeadura, obtiveram, no plantio de novembro, 8,2% de PB, para os genótipos de sorgo duplo propósito e 7,1% de PB para os genótipos forrageiros.

Corrêa *et al.* (2007), analisando o consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), com ou sem aditivos, em ovinos, registraram valores de PB nas silagens sem aditivos de 6,18%.

Atualmente, os componentes dos constituintes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina são referências fundamentais para os sistemas modernos de predição de ganhos (NRC, 1996).

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).

Segundo Cruz e Pereira Filho (2001), valores de FDN, nas silagens, inferiores a 50% são mais desejáveis. 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 seu consumo e digestibilidade.

Em relação à FDA, um bom nível na silagem ocorre quando se tem valores inferiores a 30% (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001). Melo *et al.* (1998) e Resende *et al.* (2003) encontraram valores de FDA variando de 26,5 a 40,6% em determinados genótipos de sorgo. Entretanto, Fonseca *et al.* (2002), ao estudarem características químicas das silagens de 60 genótipos de sorgo, verificaram variação para percentuais de FDA na matéria seca da silagem de 23,26 a 40,33%.

Quanto aos componentes da parede celular, aumentos na porcentagem de hemicelulose, celulose e lignina, à medida que a planta envelhece são, em geral, inversamente correlacionados com a digestibilidade, resultando em redução do valor nutritivo (VAN SOEST, 1994). Consoante Van Soest (1994), aumentos nas porcentagens de lignina nas forrageiras são responsáveis por menores taxas de digestão dos componentes da parede celular.

As silagens de dois sorgos forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, apresentaram os seguintes resultados descritos por Vieira *et al.* (2004): teor de HCEL de 22,63 a 26,63%, CEL de 19,53 a 25,13% e lignina de 3,60 a 6,37%.

2.5 Qualidade da silagem

Dentre os parâmetros utilizados para a classificação de silagens, destacam-se o pH, os ácidos orgânicos e a relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT).

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 consideradas 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).

Araújo *et al.* (2007), determinando qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de ácido acético, butírico e láctico, variando de: 0,75 a 1,95%; 0,003 a 0,3% e 6,3 a 15,42%, respectivamente.

Quanto à relação N-NH₃/NT, o teor de N-NH₃/NT junto com o valor de pH são indicativos do processo fermentativo. Normalmente a quantidade de amônia é utilizada como indicador da atividade clostridial proteolítica. E muitos trabalhos concordam com a utilização deste parâmetro na indicação do grau de proteólise na silagem (McDONALD *et al.*, 1991). 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).

A silagem é considerada de muito boa qualidade quando apresenta uma relação N-NH₃/NT menor que 10%, boa entre 10% e 15%, média entre 15 e 20% e ruim quando maior que 20% (AFRC, 1987).

Skonieski *et al.* (2010), estudando as características fermentativas de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito constataram para os genótipos forrageiros valor de 1,9% de N-NH₃/NT. Para os duplos propósitos, o valor foi de 1,91% para a relação N-NH₃/NT.

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). Gonçalves *et al.* (1999), ao compararem silagens de diferentes híbridos de sorgo, observaram também menores concentrações de N-amoniaco em silagens com maiores concentrações de MS.

Os valores de pH das silagens bem conservadas variam entre 3,6 e 4,2. Estas apresentam altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos, desde que não se usem aditivos para restringir a fermentação (FAIRBAIRN *et al.*, 1992).

Oliveira (2008) encontrou valor de 3,9 para o pH da silagem de sorgo forrageiro. Ribeiro *et al.* (2007), determinando o padrão fermentativo da silagem de cinco genótipos de sorgo, verificaram valores de pH variando entre 3,69 a 4,58.

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). Em conformidade com Cummins (1972), o desenvolvimento de híbridos de sorgo com colmo seco pode contribuir para a produção de silagem de melhor valor nutritivo, com menores perdas durante o processo de ensilagem e melhor consumo voluntário pelos animais. No entanto, a correlação colmo succulento com menor teor de matéria seca da planta inteira não foi encontrada em alguns trabalhos (BORGES, 1995 e NOGUEIRA, 1995). Este último autor afirma que a proporção de grãos da planta exerceu maior influência no teor de matéria seca que a succulência ou não do colmo.

Segundo Carvalho *et al.* (1992), das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca, seguido pelas folhas e a panícula que permite grandes ganhos de matéria seca num curto período. Conforme Nússio (1992), 40-50% da matéria seca deveriam ser compostos de grãos no momento da ensilagem, na tentativa de garantir qualidade e consumo do material ensilado.

Silva (1997), avaliando silagens de sorgo de porte alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo x folha x panícula, concluiu que o aumento da participação da panícula na planta inteira reduziu os teores de constituintes da fibra e elevou os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), em todos os híbridos estudados, demonstrando uma necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo, para obtenção de silagens de boa qualidade. A participação de panícula facilitou a compactação.

Segundo Borges (1995), variedades de colmo suculento e sacarino e de porte alto têm geralmente a concentração de carboidratos solúveis mais elevadas.

A composição estrutural da planta de sorgo também é um ponto importante, tanto para a produção quanto para a qualidade da silagem. As panículas e as folhas são os componentes da planta que apresentam maiores coeficientes de digestibilidade e, teoricamente, uma maior digestibilidade total. As porcentagens de folha, colmo e panícula têm estreita ligação com a altura da planta. Genótipos mais altos atingirão maiores produtividades, porém, a percentagem de colmo será alta em relação às folhas e panículas, comprometendo o valor nutritivo da planta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (ZAGO, 1997).

Oliveira *et al.* (2005) estudaram o comportamento agrônômico de quatro genótipos de sorgo. Os autores comprovaram em relação à composição

estrutural, 63,57 a 85,79% de colmos, 2,67 a 28,48% de panículas e 11,53 a 13,56% de folhas.

Para Silva (1996), um dos problemas enfrentados no processo de ensilagem é o acamamento da forragem a ser utilizada, e estes encontraram correlação positiva entre altura das plantas e porcentagem de acamamento. Segundo esses autores, a possibilidade de acamamento é maior para os híbridos forrageiros, tornando-se preocupante quando a densidade de plantio é muito alta.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e dados climáticos

O experimento foi implantado nas dependências da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada no Km 65 da rodovia MG 424, no município de Sete Lagoas–MG.

O clima da região, segundo Koopen, é do tipo AW (clima de savana com inverno seco). O índice médio pluviométrico anual é de 1271,9 mm, com temperatura média anual de 20,9 °C e umidade relativa do ar em torno de 70,5% (ANTUNES, 1994). O solo é classificado como vermelho distrófico típico fase cerrado (EMBRAPA, 1999).

3.2 Genótipos utilizados

Foram utilizados neste experimento doze genótipos de sorgo forrageiro: 1015327, 1015335, 1015339, 1015341, 1015345, 1015347, 1016003, 1016007, BRS655, Volumax, BRS610 e SF15.

3.3 Plantio

Os doze genótipos de sorgo foram semeados em 21 de dezembro de 2010, em decorrência das primeiras chuvas. Foram semeadas 13 sementes por metro linear em cada parcela.

Os genótipos foram plantados em 3 blocos, cada bloco com 12 parcelas, sendo cada parcela constituída por 6 fileiras com 6 metros de comprimento e 70 centímetros de espaçamento entre fileiras, cada genótipo foi um tratamento, totalizando 12 tratamentos. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e as exigências da cultura, sendo utilizados 350 kg/ha da fórmula 08-28-16 (N:P:K) + 0,5% de zinco no plantio e 150 kg/ha de ureia em cobertura 25 dias após o plantio.

3.4 Avaliações agronômica e nutricional

As avaliações foram efetuadas em quatro linhas de cada parcela, eliminando-se 1 m nas extremidades de cada linha e as duas linhas laterais de cada parcela (as bordaduras). Nas duas fileiras centrais foram avaliadas as características agronômicas das plantas de sorgo e nas duas fileiras intermediárias avaliaram-se as características nutricionais e a qualidade das silagens.

As características agronômicas avaliadas foram o número de plantas por hectare (N° Pl ha^{-1}), altura de plantas (ALTPL), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS). Obtiveram-se o número de plantas por hectare através da contagem do número de plantas na área útil da parcela por ocasião do corte, a altura de plantas no momento do corte, a produção de matéria verde a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após corte a quinze (15) centímetros do solo, e a produção de matéria seca, a

partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte.

As duas fileiras intermediárias foram utilizadas para a ensilagem quando cada genótipo apresentou um teor de matéria seca adequado ao processo de ensilagem. Foram utilizados silos de laboratório feitos 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-se 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 setenta e dois (72) 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 homogeneizado e foram extraídos aproximadamente 200 ml de suco da silagem com auxílio de um prensa hidráulica para determinação dos valores de pH e nitrogênio amoniacal.

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 e, em seguida, acondicionadas em vidros com tampa para as análises de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN), nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LIG).

A matéria seca (MS) foi obtida a 105 °C de acordo com a AOAC (1980); a proteína bruta (PB), a partir da determinação do conteúdo de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, conforme a AOAC (1984). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN) utilizou-se o método sequencial de Van Soest *et al.*,(1991). As cinzas foram obtidas de acordo AOAC (1980). O nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

A partir do suco da silagem, foram determinados os valores de pH empregando-se um peagômetro, e os valores de nitrogênio amoniacal por destilação com óxido de magnésio (AOAC, 1980). Determinou-se ainda a atividade de água.

3.5 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com doze genótipos (tratamentos) e três repetições (blocos) totalizando 36 parcelas experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análises de Variância (SISVAR) descrito por Ferreira (2000), e para a comparação das médias foi empregado o teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$), conforme o modelo estatístico descrito abaixo:

$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$, em que:

Y_{ik} = valor observado ao genótipo i , submetido ao bloco k ;

μ = média geral;

G_i = efeito do genótipo i , com $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ e 12 ;

B_k = efeito do bloco k , com $k = 1, 2$ e 3 ;

e_{ik} = o erro experimental associado aos valores observados (Y_{ik}).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

Avaliando as características agronômicas de doze diferentes genótipos de sorgo, observou-se que estes divergiram entre si quanto ao número de plantas por hectare, à altura de plantas e quanto às produções de matéria verde e matéria seca.

Tabela 1. Número médio de plantas por hectare (N° Pl ha^{-1}) e valores médios da altura de plantas (ALTPL) em metros de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	N° Pl ha^{-1}	ALTPL (m)
1015327	154,33 B	1,95 D
1015335	145,33 B	1,78 E
1015339	145,00 B	2,08 D
1015341	141,33 B	1,97 D
1015345	156,00 A	2,02 D
1015347	149,67 B	1,82 E
1016003	163,33 A	2,17 C
1016007	163,67 A	2,55 B
SF 15	170,67 A	3,30 A
BRS 655	147,00 B	2,15 C
Volumax	146,00 B	2,32 C
BRS 610	161,00 A	2,27 C
Média	153,61	2,19
CV	6,34	4,58

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao número de plantas por hectare, foi constatada diferença ($p < 0,05$) entre os genótipos analisados. Os genótipos 1015345, 1016003, 1016007, SF15 e BRS610 foram superiores aos demais para esta característica. Os valores obtidos neste experimento estão próximos aos relatados por Von Pinho *et al.* (2006) que, avaliando as características agrônômicas dos genótipos de sorgo granífero, duplo-propósito e forrageiro, observaram, para todos os grupos de cultivares, 167,43; 143,71 e 127,60 mil plantas por hectare, respectivamente.

Rodrigues Filho *et al.* (2006) relataram para cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) densidade de plantas por hectare entre 167 mil e 213 mil, com média de 193 mil plantas por hectare. Segundo Martins (2000), a densidade ideal para o sorgo forrageiro está entre 100 mil e 150 mil plantas por hectare, tendo como objetivo a redução do acamamento, o que normalmente ocorre em populações maiores. Por outro lado, Flaresso *et al.* (2000) têm recomendado espaçamentos de 0,7 m a 0,8 m para o cultivo de sorgo forrageiro, como adaptação às colhedoras atualmente utilizadas.

Os valores médios de altura de plantas variaram entre os genótipos avaliados de 1,78 a 3,30 m ($p < 0,05$). O genótipo SF15 se mostrou superior aos demais. O híbrido experimental 1016007 foi inferior ao SF15, mas superou os híbridos comerciais BRS665, Volumax e BRS610.

Os valores de altura de planta obtidos encontram-se próximos aos observados por Chiesa *et al.* (2008) que, ao avaliarem os aspectos agrônômicos de genótipos de sorgo, obtiveram altura de planta para os genótipos AG2005E, AG60298 e o BR101 de 1,72, 2,16 e 2,52 m, respectivamente.

Rodrigues Filho *et al.* (2006) relataram, para diferentes genótipos, variação de 2,12 m a 2,74 m, com média de 2,39 m de altura das plantas.

Os valores médios de produção de matéria verde e produção de matéria seca variaram ($p < 0,05$) entre os genótipos analisados.

Tabela 2. Valores médios da produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) em toneladas por hectare de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)
1015327	30,33 B	9,96 B
1015335	27,13 B	8,38 B
1015339	29,53 B	9,20 B
1015341	28,53 B	10,15 B
1015345	30,93 B	9,61 B
1015347	30,33 B	8,76 B
1016003	34,67 B	10,53 B
1016007	36,53 B	11,54 B
SF 15	52,07 A	15,88 A
BRS 655	33,53 B	11,49 B
Volumax	48,00 A	15,91 A
BRS 610	41,87 A	13,97 A
Média	32,01	11,28
CV	35,29	16,24

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à produção de matéria verde, houve variação entre os materiais ($p < 0,05$). Os genótipos SF15, Volumax e BRS610 superaram os demais genótipos experimentais.

Valores próximos foram reportados por Chiesa *et al.* (2008) que, avaliando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, determinaram produções de matéria verde para o sorgo AG2005E (42,56 t ha⁻¹), e AG60298 (39,68 t ha⁻¹).

Oliveira (2008), analisando a produção de diferentes forrageiras, encontrou produtividade de 82,00 t ha⁻¹ de matéria verde para o sorgo forrageiro BR601, sendo esta superior aos resultados deste experimento.

Resende (2001) encontrou valores de 25 t ha⁻¹ a 65 t ha⁻¹, quando avaliou cultivares de portes alto, médio e baixo.

Quanto à produção de matéria seca, os genótipos variaram entre si ($p < 0,05$). Os genótipos SF15, Volumax e BRS610 superaram os demais, assim como para a produção de matéria verde.

Os resultados de produção de massa seca deste experimento foram inferiores àqueles encontrados por Carvalho *et al.* (1992), que obtiveram produções médias de 13,77 t ha⁻¹ e 14,03 t ha⁻¹ para as cultivares de porte alto AG2002 e BR506, respectivamente. O mesmo foi observado ao comparar com os resultados obtidos por Pereira *et al.* (1993). Estes autores encontraram valores de 18,00 t ha⁻¹, 16,60 t ha⁻¹ e 14,60 t ha⁻¹, para plantas de porte alto, médio e baixo, respectivamente. Já Silva (1997) obteve rendimentos de massa seca da ordem de 9 t ha⁻¹ a 11 t ha⁻¹, sendo próximos aos obtidos neste experimento.

Chiesa *et al.* (2008) obtiveram produções de 19,8 t ha⁻¹, 26,4 t ha⁻¹ e 29,96 t ha⁻¹ de MS, trabalhando com os aspectos agronômicos dos híbridos de sorgo AG2005E, AG60298 e BR101, respectivamente.

Oliveira *et al.* (2005), avaliando as características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio, encontraram valores de produção de MV e MS variando de 45,87 t ha⁻¹ a 67,56 t ha⁻¹ e 14,22 t ha⁻¹ a 16,38 t ha⁻¹, respectivamente.

As diferenças entre os resultados deste experimento e os citados nas demais literaturas, para todas as características agronômicas, podem ser devido às diferenças entre os genótipos utilizados, aos diferentes estádios de maturação da planta no momento da ensilagem, à ocorrência de ataque de pássaros e às condições climáticas e de cultivo.

A produtividade da cultura do sorgo para silagem é afetada por diversos fatores relacionados ao meio, havendo enorme variação nas diferentes regiões do país e sob as distintas condições de avaliação (MELLO *et al.*, 2004). Isso justifica a grande variação dos dados citados na literatura para as produções de MV e MS.

Ao analisar os resultados obtidos neste experimento, observa-se que os materiais têm potencial e podem ser utilizados para produzir silagens.

4.2 - Características nutricionais

Os genótipos de sorgo avaliados neste experimento não diferiram entre si quanto aos teores de matéria seca e cinzas ($p < 0,05$).

Tabela 3. Teores médios de matéria seca (MS) e cinzas de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	MS (%)	Cinzas (%) ¹
1015327	33,02	3,76
1015335	30,97	3,90
1015339	31,02	3,79
1015341	35,74	3,88
1015345	31,12	4,05
1015347	29,12	4,13
1016003	30,68	4,16
1016007	31,54	3,81
SF 15	30,60	3,10
BRS 655	34,27	3,94
Volumax	33,12	3,89
BRS 610	32,95	3,98
Média	32,01	3,93
CV	7,61	11,13

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ¹Dados expressos na matéria seca.

Os teores médios de matéria seca foram semelhantes para todos os genótipos ($p < 0,05$) e variaram de 29,12 a 35,75% com média de 32,01%.

Os teores de matéria seca dos materiais utilizados encontram-se numa faixa onde foi possível ocorrer boa compactação e bom desenvolvimento das bactérias lácticas. Estes valores estão próximos aos citados por Zago (1999), que indica teores de MS nas plantas submetidas à ensilagem entre 30 e 40% para obtenção de silagens de sorgo com alto valor nutritivo.

Para alimentação de ruminantes, Simon (2006) encontrou teor de MS na silagem de 34,76%. Já Silva (1996), ao trabalhar com sorgos de porte alto,

médio e baixo, observou médias de 25,27 a 31,02%. Araújo *et al.* (2007), analisando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de MS variando de 28,85 a 57,37%.

Rodrigues Filho *et al.* (2006), mensurando a produção do genótipo de sorgo BRS610, obtiveram 22,86 % de MS, sendo esse valor inferior ao encontrado neste experimento para o mesmo material.

Os valores de cinza variaram de 3,1 a 4,16%, sendo semelhantes para todos os genótipos testados ($p < 0,05$).

Teores de cinzas implicam a determinação da quantidade de minerais presentes na forrageira, porém altos índices podem representar alto teor de sílica, e esta não contribui nutricionalmente para os animais.

Tamele (2009) analisou híbridos de sorgo de corte e pastejo normais e encontrou teor médio de 8,37% de cinzas das plantas inteiras. Magalhães *et al.* (2004) avaliaram a composição bromatológica de vinte e cinco híbridos de sorgo forrageiro normais, e constataram valores médios oscilando de 2,83 a 4,16% de cinzas das plantas inteiras, valores próximos aos relatados neste trabalho.

Os valores de MS de todas as silagens estão dentro da faixa ideal para um bom perfil de fermentação. E considerando a MS, os materiais testados estão aptos a produzir uma boa silagem desde que o corte seja realizado no momento correto.

Os genótipos avaliados foram semelhantes ($p < 0,05$) quanto aos teores médios de proteína bruta, nitrogênio indisponível em detergente neutro e nitrogênio indisponível em detergente ácido.

Tabela 4 - Teores médios de proteína bruta (PB), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA) das silagens de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	PB (%) ¹	NIDN (%) ¹	NIDA (%) ¹
1015327	9,47	1,48	1,34
1015335	11,66	1,11	1,38
1015339	8,96	1,01	1,40
1015341	13,26	1,24	1,31
1015345	11,59	1,13	1,32
1015347	10,21	1,11	1,23
1016003	12,07	1,07	1,33
1016007	11,55	1,18	1,17
SF 15	10,21	0,86	1,49
BRS 655	10,57	0,91	1,77
Volumax	9,93	0,99	1,34
BRS 610	8,68	0,87	1,25
Média	10,65	1,08	1,36
CV	18,17	16,73	19,66

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ¹Dados expressos na matéria seca.

Quanto aos teores de proteína bruta, não houve diferença entre os genótipos ($p < 0,05$), cujos valores variaram de 8,68 a 13,26%.

Os doze genótipos avaliados apresentaram índices de PB ideais para o atendimento dos requisitos de nitrogênio pela flora ruminal e para um bom funcionamento do rúmen, que é no mínimo 7%. No entanto, pode ocorrer um decréscimo no conteúdo proteico com a maturidade fisiológica da planta.

Aita (1995) avaliou diferentes pastagens de estação quente, e verificou que os teores de PB das folhas de sorgo não variaram conforme a data de avaliação, mantendo-se constantes, com pequenas variações entre os períodos,

enquanto que o teor de PB nos colmos diminui conforme o avanço do estágio fenológico.

Montagner *et al.* (2005) avaliaram o híbrido normal BR800 em três cortes sucessivos, e observaram valor médio de 20,21% de PB das plantas inteiras, o qual foi superior aos valores deste trabalho.

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando as características nutricionais das silagens dos genótipos de sorgo (duplo propósito), Volumax (forrageiro), obtiveram valores semelhantes de PB em relação aos deste experimento. Os valores médios encontrados pelos autores foram de 8,0 e 9,2% para os sorgos forrageiros e duplos propósitos, respectivamente.

Gaggiotti *et al.* (1992) afirmam que os teores de PB da silagem de sorgo dependem da associação de diversos fatores, dentre eles, do comportamento agrônomo do genótipo, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo.

Os teores de nitrogênio indisponível em detergente neutro e nitrogênio indisponível em detergente ácido variaram de 0,86 a 1,48% e 1,17 a 1,77%, respectivamente. Não houve diferença entre os genótipos para estas características ($p < 0,05$).

Em relação ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), a sua concentração em forragens tem uma alta correlação negativa com a digestibilidade aparente da proteína (WEISS *et al.*, 1999). Esta fração proteica corresponde às proteínas associadas à lignina, aos complexos tanino-proteína e aos produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrintestinal (LICITRA *et al.*, 1996).

Van Soest (1994) sugeriu como normal para o teor de NIDA aquele que se encontra dentro da amplitude de variação de 3 a 15% do nitrogênio total.

Pedreira *et al.* (2005) encontraram teores médios de 17,16% de NIDA nas folhas de oito híbridos de sorgo forrageiros cultivados para produção de silagem, em Cravinhos-SP.

Cândido *et al.* (2002) avaliaram o valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgos, e constataram valor médio de 12,17% de NIDA que é superior aos valores obtidos neste experimento.

Não foram observadas diferenças entre os genótipos analisados quanto aos teores médios de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das silagens.

Tabela 5 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	FDN (%) ¹	FDA (%) ¹
1015327	67,63	32,69
1015335	68,42	36,23
1015339	63,77	34,91
1015341	70,05	35,02
1015345	67,90	36,18
1015347	67,10	36,74
1016003	76,13	35,55
1016007	68,45	36,48
SF 15	73,63	40,59
BRS 655	66,68	32,28
Volumax	69,27	35,09
BRS 610	54,96	29,14
Média	67,79	35,07
CV	11,78	13,41

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ¹Dados expressos na matéria seca.

Os valores de FDN e FDA verificados para todos os genótipos avaliados foram semelhantes entre si ($p>0,05$), sendo os valores médios para os doze genótipos avaliados de 67,79 e 35,07%, respectivamente.

A análise da FDN é muito importante para a determinação do valor nutritivo das forragens, pois esta fração fibrosa está negativamente correlacionada com o consumo (VAN SOEST, 1994).

Von Pinho *et al.* (2007) observaram valores de FDN (42,9%) e FDA (26,6%) para sorgo duplo propósito. Já Neumann *et al.* (2004) encontraram valor próximo ao deste experimento para a fração FDN (65,03%). Assim como Pesce *et al.* (2000) para os valores de FDA (32,9%).

Melo *et al.* (1998) e Resende *et al.* (2003) obtiveram valores de FDN em determinados genótipos de sorgo variando de 44,8 a 60,4% e valores de FDA de 26,5 a 40,6%. Por outro lado, Fonseca *et al.* (2002), ao estudarem características químicas das silagens de 60 cultivares de sorgo, verificaram percentuais de FDA na matéria seca da silagem entre 23,26 e 40,33%.

As condições climáticas, adubações e alturas de corte podem justificar as diferenças observadas entre os dados deste experimento em relação aos demais trabalhos citados.

Os valores de FDN e FDA das silagens avaliadas estão acima dos índices aceitáveis. Segundo Van Soest (1994), os teores de FDN não deveriam superar níveis entre 50 e 60% e os níveis de FDA não deveriam ultrapassar os 30%, pois podem comprometer o consumo e a digestibilidade das forragens, respectivamente. Existe correlação alta e negativa entre FDN e o consumo de matéria seca pelos ruminantes, parâmetro que pode ser utilizado para determinar a qualidade da forragem a ser consumida. Nas condições em que o experimento foi realizado, os altos índices de FDN indicam que os consumos dessas silagens

sejam baixos. E ao avaliar os teores de FDA estes podem indicar baixa degradabilidade deste alimento no rúmen.

Quanto aos teores de FDN nas silagens avaliadas, o alto teor encontrado pode ser explicado em função das características genótípicas dos materiais avaliados.

Analisando os teores de celulose, hemicelulose e lignina, observa-se que não houve diferença entre os genótipos para estas características ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Teores médios de celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN) das silagens de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	CEL	HCEL	LIG
1015327	26,39	34,37	6,30
1015335	30,26	32,18	5,98
1015339	29,87	28,86	5,04
1015341	28,77	35,04	6,25
1015345	29,16	31,72	7,02
1015347	30,39	30,35	6,35
1016003	29,50	40,57	6,05
1016007	29,00	31,97	7,48
SF 15	32,09	33,04	8,50
BRS 655	25,47	34,40	6,80
Volumax	29,00	34,17	6,08
BRS 610	29,66	32,48	5,79
Média	29,13	33,26	6,47
CV	13,47	16,30	23,91

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ¹Dados expressos na matéria seca.

Os valores de celulose, hemicelulose e lignina obtidos para todos os genótipos avaliados foram semelhantes entre si ($p>0,05$), sendo 29,10; 33,26 e 6,46%, respectivamente.

O alto ou baixo teor de celulose encontrado nos genótipos de sorgo está diretamente ligado à participação da FDA, visto que a celulose é um importante componente dessa fração.

Skonieski *et al.* (2010), mensurando a produção e o valor nutritivo de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito, observaram, para os materiais forrageiros, valores de 21,26% de HCEL; 23,88% de CEL e 5,22% de LGN. Enquanto para os materiais duplos propósitos verificaram valores de 24,47% de HCEL; 25,30% de CEL e 4,83% de LGN.

Ferreira (2008) comparou o valor nutricional de quinze híbridos de sorgo para corte e pastejo, e constatou valor médio de 33,7% de HCEL para os híbridos mutantes BMR, valor semelhante à média obtida neste trabalho.

Em relação à lignina, o processo de lignificação dos carboidratos estruturais está associado à limitação da degradação da matéria seca pelos microorganismos do rúmen, reduzindo, assim, o valor nutricional da forragem (CHERNEY *et al.*; 1991).

Conforme Frizzo (2001), a redução no valor nutritivo da forragem, com o avanço do ciclo das plantas, deve-se ao aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta, bem como a redução na relação folha:caule e ao aumento na porcentagem de material senescente na planta que apresentam baixa digestibilidade.

Gontijo Neto *et al.* (2004) avaliaram híbridos de sorgo forrageiro normais cultivados sob níveis crescentes de adubação, e registraram valor médio de 6,23% de LGN das plantas inteiras, semelhante aos encontrados neste experimento.

Tomich *et al.* (2006) analisaram o valor nutricional de dois híbridos de sorgo de corte e pastejo normais em um corte aos 57 dias após o plantio, e observaram valores médios de 4,10% de LIG, resultado inferior à média deste experimento.

Quanto aos valores de lignina, o teor médio obtido neste ensaio sugere maior dificuldade em degradar a fração fibrosa das silagens, o que está de acordo com o teor médio de FDA. Ainda em relação à lignina, altos valores indicam baixa participação da panícula na matéria original, uma vez que esta é a estrutura da planta que exerce maior influência sobre o valor nutritivo.

4.3 Qualidade da silagem

Em relação à qualidade da silagem produzida, os genótipos analisados não diferiram entre si quanto aos valores de nitrogênio amoniacal e atividade de água. Quanto aos valores de pH, houve diferença entre os genótipos.

Tabela 7 - Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) e atividade de água (Aw) das silagens de doze genótipos de sorgo cultivados para produção de silagem

Genótipo	pH	NNH ³	AW
1015327	4,10 B	4,47	0,98
1015335	3,92 B	4,18	0,97
1015339	3,50 A	5,09	0,98
1015341	3,99 B	2,57	0,97
1015345	3,93 B	3,43	0,97
1015347	3,75 A	3,63	0,98
1016003	3,98 B	3,23	0,97
1016007	3,71 A	3,52	0,97
SF 15	3,60 A	2,55	0,97
BRS 655	3,68 A	3,60	0,97
Volumax	3,79 A	3,00	0,97
BRS 610	3,76 A	3,27	0,97
Média	3,81	3,54	0,98
CV	5,15	41,55	0,67

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As silagens avaliadas diferiram entre si quanto aos valores de pH ($p < 0,05$). Os híbridos experimentais 1015339, 1015347, 1016007 e os híbridos comerciais SF15, BRS665, Volumax e BRS610 apresentaram valores inferiores aos demais para esta característica.

Utilizando quatro genótipos de sorgo de porte baixo, com alto e baixo teor de tanino, com colmo seco e succulento, ensilados em tubos de PVC, Rodrigues *et al.* (1999) determinaram, aos 56 dias de ensilagem, pH variando de 3,65 a 3,72. Ribeiro *et al.* (2007), pesquisando o padrão fermentativo da silagem

de cinco genótipos de sorgo, encontraram valores de pH variando entre 3,69 e 4,58.

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, foram avaliados por Vieira *et al.* (2004). Os teores de pH das silagens foram de 3,74 a 3,92. Analisando diferentes genótipos de sorgo quanto aos componentes da planta e silagens produzidas, Neumann *et al.* (2002) encontraram valor de 3,71 para o pH.

Avaliando a qualidade e o valor nutritivo da silagem de genótipos de sorgo forrageiro e duplo propósito, Neumann *et al.* (2004) determinaram valores de pH variando de 3,3 a 3,9.

Os valores de pH das silagens deste experimento estão próximos a todos os valores aqui citados.

A rápida queda do pH é fator desejável para que haja a interrupção das fermentações indesejáveis e consequente preservação do alimento. Os valores de pH obtidos permitem classificar as silagens deste experimento como de boa qualidade, uma vez que esses valores variaram de 3,50 a 4,10. Assim, conclui-se que o pH encontrado nas avaliações apresenta valores normais.

Os valores de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total encontram-se entre 2,55 e 5,09, sendo a média de 3,54. Não houve diferença entre as silagens avaliadas ($p < 0,05$).

Araújo *et al.* (2007), analisando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estágios de maturação, encontraram valores de N-NH₃/NT variando de 4,09 a 8,02%.

Avaliando a qualidade e o valor nutritivo da silagem de genótipos de sorgo forrageiro (AG X213 e AG 2002) e duplo propósito (AG 2005E e AG X217), Neumann *et al.* (2004) determinaram valores médios de N-NH₃/NT para os genótipos forrageiros de 1,73% e para os duplos propósitos de 2,03%.

Ribeiro *et al.* (2007), determinando o padrão fermentativo da silagem de cinco genótipos de sorgo, encontraram valores médios de N-NH₃/NT entre 1,52 e 2,75%, os quais foram inferiores ao deste estudo.

O N-NH₃/NT pode indicar a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou a ocorrência eventual de aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionando reações de Maillard, sendo, segundo Pigurina (1991), um dos parâmetros determinantes da qualidade da fermentação.

Consoante McDonald *et al.* (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 20%. Essa amônia é derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação como aminas, cetoácidos e ácidos graxos, por via de três processos bioquímicos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução.

No presente trabalho, os teores médios de N-NH₃, com variação de menor valor de 2,55% e maior valor de 5,09% do N total, indicam, conforme Oshima e McDonald (1978) e Borges *et al.* (1997), que houve uma fermentação láctica adequada. Assim, segundo Henderson (1993), a classificação da fermentação das silagens avaliadas, considerando o teor de N-NH₃/NT, seria de muito boa qualidade. Consoante Van Soest (1994), em situações de fermentações secundárias na silagem, o nitrogênio solúvel e o nitrogênio amoniacal formam-se da ação de microrganismos específicos, onde as concentrações desses metabólitos são consequência da extensão da atividade de colônias desses microrganismos em microambientes favoráveis ao seu crescimento no interior do silo.

O pH e a baixa relação N-NH₃/NT (< 10%) em todas as silagens, nas diferentes condições experimentais, permitem classificar as silagens deste experimento como de boa qualidade.

Para a característica atividade de água, os materiais não diferiram ($p < 0,05$). O valor médio encontrado foi de 0,98%, com pequena variação entre os valores.

Segundo Ditchfield (2000), o termo atividade da água (A_w) foi criado para denominar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar os alimentos. A A_w refere-se à medição da concentração de solutos em água e seus efeitos sobre a atividade química da água. O valor da A_w indica o nível de água em sua forma livre nos materiais e é expresso na escala de 0 a 1,0 A_w . Considera-se o valor 0 (zero) para materiais livres de água e 1,0 para a água em sua forma líquida. Logo, a atividade de água pura é 1,0 e diminui com o aumento na concentração de solutos.

Em média, nos genótipos avaliados, encontra-se o valor de 0,97. Verifica-se que os valores encontrados irão contribuir para a queda do pH, melhorando a qualidade de fermentação e conservação das silagens avaliadas.

No campo da avaliação de alimentos ensilados, a A_w é de grande importância para a qualidade de fermentação durante a ensilagem e para a atividade microbiológica durante a fase de utilização da silagem. De acordo com Lindgren (1999), a redução na A_w pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido-láticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens.

5 - CONCLUSÃO

Quanto ao número de plantas por hectare, os genótipos 1015345, 1016003, 1016007, SF15 e BRS610 foram superiores aos demais. Os genótipos SF15, Volumax e BR610 superaram os demais genótipos experimentais para a característica produção de matéria seca.

Os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, nitrogênio insolúvel e detergente ácido, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio amoniacal e atividade de água não apresentaram diferenças significativas entre os genótipos experimentais.

Todos os genótipos avaliados foram semelhantes quanto ao seu valor nutricional, bem como quanto à qualidade das silagens produzidas, diferindo apenas para os valores de pH.

Os genótipos SF15, Volumax e BRS610 destacaram-se apresentando maior produtividade por área sendo as melhores opções para produção de silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, V. L *et al.* Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 168-174, 2007.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000 p.

BORGES, A. L. C. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação**. 1995, 52 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 1995.

BORGES, A. L. C. C *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 4, p. 441 – 452. 1997.

CAMACHO, R. *et al.* Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. **Journal Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 4. p. 771-776, 2002.

CÂNDIDO, M. J. D *et al.* valor nutritivo das silagens de Híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) sob doses crescentes de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 20-29, 2002.

CARVALHO, D. D. *et al.* Estádio de maturação na produção e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 49, n. 2, p. 91-99, 1992.

CARVALHO, L. F. *et al.* Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.

CARVALHO, D. D.; ANDRADE, J. B.; BIONDI, P. 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 49, n. 2 p. 91-99.

CEPEA. **PIB do Agronegócio 1994 a 2008**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2009.

CORRÊA, C. E. S. **Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação**. 1996, 62 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, 1996.

CHIESA, E. D. *et al.* Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Revista Acta scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

CUMMINS, D. G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 3, p. 500-502, 1971.

CUMMINS, D. G.; DOBSON JR., J. W. Digestibility of bloom and bloomless sorghum leaves as determined by a modified *in vitro* technique. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, n. 5, p. 682-683, 1972.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2010.

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

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho e sorgo para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, 2000.

FONTES, L.A.N.; MOURA FILHO, W. Calagem e adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 56, p. 17-19, 1979.

FONSECA, A. H. *et al.* Desempenho de cultivares de milho em relação às características agronômicas, químicas e degradabilidade da silagem. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 49, n. 282, p. 109-122, 2002.

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

GAGGIOTTI, M. C *et al.* Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. II

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescente de adubação. Rendimento, proteína

bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p. 1640-1647, 2002.

GONTIJO NETO, M. M. **Rendimento e valor nutritivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob níveis crescentes de adubação**. 1999. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999.

GAGGIOTTI, M. C. *et al.* Cultivares de sorgo forrageiros para silaje. II. Características fermentativas y nutritivas de los silajes. **Revista Argentina Producción Animal**, Buenos Aires, v. 12, n. 2, p. 163-167, 1992.

JUNG, H. G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 1, p. 33-38, 1989.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.

JUNG, H. G.; FAHEY, C. G. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: a review. **Journal of Animal Science**, v. 57, n.1, p. 206-219, 1983.

KAJITA, S. *et al.* Structural characterization of modified lignin in transgenic tobacco plants in which the activity of 4-coumarate: Coenzyme A ligase is depressed. **Plant Physiology**, [s.l.], v. 114, p. 871-891, 1997.

KIEDROWSKI, S. *et al.* Rapid activation of a novel plant defense gene is strictly dependent on the Arabidopsis RPM1 disease resistance locus. **EMBO Journal**, v. 11, p. 4677-4684, 1992.

MAGALHÃES, A. Fotossíntese. In: FERRI, M. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. p. 117-168

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. , Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2000. p. 46(Circular Técnica n. 3)

MAGALHÃES, R. T. *et al.* Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 101-111, 2006.

Martins, R. G. R. **Consumo e digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em ovinos**. 2000. 45 p. Dissertação (Mestrado em Veterinária). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2000.

MC DONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons, 1981. 226 p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.

MILLER, J. E.; GEADELMANN, J. L.; MARTEN, G. C. Effect of the Brown midrib-allele on maize silage quality and yield. **Crop Science**, Madison, v. 23, p. 493–496, 1983.

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

NÚSSIO, L. G. Produção de silagem de sorgo. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1992.p. 53-55 (Circular Técnica n.17)

NEUMANN, M. *et al.* 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**, Sete Lagoas , v. 4, n. 2, p. 224-242, 2002.

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.

OHSIMA, V.; MCDONALD, P. A Review of the changes in nitrogenous compounds o herbage during ensilage. **Journal of Science Food Agriculture**, London, v. 29, n. 6, p. 497-505, 1978.

OLIVEIRA, L. B. de. **Produção e valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens**. 2008. 46 f . Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista, 2008.

PEREIRA, O. G. *et al.* Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 22, n. 1, p. 31-38, 1993.

PIRES, D. A. A.; JÚNIOR, R. G.; JAYME, D. G. Qualidade e Valor Nutritivo das Silagens de Três Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Colhidos em Diferentes Estágios de Maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 241-256, 2006.

RESENDE, J. A. Características agronômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de cultivares de sorgo. 2001. 121 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2001.

RESENDE, J. A. R *et al.* Ruminal silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 457-463, 2003.

RIBAS, M. N.; TOMICH, T. R.; DA GLÓRIA, I. R. Produção de matéria seca e de matéria natural, teor de matéria seca, altura de planta e relação folha/colmo de doze híbridos de sorgo submetidos a três cortes. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROOM

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Potafos, 1991. 343 p.

RIBAS, P. M. Importância Econômica do Sorgo. In: RODRIGUES, J.A.S. *et al.* **Cultivo do Sorgo**. 4 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Versão Eletrônica disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/index.htm>>. Acesso em: 20 de agosto de 2011.

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 FILHO, O. *et al.* Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to humans' foods. In: JAMES, H. P. T., THEANDER, O. (ed).

The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker,1981. p.123-158.

SERRANO, J. M. R. El sorgo híbrida despierta interés en las Américas. **La Hacienda**, Kissimmée, v. 66, n. 5, p. 36-37, 1971.

SILVA, F. F. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panículas.** 1997. 47 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 1997.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v.19, n.1, p.183-194, 2005.

SKONIESKI, F.R. *et al.* Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Sciences** Maringá, v. 32, n. 1, 2010.

TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. **Sistemas de produção:** Cultivo do sorgo. 4. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/cultivares.htm>. Acesso em:

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1, 2004, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004. p. 83-100.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of Forage Crop. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 18, p. 104-111, 1963..

TOMICH, T. R et AL. Produção e proporções de folha e de colmo de doze híbridos de sorgo em manejo de corte, avaliados na rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ/ESALQ, 2001. P. 291-292.

VALENTE, J. O. Introdução. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 5-7 (Circular Técnica n. 17)

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

VEIGA, A. C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 114, p. 3-5, 1986.

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

VILELLA, O. **Sistema de consorciação de forragem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL, 1985. 15 p. (Boletim Pesquisa, 11).

VON PINHO, R. G. *et al.* Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia: Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

VON PINHO, R. G. *et al.* Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 266-279, 2006.

WEISS, W. P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.1802, 1993.

WHEELER, J. L. Increasing animal production from sorghum forage. **World Animal Review**, Singapore, n. 35, p. 13-22, 1980.

WHITE, J. S *et al.* **Selecting forage sorghum cultivars for silage**. Manhattan: Kansas Agricultural Experimental Station, 1988. 8 p. (KSU. Report of Progress, 539).

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999. p. 47-68.

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas-MG: CNPMS, 1992. 66 p. (Circular Técnica, 17).

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