



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE
GENÓTIPOS DE SORGO E VALORES
NUTRICIONAIS DAS SILAGENS**

**ELIZANGELA KELE CELESTINA PEREIRA
SILVEIRA**

2013

ELIZANGELA KELE CELESTINA PEREIRA SILVEIRA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE
GENÓTIPOS DE SORGO E VALORES NUTRICIONAIS
DAS SILAGENS**

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. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires

**JANAÚBA
MINAS GERAIS-BRASIL
2013**

S587c

Silveira, Elizangela Kele Celestina Pereira.

Características agronômicas de genótipos de sorgo e valores nutritivos das silagens [manuscrito] / Elizangela Kele Celestina Pereira Silveira. – 2013.

56 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2013.

Orientador: Prof^o. DSc. Daniel Ananias de Assis Pires.

1. Genótipos. 2. Silagem. 3. *Sorghum bicolor* L. I. Pires, Daniel Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.62

ELIZANGELA KELE CELESTINA PEREIRA SILVEIRA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE
SORGO E VALORES NUTRICIONAIS DAS SILAGENS**

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”.

APROVADA em 27 de AGOSTO de 2013.

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – UNIMONTES

Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES

Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira – UNIMONTES

Prof. Dr. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES

Prof. Dr. Álvaro Luís de Carvalho Veloso – UFMG

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

UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL

Ao meu pai, Luiz, que me ensinou que não devemos nos vangloriar como sendo o melhor, mas nos manter sempre entre os melhores. A minha mãe, Enicia, pelo seu apoio, dedicação, oração e sua presença sempre confortável nas dificuldades e alegria da jornada da vida. Ao meu esposo companheiro, por estar ao meu lado durante essa trajetória e as minhas filhas, Maria Luiza e Maria Alice, por existirem na minha vida. Aos meus incomparáveis irmãos, cunhados (as) e sobrinhos que me ensinaram que somos frutos das nossas ações e que sempre há possibilidade para um radiante sorriso. Aos meus amigos, familiares e colegas o meu muito obrigada. Ao meu tabernáculo, SENHOR dos EXÉRCITOS, que é digno de receber a honra, a glória, a força e o poder, toda a minha gratidão.

DEDICO!

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida, que sempre me deu força, sabedoria e saúde nos momentos difíceis proporcionando essa conquista. Sem Ele nenhum agradecimento faria sentido.

Minha história de amor pelo conhecimento, pela vontade de aprender, pela busca de força e coragem a fim de superar os desafios e as adversidades impostas pela vida começa desde quando nasci. Portanto, nada mais natural que agradecer a minha família de origem.

Aos meus pais, Luiz e Enicia – meu exemplo, meu espelho, por seus valores morais inestimáveis, que nunca mediram esforços para a concretização dessa vitória.

A família que eu tive a benção de constituir: minhas filhas, Maria Luiza e Maria Alice, por existirem em minha vida. Vocês são um presente de Deus em minha vida.

Agradeço, especialmente, ao meu esposo, pelo apoio, à minha participação no mestrado, que foi, e é um grande companheiro, amigo, leal, cúmplice, meu grande amor, estando ao meu lado nos momentos difíceis dessa caminhada.

Ao meu orientador, Professor Dr. Daniel Ananias de Assis Pires, por seu apoio e amizade, ensinamentos, paciência, além de sua dedicação, competência e especial atenção, sendo fundamental para que o objetivo fosse alcançado. Daniel, você é uma benção. Obrigada por me ter aceitado como sua orientanda.

Ao programa de Pós-Graduação de Zootecnia, pelo apoio à minha participação no mestrado e à Capes, pelo apoio financeiro concedido.

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

Aos funcionários da EMBRAPA Milho e Sorgo, pelo auxílio na implantação do experimento.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para essa conquista, aos colegas do Mestrado, pelo convívio com quem tanto aprendi e, em especial, a Ana Paula, Álvaro, Polinarte, Wéder, Adriana e Luciana, e aos estagiários da graduação de zootecnia, meu eterno agradecimento.

Finalizando, digo a todos vocês que essa conquista não é só minha; ela também é de cada um de vocês.

Obrigada por existirem em minha vida!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Híbridos de sorgo.....	3
2.1.1 Características gerais do sorgo.....	3
2.1.2 Características agronômicas.....	5
2.1.3 Características nutricionais das silagens de sorgo	8
2.1.4 Qualidade da silagem.....	12
2.1.5 Digestibilidade	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local e dados climáticos.....	17
3.2 Genótipos utilizados	17
3.3 Plantio	17
3.4 Avaliações agronômicas e nutricionais.....	18
3.5 Análises estatísticas	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Características agronômicas	21
4.2 Características nutricionais e digestibilidade das silagens de sorgo	27
4.3 Qualidade da silagem.....	36
5 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

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;

EE – Extrato etéreo;

NIDN – Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;

NIDA – Nitrogênio insolúvel em detergente ácido;

PIDN – Proteína insolúvel em detergente neutro

PIDA – Proteína insolúvel em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro;

FDA – Fibra em detergente ácido;

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

Aw – Atividade de água;

DIVMS – Digestibilidade *in vitro* de matéria seca.

RESUMO

SILVEIRA, Elizangela Kele Celestina Pereira. **Características agrônômicas de genótipos de sorgo e valores nutricionais das silagens**. 2013. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O experimento foi conduzido na Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada no Km 65 da rodovia MG 424, Sete Lagoas – MG, com o objetivo de avaliar as características agrônômicas de genótipos de sorgo e o valor nutricional das silagens produzidas. Foram utilizados 15 genótipos de sorgo. O plantio foi realizado em blocos casualizados com três repetições por genótipo num total de quarenta e cinco (45) parcelas. Cada bloco contém 15 parcelas (ou 15 tratamentos). Avaliaram-se as características agrônômicas: número de plantas por hectare ($N.Pl.ha^{-1}$), altura da planta (ALTPL), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS); as características nutricionais: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN), nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA); a qualidade das silagens produzidas: pH, NH_3/NT e atividade de água (A_w), e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os dados foram submetidos às análises de variância utilizando-se o programa SISVAR, e comparadas às médias ao teste de agrupamentos Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$). Houve diferença entre os genótipos para todas as características analisadas, com exceção dos teores de NIDA, PIDA e A_w , para tais, os genótipos foram semelhantes. Avaliando os parâmetros de qualidade, observa-se que todos os genótipos estão aptos a serem utilizados para a ensilagem, com um bom perfil de fermentação. Os genótipos 1016009, 1016031 e 1016037 mostraram-se superiores aos demais, com maiores produtividades de MS por área, elevados teores de PB, baixos teores de FDA e melhor DIVMS, contribuindo para o melhor aproveitamento desses materiais pelos animais.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Co-orientador)

ABSTRACT

SILVEIRA, Elizangela Kele Celestina Pereira. **Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional value of the silage.** 2013. 56 p. Dissertation (Master in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.²

The experiment was carried out at Embrapa - National Research Center for Maize and Sorghum, located at Km 65 of 424 MG, highway Sete Lagoas - MG, aiming to evaluate the agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional value of their silages. We used 15 sorghum genotypes. The planting was in a randomized blocks design with three replicates per genotype in a total of forty-five (45) plots. Each block contains 15 plots (or 15 treatments). We evaluated the agronomic characteristics: number of plants per hectare (N.Pl.ha⁻¹), plant height (ALTPL), production of green matter (PMV) and dry matter production (PMS); nutritional characteristics: dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent in nitrogen (NDIN), , acid detergent insoluble insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), the silages quality: pH, NH₃/NT and water activity (Aw), and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). Data were subjected to analysis of variance using the SISVAR program, and the average were compared to Scott-Knott test at 5 % probability (P <0.05). There was difference among genotypes for all traits, except for the contents of ADIN, and ADIP and Aw, for such, the genotypes were similar. When it was assessed the quality parameters, it is observed that all genotypes are can be used for silage, with a good fermentation profile. Genotypes 1016009, 1016031 and 1016037 proved superior to the other, with higher yields of DM per area, high CP concentration, low levels of ADF and better IVDDM, contributing to better utilization of these materials by animals.

² **Guidance committee:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences/UNIMOTES (Adviser); Prof. Dorismar David Alves – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser).

1 – INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil apresenta o maior rebanho comercial do mundo, com 212,8 milhões de cabeças de bovinos (IBGE, 2011), sendo o maior exportador de carne bovina e um dos maiores produtores de leite (FAO, 2010). A pecuária brasileira, tanto de corte quanto de leite, tem passado por um processo de intensa modernização, porém, grande parte dos sistemas de produção ainda é baseada na criação extensiva em pastagens.

A pequena disponibilidade e o baixo valor nutritivo das forragens durante o período seco do ano contribuem para a baixa produtividade da pecuária de leite e corte, tornando a conservação do excesso de forragem produzida durante o período chuvoso uma prática indispensável.

A ensilagem constitui um dos métodos mais importantes de conservação de forragens com a finalidade de suplementar a dieta de animais durante períodos de escassez.

No Brasil, o sorgo é muito utilizado na forma de silagem e, para se ter a maximização da produção de forragem, é necessário empregar cultivares adaptadas à região de cultivo. Diante disso, a ensilagem do sorgo vem ganhando papel de destaque, principalmente em regiões áridas e semiáridas onde a cultura se sobressai por sua maior resistência ao estresse hídrico, mostrando-se como cultura potencial para alimentação de ruminantes.

A qualidade do volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição bromatológica do alimento, pela digestibilidade de seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal. Dessa forma, é imprescindível estudos em que se avaliam o comportamento e desempenho de híbridos para programas de melhoramento genético, assim também como para produtores, uma vez que informações adequadas sobre híbridos ou cultivares serão fundamentais na escolha de matérias que possuem melhor relação

produção/valor nutritivo que por consequência trazem mais retorno ao produtor (ANTUNES *et al.*, 2007).

Na tentativa de aliar produtividade de matéria seca e valor nutritivo, tem-se procurado desenvolver híbridos de sorgo que tenham equilíbrio entre colmo, folha e panícula. Dada a importância da participação da panícula para melhorar os índices de proteína, é interessante selecionar os genótipos melhor adaptados e produtivos, aumentando a participação dos grãos na massa seca total.

Com isso objetivou-se avaliar as características agronômicas de genótipos de sorgo e o valor nutricional das silagens produzidas.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Híbridos de sorgo

2.1.1 Características gerais do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é originário da África Central e parte da Ásia, sendo “domesticado” na Etiópia, há cerca de 5.000 anos, e em seguida foi cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. Esta “domesticação” possivelmente se processou cerca de 1.500 anos antes de serem desenvolvidos os primeiros arados de madeira. É uma cultura relativamente nova nas Américas, sendo introduzida nos Estados Unidos em 1857 (LIRA, 1981). No Brasil, foi introduzido no início do século XX, e ainda é uma cultura em expansão, sendo o seu uso difundido na alimentação animal, na forma de silagem, corte verde e pastejo, além da produção de grãos, que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes e monogástricos (DUARTE, 2008).

No Brasil, o sorgo é destinado, principalmente, à produção de ração animal. Com o uso de variedades híbridas de elevadas qualidades e produtividades, vem se transformando numa cultura de grande expressão para a produção animal (ração). Isso se deve a um conjunto de fatores como: seu alto potencial de produção; a boa adequação à mecanização, a sua grande versatilidade (feno, silagem e pastejo direto) e facilidades de adaptação às regiões mais secas, o que a torna uma cultura mais segura que a do milho (CORDE, 2013).

A cultura do sorgo para a ensilagem vem crescendo e representa grande percentual da área total cultivada para silagem no Brasil. As principais justificativas para a crescente expansão da cultura do sorgo no país foram altas

produções por hectare; bom valor nutritivo, tolerância a déficits hídricos ocasionais e possibilidade de rebrota (AMIN & MELLO, 2009).

Estima-se que a área plantada com sorgo granífero no Brasil, na safra 2011/12, tenha superado 785,1 mil hectares, com uma produção de grãos em torno de 2,2 milhões de toneladas. A produtividade nacional média de grãos de sorgo estimada para a Safra 2012/13 é de, aproximadamente, 2,8 t ha⁻¹ (TARDIN *et al.*, 2012). O Estado de Goiás lidera a produção nacional com 918,3 mil toneladas, seguido por Mato Grosso (442,4 mil toneladas) e por Minas Gerais (427,9 mil toneladas) (CORDE, 2013).

As características que a planta apresenta foram fundamentais para adaptação da cultura no Brasil. Trata-se de uma planta C4, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas, xerófila, que, além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico e salinidade (CYSNE & PINTOMBEIRA, 2012). A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

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).

A cultura do sorgo no Brasil se adapta bem à região Sul (região de fronteira), como plantio de verão, ao Brasil central em sucessão a plantios de verão (safrinha) e ao Nordeste em plantios nas condições do semiárido, com alta temperatura e precipitação inferior a 600 mm anuais (TARDIN *et al.* 2012).

Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: o granífero, o forrageiro, o sacarino e 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*. A grande resistência do sorgo às condições de estresse de umidade é, em parte, devido ao controle mais efetivo da transpiração em relação a outras plantas cultivadas (RIBAS, 2008).

Os sorgos do tipo forrageiro são apropriados para produção de silagem e para corte verde, com altura entre 2 e 3 metros. Além disso, existem híbridos de duplo propósito (forragem e grão), com altura média em torno de 2 metros. O sorgo forrageiro apresenta grande potencial de uso, já que possui elevada produtividade, boa adequação à mecanização e grande versatilidade, podendo ser utilizado como feno, pastejo, corte direto e silagem (BORGES, 1995; BERNARDINO, 1996).

2.1.2 Características agronômicas

Segundo Jaremtchuk *et al.* (2005), as características agronômicas são determinantes na avaliação da qualidade e no custo da forragem a ser ensilada, afetando a eficiência da produção no campo. Portanto, deve-se escolher de forma criteriosa os cultivares a serem trabalhados dentro de um sistema de produção, visando à adequação de todos os aspectos produtivos da planta às características locais tais como fertilidade do solo, disponibilidade de chuvas e finalidade do sistema produtivo.

Atualmente, o sorgo tem se destacado como espécie que tem resistência a fatores ambientais adversos, elevadas produções de massa seca por área, bom padrão de fermentação e elevado valor nutritivo das silagens produzidas (PEDREIRA, 2003). 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 consequentemente aumento da lignificação, afetando a digestibilidade (VILELA *et al.*, 2005).

Conforme Zago (1991), a tolerância à seca faz do sorgo uma das espécies preferidas para o cultivo na safrinha. Além disso, possui capacidade produtiva e valor nutritivo elevado e possibilidade de aproveitamento da rebrota, com produção de até 60 % do primeiro corte (AMIN & MELLO, 2009).

As cultivares de sorgo disponíveis para silagem no Brasil são classificadas como forrageiras e de duplo propósito (para a produção de forragem e de grãos) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

As cultivares forrageiras que conferem alto potencial de produção de matéria verde tem porte acima de 2,70 m de altura, com produtividades no primeiro corte variando de 50 a 70 t ha⁻¹, e as cultivares de duplo propósito têm porte de 2,0 a 2,30 m de altura, com produtividade no primeiro corte de 40 a 55 t ha⁻¹ (MIRANDA & PEREIRA, 2006).

Magalhães *et al.* (2010) encontraram para 25 híbridos de sorgo de duplo propósito PMS variando de 7,47 a 16,08 t ha⁻¹.

As plantas de menor porte tendem a aumentar a participação de panículas na matéria seca, o que interfere positivamente no valor nutritivo da silagem. Assim, as cultivares de duplo propósito, geralmente, possuem melhor qualidade nutricional, devido à maior participação de grãos na silagem (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Os sorgos utilizados para produção de silagem são selecionados de acordo com sua produção de massa verde por hectare e pela proporção de grãos que apresentam em sua constituição. Fatores relacionados à planta e ambiente ao qual está submetida condicionam a produção e qualidade da massa forrageira. Portanto, estudos devem ser direcionados para a indicação de híbridos e

condições de plantio adaptados às características climáticas regionais, visando à otimização dos recursos disponíveis (AVELINO *et al.*, 2011a).

Em relação à produção de massa verde do sorgo, Valente (1992) afirma que a produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas de massa verde por hectare, pois, abaixo disso, é economicamente inviável.

Para os sorgos forrageiros, recomenda-se utilizar uma população de 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 (VON PINHO *et al.*, 2006).

Consoante Nussio (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 (1996), avaliando silagens de sorgo de porte alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo x folha (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 (PIRES *et al.*, 2013).

As folhas de sorgo apresentam alta digestibilidade, mas seus grãos, devido ao alto conteúdo de tanino, apresentam baixa digestibilidade. Caules com uma alta proporção de parede celular são de baixa digestibilidade. Portanto, o valor nutritivo da silagem pode ser melhorado com a diminuição da proporção de caules na sua constituição. De modo geral, as silagens de sorgo apresentam em média 85 a 90 % do valor nutritivo da silagem de milho (ZAGO, 1992). Atualmente, tem-se procurado desenvolver híbridos que tenham um bom

equilíbrio entre colmo, folhas e panícula, objetivando-se obter boa produtividade com bom valor nutritivo (AMIN & MELLO, 2009).

O teor de matéria seca da planta é importante no processo de ensilagem, uma vez que este é um fator determinante do tipo de fermentação que irá se desenvolver dentro do silo (ARAÚJO *et al.*, 2007). Nos sorgos, esse teor varia com a idade do corte e com a natureza do colmo da planta. Geralmente, híbridos de sorgo como colmo seco elevam o teor de matéria seca mais precocemente com a maturação (AMIN & MELLO, 2009).

Magalhães *et al.* (2012), referindo-se aos tipos de sorgo produzidos no Brasil, afirma que a altura da planta é importante para sua classificação, relacionada ao seu porte, podendo variar de 40 cm até 4 m. A altura do caule até o extremo da panícula varia segundo o número e a distância dos entrenós, e também segundo o pedúnculo e a panícula. A quantidade de nós está determinada pelos genes da maturação e por sua reação ao fotoperíodo e à temperatura.

Flaresso; Gross; Almeida (2000) verificaram que híbridos de sorgo mais tardios, como o AG-2002 com 128 dias, tenderam a apresentar maior altura (3,43m) e maior rendimento (21.657 Kg ha⁻¹ de MS) comparado aos híbridos mais precoces, como o AG-2005 E, com 133 dias, com menor altura (1,94m) e menor rendimento (14.691 Kg ha⁻¹ de MS).

Segundo Neumann *et al.* (2002a), a altura da planta determina o potencial de produção de MV e MS ha⁻¹, relatando alturas de 2,59 e 2,33 m, respectivamente, para os híbridos AG 2002 e AGX 213; e altura de 1,72 m para o híbrido AG 2005E.

2.1.3 Características nutricionais das silagens de sorgo

Entre as espécies forrageiras que podem ser ensiladas, o sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo, que apresenta alta concentração de

carboidratos solúveis, essencial para adequada fermentação láctica, bem como altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (SILVA & RESTLE, 1993)

A utilização do sorgo para silagem, no Brasil, surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde. Isso porque havia naquele momento apenas a preocupação em reduzir o custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerar a qualidade deste material. Com o passar do tempo, os produtores passaram a exigir um material com maior produção de nutrientes por unidade de área (SOUZA *et al.*, 2003).

Algumas estratégias de manejo podem influenciar na capacidade produtiva de genótipos de sorgo, podendo levar a aumentos de produtividade por área, que nem sempre são acompanhados por aumento ou manutenção do valor nutricional da forragem obtida. Dessa forma, a determinação da produção de matéria seca digestível é um parâmetro de avaliação muito importante, pois combina os índices de produção com o valor nutricional (TOMICH, 2003).

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, 1991).

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 (AVELINO *et al.*, 2008).

O teor de matéria seca da planta é importante no processo de ensilagem, uma vez que esse é fator determinante do tipo de fermentação que irá se desenvolver dentro do silo (McDONALD *et al.*, 1991).

Nos sorgos, o teor de MS varia com a idade de florescimento e composição física da planta e pela suculência do colmo (NEUMANN *et al.*, 2004). De acordo com Zago (1991), híbridos de sorgo com colmo seco, geralmente, elevam o teor de matéria seca mais precocemente com a maturação. Esse autor encontrou para o sorgo AG 2002, de colmo succulento, 21,1; 24,9; 30,9 e 29,3 % de matéria seca nos estádios de grãos leitosos, pastosos, farináceos e duros, respectivamente. Já para o sorgo AG 2005E de colmo seco, 29,1; 33,4; 38,7 e 48,9 % de matéria seca, respectivamente, para os mesmos estádios citados anteriormente.

Segundo Paiva (1976), a matéria seca das silagens deve variar de 30 a 35 % para ser considerada como de boa qualidade. Trabalhando com diferentes híbridos de sorgo, Silva *et al.* (1999a) verificaram que o teor de MS decresceu de 37,80; 31,8; e 24,69 %, respectivamente, para o sorgo granífero, duplo propósito e forrageiro, constatando que a panícula é a fração que mais contribui para o aumento do teor de MS da planta e assim como da silagem. De acordo com Zago (1991), das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de MS, seguido pelas folhas e panícula (NEUMANN *et al.*, 2002a).

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 duplos propósitos observaram valor de 38,22 % de MS.

Amin & Mello (2009) verificaram valores de 28,49 % de MS e 6,43 % de PB em silagem de sorgo.

Os teores de proteína bruta (PB) das plantas de sorgo podem variar bastante, atingindo valores de 2,5 a 13,6 % (GAGGIOTTI *et al.*, 1992). Essas variações, segundo Gontijo Neto *et al.* (2002), são atribuídas a fatores como cultivares, estádios de maturação e adubação, entre outros.

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.

Em experimento realizado por Avelino *et al.* (2011b) em silagens de híbridos de sorgo, obtiveram níveis de PB próximos a 7 %, considerados como valores mínimos para o bom funcionamento ruminal.

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 quanto o de fibra em detergente neutro são negativamente correlacionados com a digestibilidade e o seu consumo voluntário (VAN SOEST, 1994).

Em conformidade com Oliveira *et al.* (2010), 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. Skonieski *et al.* (2010) observaram que o aumento na proporção de panículas reduz os teores de FDN das silagens.

Von Pinho *et al.* (2006) encontraram valores de FDA de 35,4 % (VOLUMAX) e 33,1 % (AG 2005). Um bom nível de FDA na silagem ocorre quando se tem valores inferiores a 30 %.

2.1.4 Qualidade da silagem

A silagem é resultante da fermentação anaeróbica de plantas forrageiras pela ação de bactérias que convertem açúcares em ácidos orgânicos possuindo quantidades adequadas de massa seca. A fermentação provoca alterações na composição das frações nitrogenadas, reduz os teores de proteína e aumenta os aminoácidos livres (OSHIMA & MCDONALD, 1978).

O sorgo é uma planta adaptada ao processo de ensilagem devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento. No entanto, conforme Bruno *et al.* (1992), a produção de silagem de alta qualidade depende, entre outros fatores, primordialmente, do rendimento de matéria seca por unidade de área, associado a boas características nutritivas das porções constituintes da planta.

Segundo Van Soest (1994), a qualidade da silagem também é afetada, entre outros fatores, pelo processo fermentativo da massa, pois, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração das partículas picadas, fermentação aeróbica, processos de decomposição ou perdas por efluentes. Entre os parâmetros que ajudam a definir boa fermentação, o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$) são bons indicadores, visto que determinam, de forma prática, a identificação de silagens de baixo consumo e as de boa aceitabilidade pelos animais (ELIZALDE, 1995)

O N-amoniacal, expresso em porcentagem do N total, 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 “Mayllard”, sendo, segundo Pigurina (1991), um dos parâmetros determinantes da qualidade da fermentação (PIRES *et al.*, 2013). De acordo com Van Soest (1994), silagens de boa qualidade possuem baixos teores de amônia e os aminoácidos constituem a maior parte da fração não proteica.

Conforme McDonald *et al.* (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de N-amoniaco superiores a 20 % do nitrogênio total. Esta amônia é derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação (PIRES *et al.*, 2013).

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 microbiana 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 em condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens (JOBIM *et al.*, 2007).

Os microrganismos de uma forma geral são fundamentais no processo de fermentação de silagens e tem sua atividade largamente afetada pela A_w . O desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos (bolores) está restrito a valores de A_w acima de 0,90, enquanto que as salmonelas precisam de A_w superior a 0,92 para crescimento. Garcia (2004) destaca que o limite mínimo de crescimento de fungos é de 0,78 A_w e a produção de aflatoxinas é de 0,86 A_w . Consoante McDonald *et al.* (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94, enquanto que as bactérias ácido-láticas são menos sensíveis (JOBIM *et al.*, 2007).

O termo atividade da água (A_w) proposto por Ditchfield (2000) refere-se ao sentido de nomear a água disponível para o desenvolvimento de microrganismo 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. Dessa forma, o valor da A_w indica o nível de água em sua forma livre nos materiais e é expressa em uma 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 (JOBIM *et al.*, 2007).

Silagens mal conservadas apresentam desenvolvimento de microrganismos como os clostrídios, além disto, caracterizam-se por índices elevados de pH e altas concentrações de amônia e de ácido butírico. McDonald *et al.* (1991) relatam que, do nitrogênio total das forragens, de 75 a 90 % se encontram na forma de proteínas. Porém, segundo Van Soest (1994), a degradação proteica por enzimas das plantas e a ação de bactérias lácticas, entéricas e clostrídios alteram significativamente a composição da fração nitrogenada. Ainda conforme esse autor, a qualidade da silagem também pode ser afetada, entre outros fatores, pelo processo fermentativo da massa, pois, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração das partículas picadas, atuação de microrganismos aeróbios e processos de decomposição ou perdas pela formação de efluentes e principalmente pelo teor de matéria seca da forrageira.

De acordo com Silva *et al.* (1999b), diversos fatores atribuem variações à qualidade final da silagem, entre eles, a escolha da cultivar ou híbrido, o estágio de maturação no momento da colheita, o tipo de solo e as condições climáticas na área de cultivo (SILVA *et al.*, 2007).

Entre os parâmetros que ajudam a definir a manutenção da qualidade e estabilidade do processo fermentativo do material ensilado, o teor de MS da silagem é um dos principais fatores que afetam a fermentação durante o processo de ensilagem, e por fim diminui consideravelmente a qualidade da silagem produzida. Uma vez produzida silagem de má qualidade, o consumo assim como a digestibilidade serão afetados, e uma diminuição no consumo pode ser verificada (RODRIGUES FILHO, 2006).

2.1.5 Digestibilidade

A avaliação do valor nutritivo de uma silagem pode ser interpretada prioritariamente pela resposta do consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização de nutrientes digeridos (ELIZALDE, 1995).

A digestibilidade pode ser definida basicamente pela capacidade que um animal tem de utilizar os nutrientes do alimento em maior ou menor escala e está relacionada com seu valor energético. Os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) são altamente correlacionados com os valores de digestibilidade *in vivo* e estes se relacionam diretamente com o consumo de alimentos (TILLEY & TERRY, 1963).

Vários fatores podem influenciar drasticamente a digestibilidade da matéria seca, como a proporção de grãos contidos, a quantidade de colmos, o estágio de corte. O aumento da quantidade de grãos pode reduzir a porcentagem de constituintes da parede celular, aumentando a digestibilidade *in vivo* (PEREIRA, 1993).

A estimativa da digestibilidade *in vitro* dos alimentos tem sido amplamente utilizada nas análises dos alimentos devido a sua alta correlação com a digestibilidade *in vivo*. A técnica desenvolvida por Tilley e Terry (1963) tem sido a mais utilizada para a determinação da digestibilidade *in vitro*, porém não nos permite a incubação de amostras múltiplas em uma mesma unidade (SANTOS *et al.*, 2000).

As técnicas propostas para avaliar a digestibilidade dos componentes alimentares sofreram alterações ao longo do tempo conforme as necessidades e resultados das pesquisas. Dessa forma, outros métodos e reagentes têm sido testados. O método de *filter bags* conhecido como fermentador ruminal Daisy^{II} (ANKOM[®] Technology Corporation), descrito por Holden, (1999), permite determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), matéria orgânica

(DIVMO) e da parede celular (DIVPC), e possibilita avaliar grande quantidade de amostras simultaneamente (SANTOS *et al.*, 2000).

Esse fato se dá, principalmente, em razão da prática na determinação dos resultados, uma vez que grande parte do processo é desenvolvida em laboratório. Essa técnica procura simular as condições naturais da digestão. Portanto, é imprescindível que cada etapa da operação seja representativa, o mais fiel possível, do processo digestivo para que os resultados sejam confiáveis (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

A avaliação da digestibilidade de uma forrageira torna-se importante, baseada na necessidade de se comparar diferentes forrageiras e cultivares, considerando-se que as mais digestíveis apresentarão melhor retorno econômico/produtivo pelos animais que as consumiram (MOLINA *et al.*, 2002).

Araújo *et al.* (2007), determinando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, obtiveram valores de DIVMS variando entre 44,63 e 51,38 %. Avaliando quatro genótipos forrageiros e um de duplo propósito, Gontijo Neto *et al.* (2002) observaram resultados de DIVMS variando de 52,97 a 54,61 % para os genótipos forrageiros, e de 61,69 % para o de duplo propósito.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e dados climáticos

O experimento foi conduzido na 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 a classificação de 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 quinze genótipos de sorgo forrageiro: 1016009, 1016011, 1016013, 1016017, 1016025, 1016029, 1016031, 1016033, 1016035, 1016037, 1016039, BRS 655, Volumax, BRS 610 e SF 15.

3.3 Plantio

A semeadura foi efetuada no dia 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 três blocos, cada bloco com 15 parcelas, sendo cada parcela constituída por 6 fileiras com 6 m de comprimento e 0,70 m de espaçamento entre fileiras, cada genótipo foi um tratamento, totalizando 15 tratamentos, com 3 repetições cada. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e as exigências da cultura (RIBEIRO *et al.*, 1999), sendo utilizados 350 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 (N:P:K) + 0,5 % de zinco no plantio e 150 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura 25 dias após o plantio.

3.4 Avaliações agronômicas e nutricionais

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). A colheita foi manual e realizada no dia 19/04/11, quando o grão apresentava-se o estágio pastoso, com teor da MS de 27 e 38 % ideal ao processo de fermentação consoante Zago (1999). As plantas foram cortadas a uma altura de 0,15 m do solo.

Paras as características agronômicas, foram avaliadas as plantas das duas fileiras centrais das parcelas: número de plantas, obtido através da contagem do número de plantas da parcela útil; altura das plantas no momento do corte; produção de matéria verde por hectare (peso total das plantas em cada parcela extrapoladas para hectare); e a produção de matéria seca por hectare, as amostras foram acondicionadas em saco de papel e secas em estufa de ventilação de ar forçada a 55 °C por aproximadamente 72 h. Após este período, realizou-se a pesagem, para estimar o teor de umidade das amostras em tonelada por hectare.

Foram utilizadas para avaliação das características nutricionais e a qualidade das silagens as plantas das duas fileiras intermediárias das parcelas. Os materiais colhidos foram triturados em picadeira estacionária e imediatamente ensilados. Utilizaram-se 90 silos (duas réplicas por parcela) de laboratório de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Os silos foram compactados com soquete de madeira, de modo a se obter maior uniformidade e densidade de, aproximadamente, 600 Kg m⁻³, fechados com tampas de “PVC” dotadas de válvulas do tipo “Bunsen” e lacrados com fita crepe. Pesaram-se os silos vazios e logo após foram lacrados. No laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), campus Janaúba - MG, foram realizadas as análises bromatológicas. Os silos foram novamente pesados e abertos aos 56 dias após a ensilagem. Retirou-se

uma amostra fresca de cada silo para determinação da Aw com o medidor Aqualab. Parte da silagem foi imediatamente prensada, utilizando-se uma prensa hidráulica para extração de, aproximadamente, 200 ml de suco, para determinação do pH empregando-se um peagômetro e desse suco retiraram-se 10 ml para determinação do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) por meio de destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio (AOAC, 1995). Outra parte da silagem foi imediatamente, acondicionada em sacos de papel, pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a uma temperatura < 60 °C, por 72 horas. Após ficarem à temperatura ambiente, as amostras pré-secas foram pesadas e moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Wiley”, modelo 4, em peneira de 1 mm e 5 mm. Em seguida, armazenadas em frascos de plásticos com tampa.

Nas amostras pré-secas e moídas em peneira de 1 mm, foi determinadas a MS 105 °C de acordo com a AOAC (1990), a PB pelo método de micro-Kjeldahl, sendo obtida por meio do nitrogênio total x 6,25. Nos resíduos da FDN e da FDA, foram realizadas as análises de NIDN e NIDA conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e detergente ácido (PIDA) foram obtidas pela multiplicação dos valores de NIDN e NIDA por 6,25. E para os teores de FDN e FDA utilizou-se o método sequencial de Van Soest (1991). Para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram utilizadas as amostras moídas em peneira de 5 mm, empregando-se a técnica modificada de Tilley e Terry (1963) adaptada para o fermentador ruminal Daisy^{II}, conforme descrito por Santos *et al.* (2000). Os animais doadores do inóculo foram dois bovinos mestiços de 450 Kg, que passaram por um período de 10 dias de adaptação consumindo silagem de sorgo e palhada de sorgo com cacho.

3.5 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quinze genótipos (tratamentos) e três repetições (blocos) totalizando 45 parcelas experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e, quando a mesma apresentou significância para o teste de “F”, as médias de tratamento (genótipos) foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade, conforme modelo seguinte:

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

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

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

μ = média geral;

G_i = efeito do genótipo i , com $i = 1, 2, \dots, 14$ e 15 ;

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

Na Tabela 1 avaliaram-se o N° Pl ha⁻¹, a ALTPL, a PMV e a PMS, em que foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os quinze genótipos de sorgo analisados. Em relação ao N° Pl ha⁻¹ verificou-se que houve variação de 129,00 a 170,67 mil plantas ha⁻¹ nos genótipos 1016029 e SF 15, respectivamente, sendo que os genótipos 1016011, 1016013, 1016031, 1016033, 1016035, 1016039, BRS 610 e SF 15 apresentaram maiores estandes finais de plantas quando comparados com os demais.

Os valores obtidos neste trabalho foram próximos aos encontrados por Von Pinho *et al.* (2006) que, avaliando as características agronômicas dos genótipos de sorgos granífero (AG 1018 e DKB 860), duplo propósito (AG 2005E e Massa 3) e forrageiro (Volumax e BR 601), observaram, para todos os grupos de cultivares, 167,43; 143,71 e 127,60 mil Pl ha⁻¹, respectivamente. Rezende *et al.* (2011) determinaram densidade de 147,399; 150,285; 152,942 e 156,142 mil plantas ha⁻¹ para os genótipos de sorgo forrageiros Volumax, BRS 610, Qualimax e de duplo propósito AG2005E. Valores esses próximos aos encontrados neste trabalho.

Oliveira *et al.* (2005), estudando o comportamento agronômico de quatro cultivares de sorgo forrageiro de portes médio e alto (BRS 610, CMSXS 762, BR 506 e BR 700) encontraram valores superiores aos deste estudo, com variação de densidade de 167,27 a 212,85 mil plantas ha⁻¹, exceto para o genótipo SF 15, que foi próximo a esses valores. Na literatura encontram-se trabalhos com os genótipos BRS 610 e SF 15, que foram implantados em outras regiões (clima e solo diferente), em que se obtiveram valores superiores aos encontrados neste estudo.

TABELA 1. Número de plantas por hectare (N° Pl ha⁻¹), altura de plantas (ALTPL) em metros, produção da matéria verde (PMV) e da matéria seca (PMS) em t ha⁻¹ de quinze genótipos de sorgo

Genótipo	N° Pl ha ⁻¹	ALTPL (m)	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)
1016009	135.670 B	2,38 B	32,80 C	11,97 A
1016011	159.330 A	2,26 B	37,13 C	12,66 A
1016013	163.330 A	2,53 B	37,47 C	12,94 A
1016017	142.000 B	2,07 C	30,60 C	10,94 B
1016025	150.330 B	2,32 B	30,80 C	9,36 B
1016029	129.000 B	2,05 C	30,00 C	11,15 B
1016031	161.000 A	2,15 C	29,00 C	12,29 A
1016033	163.330 A	2,10 C	26,40 C	10,02 B
1016035	152.330 A	2,03 C	26,60 C	9,81 B
1016037	138.000 B	2,50 B	35,87 C	11,92 A
1016039	161.330 A	2,40 B	31,40 C	9,46 B
BRS 655	147.000 B	2,15 C	33,53 C	11,13 B
Volumax	146.000 B	2,32 B	48,00 A	12,73 A
BRS 610	161.000 A	2,26 B	41,87 B	10,87 B
SF 15	170.670 A	3,30 A	52,07 A	15,41 A
Média	152,02	2,32	34,90	11,51
CV	8,72	5,02	13,23	13,04

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

Botelho *et al.* (2010), avaliando características agrônômicas do sorgo para produção de silagem em duas condições experimentais (sorgo do ano e rebrota anual) no Norte de Minas Gerais, encontraram estande final de plantas para Volumax de 202.999,94 ha⁻¹ na rebrota e 149.999,96 ha⁻¹ sorgo do ano, e para BRS 610 de 193.999,94 ha⁻¹ rebrota e 157.142,81 ha⁻¹ o sorgo do ano. Esses valores são superiores aos encontrados neste estudo para Volumax (146.000 plantas ha⁻¹) e o BRS 610 (161.000 plantas ha⁻¹) tendo superado o sorgo do ano.

A altura das plantas foi significativamente diferente entre genótipos (Tabela 1), com destaque para o genótipo SF 15, o qual apresentou maior porte (3,30 m), em comparação aos demais genótipos. Entretanto, Gonçalves *et al.*

(2012) encontraram para altura de planta no genótipo SF 15 (3,58 m) superior ao encontrado neste estudo. Já Pereira *et al.* (2012), para o mesmo genótipo, obtiveram altura de planta de 2,24 m, valor este inferior ao deste estudo. Rezende *et al.* (2011), obtiveram altura de planta para os materiais de sorgos forrageiros Volumax (1,91 m), BRS 610 (1,75), Qualimax (1,73 m) e de duplo propósito AG2005E (1,63 m), valores que são inferiores aos encontrados neste trabalho.

Do ponto de vista de desempenho para produção de forragem, os genótipos 1016009, 1016013, 1016037 e 1016039 apresentaram valores para altura que variaram de 2,38 a 2,53 m, caracterizados como forrageiros e desejáveis para a produção de biomassa, conforme assegura Brito (1995). Dentre os genótipos avaliados neste estudo apenas 10 apresentaram altura média de plantas inferior a 2,37 m. Apesar de a altura média de planta ser um caráter significativo para a produção de biomassa em sorgo forrageiro, nem sempre a maior altura implica maior produção de matéria seca (MONTEIRO *et al.*, 2004).

Avaliando os aspectos agronômicos de híbridos de sorgo, Chiesa *et al.* (2008) obtiveram altura de planta para os materiais AG 2005E, AG 60298 e o BR 101 de 1,72, 2,16 e 2,52 m, respectivamente. Gomes *et al.* (2006), avaliando cultivares de sorgo, constataram variações na altura de planta de 1,52 a 4,11m, sendo superior aos obtidos neste estudo (2,03 a 3,30 m).

Analisando-se a altura dos genótipos estudados, os genótipos 1016011, 1016017, 1016029, 1016031, 1016033, 1016035, BRS 610 e BRS 655 podem ser classificados como forrageiros de duplo propósito e 1016009, 1016013, 1016025, 1016037, 1016039, Volumax e SF 15 como forrageiros para nossa região.

Botelho *et al.* (2010) encontraram para o genótipo Volumax e o BRS 610 altura de planta de 2,08 e 2,03 m para rebrota, e 2,35 e 2,30 m para sorgo do ano. Valores esses inferiores ao destes trabalho, para Volumax (2.32m) e

superior aos encontrados para o BRS 610 (2,26 m). Oliveira *et al.* (2005), estudando o comportamento agrônômico de quatro cultivares de sorgo, determinaram altura das plantas da ordem de 2,12 a 2,74 m, valores que foram próximos aos obtidos neste estudo. No entanto, foram próximos aos valores observados por Von Pinho *et al.* (2006), entre 1,79 e 2,66 m, para híbridos de sorgo duplo propósito e de forrageiro para altura de plantas. Neste estudo todos os genótipos de sorgo superaram os sorgos duplo propósitos, e foram inferiores aos sorgos forrageiros, exceto para o genótipo SF 15 que foi superior a estes.

Os valores médios de produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) variaram entre os genótipos ($P < 0,05$) (Tabela 1).

Verifica-se que para a PMV os genótipos SF15 e o Volumax apresentaram maior produção chegando a 52,07 e 48,00 t ha⁻¹. Quando avaliada neste estudo a alta produção de matéria verde do genótipo SF15, esta pode estar relacionada à sua altura e número de plantas ha⁻¹ (3,30 m e 170,67 mil), que foram superiores aos demais genótipos, respectivamente. Entretanto Pereira *et al.* (2012) e Gonçalves *et al.* (2012) constataram 38,42 e 27,33 t ha⁻¹ de PMV para o genótipo SF15 e Rezende *et al.* (2011) de 28,84 t ha⁻¹ para o genótipo Volumax, que são inferiores aos deste estudo. Chiesa *et al.* (2008), avaliando os aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo, determinaram produções de MV de 42,56; 39,68 e 83,20 t ha⁻¹ para os sorgos AG2005E, AG60298 e BR 101, respectivamente, valores superiores ao deste trabalho. Gomes *et al.* (2006) encontraram para produtividade de MV valor inferior ao deste estudo para o genótipo Volumax de 22,67 t ha⁻¹. Cunha & Lima (2010) registraram PMV variando de 68,10 a 15,40 t ha⁻¹ em 29 híbridos de sorgo forrageiro no Rio Grande do Norte.

A literatura é bastante controversa com relação aos dados de PMV, tendo em vista a grande quantidade de materiais estudados, bem como os tipos de

sorgo utilizados (forrageiro, duplo-propósito ou corte e pastejo), apresentando valores abaixo e acima dos obtidos neste trabalho (REZENDE *et al.*, 2011).

Quanto à produção de matéria seca, os genótipos variaram entre si ($P < 0,05$). Os genótipos 1016009, 1016011, 1016013, 1016031, 1016037, Volumax e SF 15 apresentaram maiores produções. Esses valores estão relacionados com os da PMV, já que estão em função do teor percentual de MS encontrado no momento de corte, o que justifica também a diferença verificada no experimento. Os genótipos Volumax e SF 15 superaram os demais para a PMV.

A PMS do presente estudo foi semelhante aos valores citados por Magalhães *et al.* (2010), que variaram de 7,47 a 16,08 t ha⁻¹, ao trabalharem com 25 genótipos de sorgo duplo propósito, e por Gomes *et al.* (2006), que encontraram valores entre 6,88 e 14,83t ha⁻¹. As variações constatadas nas produtividades da MS dos genótipos estudados neste experimento podem ser explicadas pelas suas diferentes características morfológicas e qualitativas (MAGALHÃES *et al.*, 2010).

Gonçalves *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2012) verificaram para o genótipo de sorgo SF 15 produção de MS de 8,54 e 11,3 t ha⁻¹, e Rezende *et al.* (2011) para o Volumax de 8,94 t ha⁻¹ de MS, valores estes inferiores aos encontrados neste estudo. No entanto, os resultados observados neste estudo para PMS são inferiores aos valores encontrados por Chiesa *et al.* (2008) para os híbridos de sorgo AG 2005E, AG 60298 e BR 101 de 19,8, 26,4 e 29,96 t ha⁻¹, respectivamente. Segundo Neumann *et al.* (2002a), a altura da planta determina o potencial de produção de MV e MS ha⁻¹.

Botelho *et al.* (2010) observaram PMV de 51,85 e 53,08 t ha⁻¹, e PMS de 16,60 e 17,52 t ha⁻¹ no sorgo do ano para Volumax e BRS 610, entretanto, foram superiores aos encontrados neste trabalho. Conforme esses autores, no sorgo do ano, poderia ter ocorrido maior captação de luz pela planta, potencializando seu desenvolvimento, possivelmente pelo aumento da capacidade fotossintética,

elevando a produtividade de matéria verde, além da maior altura.

Esses valores foram próximos àqueles observados por Von Pinho *et al.* (2006), produtividade de MS de 10,8 t ha⁻¹ para híbridos de sorgos de duplo-propósito (AG 2005E e Massa 3) e 14,4 t ha⁻¹ para os sorgos forrageiros (Volumax e BRS 610). A maioria dos genótipos de sorgo deste estudo superou os sorgos duplo propósito, e foram inferiores aos sorgos forrageiros, exceto para o genótipo SF 15 que foi superior a estes. De acordo com esses autores, o resultado pode estar relacionado, principalmente, com a altura das plantas, condicionando a uma menor produtividade de MS os materiais mais baixos. A produtividade de MS pode, ainda, estar relacionada ao ciclo vegetativo da cultivar.

Cunha & Lima (2010), estudando as características de 29 genótipos de sorgo no Rio Grande do Norte, registraram PMS média de 46,77 t ha⁻¹, em que os 23 genótipos obtiveram produção de 13,40 a 26,10 t ha⁻¹, enquanto os outros seis tiveram entre 4,50 a 12,00 t ha⁻¹. A maioria dos genótipos de sorgo do presente estudo demonstrou resultado inferior aos obtidos para os 23 genótipos e somente o genótipo SF 15 obteve valor próximo a esses. Oliveira *et al.* (2005), avaliando as características agronômicas de cultivares de sorgo 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 produções de MV e MS obtidas neste estudo seguiram a mesma tendência, sendo maiores para os genótipos Volumax e SF 15, em função da altura e número de planta por hectare. Consoante Zago (1991), o potencial de produção de matéria seca por hectares está correlacionado positivamente com a altura da planta, sendo assim, os genótipos de sorgo de porte médio e duplo propósito apresentam normalmente menor produção por hectares. É importante salientar que a produção de matéria seca depende também do teor de MS da planta no momento do corte.

Para se obter alta produção de biomassa e elevado valor nutritivo da silagem, é necessário considerar a aptidão e porte da planta, proporção de colmo, folhas e panícula e suculência do colmo, entre outras características que variam muito entre os inúmeros materiais disponíveis no mercado (GUARESCHI *et al.*, 2010).

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

As diferenças entre os resultados deste estudo e os citados nas demais literaturas podem ser devido às diferenças entre os genótipos utilizados, além disso, a qualidade final da silagem de sorgo é determinada por diversos fatores, destacando-se as características agrônômicas da cultivar, o estágio de maturação no momento da colheita, o tipo de solo, as condições climáticas no local de cultivo, a ocorrência de ataque de pássaros, e de cultivo. Ao analisar os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que os materiais têm potenciais e podem ser utilizados para produzir silagens de boa qualidade.

4.2 Características nutricionais e digestibilidade das silagens de sorgo

Em relação às características nutricionais dos diferentes genótipos de sorgo, constatou-se diferença significativa ($p < 0.05$) para as variáveis matéria seca (% MS), proteína bruta (% PB), extrato etéreo (% EE) (Tabela 2).

Em relação às características nutricionais dos diferentes genótipos de sorgo, verifica-se que somente o genótipo 1016031 apresentou porcentagem de matéria seca acima de 40 %.

TABELA 2. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das silagens de quinze genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca)

Genótipo	MS (%)	PB (%)	EE (%)
1016009	36,53 B	9,04 A	2,44 B
1016011	34,14 C	8,62 A	4,17 A
1016013	34,51 C	5,88 B	1,64 B
1016017	35,74 B	8,06 A	4,01 A
1016025	30,28 C	6,95 B	2,78 B
1016029	37,13 B	9,00 A	2,97 A
1016031	42,33 A	9,03 A	3,46 A
1016033	37,94 B	9,07 A	3,12 A
1016035	36,82 B	8,69 A	3,69 A
1016037	33,24 C	6,12 B	2,19 B
1016039	30,14 D	4,58 C	2,25 B
BRS 655	33,24 C	8,84 A	2,45 B
Volumax	26,37 E	5,36 C	3,66 A
BRS 610	25,89 E	6,03 B	1,75 B
SF 15	29,68 D	8,03 A	1,80 B
Média	33,60	7,55	2,82
CV	3,13	8,17	17,06

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

Pizarro (1978) citou valores entre 28 e 38 %, porém McDonald *et al.* (1991) afirmaram que um teor de matéria seca igual ou superior a 20 % associado a um adequado teor de carboidratos solúveis seriam suficientes para se produzir uma silagem de boa qualidade. Segundo Van Soest (1994), teores de MS na massa ensilada acima de 45 % prejudicam a compactação da forrageira no silo, predispondo ao aquecimento do material e ao desenvolvimento de fungos. Além da importância da MS na confecção da silagem e nos seus aspectos qualitativos, o teor de MS pode influenciar o consumo de nutrientes pelos animais, principalmente em dietas com elevada proporção de volumoso, e consequentemente o seu desempenho. Esse mesmo autor afirma que o teor ideal de MS pode variar de 30 a 35 %, sendo que praticamente todos os genótipos

testados no presente estudo estiveram dentro deste nível.

O alto valor de MS do genótipo 1016031 do presente estudo, segundo resultados obtidos por Ribeiro *et al.* (2007) que avaliaram padrão de fermentação das silagens de cinco genótipos de sorgo, pode estar relacionado à baixa suculência dos colmos nos híbridos estudados. Isso sugere que a umidade dos híbridos era adequada para ensilagem.

Os teores de MS dos materiais utilizados encontram-se numa faixa onde foi possível ocorrer boa compactação e bom desenvolvimento das bactérias lácticas. Os valores de MS das silagens dos genótipos 1016009, 1016011, 1016013, 1016017, 1016025, 1016029, 1016031, 1016033, 1016035, 1016037, 1016039 e BRS 655 estão dentro da faixa ideal para um bom perfil de fermentação, e superou os demais genótipos. E considerando a MS, esses materiais testados estão aptos a produzir uma boa silagem desde que o corte seja realizado no momento correto. Os valores obtidos neste trabalho são similares ao indicado por Zago (1999) de 30 a 40 % de MS, para obtenção de silagens de sorgo com alto valor nutritivo. De acordo com McDonald (1981), valores inferiores a 30 % MS da forragem possibilitam o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* que realizam proteólise e promovem fermentações butíricas.

Simon *et al.* (2009) verificaram para silagem do sorgo AG2005E em estágio farináceo 32,40 % de MS. 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 %. Valores esses semelhantes aos encontrados no presente estudo.

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. Entretanto, Neumann *et al.* (2004) afirmam que as diferenças no teor de MS entre híbridos de sorgo são justificadas pela idade de florescimento e composição física da planta e pela

suculência do colmo. Outro componente físico da planta que tem influência sobre o teor de MS é a panícula.

Quanto aos teores de proteína bruta (PB), nos genótipos dos sorgos 1016009, 1016011, 1016017, 1016029, 1016031, 1016033, 1016035, BRS655 e SF15 foram maiores, variando de 8,03 a 9,07 %, estando dentro da faixa considerada ideal para serem ensilados (SIMON *et al.*, 2009). De acordo com Van Soest (1994), o valor mínimo desejado para garantir fermentação ruminal adequada é de 6 % de PB. Essas variações podem ser explicadas, tanto pela variedade, quanto pelo estágio fisiológico e, também, altura de corte da planta (MOLINA *et al.*, 2002).

Em conformidade com Magalhães *et al.* (2010), as diferenças verificadas entre as médias dos teores de PB se devem, possivelmente, a diferentes concentrações da fração panícula na planta inteira. Gaggiotti *et al.* (1992) afirmam que os teores de PB da silagem de sorgo dependem da associação de diversos fatores, dentre eles, do comportamento agrônômico da cultivar, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo.

No presente estudo, as silagens apresentaram nível médio de PB semelhante ao obtidos por Simon *et al.* (2009) de 8,03 % para o sorgo AG2005E em estágio farináceo, e Martins *et al.* (2003a) de 7,01 % a 7,95 %, trabalhando com cultivares de sorgos dois forrageiros (BR601 e AG2002) e dois de dupla aptidão (BR700 e BR701); e por Avelino *et al.* (2008) de 6,5 e 7,7 %, estudando silagem de dois híbridos de sorgo (Volumax e AG2005). Também foram superiores aos obtidos por Neumann *et al.* (2004) em trabalho que compararam a qualidade das silagens de híbridos forrageiros e duplo propósito no Rio Grande do Sul com médias de 5,55 e 5,85 %, respectivamente. Souza *et al.* (2003) relataram nível médio de PB variando de 5,7 a 6,8 % para cinco híbridos de sorgo forrageiro. Gomes *et al.* (2006), ao avaliarem diferentes híbridos de sorgo, encontraram teores de PB que variaram de 3,3 a 6,4.

Von Pinho *et al.* (2007) citaram variação do teor de PB para sorgo forrageiro de 7,5 a 9,0 %, valores estes semelhantes aos encontrados neste trabalho. Corroborando esses valores, Keplin & Santos (1996) afirmam que para a produção de uma boa silagem o teor de PB deve estar entre 7,1 e 8,0 %. Von Pinho *et al.* (2006) relatam valores médios de 8, 9,2 e 9,5 % de PB para as silagens de sorgo de duplo propósito, forrageiro e granífero.

As silagens dos genótipos testados que apresentaram maiores ($P > 0,05$) teores de EE foram os 1016011, 1016017, 1016029, 1016031, 1016033, 1016035 e o Volumax (4,17; 4,01; 2,97; 3,46; 3,12; 3,69 e 3,66 %), respectivamente. Esses valores são semelhantes ao encontrado por Mello *et al.* (2004) que foi 3,39 % de EE para silagem de AG-2005 cultivada em espaçamento entre fileiras de 0,7 m. Neumann *et al.* (2004) e Neumann (2001), trabalhando com silagens dos híbridos AGX-213, AGX-217, AG-2002 e AG-2005E, obtiveram teores de EE de (0,73; 0,77; 3,54 e 3,95 %) e (1,51; 1,97; 2,07 e 2,28 %), respectivamente. Souza *et al.* (2003) registraram teor médio de EE de 2 % para cinco híbridos de sorgo, valor pouco abaixo do encontrado neste trabalho que teve média de 2,82 %.

De acordo com o NRC (2001a), na maioria das situações, o total de gordura na dieta para ruminantes não deve ultrapassar de 6 a 7 % na MS, visto que implica reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem. No presente trabalho foram obtidos valores de EE inferiores a esses, cujo maior valor foi para o genótipo 1016017 (4,01 %).

Na Tabela 3 encontram-se os valores de NIDN, PIDN, NIDA e PIDA. A proteína insolúvel em fibra em detergente neutro (PIDN) ou ácido (PIDA) é o NIDN ou NIDA, expressa como proteína na base da matéria seca. Verifica-se que houve efeito ($P > 0,05$) entre os genótipos para as variáveis NIDN e PIDN, cujos menores valores foram apresentados pelos genótipos 1016025, 1016035, BRS 610 e SF15, respectivamente. Segundo Sniffen *et al.* (1992) e Van Soest &

Fox (1992), as formas de N retido mais importantes em termos nutricionais são o N solúvel em água, o N amoniacal (N-NH₃), o N retido na fração insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o N retido na fração insolúvel em detergente ácido (NIDA).

TABELA 3. Teor de nitrogênio indisponível em detergente neutro (NIDN), nitrogênio indisponível em detergente ácido (NIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) das silagens de quinze genótipos de sorgo

Genótipo	NIDN (% MS)	NIDA (% MS)	PIDN (% MS)	PIDA (% MS)
1016009	0,97 B	0,74 A	6,04 B	4,63 A
1016011	0,93 B	0,71 A	5,82 B	4,46 A
1016013	0,87 B	0,85 A	5,43 B	5,29 A
1016017	1,02 B	0,99 A	6,39 B	6,24 A
1016025	0,68 A	0,82 A	4,27 A	5,13 A
1016029	0,96 B	0,92 A	6,04 B	5,78 A
1016031	1,09 B	0,94 A	6,79 B	5,91 A
1016033	0,83 B	0,61 A	5,19 B	3,84 A
1016035	0,62 A	0,80 A	3,91 A	4,99 A
1016037	1,13 B	0,60 A	7,04 B	3,74 A
1016039	0,91 B	0,76 A	5,72 B	4,77 A
BRS 655	1,00 B	0,78 A	6,28 B	4,91 A
Volumax	0,83 B	0,83 A	5,43 B	5,16 A
BRS 610	0,59 A	0,47 A	3,68 A	2,92 A
SF 15	0,52 A	0,74 A	3,24 A	4,64 A
Média	0,86	0,78	5,40	4,83
CV	25,80	19,21	26,49	19,19

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

A PIDA e a NIDA não apresentaram neste trabalho nenhuma diferença estatística, tendo como média 4,83 e 0,78 %. Também foi verificado que houve uma relação entre o NIDN e o PIDN, assim como NIDA e PIDA, ambos

comportaram de maneira semelhante, demonstrando a relação significativa entre o teor de nitrogênio e a proteína das silagens.

A diferença entre os valores de NIDN e NIDA corresponde à proteína associada à parede celular de degradação lenta (VAN SOEST & FOX, 1992) que pode ser aproveitada pelos microrganismos do rúmen (TONUCCI, 2006).

Van Soest (1994) sugeriu como normal o teor de NIDA aquele que se encontra dentro da amplitude de variação de 3 a 15 % do nitrogênio total. Todos os genótipos do presente trabalho apresentam valores inferiores a essa amplitude estabelecida.

Pedreira *et al.* (2005), avaliando as características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de sorgo, não encontraram diferença significativa nos teores de NIDA, os quais variaram de 25,41 a 37,23 %, sendo considerados elevados, segundo Van Soest (1994) e comparados aos encontrados neste estudo.

Os teores de FDN, FDA e DIVMS encontram-se na Tabela 4. Foi constatado que houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) para os genótipos de sorgo. Na análise para os teores de FDN foram encontrados os menores valores para os genótipos 1016035, 1016039, BRS 610 e SF 15 (49,40; 57,43; 55,85 e 44,64 %), respectivamente.

Os teores de FDN dos genótipos avaliados estão semelhantes aos relatados por Pedreira *et al.* (2003), Neumann *et al.* (2004), Gomes *et al.* (2006) e Magalhães *et al.* (2010), que variaram entre 57,4 e 70,3 %, 65,03 % e 74,23 %, 52,0 e 67,8 % e 59,03 e 73,40 %, respectivamente.

Souza *et al.* (2003), ao trabalharem com cinco genótipos de sorgo, registraram valores de FDN variáveis de 60,1 a 65,0 %. Mello *et al.* (2004) encontraram variações de 59,50 a 61,67 %, respectivamente para híbridos Âmbar e AG-2005. Esses valores estão próximos aos encontrados no presente estudo, que variaram de 44,64 a 72,12 %, respectivamente. Estão dentro da faixa registrada pela literatura, para híbridos de sorgo. Rodrigues Filho *et al.* (2006)

relataram para o genótipo BRS 610 teor de 50,28 % de FDN, valor este próximo ao encontrado neste estudo para o mesmo genótipo de 55,64 %.

TABELA 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) das silagens de quinze genótipos de sorgo

Genótipo	FDN (% MS)	FDA (% MS)	DIVMS (% MS)
1016009	69,32 B	40,98 A	46,16 A
1016011	67,27 B	52,28 B	36,57 B
1016013	69,97 B	52,42 B	33,82 B
1016017	65,28 B	52,95 B	42,98 A
1016025	62,99 B	54,46 B	39,98 B
1016029	72,12 B	54,69 B	39,53 B
1016031	68,14 B	44,61 A	43,58 A
1016033	64,33 B	38,92 A	50,24 A
1016035	49,40 A	53,24 B	46,63 A
1016037	69,13 B	47,21 A	52,39 A
1016039	57,43 A	56,33 B	43,95 A
BRS 655	66,34 B	44,85 A	40,46 B
Volumax	61,05 B	51,50 B	37,28 B
BRS 610	55,85 A	43,70 A	40,50 B
SF 15	44,64 A	53,03 B	37,80 B
Média	62,88	49,41	42,12
CV	11,33	13,90	12,9

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

Conforme Van Soest (1994) existe alta correlação negativa entre FDN e o consumo de matéria seca pelos ruminantes. De acordo com o NRC (2001b), a proporção ideal de FDN dietética deve ser de 25 a 35 %. Dessa forma, silagens originárias de genótipos de sorgo com menor concentração de FDN teriam tendência a apresentar maiores taxas de consumo voluntário. Esse mesmo autor afirma que se houver intensa formação de efluentes no decorrer do processo

fermentativo, pode ocorrer aumento da porção fibrosa, devido à lixiviação de compostos solúveis em água.

De maneira geral, os percentuais médios de FDN encontrados na maioria das silagens podem ser considerados altos. De acordo com Van Soest (1991), teores de FDN superiores a 55 % da MS estão negativamente correlacionados com o seu consumo e digestibilidade.

Os genótipos 1016011, 1016013, 1016017, 1016025, 1016029, 1016035, 1016039, Volumax e SF 15 apresentaram maiores ($P > 0,05$) teores de FDA. Segundo Van Soest (1994), os teores de FDA não deveriam ultrapassar os 30 %, pois podem comprometer o consumo e a digestibilidade das forragens, respectivamente. O comportamento agrônomo produtivo diferenciado dos materiais genéticos testados pode associar-se às tendências de maior ou menor teor da fração fibrosa na silagem (NEUMANN *et al.*, 2004).

Avelino (2008), avaliando as características produtivas e qualitativas de híbridos de sorgo para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio, encontrou para o genótipo Volumax média de 62,30 % FDN e 38,91 % para FDA, respectivamente, enquanto neste trabalho o valor de FDN foi semelhante (61,05 %) e FDA superior (51,50 %).

Simon *et al.* (2009), trabalhando com silagem de sorgo duplo propósito (AG 2005E), encontraram para as frações FDN e FDA de 67,02 % e 42,10 %, respectivamente. O teor de FDA na silagem de sorgo foi próximo aos registrados por Martins *et al.* (2003b) e Pereira (2006).

Em relação à DIVMS, houve variação entre os genótipos de sorgo, ($P < 0,05$), maiores valores de digestibilidade foram encontrados nos genótipos experimentais 1016009, 1016017, 1016031, 1016033, 1016035, 1016037 e 1016039 (46,16; 42,98; 43,58; 50,24; 46,63; 52,39 e 43,95 %). Verificou-se que esses genótipos apresentaram maiores teores de MS (36,53; 35,74; 42,33; 37,94; 36,82; 33,24 e 30,14 %), sendo superiores aos demais sorgos. Esses valores

estão próximos aos reportados por Araujo *et al.* (2007) de 44,63 a 51,38 de DIVMS, e inferiores aos citados por Silva *et al.* (2005) cuja média de 60,03 %. Segundo Tilley e Terry (1963), os resultados de DIVMS são altamente correlacionados com os valores de digestibilidade *in vivo*.

Quando avaliados a PMS ha⁻¹ e os teores de FDA e DIVMS, observa-se que os genótipos 1016009, 1016031 e 1016037 apresentaram maior produtividade por área, menor valor de FDA e melhor DIVMS. Esses resultados se complementam e demonstram o melhor desempenho desses materiais, uma vez que essas características devem ser consideradas na escolha de uma espécie forrageira, pois estão associadas à produtividade das plantas e ao seu aproveitamento pelos animais.

Os resultados de digestibilidade obtidos podem ser afetados por: tamanho da amostra incubada; método de processamento; proximidade dos jarros de incubação em relação à fonte de calor; diferenças na extensão pela qual cada saco se encontra imerso na solução de inóculo ruminal, e potencial de ocorrência de efeito associativo na digestão de alimentos incubados em um mesmo jarro de fermentação (DUARTE *et al.*, 2008).

4.3 Qualidade da silagem

Em relação à qualidade da silagem produzida, os genótipos analisados diferiram entre si quanto aos valores de pH e nitrogênio amoniacal N-NH₃. Quanto aos valores de atividade de água não houve diferença entre os genótipos (Tabela 5).

No presente trabalho, as silagens apresentaram valores médios de pH com variação de 3,63 a 4,3, o que, de acordo com Paiva (1976), as classificam como de “boa qualidade”.

Tabela 5. Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) e atividade de água (Aw) das silagens de quinze genótipos de sorgo

Genótipo	pH	N-NH ₃ /NT	Aw
1016009	4,00 B	2,28 C	0,97 A
1016011	4,31 A	1,79 C	0,96 A
1016013	3,63 B	2,38 C	0,97 A
1016017	3,85 B	1,27 C	0,97 A
1016025	3,95 B	5,90 A	0,97 A
1016029	3,78 B	4,05 B	0,97 A
1016031	3,89 B	5,00 A	0,97 A
1016033	3,82 B	2,31 C	0,96 A
1016035	3,88 B	3,69 B	0,96 A
1016037	3,76 B	1,85 C	0,97 A
1016039	3,74 B	1,47 C	0,97 A
BRS 655	3,91 B	2,31 C	0,97 A
Volumax	3,67 B	1,82 C	0,98 A
BRS 610	3,63 B	1,53 C	0,98 A
SF 15	3,76 B	2,28 C	0,96 A
Média	3,84	2,66	0,97
CV	3,61	29,59	0,65

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

Valores de pH próximos de 4,0 inibem a população de bactérias lácticas, estabilizando os processos de produção de ácidos. Mantidas as condições de anaerobiose e pH, a silagem permanecerá estável por tempo indeterminado. Tal estabilidade é perdida, em condições adequadas de produção de silagem, somente após a abertura do silo, quando o retorno à aerobiose faz com que bactérias aeróbicas e fungos voltem a crescer e a deteriorar o material (NEIVA & VOLTOLINI, 2006).

Segundo Paiva (1976), uma silagem muito boa apresenta valores de pH entre 3,6 e 3,8; uma silagem boa entre 3,8 e 4,2; uma silagem média, entre 4,2 e

4,6; uma silagem ruim apresenta valores de pH maiores que 4,6. Os valores de pH obtidos neste trabalho permitem classificar as silagens como de boa qualidade, uma vez que variaram de 3,63 a 4,00. McDonald *et al.* (1991) classificaram como ideal a obtenção de silagem com pH abaixo de 4,0. Pires *et al.* (2006) consideram as silagens bem conservadas com os valores de pH variando entre 3,6 e 4,2. E Gaggiotti *et al.* (1992) e Muck & O'kiely (1992) verificaram valores de pH entre 4,0 e 4,4 em silagens com padrão de fermentação considerado satisfatório.

De acordo com esses autores a classificação do pH das silagens neste trabalho ficariam desta forma: as silagens dos genótipos 1016013, 1016029, 1016037, 1016039, Volumax, BRS 610 e SF 15 que apresentaram valores entre 3,6 e 3,8, como de muito boa qualidade; as silagens dos genótipos 1016009, 1016017, 1016025, 1016031, 1016033, 1016035 e BRS 655, que apresentaram valores de pH inferiores a 4,1, como de boa qualidade; e a silagem do genótipo 1016011 como uma silagem de média qualidade, entre 4,2 e 4,6.

Ferreira (2005) e Araújo *et al.* (2007) constataram valores de pH semelhantes aos deste trabalho, após o término do processo fermentativo da silagem de sorgo. Isso classifica a maioria das silagens dos genótipos deste estudo como sendo de boa ou muito boa qualidade, sendo menores do que 4,2, exceto o genótipo 1016011 que teve pH maior (4,31).

Consoante Van Soest (1994), a associação de pH e umidade pode ser um critério simples de avaliação da qualidade das silagens, sendo que, em silagem com baixo teor de MS, a melhor qualidade é obtida com valores de pH abaixo de 4,4. Em silagens com alto teor de matéria seca (acima de 35 %), o pH é um critério menos importante para medir qualidade de silagens, uma vez que a falta de água e a alta pressão osmótica podem restringir a fermentação e a produção de ácido. Portanto, mesmo com pH mais alto, essas silagens podem ser consideradas de boa qualidade. Por outro lado, o aumento de pH com alto teor

de umidade está associado com proteólise, produção de aminas e ácido butírico. Silagens com baixos teores de MS produzem perdas de nutrientes através do efluente, o que promove a redução do seu valor nutritivo (PIRES *et al.*, 2006).

França *et al.* (2011), analisando as características fermentativas das silagens de quatro híbridos de sorgo forrageiro (1F 305, 0369 267, 0369 255 e BR 700,) sob doses de nitrogênio, determinaram pH com variação de 3,8 a 4,3, semelhantes aos encontrados neste estudo.

Na Tabela 5 constam os dados de N-amoniaco, expressos em porcentagem do N total.

Araújo *et al.* (2007) encontraram valores de N-NH₃/NT variando de 4,09 a 8,02 %. Pereira *et al.* (2006) registraram teor de N-NH₃ de 7,94 % do N total, os quais foram superiores aos deste estudo. Ribeiro *et al.* (2007), determinando o padrão fermentativo da silagem de cinco genótipos de sorgo, verificaram valores médios de N-NH₃/NT entre 1,52 e 2,75 %.

O pH e a baixa relação NH₃/NT (< 10 % em todas as silagens nos diferentes genótipos) permitem classificar as silagens deste estudo como de boa qualidade, o que indica que houve uma rápida queda de pH e, conseqüentemente, uma baixa relação NH₃/NT, conservando o material ensilado de forma eficiente, de acordo com Pires *et al.* (2013).

Roth & Undersander (1995) consideram que o teor de nitrogênio amoniacal inferior a 5 % é indicativo de uma boa e bem conservada silagem. Paiva (1976) considera que o valor ideal de N-NH₃ deve ser menor que 10 %. Observa-se que no presente trabalho todos os genótipos apresentaram teor de NH₃/NT abaixo de 10 %, parâmetro de uma silagem classificada como excelente, com variação de menor valor de 1,27 % e maior valor de 5,90 % do N total. Isso permite classificá-las como de boa qualidade, segundo parâmetros preconizados por McDonald *et al.* (1991) e Borges *et al.* (1997), já que houve uma fermentação láctica adequada. Assim, conforme Henderson (1993), a

classificação da fermentação das silagens avaliadas, considerando o teor de N-NH₃/NT, seria de muito boa qualidade, ressaltando novamente a qualidade das silagens dos genótipos de sorgo estudado.

Para a característica atividade de água, os materiais não diferiram ($P < 0,05$). O valor médio encontrado foi de 0,97 %, com pequena variação entre os valores (Tabela 5).

De acordo com McDonald *et al.* (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94, enquanto que as bactérias ácido-láticas são menos sensíveis (JOBIM *et al.*, 2007). No presente trabalho a A_w das silagens dos genótipos foi superior a esse valor, variando de 0,96 a 0,98. Essa quantidade de água contribuiu para a diminuição do pH, e melhora na qualidade e fermentação das silagens. No Brasil, são poucos os trabalhos que têm contemplado a avaliação da atividade de água em materiais ensilados.

5 - CONCLUSÃO

Todos os genótipos estudados apresentaram boas características agronômicas e um bom perfil de fermentação, sugerindo a utilização para produção de boas silagens. Os genótipos 1016009, 1016031 e 1016037 mostraram-se superiores, com maiores produtividades de matéria seca por área, elevados teores de PB, baixos teores de FDA e uma melhor digestibilidade, que sobressaíram sobre os demais, favorecendo então a maior produção de silagem e contribuindo para o melhor aproveitamento desses materiais pelos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semi-árido. **Bragantina**, São Paulo, v. 70, p. 278-285, 2011.

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* Composição Bromatológica do Sorgo Forrageiro em Diferentes Arranjos de Plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 1349-1354.

AMIN, W. G.; MELLO, S. P. Avaliação da qualidade das silagens de girassol, milho, sorgo e milheto em diferentes espaçamentos. **Nucleus Animalium**, Ituverava, v. 1, n. 1, p. 129-142, maio, 2009.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática caatinga do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 181, p. 15-19, 1994.

ANTUNES, R. C. *et al.* Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas de endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 1351-1354, 2007.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington: AOAC, 1990. 1298p.

AVELINO, P. M. *et al.* Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) em função de diferentes densidades de plantio. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju-SE: SNPA, 2008. p. 1-3. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/533893/1/AACValornutritivo.pdf>> Acesso em: 13 out. 2013.

AVELINO, P. M. *et al.* Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 534-541, abr./jun. 2011a.

AVELINO, P. M. *et al.* Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 208-215, jan./mar. 2011b.

BERNARDINO, M. L. A. **Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo.** 1996. 44 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, 1996.

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. 104 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 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. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 4, p. 441-452, 1997.

BOTELHO, P. R. F. *et al.* Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

BRITO, G. Q. **Características agronômicas, composição química, qualidade e consumo das silagens de duas variedades e três híbridos de sorgo**

forrageiro. 1995. 67 f. Dissertação (Mestrado – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

BRUNO, O. A. *et al.* Cultivares de sorgos forrageiros para silagem. 1. Rendimento de matéria seca y valor nutritivo de la planta. **Revista Argentina Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 12, n. 2, p. 157-162, 1992.

CHIESA, E. D *et al.* Aspectos agronômicos 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.

CORDE, L. M. Sorgo. In: CONAB. **Perspectivas para a Agropecuária**. Brasília, v.1, p.1-154, set. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_13_14_55_32_perspectivas_da_agropecuaria_2013.pdf> Acesso em: 18 nov. 2013.

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

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. de. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 701-706, 2010.

CYSNE, J. R. B.; PINTOMBEIRA, J. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 273-278, abr./jun. 2012.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

DUARTE, J. O. **Mercado e comercialização**. 4 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/mercado.ht>> Acesso em: 15 out. 2011.

ELIZALDE, H. F. El valor nutritivo de los ensilages. **Revista Argentina Produccion Animal**, Balcarce, v. 15, n. 1, p. 103-121, 1995.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p. Disponível em: <http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00064890.pdf> Acesso em: 12 ago. 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, J. J. C. **Avaliação da qualidade e do perfil de fermentação das silagens de seis cultivares de sorgo**. 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 de maio de 2010.

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

FRANÇA, A. F. de S. *et al.* Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 3, p. 383-391, jul./set. 2011.

GAGGIOTTI, M. C.; ROMERO, L. A.; BRUNO, O. A. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. II Características fermentativas y nutritivas de los silajes. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 12, p. 163-167, 1992.

GARCIA, D. M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas avícolas. **Acta Scientiae Veterinariae**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 251-252, 2004.

GOMES, S. O. *et al.* Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, p. 221-227, 2006.

GONÇALVES, J. F. A. *et al.* Desenvolvimento de sistema de produção para o cultivo do sorgo nos vales do Curu e Aracatiaçu-Ceará. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA INOVAÇÃO. Tocantins, 7, 2012. out. 2012. Disponível em:
<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/719/2033>>. Acesso em: 10 out. 2013.

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-MG, v. 31, p. 293-301, 2002.

GUARESCHI, R. F. *et al.* Produção de silagem de híbridos de milho e sorgo sem nitrogênio de cobertura em safra de verão. **Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 541-546, out./dez. 2010.

HENDERSON, N. Silage additives. **Journal Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, p. 35-56, 1993.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

IBGE. **PPM 2011: rebanho bovino cresce 1,6 % e chega a 212,8 milhões de cabeças.** Disponível em:
<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241>>. Acesso em: 18 out. 2012.

JAREMTCHUK, A. R. *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

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

LINDGREN, S. Can HACCP Principles be applied for silage safety. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7. Uppsala, 1999. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p. 51-66.

LIRA, M. de A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p. 87-88. (IPA. Documentos, 1).

KEPLIN, L. da A. S.; SANTOS, I. R. dos. **Silagem de milho.** Campinas: Fundação ABC, 1996. 46 p. (Manual).

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

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia:** Cultivo do sorgo. Sistema de Produção, 2, 8 ed. out. 2012. Embrapa milho e Sorgo. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_8ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 21 dez. 2013.

MAGALHÃES, R. T. *et al.* Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 04, p. 483-490, oct./dec. 2005.

MAGALHÃES, R. T. *et al.* Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MARTINS, R. G. R. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, jun. 2003a.

MARTINS, L. C. *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**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, p. 347-350, 2003b.

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

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

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**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

MIRANDA, J. E. C.; PEREIRA, J. R. Tipos de sorgo para silagem.: Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2006. 2 ed. (Instrução técnica para o produtor de leite, n. 51)

MOLINA, L. R. *et al.* Degradabilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estágio de grão farináceo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Viçosa-MG, v. 39, n. 5, p. 233-237, 2002.

MONTEIRO, M. C. D. *et al.* Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 52-61, 2004.

MUCK, R.; O'KIELY, P. Aerobic deterioration of lucerne (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*) silages. Effects of fermentation products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 59, p. 145-149, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001a. 362 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001b. 381p.

NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T.V. Produção e conservação de volumosos para reserva estratégica. In: NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. N. M. (Org.). **Do campus para o campo-tecnologias para produção de leite**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda, 2006.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 120-133, 2004.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002a.

NEUMANN, M. **Caracterização agrônômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação**

de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

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

OHSIMA, V. N.; 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, M. D. S. *et al.* Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade “*in vitro*” de alguns nutrientes de ração para bovinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 22, n. 5, p. 794-800, 1993.

OLIVEIRA, R. de P. *et al.* Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 45-53, 2005.

OLIVEIRA, R. P. *et al.* Production and composition of anatomical fractions of four sorghum hybrids under nitrogen dosages. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 3, p. 570-580, 2010.

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

PEDREIRA, M. dos S. *et al.* Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 1083-1092, 2003.

PEDREIRA, M. S. *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), cultivados para produção de silagem. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 21, Suplemento, p. 183-192, 2005.

PEREIRA, D. H. *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**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 282-291, 2006.

PEREIRA, L. G. R. *et al.* **Produtividade e Características Agronômicas de Cinco Genótipos de Sorgo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 2290-2296. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/08143.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2013.

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.

FIGURINA, G. **Factores que afectan el valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes**. In: **Pasturas y produccion animal de áreas organaderia intensiva**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigacion Agropecuária, 1991. p. 77-92. (Serie Tecnica, 15).

PIRES, D. A. de A. *et al.* Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.

PIRES, D. A. de A. *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**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 241-256, 2006.

PIZARRO, E. A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 47, n. 4, p. 12-19, 1978.

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

RESENDE, G. M. de. *et al.* Características agronômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 171-179, 2011.

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. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/s/sorgo/index.htm>>. Acesso em: 15 out. 2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; AIVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5º Aproximação. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-CFSEMG, 1999. 359 p.

RIBEIRO, C. G. M. *et al.* Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 6, p. 1531-1537, 2007.

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.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn Silage Production Management and Feeding**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

SANTOS, G. T. *et al.* Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 761-764, 2000.

SILVA, A. G. da; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 116-127, 2007.

SILVA, A. V. **Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo** (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 1996, 49 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1996.

SILVA, A. V. *et al.* Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34 n. 6, nov./dec. 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, F. F. *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula. 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 14-20, 1999a.

SILVA, F. F. *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula. 2. Avaliação do valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 21-29, 1999b.

SILVA, J. M. *et al.* Desempenho animal e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 642-653, 1999b.

SILVA, L. C. R.; RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do 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.

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, p. 27-32, 2010.

SIMON, J. E. *et al.* 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. 103-120. jan./jun. 2009.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, V. G. *et al.* Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003.

TARDIN, T. D. *et al.* **Cultivo do sorgo: Cultivares**. 8ª ed. Embrapa Milho e Sorgo, out. 2012. Disponível:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_8ed/cultivares.htm>. Acesso em: 21 dez. 2013.

TILLEY, J. M. A. & TERRY, R. A. A two stage technique for the “*in vitro*” digestion of forage crops. **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.

TOMICH, T. R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de corte**, 2003, 84 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

TONUCCI, R. G. **Valor nutricional do feno de Capim – Tifiton 85 amonizado com uréia**. 2006. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/2/TDE-2007-04-17T124443Z-435/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2013.

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

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.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. Discounts for net energy and protein-fifth revision. In: CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE, 1992. **Proceedings...** Ithaca: University of Cornell, 1992. p. 40-48.

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

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

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

VON PINHO, R. G. *et al.* Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas 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.

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: Fundação de Estudos Agrários Luís de Queiroz, 1991. p. 169-218.

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

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo cultural do sorgo para forragem.** Sete Lagoas: 1992. p. 9-26. (Circular Técnica, n. 17)