



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E
NUTRICIONAL DA REBROTA ANUAL DE
QUATRO GENÓTIPOS DE SORGO PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM NA REGIÃO
NORTE DE MINAS GERAIS**

POLIANA ROCHA FRAGA BOTELHO

2010

POLIANA ROCHA FRAGA BOTELHO

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DA REBROTA
ANUAL DE QUATRO GENÓTIPOS DE SORGO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM NA REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS**

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 em Zootecnia.

Orientador

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL**

B748a Botelho, Poliana Rocha Fraga.
Avaliação agronômica e nutricional da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região Norte de Minas Gerais [manuscrito] / Poliana Rocha Fraga Botelho. – 2010.
89 p.
Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros- Unimontes, 2010.
Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires.
1. Forragem. 2. Silagem. 3. Sorgo. I. Pires, Daniel Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.
CDD. 633.202

POLIANA ROCHA FRAGA BOTELHO

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DA REBROTA
ANUAL DE QUATRO GENÓTIPOS DE SORGO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM NA REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS**

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 em Zootecnia.

APROVADA em 5 de MARÇO de 2010.

Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis - UNIMONTES

Prof. Dr^a. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES

Prof. Dr. Diogo Gonzaga Jayme - IF Triângulo

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires
UNIMONTES
(Orientador)

UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Rosalvo e Salvadora; aos meus lindos irmãos Dariane e Adriano; ao meu amado marido Andrey; ao professor Daniel e a todos os amigos e familiares que nunca duvidaram desta vitória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força para realização do meu sonho cercada de tantos que amo.

Aos meus pais, Rosalvo e Salvadora, pelo incentivo incondicional em todos os momentos nos quais precisava de apoio e conselho, pela confiança depositada em mim e pelo amor e carinho que sempre me dedicaram.

A Dari e Di fica também o meu grande obrigada e a certeza de que irmãos melhores neste mundo não há, pois sem eles esta caminhada não estaria completa.

Ao meu amado marido Andrey, que sempre esteve a meu lado, acreditou e apostou no meu sucesso, desde a matrícula no curso de Zootecnia até a concretização deste sonho.

Ao meu sobrinho Lu que amo de paixão.

Ao meu querido cunhado Emerson pelos dias de alegria.

Agradeço ainda ao meu orientador, pela amizade, paciência, apoio incondicional nos momentos mais difíceis que passei todos estes anos. Te adoro Dan.

À minha amiga Jussara pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos Geraldo e Ariomar que sempre estiveram ao meu lado. Muito obrigada por suas amizades e carinho ao longo destes anos.

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

À Universidade Estadual de Montes Claros pela oportunidade de estudo.

À FAPEMIG e CAPES pelas bolsas de estudo.

Aos meus familiares e demais colegas e amigos por acreditarem em mim.

Palavras me faltam para agradecer a todos que merecem serem citados. Busco palavras belas, mas a simples beleza não reflete a minha gratidão pelo apoio recebido em todos estes anos dedicando-me a meu curso.

MUITO OBRIGADA...

**“Não desista enquanto você ainda for capaz de fazer um esforço a mais.
É nesse algo a mais que
está a sua vitória”.**

Roberto Shinyashiki

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURA.....	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do sorgo.....	3
2.2 Classificação.....	6
2.3 Características agronômicas da planta de sorgo.....	8
2.4 Características nutricionais da planta de sorgo.....	13
2.5 Características fermentativas da silagem.....	18
2.6 Rebrotas do sorgo.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Local e dados climáticos.....	29
3.2 Análise e correção do solo.....	29
3.3 Genótipos utilizados.....	29
3.4 Plantio.....	30
3.4.1 Semeadura e desbaste.....	30

3.5 Características avaliadas.....	30
3.5.1 Características agronômicas.....	31
3.5.2 Características nutricionais.....	31
3.6 Delineamento experimental.....	33
3.7 Análises estatísticas.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Características agronômicas.....	34
4.2 Características nutricionais.....	49
4.3 Qualidade das silagens.....	65
5 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ALT - Altura;

COL - Colmo;

CEL - Celulose;

DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca;

FDN - Fibra em detergente neutro;

FDA - Fibra em detergente ácido;

FOL - Folha;

HCEL - Hemicelulose;

LGN - Lignina;

MS - Matéria seca;

NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;

NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido;

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

NºPL/ha - Número de plantas por hectare;

PAN - Panícula;

PB - Proteína bruta;

PMV - Produção de matéria verde;

PMS - Produção de matéria seca;

PMSD - Produção de matéria seca digestível;

pH - Potencial hidrogeniônico;

TXR - Taxa de rebrota.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1-** Valores médios de número de plantas por hectare ($N^{\circ}PI/ha$) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde).....34
- TABELA 2-** Valores médios de altura em metros (ALT (m)) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde).....36
- TABELA 3-** Valores médios de produção de matéria verde em toneladas por hectare (PMV($t\ ha^{-1}$)), produção de matéria seca em toneladas por hectare (PMS ($t\ ha^{-1}$)) e produção de matéria seca digestível em toneladas por hectare (PMSD ($t\ ha^{-1}$)) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde).....39
- TABELA 4-** Valores médios de porcentagem de folhas (%FOL), panícula (%PAN) e colmo (%COL) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde).....44
- TABELA 5-** Valores médios de taxa de rebrota (TXR) de quatro genótipos de sorgo (dados expressos na matéria verde).....48
- TABELA 6-** Teores médios de matéria seca em porcentagem (MS%) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano.....50
- TABELA 7-** Teores médios de proteína bruta em porcentagem (PB%) das silagens de quatro genótipos de sorgo nas duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....52

TABELA 8- Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN%) e fibra em detergente ácido (FDA%) em porcentagem das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....	55
TABELA 9 - Teores médios de hemicelulose (HCEL%), celulose (CEL%) e lignina (LIG%) em porcentagem das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....	58
TABELA 10 - Teores médios de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS %) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....	62
TABELA 11- Valores médios de pH das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....	65
TABELA 12- Teores médios de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total (NH ₃ /NT%) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca).....	67
TABELA 13- Concentrações médias de ácido láctico (%) e ácido acético (%) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano.....	70

RESUMO

BOTELHO, Poliana Rocha Fraga. **Avaliação agronômica e nutricional da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região norte de Minas Gerais**. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.¹

O experimento foi realizado na fazenda Experimental da UNIMONTES em Janaúba, Norte de Minas Gerais, com o objetivo de determinar as características agronômicas e nutricionais da rebrota de genótipos de sorgo para a produção de silagem. Foram utilizados os genótipos Volumax, AG2005E, Qualimax e BRS610. O plantio foi realizado em blocos casualizados no campo, com cinco repetições por genótipo e duas condições experimentais (sorgo semeado no ano e rebrota anual) em um fatorial 4x2. As características agronômicas avaliadas foram taxa de rebrota, número de plantas por hectare, número de plantas acamadas, número de plantas quebradas, altura da planta, produção de matéria verde, produção de matéria seca, proporções de caule, folhas e panícula. Após o corte, parte do material foi ensilado. Após a abertura dos silos as amostras foram pré-secas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro para análises de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina, pH, NH₃/NT e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os valores de N°PI ha⁻¹ foram superiores na rebrota em relação ao sorgo do ano. Em relação às PMV (t ha⁻¹), PMS (t ha⁻¹) e PMSD t ha⁻¹ as maiores produções foram observadas no sorgo do ano. Os valores médios de altura variaram de 1,77 a 2,35 m, sendo que as alturas superiores foram encontradas no sorgo do ano. Em relação às condições experimentais, as maiores porcentagens de folha foram observadas para o sorgo do ano. Quanto ao percentual de panícula a produção foi a mesma nas duas condições experimentais. As maiores porcentagens de colmo foram observadas na rebrota. A taxa de rebrota foi semelhante (p>0,05) para todos os genótipos. Os teores de MS foram similares na rebrota e sorgo do ano. Para os valores de PB das silagens nas duas condições, houve diferença somente para o AG2005E e BRS610, sendo os maiores valores observados no sorgo do ano. Ao avaliar os valores de FDN das silagens nas diferentes condições, houve diferença (p<0,05) somente para o genótipo AG2005E. Em relação ao FDA das silagens, não houve diferença (p>0,05) em ambas condições experimentais. Ao avaliar os valores de HCEL nas diferentes condições, houve diferença (p<0,05) somente para o

genótipo Qualimax. Os valores de CEL variaram de 24,71 a 27,33%, não diferindo ($p>0,05$) nas condições experimentais. Em relação à LGN, nas condições experimentais, houve diferença somente para o BRS610. As maiores porcentagens de DIVMS das silagens foram encontradas no sorgo do ano. Os valores de pH, NH_3/NT , ácido láctico e ácido acético das silagens, foram satisfatórios para um bom perfil de fermentação. Os genótipos avaliados tanto na rebrota como no sorgo do ano têm potencial para a produção de silagem por possuírem características produtivas, nutricionais e fermentativas adequadas. As taxas de rebrota foram suficientes para comprovar que o sistema radicular do sorgo permaneceu vivo no campo, permitindo obter silagens de boa qualidade. Assim a rebrota do sorgo pode ser uma alternativa para a produção de silagem.

Palavras-chave: produção, rebrota, silagem, sorgo.

¹**Comitê de Orientação:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

BOTELHO, Poliana Rocha Fraga. **Agronomic and nutritional evaluation of the annual regrowth of four sorghum genotypes for silage production in the North of Minas Gerais State.** 2010. 89 p. Dissertation (Master 's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.¹

The experiment was carried out at Experimental Farm of UNIMONTES in Janaúba, north of Minas Gerais, in order to determine the agronomic and nutritional features of the regrowth of sorghum genotypes for the production of silage. The used genotypes were Volumax, AG2005E, and Qualimax BRS610. The planting was done in randomized blocks in the field, with five replicates per genotype and two experimental conditions (sorghum sown in the year and annual regrowth) in a 4x2 factorial. The evaluated agronomic characteristics were regrowth rate, number of plants per hectare, number of lodged plants, number of broken plants, plant height, production of green matter and dry matter, proportion of stems, leaves and panicles. After cutting, part of the material was ensiled. After opening the silos, the samples were pre-dried, ground and packed in glass bottles for analysis of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, cellulose and lignin, pH, NH₃/NT and in vitro digestibility of dry matter. Values of PI N / ha were higher in regrowth compared to sorghum of the year. In relation to GMP / ha, DMP / ha and DDM / ha the highest productions were observed in sorghum of the year. The average height ranged from 1.77 to 2.35 m, being the tallest plants found in sorghum of the year. For the experimental conditions, the highest percentages of leaf were observed for sorghum of the year. As for the panicle percentage, the production was the same in both experimental conditions. The highest percentages of stem were observed in regrowth. The rate of regrowth was similar ($p > 0.05$) for all of the genotypes. The DM contents were similar in regrowth and sorghum of the year. The CP values for the silage in both conditions showed some difference only for the AG 2005E and the BRS 610, and the highest levels were observed for sorghum of the year. In assessing the values of NDF of silage in different conditions, there was difference ($p < 0.05$) only for the genotype AG 2005E. In relation to the ADF of the silage, there was no difference ($p > 0.05$) for both experimental conditions. In assessing the values of HCEL in different conditions, there was difference ($p < 0.05$) only for the Qualimax genotype. The values of CEL ranged from 24.71 to 27.33%, not differing ($p > 0.05$) in experimental conditions. As to LNG, in the experimental

conditions, there was difference only for BRS610. The highest percentages of the IVDDM in silages were found in sorghum of the year. The pH levels, NH_3/NT , lactic acid and acetic acid in silages were satisfactory for a good profile of fermentation. The evaluated genotypes as in the regrowth as in sorghum of the year present potential for silage production by having appropriate, productive, nutritional and fermentative characteristics. The rates of regrowth were sufficient to prove that the root system of sorghum remained alive in the field, allowing to obtain good quality silage. Thus, the regrowth of sorghum may be an alternative for the silage production.

Keywords: production, regrowth, silage, sorghum.

¹**Guidance committee:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences/UNIMOTES (Adviser); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser).

1- INTRODUÇÃO

O sorgo é o quinto cereal mais cultivado no mundo. Sua origem está provavelmente na África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia.

A maior área plantada está localizada nos continentes africano e asiático, onde o sorgo é a melhor opção de cultivo em regiões áridas e semiáridas, sendo muito utilizado na alimentação humana. Já no Brasil a maior parte de sua produção é destinada para a alimentação animal.

Na nutrição animal o sorgo pode ser utilizado para a produção de feno, silagem, grãos, e para corte e pastejo. Os grãos são uma importante fonte de energia em dietas de monogástricos e ruminantes.

No Brasil, devido às condições climáticas, a disponibilidade de forragens é irregular ao longo do ano, com períodos alternados de excesso e escassez de pastagens. Visando reduzir os reflexos negativos da estacionalidade na produção de forragens sobre o desempenho do rebanho, é necessário que o excesso de forragens produzido no período chuvoso seja conservado para ser utilizado no período seco, garantindo aos animais boa qualidade de alimentação volumosa ao longo de todo o ano.

Diversas gramíneas podem ser utilizadas para produção de silagens. Dentre elas, o sorgo se destaca por ser uma planta adaptada ao processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo, sua alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada

fermentação láctica, bem como aos altos rendimentos de massa seca por unidade de área (NEUMANN *et al.*, 2002).

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. O sorgo possui sistema radicular bem desenvolvido, o que permite obtenção de água nas camadas mais profundas do solo, possui ainda menor superfície foliar que o milho, apresentando menor perda de água por transpiração.

Além disto, após a colheita da cultura original, a planta do sorgo conserva vivo o seu sistema radicular, o que possibilita a rebrota, havendo condições de fertilidade, temperatura e umidade no solo (ZAGO, 1991).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar as características agronômicas e nutricionais da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região norte de Minas Gerais, podendo contribuir e gerar informações sobre a utilização da rebrota anual de sorgo para produção de silagem.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- A cultura do sorgo

O sorgo tem se tornado uma alternativa para alimentação animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e à alta temperatura (CARVALHO *et al.*, 2000).

Segundo Oliveira (1986), em muitas regiões da África, o sorgo faz parte da alimentação básica da população, suprimindo cerca de 70% da ingestão calórica diária. Nos países industrializados cultiva-se, sobretudo, como planta forrageira, e atualmente, o sorgo forrageiro já dispõe de certa tradição entre os agricultores brasileiros e é muito semeado principalmente no sul de Minas Gerais e no Vale do Paraíba, SP.

De acordo com Magalhães *et al.* (2003), o sorgo é uma espécie do tipo C₄, de dias curtos, com altas taxas fotossintéticas, alta produção de massa e capacidade de rebrota. A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento.

O sorgo é uma espécie anual, ou perene de vida curta, de clima tropical cultivada em diversas regiões do mundo até cerca de 1.800 m de altitude, cuja temperatura média gira entre 21 e 30 °C. Em relação às principais variáveis de clima, a temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme a cultivar considerada. De uma forma geral, a literatura internacional tem mostrado que temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares. Um aumento de 5 °C em relação à

temperatura ótima noturna pode implicar numa redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna. A cada 1 grau centígrados de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14%. Por pertencer ao grupo de plantas C₄, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (EMBRAPA, 2008).

Quanto às exigências climáticas do sorgo, não deve ser cultivado em regiões com menos de 450 mm anuais, nestes locais a cultura só deverá ser feita com irrigação. No entanto, com o desenvolvimento de genótipos de maturação precoce, o ciclo destas culturas requer, para seu completo desenvolvimento, cerca de 380 mm de chuva, desde que este total apresente boa distribuição nos três meses subsequentes à sementeira. Apesar desta resistência à seca, o sorgo tem dois períodos críticos em que a cultura exige umidade no solo. O primeiro é o que vai de 20 a 25 dias após a germinação. E o segundo corresponde ao período próximo ao florescimento (ANTUNES, 1979).

O sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de solo, podendo ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Embora sobreviva melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade, tem preferência por solos bem preparados, com acidez corrigida, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem excesso de umidade. Assim, apresenta maior produtividade nos solos ricos em matéria orgânica, profundos, de boa drenagem e com topografia plana e/ou declividade inferior a 5%. Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do

sorgo, desde que adequadamente preparados. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura (EMBRAPA, 2008).

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

O sorgo é muito resistente à desidratação devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso (podendo atingir 1,5 m de profundidade, valor este normalmente 50% maior que o do milho), ao ritmo de transpiração eficaz (retardamento do crescimento) e características foliares das xerófitas, como a serosidade e a ausência de pilosidade, que reduzem a perda de água da planta. Aliada a estas características há a possibilidade de aproveitamento da rebrota, que pode produzir de 60 a 70% da produção de MS do primeiro corte (SERRANO, 1971).

Na produção de sorgo para forragem existem cultivares adaptadas para uso em silagem, pastejo direto, corte verde e feno. Dentre as principais características consideradas na escolha de uma determinada cultivar, destacam-se rendimento de massa verde e valor nutritivo.

O uso do sorgo na alimentação animal é justificado por apresentar características bromatológicas semelhantes às do milho, chegando a apresentar teores mais elevados de proteína bruta em algumas variedades (WHITE *et al.*, 1991) e pelas características agrônômicas que, entre outras, incluem maior tolerância à seca (CUMMINS, 1981; LUSK *et al.*, 1984).

2.2- Classificação

O Sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. É, dentre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação.

De acordo com a Embrapa (2008) e Miranda e Pereira (2006), o sorgo é classificado agronomicamente em quatro grupos:

1- Granífero: sorgo de porte baixo que varia de 1,00-1,70 metros de altura, desenvolvido especialmente para produção de grãos, possui panículas bem desenvolvidas, podendo chegar a 8 t ha⁻¹ de grãos secos. Quando utilizado para silagem, a produção de massa verde é baixa, geralmente abaixo de 30 t ha⁻¹, o que eleva o custo de produção, mas a qualidade da silagem é alta, devido à elevada participação de grãos na massa ensilada. Para compensar o menor porte da planta, elevar a produção de massa verde e reduzir o custo da silagem, recomenda-se aumentar a densidade de plantio, visando obter uma maior população de plantas por hectare na colheita. Este tipo de sorgo tem uma boa capacidade de rebrota e a produtividade de grãos na rebrota pode alcançar valores médios de 80% do rendimento obtido na primeira colheita. A intensidade e a produção da rebrota é proporcional à sanidade das plantas na primeira colheita e do número de plantas sobreviventes. O sorgo granífero está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada.

2- Forrageiro para silagem e/ou sacarino: inclui os sorgos de porte alto que variam de 2,00 a 3,00 metros de altura, o que confere a esses genótipos um alto

potencial de produção de massa verde, sendo utilizados para a produção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool.

Existem no mercado várias empresas produzindo genótipos adaptados às diversas condições brasileiras. As variedades geralmente têm menor potencial de produção que os híbridos, especialmente em termos de grão. A produção de massa verde dos híbridos é alta, variando de 50 a 70 t/ha no primeiro corte; eles têm boa rebrota, colhendo-se de 30 a 70% no segundo corte, dependendo da temperatura, da disponibilidade de água, da fertilidade do solo e adubação. Dos sorgos forrageiros destinados à produção de silagem, existem os sorgos forrageiros tradicionais, a maior vantagem deste é o baixo custo da silagem produzida.

Entretanto, a qualidade da silagem produzida é inferior a uma boa silagem de milho, devido a uma baixa produção de grãos. Em geral, os sorgos forrageiros de porte alto comercializados no Brasil, apresentam colmos suculentos, com alto teor de açúcares, pois são derivados do sorgo sacarino, que são destinados para produção de álcool e açúcar, além da silagem. Ao utilizar tais cultivares, o produtor deve atentar para o fato de que, ao fazer a colheita, as plantas se apresentem com 30-35% de matéria seca, aproximadamente, para evitar a perda de nutrientes por lixiviação, para obter um bom padrão de fermentação, e, conseqüentemente, obter uma silagem de boa qualidade. Cultivares de porte alto são muito propensas ao acamamento ou tombamento das plantas, causando sérios prejuízos aos produtores, afetando qualidade e custo da silagem, pela perda de grãos e de folhas, além de dificultar ou impossibilitar a colheita mecanizada. Assim, para minimizar os problemas com acamamento, deve-se trabalhar com densidade de plantio adequada para cada tipo de material.

Os sorgos forrageiros de alta qualidade, conhecidos como sorgo de duplo propósito (grão e forragem), produzem silagem comparável à de milho. São genótipos de porte médio, com plantas variando de 2,00 a 2,30 metros de altura. A produção de massa verde é alta, variando de 40 a 55 t ha⁻¹ com boa produção de grãos (4 a 6 t ha⁻¹), o que confere alta qualidade à silagem. O rendimento da rebrota desse tipo de sorgo é razoável, variando de 20 a 50% do obtido no primeiro corte.

3- Forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta: são variedades de capim-Sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. O capim-Sudão é uma espécie anual, que pode atingir até 3 m de altura, colmos com espessura variando de 3 a 9 mm, folhas de 30 a 60 cm de comprimento e de 8 a 15 mm de largura, panículas com tamanho variando de 15 a 30 cm, que se apresentam abertas quando maduras. O capim-Sudão também se adapta ao clima seco e prospera em locais com baixa disponibilidade de água, embora responda bem à irrigação. As suas sementes apresentam boa germinação, com rápida emergência sob altas temperaturas do solo e do ar, tem melhor capacidade de rebrota que a maioria das gramíneas anuais, permitindo utilizações sucessivas.

4- Vassoura: incluem os sorgos cujas panículas são utilizadas para produção de vassouras.

2.3- Características agronômicas da planta de sorgo

Vários são os fatores envolvidos nos sistemas de produção do sorgo, como por exemplo, o manejo cultural (população de plantas e espaçamento de plantas entre e dentro da linha, profundidade e época de semeadura),

melhoramento genético, fertilidade do solo, nutrição e adubação. Estes parâmetros são determinantes para que se possam alcançar produções satisfatórias na colheita.

A escolha do genótipo mais adequado é um aspecto fundamental para o estabelecimento de um sistema de produção mais eficiente. Deve-se observar a região onde será implantada a cultura (adaptação); potencial produtivo; estabilidade de produção; tolerância a doenças, sanidade dos grãos; resistência ao acamamento de colmo e de raiz; ciclo; características dos grãos – textura, coloração; teor de tanino nos grãos e equilíbrio entre folha, colmo e panícula. Com base nessas informações e com as necessidades do agricultor, é possível selecionar o genótipo mais apropriado para um sistema de produção específico, obtendo uma boa produção de massa e valor nutritivo da silagem.

Avaliando os aspectos agrônômicos de genótipos de sorgo, Chiesa *et al.* (2008) registraram, para a porcentagem de folha na matéria verde, que a maior produção foi para o BR101 (16,38%) em relação aos demais genótipos. O AG2005E (14,05%) produziu relativamente maior quantidade que o AG60298 (4,76%). A proporção de colmo na matéria verde foi maior para o AG60298 (81,55%), em relação aos demais genótipos, sendo que o AG2005E e o BR101 tiveram proporções de 56,59 e 59,53%, respectivamente. A proporção de panícula na matéria natural foi superior para o AG2005E em relação ao AG60298 e BR101, com valores de 4,97; 2,24 e 2,00%, respectivamente. Em relação à altura de planta, o AG2005E, AG60298 e o BR101 não apresentaram diferença significativa, sendo suas alturas de 1,72, 2,16 e 2,52 m, respectivamente.

Para Silva (1996), um dos problemas enfrentados no processo de ensilagem é o acamamento da forragem a ser utilizada, visto que encontrou

correlação positiva entre altura das plantas e porcentagem de acamamento. Segundo este autor, a possibilidade de acamamento é maior para genótipos forrageiros, tornando-se preocupante quando a densidade de plantio é muito alta.

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

O número de plantas por hectare de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). Os resultados observados foram 780; 749; 848; 688; 661 e 611 mil plantas por hectare, respectivamente para os genótipos comerciais AG2501C e BRS800, e os genótipos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912).

Estudando seis genótipos de sorgo, Molina *et al.* (2000) verificaram que o AG2006, CMSXS756, BR601, BRS701, BR303 e BR304, obtiveram 106; 98; 87; 96; 105 e 99 mil plantas por hectare, respectivamente.

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando as características dos genótipos de sorgo AG1018 (granífero), DKB860 (granífero), AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), VOLUMAX (forrageiro) e BRS610 (forrageiro) a altura das plantas variou de 1,46 m para os sorgos graníferos, 1,79 m para os duplos propósitos, e 2,66 m para os sorgos forrageiros. Essa característica é altamente influenciada pela constituição genética e pelo ambiente, o que proporciona a grande variação observada. Esse fato sugere a possibilidade de se

obter genótipos de sorgo que conciliem as características de qualidade da silagem com alta produtividade de matéria seca. A maioria dos grupos de genótipos não apresentou plantas acamadas e quebradas, porém, os sorgos forrageiros tiveram alto índice de plantas acamadas e quebradas (17,4%).

Oliveira *et al.* (2005) estudaram o comportamento agrônomico de quatro genótipos de sorgo. Os autores constataram altura das plantas da ordem de 2,12 a 2,74 m. Zago (1997) considerou que a altura da planta é determinante na produção de matéria seca dos genótipos de sorgo.

Em relação à produção de matéria 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 disto, é economicamente inviável. Quanto à produção de matéria seca, esta é uma importante característica na avaliação da viabilidade econômica de uma forrageira destinada à produção de silagem. A produtividade esperada do sorgo para o primeiro corte é de 4-11 t ha⁻¹ de grãos e 40 e 45 t ha⁻¹ de massa verde.

Pesquisando o potencial forrageiro de genótipos de sorgo com capim-Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, Ferreira (2008) verificou valores médios de 55,80 t ha⁻¹ de MV e 7,1 t ha⁻¹ de MS para o 1º, 2º e 3º corte.

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

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).

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). A PMSD encontrada foi de 0,86; 0,88; 1,12; 0,65; 2,05 e 1,12 t ha⁻¹, respectivamente para os genótipos comerciais AG2501C e BRS800 e os genótipos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912).

Tomich (2003), trabalhando com 12 genótipos de sorgo, encontrou valores médios de PMSD de 2,1t ha⁻¹ para o primeiro corte, 2,3 t ha⁻¹ para o segundo corte e 1,9 t ha⁻¹ para o terceiro corte.

Gontijo Neto *et al.* (2002), avaliando a produtividade de genótipos de sorgo forrageiro sob níveis crescentes de adubação, observaram valores de PMSD variando ente 8,0 a 9, 2 t ha⁻¹.

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 porcentagem de colmo será alta em relação às folhas e panículas, comprometendo o valor nutritivo da planta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (ZAGO, 1997).

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

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

Gomes *et al.* (2006), determinando o comportamento agrônômico dos genótipos de sorgo Volumax e AG2005E, obtiveram valores de 29,25% de colmo, 23,50% de folha e 47,25% de panícula para o Volumax e; 34,50% de colmo, 13,25% de folha e 52,50% de panícula para o AG2005E. Segundo Carvalho *et al.* (1992), das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca, seguido pelas folhas, e a panícula, permitindo grandes ganhos de matéria seca num curto período e um melhor valor nutritivo da silagem.

2.4- Características nutricionais das silagens de sorgo

A qualidade do volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição química do alimento, pela digestibilidade de seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal (MAGALHÃES *et al.*, 2005). A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar e manejo de plantio utilizados, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal.

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

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

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.

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

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

Oliveira (2008), determinando o valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens, encontrou, para o sorgo forrageiro (BR601), 6,1% de PB na massa ensilada.

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

A determinação dos teores das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de fibra em detergente ácido (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com o seu consumo (VAN SOEST, 1994).

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando as características nutricionais das silagens dos genótipos de sorgo AG1018 (granífero), DKB860 (granífero), AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), VOLUMAX (forrageiro) e BRS610 (forrageiro), relataram percentuais de FDN de 41,9; 47,2 e 50,1%, respectivamente para os sorgos graníferos, duplos propósitos e forrageiros. Em relação aos percentuais de FDA, observaram-se valores de 30,1; 33,1 e 35,4% para os sorgos graníferos, duplos propósitos e forrageiros, respectivamente. Melo *et al.* (1998) e Resende *et al.* (2003) encontraram valores de FDN na cultura de sorgo variando de 44,8 a 60,4%.

Oliveira *et al.* (2009), estudando as silagens de sorgo com diferentes teores de tanino, representados pelos genótipos 1F305 e BR 700, encontraram as seguintes características nutricionais: 57,09% de FDN e 28,38% de FDA e; 54,74% de FDN e 27,24% de FDA, respectivamente para as silagens dos genótipos 1F305 e BR700.

Segundo Cruz e Pereira Filho (2001), valores de FDN nas silagens inferiores a 50% são mais desejáveis. De maneira geral, os percentuais médios de FDN encontrados nas silagens podem ser considerados baixos. De acordo com Van Soest (1991), teores de FDN superiores a 55% da matéria seca estão negativamente correlacionados com o seu consumo e digestibilidade.

Em relação ao FDA, um bom nível na silagem ocorre quando se tem valores inferiores a 30% (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001). Melo *et al.* (1998)

e Resende *et al.* (2003) encontraram valores de FDA variando de 26,5 a 40,6% em determinados genótipos de sorgo. Entretanto, Fonseca *et al.* (2002), ao estudarem características químicas das silagens de 60 genótipos de sorgo, verificaram variação para percentuais de FDA na matéria seca da silagem de 23,26 a 40,33%.

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

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

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

Oliveira (2008), determinando o valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens encontrou, para o sorgo forrageiro (BR601), 41,00% de CEL, 17,3% de HCEL e 6,1% de LGN na massa ensilada.

Quanto à digestibilidade dos alimentos (volumosos ou concentrados), pode ser definida como a degradação de macromoléculas a compostos simples. Na digestão destes alimentos participam fenômenos de natureza química e física.

Os processos físicos compreendem a motilidade do trato gastrointestinal, mistura do conteúdo, mastigação, deglutição e ruminação. Os fatores químicos envolvem as secreções enzimáticas e glandulares do animal e a atividade das enzimas bacterianas.

As plantas possuem várias substâncias que causam resistência à degradação pelos microrganismos ruminais. Dentre estas substâncias podem ser citados os fenilpropanoides que incluem as ligninas, flavonas, cumarinas, taninos e isoflavonas (JUNG e ALLEN, 1995). Segundo Jung e Deetz (1993), a lignificação da parede celular limita a fermentação microbiana reduzindo a degradação das forragens.

Cabral *et al.* (2003), estudando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, estimada da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas, registraram valores de DIVMS 63,27 a 65,95%, respectivamente. Essa variação ocorreu devido às porcentagens de panícula na massa ensilada (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). Com o aumento da participação da panícula na planta inteira, os teores dos constituintes da fibra são reduzidos e os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca são aumentados. Há, portanto, uma necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo, para obtenção de silagens de boa qualidade e a maior participação da panícula facilita a compactação da massa.

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 a 51,38%.

Jayme *et al.* (2007), pesquisando a composição bromatológica e perfil de fermentação das silagens de cinco genótipos de capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), encontraram valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 41,26 a 60,18%.

Avaliando quatro genótipos forrageiros e um de duplo propósito, Gontijo Neto *et al.* (2002), observaram resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 52,97 a 54,61% para os genótipos forrageiros, e de 61,69% para o de duplo propósito. Segundo Oliveira (1996), o limite de digestibilidade é de 66,7%.

Em relação a culturas como a de sorgo que possui colmo, folhas e panícula, Cummins (1971) cita que a digestibilidade das panículas é sempre maior que a das folhas e o colmo, normalmente a parte de menor digestibilidade. Avaliando a qualidade das silagens de sorgo, Corrêa (1996), Silva (1997) e Brito (1999) obtiveram aumento da DIVMS das silagens à medida que se aumentava a participação das panículas. No entanto, Silva (1996) e Rocha Júnior (1999) não encontraram um aumento na DIVMS com uma maior participação de panículas na massa ensilada. Segundo Tilley e Terry (1963), os resultados de DIVMS são altamente correlacionados com os valores de digestibilidade *in vivo*.

2.5- Características fermentativas da silagem

O principal objetivo da conservação de forragens é a sua preservação durante o ótimo estágio de crescimento, para que esta seja fornecida aos animais no período de escassez. A silagem é o material produzido pela fermentação controlada de uma forragem com alto teor de umidade. Para ser ensilada, uma forragem deve conter um nível adequado de substratos fermentáveis sob forma de carboidratos solúveis em água (os principais são a glicose, frutose, sacarose e frutanas), um baixo poder tampão, um teor de matéria seca entre 30 e 35% e deve também possuir uma estrutura física que permita uma boa compactação no silo (Mc DONALD *et al.*, 1991). Para que uma silagem seja considerada de bom valor nutritivo, é necessário que preserve ao máximo as características nutricionais do material original. Isto ocorre com reduções na respiração do

tecido da planta, na atividade proteolítica e no desenvolvimento de clostrídios (BORGES, 1995), o que é obtido com rápido decréscimo do pH após a ensilagem (McDONALD *et al.*, 1991).

O poder tampão da planta, ou seja, sua capacidade de resistir a variações de pH está relacionado ao teor de proteína bruta, ânions e umidade em sua composição. Níveis altos desses componentes aumentam o poder de manutenção do pH do meio, havendo pouca variação e reduzindo a capacidade de acidificação da massa ensilada. Quando a acidez não é suficiente para prevenir a multiplicação de bactérias do gênero *Clostridium* ocorre o que se chama de fermentação secundária. Este tipo de fermentação produz ácido butírico a partir de glicose e ácido láctico, além de desagregar proteínas produzindo amônia (McDONALD *et al.* 1991).

Um importante fator determinante do tipo de fermentação no processo de ensilagem é o teor de matéria seca da planta. Nos sorgos, este teor varia com a idade de corte e com a natureza do colmo da planta (CARVALHO *et al.*, 1992). Conforme Zago (1991), genótipos de sorgo com colmo seco, geralmente, elevam o teor de matéria seca mais precocemente com a maturação. Segundo Cummins (1972), o desenvolvimento de genótipos de sorgo com colmo seco pode contribuir para a produção de silagem de melhor valor nutritivo, com menores perdas durante o processo de ensilagem e melhor consumo voluntário pelos animais. No entanto, a correlação colmo succulento com menor teor de matéria seca da planta inteira não foi encontrada em alguns trabalhos (BORGES, 1995 e NOGUEIRA, 1995). Este último autor afirma que a proporção de grãos da planta exerceu maior influência no teor de matéria seca que a succulência ou não do colmo.

Paiva (1976) afirma que silagens de boa qualidade devem ter o teor de matéria seca entre 30-35%. Silagens que apresentem umidade muito alta têm uma série de desvantagens: primeiro silagens muito úmidas têm um custo de produção maior, pois o transporte por quantidade de matéria seca fica mais caro; segundo, o pH de silagens muito úmidas tem que ser mais baixo para inibir o crescimento de clostrídios. Estas bactérias são indesejáveis por produzirem ácido butírico e degradarem a fração protéica com conseqüente redução do valor nutricional da silagem; terceiro, mesmo que o nível de carboidratos solúveis seja o suficiente para promover fermentação láctica, o consumo voluntário é diminuído, e quarto, silagens muito úmidas produzem efluentes que levam à perda de nutrientes de alta digestibilidade (McDONALD *et al.*, 1991).

Embora sejam desejáveis forragens com teor de MS entre 30 e 35% para a ensilagem, silagens com teor de matéria seca acima de 40% são mais susceptíveis a danos por aquecimento e aparecimento de fungos, porque a remoção de oxigênio é dificultada por não permitir uma compactação adequada (VAN SOEST, 1994). Além disso, a fase aquosa da silagem perde mobilidade. Assim, produtos da fermentação se difundem mais lentamente entre as colônias de bactérias não ocorrendo uma redução eficaz do pH para inibir a ação das enzimas da planta, enquanto que próximo às colônias torna-se tão ácido que a fermentação é inibida (MOISIO e HEIKONEN, 1994).

Considerando o conteúdo de carboidratos solúveis, em condições experimentais, Petterson e Lindgren (1990) demonstraram que foram necessários 2,5% de carboidrato solúvel na matéria natural da planta de sorgo para promover redução do pH a valores inferiores a 4,2 e manter os níveis de nitrogênio amoniacal abaixo de 8% do nitrogênio total. Borges (1995), Nogueira (1995), Bernardino (1996) e Rocha Júnior (1999) encontraram valores

superiores a 3,5% de carboidratos solúveis totais no material a ensilar (alguns obtiveram valores superiores a 10%).

Dentre os parâmetros utilizados para classificar as silagens, é importante ressaltar os ácidos orgânicos, relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT) e pH.

No que diz respeito aos ácidos orgânicos, os ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico e láctico são os comumente determinados, sendo que o acético, butírico e o láctico são os mais importantes.

O ácido láctico, em função de sua maior constante de dissociação, possui relevante papel no processo fermentativo da silagem, pois é o responsável pela queda do pH a valores inferiores a 4,2 (LAVEZZO, 1993). Segundo Nogueira (1995), silagens com teores de ácido láctico acima de 5% e ácido acético e butírico abaixo de 2,5% e 0,1%, respectivamente, podem ser consideradas de muito boa qualidade.

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

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, ensilados em tubos de PVC de 50 x 10 cm e abertos aos 56 dias, foram avaliados por VIEIRA *et al.* (2004). O teor de ácido acético das silagens variou de 1,21 a 2,42%, e o ácido láctico de 5,0 a 8,54%.

Os ácidos orgânicos das silagens de sete genótipos de sorgo, de diferentes portes e suculências do colmo, foram determinados por Rocha Júnior

et al. (2000b). A variação do teor dos ácidos foi a seguinte: 2,8 a 8,5% de ácido láctico, 1,2 a 1,9% de acético, 0,0 a 0,09% de butírico e 0,0 a 0,36% de propiônico. Segundo Borges (1995), variedades de colmo succulento e sacarino e de porte alto têm geralmente a concentração de carboidratos solúveis mais elevadas (16-20%), sendo um dos pontos importantes para se obter um bom padrão de fermentação.

Cândido *et al.* (2002) avaliaram as características fermentativas de silagens de genótipos de sorgo cultivados com doses crescente de adubação e observaram valores de ácido láctico e ácido acético variando de 3,88 a 7,69% e 3,72 a 4,03, respectivamente.

Quanto à relação N-NH₃/NT, o teor de N-NH₃/NT junto com o valor de pH são indicativos do processo fermentativo. Normalmente, a quantidade de amônia é utilizada como indicador da atividade clostridial proteolítica. E muitos trabalhos concordam com a utilização deste parâmetro na indicação do grau de proteólise na silagem (McDONALD *et al.*, 1991). Tais preocupações são importantes, pois os altos níveis de proteólise nas silagens podem estar relacionados a baixos consumos voluntários e à menor eficiência de síntese de proteína microbiana (VAN SOEST, 1994).

A concentração de N-amoniaco em forragens é usualmente menor que 1% (OHSHIMA e McDONALD, 1978). Todavia, a degradação protéica por enzimas das plantas e a ação das bactérias lácticas, entéricas e de clostrídios alteram a composição da fração nitrogenada da silagem (NOGUEIRA, 1995). Conforme McDonald *et al.* (1991), o nitrogênio amoniaco da silagem é significativamente diminuído quando se ensilam materiais com valores altos de MS e carboidratos solúveis em água. De acordo com o AFRC (1987), uma silagem pode ser considerada muito boa quando a relação N-NH₃/NT for menor

que 10%, boa entre 10 e 15%, média entre 15 e 20%, e ruim quando maior que 20%.

Skonieski *et al.* (2010), estudando as características fermentativas de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito encontraram para os genótipos forrageiros valor de 1,9% de NH_3/NT . Para os duplos propósitos, o valor foi de 1,91% para a relação NH_3/NT .

Jayme *et al.* (2007), pesquisando a composição bromatológica e perfil de fermentação das silagens de cinco genótipos de capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), constataram valores de 4,02 a 7,53% para a relação NH_3/NT .

Avaliando diferentes genótipos de sorgo quanto aos componentes da planta e silagens produzidas, Neumann *et al.* (2002) encontraram valor médio de 5,49% para a relação NH_3/NT .

Em relação aos valores de pH das silagens bem conservadas, estes variam entre 3,6 e 4,2. Estas apresentam altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos, desde que não se usem aditivos para restringir a fermentação (FAIRBAIRN *et al.*, 1992). Por outro lado, a presença de acetato em grandes quantidades está relacionada à ação prolongada de coliformes e das bactérias heterofermentativas, com prejuízo para o balanço energético entre a forragem verde e ensilada (MOISIO e HEIKONEN, 1994). Consoante 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 4,2 e 4,6; e uma ruim valores de pH maiores que 4,6.

Pesquisando o padrão de fermentação da silagem de sete genótipos de sorgo, Brito *et al.* (2000b) encontraram valores de pH variando de 3,5 a 4,1. Determinando a produção e o valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas

respectivas silagens, Oliveira (2008) encontrou valor de 3,9 para o pH da silagem de sorgo forrageiro. Neumann *et al.* (2004), avaliando a qualidade e o valor nutricional da silagem de genótipos de sorgo, obtiveram valores médios de pH para os sorgos forrageiros de 3,3 e para os duplos propósitos de 3,9.

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

De acordo com McDonald *et al.* (1991), as bactérias lácticas podem ser homofermentativas ou heterofermentativas. As primeiras convertem glicose e frutose em ácido láctico e são predominantes no início do processo fermentativo de silagens bem conservadas. As bactérias heterofermentativas produzem além do ácido láctico, ácido acético, etanol e dióxido de carbono, não sendo, por isso, tão eficientes quanto às homofermentativas para promover a redução do pH.

2.6- Rebrotas do sorgo

A planta de sorgo se adapta à ampla variação de ambientes, principalmente sob condições acentuadas de deficiência hídrica, desfavoráveis à maioria dos cereais, o que possibilita o cultivo desta gramínea em regiões ou em épocas do ano com distribuições irregulares de chuva (PORTUGAL *et al.*, 2003).

Uma grande vantagem do sorgo é a capacidade de rebrotas das soqueiras após a colheita dos grãos ou da parte aérea das plantas. Sendo assim, é possível viabilizar outras safras, de grãos ou de silagem, sem a necessidade de se instalar a cultura novamente no campo. Porém, a intensidade e a produção da rebrota do sorgo é proporcional à sanidade das plantas na primeira colheita e do número de plantas sobreviventes. Dessa forma, os melhores genótipos são aqueles com maior resistência às doenças foliares e maior capacidade de se manterem verdes após maturação fisiológica dos grãos (SANTOS, 2003). Segundo Aguiar *et al.*

(2000), a produtividade do sorgo é em função de vários fatores integrados (interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de fotossintatos para os grãos, capacidade de dreno, entre outros).

Os principais fatores edafoclimáticos que afetam a produtividade do sorgo são a temperatura do ar, precipitação e água no solo. De acordo com Zago (1997), semeaduras de sorgo efetuadas em fevereiro em regiões do Brasil Central proporcionaram produções acumuladas de 9 a 12 t ha⁻¹ de fitomassa seca, em três cortes consecutivos sem irrigação, o que representou produções de 40 a 60 t ha⁻¹ de forragem fresca.

Conforme Gomide e Gomide (2000), o potencial de produção de fitomassa de gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante para restauração da capacidade fotossintética das plantas após o corte ou pastejo, e a eliminação da gema apical das plantas promove brotações a partir do desenvolvimento de gemas basais ou laterais, dando origem a novos perfilhos. Mozzer (1993) relata que a melhor altura de corte de gramíneas é rente ao solo, tendo em vista que o corte baixo é responsável por crescimento mais vigoroso das plantas, pois os altos dificultam manejos posteriores, além de as gemas laterais dos segmentos de caule deixados nas soqueiras apresentarem intensas brotações de baixo vigor. Por outro lado, Jacques (1994) afirma que quando são feitos cortes mais altos em gramíneas forrageiras (50-60 cm), deixam-se maiores números de gemas laterais responsáveis pelo rebrote, além de aumentar as reservas de energia que intensificam a regeneração das plantas.

De acordo com Magalhães *et al.* (2000), o perfilhamento do sorgo pode ser basal ou axilar, ou seja, basal quando se origina de gemas do primeiro nó, e axilares oriundas daquelas dos outros nós do colmo que são morfologicamente

idênticas e possuem potencial para formar perfilhos. Os autores ainda argumentam que fatores de manejo da cultura também interferem no perfilhamento, além da genética dos cultivares e das condições ambientais como: densidade populacional de plantas, espaçamento entre linhas, fertilidade do solo, adubação, altura de corte, oferta hídrica e temperatura.

A importância das reservas de carboidratos dos colmos e de outros órgãos remanescentes após a remoção da parte aérea de gramíneas tropicais forrageiras é bastante discutida na literatura (CORSI e NASCIMENTO JÚNIOR, 1994). Como as gramíneas forrageiras tropicais geralmente possuem órgãos de reserva na base dos caules, é possível que o corte alto favoreça o armazenamento de carboidratos e acelere a recuperação das plantas (GOMIDE, 1994).

As taxas médias de rebrota obtidas por Tomich (2003), entre o primeiro e o segundo cortes e entre o segundo e terceiro cortes, para doze genótipos de sorgo para corte e/ou pastejo no verão, foram de 1,22 e 0,92, respectivamente.

Ferreira (2008), avaliando o potencial forrageiro de genótipos de sorgo com capim-Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, as taxas médias de rebrota alcançada foram de 0,72 na 1ª rebrota e 1,09 na 2ª rebrota.

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). As taxas médias de rebrota observadas foram de 0,79; 0,76; 0,75; 0,79; 0,75 e 0,72, respectivamente, para os genótipos comerciais AG2501C e BRS800 e os genótipos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912).

Ribas *et al.* (2002) não encontraram diferenças significativas nas relações folha/colmo, que foram de 0,73; 1,06 e 0,96 para o primeiro, segundo e terceiro cortes em genótipos de sorgo com capim-Sudão, respectivamente.

Edwards Júnior *et al.* (1971) observaram que a digestibilidade da matéria seca de genótipos de sorgo com capim-Sudão decresceu de 89%, com uma semana de rebrota, quando as plantas tinham 34 cm de altura, para 57% com oito semanas, quando as plantas estavam com 270 a 275 cm de altura. Segundo esses autores a digestibilidade da MS de genótipos de sorgo com capim-Sudão parece ser mais relacionada com a altura da planta e com a percentagem de folhas e colmos do que com tempo de rebrota.

Lima *et al.* (2007), analisando o genótipo de sorgo forrageiro BRS Ponta-Negra de alta produtividade de grãos, forragens e capacidade de rebrota, obtiveram produção de 38,50 t ha⁻¹ no primeiro corte, 29,09 t ha⁻¹ no segundo corte, 21,83 t ha⁻¹ no terceiro corte e 19,68 t ha⁻¹ no quarto corte.

Mello *et al.* (2003), avaliando a produtividade de um genótipo de sorgo submetido a dois cortes, 50 e 85 dias após a emergência, observaram que as produções de MV não diferiram ($p>0,05$) entre os cortes avaliados sendo a produção de MV de 10,62 t ha⁻¹ no primeiro corte e 11,85 t ha⁻¹ no segundo corte.

Gontijo (2003), trabalhando com genótipos diferentes, mas nas mesmas condições de cultivo, obteve produções médias de 12,78 e 17,8 t ha⁻¹, respectivamente, para a primeira e segunda épocas de corte, ambas no final de setembro. Raupp *et al.* (1999) encontraram valores variando de 9,6 a 12,7 t ha⁻¹ no primeiro corte e 16,6 a 19,8 t ha⁻¹ no segundo corte, com idades de 53 dias após o plantio e 28 dias de rebrota, respectivamente. Tomich *et al.* (2001) obtiveram produções de matéria verde variando de 8,3 a 13,8 t ha⁻¹ para 12

genótipos avaliados aos 29 dias de rebrota após o primeiro corte, quando as plantas alcançaram altura superior a 80 cm.

Ribas *et al.* (2002) encontraram produções totais de matéria verde variando de 43,3 a 61,3 t ha⁻¹ para doze genótipos colhidos aos 55 dias após o plantio e com 29 e 30 dias de rebrota.

Corrêa *et al.* (2007), determinando o consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo com ou sem aditivos em ovinos, utilizando a rebrota do sorgo AG2002 (forrageiro) para a confecção das silagens, encontraram valores de MS, PB, FDA, FDN e Hemicelulose nas silagens sem aditivos de: 24,17%; 6,18%; 44,51%; 73,89% e 29,38%, respectivamente.

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Local e dados climáticos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais. O local possui latitude Sul nas coordenadas 15°52'38'', longitude 43°20'05'' Oeste. O solo é classificado como latossolo distrófico de textura média. A pluviosidade média da região é de aproximadamente 800 mm com temperatura média anual de 28 °C, umidade relativa do ar em torno de 65% e, segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região é o Aw (ANTUNES, 1994).

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais.

3.2- Análise e correção do solo

Foram coletadas amostras de solo do horizonte superficial (0 a 20 cm), coincidindo aproximadamente com a camada de aradura, onde se desenvolve a maior parte das raízes. Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de malha grossa, para então serem retiradas amostras para análise em laboratório. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES. Baseada na análise de solo e exigência da cultura, foi realizada a correção e a adubação e, posteriormente, o plantio. Na adubação de plantio, foram utilizados 300 kg/ha da formulação 04-30-10 conforme a 5ª aproximação. Foi realizada uma adubação de cobertura aos 35 dias (60 kg/ha de N com a fonte Ureia).

3.3- Genótipos utilizados

Foram utilizados neste experimento quatro genótipos de sorgos forrageiros: Volumax, BRS610, XBS60329 (Qualimax) e AG2005E (duplo propósito).

3.4- Plantio

Cada bloco era composto por oito parcelas. Foram selecionadas, aleatoriamente, quatro parcelas de cada bloco para o plantio dos genótipos de sorgo. Estes genótipos foram semeados em novembro de 2007 para avaliar a rebrota anual. Quando os genótipos completaram o ciclo vegetativo, foi realizado o corte no final de fevereiro de 2008. Após o período seco do ano, quando as chuvas começaram, os mesmos genótipos semeados em novembro de 2007 foram semeados em novembro de 2008 nas demais parcelas para avaliação do sorgo do ano. O corte dos genótipos da rebrota e sorgo do ano foi realizado em fevereiro de 2009. O ponto de ensilagem foi determinado quando os materiais alcançaram teor de matéria seca entre 30 e 35%.

3.4.1- Semeadura e desbaste

O número de sementes semeadas por metro linear em cada parcela foi de vinte (20) para os genótipos Volumax, BRS610, XBS60329 e AG2005E e, após a emergência das plântulas, foi realizado um desbaste em cada parcela adequando o número de plantas por metro linear com o genótipo em questão. Para o Volumax e BRS610, foram 10 plantas por metro linear com um estande final ideal de 140.000 plantas ha⁻¹; para o XBS60329 e AG2005E o número de plantas por metro linear foram 12, com um estande final de 160.000 plantas ha⁻¹. Cada parcela foi composta por seis linhas de seis (6) metros de comprimento e setenta (70) centímetros de espaçamento entre linhas.

3.5- Características avaliadas

As avaliações foram efetuadas em quatro linhas de cada parcela do canteiro, eliminando-se 1 m nas extremidades de cada linha e as duas linhas laterais de cada parcela (as bordaduras). Assim, nas duas linhas centrais foram realizadas as avaliações das características agronômicas e nas duas linhas intermediárias as características da silagem produzida.

3.5.1- Características agronômicas

Foram efetuadas as seguintes avaliações: nas duas fileiras centrais de cada parcela da rebrota anual de sorgo foram avaliados: a taxa de rebrota, obtida pelo o número de plantas no momento do corte; número de plantas acamadas, obtido pela contagem na área útil da parcela, das plantas que apresentarem um ângulo de inclinação maior que 45° em relação ao eixo vertical; número de plantas quebradas, obtido pela contagem das plantas quebradas, na área útil da parcela, por ocasião do corte; número de plantas por hectare, número de plantas na área útil da parcela contada por ocasião do corte; altura da planta no momento do corte; produção de matéria verde, obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após corte a quinze (15) centímetros do solo; produção de matéria seca, obtida a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte; produção de matéria seca digestível, obtida por meio da porcentagem da digestibilidade, encontrada pela metodologia de Tilley e Terry (1963) e a respectiva produção de matéria seca; proporções de folha, colmo e panícula, obtidas a partir de 20% das plantas das duas linhas centrais de cada parcela. Para os mesmos genótipos de sorgo semeados no ano, também nas duas fileiras centrais de cada parcela, foram realizadas as mesmas avaliações agronômicas, exceto a taxa de rebrota.

3.5.2- Características nutricionais

As duas fileiras intermediárias de cada parcela, da rebrota anual e da planta semeada no ano foram utilizadas para a ensilagem quando cada genótipo apresentou um teor de matéria seca adequado ao processo de ensilagem. Foram utilizados silos de laboratório feitos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, sendo a forrageira picada em picadeira estacionária e prensada com soquete de madeira, adotando uma densidade média de 600 Kg m³. Os silos foram vedados no momento da ensilagem, com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen e lacradas com fita crepe, sendo pesados antes e após a ensilagem. Foram feitas cinco repetições por tratamento e três réplicas por parcela, sendo confeccionado um total de cento e vinte (120) silos, que foram abertos após 56 dias de ensilagem. No momento da abertura dos silos, o material foi homogeneizado e foram extraídos aproximadamente 200 ml de suco da silagem com auxílio de um prensa hidráulica, para determinação dos valores de pH, nitrogênio amoniacal, ácido acético e láctico. Parte do material foi colocado em bandeja de alumínio, pesado e posteriormente pré-seco em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas ou até atingirem peso constante. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm e, em seguida, guardadas em vidros com tampa para análises posteriores. Foram feitas determinações dos conteúdos de matéria seca (MS) a 105 °C (AOAC, 1980), e foram determinadas ainda as porcentagens de proteína bruta (PB), ácido láctico e acético (cromatografia líquida-gasosa, segundo (AOAC, 1980), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina pelo método sequencial de Robertson e Van Soest (1981), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley e Terry, 1963). A partir do suco da silagem, foram determinados os valores de pH empregando-se um peagâmetro, e os valores de nitrogênio amoniacal por

destilação com óxido de magnésio (AOAC, 1980).

3.6- Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados no campo, com cinco repetições por genótipo e duas condições experimentais (sorgo semeado no ano e rebrota anual) em esquema fatorial 4x2 num total de quarenta (40) parcelas. Cada bloco foi formado com 8 parcelas (ou 8 tratamentos).

3.7- Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância quando a mesma foi significativa. Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o Sistema de Análises de Variância (SISVAR), descrito por Ferreira (2000) e, para a comparação de médias, utilizou-se o teste de Scott e Knott ao nível de 5% de significância, conforme o seguinte modelo:

$Y_{ijk} = \mu + G_i + C_j + GC_{ij} + B_k + e_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = valor observado ao genótipo i , submetido à condição j , submetido ao bloco k ;

μ = média geral;

G_i = efeito do genótipo i , com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

C_j = efeito da condição j , com $j = 1$ e 2 ;

GC_{ij} = efeito da interação entre o genótipo i e a condição j ;

B_k = efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

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

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

Na tabela 1 estão apresentados os valores médios de número de plantas por hectare (NºPl ha⁻¹) de quatro genótipos de sorgo nas duas condições experimentais rebrota e sorgo do ano.

TABELA 1- Valores médios de número de plantas por hectare (NºPl ha⁻¹) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde)

Genótipos	NºPl ha ⁻¹	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	202.999,94 ^{Aa}	149.999,96 ^{Ab}
AG2005E	208.999,93 ^{Aa}	172.285,66 ^{Ab}
Qualimax	206.571,37 ^{Aa}	164.857,09 ^{Ab}
BRS610	193.999,94 ^{Aa}	157.142,81 ^{Ab}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 7,41. CV²: 7,32.

Quanto aos valores de número de plantas por hectare, foi observada diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais, sendo que a maior população de plantas foi observada na rebrota para todos os genótipos. Quando comparado os valores de NºPl ha⁻¹ entre genótipos não houve diferença ($p > 0,05$).

Oliveira *et al.* (2005), estudando o comportamento agronômico de quatro genótipos de sorgo, encontraram valores próximos aos do experimento. Os

autores determinaram densidade com variação de 167,27 a 212,85 mil plantas por hectare.

Os valores de N°PI ha⁻¹ foram superiores aos encontrados por Von Pinho *et al.* (2006) que, avaliando as características agronômicas dos genótipos de sorgo granífero, duplo propósito e forrageiro, observaram para todos os grupos de cultivares 167,43, 143,71 e 127,60 mil plantas por hectare, respectivamente.

Estudando seis genótipos de sorgo, Molina *et al.* (2000) encontraram estande final variando de 106; 98; 87; 96; 105 e 99 mil plantas por hectare, respectivamente, para os genótipos AG2006, CMSXS756, BR601, BRS701, BR303 e BR304; valores esses com menor amplitude de variação que os obtidos nesta pesquisa.

Os resultados encontrados neste trabalho são inferiores para todos os genótipos estudados comparando com o valor encontrado por Ferreira (2008) pesquisando o potencial forrageiro do genótipo de sorgo com capim-Sudão mutante, onde obteve estande médio final de 505,9 mil plantas ha⁻¹. Entretanto, no trabalho de Rocha Júnior *et al.* (2000a), onde foram avaliados sete genótipos de sorgo de portes alto, médio e baixo, com diferentes teores de umidade no colmo, para produção de silagem, as variações foram inferiores quando comparadas com este experimento (75,2 a 168,6 mil plantas por hectare).

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). Os números de plantas por hectare encontrados foram de 780; 749; 848; 688; 661 e 611 mil plantas, respectivamente para os genótipos comerciais AG2501C e BRS800, e os genótipos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912); resultados superiores aos encontrados neste experimento.

Nesta pesquisa, o maior estande observado na rebrota pode ter sido ocasionado pela ausência de mortalidade das plantas originais e perfilhamento nessa condição, sendo que de cada planta submetida ao corte surgiram um ou mais perfilhos.

Os dados médios de altura de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano, encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2- Valores médios de altura em metros (ALT (m)) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde)

Genótipo	ALT (m)	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	2,08 ^{Ab}	2,35 ^{Aa}
AG2005E	1,77 ^{Bb}	2,10 ^{Ba}
Qualimax	1,88 ^{Bb}	2,19 ^{Ba}
BRS610	2,03 ^{Ab}	2,30 ^{Aa}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 5,99. CV²: 6,86.

Os valores médios de altura variaram de 1,77 a 2,35 m. Foi observada diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais para todos os genótipos, sendo que as maiores alturas foram observadas no sorgo do ano. Quando comparado os valores de altura entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$). Na rebrota, o Volumax e o BRS610 obtiveram as maiores alturas (2,08 e 2,03 m), sendo estes semelhantes entre si. O AG2005E e o Qualimax obtiveram as menores alturas (1,77 e 1,88 m), equiparando-se entre si. No sorgo do ano, os genótipos que atingiram alturas

superiores e semelhantes foram o Volumax e o BRS610 (2,35 e 2,30 m). Os materiais AG2005E e Qualimax igualaram-se entre si (2,10 e 2,19 m) e foram inferiores aos demais.

As alturas dos materiais obtidas no presente estudo encontram-se próximas das observadas por Chiesa *et al.* (2008) que, ao avaliarem os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, obtiveram altura de planta para os genótipos AG2005E, AG60298 e o BR101 de 1,72, 2,16 e 2,52 m, respectivamente.

Oliveira *et al.* (2005), estudando o comportamento agronômico de quatro genótipos de sorgo, determinaram altura das plantas da ordem de 2,12 a 2,74 m, valores estes próximos aos encontrados neste trabalho.

O resultado encontrado por Neumann *et al.* (2005), pesquisando o comportamento agronômico produtivo do genótipo de sorgo AG2002 de caráter forrageiro, foi de 2,28 m de altura, sendo que tal valor foi semelhante somente à altura do BRS610 no sorgo do ano.

Gontijo *et al.* (2008) e Ferreira (2008) encontraram altura da planta de sorgo com capim-Sudão variando respectivamente de 0,83 a 0,95 m e 0,91 a 1,15 m, sendo com menor amplitude de variação que as alturas obtidas neste trabalho.

Avelino (2008), mensurando as características produtivas de genótipos de sorgo para produção de silagem, determinou para o Volumax e AG2005E alturas médias de 1,12 e 0,98 m, respectivamente. Tais resultados contrastam com os valores de altura observados neste experimento.

Em função das características do Volumax e do BRS610, que são sorgos forrageiros de porte mais alto, as alturas registradas foram significativamente maiores que as do AG2005E e Qualimax, que são sorgos forrageiros mais baixos.

Em relação às plantas acamadas e quebradas, nas condições em que este experimento foi conduzido, não foram observadas. No cultivo de plantas utilizadas para produção de silagem, é importante seguir as recomendações de estande e espaçamento, pois o adensamento no plantio implica em quebra e acamamento de plantas.

Na Tabela 3 são apresentadas as produções médias de matéria verde (PMV ($t\ ha^{-1}$)), matéria seca (PMS ($t\ ha^{-1}$)) e produção de matéria seca digestível (PMSD ($t\ ha^{-1}$)) em toneladas por hectare de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano.

TABELA 3- Valores médios de produção de matéria verde em toneladas por hectare (PMV(t ha⁻¹)), produção de matéria seca em toneladas por hectare (PMS (t ha⁻¹)) e produção de matéria seca digestível em toneladas por hectare (PMSD (t ha⁻¹)) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde)

Genótipos	PMV (t ha ⁻¹)	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	36,74 ^{Ab}	51,85 ^{Aa}
AG2005E	27,01 ^{Bb}	40,14 ^{Ca}
Qualimax	28,64 ^{Bb}	44,52 ^{Ba}
BRS610	37,00 ^{Ab}	53,08 ^{Aa}
	PMS (t ha ⁻¹)	
Volumax	12,30 ^{Ab}	16,60 ^{Aa}
AG2005E	9,50 ^{Bb}	13,73 ^{Ca}
Qualimax	9,34 ^{Bb}	14,34 ^{Ba}
BRS610	12,73 ^{Ab}	17,52 ^{Aa}
	PMSD (t ha ⁻¹)	
Volumax	6,40 ^{Ab}	9,10 ^{Aa}
AG2005E	5,30 ^{Bb}	8,30 ^{Ca}
Qualimax	5,40 ^{Bb}	8,80 ^{Ba}
BRS610	7,20 ^{Ab}	10,30 ^{Aa}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 4,24, CV²: 9,12 para PMV (t ha⁻¹). CV¹: 4,23, CV²: 9,12 para PMS (t ha⁻¹). CV¹: 4,23, CV²: 9,12 para PMSD.

Em relação aos valores de PMV (t ha⁻¹), foi observada diferença (p<0,05) nas duas condições experimentais para todos os genótipos, sendo que as maiores produções foram observadas no sorgo do ano. Nesta condição, o Volumax, AG2005E, Qualimax e o BRS610 apresentaram, respectivamente, um aumento de 29,14; 32,70; 35,70 e 30,30% de produtividade em relação à rebrota. Quando comparado os valores de PMV (t ha⁻¹) entre os genótipos, nas duas condições experimentais, houve diferença (p<0,05). Na rebrota, o Volumax e o BRS610 tiveram produções superiores e semelhantes (36,74 e 37,00 t ha⁻¹),

enquanto o AG2005E e o Qualimax assemelharam-se com produções inferiores (27,01 e 28,64 t ha⁻¹). Contudo, no sorgo do ano, o Volumax e o BRS610 tiveram valores superiores e semelhantes (51,85 e 53,08 t ha⁻¹) quando comparados aos demais. O Qualimax foi superior (44,52 t ha⁻¹) ao AG2005E (40,14 t ha⁻¹), que obteve o menor valor de PMV (t ha⁻¹) nesta condição.

Quando avaliadas as produções de matéria seca (t ha⁻¹), foi observada diferença (p<0,05) nas duas condições experimentais para todos os genótipos, sendo que as maiores produções foram observadas no sorgo do ano. Quando comparado os valores de PMS (t ha⁻¹) entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença (p<0,05). Na rebrota, o Volumax e o BRS610 tiveram produções superiores e equivalentes (12,13 e 12,73 t ha⁻¹), enquanto o AG2005E e o Qualimax tiveram produções inferiores e semelhantes (9,50 e 9,43 t ha⁻¹). No sorgo do ano, equipararam-se o Volumax e o BRS610 com valores superiores (16,60 e 17,52 t ha⁻¹) quando comparados aos demais. O Qualimax foi superior (14,34 t ha⁻¹) ao AG2005E (13,73 t ha⁻¹), que obteve o menor valor de PMS (t ha⁻¹) nesta condição.

Os dados médios de PMSD variaram de 5,30 a 10,30 t ha⁻¹, sendo que a PMSD no sorgo do ano superou a rebrota para todos os genótipos os quais, nas duas condições, apresentaram comportamentos diferentes. Na rebrota, o Volumax e o BRS610 tiveram PMSD superiores e equivalentes (6,40 e 7,20 t ha⁻¹), enquanto o AG2005E e o Qualimax tiveram produções inferiores e semelhantes (5,30 e 5,40 t ha⁻¹). Todavia, no sorgo do ano, equipararam-se o Volumax e o BRS610 com valores superiores (9,10 e 10,30 t ha⁻¹) quando comparados aos demais. O Qualimax foi superior (8,8 t ha⁻¹) ao AG2005E (8,3 t ha⁻¹), que obteve o menor valor de PMSD (t ha⁻¹) nesta condição.

Chiesa *et al.* (2008), avaliando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, determinaram produções de MV para o sorgo AG2005E (42,56 t ha⁻¹), e AG60298 (39,68 t ha⁻¹) próximas ao deste trabalho.

Lima *et al.* (2007), analisando o genótipo de sorgo forrageiro BRS-Ponta Negra de alta produtividade de grãos, forragens e capacidade de rebrota, obtiveram PMV no primeiro (38,50 t ha⁻¹) e segundo corte (29,09 t ha⁻¹) próximas ao deste experimento.

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

Neumann *et al.* (2000), estudando o comportamento agrônomico produtivo do genótipo de sorgo AG2002 de caráter forrageiro, e Gontijo *et al.* (2003), trabalhando com genótipos diferentes em duas épocas de corte, encontraram valores inferiores de produção de MV (25,40 t ha⁻¹); e (12,78 e 17,8 t ha⁻¹) aos observados neste trabalho.

De acordo com os dados deste experimento, sugere-se que a maximização da produção de matéria verde por hectare no sorgo do ano em comparação à rebrota foi em função da utilização de um estande ideal pois, na rebrota, devido ao perfilhamento, houve um aumento do estande final. Assim, no sorgo do ano pode ter ocorrido maior captação de luz pela planta, potencializando seu desenvolvimento possivelmente pelo aumento da capacidade fotossintética, elevando a produtividade de matéria verde. Além desse fator, as maiores alturas e porcentagens de folhas foram encontradas no sorgo do ano. Ao comparar o Volumax e o BRS610 tanto na rebrota quanto no sorgo do ano, observaram-se maiores produções desses materiais devido as suas maiores alturas em relação ao AG2005E e Qualimax.

Avaliando as características agronômicas dos genótipos de sorgo AG1018 (granífero), DKB860 (granífero), AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), Volumax (forrageiro) e BRS610 (forrageiro), Von Pinho *et al.* (2006) verificaram variações na produtividade de matéria seca próximas às determinadas no presente trabalho. As produções médias obtidas foram de 9,0 t ha⁻¹ para os graníferos, 10,8 t ha⁻¹ para os duplos propósitos e 14,4 t ha⁻¹, para os forrageiros.

Os resultados observados neste trabalho são inferiores comparando com os valores encontrados por Chiesa *et al.* (2008) que obtiveram produções de 19,8, 26,4 e 29,96 t ha⁻¹ de MS, trabalhando com os genótipos de sorgo AG2005E, AG60298 e BR101, respectivamente.

Gontijo *et al.* (2008), estudando o potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão, determinaram, em média, produções inferiores (9,04; 7,33; 9,13; 7,48; 7,83 e 6,85 t ha⁻¹ de MS) às alcançadas neste trabalho.

A produtividade média de MS alcançada por Ferreira (2008), avaliando o potencial forrageiro de genótipos de sorgo com capim-Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, foi inferior (7,1 t ha⁻¹) aos resultados obtidos neste experimento.

Neumann *et al.* (2005), verificando o comportamento agrônomico produtivo do genótipo de sorgo AG2002 de caráter forrageiro, registraram produção de MS similar (9,4 t ha⁻¹) somente aos genótipos AG2005E e Qualimax na rebrota. Para os demais as produções, foram inferiores às encontradas neste estudo.

Assim, como observado na produção de matéria verde por hectare, a produção de matéria seca seguiu as mesmas tendências com as maiores produções observadas para o sorgo do ano, em função da altura e proporção de

folha. É importante salientar que a produção de matéria seca depende também do teor de matéria seca da planta no momento do corte.

Gontijo Neto *et al.* (2002), avaliando a produtividade de genótipos de sorgo forrageiro sob níveis crescentes de adubação, observaram valores de PMSD variando entre 8,0 a 9,2 t ha⁻¹, sendo que esses valores foram próximos aos constatados na condição sorgo do ano nesta pesquisa.

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). As PMSD encontradas foram de 0,86; 0,88; 1,12; 0,65; 2,05 e 1,12 t ha⁻¹, todas inferiores às produções da presente pesquisa.

Tomich (2003), trabalhando com 12 genótipos de sorgo, encontrou valores médios de PMSD de 2,1 t ha⁻¹ para o primeiro corte; 2,3 t ha⁻¹ para o segundo e 1,9 t ha⁻¹ para o terceiro. Essas produções encontram-se inferiores aos resultados deste experimento.

Baseado nos dados deste estudo sugere-se que a maximização da produção de matéria seca digestível por hectare no sorgo do ano em comparação a rebrota foi em função da maior produção e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Comparando o Volumax e o BRS610, tanto na rebrota quanto no sorgo do ano, observaram-se maiores produções de matéria seca digestível desses materiais devido as suas maiores produções de matéria seca. No experimento, o AG2005E e Qualimax, nas duas condições analisadas, obtiveram-se as maiores DIVMS e menores PMSD. Assim, entre os genótipos avaliados, verificou-se maior efeito da produção de matéria seca que da digestibilidade sobre a produção de matéria seca digestível.

Na Tabela 4 são apresentados os dados médios de porcentagem de folhas (%FOL), panícula (%PAN) e colmo (%COL) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano.

TABELA 4- Valores médios de porcentagem de folhas (%FOL), panícula (%PAN) e colmo (%COL) de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria verde)

Genótipo	%FOL	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	17,48 ^{Ab}	20,69 ^{Aa}
AG 2005E	17,20 ^{Ab}	21,85 ^{Aa}
Qualimax	16,10 ^{Ab}	19,74 ^{Aa}
BRS 610	17,47 ^{Ab}	20,04 ^{Aa}
	%PAN	
Volumax	15,93 ^{Ba}	19,52 ^{Ca}
AG2005E	26,27 ^{Aa}	29,03 ^{Aa}
Qualimax	21,94 ^{Aa}	23,55 ^{Ba}
BRS610	9,73 ^{Ca}	13,98 ^{Da}
	%COL	
Volumax	69,59 ^{Aa}	64,79 ^{Ab}
AG2005E	60,52 ^{Ba}	55,12 ^{Bb}
Qualimax	61,96 ^{Ba}	55,54 ^{Bb}
BRS610	72,80 ^{Aa}	67,97 ^{Ab}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 10,45, CV²: 10,52 para %FOL. CV¹: 11,32, CV²: 16,44 para %PAN. CV¹: 4,22, CV²: 5,51 para %COL.

Quanto ao percentual de folha, os resultados foram semelhantes ($p > 0,05$) entre os GENÓTIPOS, porém, nas duas condições experimentais, as maiores porcentagens foram observadas no sorgo do ano.

Com relação à porcentagem de panícula, não houve diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais. Entre os genótipos o AG2005E e o Qualimax

tiveram porcentagens de panículas superiores e semelhantes entre si (26,27 e 21,94%) em relação aos demais na rebrota. O Volumax foi superior (15,93%) ao BRS610 (9,73%) o qual obteve a menor porcentagem de panícula. No sorgo do ano, o AG2005E caracterizou-se pela maior porcentagem de panícula (29,03%) em relação aos demais materiais. O Qualimax, Volumax e o BRS610 apresentaram porcentagens de: 23,55, 19,52 e 13,98% respectivamente, sendo que o BRS610 obteve a menor porcentagem de panícula.

Quanto às porcentagens de colmo, houve diferença ($p < 0,05$) nas condições experimentais e entre os genótipos. Em relação às condições experimentais, as maiores porcentagens de colmo foram observadas na rebrota. Quando comparadas as porcentagens de colmo entre genótipos na rebrota, o Volumax e o BRS610 obtiveram as maiores proporções (69,59 e 72,80%), sendo estes semelhantes entre si. O AG2005E e o Qualimax obtiveram as menores proporções (60,52 e 61,96%), equiparando-se entre si. No sorgo do ano, os genótipos que atingiram porcentagens de colmo superiores e semelhantes foram o Volumax e o BRS610 (64,70 e 67,97%). Os genótipos AG2005E e Qualimax se igualaram com medidas inferiores (55,12 e 55,54%) aos demais.

As proporções de folhas mensuradas no experimento encontram-se superiores às observadas por Chiesa *et al.* (2008) que, ao avaliarem os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, determinaram proporções de panícula na matéria natural para o AG2005E, AG60298 e BR101, com valores de 16,45; 11,86 e 9,54%, respectivamente.

Analisando a proporção de folha, Gomes *et al.* (2006) determinaram maior porcentagem de folha para o Volumax (23,50%) em relação a este experimento. No entanto, para o AG2005E a porcentagem foi inferior (13,25%) à apresentada nesta pesquisa.

Oliveira (2008), determinando as produções de diferentes forrageiras, verificou para o sorgo forrageiro BR601 10,8% de folha, valor esse inferior a todos os encontrados no presente estudo.

Na condição sorgo do ano, a porcentagem de folha foi superior às porcentagens encontradas na rebrota. Esse fato pode ter ocorrido devido ao uso de um estande ideal de plantas, o que permitiu uma maior captação de luz pelas folhas, potencializando seu desenvolvimento possivelmente pelo aumento da capacidade fotossintética, elevando a sua proporção nas plantas. Quanto à rebrota, houve um aumento do estande devido ao perfilhamento, o que pode ter ocasionado a diminuição da captação de luz e da capacidade fotossintética, reduzindo o desenvolvimento das folhas e diminuindo a sua proporção nas plantas. Essas considerações podem justificar a maior proporção de folhas no sorgo do ano.

Von Pinho *et al.* (2007), avaliando a produtividade de sorgo em função da época de semeadura, obtiveram proporção de panícula (29,8%) dos materiais duplos propósitos semelhantes ao AG2005E do experimento no sorgo do ano. Já para os genótipos forrageiros, o valor foi próximo (17,7%), exceto para o BRS610, onde esse obteve proporção inferior neste experimento.

Em sorgos de porte alto, Borges (1995) encontrou proporções de panícula na matéria seca próximas às do presente experimento (22,2 a 27,1%).

As proporções de panículas obtidas para o Volumax e AG2005E neste experimento encontram-se aquém das observadas por Gomes *et al.* (2006) e Avelino (2008) que, após avaliarem o comportamento agrônômico dos genótipos de sorgo Volumax e AG2005E, verificaram proporções de 47,25 e 52,50% e 43,75 e 57,88%, respectivamente.

Os resultados obtidos neste trabalho são superiores para todos os genótipos estudados comparando com os valores determinados por Chiesa *et al.* (2008) que, ao avaliarem porcentagem de panícula na matéria verde, observaram proporções de 4,97; 2,24 e 2,00%, respectivamente, para os genótipos AG2005E, AG60298 e BR101.

Dentre os fatores que afetam a proporção de panícula, o tipo de sorgo é uma das variáveis que deve ser considerada. E neste experimento o AG2005E (duplo propósito) superou os demais genótipos quando avaliada a condição de sorgo do ano. Os genótipos forrageiros duplos propósitos conseguem conciliar produção de massa e grãos, justificando essa superioridade na produção de panícula. No entanto, para a rebrota, foi observada semelhança entre dois materiais forrageiros, um sorgo duplo propósito e outro forrageiro de porte intermediário (AG2005E e Qualimax, respectivamente), este porte intermediário ajuda a explicar tal semelhança, pois estes genótipos de porte intermediário têm altura próxima a de um genótipo duplo propósito e, na rebrota, essa altura foi igualada, sendo, assim, a proporção de panícula na planta foi a mesma.

Além destas considerações, é importante ressaltar que o ataque de pássaros comprometeu a proporção de panícula encontrada na rebrota e no sorgo do ano.

Chiesa *et al.* (2008), mensurando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, determinaram para a porcentagem de colmo na matéria verde para o AG2005E valor diferente (56,59%) aos observados nas duas condições experimentais.

Estudando o comportamento agronômico de quatro genótipos de sorgo, Oliveira *et al.* (2005) verificaram variação de colmo da ordem de 63,57 a 85,79%, sendo que essas proporções foram em média superior às observadas no

presente experimento. No entanto Oliveira (2008), determinando a produção do sorgo forrageiro BR601, observou 82,30% de colmo na matéria natural, valor esse superior a todos os materiais estudados no presente trabalho.

As maiores proporções de colmo encontradas na rebrota em comparação com o sorgo do ano podem ser explicadas em função do maior estande final na rebrota. Esse fato pode ter comprometido o desenvolvimento das folhas fazendo com que a proporção de colmo na planta fosse maior. Quanto à diferença entre os genótipos, tanto na rebrota quanto no sorgo do ano, pode ser explicada pela altura dos genótipos, visto que os genótipos de porte mais alto tiveram maiores proporções de colmo.

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios de taxa de rebrota (TXR) de quatro genótipos de sorgo.

TABELA 5- Valores médios de taxa de rebrota (TXR) de quatro genótipos de sorgo (dados expressos na matéria verde)

Genótipos	TXR
Volumax	1,25
AG 2005E	1,26
Qualimax	1,25
BRS 610	1,14

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV: 6,24.

Quando avaliada a taxa de rebrota, pode-se notar que todos os genótipos foram semelhantes ($p>0,05$). A taxa de rebrota indica que o sorgo consegue manter o seu sistema radicular vivo e, como observado, os genótipos tiveram um perfilhamento satisfatório. Os valores obtidos, conciliados com a ausência de mortalidade das plantas, indicam que todas rebrotaram, surgindo um ou mais perfilhos.

Ferreira (2008), avaliando o potencial forrageiro de genótipos de sorgo com capim-Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, observou taxas médias de rebrota de 0,72 na 1ª rebrota e 1,09 na 2ª rebrota.

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). As taxas médias de rebrota observadas foram de 0,79; 0,76; 0,75; 0,79; 0,75 e 0,72,

A taxa média de rebrota obtida por Tomich (2003), para doze genótipos de sorgo para corte e/ou pastejo no verão foi de 1,07. Penna (2003) apresentou resultados que aferiram taxas de rebrota abaixo de 1,00, o que difere desta pesquisa na qual todos os valores obtidos foram superiores.

A divergência entre os resultados deste experimento e os citados para todas as características agronômicas pode ser devido às diferenças entre os genótipos utilizados, diferenças de estádios de maturação no momento da ensilagem, ocorrência de ataque de pássaros ou condições climáticas e de cultivo e forma de análise.

4.2 Características nutricionais

Os teores médios de matéria seca (MS), em porcentagem, para as silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano, estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6- Teores médios de matéria seca, em porcentagem (MS%), das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipos	% MS	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	33,50 ^{Ba}	32,00 ^{Ba}
AG2005E	35,20 ^{Aa}	34,20 ^{Aa}
Qualimax	32,60 ^{Ba}	32,20 ^{Ba}
BRS610	34,40 ^{Aa}	33,00 ^{Ba}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott–Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV1: 3,16. CV2: 3,65.

Com relação à MS, não houve diferença entre as duas condições experimentais ($p > 0,05$). Porém, houve diferença ($p < 0,05$) entre os genótipos, tanto na rebrota como no sorgo do ano. Na rebrota, os genótipos AG2005E, com 35,20%, e BRS610, com 34,40%, apresentaram teores superiores ($p < 0,05$) em relação ao Volumax e Qualimax, que variaram de 33,50 e 32,60%. Para o sorgo do ano, o genótipo AG2005E apresentou teor de MS superior (34,20%) em relação ao Volumax (32,00%), Qualimax (32,00%) e BRS610 (33,00%), sendo estes semelhantes entre si. Os valores de matéria seca encontrados neste trabalho foram superiores aos obtidos por Neumann *et al.* (2004) (32,41%) e Pesce *et al.* (2000) (26,7%) para o genótipo AG2005E; e por Ribeiro *et al.* (2007) (31,91%) e Von Pinho *et al.* (2007) (21%) para o Volumax.

Determinando o consumo e digestibilidade de silagem de sorgo como alternativa para alimentação de ruminantes, Simon (2006) encontrou teor de MS na silagem (34,76%) próximo aos encontrados no presente experimento.

Os valores de MS obtidos foram maiores que os relatados por Silva

(1996) que, ao trabalhar com sorgos de porte alto, médio e baixo, observou médias de 25,27 a 31,02%. Araújo *et al.* (2007), analisando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de MS variando de 28,85 a 57,37%, sendo esses valores diferentes aos encontrados no experimento.

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.

As diferenças nos teores de matéria seca das silagens encontradas neste experimento mostraram que os genótipos forrageiros, tanto na rebrota quanto no sorgo do ano, apresentaram menor teor de MS frente ao de duplo propósito, exceto ao BRS 610 na rebrota. Esta possível desigualdade para a silagem do BRS610 pode ser em decorrência da sua mais rápida capacidade de rebrota. E aliado a esta característica, este genótipo possui ciclo curto, o que ajuda a explicar o maior teor de matéria seca frente aos genótipos forrageiros. Segundo 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. Assim, o aumento na participação da panícula na estrutura física da planta torna-se o principal responsável pela alteração no teor de MS. Além dessas características, o AG2005E é um genótipo de ciclo mais precoce quando comparado com os demais materiais.

Os teores de matéria seca dos materiais utilizados encontraram-se numa faixa onde foi possível ocorrer boa compactação e bom desenvolvimento das bactérias lácticas.

Está apresentada na Tabela 7 a quantidade média de proteína bruta (PB) das silagens de quatro genótipos de sorgo nas duas condições experimentais.

TABELA 7- Teores médios de proteína bruta, em porcentagem (PB%), para as silagens de quatro genótipos de sorgo nas duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipos	% PB	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	6,50 ^{Aa}	6,84 ^{Aa}
AG2005E	6,35 ^{Ab}	7,40 ^{Aa}
Qualimax	6,15 ^{Aa}	6,74 ^{Aa}
BRS610	6,00 ^{Ab}	6,74 ^{Aa}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott – Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 6,55. CV²: 8,16.

Quanto aos valores de PB, os resultados foram semelhantes ($p > 0,05$) entre os genótipos nas duas condições experimentais. Em relação às condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$) somente para os genótipos AG 2005E e BRS610. Os maiores valores de PB para a silagem do AG2005E e BRS 610 foram observados para o sorgo do ano (7,40 e 6,74%), enquanto a rebrota obteve valores de (6,35 e 6,00%), respectivamente. O valor obtido neste experimento para o genótipo AG2005E foi semelhante aos encontrados por Neumann *et al.* (2004) (6,21%); Neumann *et al.* (2002) (6,69%) e Chiesa *et al.* (2008) (5,93%), e inferior aos encontrados por Von Pinho *et al.* (2006) (9,2%); Pesce *et al.* (2000) (8,0%) e Von Pinho *et al.* (2007) (8,2%) ao trabalharem com sorgo duplo propósito. Para o genótipo Volumax, Ribeiro *et al.* (2007) (6,07%) e Gomes *et al.* (2006) (6,42%) encontraram valores semelhantes ao desta pesquisa, enquanto Von Pinho *et al.* (2007) (7,1%) obtiveram valor superior.

Silva *et al.* (1999), trabalhando com silagem de genótipos de sorgo de porte baixo, médio e alto, com diferentes proporções de panícula na massa

ensilada, observaram aumento progressivo do teor de PB na silagem, a maior com participação da panícula na estrutura física da planta. Os mesmos autores também constataram que a silagem da planta inteira do genótipo de sorgo duplo propósito apresentou maior teor de PB (7,45%) que o forrageiro (6,22%), valores estes semelhantes aos desta pesquisa.

Rocha Júnior *et al.* (2000b), ao trabalharem com sete genótipos de sorgo, com diferentes suculências de colmo, registraram variações de 4,9 a 10,3% para os teores de PB nas silagens. Silva (1996), ao utilizar sorgo de porte alto, obteve silagem com 6,49% de PB, valor semelhante ao deste trabalho.

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando as características nutricionais das silagens dos genótipos de sorgo AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), Volumax (forrageiro) e BRS610 (forrageiro), obtiveram valores superiores de proteína bruta em relação ao deste experimento. Os valores encontrados pelos autores foram de 8,0 e 9,2% para os sorgos forrageiros e duplos propósitos, respectivamente.

As diferenças observadas para o sorgo AG2005E podem ser explicadas por uma maior participação de folha na silagem do sorgo do ano em relação à rebrota, elevando o teor de PB nesta condição. A silagem do BRS610 apresentou um menor teor proteico na rebrota devido à grande incidência de ataques de pássaros, haja vista estes preferirem alimentar-se de grãos com avançado estágio de maturação (grãos duros). Observa-se que este avançado estágio de maturação deve-se ao fato do BRS610 rebrotar de forma mais rápida. Já no sorgo do ano, sofrendo um menor número de ataques de pássaros, pelo fato de apresentar na mesma época uma menor maturação de seus grãos (grãos menos duros), a silagem do sorgo do ano do BRS610 mostrou-se com maior teor proteico.

As divergências deste experimento e os citados podem ser devido às diferenças entre os genótipos utilizados, diferenças de estádios de maturação no momento da ensilagem, ocorrência de ataque de pássaros ou condições climáticas e de cultivo.

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

Os dados médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8- Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN%) e fibra em detergente ácido (FDA%), em porcentagem, das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipos	%FDN	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	58,20 ^{Aa}	55,80 ^{Aa}
AG2005E	61,00 ^{Aa}	55,90 ^{Ab}
Qualimax	57,40 ^{Aa}	53,40 ^{Aa}
BRS610	59,60 ^{Aa}	56,60 ^{Aa}
	%FDA	
Volumax	33,40	31,80
AG2005E	32,60	30,44
Qualimax	32,00	31,80
BRS610	34,20	33,60

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 6,70, CV²: 5,79 para %FDN. CV¹: 6,67. CV²: 5,34 para %FDA.

Quando avaliados os teores de FDN e FDA das silagens aqui estudadas nas duas condições experimentais, houve variação de 53,40 a 61,00% e de 30,44 a 34,20%, respectivamente. Não foi observada diferença ($p > 0,05$) nos valores de FDN entre os genótipos, porém, ao avaliar aos valores de FDN de cada genótipo nas diferentes condições, houve diferença ($p < 0,05$) para o genótipo AG2005E. O maior valor de FDN para a silagem do AG2005E foi observado na rebrota (61,00%), enquanto o sorgo do ano obteve valor de (55,90%). Em relação ao FDA, não foi verificada diferença ($p > 0,05$) tanto para as condições experimentais, como entre os genótipos.

Von Pinho *et al.* (2007) observaram valores de FDN (42,9%) e FDA (26,6%) para sorgo duplo propósito, inferiores aos encontrados neste experimento. No entanto, Pesce *et al.* (2000) encontraram valores de FDN (56,2%) e FDA (32,9%) semelhantes a este experimento para o genótipo AG 2005E. Neumann *et al.* (2004) encontraram para este mesmo genótipo valor de FDN superior (65,03%) e FDA semelhante (30,53%). Neumann *et al.* (2002) observaram para o AG2005E valor de FDN semelhante (59,51%) ao do experimento e FDA superior (35,76%).

Von Pinho *et al.* (2006,) avaliando as características nutricionais das silagens dos genótipos de sorgo duplo propósito e forrageiros, registraram percentuais de FDN de 47,2 e 50,1%, respectivamente para os sorgos duplos propósitos e forrageiros, sendo esses valores inferiores aos deste trabalho. Em relação aos percentuais de FDA, os valores foram próximos aos observados nesta pesquisa. As variações foram de 33,1 e 35,4% para os sorgos duplos propósitos e forrageiros, respectivamente.

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

Quanto aos teores de FDN na silagem do AG2005E na rebrota, a superioridade desta fração pode ser explicada em função do maior tempo de permanência do material no campo e a idade no momento do corte, já que todos os materiais foram cortados em uma mesma época.

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

Os teores médios de hemicelulose (HCEL%), celulose (CEL%) e lignina (LGN%), em porcentagem, para as silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano, estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9- Teores médios de hemicelulose (HCEL%), celulose (CEL%) e lignina (LIG%), em porcentagem, das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipos	% HCEL	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	24,80 ^{Aa}	24,00 ^{Aa}
AG2005E	28,40 ^{Aa}	25,40 ^{Aa}
Qualimax	25,26 ^{Aa}	21,65 ^{Ab}
BRS610	25,24 ^{Aa}	23,07 ^{Aa}
	% CEL	
Volumax	26,76	25,44
AG2005E	26,18	24,71
Qualimax	26,16	26,27
BRS610	27,13	27,33
	% LGN	
Volumax	6,77 ^{Aa}	6,14 ^{Aa}
AG2005E	6,31 ^{Ba}	5,66 ^{Aa}
Qualimax	6,01 ^{Ba}	5,34 ^{Aa}
BRS610	7,05 ^{Aa}	6,04 ^{Ab}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 10,10, CV²: 10,27 para % HCEL. CV¹: 7,13. CV²: 5,49 para % CEL. CV¹: 5,88. CV²: 10,23 para % LIG.

Os teores de hemicelulose das silagens variaram de 21,65 a 28,40%. Entre os genótipos, não foi observada diferença ($p > 0,05$), porém ao analisar os valores de hemicelulose de cada genótipo nas diferentes condições, houve diferença ($p < 0,05$) para o genótipo Qualimax. O maior valor de hemicelulose

para a silagem do Qualimax foi observado na rebrota (25,26%), enquanto o sorgo do ano obteve valor de (21,65%).

Os valores de celulose foram de 24,71 a 27,33%, não diferindo ($p>0,05$) tanto nas condições experimentais, como entre os genótipos.

Em relação à lignina, os valores variaram de 5,34 a 7,05%. Foi observada diferença ($p<0,05$) nas duas condições experimentais somente para o genótipo BRS 610, onde o maior valor para a silagem do BRS 610 foi observado na rebrota (7,05%), enquanto no sorgo do ano obteve-se o valor de (6,04%). Quando comparado os valores de lignina entre os genótipos, no sorgo do ano não houve diferença ($p>0,05$), porém na rebrota, o Volumax e o BRS610 tiveram os maiores valores (6,77 e 7,05%), enquanto o AG2005E e o Qualimax obtiveram valores inferiores (6,31 e 6,01%).

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, apresentaram para a hemicelulose, conforme Vieira *et al.* (2004) resultados de 22,63 a 26,63% os quais se aproximam aos deste experimento.

Avaliando genótipos de sorgo, sendo dois forrageiros (AGX213 e AG2002) e dois de duplo propósito (AG2005E e AGX217) para silagem, Neumann *et al.* (2004) determinaram valores de hemicelulose das silagens entre 34,51 e 39,66%, portanto, superiores aos deste trabalho.

Brito *et al.* (2000a), avaliando a silagem de quatro genótipos de sorgo de porte alto, colmo suculento e com açúcar, e três de porte baixo, colmo seco e sem açúcar, registraram valores de 21,7 a 24,2% de hemicelulose, sendo estes valores inferiores ao do presente experimento.

A composição nutricional das silagens de vinte genótipos de sorgo, sendo 11 forrageiros de porte alto, com colmo suculento, e o restante de duplo

propósito, de porte médio, com colmo seco, cortados aos 104 dias e ensilados em tubos de PVC dotados de válvula do tipo Bunsen, foi avaliada por Pesce *et al.* (2000). Os resultados obtidos para hemicelulose variaram de 21,9 a 25,4%, sendo, por conseguinte, inferiores aos registrados nesta pesquisa.

Corrêa *et al.* (2007), determinando o consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem com ou sem aditivos em ovinos, encontraram valores de hemicelulose nas silagens sem aditivos de 29,38%, sendo este valor superior ao deste experimento.

Quanto aos teores de hemicelulose na silagem do Qualimax na rebrota, a superioridade desta fração pode ser explicada em função do maior tempo de permanência do genótipo no campo e da idade no momento do corte, visto que todos os genótipos foram cortados em uma mesma época.

A composição nutricional da silagem de vinte genótipos de sorgo, sendo 11 forrageiros de porte alto, com colmo succulento e o restante de duplo propósito, de porte médio, com colmo seco, foi avaliada por Pesce *et al.* (2000). Os resultados obtidos para celulose variaram de 27,0 a 30,3%, que foram superiores aos verificados neste trabalho.

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e duplos propósitos, colhidos no estágio leitoso/pastoso, apresentaram para a celulose, consoante Vieira *et al.* (2004), valores de 19,53 a 25,13% sendo inferiores aos deste estudo.

Determinando o consumo e digestibilidade de silagem de sorgo como alternativa para alimentação de ruminantes, Simon (2006) registrou valor de celulose na silagem de 35,71%, o qual é superior aos observados neste experimento.

Brito *et al.* (2000a), avaliando a silagem de quatro genótipos de sorgo de porte alto, colmo succulento e com açúcar, e três de porte baixo, colmo seco e

sem açúcar, determinaram os valores de 25,6 a 29,7% para celulose, sendo esses superiores ao do presente experimento.

Para Nússio (1992), a explicação da variação dos teores de fração fibrosa da planta deve ser determinada por meio de cortes histológicos do colmo, com características de comportamento agrônomo diferenciado, onde se identificam agrupamentos de células de menor ou maior tamanho individual, resultante de programas de melhoramento genético, para aumentar a resistência do colmo ao acamamento e a agentes patogênicos.

Avaliando genótipos de sorgo, Neumann *et al.* (2004) determinaram valores de lignina das silagens entre 4,10 e 7,43%, próximos aos observados neste experimento.

Araújo *et al.* (2007), determinando qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de lignina de 4,16 a 6,91%, também semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Analisando o consumo e digestibilidade de silagem de sorgo como alternativa para alimentação de ruminantes, Simon (2006) encontrou o valor de lignina na silagem de 4,43%, sendo, desta maneira, inferior aos observados neste experimento.

Brito *et al.* (2000a), avaliando a silagem de quatro genótipos de sorgo de porte alto, colmo succulento e com açúcar, e três de porte baixo, colmo seco e sem açúcar, determinaram os valores de 3,8 a 5,2% de lignina, sendo estes valores inferiores aos do experimento.

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, apresentaram para a lignina

segundo Vieira *et al.* (2004), resultados entre 3,60 e 6,37%, os quais são inferiores aos observados no presente experimento.

As diferenças observadas entre os genótipos deste experimento para os valores de lignina das silagens na rebrota podem ser justificadas pela maior proporção de colmo encontrada no sorgo BRS 610 e no Volumax, em relação aos demais. Quando comparadas as condições experimentais, a silagem do BRS 610 apresentou um maior teor de lignina na rebrota em função da maior proporção de colmo e do maior tempo de permanência da cultura no campo. E em relação às diferenças deste experimento e os citados, podem ser citadas a utilização de genótipos diferentes, diferenças de estádios de maturação no momento da ensilagem e condições climáticas e de cultivo.

Na Tabela 10 encontram-se os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS %) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano.

TABELA 10- Teores médios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS %) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipos	% DIVMS	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	52,20 ^{Bb}	55,00 ^{Ca}
AG2005E	55,62 ^{Ab}	60,35 ^{Aa}
Qualimax	57,40 ^{Ab}	61,66 ^{Aa}
BRS610	56,50 ^{Ab}	58,86 ^{Ba}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 2,29. CV²: 2,71.

Em relação aos teores de DIVMS, foi observada diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais para todos os genótipos, sendo que as maiores porcentagens foram observadas no sorgo do ano. Quando comparados os teores entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$). Na rebrota, o AG2005E, Qualimax e o BRS610 tiveram digestibilidade superiores e semelhantes (55,62, 57,40 e 56,50%), enquanto o Volumax alcançou digestibilidade inferior (52,20%). Já no sorgo do ano, o AG2005E e o Qualimax tiveram valores superiores e equivalentes (60,35 e 61,66%) quando comparados aos demais. O BRS610 foi superior (58,86%) ao Volumax (55,00%) que obteve a menor DIVMS nessa condição.

Analisando o genótipo de sorgo AG2005E quanto a DIVMS da silagem, Neumann *et al.* (2002) encontraram valor médio (57,95%) próximo ao observado para o mesmo genótipo no presente experimento.

Skonieski *et al.* (2010), mensurando a caracterização nutricional de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito, encontraram 53,57 e 52,74% de DIVMS, sendo diferentes dos observados neste trabalho.

Os valores de DIVMS obtidos neste experimento encontram-se aquém dos observados por Cabral *et al.* (2003) que, avaliando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca estimada da silagem do sorgo AG2002 com diferentes proporções de panículas, obtiveram valores de DIVMS de 63,27 a 65,95%, respectivamente. Estas variações se deram devido às porcentagens de panícula na massa ensilada (0, 20, 40, 60, 80 e 100%).

Araújo *et al.* (2007), determinando qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de DIVMS variando de 44,63 a 51,38%. Já Vieira *et al.* (2004) relataram valores próximos aos deste experimento quando trabalharam

com dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito (55,86 e 61,12% de DIVMS).

Tomich (2003), analisando 12 genótipos de sorgo, obteve valores médios de DIVMS de 66,2% para o primeiro corte, 67,2% para o segundo e 65,6% para o terceiro, colhidos nos meses de janeiro, fevereiro e março, sendo esses valores superiores aos obtidos neste experimento.

As maiores porcentagens de folha nas plantas do sorgo do ano e as maiores porcentagens de colmo nas plantas da rebrota, podem explicar a maior DIVMS das silagens obtidas dos materiais no sorgo do ano. Quanto à diferença entre os genótipos, tanto na rebrota quanto no sorgo do ano, pode ser explicada pela altura dos genótipos, pois quanto mais alto o genótipo, maiores as proporções de colmo. Para Zago (1991), o porte dos genótipos de sorgo serve como indicador da proporção de grãos no genótipo: sorgo duplo propósito (porte médio) e sorgo forrageiro (porte alto). Genericamente, os genótipos que apresentam maior proporção de colmo são também os mais altos.

A digestibilidade dos sorgos duplos propósitos tende a ser maior que a digestibilidade dos sorgos forrageiros em razão da maior quantidade de panículas presentes nos genótipos daqueles. A panícula é a fração da planta de sorgo que apresenta maior coeficiente de digestibilidade da MS (ZAGO, 1997). Dessa forma, por ser o AG2005E um sorgo duplo propósito, obtiveram-se as maiores DIVMS nas duas condições experimentais.

De acordo com Corrêa (1996), as proporções das diversas frações da planta de sorgo não são os únicos fatores que determinam a digestibilidade. A altura da planta pode não retratar a proporção de grãos e, principalmente, a digestibilidade do material, pois em seu trabalho o genótipo de porte alto apresentou valores de DIVMS iguais aos genótipos de porte médio, confirmando

os resultados deste experimento na rebrota para o BRS610 em relação ao Qualimax e AG2005E. Além disso, conforme Pesce *et al.* (2000), atenção especial deve ser dada à qualidade da fibra dos genótipos utilizados quanto ao seu tipo e composição, uma vez que este fator poderá exercer influência sobre o coeficiente de digestibilidade da planta como um todo.

4.3 Qualidade das silagens

Na Tabela 11 estão apresentadas as médias para os valores de pH das silagens nas duas condições experimentais.

TABELA 11- Valores médios de pH das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipo	pH	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	3,98	3,90
AG2005E	4,02	3,95
Qualimax	4,01	4,02
BRS610	4,02	3,95

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 4,46. CV²: 2,40.

Ao considerar o pH das silagens avaliadas, todas apresentaram valores inferiores a 4,2, considerados por Paiva (1976) e McDonald *et al.* (1991) adequados para uma boa preservação do material ensilado. Quando feitas as comparações estatísticas, o pH não diferiu ($p > 0,05$) tanto para as condições experimentais como entre os genótipos.

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

Ribeiro *et al.* (2007), pesquisando o padrão fermentativo da silagem de cinco genótipos de sorgo, encontraram valores de pH variando entre 3,69 e 4,58.

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, foram avaliados por Vieira *et al.* (2004). Os teores de pH das silagens foram de 3,74 a 3,92. Ferreira (2005), ao utilizar seis genótipos de sorgo de porte alto, obteve média de 3,92. Borges (1995) observou variações de pH entre 3,63 e 3,67.

Araújo *et al.* (2007) determinando qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores de pH variando de 3,65 a 4,09.

O pH das silagens de sete genótipos de sorgo, de diferentes portes e succulências do colmo, cortados aos 102 dias, foram determinados por Rocha Júnior *et al.* (2000b). A variação do teor do pH foi de 3,5 a 4,3.

Jayme *et al.* (2007) pesquisando a composição bromatológica e perfil de fermentação das silagens de cinco genótipos de capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), encontraram valores de pH variando de 3,6 a 3,75.

Avaliando diferentes genótipos de sorgo quanto aos componentes da planta e silagens produzidas Neumann *et al.* (2002), encontraram valor de 3,71 para o pH.

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

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

A rápida queda do pH é fator desejável para que haja a interrupção das fermentações indesejáveis e consequente preservação da silagem. Os valores de pH obtidos permitem classificar as silagens deste experimento como de boa qualidade.

Os dados médios de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total (NH_3/NT) nas silagens tanto da rebrota como do sorgo do ano encontram-se na Tabela 12.

TABELA 12- Teores médios de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total ($\text{NH}_3/\text{NT}\%$) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipo	% NH_3/NT	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	5,14 ^{Ba}	3,54 ^{Cb}
AG2005E	7,08 ^{Aa}	6,21 ^{Ab}
Qualimax	5,90 ^{Ba}	5,10 ^{Bb}
BRS610	7,44 ^{Aa}	6,99 ^{Aa}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott–Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 20,98. CV²: 8,40.

Na análise do teor de N-amoniacal, expresso em porcentagem do N total das silagens, foi observada diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais para os genótipos Volumax, AG2005E e Qualimax, onde os maiores valores de NH_3/NT foram observados na rebrota (5,14, 7,08 e 5,90%), e os inferiores no

sorgo do ano (3,54, 6,21 e 5,10%). Quando comparados os valores de NH_3/NT entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$). Na rebrota o AG2005E e o BRS610 tiveram valores superiores (7,08 e 7,44%), enquanto o Volumax e o Qualimax tiveram valores inferiores (5,14 e 5,90%). Já no sorgo do ano, o AG 2005E e o BRS610 tiveram valores superiores (6,21 e 6,99%) quando comparados aos demais. O Qualimax foi superior (5,10%) ao Volumax (3,54%), que obteve o menor valor de NH_3/NT .

Araújo *et al.* (2007), analisando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação, encontraram valores variando de 4,09 a 8,02% de NH_3/NT , sendo estes valores próximos ao deste experimento.

Avaliando a qualidade e o valor nutritivo da silagem de genótipos de sorgo forrageiro (AGX213 e AG2002) e duplo propósito (AG2005E e AGX217), Neumann *et al.* (2004) determinaram valores médios de NH_3/NT para os genótipos forrageiros de 1,73% e para os duplos propósitos de 2,03%, valores inferiores aos deste trabalho.

Ribeiro *et al.* (2007), determinando o padrão fermentativo da silagem de cinco genótipos de sorgo, encontraram valores médios de NH_3/NT entre 1,52 e 2,75%, os quais foram inferiores ao deste estudo.

Os baixos níveis de $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ e a não correlação entre o teor de MS e teor de $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ observados neste estudo sugerem que as porcentagens de MS obtidas nos quatro genótipos foram suficientes para minimizar a proteólise.

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

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

No presente trabalho, os teores médios de NH_3/NT das silagens foram abaixo de 10% do N total, indicando, conforme Oshima e McDonald (1978) e Borges *et al.* (1997), que houve uma fermentação láctica adequada. Assim, segundo Henderson (1993), a classificação da fermentação das silagens avaliadas, considerando o teor de $\text{N-NH}_3/\text{NT}$, seria de muito boa qualidade. Segundo Van Soest (1994), em situações de fermentações secundárias na silagem, o N-solúvel e o N-amoniacal formam-se da ação de microrganismos específicos, onde as concentrações desses metabólicos são consequência da extensão da atividade de colônias desses microrganismos em microambientes favoráveis ao seu crescimento no interior do silo.

O pH e a baixa relação NH_3/NT (< 10% em todas as silagens nas diferentes condições experimentais) permitem classificar as silagens deste experimento como de boa qualidade, o que, de acordo com Meeske *et al.* (1993), é suficiente para uma rápida queda de pH e conseqüentemente uma baixa relação NH_3/NT conservando o material ensilado de forma eficiente.

As concentrações de ácido láctico e ácido acético das silagens encontram-se nas Tabela 13. Quanto aos ácidos propiônico e butírico, não foi detectada presença, ou seus teores foram desprezíveis.

TABELA 13- Concentrações médias de ácido láctico (%) e ácido acético (%) das silagens de quatro genótipos de sorgo em duas condições experimentais, rebrota e sorgo do ano (dados expressos na matéria seca)

Genótipo	% Ácido Láctico	
	Rebrota ¹	Sorgo do ano ²
Volumax	5,77 ^{Ba}	6,67 ^{Ba}
AG2005E	6,63 ^{Ba}	7,40 ^{Ba}
Qualimax	6,06 ^{Ba}	6,90 ^{Ba}
BRS610	7,52 ^{Ab}	8,64 ^{Aa}
	% Ácido Acético	
Volumax	1,33 ^{Ba}	1,15 ^{Ba}
AG2005E	1,73 ^{Aa}	1,50 ^{Aa}
Qualimax	1,60 ^{Aa}	1,20 ^{Bb}
BRS610	0,80 ^{Ca}	0,98 ^{Ba}

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

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV¹: 9,88. CV²: 11,44 para % Ácido láctico. CV¹: 18,72. CV²: 15,24 para % Ácido acético.

Quanto aos teores de ácido láctico das silagens, estes variaram de 5,77 a 8,64%. Houve diferença ($p < 0,05$) nas concentrações para os diferentes genótipos nas duas condições experimentais somente para o BRS610, onde o maior teor de ácido láctico na silagem foi observado na rebrota (8,64%), e o inferior no sorgo do ano (7,52%). Quando comparadas as concentrações de ácido láctico entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$). Na rebrota, o BRS610 teve teor superior (7,52%), enquanto o Volumax, AG2005E e o Qualimax tiveram valores inferiores e semelhantes (5,57, 6,63 e 6,06%). No sorgo do ano, o mesmo material BRS610 alcançou concentração superior (8,64%) quando comparado aos demais. O Volumax, AG2005E e Qualimax

foram inferiores e semelhantes entre si (6,67, 7,40 e 6,90%). Esses teores se enquadram dentro da recomendação de Nogueira (1995) de que a concentração de ácido láctico deve ser maior que 5,0% para classificar uma silagem como de muito boa qualidade, garantindo uma fermentação adequada. O ácido láctico produzido por bactérias ácido lácticas é o principal agente regulador da acidez da massa ensilada.

Os valores de ácido acético variaram de 0,80% a 1,73%. Foi observada diferença ($p < 0,05$) nas duas condições experimentais para as concentrações de ácido acético. Quando comparado os teores de ácido acético nas duas condições, somente o Qualimax apresentou variação, sendo que o maior teor foi na rebrota (1,60%). Para os demais genótipos não houve variação. Analisando os teores de ácido acético entre os genótipos nas duas condições experimentais, houve diferença ($p < 0,05$). Na rebrota o AG2005E e o Qualimax obtiveram as maiores concentrações de ácido acético (1,73% e 1,60%), sendo esses equivalentes. O Volumax obteve concentração de 1,33% e o BRS610 alcançou o menor teor (0,80%). No sorgo do ano, o genótipo que atingiu o teor superior foi o AG2005E (1,50%). Os genótipos Volumax, Qualimax e BRS610 equipararam-se com medidas inferiores (1,15, 1,20 e 0,98%).

Utilizando quatro genótipos de sorgo de porte baixo, com alto e baixo teor de tanino, com colmo seco e succulento, Rodrigues *et al.* (1999) determinaram concentração de ácido láctico e acético variando de 8,59 a 10,02% e 1,17 a 1,54%, respectivamente.

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

As silagens de dois genótipos de sorgo forrageiros e dois de duplo propósito, colhidos no estágio leitoso/pastoso, foram avaliadas por Vieira *et al.* (2004), constatando teor de ácido acético de 1,21 a 2,42% e ácido láctico de 5,0 a 8,54%.

Cândido *et al.* (2002) avaliaram as características fermentativas de silagens de genótipos de sorgo cultivados com doses crescentes de adubação, e observaram valores de ácido láctico e ácido acético variando de 6,02 a 9,52% e 1,59 a 2,31%, respectivamente.

Os ácidos orgânicos das silagens de sete genótipos de sorgo, de diferentes portes e suculências do colmo, foram determinados por Rocha Júnior *et al.* (2000b), sendo os valores de 2,8 a 8,5% de ácido láctico e 1,2 a 1,9% de acético.

As concentrações de ácido láctico e ácido acético das silagens deste experimento foram próximas a todos os teores aqui citados.

A variação de ácido acético das silagens desta pesquisa foi sempre inferior a 2%, o que, segundo Nogueira (1995), classificaria as silagens avaliadas como de muito boa qualidade. Um elevado conteúdo de ácido acético pode restringir a fermentação láctica.

Os genótipos avaliados têm potencial para produção de silagem em função dos teores de matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, pH, ácido láctico e ácido acético que são satisfatórios para o padrão de fermentação.

5- CONCLUSÕES

Todos os genótipos testados no experimento, nas duas condições experimentais, podem ser utilizados para produção de silagem.

O sorgo do ano apresenta maiores produções por área quando comparado com a rebrota anual.

A rebrota anual do sorgo revela características produtivas, nutricionais e fermentativas satisfatórias para se obter silagens com boa qualidade.

Os genótipos Volumax e o BRS610 se destacam em produção.

O sistema radicular do sorgo permanece vivo no campo de um ano para o outro devido à ausência de mortalidade das plantas o que favorece a taxa de rebrota com boa produtividade e silagens de boa qualidade.

O uso da rebrota do sorgo pode ser uma alternativa para produção de silagem no norte de Minas Gerais, podendo reduzir os custos com o preparo da terra e sementes para formação de novas áreas, favorecendo o pequeno produtor.

6- REFERÊNCIAS

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

AGUIAR, S.M.L.; MORAIS, C.V.A.; GUIMARÃES, P.D. **Cultivo do sorgo**. [s.l : s.n.], Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/clima.htm>> Acesso em: 20 de junho de 2008.

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática. **Informe agropecuário**, Epamig, Belo Horizonte, v.17, n.181, p.15-19. 1994.

ANTUNES, F.Z. Tecnologia para cultura do sorgo. Exigências climáticas para a cultura do sorgo . **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 56, p. 6-12, 1979.

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

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Pepsin digestibility of animal protein feeds. In: OFFICIAL methods of analysis of aoac international 16th ed. Arlington, Virginia : Patricia Cunniff, 1995. Cap.4. p.15-16.

AVELINO, P.M. **Características produtivas e qualitativas de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio.** 2008, 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal de Tocantins, Tocantins. 2008.

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, 44f. 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, 52f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte. 1995.

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

BRITO, A.F. **Avaliação das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e os seus padrões de fermentação.** 1999, 65f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, 1999.

BRITO, A.F. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). III. Valor nutritivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 52 n. 5. Belo Horizonte Oct. 2000a.

BRITO, A.F. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 52 n. 5. Belo Horizonte Oct. 2000b.

CABRAL, L.S.da. et al. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.5, p.1250-1258, 2003.

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

CÂNDIDO, M.J.D. et al. Características fermentativas e potencial biológico de silagens de híbridos de sorgo cultivados com doses crescente de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 282, p. 151-167, 2002.

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

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

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

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

CORRÊA, R.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) com

ou sem aditivos, em ovinos. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 151-158, 2007

CORSI, M.; NASCIMENTO, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens Fundamentos da Exploração racional**. Piracicaba: FEALQ. P, 1994. p. 15-48.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J.C. et al (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 11-37.

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

CUMMINS, D.G. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. **Agronomy Journal**.,Madison, v.73, n.3, p.988-990, 1981.

EDWARDS Jr., N.C.; FRIBROURG, H.A.; MONTGOMERY, M.J. Cutting management effect on growth rate and dry matter digestibility of sorghum sudangrass cultivar Sudax SX-11. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, n.2, p.267-271, 1971.

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

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

FERREIRA, D.A. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos.** 2008, 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.

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

FERREIRA, J.J.C. **Avaliação da qualidade e do perfil de fermentação das silagens de seis cultivares de sorgo.** 2005. 57f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.
FONSECA, A.H. et al. Desempenho de cultivares de milho em relação às características agrônômicas, químicas e degradabilidade da silagem. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 282, p. 109-122, 2002.

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

GOMES, S.O. et al. Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza., v.37, n.2, p.221-227, 2006.

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

GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.) **Pastagens: fundamentos de exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-14.

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

GONTIJO, M.R. **Avaliação do potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em regime de cortes consecutivos em duas épocas de plantio**. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.

GONTIJO, M.H.R. et al. Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim-Sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.7, n.1, p. 33-43, 2008.

GOURLEY, L.M., LUNSK, J.W. Sorghum silage quality as affected by soluble carbohydrate, tannins, and other factors. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 32, 1997, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Mississippi State University, 1997. p.157-170.

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

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações com o manejo. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. (Ed.) **Capim-elefante, produção e utilização**. Coronel Pacheco, MG : EMBRAPA/CNPGL, 1994. p. 31-48.

JAYME, D.G. et al. Composição bromatológica e perfil de fermentação das silagens de cinco híbridos de capim-sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG , v.6, n.3 , p. 351-363 , 2007.

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

JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. (ed.) **Forage cell wall structure and digestibility.** Madison: American Society of Agronomy, 1993. p. 315-346.

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

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1993. p.169-275.

LIMA, J.M.P. et al. **Nova Cultivar de Sorgo Forrageiro de Dupla Finalidade para o Semi-Árido Nordestino.** Rio grande do Norte, 2007. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br>> Acesso em: 5 maio de 2008.

LUSK, J.W. et al. Brown mibrid sorghum or corn silage for milk production. **Journal of Dairy Science.** Champaign , v.67, n.8, p1739-1744, 1984.

MAGALHÃES, P.C.; DURÕES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo.** Sete Lagoas , MG : EMBRAPA/CNPMS, 2000. 46 p. (circular técnica [do] centro nacional de pesquisa de milho e sorgo; n.3).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo.** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico; 87).

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 Science**, Maringá , v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MEDEIROS, R.B.; SAIBRO, J.C.; BARRETO, I.L. Efeito do nitrogênio e da população de plantas no rendimento e qualidade do sorgo Sordan (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) x (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , MG, v.8, n.1, p.75-87, 1979.

MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; CARVALHO, M.L.M. Avaliação de cultivares de milho, para produção de silagem na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 1, p. 31-39, 1998.

MELLO, R.; et al. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.2, n.1, p.20-33, 2003.

MEESKE, R. et al.. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic bacterial inoculants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 43, p.165 - 175, 1993.

MIRANDA, J.E.C.de.; PEREIRA, J.R. Instrução técnica para o produtor de leite. IN: _____ **Tipos de sorgo para silagem**. Juiz de Fora , MG : EMBRAPA/CNPGL, 2006. (Circular técnica [do] Centro nacional de pesquisa do milho e sorgo; n. 51).

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lacticacid fermentation in silage preserved with formic acid. . **Journal Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam,, v.47, n.1, p.107-124, 1994.

MOLINA, R.L. et al. Avaliação agronômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.4, 2000.

MOLINA, L.R. **Avaliação nutricional de 6 genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação**. 2000, 33f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte. 2000.

MOZZER, O.L. **Capim-elefante** - Curso de Pecuária Leiteira. Coronel Pacheco, MG : EMBRAPA/CNPGL. 1993.

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

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, 2002.

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, MG, v.3, n.1, p.120-133, 2004.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.4, n.2, p.224-242, 2005.

NOGUEIRA, F.A.S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório**. 1995, 34f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte. 1995.

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

OSHIMA, V.; McDONALD, P.A review of changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal Science Food Agriculture**, London., v.29, n.6, p.497-505, 1978.

OLIVEIRA, F.M. Consumo humano do sorgo na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 144, p.11-13, 1986.

OLIVEIRA, J.I. **Valor nutritivo, em caprinos do feno de capim jaraguá (*Hypparrhnia rufa*), em avançado estágio de maturação, tratado com hidróxido de sódio ou amônia anidra**. 1996, 36f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte. 1996.

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

OLIVEIRA, S.G.de. et al. Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com silagem de sorgo contendo tanino suplementado com concentrado ou uréia. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences** , Maringá , v. 31, n. 1, p. 45-51, 2009.

PAIVA, J.A.J. **Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais.** 1976, 43f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 1976.

PENNA, A.G. **Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) avaliados em duas épocas de plantio e três cortes consecutivos.** 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.

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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n.1, p. 31-38, 1993.

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

PETTERSON, K.L.; LINDGREN, S. The influence of the carbohydrate fraction and additives on the silage quality. **Grass Forage Science**. Oxford., v.45, n.2 p.223-233, 1990.

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

PORTUGAL, A.F. et al. Fenologia de cultivares de sorgo no período de verão e rebrota na safrinha. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.50, n. 289, p. 325-336, 2003.

RAUPP, A.A.A.; BRANCÃO, N.; FRANCO, J.C.B. Ensaio Sul Riograndense de sorgo forrageiro para corte e pastejo 1998/99. Capão do Leão, RS. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 44; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO/SCT, 1999.

RESENDE, J. A. **Características agronômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de sorgo**, 2001. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

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

RIBAS, M.N.; TOMICH, T.R.; DA GLÓRIA, I.R. Produção de matéria seca e de matéria natural, teor de matéria seca, altura de planta e relação folha/colmo de doze híbridos de sorgo submetidos a três cortes. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.,2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROOM.

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.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to humans foods. In: JAMES, H.P.T., THEANDER, O. (ed). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981.p. 123-158.

ROCHA JÚNIOR, V. R. **Qualidade das silagens de sete genótipos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e seus padrões de fermentação**. 1999, 66f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte. 1999.

ROCHA JUNIOR, V.R. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem I. Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.5, 2000a.

ROCHA JUNIOR, V.R. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, p.512-520, 2000b.

RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; NOGUEIRA, F. A. S. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, I-pH e teores de matéria seca e de ácido graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 51, p.485-490, jan. 1999.

RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p. 2373-2379, 2002.

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.

SANTOS, G.F. **Cultivares de Sorgo**. Sete Lagoas : EMBRAPA/CNPT. 2003. p. 39. (Circular Técnica, EMBRAPA/CNPT, n. 3).

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

SILVA, A.V. **Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1996. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

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

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, 1999.

SIMON, J. E. **Consumo e digestibilidade de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes na Amazônia oriental**. 2006, 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) – Universidade Federal do Pará, Pará. 2006.

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

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**. Oxford., v.18, n.2, p. 104-111, 1963.

TOMIC, T.R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) avaliados em regime de corte**. 2003. 84f. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.

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, p.291-292, 2001.

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

VAN SOEST, J.P.; 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, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

VIEIRA, F.A.P. et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte , vol.56, n.6, 2004.

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

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

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

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 "Luiz de Queiroz", 1991. p. 169-217.

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: MANEJO cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. p. 9 – 26. (Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS, v. 17).