

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

POTENCIAL FORRAGEIRO DE HÍBRIDOS DE SORGO COM CAPIM SUDÃO PORTADORES DE
NERVURA MARROM SUBMETIDOS A CORTES SUCESSIVOS

DEBORAH ALVES FERREIRA

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Doutora
em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

F383p

Ferreira, Deborah Alves, 1979-

Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos / Deborah Alves Ferreira. – 2008.

80p.:il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves

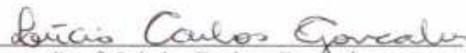
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

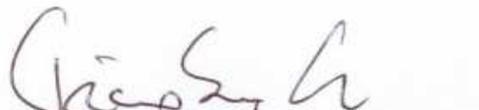
2. Ruminante – Alimentação e rações – Teses. 2. Sorgo – Digestibilidade – Teses. 3. Capim Sudão – Digestibilidade – Teses. 4. Exigência nutricional – Teses. 5. Degradabilidade – Teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

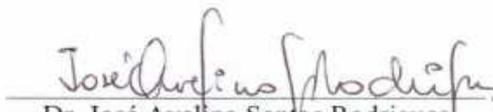
CDD – 636.208 5

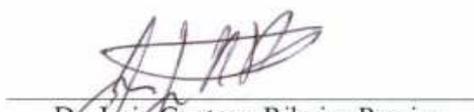
Tese defendida e aprovada em 30 de junho de 2008, pela Comissão Examinadora constituída por:


Prof. Lúcio Carlos Gonçalves
(Orientador)


Prof.^a Eloísa de Oliveira Simões Saliba


Prof. Décio Souza Graça


Dr. José Avelino Santos Rodrigues


Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Ao meu pai Wilson e minhas irmãs Daniela e Denise por
todo o amor e para minha mãe Ângela, *in memoriam*,
que do céu guia e ilumina a minha vida, dedico.

"O amor é a força mais sutil do mundo." [Ghandi]

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Lúcio, que me orienta no trabalho e na vida. Que consegue me mostrar a calma mesmo em meus momentos mais insanos... Que acredita no meu trabalho... Agradecimento eterno!

Aos Professores Iran e Norberto, pela co-orientação e ensinamentos durante toda a pós-graduação.

Ao Dr. José Avelino (Embrapa Milho e Sorgo), pela parceria na elaboração do projeto e disponibilidade durante todo o seu desenvolvimento.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro à realização deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

À Professora Eloísa, à grande colaboração durante as análises laboratoriais e entusiasmo contagiante.

Ao Luís Gustavo e Professor Décio, pela participação na banca examinadora e contribuição significativa à correção da tese.

Ao Pesquisador Rogério Maurício, pela disponibilização do laboratório de produção de gases e contribuição durante o experimento.

Ao Luciano Mossoró, pelos incansáveis ajustes e desajustes estatísticos, a qualquer hora do dia ou da noite. Muito obrigado!

Ao Thiago e a Mérieth, meus estagiários dedicados durante as análises laboratoriais.

Ao Toninho, Kelly e Marcos, funcionários do laboratório de Nutrição Animal da UFMG, por todo o apoio e amizade durante os anos em que ali trabalhei.

Aos meus amigos: Tia Claudinha, Bel, Leo e Fernando. Que bom foi ter encontrado vocês!

À Tatiana, minha sogra e minha amiga.

As minhas menininhas caninas Marieta, Matilde, Ilha e Ghandia. Grande alegria em minha vida!

Ao meu pai, Wilson, e minhas irmãs, Dani e Dê, por entender a saudade e fazer dela uma grande força de união. Nosso esforço agora será recompensado!

E, finalmente, ao meu grande amor, Márcio. Pelo amor, carinho, compreensão e amizade. Foi a sustentação, a força que me segurou nos momentos difíceis para que eu chegasse até o fim desta batalha. Colheremos junto os frutos deste trabalho!

	RESUMO	11
	ABSTRACT	12
	INTRODUÇÃO GERAL	13
Capítulo I	REVISÃO DE LITERATURA	16
1.	HÍBRIDOS DE SORGO COM CAPIM SUDÃO	16
1.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	16
1.2.	PLANTIO E PRODUTIVIDADE.....	16
1.3.	VALOR NUTRITIVO.....	17
2.	PAREDE CELULAR VEGETAL	19
2.1.	LIGNINA.....	19
2.1.1.	Estrutura e biosíntese.....	20
2.1.2.	Lignina e degradação ruminal da parede celular vegetal.....	22
2.1.3.	Variações genéticas para as características das ligninas: nervura marrom (<i>brown – midrib: bmr</i>).....	22
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
Capítulo II	EXPERIMENTO I: Características agrônômicas de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos	29
	RESUMO	29
1.	INTRODUÇÃO	29
2.	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.	CONCLUSÕES	37
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
Capítulo III	EXPERIMENTO II: Composição bromatológica de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos	39
	RESUMO	39
1.	INTRODUÇÃO	39
2.	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.	CONCLUSÕES	55
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
Capítulo IV	EXPERIMENTO III: Degradabilidade ruminal <i>in situ</i> de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos	59
	RESUMO	59
1.	INTRODUÇÃO	59
2.	MATERIAL E MÉTODOS	60
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.	CONCLUSÕES	69
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
Capítulo V	EXPERIMENTO IV: Cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos pela técnica <i>in vitro</i> de produção de gases	72
	RESUMO	72
1.	INTRODUÇÃO	72
2.	MATERIAL E MÉTODOS	73
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.	CONCLUSÕES	79
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1 - Número de plantas por hectare e índice de rebrote de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e <i>bmr</i> , portadores de nervura marrom, avaliados em cortes sucessivos.....	32
Tabela 2 - Altura das plantas e relação folha/colmo de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom avaliados em cortes sucessivos.....	34
Tabela 3 - Produção de matéria verde e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom.....	35
Tabela 4 - Produção de matéria seca e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom	37

Capítulo III

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	42
Tabela 2 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	45
Tabela 3 - Teores de celulose, hemicelulose e lignina de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	47
Tabela 4 - Valores de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	49
Tabela 5 - Teores de matéria seca (MS) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	51
Tabela 6 - Teores de proteína bruta (PB) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	52
Tabela 7 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	53
Tabela 8 - Teores de fibra em detergente ácido (FDA) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	54
Tabela 9 - Teores de lignina das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	54
Tabela 10 - Valores de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	55

Capítulo IV

Tabela 1 - Composição química de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	62
Tabela 2 - N-NH ₃ e pH do líquido de rúmen dos animais experimentais fistulados, colhido antes (-30 minutos) e após o fornecimento da refeição (1, 2, 3, 5, 7 e 9 h).....	62

Tabela 3 - Desaparecimento médio da matéria seca (%) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	63
Tabela 4 - Frações solúveis (a), frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da matéria seca, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	64
Tabela 5 - Desaparecimento médio da fibra em detergente neutro (%) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	65
Tabela 6 - Frações solúveis (a), frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da fibra em detergente neutro, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	66
Tabela 7 - Desaparecimento médio da proteína bruta (%) de híbridos de sorgo com capim sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom utilizados em manejo de cortes sucessivos.....	67
Tabela 8 - Frações solúveis (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da proteína bruta, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom.....	68
Capítulo V	
Tabela 1- Composição química de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom.....	75
Tabela 2- Produções acumuladas de gases (ml/g de MS), após os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom.....	76
Tabela 3- Potencial máximo de produção de gases (A), tempo de colonização (T) e taxa de produção de gases (μ) de híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes, portadores de nervura marrom em dois cortes sucessivos.....	76
Tabela 4- Degradabilidade da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO) após os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom.....	77
Tabela 5- Degradabilidade efetiva da matéria seca (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom na taxa de passagem de 2%/h.....	78
Tabela 6 - Degradabilidade efetiva da matéria orgânica (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão normais e mutantes, portadores de nervura marrom na taxa de passagem de 2%/h.....	78

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	
Figura 1 - Via biossintética da lignina	21

RESUMO

As características agronômicas e o valor nutritivo de 15 híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo oito experimentais portadores de nervura marrom (*bmr*), cinco experimentais normais e dois híbridos testemunhas, foram avaliados aos 53 dias após o plantio, 38 dias após o rebrote e 49 dias após o segundo rebrote. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e a comparação de médias efetuada pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). De maneira geral, os híbridos *bmr* apresentaram características agronômicas semelhantes aos híbridos normais. O teor de PB, FDN e lignina variaram entre 11,9% e 16,9%, 61,1% e 72,6% e 2,8% e 4,6%, respectivamente, não sendo verificadas diferenças devido à mutação *bmr*. A DIVMS média entre os híbridos nos três cortes foi de 65,8%, não havendo destaque para os híbridos *bmr*. Avaliou-se a degradabilidade *in situ* de híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais *bmr*, BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, experimentais normais, Tx206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785, e um genótipo comercial, BRS801, colhidos 51 dias após o plantio. Verificou-se a superioridade dos híbridos *bmr* em relação aos híbridos experimentais normais e ao BRS801 para as taxas de degradação ruminal e degradabilidades efetivas da MS, FDN e PB. Cinco híbridos de sorgo com capim Sudão, sendo dois experimentais *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2784*bmr*, dois experimentais normais, BR007 x Tx2785 e Tx635 x Tx2785, e um comercial, BRS801, colhidos 53 dias após o plantio e 38 dias após o rebrote foram avaliados através da técnica *in vitro* de produção de gases. A taxa de produção de gases, degradabilidade da MS e da MO após 24h e as degradabilidades efetivas da MS e da MO, na taxa de passagem de 2%/h, foram superiores para os híbridos *bmr*. Os resultados do presente estudo mostram o potencial de utilização de híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* em sistemas de produção de ruminantes com elevada exigência nutricional.

Palavras-chave: forragem cultivada, nervura marrom, ruminante

ABSTRACT

The agronomic characteristics and the nutritive value of 15 sorghum-Sudangrass hybrids (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), being eight experimental holders of brown – midrib (*bmr*), five experimental normal and two commercial genotypes, were evaluated 53 days after planting, 38 days after the regrowth and 49 days after the second regrowth. The experimental design was random blocks and comparison of the means performed by the Scott-Knott test ($p < 0.05$). Generally, the *bmr* hybrids had agronomic characteristics similar to the normal hybrids. CP, NDF and lignin concentrations varying between 11.9% and 16.9%, 61.1% and 72.6% and 2.8 and 4.6%, respectively. The average IVDMD between the hybrids in the three cuts was 65.8%, with no emphasis on the *bmr* hybrids. It was evaluated by *in situ* degradation of sorghum-Sudangrass hybrids experimental *bmr*, BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, experimental normal Tx206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785 and a commercial genotype ,BRS801, harvested 51 days after planting. It was found the superiority of *bmr* hybrids for experimental normal hybrids and the commercial genotype for ruminal degradation rates and effective degradability of DM, NDF and CP. Five sorghum-Sudangrass hybrids, two experimental *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2784*bmr*, two experimental normal, BR007 x Tx2785 e Tx635 x Tx2785, and a commercial genotype, BRS801, harvested 53 days after planting and 38 days after the regrowth were evaluated by the *in vitro* gas production technique. Gas production rate, DM and OM degradability after 24h and effective degradability of DM and OM, on rate of passage of 2%/h, were higher on *bmr* hybrids. The results of this study show the potential use of *bmr* sorghum-Sudangrass hybrids in production systems of ruminants with high nutritional requirement.

Keywords: *brown midrib*, forage crop, ruminant

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um país de dimensões continentais, possuindo uma área total de 8.547.403,5 km² e atualmente é a 10ª economia do mundo, apresentando um Produto Interno Bruto (PIB) em 2006 de US\$ 1,067 trilhão, produzido principalmente pelos setores agropecuários, de mineração, manufatureiros e de serviços. A agropecuária contribuiu, em 2005, com 27,87% do PIB nacional. Destes, 19,59% provém da agricultura e 8,27% da pecuária, com uma taxa de crescimento em 2007 de 7,28%. A pecuária também tem grande importância no setor de exportações, ocupando o primeiro lugar em exportações de carne bovina no mundo, que totalizou, em 2006, dois milhões de toneladas (IBGE, 2008).

O rebanho comercial bovino do Brasil é o maior do mundo, constituído de aproximadamente 170 milhões de animais (IBGE, 2008), sendo 74,5% destinados à produção de carne e 21,5% destinados à produção de leite, ocupando o segundo lugar na produção mundial de carnes e sexto lugar na produção mundial de leite.

Atualmente, com as mudanças na economia mundial, tais como abertura e ampliação de mercados, nova fase da globalização e relativa estabilidade da economia brasileira, as atividades de produção necessitam de melhor desempenho produtivo com eficiência, para garantir a permanência do produtor na sua atividade. Assim, deve-se buscar produção constante e de baixo custo, para ser competitivo no mercado global (Moreira et al., 2007).

Apesar da grande contribuição da pecuária para a economia nacional, os sistemas de produção são caracterizados por baixos índices de produtividade, representados pela baixa produção de carne por área (30 kg/ha/ano) e de leite por animal ordenhado (4,9 l/animal/dia). A maioria dos sistemas de produção de gado de corte é caracterizada pela baixa produtividade devido à baixa fertilidade dos solos, superexploração de pastagens nativas, baixo potencial genético dos animais e deficiência no manejo do sistema solo-planta-animal. Em pastagens cultivadas observa-se principalmente a falta de reposição de nutrientes para o solo ao longo do tempo, através do uso de fertilizantes, culminando com sua degradação e redução da capacidade de suporte da área. Além disso, o

sistema de pastejo contínuo, empregado na maioria das propriedades, na qual se adota uma mesma taxa de lotação (número de animais/área) durante o ano todo, implica em subutilização das forrageiras disponíveis no período chuvoso e baixa disponibilidade e qualidade no período seco, já que as gramíneas tropicais apresentam 80% do seu rendimento durante os seis meses de maiores índices pluviométricos do ano.

A bovinocultura leiteira desenvolve-se, principalmente, em propriedades pequenas baseadas no sistema de produção familiar, com pouco investimento e uso de tecnologias inadequadas. A suplementação dos animais com alimentos concentrados muitas vezes torna o sistema inviável economicamente e o uso de práticas que permitam maior utilização de volumosos de qualidade, verdes ou conservados, na dieta dos animais é uma opção valiosa para aumentar a lucratividade do sistema. Em 2007, o custo dos principais alimentos concentrados utilizados na dieta de bovinos leiteiros, o milho e a soja, apresentou aumento significativo devido ao aumento das exportações dos grãos e conseqüente redução dos estoques nacionais (Osaki et al., 2007). Por isso, o produtor deve considerar como sua atividade principal a produção de forragem de boa qualidade, à qual deverá agregar valor, quando eficientemente transformada em leite pelos animais (Matos, 2002).

Neste contexto, a utilização de forrageiras com bom valor nutricional pode contribuir para aumentar a produtividade e a lucratividade dos sistemas de produção de carne e leite. Os híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. x *Sorghum sudanense* Piper) vêm ganhando importância crescente na alimentação dos animais nos estados do Brasil Sul e Central (Tomich, 2003), devido à rapidez no estabelecimento e crescimento, facilidade de manejo para corte ou pastejo, alta produção de forragem, bom valor nutritivo e excelente palatabilidade, além de ser uma cultura tolerante ao calor e à seca (Valenzuela e Smith, 2002). Esta forrageira é uma alternativa viável para aumentar a utilização de volumosos na dieta de bovinos de corte e leite, proporcionando bons desempenho e diminuição do uso de suplementos para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais, reduzindo os custos com a dieta e, muitas vezes, viabilizando o sistema de produção.

O Brasil é um país de dimensões continentais, possuindo uma área total de 8.547.403,5 km² e atualmente é a 10^a economia do mundo, apresentando um Produto Interno Bruto (PIB) em 2006 de US\$ 1,067 trilhão, produzido principalmente pelos setores agropecuários, de mineração, manufatureiros e de serviços. A agropecuária contribuiu, em 2005, com 27,87% do PIB nacional. Destes, 19,59% provém da agricultura e 8,27% da pecuária, com uma taxa de crescimento em 2007 de 7,28%. A pecuária também tem grande importância no setor de exportações, ocupando o primeiro lugar em exportações de carne bovina no mundo, que totalizou, em 2006, dois milhões de toneladas (IBGE, 2008).

O rebanho comercial bovino do Brasil é o maior do mundo, constituído de aproximadamente 170 milhões de animais (IBGE, 2008), sendo 74,5% destinados à produção de carne e 21,5% destinados à produção de leite, ocupando o segundo lugar na produção mundial de carnes e sexto lugar na produção mundial de leite.

Atualmente, com as mudanças na economia mundial, tais como abertura e ampliação de mercados, nova fase da globalização e relativa estabilidade da economia brasileira, as atividades de produção necessitam de melhor desempenho produtivo com eficiência, para garantir a permanência do produtor na sua atividade. Assim, deve-se buscar produção constante e de baixo custo, para ser competitivo no mercado global (Moreira et al., 2007).

Apesar da grande contribuição da pecuária para a economia nacional, os sistemas de produção são caracterizados por baixos índices de produtividade, representados pela baixa produção de carne por área (30 kg/ha/ano) e de leite por animal ordenhado (4,9 l/animal/dia). A maioria dos sistemas de produção de gado de corte é caracterizada pela baixa produtividade devido à baixa fertilidade dos solos, superexploração de pastagens nativas, baixo potencial genético dos animais e deficiência no manejo do sistema solo-planta-animal. Em pastagens cultivadas observa-se principalmente a falta de reposição de nutrientes para o solo ao longo do tempo, através do uso de fertilizantes, culminando com sua degradação e redução da capacidade de suporte da área. Além disso, o sistema de pastejo contínuo, empregado na

maioria das propriedades, na qual se adota uma mesma taxa de lotação (número de animais/área) durante o ano todo, implica em subutilização das forrageiras disponíveis no período chuvoso e baixa disponibilidade e qualidade no período seco, já que as gramíneas tropicais apresentam 80% do seu rendimento durante os seis meses de maiores índices pluviométricos do ano.

A bovinocultura leiteira desenvolve-se, principalmente, em propriedades pequenas baseadas no sistema de produção familiar, com pouco investimento e uso de tecnologias inadequadas. A suplementação dos animais com alimentos concentrados muitas vezes torna o sistema inviável economicamente e o uso de práticas que permitam maior utilização de volumosos de qualidade, verdes ou conservados, na dieta dos animais é uma opção valiosa para aumentar a lucratividade do sistema. Em 2007, o custo dos principais alimentos concentrados utilizados na dieta de bovinos leiteiros, o milho e a soja, apresentou aumento significativo devido ao aumento das exportações dos grãos e conseqüente redução dos estoques nacionais (Osaki et al., 2007). Por isso, o produtor deve considerar como sua atividade principal a produção de forragem de boa qualidade, à qual deverá agregar valor, quando eficientemente transformada em leite pelos animais (Matos, 2002).

Neste contexto, a utilização de forrageiras com bom valor nutricional pode contribuir para aumentar a produtividade e a lucratividade dos sistemas de produção de carne e leite. Os híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. x *Sorghum sudanense* Piper) vêm ganhando importância crescente na alimentação dos animais nos estados do Brasil Sul e Central (Tomich, 2003), devido à rapidez no estabelecimento e crescimento, facilidade de manejo para corte ou pastejo, alta produção de forragem, bom valor nutritivo e excelente palatabilidade, além de ser uma cultura tolerante ao calor e à seca (Valenzuela e Smith, 2002). Esta forrageira é uma alternativa viável para aumentar a utilização de volumosos na dieta de bovinos de corte e leite, proporcionando bons desempenho e diminuição do uso de suplementos para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais, reduzindo os custos com a dieta e, muitas vezes, viabilizando o sistema de produção.

O valor nutritivo das forrageiras é determinado a partir da quantificação de seus nutrientes, através de análises químicas, e disponibilidade biológica, através de ensaios *in vitro*, *in situ* e *in vivo*. A fibra, representada principalmente pela celulose e hemiceluloses, é o principal constituinte energético de dietas à base de volumosos e sua degradabilidade está diretamente relacionada com a utilização eficiente da energia contida nas forragens pelos herbívoros. Dentre os fatores que podem interferir na degradabilidade da fibra destaca-se a lignina. Esta substância está presente na parede celular e pode limitar a disponibilidade da celulose e da hemiceluloses para os microrganismos ruminais. Plantas mutantes, portadoras de nervura marrom (*brown midrib - bmr*), são caracterizadas pelo menor teor de lignina na parede celular em relação às plantas normais, apresentando maior digestibilidade das frações fibrosas, tornando-se uma alternativa para utilização em dietas com alta proporção de volumosos para animais de alto desempenho e, por isso, com elevada exigência nutricional. Apesar da descoberta dos genes mutantes *bmr* e das vantagens de sua utilização na alimentação animal, plantas mutantes não foram usadas comercialmente até os anos de 1990, pois esses fenótipos apresentam redução do vigor e da produção (Casler et al., 2003), redução da altura e são mais susceptíveis ao acamamento (Zuber et al., 1977, citado por Chabbert et al., 1994; Van Soest, 1994).

Este trabalho estudou e comparou as características agronômicas e nutricionais de híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais convencionais e mutantes, portadores de nervura marrom, manejados em regime de cortes sucessivos para uso em sistemas de produção de ruminantes. O primeiro capítulo é uma revisão de literatura que aborda as características produtivas e de valor nutritivo de híbridos de sorgo com capim Sudão e a estrutura, biossíntese, influência sobre a degradação da parede celular e mutações genéticas (*bmr*) da lignina. O segundo avalia as características agronômicas de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*. O terceiro, quarto e quinto capítulos utilizam diferentes técnicas para avaliação do valor nutritivo destas forrageiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASLER, M.D., PEDERSEN, J.F., UNDERSANDER, D.J. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Sci.*, v. 43, p. 782-789, 2003.
- CHABBERT, B., TOLLIER, M.T., MONTIES, B. Biological variability in lignifications of maize. Expression of the brown midrib *bmr3* mutation in three maize cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, v.64, p. 349-355, 1994.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008. In: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 08/01/2008.
- MATOS, L.L. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: SANTOS, G.T. et al. (Ed.) SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2002, UEM. Maringá, *Anais...* Maringá: UEM, 2002. p. 156-183.
- MOREIRA, A.L., REIS, R.A., RUGGIERI, A.C. et al. Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. *Ciênc. Agrotec.*, v. 31, n. 6, p. 1838-1844, 2007.
- OSAKI, M., ALVES, L.R.A., PAULENAS, V.P. Mercados de milho e soja. *Boletim do leite – CEPEA Esalq/USP*. 2007. In: <http://www.cepea.esalq.usp.br/leite>. Acesso em 08/01/2008.
- TOMICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (tese).
- VALENZUELA, H., SMITH, J. Sorghum-sudangrass hybrids. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. University of Hawaii at Mānoa. 2002. In: <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag>. Acesso em 08/01/2008.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Capítulo I - REVISÃO DE LITERATURA

HÍBRIDOS DE SORGO COM CAPIM SUDÃO

Há muitos anos, gramíneas forrageiras anuais, como o capim Sudão, têm sido usadas como pastagens. Com o surgimento de variedades e cruzamentos de sorgo com capim Sudão, aumentou o interesse por essas culturas, principalmente para corte ou pastejo e produção de silagens (Ademosum et al., 1968).

Nas regiões tropicais, os sistemas de produção de ruminantes incluem a utilização de gramíneas perenes para alimentação animal, devido ao menor custo e por apresentarem estação de crescimento mais longa do que aquelas anuais. Entretanto, comparativamente, as gramíneas perenes apresentam menos energia digestível e maior teor de fibra do que aquelas anuais, como o milho e os híbridos de sorgo com capim Sudão (Hill et al., 1999). Estas podem contribuir com os sistemas intensivos de produção de leite ou de carne, nos quais a qualidade das forragens é muito importante (Fontaneli et al., 2001).

A diversificação de culturas anuais para produção de forragem é altamente desejável em função do custo de produção das tradicionais, como milho e sorgo, além de representar alternativas para diversos sistemas de produção de carne e leite. Existem várias alternativas de culturas anuais que podem ser utilizadas com sucesso em diversas regiões tropicais e subtropicais do globo (Rodrigues, 2000; Mattos, 2003). A combinação do sorgo com o capim Sudão, chamados de sorgo de corte e pastejo, já é conhecida há tempos em países de tradição pecuária como os Estados Unidos e a Argentina e, mesmo no Sul do Brasil, estes híbridos são utilizados há décadas para pastejo direto em plantios de verão (Rodrigues, 2000).

Nas fazendas típicas de produção de leite e carne nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, a oferta de alimentos volumosos de boa qualidade é sazonal, tornando a produção instável. Além disso, é comum produtores adotarem um único sistema de produção de volumosos que nem sempre é o mais adequado para sua propriedade e que proporcione o melhor custo/benefício. O que se preconiza hoje na alimentação de ruminantes é o aproveitamento racional de mais de um recurso

disponível na propriedade, cada um no momento certo, com o objetivo de maximizar seu uso e evitar a estacionalidade da produção de forragem, de leite e de carne. Busca-se estender o período de pastejo ou de oferta de forragem fresca de alto valor nutritivo, com redução do tempo de suplementação volumosa com silagens, cana ou feno. O uso do sorgo de corte e pastejo permite alongar o período de oferta de forragem até o mês de maio, no Brasil Central, enquanto nas pastagens convencionais há redução drástica da produção de matéria seca a partir de março (Rodrigues, 2000).

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os híbridos de sorgo com capim Sudão são oriundos do cruzamento entre as espécies *Sorghum bicolor* (L.) Moench. e *Sorghum sudanense* Piper e apresentam características agrônômicas intermediárias entre as duas (Bogdan, 1977). São plantas de ciclo anual, desenvolvem-se durante a estação do verão, alcançam de 1,5 a 3,7 m de altura (Valenzuela e Smith, 2002), possuem folhas abundantes, longas e delgadas, colmos finos e suculentos e grande capacidade de perfilhamento (Rodrigues, 2000). Assim como outras gramíneas tropicais com rota fotossintética "C4", utilizam eficientemente a luz solar e a água do solo para acumular rapidamente grande quantidade de biomassa (Valenzuela e Smith, 2002).

Quanto às condições edafoclimáticas, os híbridos de sorgo com capim Sudão caracterizam-se pela grande tolerância ao calor e à seca. Crescem em solos com pH entre 5,5 e 8,3 e, por tolerarem o alto pH, são utilizados para aproveitar solos alcalinos (Valenzuela e Smith, 2002).

PLANTIO E PRODUTIVIDADE

O plantio é realizado através de sementes, que pode ser feito em linhas ou a lanço. No plantio em linhas, recomenda-se o uso de 15 kg de sementes/ha, numa profundidade de dois a 3,5 cm e 18 a 36 cm de espaço entre as fileiras (Wheeler e Mckinlay, 1998). Segundo Rodrigues (2000), o espaçamento entre fileiras não deve ultrapassar 50 cm para que haja uma rápida formação da pastagem e alta produção de

biomassa. No plantio a lanço, utiliza-se de 15 a 40 kg de sementes/ha.

A produtividade de híbridos de sorgo com capim Sudão pode variar de acordo com a variabilidade genética, fertilidade do solo, disponibilidade de água, época de plantio, estágio de desenvolvimento da planta, efeito de cortes sucessivos e o número de plantas por unidade de área (Tomich, 2003).

Segundo Grubinger (2007), a produção de MS de híbridos de sorgo com capim Sudão pode alcançar 5,50 t/ha ou mais. Rodrigues (2000) relata produções de 2,91 t/ha e 5,46 t/ha para o sorgo de corte e pastejo BRS 800 e 3,04 t/ha e 5,83 t/ha para o AG 2501, colhidos aos 42 e 56 dias após a germinação, respectivamente. Tomich et al. (2004) avaliaram a produção de MV e de MS de 25 híbridos de sorgo com capim Sudão em regime de corte, plantados em outubro, no estado de Minas Gerais e colhidos aos 57 dias após o plantio. A produção média foi de 29,40 t/ha de MV e 4,50 t/ha de MS, sendo que não houve diferença significativa nas produções entre os híbridos. Nos Estados Unidos, Fontaneli et al. (2001) observaram produções de 2,80 a 7,44 t MS/ha para dois híbridos de sorgo com capim Sudão (*Hygrazer* e SX 15). Esta grande variação observada ocorreu principalmente devido à época de plantio, desde que a semeadura tardia submete a planta por mais tempo ao período seco, à redução da temperatura e redução do fotoperíodo, além de reduzir o número de cortes.

Burguer e Hittle (1967) relatam que híbridos de sorgo com capim Sudão proporcionaram rendimentos superiores em três do que em quatro cortes por ano. Quanto à altura de corte, melhores rendimentos foram obtidos com altura de corte de oito centímetros ao invés de 15 cm. Segundo Hold e Alston (1968), ocorre um aumento do número de perfilhos quando se realiza cortes mais baixos, sugerindo-se que para maior produção de forragem nestes híbridos há necessidade de remoção dos meristemas apicais e da maior parte dos meristemas secundários, favorecendo o desenvolvimento dos perfilhos.

A utilização de fertilizantes nitrogenados não é prática comum na cultura de sorgos de corte e pastejo, entretanto são plantas capazes de responder a esta adubação com aumentos na

produção de MS. Como a dosagem ideal deve aliar o aumento da produção com a viabilidade econômica, a aplicação recomendada é de 50 a 100 kg de N/ha, divididos em duas aplicações, sendo metade no plantio e metade após o primeiro corte. Isto permite aumentar a produção em três cortes de 3,50 para 5,50 t de MS/ha (Beyaert e Roy, 2005).

VALOR NUTRITIVO

O valor nutritivo de um alimento está relacionado à sua composição química e ao aproveitamento dos compostos nutrientes pelos animais (Tomich, 2003). Em gramíneas tropicais, a composição química varia, principalmente, de acordo com a espécie e a idade de corte ou pastejo após o plantio. Com o avanço da idade da planta ocorre acúmulo dos constituintes da parede celular, inclusive lignina, e redução da relação folha/haste. Sendo a lignina a principal substância que interfere negativamente na digestibilidade da parede celular e as hastes a parte da planta com menor valor nutritivo e maior lignificação, observa-se redução do valor nutritivo com a maturidade.

Um híbrido de sorgo com capim Sudão foi avaliado quanto à composição química a cada três dias após 52 dias de plantio (Ademosum et al., 1968). Aos 52 dias, o teor de PB foi de 19,6% e de FDA de 29,9%. Com o avanço da idade observou-se redução do teor de PB e aumento do teor de FDA para 11,4% e 32,0%, respectivamente, aos 70 dias e 10,3% e 37,8% aos 84 dias. Wedin (1970) avaliou a composição nutricional de cultivares de capim Sudão e híbridos de sorgo com capim Sudão e observou teor médio de PB de 15,2%, quando o corte foi realizado nas plantas com 0,91 m de altura. Houve diferença no teor de PB entre os cultivares, mas não entre cultivares de capim Sudão e híbridos de sorgo com capim Sudão, mostrando que o teor de PB do capim Sudão e em seus híbridos com o sorgo são semelhantes e variações neste nutriente são inerentes aos híbridos. Ainda foi observado que o teor de PB diminui com a maturidade das plantas, sendo que no corte realizado com 46 cm de altura (estágio vegetativo) o teor de PB médio foi de 18,4% e no corte realizado na fase de grão duro foi de 5,8%. Fontaneli et al. (2001) relataram valor médio de PB para a planta completa de dois híbridos de sorgo com capim Sudão, avaliados em dois anos

subseqüentes de 14,0%. O teor de PB foi menor no caule em relação às folhas, média de 9,3% e 16,0%, respectivamente. Cerosalette et al. (2002) avaliaram a composição nutricional de um híbrido de sorgo com capim Sudão mutante, portador de nervura marrom, e observaram redução do teor de PB com o aumento da altura das plantas no momento do corte. O teor de PB foi de 18,3%, 13,5%, 10,5% e 7,9% para os cortes realizado com 0,86, 1,17, 1,49 e 1,75 m de altura. Estes resultados mostram que o avanço da idade e, conseqüentemente, o aumento da altura das plantas reduz o teor de PB de híbridos mutantes, assim como ocorre em plantas normais. A adubação nitrogenada pode influenciar o teor de PB (N x 6,25) em híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes, portadores de nervura marrom (Beyaert e Roy, 2005). Os pesquisadores observaram teor de PB médio de 14,1% sem adubação e 17,6% com adubação de 250 kg de N/ha ao avaliarem o híbrido de sorgo com capim Sudão CV. CFSH-17, entretanto a melhor eficiência de utilização do N, tanto para rendimento de MS e teor de PB foi observada com aplicação de 100 kg de N/ha.

Plantas forrageiras tropicais, como os híbridos de sorgo com capim Sudão, apresentam via fotossintética "C4", na qual o primeiro produto estável formado é um composto de quatro carbonos, o oxaloacetato. Estas plantas apresentam elevada taxa fotossintética e de crescimento, baixa taxa de fotorrespiração e baixa taxa de perda de água (Lehninger, 2005). Observa-se rápido acúmulo de MS nas estações de crescimento, mas, em contrapartida, o acúmulo acelerado de carboidratos estruturais insolúveis, como a celulose e as hemiceluloses, pode interferir negativamente na sua digestibilidade.

Nos anos de 1960 e 1970, a metodologia dos detergentes ainda não era utilizada rotineiramente e alguns trabalhos envolvendo a caracterização química de híbridos de sorgo com capim Sudão e os fatores que podem influenciá-la foram realizados utilizando a metodologia da fibra bruta. Embora os dados não possam ser diretamente comparados, pode-se utilizá-los para verificar o comportamento da fibra em relação a diferentes fatores modificadores. Worker Jr. e Marble (1968) avaliaram a composição química de sorgos do tipo forrageiros, incluindo-se um sorgo, um capim Sudão e o híbrido de sorgo com

capim Sudão e observaram aumento do teor de fibra bruta com o avanço da maturidade, sendo que o maior acúmulo ocorre entre a fase vegetativa e de florescimento. Worker Jr. (1973) estudou o efeito do estágio de maturação (vegetativo ou florescimento) e do espaçamento entre linhas (35,6, 53,3, 71,1 e 88,9 cm) sobre a composição química do sorgo, do capim Sudão e do híbrido de sorgo com capim Sudão e os resultados mostraram que o espaçamento entre linhas não interfere no teor de fibra em ambas as fases e que com a maturidade das plantas ocorre o aumento do teor de fibra. Tomich (2003) avaliou o valor nutritivo de 25 híbridos de sorgo com capim Sudão colhidos 57 dias após o plantio. Neste estudo, o teor de MS médio foi de 15,3% e o teor de proteína bruta variou entre 10,8% e 14,5%. O teor de FDN, FDA e lignina foi semelhante entre todos os híbridos, apresentando média de 67,7%, 39,8% e 5,1%, respectivamente.

O teor de lignina em um híbrido de sorgo com capim Sudão (Sweet Sioux) foi avaliado em diferentes idades de corte por Ademosum et al. (1968). Neste estudo verificou-se o aumento do teor de lignina com o avanço da idade de corte das plantas, sendo de 2,59%, aos 52 dias e 4,61% aos 85 dias. Koller e Scholl (1968) avaliaram os efeitos do espaçamento entre linhas (17,8, 35,6 e 71,1 cm) sobre a composição química média do híbrido de sorgo com capim Sudão SX-11, cortado com 76 cm de altura e não verificaram diferenças no teor de lignina, que variou entre 2,31% e 3,28%.

Plantas forrageiras freqüentemente apresentam altos teores de carboidratos estruturais e baixa digestibilidade, limitando a disponibilidade de energia para os animais que recebem dietas ricas em volumosos, principalmente aqueles que apresentam alto potencial genético de produção. Entretanto a manutenção de níveis elevados de forragens nas dietas de animais ruminantes é desejável desde que contribuem para uma melhor fermentação ruminal e saúde animal, além de apresentarem custos de produção inferiores aos alimentos concentrados (Jung e Allen, 1995). O consumo de forrageiras pode ser negativamente influenciado devido à sua baixa qualidade, sendo o enchimento ruminal e a baixa taxa de passagem os principais fatores envolvidos (Van Soest, 1994; Allen, 1996).

Wedin (1970) verificou redução da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) no capim Sudão e em seus híbridos com o sorgo com o aumento da altura das plantas no momento do corte e, conseqüentemente, redução do número de cortes durante a estação de crescimento. Para os cortes realizados nas plantas com alturas de 0,46 m, 0,92 m e 1,37 m, as DIVMS médias foram 70,1%, 67,7% e 65,4%, respectivamente. Tomich (2003) avaliou a DIVMS de 12 híbridos de sorgo com capim Sudão, submetidos a cortes sucessivos, e observou valores de 66,2%, 67,2% e 65,6%, no primeiro corte (44 dias após o plantio), segundo corte (30 dias após o rebrote) e terceiro corte (31 dias após o segundo rebrote), respectivamente.

PAREDE CELULAR VEGETAL

O Sol é a fonte primária de energia de todos os alimentos, a qual é estocada nos tecidos dos organismos fotossintetizantes. Plantas verdes, autotróficas e capazes de produzir todas as substâncias orgânicas necessárias para manutenção da vida, fornecem os nutrientes para os animais herbívoros e para aqueles que se alimentam destes (Van Soest, 1994).

Assim como todos os organismos vivos, as plantas possuem sistemas de proteção representados por estruturas físicas e químicas, que oferecem resistência ao ataque ou ingestão pelos organismos heterotróficos. Dentre os principais, a celulose e os componentes polifenólicos (ligninas e taninos) impedem ou dificultam sua utilização como fonte de energia e nutrientes. Os principais componentes resistentes ao sistema digestivo dos animais estão presentes na parede celular vegetal, representados pela celulose, hemiceluloses e lignina. Por outro lado, os herbívoros desenvolveram estratégias para superar estas barreiras através da simbiose com microrganismos no trato gastrointestinal capazes de degradar estas substâncias. Os carboidratos celulósicos, incluindo as hemiceluloses, contribuem, em média, com 50% da energia metabolizável consumida pelos ruminantes (Van Soest, 1994).

A parede celular vegetal é formada pela parede celular primária, parede celular secundária e lamela média. As paredes celulares são quimicamente complexas e constituídas por carboidratos, proteínas, ligninas, água, alguns

íons e moléculas inorgânicas e, em alguns casos, outras moléculas orgânicas como cutina e suberina. A proporção, composição e organização destes constituintes variam com a espécie vegetal e tipo de célula e se modifica durante o desenvolvimento e exposição da planta a diversos fatores ambientais. De acordo com a organização dos constituintes da parede celular vegetal no espaço, originam-se duas fases: microfibrilar e amorfa. A fase microfibrilar é composta pela celulose, molécula linear constituída por unidades de β -D-glicose, unidas por ligações glicosídicas β 1 \rightarrow 4. Um número variável de cadeias de celulose une-se, originando estruturas denominadas microfibrilas. A celulose é o polissacarídeo mais abundante na natureza e, provavelmente, o mais estudado da parede celular vegetal. A fase amorfa é composta por substâncias pécnicas, hemiceluloses, proteínas, compostos fenólicos, água e minerais (Hernández e Valdivia, 1995).

LIGNINA

A palavra lignina vem do latim *lignum*, que significa madeira, e representa um grupo de compostos fenólicos com funções vitais para o crescimento e desenvolvimento de angiospermas e gimnospermas (Sarkanen e Ludwig, 1971; citado por Saliba, 1998). Considerando a evolução dos organismos fotossintéticos, o processo de lignificação é relativamente recente (430 milhões de anos) e permitiu o desenvolvimento e adaptação dos vegetais superiores à vida terrestre (Boudet, 2000).

A lignina é, provavelmente, o único componente da parede celular resistente à degradação bacteriana e fúngica no trato digestivo e sua associação com outros componentes influencia marcadamente as propriedades da parede celular, incluindo a degradabilidade dos polissacarídeos estruturais (Grabber et al., 2004). O processo de lignificação da parede secundária ocorre no final do período de crescimento celular (Hernández e Valdivia, 1995); isto significa que com o avanço da idade da planta há um aumento da quantidade de tecidos lignificados e, conseqüentemente, menor degradabilidade da parede celular vegetal, reduzindo o valor nutritivo da forragem.

Estrutura e biossíntese

A lignina é um polímero vegetal constituído de unidades fenilpropanóides denominadas C_6C_3 ou simplesmente C_9 , repetidas de forma irregular (Piló-Veloso et al., 1993) e sua síntese é um dos processos que mais consomem energia nos vegetais (Boudet, 2000). As unidades C_9 que compõem a lignina são o *p*-hidroxifenilpropano (H), guaiacilpropano (G) e siringilpropano (S), derivados dos alcoóis, denominados genericamente como monolignóis, *p*-cumarílico, coniferílico e sinapílico, respectivamente (Jung e Farey Jr., 1983), que diferem entre si pelo grau de metilação (Boudet, 2000).

A biossíntese da lignina nas gramíneas inicia-se através da deaminação da 1-fenilalanina ou da tirosina por enzimas denominadas amônia liases, produzindo ácido cinâmico ou *p*-cumárico, respectivamente. Em seguida ocorrem a hidroxilação, metilação e formação de tioéster de hidroxicinamoil-CoA, redução do tioéster de hidroxicinamoil-CoA para hidroxicinamaldeídos e redução destes para formação dos três alcoóis, *p*-cumarílico, coniferílico e sinapílico (figura 1), que são transportados do citosol para o apoplasto. No apoplasto, os monolignóis são submetidos a uma polimerização desidrogenativa, através de enzimas oxidases (peroxidases e lacases), para formar a lignina contendo, principalmente, unidades G e S. As unidades H ocorrem em menor proporção na lignina das gramíneas (Grabber et al., 2004).

As enzimas que participam das etapas iniciais e intermediárias desta via de biossíntese, até a formação do tioéster de hidroxicinamoil-CoA, são comuns à via dos fenilpropanóides e os produtos finais dessa via comum são precursores de compostos fenólicos tais como flavonóides, taninos, ligninas, ésteres e fenolamidas. As enzimas cinamoil-CoA-redutase (CCR) e cinamil álcool desidrogenase (CAD), que realizam a redução dos tioésteres de hidroxicinamoil-CoA e redução dos hidroxicinamaldeídos, respectivamente, são consideradas enzimas específicas da via de síntese das ligninas (figura 1).

Embora formada por somente três unidades distintas, a composição e estrutura das ligninas varia consideravelmente numa mesma espécie de planta, dependendo do tecido, da localização

celular e de condições ambientais (estresse mecânico ou biótico) e entre diferentes espécies (Boudet, 2000; Grabber et al., 2004). Vários intermediários metabólicos podem também compor as ligninas, principalmente em plantas que apresentam alterações na biossíntese dos monolignóis (Grabber et al., 2004).

Os monolignóis formam radicais livres sob a ação de oxidases capazes e tornam-se capazes de reagirem entre si de forma não enzimática, formando os polifenóis. Essa ausência de controle enzimático durante a polimerização resulta em uma série de ligações aleatórias entre os monômeros das ligninas, resultando em diferentes estruturas complexas (Jung e Farey Jr., 1983). Os principais tipos de ligações químicas entre as unidades monoméricas das ligninas são: carbono-carbono entre cadeias alifáticas C_3 de duas unidades (β - β' , α - α' e α - β'), entre estas e anéis aromáticos (β -5', β -1', α -1' e β -6'), entre carbonos de núcleos aromáticos (5-5') e ligações etéricas envolvendo cadeias alifáticas e anéis aromáticos (α -0-4' e β -0-4') ou apenas cadeias alifáticas (α - γ') (Piló-Veloso et al., 1993). Nas gramíneas, as ligações do tipo éter são mais comuns, e em menores quantidades existem as ligações carbono-carbono e ligações éter-bifenil, chamadas condensadas, que são mais resistentes à degradação química (Grabber et al., 2004).

Nas forragens, além do aumento da concentração da lignina, observa-se o aumento da relação S/G com a maturidade da planta. Ao quantificar e qualificar a lignina de grama estrela nos diferentes estádios de crescimento da planta, Chen et al. (2002) observaram aumento do teor de lignina com o avanço do estágio vegetativo, mas o maior aumento ocorreu ao atingir o estágio reprodutivo. Simultaneamente, observou-se que o teor de S e a relação S/G aumentaram com a maturidade da planta. O aumento do teor de lignina foi diretamente relacionado com a redução da degradabilidade ruminal dos tecidos vegetais. Segundo Grabber et al. (2004), este aumento da relação S/G durante a maturação da planta deve-se ao padrão de deposição de monolignóis nas paredes celulares e ao acúmulo de células altamente lignificadas do xilema e do esclerênquima, que são ricas em siringilpropano.

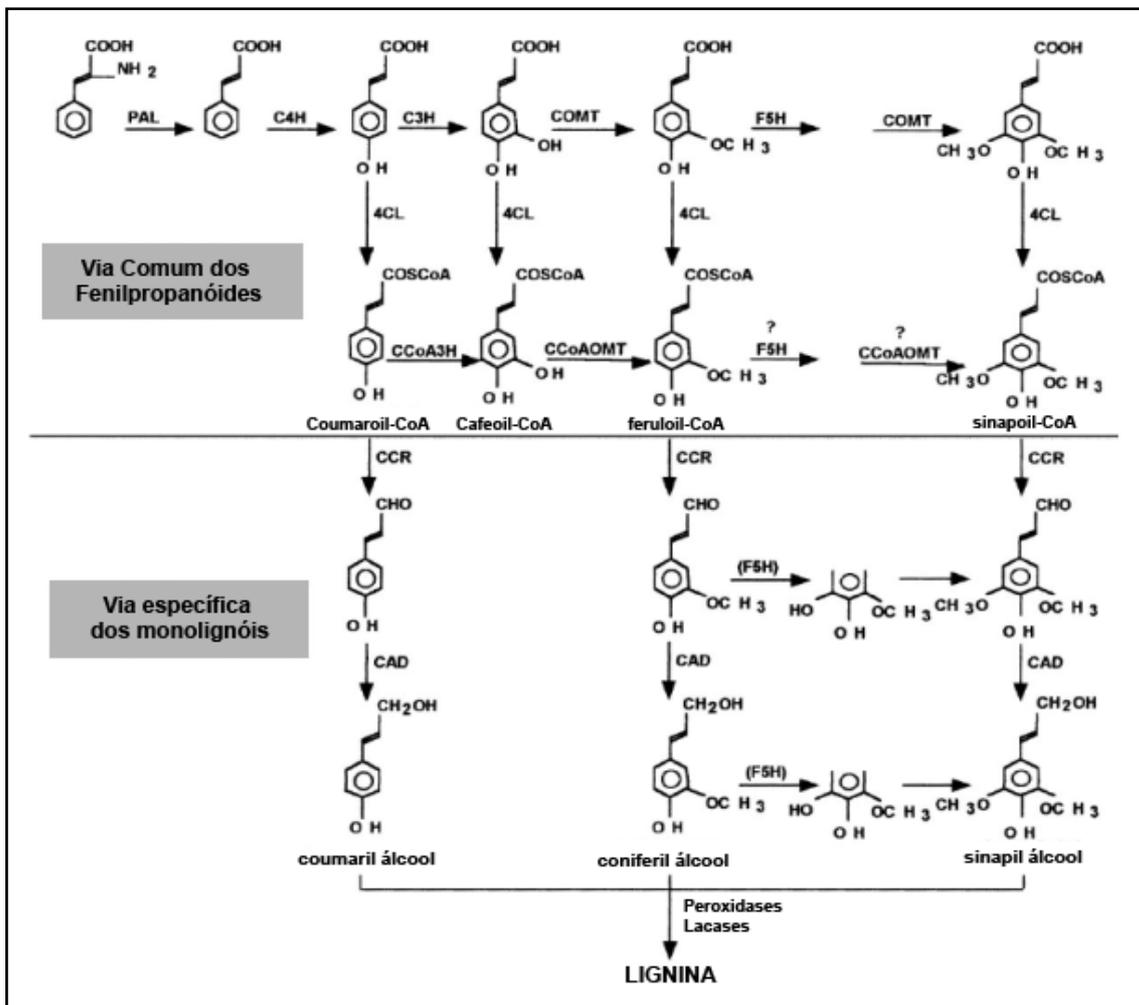


Figura 1. Via biosintética da lignina. (PAL, fenilalanina amônia liase; C4H, cinamato-4-hidroxilase; C3H, 4- cumarato-3-hidroxilase; COMT, ácido cafeico-*O*-metiltransferase; CCoAOMT, cafeoil-CoA3-*O*-metiltransferase; F5H, ferulato-5-hidroxilase; 4CL, hidroxicinamato-CoA-ligase; CCR, cinamoil-CoA-reductase; CAD, cinamoil álcool desidrogenase; Fonte: Boudet (2000).

Lignina e degradação ruminal da parede celular vegetal

A primeira limitação para a rápida degradação dos polissacarídeos da parede celular (celulose e hemiceluloses) é a presença da lignina. Essa limitação está associada à presença física da lignina, à sua natureza química e suas ligações fenólicas aos polissacarídeos.

A presença da lignina está frequentemente associada à indigestibilidade dos nutrientes (Jung e Fahey Jr., 1983) e esta associação foi observada já nos anos de 1930, ainda que seus mecanismos não tivessem sido elucidados (Jung, 1989). Sullivan (1955) observou redução do coeficiente de digestibilidade da celulose de gramíneas temperadas com o aumento do teor de lignina. Muitos anos depois, Chesson (1993) e Jung e Deetz (1993) sugeriram um modelo que descreve como a lignificação da parede celular limita a digestão dos polissacarídeos pelos microrganismos ruminais e apontam que nem toda lignina afeta igualmente a digestibilidade. As relações entre o teor de lignina e a degradabilidade são influenciadas pela hidrofobicidade da lignina, suas ligações com outros componentes da parede celular, as condições de polimerização no apoplasto e, provavelmente, outros fatores químicos e estruturais. Além destes, os métodos de quantificação da lignina e da degradabilidade da parede celular também interferem nestes resultados (Grabber et al., 2004).

Existe uma correlação negativa entre a digestibilidade da parede celular e concentração de lignina. Este polímero exerce seu efeito negativo através da formação de um escudo que impede a hidrólise enzimática dos polissacarídeos (Jung e Allen, 1995). A lignina também interfere na digestibilidade da parede celular devido à formação de complexos com os polissacarídeos estruturais, através de ligações ésteres, tornando-os indisponíveis para a degradação microbiana (Jung e Fahey Jr., 1983).

Variações genéticas para as características das ligninas: nervura marrom (*brown-midrib:bmr*)

Plantas mutantes *bmr* exibem uma pigmentação amarronzada na nervura das folhas e na medula do caule, associada aos tecidos lignificados, a partir do momento em que a planta apresenta em

torno de cinco folhas expandidas (Barrière et al., 2004) e têm sido encontradas naturalmente ou por indução em plantas de milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), milheto (*Pennisetum americanum*) e híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) (Lam et al., 1996). A primeira planta mutante *bmr* de milho surgiu através da autopolinização do milho dentado, em 1924. O gene que induz o fenótipo *bmr* foi denominado *bmr-1* e outros três foram descritos depois e denominados *bmr-2*, *bmr-3* e *bmr-4*. Estes genes originaram-se naturalmente e segregam como uma característica Mendeliana recessiva (Barrière et al., 2004). Variações nas características das ligninas foram observadas nos híbridos de milho *bmr* somente nos anos de 1960 e 1970 (Grabber et al., 2004). No sorgo, 19 mutantes *bmr* foram identificados a partir da progênie de sementes tratadas quimicamente através da embebição em dietilsulfato, em 1975. Destes, três foram selecionados por suas características agrônômicas, *bmr-6*, *bmr-12* e *bmr-18*, e formam a base das pesquisas de plantas de sorgo mutantes (Oliver et al., 2005).

As plantas mutantes *bmr* têm atraído a atenção dos pesquisadores por apresentarem maior degradabilidade ruminal em comparação às plantas normais isogênicas. Segundo Van Soest (1994), plantas mutantes *bmr* possuem menor teor de lignina polimerizada e uma quantidade considerável de substâncias polifenólicas solúveis que não interferem na digestibilidade da parede celular como as ligninas normais. A composição química da parede celular das plantas mutantes pode apresentar redução do teor de lignina e/ou redução da concentração do ácido *p*-cumárico e/ou maior teor de xilose. Além disso, as ligninas dos híbridos mutantes podem ser distinguidas estruturalmente das ligninas das plantas normais por apresentarem menor relação molar entre unidades siringilpropano e guaiacilpropano (S/G) e/ou menor formação dos produtos da oxidação alcalina com nitrobenzeno e/ou a presença de unidades 5-hidroxi-guaiacil. Essas modificações fenotípicas decorrem da alteração da atividade das enzimas ácido cafeico 3-*O*-metiltransferase (COMT) e/ou cinamoil álcool desidrogenase (CAD), envolvidas na biossíntese das ligninas, provocadas pelos genes *bmr* (Lam et al., 1996; Oliver et al., 2005).

No milho, a mutação *bmr-1* afeta a expressão do gene da enzima CAD e sua atividade é reduzida em 60% na parte vegetativa e até 97% nas raízes da planta. Os colmos do milho *bmr-1* apresentam redução do teor de lignina, pequena redução do teor dos ésteres do ácido ferúlico e substancial redução do teor dos ésteres do ácido *p*-cumárico e éteres do ácido ferúlico. Em comparação às plantas normais isogênicas, os híbridos *bmr-1* mostram redução do teor de FDN e de lignina Klason (como % da FDN) e aumento da digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) (Provan et al., 1997; Halpin et al., 1998).

Em plantas dicotiledôneas, demonstrou-se que a deficiência da enzima COMT está primariamente envolvida na formação de unidades S, via metilação do 5-hidroxiciniferaldeído (Dixon et al., 2001). Plantas de milho *bmr-3* apresentam inibição completa da expressão do gene da enzima COMT e redução significativa das unidades S, mas não sua ausência, mostrando que as unidades S podem originar-se de outras vias bioquímicas ainda não descritas. Estes mutantes apresentaram redução do teor de lignina de 25-40%, mas foram menos digestíveis do que o esperado. Sugeriu-se que a lignina do mutante *bmr-3* inibiu mais a digestibilidade da parede celular do que a lignina normal e que isto deve estar relacionado com a maior frequência de unidades ciniferaldeído no polímero (Thorstensson et al., 1992; Grabber et al., 1998). A avaliação de três cultivares de milho *bmr-3* e seus pares isogênicos normais (Chabbert et al., 1994) também mostrou que esta mutação provoca redução do teor de lignina de 18 a 30%, de ácido *p*-cumárico de 40 a 51% e de 50% do teor de unidades siringilpropano. A mutação do gene *bmr-3* também provoca a ocorrência de unidades 5-hidroxicinaiacil na lignina, que reflete a inibição parcial da metilação do ácido ferúlico para formação do ácido sinapílico durante a biossíntese desse polímero (Chabbert et al., 1994). Tjardes et al. (2000) também observaram redução do teor de FDN, FDA e lignina na silagem de milho *bmr-3* em relação à silagem de seu par isogênico e aumento do consumo de MS por novilhos em fase de crescimento e terminação. A digestibilidade aparente da FDN e FDA foram maiores na silagem da planta mutante, entretanto os resultados da avaliação de desempenho mostraram que não houve diferença no ganho de peso médio diário e eficiência alimentar dos animais.

No sorgo, o gene *bmr-6* está envolvido na redução do teor de lignina devido à redução da atividade da enzima CAD (Bucholtz et al., 1980), enquanto os genes *brm-12* e *bmr-18* reduzem a atividade da enzima COMT (Bout e Vermerris, 2003). Oliver et al. (2005) avaliaram os efeitos da mutação *bmr-6* e *bmr-12* sobre a composição química e o produção de quatro cultivares de sorgo forrageiro, colhidos aos 116 dias após o plantio. Observou-se que as plantas mutantes apresentaram o mesmo teor de FDN em relação às plantas normais. Quanto ao teor de FDA, observou-se uma interação entre o cultivar e o tipo de gene mutante presente e a média entre os quatro cultivares mostrou que as plantas *bmr-6* apresentaram menor teor de FDA em relação às plantas normais e às plantas *bmr-12*. O teor de lignina foi menor nas plantas *bmr-12* às plantas normais e àquelas *bmr-6*. Quanto à digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN), as plantas mutantes (*bmr-6* e *bmr-12*) foram superiores em relação às plantas normais. Segundo os autores, nas plantas *bmr-12*, o aumento da DIVFDN baseia-se na redução do teor de lignina, entretanto nas plantas *bmr-6* este aumento pode ser devido à modificação química da lignina determinada pela redução da atividade da enzima COMT ou à escolha do método analítico para lignina (lignina em detergente ácido), que determina somente a lignina *core*, altamente condensada e muito resistente à degradação.

Lam et al. (1996) avaliaram o teor de lignina, através de quatro métodos (lignina detergente ácido, lignina Klason, lignina solúvel em ácido e lignina brometo de acetila), a relação molar entre as unidades siringilpropano e guaiacilpropano (S/G) e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) do caule de sorgos mutantes *bmr-6* e *bmr-18* e seus pares isogênicos. Os resultados não mostraram diferença entre o teor de lignina das plantas mutantes em relação às plantas normais, em todos os métodos utilizados. Entretanto o teor de lignina observado entre as metodologias foram diferentes e os menores valores encontrados através da LDA em relação à lignina solúvel em ácido nas plantas mutantes e não nas normais sugerem que a lignina do colmo das plantas mutantes difere qualitativamente daquelas normais, possuindo maior proporção de lignina solubilizada em ácido e maior quantidade de lignina solúvel no detergente ácido (brometo de cetiltrimetilamônio). Resultados que refletem

o menor peso molecular da lignina nas plantas mutantes, provavelmente devido a alterações nos substratos e/ou enzimas do processo de polimerização. Nos dois mutantes *bmr* a relação S/G é menor em relação às plantas normais, mostrando que a mutação tanto no gene *bmr-6* como no *bmr-18*, e mais pronunciada no *bmr-18*, provoca redução drástica do teor de unidades siringilpropano devido à redução da atividade das enzimas CAD e COMT, respectivamente. A DIVMS foi maior nas plantas mutantes em relação às plantas normais (68,3 x 58,8 para o *bmr-6* e 88,2 x 73,1 para o *bmr-18*) e, segundo os pesquisadores, isto pode ser devido ao menor teor de ligações éster-éster entre a lignina e os polissacarídeos da parede celular.

Em regiões sujeitas à deficiência hídrica, o cultivo do milho para silagem pode ser de alto risco. O sorgo pode ser plantado tardiamente ou ser exposto a um período de seca durante o verão sem reduzir drasticamente a produção de silagem. Silagens de sorgo apresentam menor consumo e digestibilidade e, conseqüentemente, reduzem a produção de leite das vacas (Lusk et al., 1984). Estes pesquisadores compararam a silagem de milho normal e a de sorgo mutante *bmr-12* quanto à composição química, digestibilidade da MS e da PB, consumo e produção de leite. Observou-se que o teor de FDN, FDA e lignina insolúvel em ácido foram iguais nas duas silagens. Além disso, a digestibilidade da MS e da PB, o consumo de MS de silagem e a produção de leite e de leite corrigido para 4% de gordura foram estatisticamente semelhantes, demonstrando que a utilização de cultivares mutantes *bmr* permite substituir espécies de melhor valor nutricional, mas susceptíveis às adversidades edafoclimáticas.

Casler et al. (2003) avaliaram o valor nutricional de dois cultivares de capim Sudão, Piper e Greenleaf, mutantes (*bmr-6*) e seus pares isogênicos em dois cortes sucessivos e observaram que o gene mutante provocou redução média do teor de FDN de 3,2%, do teor de FDA de 4,4% e do teor de lignina (LDA) de 12,3% e aumento médio de 7,2% da DIVFDN nas plantas *bmr* em relação às plantas normais.

O feno de dois híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes (*bmr-12*) e de seus pares isogênicos (Redlan x Greenleaf e Redlan x Piper)

foram comparados em relação à composição química, ao teor de ácidos fenólicos solúveis em álcali e à digestibilidade ruminal e no trato digestivo total de ovinos (Wedig et al., 1987). Não foi observado qualquer efeito da mutação *bmr* sobre os componentes da parede celular (FDN, FDA, celulose, hemiceluloses e lignina), provavelmente devido à maior proporção de folhas no feno estudado, desde que diferenças significativas entre plantas de sorgo normais e mutantes *bmr-12*, quanto ao teor de lignina, são observadas principalmente no colmo (Porter et al., 1978). O teor de ácidos fenólicos foi menor nas plantas *bmr*. Sendo o teor de LDA semelhante, sugere-se que nestas variedades existe maior número de ligações entre os monômeros fenólicos, tornando a lignina mais resistente à extração álcali. Nas plantas mutantes encontrou-se maior teor de vanilina, menor de ácido *p*-cumárico e semelhante de ácido ferúlico. A digestibilidade ruminal da FDN, FDA e da celulose foram maiores nas plantas mutantes, provavelmente devido a diferenças na composição em ácido fenólicos. Fritz et al. (1988) também avaliaram o feno destes híbridos quanto à composição química, digestibilidade aparente e à cinética de degradação ruminal em vacas secas. Neste trabalho observou-se menor teor de FDN e redução de 17% da lignina em detergente ácido nos híbridos mutantes. A digestibilidade aparente da MS, da FDN e da hemicelulose foi maior para os híbridos mutantes (45,3% x 50,7%, 53,2% x 58,7% e 56,3% x 62,3%, respectivamente para o híbrido Redlan x Greenleaf e 51,8% x 56,6%, 58,3% x 62,8% e 61,2 x 66,4%, respectivamente para o híbrido Redlan x Piper). A taxa de degradação ruminal foi semelhante, mas a extensão da degradação às 72h foi, em média, 8% maior para os híbridos mutantes. As diferenças observadas nestes trabalhos provavelmente devem-se às diferenças nos momentos de corte escolhidos e, conseqüentemente, na relação folha/haste.

A composição química e a digestibilidade de um híbrido de sorgo com capim Sudão portador de nervura marrom foram comparados com uma planta normal por Hernández e Brito (2000). Os híbridos foram plantados em dois anos consecutivos e submetidos a quatro cortes sucessivos. O primeiro corte foi realizado aos 60 dias após os plantios e os cortes seguintes quando as plantas alcançaram a fase de emborrachamento. Observou-se que em geral, o

teor de PB foi semelhante entre os híbridos normais e aqueles mutantes em todos os cortes, variando entre 9,5 e 14,1%. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi maior para o híbrido mutante (70% x 65%). Beck et al. (2007) avaliaram a composição química e a degradabilidade *in situ* de dois híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, Nutriplus *bmr* e Dry-Stalk *bmr*, e compararam com um híbrido normal, Sweet Sanny Sue, em diferentes idades de corte. O teor de MS aumentou e o de PB reduziu com o aumento da idade de corte, em todos os híbridos. Houve interação entre híbrido e idade de corte para os parâmetros MS e PB. Aos 48 dias após o plantio, o teor de MS e de PB foi semelhante entre os híbridos, apresentando valor médio de 19,0% e 7,1%, respectivamente. Já o teor de FDN e de FDA foi inferior para os híbridos mutantes em relação ao híbrido normal, em todas as idades de corte avaliadas. No corte realizado 48 dias após o plantio, os teores de FDN e de FDA foram de 70,0%, 64,4% e 66,7% e 42,4%, 39,2% e 40,9% para os híbridos Sweet Sanny Sue, Nutriplus *bmr* e Dry-Stalk *bmr*, respectivamente. No mesmo estudo, a degradabilidade efetiva, na taxa de 3,5%/h, foi semelhante para os três híbridos, quando o corte foi realizado 34 dias após o plantio. Entretanto, com o avanço da idade, o híbrido normal apresentou degradabilidade efetiva inferior aos híbridos mutantes, sendo de 46,9%, 52,3% e 52,2% aos 48 dias de crescimento e de 54,1% e 51,8% e 45,4%, aos 63 dias de crescimento para os híbridos Sweet Sanny Sue, Nutriplus *bmr* e Dry-Stalk *bmr*, respectivamente.

Apesar da descoberta dos genes mutantes *bmr* e das vantagens de sua utilização na alimentação animal, principalmente em relação à degradabilidade dos carboidratos constituintes da parede celular, plantas mutantes não foram usadas comercialmente até os anos de 1990, pois esses fenótipos apresentam redução do vigor e da produção (Casler et al., 2003), redução da altura e são mais susceptíveis ao acamamento (Zubber et al., 1977, citado por Chabbert et al., 1994; Van Soest, 1994).

Os dados de produção, altura e susceptibilidade ao acamamento de plantas de sorgo, capim Sudão e seus híbridos mutantes são escassos. Oliver et al. (2005), ao avaliarem a altura e a produção de matéria seca (MS) de quatro

cultivares de sorgo forrageiro *bmr-6* e *bmr-12* e seus pares normais, observaram que as plantas normais foram maiores que as plantas *bmr-12*, que foram maiores que as plantas *bmr-6* (2,15 m, 2,11 m e 1,94 m, respectivamente). Quanto à produção de MS, constatou-se que as plantas *bmr-12* e *bmr-6* produziram 10% e 15% menos, respectivamente, em relação às plantas normais. Os pesquisadores afirmam que os genes *bmr* afetam a produção de MS no sorgo, assim como ocorre no milho, mas que para o sorgo forrageiro este resultado não é absoluto, pois existem cultivares que apresentam a mesma produção em plantas normais e mutantes *bmr-6* ou *bmr-12*. Neste trabalho não se observou diferença quanto ao acamamento entre as plantas normais e mutantes, que foi de 23%, em média. Sabe-se que esta característica também envolve condições ambientais, como chuvas e ventos e, segundo os pesquisadores, as informações obtidas com produtores e a observação das características morfológicas das plantas permitem caracterizar a maior probabilidade de ocorrência do acamamento em plantas mutantes de sorgo.

A produção de dois cultivares de capim Sudão mutante *bmr-6* e seus pares isogênicos foi avaliada em dois cortes por Casler et al. (2003) e os resultados mostraram que as plantas mutantes produzem, em média, 25% menos do que as plantas normais e que, no primeiro corte, varia de acordo com o local de plantio. Este resultado sugere que as plantas mutantes, quando adaptadas às condições ambientais, são capazes de reduzir a diferença de produção em relação às plantas normais. No segundo corte, as diferenças de produção refletem a redução do vigor de rebrote por si e não às diferentes condições ambientais, pois foram mais uniformes nos dois locais de plantio do que no primeiro corte.

Hernández e Brito (2000) compararam a produção de matéria seca digestível de um híbrido de sorgo com capim Sudão mutante e um normal. Os híbridos foram plantados em dois anos consecutivos e submetidos a quatro cortes sucessivos. O híbrido mutante apresentou maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca, entretanto a produção de matéria seca por hectare foi menor, resultando em menor produção de matéria seca digestível por área (18,0 t/ha x 23,0 t/ha). Neste estudo, a maior digestibilidade do híbrido mutante não compensou seu menor

rendimento de matéria seca. Entretanto a maior digestibilidade pode ser importante em situações nas quais se exige altos consumos de matéria seca digestíveis pelos animais, como vacas leiteiras de alta produção. Beck et al. (2007) avaliaram a altura das plantas e a produção de dois híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, Nutriplus *bmr* e Dry-Stalk *bmr*, e compararam com um híbrido normal, Sweet Sanny Sue, em diferentes idades de corte. A altura das plantas do híbrido normal foi superior às dos híbridos mutantes em todas as idades de corte estudadas (34, 41, 48, 55 e 63 dias após o plantio). Aos 34 dias após o plantio, a produção de MS/ha foi semelhante entre os híbridos (média de 1,44 t/ha) e aos 41 dias, o híbrido normal apresentou maior produção (3,45 t/ha) em relação aos dois híbridos mutantes (média de 2,27 t/ha). Entretanto, os cortes realizados a partir de 48 dias de crescimento apresentaram interações entre genótipo e idade de corte para esta variável. No corte realizado com 48 dias, o híbrido normal apresentou produção de MS intermediária entre os dois híbridos mutantes, no corte aos 55 dias o híbrido Dry-Stalk *bmr* apresentou produção semelhante ao híbrido normal e superior ao híbrido Nutriplus *bmr* e aos 63 dias o híbrido Dry-Stalk *bmr* foi inferior ao híbrido normal, mas semelhante ao híbrido Nutriplus *bmr*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMOSUM, A.A., BAUMGARDT, B.R., SCHOLL, J.M. Evaluation of a sorghum-sudangrass hybrid at varying stages of maturity on the basis of intake, digestibility and chemical composition. *J. Animal Sci.*, v. 27, n. 3, p. 818-823, 1968.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Animal Sci.*, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.
- BARRIÈRE, Y., RALPH, J., MÉCHIN, V. et al. Genetic and molecular basis of grass cell-wall biosynthesis and degradability. II. Lessons from brown-midrib mutants. *C. R. Biologies*, v. 327, n. 9-10, p. 847-860, 2004.
- BECK, P.A., HUTCHISON, S., GUNTER, S.A. et al. Chemical composition and *in situ* dry matter and fiber disappearance of sorghum x Sudangrass hybrids. *J. Anim. Sci.*, v. 85, n.2, p. 545-555, 2007.
- BEYAERT, R.P., ROY, R.C. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum-sudangrass yield and nitrogen use. *Agron. J.*, v. 97, p. 1493-1501, 2005.
- BOGDAN, A.V. *Tropical pasture and fodder plants*. New York: Longman, 1977. 425p.
- BOUDET, A.M. Lignins and lignifications. Selected issues. *Plant Physiol. Biochem.*, v. 38, n. 1-2, p. 81-96, 2000.
- BOUT, S., VERMERRIS, W. A candidate-gene approach to clone the sorghum Brown midrib gene encoding caffeic acid *O*-methyltransferase. *Mol. Genet. Genom.*, v. 269, p. 205-214, 2003.
- BUCHOLTZ, D.L., CANTRELL, R.P., AXTELL, J.D. et al. Lignin biochemistry of normal and brown midrib mutant sorghum. *J. Agric. Food Chem.*, v. 28, p. 1239-1245, 1980.
- BURGER, A.W., HITTLE, C.N. Yield, protein, nitrate and prussic acid content of Sudangrass, Sudangrass hybrids and pearl millets harvested at two cutting frequencies and two stubble heights. *Agron. J.*, v. 59, n. 3, p. 259-262, 1967.
- CASLER, M.D., PEDERSEN, J.F., UNDERSANDER, D.J. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Sci.*, v. 43, p. 782-789, 2003.
- CEROSALETTE, P., KETTERINGS, Q.M., KILCER, T. What's cropping up? v. 12, n. 3, p. 1-3, 2002. In: <http://www.cornell.edu/>. Acesso em 16/01/2008.
- CHABBERT, B., TOLLIER, M.T., MONTIES, B. Biological variability in lignifications of maize. Expression of the brown midrib *bm3* mutation in three maize cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, v.64, p. 349-355, 1994.
- CHEN, L., AUH, C., CHEN, F. et al. Lignin deposition and associated changes in anatomy, enzyme activity, gene expression, and ruminal degradability in stems of tall fescue at different developmental stages. *J. Agric. Food Chem.*, v. 50, p. 5558-5565, 2002.

- CHESSON, A. Mechanistic models of forage cell wall degradation. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. (Ed.) *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p. 347-376.
- DIXON, R.A., CHEN, F., GUO, D. et al. The biosynthesis of monolignols: a "metabolic grid", or independent pathways to guaiacyl and syringyl units? *Phytochem.*, v. 57, p. 1069-1084, 2001.
- FONTANELI, R.S., SOLLENBERGER, L.E., STAPLES, C.R. Yield, yield distribution and nutritive value of intensively managed warm-season annual grasses. *Agron. J.*, v. 93, p. 1257-1262, 2001.
- FRITZ, J.O., MOORE, K.J., JASTER, E.H. *In situ* digestion kinetics and ruminal turnover rates of normal and brown midrib mutant sorghum x Sudangrass hays fed to nonlactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 12, p. 3345-3351, 1988.
- GRABBER, J.H., RALPH, J., HATFIELD, R.D. severe inhibition of maize wall degradation by synthetic lignins formed with coniferaldehyde. *J. Sci. Food Agric.*, v. 78, p. 81-87, 1998.
- GRABBER, J.H., RALPH, J., LAPIERRE, C. et al. Genetic and molecular basis of grass cell-wall degradability. I. Lignin-cell wall matrix interactions. *C. R. Biologies*, v. 327, n. 5, p. 455-465, 2004.
- GRUBINGER, V. Sorghum-sudangrass: a vigorous cover crop. In: <http://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/Sorghum-Sudangrass.pdf>. Acesso em: 11/12/2007.
- HALPIN, C., HOLT, K., CHOJECKI, J. et al. Brown-midrib maize (bm1) – a mutation affecting the cinnamyl alcohol dehydrogenase gene. *Plant J.*, v. 14, p. 545-553, 1998.
- HERNÁNDEZ, G.N., BRITO, J.E.C. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo x Sudán de nervadura café em La region norte de México. *Tec. Pec. Méx.*, v. 38, n. 3, p. 177-187, 2000.
- HERNÁNDEZ, R.G., VALDIVIA, B.P. *La pared celular. Componente fundamental de las células vegetales*. México: Universidad Autónoma Chapingo, 1995. 96p.
- HILL, G.M., HANNA, W.W., GATES, R.N. Pearl millet cultivar and seeding method effects on forage quality and performance of grazing beef heifers. *J. Prod. Agric.*, v. 12, p. 578-580, 1999.
- HOLT, E.C., ALSTON, G.D. Responses of Sudangrass hybrids to cutting practices. *Agron. J.*, v. 60, p. 303-306, 1968.
- JUNG, H.G., FAHEY Jr., G.C. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: a review. *J. Animal Sci.*, v. 57, n. 1, p. 206-219, 1983.
- JUNG, H.G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. J.*, v. 81, p. 33-38, 1989.
- JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignifications and degradability. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. (Ed.) *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p. 315-346.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- KOLLER, H.R., SCHOLL, J.M. Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. *Agronomy. J.*, v. 60, p. 456-459, 1968.
- LAM, T.B.T., IYAMA, K., STONE, B.A. Lignin and hydroxycinnamic acids in walls of Brown midrib mutant of sorghum, pearl millet and maize stems. *J. Sci. Food Agric.*, v. 71, p. 174-178, 1996.
- LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M. *Lehninger principles of biochemistry*. 4.ed. New York: W.H. Freeman, 2005. 1119 p.
- LUSK, J.W., KARAU, P.K., BALOGU, D.O. et al. Brown midrib sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, v. 67, p. 1739-1744, 1984.

- MATTOS, J.L.S. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil central. *Rev. Progr. Ciênc. Agro-Ambientais*, v.2, n.1, p.53-70, 2003.
- OLIVER, A.L., PEDERSEN, J.F., GRANT, R.J. et al. Comparative effects of the sorghum *bmr-6* and *bmr-12* genes. I. Forage sorghum yield and quality. *Crop Sci.*, v. 45, p. 2234-2239, 2005.
- PILÓ-VELOSO, D., NASCIMENTO, E.A., MORAIS, S.A.L. Isolamento e análise estrutural de ligninas. *Quím. Nova*, v. 16, n. 5, p. 435-448, 1993.
- PORTER, K.S., AXTELL, J.D., LECHTENBERG, V.L. et al. Phenotype, fiber composition and in vitro dry matter disappearance of chemically induced brown midrib mutants of sorghum. *Crop. Sci.*, v.18, p. 205-208, 1978.
- PROVAN, G.J., SCOBIE, L., CHESSON, A. Characterisation of lignin from CAD and OMT deficient BM mutants of maize. *J. Sci. Food Agric.*, v. 73, p. 133-142, 1997.
- RODRIGUES, J.A.S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, UFLA. Lavras, *Anais...* Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.
- SALIBA, E.O.S. *Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas a degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1998, 252p. (tese).
- SULLIVAN, J.T. Cellulose and lignin in forage grasses and their digestion coefficients. *J. Animal Sci.*, v. 14, n.3, p. 710-717, 1955.
- THORSTENSSON, E.M.G., BUXTON, D.R., CHERNEY, J.H. Apparent inhibition to digestion by lignin in normal and brown midrib stems. *J. Sci. Food Agric.*, v. 59, p. 183-188, 1992.
- TJARDES, K.E., BUSKIRK, D.D., ALLEN, M.S. et al. Brown midrib-3 corn silage improves digestion but not performance of growing beef steers. *J. Anim. Sci.*, v. 78, p. 2957-2965, 2000.
- TOMICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (tese).
- TOMICH, T.R., RODRIGUES, J.A.S., TOMICH, R.G.P. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n.2, p. 258-263, 2004.
- VALENZUELA, H., SMITH, J. Sorghum-sudangrass hybrids. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. University of Hawaii at Mānoa. Agosto de 2002. In: <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag>. Acesso em 08/01/2008.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEDIG, C.L., JASTER, E.H., MOORE, K.J. Rumen turnover and digestion of normal and brown midrib sorghum sudangrass hybrid silages in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 70, p. 1220-1227, 1987.
- WEDIN, W.F. Digestible dry matter, crude protein, and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agron. J.*, v. 62, p. 359-363, 1970.
- WHEELER, B., MCKINLAY, J. Forage sorghum-sudan grass, 1998. In: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-043.htm>. Acesso em 03/03/2008.
- WORKER Jr., G.F., MARBLE, V.L. Comparison of growth stages of sorghum forage types as to yield and chemical composition. *Agron. J.*, v. 60, p. 669-672, 1968.
- WORKER Jr., G.F. Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yields and chemical composition. *Agron. J.*, v. 65, p. 975-977, 1973.

Capítulo II – EXPERIMENTO I

Características agronômicas de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos

RESUMO

As características agronômicas de 15 híbridos de sorgo com capim Sudão, sendo oito experimentais portadores de nervura marrom - *bmr*, cinco experimentais convencionais e dois híbridos testemunhas, foram avaliadas em três cortes sucessivos, aos 53 dias após o plantio, 38 dias após o primeiro corte e 49 dias após o segundo corte. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e a comparação de médias efetuada pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Os híbridos mutantes apresentaram população de plantas média inferiores aos híbridos normais. O primeiro e o segundo índice de rebrote foram semelhantes entre os híbridos, sendo de 0,72 e 1,09, respectivamente. As relações folha/colmo médias foram de 1,40, 0,94 e 1,52 nos três cortes sucessivos, respectivamente, e não foi observado diferença devido à mutação *bmr*. As produções de matéria verde e matéria seca totais foram estatisticamente semelhantes entre os híbridos, sendo os valores médios observados de 55,8 t/ha e 7,1 t/ha, respectivamente. De maneira geral, os híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais *bmr* apresentaram características agronômicas semelhantes aos híbridos experimentais normais e aos híbridos testemunhas.

Palavras-chave: forragem cultivada, produtividade, ruminante

INTRODUÇÃO

No Brasil, a atividade pecuária baseia-se, em grande parte, no uso de pastagens. Entretanto, nos sistemas de produção de ruminantes a pasto o desempenho dos animais está abaixo do seu potencial genético, principalmente em função da sazonalidade de produção das forrageiras tropicais aliada à degradação das pastagens, que apresentam baixa produtividade e qualidade. A utilização de gramíneas anuais de verão, como o sorgo forrageiro, o capim Sudão e os híbridos de sorgo com capim Sudão, contribui para o desenvolvimento de sistemas de alimentação diversificados, com volumosos de alta qualidade durante o ano todo. Os híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) apresentam como vantagens a facilidade de cultivo, rapidez no estabelecimento e crescimento, boa capacidade de perfilhamento e rebrota, possibilitando utilizações sucessivas, resistência à seca e alta produção de forragem aliados ao bom valor nutritivo (Tomich, 2003).

O potencial forrageiro de uma planta é caracterizado pela sua capacidade produtiva, sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, susceptibilidade ao acamamento e resistência às pragas e doenças aliado ao bom

valor nutritivo, representado principalmente pela digestibilidade das frações fibrosas e, conseqüentemente, o aproveitamento dos nutrientes disponíveis através da degradação microbiana ruminal.

O consumo voluntário de matéria seca (MS) é de fundamental importância para o desempenho adequado dos animais e, em dietas baseadas em forragens, o consumo está intimamente relacionado com o conteúdo de parede celular e sua digestibilidade ruminal (Jung e Allen, 1995). A mutação *bmr* (brown midrib - nervura marrom), quando em homozigose (recessiva), pode resultar em redução da concentração dos componentes da parede celular e da lignificação, resultando em aumento da digestibilidade da matéria seca e do consumo de forragem pelos animais (Cherney et al., 1991). A lignina está envolvida na condução da água, nutrientes e metabólitos através dos sistemas vasculares, na resistência dos tecidos fibrosos e na proteção dos vegetais contra microrganismos (Piló-Veloso et al., 1993; Grabber, 2005) sendo relatado na literatura que plantas mutantes *bmr*, apesar do maior valor nutritivo, apresentam menor valor agrônomo, representado pela menor altura das plantas, menor produção por unidade de área e

maior susceptibilidade ao acamamento (Van Soest, 1994; Casler et al., 2003). Hernández e Brito (2000) verificaram que a produção de MS de um híbrido de sorgo com capim Sudão portador de nervura marrom foi menor em relação ao híbrido normal (18 t/ha x 23 t/ha). Beck et al. (2007) observaram que as diferenças de produção de MS de dois híbridos de sorgo com capim Sudão mutantes em relação ao híbrido normal depende da idade de corte. Quando cortados 34 dias após o plantio, as produções de MS foram semelhantes, mas quando o corte foi realizado aos 48 dias de idade, o híbrido normal apresentou produção intermediária em relação aos dois híbridos mutantes.

Estudos revelam a existência de interação entre o genótipo da planta e sua resposta agronômica quando da presença da mutação. Oliver et al. (2005) avaliaram quatro linhagens de sorgo *bmr* e seus pares normais isogênicos. Verificou-se que a mutação não alterou a porcentagem de acamamento e que há interação entre linhagem e gene mutante (*bmr-6* ou *bmr-12*) para as variáveis altura plantas e a produção de matéria seca (MS) por unidade de área, sendo observado produções de MS semelhantes para a linhagem *Rox Orange* com a mutação *bmr-6* e para a linhagem *Early Hegari-Sart* com a mutação *bmr-12* em relação aos seus pares normais isogênicos. Portanto faz-se necessário a avaliação de plantas mutantes em diferentes linhagens e identificar aquelas que apresentam melhores valores nutricionais associados a um bom valor agronômico.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e comparar o valor agronômico de 13 híbridos experimentais de sorgo com capim Sudão, sendo cinco convencionais e oito *bmr*, e dois híbridos testemunhas para utilização em regime de corte através das determinações do número de plantas por unidade de área, altura das plantas, relação folha/colmo, produções de matéria verde e de MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Quinze híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo 13 híbridos experimentais, dentre os quais oito *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x

Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr*, BR007 x Tx2785*bmr* e cinco convencionais, Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2784, BR007 x Tx2785, CMSxS157 x CMSxS912, e dois híbridos testemunhas, BR800 e BRS801, foram desenvolvidos, plantados e cultivados na Embrapa Milho e Sorgo. Esta empresa localiza-se em Sete Lagoas, Minas Gerais, entre as coordenadas 19° 28' de Latitude Sul e 44° 15' de Longitude Oeste, em região com altitude média de 732 metros e clima, segundo classificação de Köppen, do tipo AW (clima de savana, com inverno seco e temperatura média acima de 18°C no mês mais frio).

O plantio foi realizado em 22 de dezembro de 2003, utilizando-se três canteiros (repetições) com quatro linhas de cinco metros cada e espaçamento entre linhas de 35 cm, totalizando 45 canteiros. Realizou-se a adubação de plantio com 400 kg/ha de N-P-K (8-28-16) + Zinco (0,5kg/ha) e de cobertura com 100 kg/ha de uréia a cada corte. Foram realizados três cortes sucessivos em 13 de fevereiro, 22 de março e 10 de maio de 2004, aos 53 dias após o plantio, 38 dias após o primeiro corte e 49 dias após o segundo corte, respectivamente. Antes de cada corte realizou-se a contagem do número de plantas nas duas linhas centrais de cada canteiro e foram mensuradas suas respectivas alturas. Em seguida, todo o material presente nas duas linhas centrais foi cortado manualmente, a 15 cm do solo, pesado e o resultado utilizado para determinação da produção de matéria verde por hectare. O material cortado foi amostrado e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas para determinação da matéria pré-seca (AOAC, 1995). Em cada canteiro, 10 plantas foram coletadas e suas partes separadas, pesadas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas, para determinação das porcentagens de colmos e folhas e da relação folha/colmo. Após a pré-secagem, o material foi conduzido ao Laboratório de Nutrição Animal, na Escola de Veterinária da UFMG, onde foi moído em partículas de um milímetro, em moinho tipo "Willey", e acondicionados em recipientes plásticos, devidamente tampados e identificados. Determinou-se o conteúdo de matéria seca em estufa a 105°C (AOAC, 1995). Os resultados de matéria seca total foram utilizados para determinação da produção de matéria seca por hectare.

Para o cálculo do número de plantas/ha, produção de MV/ha e de MS/ha, a partir das amostras coletadas nas duas linhas centrais, utilizou-se o fator de correção (f) a seguir:

$f = 10 / (\text{número de fileiras} \times \text{espaçamento entre linhas em metros} \times \text{comprimento das linhas em metros});$

Nº de plantas/ha = nº observado nas duas linhas centrais $\times f \times 1000$;

Produção de MV t/ha = produção observada nas duas linhas centrais $\times f \times 1000$;

Produção de MS t/ha = produção observada nas duas linhas centrais $\times f \times 1000$.

O índice de rebrote foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

Índice de rebrote (%) = $(\text{nº de plantas no corte atual} \times 100 / \text{nº de plantas no corte anterior}) / 100$.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 15 híbridos, três repetições e três cortes. Para as variáveis número de plantas por hectare, altura, produções de matéria verde e de matéria seca em cada corte utilizou-se o modelo estatístico abaixo.

$Y_{ijk} = \mu + B_i + H_j + C_k + HC_{jk} + e_{ijk}$, em que:
 Y_{ijk} = valor referente à observação do híbrido j, no bloco i e no corte k;
 μ = média geral;
 B_i = efeito do bloco i (i = 1, 2, 3);
 H_j = efeito do híbrido j (j = 1, 2, 3 ...15);
 C_k = efeito do corte k (k = 1, 2, 3);
 HC_{jk} = interação dos efeitos do híbrido j com o corte k;
 e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Já para as variáveis número médio de plantas, produções totais de matéria verde e de matéria seca e índice de rebrote utilizou-se o modelo estatístico abaixo.

$Y_{ij} = \mu + B_i + H_j + e_{ij}$, em que:
 Y_{ij} = valor referente à observação do híbrido j, no bloco i;
 μ = média geral;
 B_i = efeito do bloco i (i = 1, 2, 3);
 H_j = efeito do híbrido j (j = 1, 2, 3 ...15);

e_{ij} = erro aleatório associado à observação.

Para comparação das médias foi utilizado o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para a análise dos dados empregou-se o programa SISVAR da Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de plantas por unidade de área está apresentado na tabela 1. Observa-se que no momento do primeiro corte o número de plantas por hectare variou de 391,4 a 806,7 mil plantas. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x Tx2785 e CMSxS157 x CMSxS912 e *bmr* CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram populações de plantas semelhantes e menores em relação aos demais, sugerindo que nas condições de cultivo deste estudo a mutação *bmr* não interferiu na capacidade de estabelecimento inicial da cultura. No segundo corte, somente os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912, BR007 x Tx2785 e o genótipo comercial BR800 foram superiores. Já no terceiro corte o número de plantas por hectare variou de 245,7 a 702,8 mil plantas/ha, sendo os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912, BR007 x Tx2784, BR007 x Tx2785 e o genótipo comercial BR800 superiores em relação aos demais. Comparando-se a densidade populacional de plantas *bmr* e seus pares convencionais isogênicos avaliados neste estudo (Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2785) verifica-se que os híbridos *bmr* apresentam valores semelhantes no primeiro corte, mas menores no segundo e no terceiro corte em relação aos seus pares, sugerindo menor capacidade de rebrote e perfilhamento daqueles indivíduos. Tomich et al. (2004) avaliaram a densidade populacional de híbridos de sorgo com capim Sudão colhidos aos 57 dias após o plantio e observaram valores entre 287,1 e 509,0 mil plantas/ha. Segundo os pesquisadores, a variação em número de plantas por unidade de área deve-se a diferenças na capacidade de cada híbrido para germinação, estabelecimento e perfilhamento nas condições de cultivo. Ao avaliar 12 híbridos experimentais de sorgo com capim Sudão em regime de cortes sucessivos, Tomich (2003) observou população média de 653,4, 791,2 e 721,5 mil plantas/ha, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente, sendo que 10 híbridos

Tabela 1. Número de plantas por hectare e índice de rebrote de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, avaliados em cortes sucessivos

Híbrido ^a	Número de plantas (1000/ha) ^b				1 ^a Rebrote ^c	2 ^a Rebrote ^d
	1 ^o Corte	2 ^o Corte	3 ^o Corte	Média		
Tx635 x CMSxS912	716,2 ^{Aa}	599,0 ^{Aa}	637,1 ^{Aa}	650,8 ^A	0,85 ^A	1,07 ^A
Tx635 x Tx2785	436,1 ^{Ba}	398,1 ^{Ba}	490,5 ^{Ba}	441,6 ^B	0,92 ^A	1,24 ^A
BR007 x Tx2784	738,1 ^{Aa}	426,7 ^{Bb}	546,6 ^{Ab}	570,5 ^A	0,60 ^A	1,30 ^A
BR007 x Tx2785	799,9 ^{Aa}	658,1 ^{Ab}	674,3 ^{Ab}	710,8 ^A	0,83 ^A	1,05 ^A
CMSxS157x CMSxS912	571,4 ^{Ba}	408,6 ^{Bb}	372,4 ^{Cb}	450,8 ^B	0,72 ^A	0,91 ^A
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	609,5 ^{Aa}	367,6 ^{Bb}	459,0 ^{Bb}	478,7 ^B	0,63 ^A	1,25 ^A
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	504,7 ^{Ba}	336,2 ^{Bb}	338,1 ^{Cb}	393,0 ^C	0,66 ^A	1,03 ^A
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	548,6 ^{Ba}	397,1 ^{Ba}	494,3 ^{Ba}	479,9 ^B	0,72 ^A	1,25 ^A
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	688,6 ^{Aa}	448,6 ^{Bb}	443,8 ^{Bb}	526,9 ^B	0,66 ^A	1,01 ^A
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	609,5 ^{Aa}	468,5 ^{Bb}	419,9 ^{Bb}	499,3 ^B	0,77 ^A	0,89 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	435,2 ^{Ba}	259,1 ^{Bb}	280,9 ^{Cb}	325,1 ^C	0,61 ^A	1,09 ^A
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	391,4 ^{Ba}	343,8 ^{Ba}	245,7 ^{Ca}	326,9 ^C	0,88 ^A	0,73 ^A
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	635,2 ^{Aa}	419,1 ^{Bb}	420,9 ^{Bb}	505,1 ^B	0,62 ^A	1,00 ^A
BR 800	719,0 ^{Aa}	528,5 ^{Ab}	702,8 ^{Aa}	650,1 ^A	0,74 ^A	1,38 ^A
BRS 801	806,7 ^{Aa}	467,5 ^{Bb}	465,7 ^{Bb}	579,9 ^A	0,58 ^A	1,09 ^A
Média	616,7	435,1	466,1	505,9	0,72	1,09

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 14,4%; ^cCV = 18,8%; ^dCV = 20,4%.

apresentaram valores iguais nos três cortes e dois apresentaram aumento da densidade populacional no segundo corte e os mantiveram no terceiro corte.

Segundo Holt e Alston (1968), além das condições de cultivo, a capacidade de perfilhamento, e conseqüentemente a população de plantas, pode ser influenciada pela altura de corte e pela matéria seca residual. No presente estudo, os cortes foram realizados baseando-se na altura média das plantas e, portanto, as diferenças observadas na população de plantas devem-se a características genéticas de cada híbrido. Em relação aos cortes sucessivos, somente os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMSxS912 e Tx635 x Tx2785 e *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram o mesmo número de plantas por hectare em todos os cortes. O híbrido testemunha BR800 apresentou redução do número de plantas por hectare no segundo corte, entretanto no terceiro corte o resultado foi semelhante ao primeiro. Os demais híbridos experimentais e o genótipo comercial BRS801 apresentaram redução do número de plantas por unidade de área no segundo corte, que se demonstrou estável no terceiro corte. Três híbridos convencionais e seus pares isogênicos avaliados neste estudo (Tx635 x Tx2785, BR007

x Tx2784 e BR007 x Tx2785) não demonstraram nenhum padrão de diferença de comportamento em relação aos cortes sucessivos devido à mutação *bmr*. Os resultados sugerem que as diferenças encontradas no comportamento ao longo dos três cortes relacionam-se a cada híbrido, como conseqüência das características das plantas parentais e do resultado genético do cruzamento entre elas.

O número médio de plantas por hectare nos três cortes foi diferente entre os híbridos, sendo que os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 e os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMSxS912, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785 foram superiores em relação aos demais. Nesta avaliação todos os híbridos experimentais *bmr* foram inferiores. Pode-se sugerir que híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* apresentam menor densidade de plantas por unidade de área. De acordo com resultados obtidos por Medeiros et al. (1979), a população de plantas de híbridos de sorgo com capim Sudão influencia marcadamente a produtividade da área e, segundo Casler et al. (2003), plantas mutantes, portadoras de nervura marrom, são fenotipicamente menos vigorosas e apresentam menores produções em relação as plantas convencionais O número médio de plantas por hectare nos três cortes foi diferente entre os

híbridos, sendo que os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 e os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMSxS912, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785 foram superiores em relação aos demais. Nesta avaliação todos os híbridos experimentais *bmr* foram inferiores. Pode-se sugerir que híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* apresentam menor densidade de plantas por unidade de área. De acordo com resultados obtidos por Medeiros et al. (1979), a população de plantas de híbridos de sorgo com capim Sudão influencia marcadamente a produtividade da área e, segundo Casler et al. (2003), plantas mutantes, portadoras de nervura marrom, são fenotipicamente menos vigorosas e apresentam menores produções em relação a plantas convencionais.

Embora existam variações de comportamento do número de plantas por hectare nos cortes sucessivos, o 1ª e o 2ª índice de rebrota de todos os tratamentos, calculadas a partir do número de plantas no corte dois e três em relação ao número de plantas no corte anterior, respectivamente, foram semelhantes (tabela 3). Este resultado provavelmente ocorreu devido à grande variação observada nas parcelas experimentais que avaliaram um mesmo tratamento (repetições).

Na tabela 2 encontram-se a altura das plantas e a relação folha/colmo de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e portadores de nervura marrom. No momento do primeiro corte, realizado aos 53 dias após o plantio, a altura das plantas variou de 0,93 a 1,52m. Dentre os híbridos experimentais *bmr*, somente o híbrido BR007 x Tx2785*bmr* apresentou altura semelhante aos híbridos testemunhas BR800 e BRS801, superiores aos demais. Já dentre os híbridos experimentais convencionais, o Tx635 x CMSxS912, Tx635 x Tx2785 e o BR007 x Tx2785 apresentaram alturas superiores, semelhantes aos híbridos testemunhas e os híbridos BR007 x Tx2784 e CMSxS157x CMSxS912 apresentaram valores inferiores, semelhantes aos híbridos *bmr*. No segundo corte, aos 38 dias após o rebrote, e no terceiro corte, 49 dias após o segundo rebrote, as alturas das plantas foram semelhantes em todos os tratamentos, apresentando valores médios de 1,13 e 0,91m de altura, respectivamente. Ao longo dos três cortes sucessivos, o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784, os híbridos experimentais *bmr* CMSxS157 x

Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BR800 apresentaram alturas semelhantes em todos os cortes e os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMSxS912, Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2785, CMSxS157 x CMSxS912, os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram redução da altura das plantas no terceiro corte.

Para o sorgo, a importância da avaliação da altura das plantas deve-se a sua correlação positiva com a produção de matéria seca (Rocha Jr. et al., 2000; Gonçalves et al., 2005) e com o acamamento das plantas (Silva, 1996; Rocha Jr. et al., 2000) e negativa com o valor nutritivo da forragem (Schimid et al., 1976). Para híbridos de sorgo com capim Sudão a correlação entre altura e acamamento tem menor importância, desde que os cortes são realizados em estádios precoces de desenvolvimento da planta (Tomich, 2003), entretanto esta característica pode ser significativa quando se refere aos híbridos portadores de nervura marrom, pois esta mutação está relacionada à maior susceptibilidade ao acamamento (Van Soest, 1994) devido à redução do conteúdo de lignina ou alterações nas proporções entre os monômeros fenólicos que a compõe. No presente estudo não se observou acamamento das plantas em todos os híbridos avaliados, provavelmente porque os cortes foram realizados precocemente.

Kilcer et al. (2005) avaliaram a produção e o valor nutritivo de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom em dois cortes sucessivos e observaram que a altura das plantas foi positivamente correlacionada com a produção de matéria seca por unidade de área e esta negativamente correlacionada com o valor nutritivo. Houve aumento do conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e redução de sua digestibilidade e redução do conteúdo de proteína bruta (PB), fósforo e potássio. A partir deste estudo, a altura de corte recomendada pelos autores foi de 1,25m, antes do início da fase de florescimento, a partir da qual os acréscimos em produção de matéria seca não compensam a perda de valor nutritivo.

Tabela 2. Altura das plantas e relação folha/colmo de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom avaliados em cortes sucessivos

Híbrido ^a	Altura das plantas (m) ^b			Relação folha/colmo ^c		
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte
Tx635 x CMSxS912	1,35 ^{Aa}	1,23 ^{Aa}	1,07 ^{Ab}	1,14 ^{Ba}	0,84 ^{Aa}	1,31 ^{Ba}
Tx635 x Tx2785	1,52 ^{Aa}	1,30 ^{Aa}	0,98 ^{Ab}	1,27 ^{Ba}	1,02 ^{Aa}	1,35 ^{Ba}
BR007 x Tx2784	1,07 ^{Ba}	1,07 ^{Aa}	0,88 ^{Aa}	1,32 ^{Ba}	1,09 ^{Aa}	1,42 ^{Ba}
BR007 x Tx2785	1,22 ^{Aa}	1,12 ^{Aa}	0,93 ^{Ab}	0,94 ^{Ba}	0,69 ^{Aa}	1,11 ^{Ba}
CMSxS157x CMSxS912	1,08 ^{Ba}	1,22 ^{Aa}	0,87 ^{Ab}	1,49 ^{Aa}	0,76 ^{Ab}	1,87 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,12 ^{Ba}	1,07 ^{Aa}	0,85 ^{Ab}	1,72 ^{Aa}	0,92 ^{Ab}	1,63 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,08 ^{Ba}	1,13 ^{Aa}	0,93 ^{Aa}	1,42 ^{Ba}	1,11 ^{Aa}	1,38 ^{Ba}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	0,93 ^{Ba}	0,97 ^{Aa}	0,83 ^{Aa}	1,95 ^{Aa}	1,07 ^{Ab}	1,64 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,03 ^{Ba}	1,02 ^{Aa}	0,85 ^{Aa}	1,56 ^{Aa}	0,86 ^{Ab}	1,50 ^{Ba}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,12 ^{Ba}	1,10 ^{Aa}	0,83 ^{Ab}	1,36 ^{Ba}	1,01 ^{Ab}	1,69 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,02 ^{Ba}	1,12 ^{Aa}	0,83 ^{Ab}	1,54 ^{Ab}	0,99 ^{Ac}	2,04 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,28 ^{Aa}	1,22 ^{Aa}	0,98 ^{Ab}	1,27 ^{Bb}	0,86 ^{Ac}	1,73 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	0,98 ^{Ba}	0,92 ^{Aa}	0,73 ^{Aa}	1,59 ^{Aa}	1,29 ^{Aa}	1,49 ^{Ba}
BR 800	1,25 ^{Aa}	1,20 ^{Aa}	1,02 ^{Aa}	1,10 ^{Ba}	0,80 ^{Aa}	1,01 ^{Ba}
BRS 801	1,27 ^{Aa}	1,27 ^{Aa}	1,02 ^{Ab}	1,29 ^{Ba}	0,86 ^{Ab}	1,56 ^{Aa}
Média	1,15	1,13	0,91	1,40	0,94	1,52

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 11,8%; ^cCV = 18,9%.

A determinação da relação folha/colmo é de grande importância devido a sua correlação positiva com o valor nutritivo do volumoso produzido, sendo indicadora da qualidade da forrageira. Verifica-se, no primeiro corte, que o híbrido experimental convencional CMSxS157 x CMSxS912 e os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* apresentaram relação folha/colmo semelhantes e superiores aos demais. No segundo corte, a relação folha/colmo foi semelhante entre todos os híbridos. No momento do terceiro corte o híbrido experimental convencional CMSxS157x CMSxS912 e os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram relação folha/colmo semelhantes e superiores aos demais. As médias gerais verificadas no momento do primeiro, segundo e terceiro corte foram, respectivamente, 1,40, 0,94 e 1,52. Em relação à sucessão de cortes, o híbrido experimental convencional CMSxS157x CMSxS912 e os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, 001b*2784b, BR001 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram menor relação folha/colmo no corte dois em

relação ao um e ao três e os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram relações folha/colmo superiores no terceiro corte e inferiores no segundo corte. Edwards Jr. et al. (1971) avaliou a proporção de folhas e colmos em híbridos de sorgo com capim Sudão submetidos a cortes sucessivos em diferentes alturas. Os pesquisadores observaram redução da participação das folhas e aumento da participação dos colmos com o aumento da altura das plantas no momento do corte. Verificou-se relação folha/colmo no primeiro, segundo e terceiro corte de 1,17, 1,22 e 1,56, respectivamente, para plantas com alturas semelhantes as do presente estudo no momento de cada corte. Tomich (2003) verificou relações folha/colmo médias de 1,10, 1,34 e 1,28 para 12 híbridos de sorgo com capim Sudão, em três cortes sucessivos.

A produtividade por área é um dos principais fatores na composição dos custos de produção de alimentos volumosos e por isso deve ser avaliada em todo programa de seleção de cultivares forrageiros. Na tabela 3 verifica-se a produção de matéria verde (MV) e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e portadores de nervura marrom. Observa-se que em todos os cortes a

Tabela 3. Produção de matéria verde e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Produção de matéria verde (t/ha) ^b			Produção de matéria verde total (t/ha) ^c
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Tx635 x CMSxS912	28,4 ^{Aa}	25,9 ^{Aa}	18,5 ^{Ab}	72,8 ^A
Tx635 x Tx2785	22,3 ^{Aa}	27,0 ^{Aa}	12,4 ^{Ab}	61,7 ^A
BR007 x Tx2784	18,9 ^{Aa}	22,5 ^{Aa}	14,1 ^{Aa}	55,4 ^A
BR007 x Tx2785	25,7 ^{Aa}	28,2 ^{Aa}	14,3 ^{Ab}	68,2 ^A
CMSxS157x CMSxS912	17,1 ^{Aa}	18,1 ^{Aa}	9,5 ^{Ab}	44,8 ^A
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,8 ^{Aa}	23,8 ^{Aa}	14,1 ^{Ab}	58,7 ^A
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	21,7 ^{Aa}	22,7 ^{Aa}	12,9 ^{Ab}	57,3 ^A
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,9 ^{Aa}	21,5 ^{Aa}	14,1 ^{Aa}	51,2 ^A
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,6 ^{Aa}	21,9 ^{Aa}	11,8 ^{Ab}	49,9 ^A
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	20,0 ^{Aa}	24,4 ^{Aa}	8,8 ^{Ab}	49,8 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	16,9 ^{Aa}	13,5 ^{Aa}	7,8 ^{Aa}	37,9 ^A
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	24,6 ^{Aa}	19,8 ^{Aa}	7,8 ^{Ab}	52,2 ^A
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	17,1 ^{Aa}	15,6 ^{Aa}	8,6 ^{Ab}	41,3 ^A
BR 800	24,4 ^{Aa}	19,1 ^{Aa}	20,8 ^{Aa}	74,3 ^A
BRS 801	25,1 ^{Aa}	28,9 ^{Aa}	11,8 ^{Ab}	61,7 ^A
Média	21,6	22,9	12,5	55,8

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 20,9%; ^cCV = 29,8 %.

produção de matéria verde não variou, sendo semelhante entre os híbridos experimentais convencionais e *bmr* e os híbridos testemunhas BR800 e BRS801. No primeiro corte a produção de MV variou entre 28,4 e 16,9 t/ha, no segundo entre 13,5 e 28,9 t/ha e no terceiro entre 7,8 e 20,8 t/ha.

O híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784, os híbridos experimentais *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BR800 apresentaram a mesma produção de MV nos três cortes, enquanto os demais reduziram a produção de matéria verde no terceiro corte comparado aos dois cortes anteriores, nos quais apresentaram produções semelhantes. Este resultado pode estar relacionado com a altura das plantas no terceiro corte, desde que o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784, o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e o híbrido testemunha BR800 também apresentaram a mesma altura em todos os cortes.

A produção de MV total foi estatisticamente semelhante para todos os híbridos avaliados, apesar da grande variação numérica observada, entre 37,9 t/ha e 74,3t/ha, sendo o valor médio de

55,8 t/ha (tabela 3). Tomich (2003) observou produção total de MV em três cortes para 12 híbridos de sorgo com capim Sudão de 68,6 t/ha, superior aos encontrados no presente estudo. Rodrigues (2000) relata que alguns cultivares de híbridos de sorgo com capim Sudão podem produzir até 90 t/ha de MV em três cortes. Diversos fatores podem influenciar a produção de plantas forrageiras, como condições de fertilidade e drenagem do solo, temperatura e precipitação pluviométrica durante a estação de crescimento, população de plantas e altura das plantas no momento dos cortes. Em relação à mutação *bmr*, não foram detectadas diferenças estatísticas para produção de MV entre híbridos convencionais e *bmr*. Entretanto, a média numérica foi inferior para os híbridos *bmr* (49,8 t/ha) em relação aos híbridos convencionais (62,7 t/ha). Sugere-se que a ausência de resposta significativa tenha ocorrido devido à variação observada para este parâmetro entre as repetições de campo para cada tratamento avaliado.

Na tabela 4 observa-se a produção de matéria seca (MS) e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e portadores de nervura marrom. No primeiro corte a produção de MS variou entre 1,7 e 3,0 t/ha, no segundo entre 1,9 e

4,2 t/ha e no terceiro entre 1,1 e 3,3 t/ha. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMSxS912 e CMSxS157x CMSxS912 e os híbridos experimentais *bmr* BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* apresentaram produções de MS semelhantes em todos os cortes. O híbrido experimental *bmr* CMSxS157 x Tx2785*bmr* e o genótipo comercial BRS801 apresentaram produções de MS semelhantes no primeiro e no segundo corte e redução deste no terceiro corte. Os demais híbridos apresentaram produção de MS maior no segundo corte em relação ao primeiro e ao terceiro corte, embora o segundo corte tenha sido realizado em menor intervalo de tempo (38 dias) que o primeiro e segundo corte (53 e 49 dias, respectivamente) e a produção de MV tenha sido semelhante no primeiro e no segundo corte. Tomich (2003) também observou este comportamento para o híbrido de sorgo com capim Sudão testemunha AG2501C. Os resultados sugerem que os híbridos estudados apresentaram bom vigor de rebrote e/ou que durante a segunda fase de crescimento as condições climáticas foram favoráveis ao maior acúmulo de MS em relação ao primeiro corte. Tomich (2003) avaliou a produção de MS de 15 híbridos de sorgo com capim Sudão submetidos a cortes sucessivos e relatou produções médias de MS de 3,2, 3,4 e 2,9 t/ha, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente, e que em geral há estabilidade da produção de MS com a sucessão dos cortes. Tomich et al. (2004) avaliaram o potencial forrageiro de 25 híbridos de sorgo com capim Sudão, colhidos aos 57 dias após o plantio e observaram produções entre 3,5 e 5,8 t/ha, não havendo diferenças entre os híbridos.

No primeiro e no terceiro corte, não houve diferença de produção de MS entre os híbridos avaliados. Já no segundo corte, observa-se que o híbrido experimental convencional CMSxS157x CMSxS912 e os híbridos experimentais *bmr* BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* apresentaram menores produções de MS em relação aos demais. Entretanto, no presente estudo, observa-se grande variação na resposta dos híbridos nas repetições de campo (CV = 25,6%) e por isso não foi possível demonstrar as diferenças na capacidade de produção de MS dos híbridos *bmr* em relação aos convencionais. Este resultado fica evidenciado

ao observar a produção de MS total dos híbridos de sorgo com capim Sudão na tabela 4. As produções totais de MS variaram entre 4,9 e 10,0 t/ha, sendo estatisticamente semelhantes entre si. Observa-se que a produção média de MS entre os híbridos experimentais convencionais foi de 7,9 t/ha, sendo que o híbrido CMSxS157x CMSxS912 apresentou menor produção (5,8 t/ha), sugerindo sua menor capacidade produtiva em relação aos demais. Os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 apresentaram maiores produções de MS totais, com média de 9,0 t/ha. Já os híbridos experimentais *bmr* apresentaram menor produção média de MS (6,3 t/ha). Apesar da semelhança estatística da produção de MS total entre os híbridos estudados, a avaliação da média de produção sugere que os híbridos experimentais convencionais são inferiores aos testemunhas e que a mutação *bmr* reduz a produção de MS por unidade de área das plantas. No presente estudo, os híbridos experimentais *bmr* produziram 20% e 30% menos em relação aos híbridos experimentais convencionais e aos híbridos testemunhas, respectivamente. Segundo Casler et al. (2003), plantas portadoras de nervura marrom apresentam menores produções de MS em relação às plantas convencionais.

Ao avaliar isoladamente a produção de MS total de híbridos *bmr* e seus pares isogênicos observa-se que o híbrido mutante Tx635 x Tx2785*bmr* produziu 4,9 t/ha e seu par isogênico, Tx635 x Tx2785, 7,9 t/ha. Os híbridos *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* produziram 6,6 e 5,4 t/ha, respectivamente, enquanto seus pares isogênicos, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785, produziram 7,4 e 8,8t/ha, respectivamente. Embora não tenha sido observada diferença estatística nas produções de MS entre os híbridos *bmr* e seus pares isogênicos, provavelmente devido à grande variação de produção de MS entre as repetições de campo, houve uma tendência de menor produção para os híbridos *bmr*. Os híbridos *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* produziram 38%, 11% e 38% menos em relação a seus pares isogênicos. A diferença na resposta do híbrido mutante BR007 x Tx2784*bmr* pode ter ocorrido devido à maior adaptação da planta mutante para as condições edafoclimáticas do local onde se desenvolveu o experimento.

Tabela 4. Produção de matéria seca e sua distribuição em cortes sucessivos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Produção de matéria seca (t/ha) ^b			Produção de matéria seca total (t/ha) ^c
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Tx635 x CMSxS912	3,0 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}	2,6 ^{Aa}	9,4 ^A
Tx635 x Tx2785	2,3 ^{Ab}	3,6 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	7,9 ^A
BR007 x Tx2784	2,1 ^{Ab}	3,5 ^{Aa}	1,8 ^{Ab}	7,4 ^A
BR007 x Tx2785	2,9 ^{Ab}	4,1 ^{Aa}	2,6 ^{Ab}	8,8 ^A
CMSxS157x CMSxS912	1,9 ^{Aa}	2,5 ^{Ba}	1,4 ^{Aa}	5,8 ^A
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,9 ^{Ab}	3,3 ^{Aa}	2,0 ^{Ab}	7,2 ^A
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,9 ^{Ab}	2,9 ^{Aa}	1,7 ^{Ab}	6,7 ^A
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	1,9 ^{Aa}	2,5 ^{Ba}	2,2 ^{Aa}	6,6 ^A
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	2,1 ^{Aa}	3,0 ^{Aa}	1,9 ^{Aa}	7,1 ^A
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	2,0 ^{Ab}	3,1 ^{Aa}	1,4 ^{Ab}	6,6 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,7 ^{Aa}	1,9 ^{Ba}	1,3 ^{Aa}	4,9 ^A
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	2,4 ^{Aa}	2,4 ^{Ba}	1,1 ^{Ab}	5,5 ^A
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,9 ^{Aa}	2,0 ^{Ba}	1,4 ^{Aa}	5,4 ^A
BR 800	2,5 ^{Ab}	4,2 ^{Aa}	3,3 ^{Ab}	10,0 ^A
BRS 801	2,8 ^{Aa}	3,6 ^{Aa}	1,7 ^{Ab}	8,0 ^A
Média	2,2	3,1	1,9	7,1

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =25,6 %; ^cCV =29,0%.

Segundo Casler et al. (2003), plantas *bmr*, quando adaptadas às condições ambientais, são capazes de reduzir a diferença de produção em relação às plantas convencionais. Oliver et al. (2005) observaram que a mutação *bmr* em plantas de sorgo reduziu entre 10 e 15% a produção de MS por unidade de área e Casler et al. (2003) observaram redução de 25% na produção de MS do capim Sudão *bmr* em relação à planta convencional.

CONCLUSÕES

De maneira geral, os híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais portadores de nervura marrom *-bmr* - apresentaram características agrônomicas semelhantes aos híbridos experimentais convencionais e aos híbridos testemunhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BECK, P.A., HUTCHISON, S., GUNTER, S.A. et al. Chemical composition and *in situ* dry

matter and fiber disappearance of sorghum x Sudangrass hybrids. *J. Anim. Sci.*, v. 85, n.2, p. 545-555, 2007.

CASLER, M.D., PEDERSEN, J.F., UNDERSANDER, D.J. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Sci.*, v. 43, p. 782-789, 2003.

CHERNEY, J. H., CHERNEY, D. J. R., AKIN, D. E. et al. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Adv. Agron.*, v. 46, p. 157-198, 1991.

EDWARDS Jr., N.C., FROBOURG, H.A., MONTGOMERY, M.J. Cutting management effect on growth rate and dry matter digestibility of the sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. *Agron. J.*, v. 63, p. 3267-271, 1971.

GONÇALVES, L.C., PIRES, D.A.A., CASTRO, G.H.F. Algumas considerações sobre silagens de sorgo. In: III SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2005, UFMG. Belo Horizonte, *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 5-18.

- GRABBER, J.H. How do lignin composition, structure and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. *Crop Sci.*, v. 45, p. 820-831, 2005.
- HERNÁNDEZ, G.N., BRITO, J.E.C. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo x Sudán de nevadura café em La region norte de México. *Tec. Pec. Méx.*, v. 38, n. 3, p. 177-187, 2000.
- HOLT, E.C., ALSTON, G.D. Responses of Sudangrass hybrids to cutting practices. *Agron. J.*, v. 60, p. 303-306, 1968.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- KILCER, T. F., KETTERINGS, Q. M., CHERNEY, J. H. Optimum stand height for forage brown midrib sorghum · sudangrass in north-eastern USA. *Crop Sci.*, v. 191, p. 35-40, 2005.
- 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). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.8, n. 1, p. 75-87, 1979.
- OLIVER, A.L., PEDERSEN, J.F., GRANT, R.J. et al. Comparative effects of the sorghum *bmr-6* and *bmr-12* genes. I. Forage sorghum yield and quality. *Crop Sci.*, v. 45, p. 2234-2239, 2005.
- PILÓ-VELOSO, D., NASCIMENTO, E.A., MORAIS, S.A.L. Isolamento e análise estrutural de ligninas. *Quím. Nova*, v. 16, n. 5, p. 435-448, 1993.
- ROCHA Jr., V.R., GONÇALVES, L.C., RODRIGUES, J.A.S. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I. Características agronômicas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 52, p. 506-511, 2000.
- RODRIGUES, J.A.S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, UFLA. Lavras, *Anais...* Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.
- SCHMID, A.R., GOODRICH, R.D., JORDAN, R.M. et al. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy. J.*, v. 68, p. 403-406, 1976.
- SILVA, A.V. *Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1996, 49p. (dissertação).
- TOMICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (tese).
- TOMICH, T.R., RODRIGUES, J.A.S., TOMICH, R.G.P. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n.2, p. 258-263, 2004.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Capítulo III – EXPERIMENTO II

Composição bromatológica de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos

RESUMO

Este estudo teve como objetivos avaliar e comparar a composição bromatológica de 15 híbridos de sorgo com capim Sudão, dentre os quais oito mutantes, portadores de nervura marrom, cinco normais e dois genótipos comerciais, submetidos a três cortes sucessivos, com 53 dias após o plantio, 38 dias após o primeiro corte e 49 dias após o segundo corte, respectivamente. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três parcelas e três cortes por híbrido e a comparação de médias foi realizada pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e lignina variaram entre 11,9% e 16,9%, 61,1% e 72,6% e 2,8% e 4,6%, respectivamente, não sendo verificadas diferenças devido à mutação *bmr*. A DIVMS média entre os híbridos nos três cortes foi de 65,8%, não havendo destaque para os híbridos mutantes. Nas folhas o conteúdo médio de MS, PB, FDN e lignina foi de 21,6%, 19,2%, 65,5% e 2,4%, respectivamente. Nos colmos, o conteúdo médio de MS, PB, FDN e lignina foi de 10,4%, 11,0%, 68,9% e 2,9%, respectivamente. As diferenças verificadas nos parâmetros qualitativos entre os cortes de um mesmo híbrido provavelmente foram ocasionadas pelos distintos intervalos entre os cortes sucessivos.

Palavras-chave: forragem cultivada, ruminante, valor nutritivo

INTRODUÇÃO

No Brasil, o sistema de produção de ruminantes a pasto é amplamente utilizado, seja para produção de carne ou de leite. Entretanto, o desempenho dos animais está aquém de seu potencial genético, principalmente devido à produção estacional de forragem aliada à degradação das pastagens, que resulta em baixa produção de matéria seca por unidade de área e baixa qualidade nutricional. Segundo Van Soest (1994), a qualidade da forragem é o fator mais importante que influencia na produtividade de animais ruminantes, seja em sistemas de produção a pasto ou em confinamentos, e está relacionada principalmente com seu conteúdo de fibra.

Adequar as exigências nutricionais dos animais à oferta de forragem verde de boa qualidade ao longo dos anos tem sido um desafio constante e uma meta a ser atingida pelos nutricionistas. No Brasil, a produção de pastagem concentra-se no período de verão, durante o qual a oferta de forragem verde é abundante e, utilizando um sistema de manejo adequado, pode-se oferecer volumoso de boa qualidade para os animais (Costa, 1997).

O uso de forragem cultivada geralmente é indicado como opção para reduzir o efeito dos

períodos de carência de alimentos para animais em pastejo. As características agrônômicas favoráveis têm estimulado o uso de híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) para produção de forragem cultivada no Brasil (Tomich, 2003). Segundo Rodrigues (2000), essa forrageira tem sido utilizada no plantio de verão nos estados do Sul e após a retirada das culturas de verão no Brasil Central, como cultura de sucessão, contribuindo para manutenção da estabilidade de produção de forragem ao longo do ano ou para compor um sistema de alimentação diversificado para os rebanhos desde que, atualmente, preconiza-se o aproveitamento racional de mais de um recurso disponível na propriedade, cada um no momento certo, com o objetivo de maximizar seu uso e evitar a estacionalidade da produção de forragem, de leite e de carne.

A lignina é um polímero fenólico complexo, considerado fator primário limitante da digestibilidade da parede celular vegetal pelos microrganismos ruminais. Esta relação negativa foi observada há muitos anos (Van Soest, 1964; Tomlin et al., 1965), mas os mecanismos responsáveis por esta inibição ainda não estão esclarecidos (Jung, 1989). Acredita-se que a lignina forma uma barreira que protege os polissacarídeos da parede celular da hidrólise enzimática e que a composição e estrutura da

lignina e dos ácidos fenólicos componentes da parede celular modulam seus efeitos e não simplesmente sua concentração (Jung, 1989).

Plantas mutantes, portadoras de nervura marrom, caracterizam-se pelo menor conteúdo de lignina e/ou modificação estrutural do composto fenólico e, conseqüentemente, revelam maior digestibilidade da matéria seca em relação às plantas normais. O fenótipo *bmr* foi descoberto em uma coleção de plantas de milho da Universidade de Purdue, em Indiana, Estados Unidos da América (Van Soest, 1994), entretanto a associação da nervura marrom com a redução do conteúdo de lignina somente foi apreciada muitos anos depois, por volta dos anos de 1960 (Grabber et al., 2004).

Atualmente, a busca por volumosos de qualidade para o adequado balanceamento de dietas para animais de alta produção vem despertando o interesse dos pesquisadores e produtores por híbridos mutantes, portadores de nervura marrom, em plantas de milho, sorgo, milheto e híbridos de sorgo com capim Sudão para utilização em pastagens ou sob a forma de feno ou silagem.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição bromatológica de cinco híbridos experimentais convencionais, oito híbridos experimentais *bmr*, portadores de nervura marrom, e dois híbridos testemunha de híbridos de sorgo com capim Sudão utilizados para produção de forragem em regime de cortes sucessivos.

MATERIAL E MÉTODOS

Quinze híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo 13 híbridos experimentais, dentre os quais oito *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr*, BR007 x Tx2785*bmr* e cinco convencionais, Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2784, BR007 x Tx2785, CMSxS157 x CMSxS912, e dois híbridos testemunhas, BR800 e BRS801, foram desenvolvidos, plantados e cultivados na Embrapa Milho e Sorgo. Esta empresa localiza-se em Sete Lagoas, Minas Gerais, entre as coordenadas 19°28' de Latitude

Sul e 44°15' de Longitude Oeste, em região com altitude média de 732 metros e clima, segundo classificação de Köppen, do tipo AW (clima de savana, com inverno seco e temperatura média acima de 18°C no mês mais frio).

O plantio foi realizado em 22 de dezembro de 2003, utilizando-se três canteiros (repetições) com quatro linhas de cinco metros cada e espaçamento entre linhas de 35 cm, totalizando 45 canteiros. Realizou-se a adubação de plantio com 400 kg/ha de N-P-K (8-28-16) + Zinco (0,5kg/ha) e de cobertura com 100 kg/ha de uréia a cada corte. Foram realizados três cortes sucessivos em 13 de fevereiro, 22 de março e 10 de maio de 2004, aos 53 dias após o plantio, 38 dias após o primeiro corte e 49 dias após o segundo corte, respectivamente. Todo o material presente nas duas linhas centrais foi cortado manualmente, 15 cm do solo, amostrado e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas para determinação da matéria pré-seca (AOAC, 1995). Em cada canteiro, 10 plantas foram coletadas e suas partes separadas, pesadas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas, para determinação do valor nutritivo das folhas e dos colmos. Após a pré-secagem, o material foi conduzido ao Laboratório de Nutrição Animal, na Escola de Veterinária da UFMG, onde foi moído em partículas de um milímetro, em moinho tipo "Willey", e acondicionados em recipientes plásticos, devidamente tampados e identificados. Determinou-se o conteúdo de matéria seca em estufa a 105°C (AOAC, 1995), para determinação da matéria seca total, de proteína bruta pelo método Kjeldhal (AOAC, 1995), os componentes da parede celular (fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina) pelo método seqüencial (Van Soest et al., 1991), utilizando o aparelho ANKON^{200®} e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley e Terry, 1963), utilizando a incubadora DAISY II[®].

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, em um fatorial 15 x 3 (híbridos x corte) com três repetições. A análise de variância foi feita de acordo com o modelo estatístico abaixo.

$Y_{ijk} = \mu + B_i + H_j + C_k + HC_{jk} + e_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação do híbrido j , no bloco i e no corte k ;

μ = média geral;

B_i = efeito do bloco i ($i = 1, 2, 3$);

H_j = efeito do híbrido j ($j = 1, 2, 3 \dots 15$);

C_k = efeito do corte k ($k = 1, 2, 3$);

HC_{jk} = interação dos efeitos do híbrido j com o corte k ;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Para comparação das médias foi utilizado o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para a análise dos dados empregou-se o programa SISVAR da Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 observa-se o teor de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) dos híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*. No primeiro, segundo e terceiro corte, o teor de MS médio foi de 10,5%, 13,8% e 15,5%, respectivamente. Não houve diferença no teor de MS entre os híbridos nos cortes um e dois. Já no corte três, os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram menores teores de MS em relação aos demais. Alkimim Filho (1998) observou teor de MS entre 11,64% e 13,65% para híbridos de sorgo com capim Sudão, colhidos 40 dias após o plantio, para confecção de silagens.

Todos os híbridos estudados apresentaram aumento do teor de MS de acordo com a sucessão de cortes. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912 e CMSxS157 x CMSxS912, os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* e os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 apresentaram aumento do teor de MS no segundo corte, em relação ao primeiro, e mantiveram constante no terceiro corte. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785 e os híbridos experimentais *bmr* BR001 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2785*bmr* apresentaram aumento do teor de MS no segundo corte, em relação ao

primeiro, e no terceiro corte, em relação ao segundo. O híbrido experimental mutante BR007 x Tx2785*bmr* apresentou teor de MS semelhante nos dois primeiros cortes e aumento significativo somente no terceiro corte. Os cortes sucessivos foram realizados em intervalos irregulares de desenvolvimento das plantas, dificultando a interpretação comparativa do teor de MS entre os cortes. Neste estudo, diferenças no comportamento em relação ao teor de MS não foram relacionadas com a mutação *bmr* e pode estar envolvida com a variação genética entre os diferentes híbridos. Tomich (2003) também observou aumento do teor de MS em seis dos 12 híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em cortes sucessivos, sendo que no primeiro corte, realizado 44 dias após o plantio, no segundo corte, realizado 30 dias após o primeiro corte e no terceiro corte, aos 31 dias após o segundo corte, o teor médio de MS foi 13,0%, 14,2% e 14,6%, respectivamente.

Em sistemas de produção de bovinos a pasto, espécies forrageiras tropicais como a *Brachiaria brizantha* CV. Marandú, *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* são comumente utilizadas. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a *B. brizantha* CV. Marandú apresenta teor médio de MS de 27,10% e 25,65% entre 31 e 45 dias e 46 e 60 dias de idade, respectivamente. Já a *B. decumbens* e o *P. maximum* apresentam teor médio de MS de 27,34% e 25,81%, respectivamente, entre 46 e 60 dias de idade. O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma forrageira largamente utilizada para corte nos sistemas de produção de leite no Brasil e apresenta teor médio de MS de 14,35% entre 31 e 45 dias e 19,94% entre 46 e 60 dias de idade. Os híbridos de sorgo com capim Sudão são recomendados tanto para corte como para pastejo e ao comparar seu teor de MS com as forrageiras utilizadas para o mesmo propósito, em uma mesma idade de corte, observa-se menor teor de MS no sorgo de corte/pastejo. Entretanto, as espécies forrageiras são fisiologicamente distintas, apresentando diferenças na taxa de crescimento, altura e relação folha/haste em uma mesma idade, além de serem adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, portanto outros parâmetros químicos e nutricionais, como teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da MS, devem ser avaliados ao determinar a idade de corte ou pastejo.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	MS (%) ^b			PB (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	10,6 ^{Ab}	13,8 ^{Aa}	15,6 ^{Aa}	13,1 ^{Bb}	11,9 ^{Ab}	15,1 ^{Ba}
Tx635 x Tx2785	10,4 ^{Ac}	13,3 ^{Ab}	16,3 ^{Aa}	14,3 ^{Ba}	12,1 ^{Ab}	14,5 ^{Ba}
BR007 x Tx2784	11,3 ^{Ac}	13,5 ^{Ab}	15,5 ^{Aa}	14,7 ^{Bb}	13,4 ^{Ab}	16,9 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	11,2 ^{Ac}	14,4 ^{Ab}	17,7 ^{Aa}	15,1 ^{Aa}	13,2 ^{Ab}	15,0 ^{Ba}
CMSxS157 x CMSxS912	11,2 ^{Ab}	14,1 ^{Aa}	15,8 ^{Aa}	15,1 ^{Aa}	12,5 ^{Ab}	15,0 ^{Ba}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	9,3 ^{Ab}	13,9 ^{Aa}	14,5 ^{Ba}	15,6 ^{Aa}	13,2 ^{Ab}	16,3 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	9,0 ^{Ab}	12,9 ^{Aa}	13,3 ^{Ba}	15,2 ^{Aa}	13,7 ^{Ab}	15,9 ^{Aa}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	10,9 ^{Ab}	14,5 ^{Aa}	15,5 ^{Aa}	15,9 ^{Aa}	13,2 ^{Ab}	16,8 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	10,6 ^{Ac}	13,9 ^{Ab}	16,6 ^{Aa}	14,1 ^{Ba}	13,6 ^{Aa}	15,2 ^{Ba}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	10,3 ^{Ac}	13,2 ^{Ab}	16,2 ^{Aa}	15,9 ^{Aa}	12,7 ^{Ab}	15,5 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	9,9 ^{Ab}	14,7 ^{Aa}	15,9 ^{Aa}	15,8 ^{Aa}	12,5 ^{Ab}	14,5 ^{Ba}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	9,8 ^{Ab}	12,8 ^{Aa}	13,1 ^{Ba}	15,4 ^{Aa}	13,9 ^{Aa}	15,6 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	11,6 ^{Ab}	13,4 ^{Ab}	17,0 ^{Aa}	16,2 ^{Aa}	13,8 ^{Ab}	14,5 ^{Bb}
BR 800	10,2 ^{Ab}	14,4 ^{Aa}	16,0 ^{Aa}	15,2 ^{Aa}	12,2 ^{Ab}	13,3 ^{Bb}
BRS 801	11,4 ^{Ab}	13,9 ^{Aa}	14,1 ^{Ba}	13,9 ^{Ba}	12,1 ^{Ab}	14,8 ^{Ba}
Média	10,5	13,8	15,5	15,0	12,9	15,3

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 8,3 %; ^cCV = 7,6 %.

A produtividade de animais ruminantes depende de sua habilidade em consumir e extrair a energia disponível dos alimentos. A fermentação pré-gástrica permite aos ruminantes utilizar a energia disponível nas forragens, entretanto a ingestão voluntária de MS pode limitar o consumo destes alimentos devido ao controle físico do consumo, desde que ocupam grande espaço no trato gastrointestinal (Waldo, 1986; Allen, 1996). Esta limitação reflete tanto a digestibilidade da MS como a quantidade de umidade presente na forragem (Waldo, 1986). Segundo este autor, a quantidade de água na dieta deve ser considerada, já que alimentos com alto teor de água reduzem a ingestão diária de MS e, conseqüentemente a produção dos animais. O National Research Council (2001) relata que estudos indicam correlação negativa entre consumo e teor de MS da dieta, entretanto os resultados são conflitantes e não foi determinado um valor ótimo de MS na dieta para maximizar o consumo. Arnold (1962), citado por Waldo (1986), relata que houve redução da ingestão de MS de pastagens por ovinos quando a MS forragem esteve abaixo de 25%. Com o avanço da idade da planta observa-se redução do teor de umidade, mas, também, do seu valor nutritivo. O uso de forrageiras em estádios precoces de desenvolvimento visa fornecer aos animais

alimento com adequado valor nutritivo, principalmente em relação à digestibilidade da MS. Entretanto, ressalta-se o alto teor de umidade nesta fase e, quando da formulação de dietas para animais com alta exigência nutricional, o elevado teor de umidade apresentado pelos híbridos de sorgo com capim Sudão pode limitar o consumo e interferir na produtividade dos animais, acarretando a necessidade de inclusão de alta quantidade de alimentos concentrados, com alta densidade de nutrientes.

Em relação à PB, observa-se teor médio de 15,0% no primeiro, 12,9% no segundo e 15,3% no terceiro corte, entre os híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, estudados. No primeiro corte os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2784, o híbrido experimental mutante BR001 x Tx2784*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram menores valores, entre 13,1% e 14,7% em relação aos demais, que apresentaram valores entre 15,1% e 16,2%. No segundo corte, não houve diferença no teor de PB entre os híbridos, variando entre 11,9% e 13,9%. Já no terceiro corte o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784 e os híbridos

experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, 001b*2785 e CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram maiores teors de PB, entre 15,5% e 16,9%, em relação aos demais, que apresentaram valores entre 13,3% e 15,2% (tabela 1).

O teor de PB dos híbridos experimentais *bmr* BR001 x Tx2784*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* foi semelhante em todos os cortes. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912 e BR007 x Tx2784 apresentaram teor de PB iguais no primeiro e no segundo corte e aumento no terceiro corte. Os demais híbridos apresentaram redução do teor de PB no segundo corte, em relação ao primeiro, e aumento no terceiro corte, sendo estatisticamente igual ao teor de PB no primeiro corte.

Alterações na taxa de semeadura (Koller e Scholl, 1968), estágio de desenvolvimento da planta (Ademosum et al., 1968; Wedin, 1970; Worker Jr., 1973) e adubação nitrogenada (Medeiros et al., 1979; Beyaert e Roy, 2005) são fatores que podem modificar o teor de PB de híbridos de sorgo com capim Sudão.

Wedin (1970) avaliou a composição nutricional de cultivares de capim Sudão e híbridos de sorgo com capim Sudão e observou teor médio de PB de 15,2%, quando o corte foi realizado nas plantas com 0,91 m de altura, permitindo quatro cortes sucessivos durante a estação de crescimento. Worker Jr. (1973) também avaliou a composição nutricional do capim Sudão (cultivar Piper) e de um híbrido de sorgo com capim Sudão (Sudax SX-11) em seis cortes sucessivos, realizados quando as plantas apresentavam altura entre 0,91 a 1,02 m, e observou que o teor de PB no híbrido de sorgo com capim Sudão variou entre 11,7% e 18,7%, sendo o menor valor observado no corte dois e os maiores valores observados nos cortes cinco e seis. Para o capim Sudão, o teor de PB nos seis cortes variou entre 9,8% e 14,7%, sendo o menor valor encontrado no corte dois e o maior valor encontrado no corte seis. Estes resultados corroboram com aqueles encontrados no presente estudo, no qual 11 dos 15 híbridos avaliados apresentaram menor teor de PB no segundo corte em relação aos demais cortes. Os teores médios de PB foram 15,3%, 19,1% e 17,8%, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Entretanto, Tomich (2003)

observou aumento do teor de PB com a sucessão dos cortes de nove híbridos experimentais e dois híbridos testemunhas de sorgo com capim Sudão.

Fontaneli et al. (2001) avaliaram o valor nutritivo de dois híbridos de sorgo com capim Sudão (Hygrazer e SX 15) utilizados com o objetivo de compor um sistema dinâmico de produção de forragens ao longo do ano em propriedades leiteiras e observaram teor de PB entre 13,2% e 15,0%, para o corte realizado no momento em que as plantas apresentavam altura entre 0,50 e 0,60 m, sendo que no primeiro ano de avaliação os resultados foram semelhantes entre os dois híbridos, mas no ano seguinte, o híbrido Hygrazer apresentou maior teor de PB, provavelmente devido à diferentes condições climáticas e adaptação dos híbridos à estas. Wedig et al. (1987) avaliaram o teor de PB de dois híbridos de sorgo com capim Sudão e seus pares isogênicos para produção de silagens e observaram no material original que a mutação *bmr* não influenciou o teor deste nutriente. No presente estudo, a avaliação de três híbridos experimentais *bmr* e seus pares isogênicos (Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785) mostra que somente no primeiro corte houve maior teor de PB em dois dos três híbridos *bmr*, entretanto este resultado não deve ser creditado à mutação e sim às diferenças de acúmulo de MS entre as linhagens isogênicas. Hernández e Brito (2000) observaram interação entre variedade (convencional ou portador de nervura marrom), ano de cultivo e corte para o teor de PB de híbridos de sorgo com capim Sudão. Cerosalette et al. (2002) avaliaram a composição nutricional de um híbrido de sorgo com capim Sudão *bmr*, portador de nervura marrom, e observaram redução do teor de PB com o aumento da altura das plantas no momento do corte, sendo de 13,5% para o corte realizado com 1,17 m de altura. Beyaert e Roy (2005) observaram teor de PB de 14,1% e de 17,6% sem adubação e com adubação de 250 kg de N/ha, respectivamente, para o híbrido de sorgo com capim Sudão *bmr* CV. CFSH-17.

Segundo Valadares Filho et al. (2006), a *B. brizantha* CV. Marandú apresenta teor médio de PB de 10,45% e 8,45% entre 31 e 45 dias e 46 e 60 dias de idade, respectivamente. Já a *B. decumbens* e o *P. maximum* apresentam teor médio de PB de 9,06% e 8,50%, respectivamente, entre 46 e 60 dias de idade. Já o

capim elefante (*Pennisetum purpureum*), principal forrageira utilizada sob a forma de capineira no Brasil, apresenta teor médio de PB de 6,71%. Pode-se observar que o teor de PB observado no presente trabalho para os híbridos de sorgo com capim Sudão são superiores em relação às forrageiras comumente utilizadas para corte e/ou pastejo e por isso podem contribuir para melhorar o desempenho dos animais e/ou reduzir os custos da dieta, a partir da redução do uso de alimentos concentrados protéicos.

A PB da dieta fornece nitrogênio para o metabolismo protéico dos microrganismos ruminais e do animal ruminante, entretanto as interações entre a dieta, microrganismos e animal, que determinam o suprimento líquido de proteína para o ruminante, são complexas. A proteína dietética é parcialmente ou totalmente degradada pelos microrganismos ruminais, mas estes são capazes de produzir proteína microbiana que é utilizada como fonte de proteína pelo ruminante. Nas plantas forrageiras, o nitrogênio encontra-se sob a forma de proteína verdadeira (60-80%), nitrogênio não protéico (NNP) solúvel (peptídeos, nitratos e aminoácidos não essenciais, como glutamina, asparagina e ácido aminobutírico) e pequenas quantidades de nitrogênio lignificado e ácidos nucléicos (Van Soest, 1994).

Os microrganismos ruminais são capazes de converter NNP em proteína de alta qualidade, entretanto são responsáveis pela degradação de proteínas de alta qualidade provenientes da dieta. Por isso, a nutrição animal objetiva maximizar a produção de proteína microbiana, tornando o ruminante mais independente de fontes de proteína de alta qualidade, também utilizadas por animais não-ruminantes, e permitindo o uso mais eficiente de plantas forrageiras. Em dietas a base de forragens, com baixo teor de PB, a reciclagem de uréia, via saliva, permite a manutenção da fermentação ruminal. Entretanto, o mínimo de 6-8% de PB na dieta faz-se necessário, abaixo do qual a reciclagem de uréia não satisfaz as exigências dos microrganismos e a fermentação é prejudicada, afetando diretamente o consumo dos animais e a digestibilidade da dieta (Van Soest, 1994).

No presente estudo, os teores de PB dos híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*,

nos três cortes avaliados foram satisfatórios, entre 11,9% e 16,9%, para atender a exigência dos microrganismos ruminais. Nas pastagens brasileiras, o teor de PB pode situar-se abaixo de 6% e esta deficiência pode explicar o baixo desempenho animal e certas épocas do ano e em condições inadequadas de manejo das pastagens. Desta forma, aliando os resultados encontrados na literatura e os obtidos nesta avaliação, pode-se sugerir que os híbridos experimentais de sorgo com capim Sudão, tanto convencionais como portadores de nervura marrom, além dos híbridos testemunhas, representam uma alternativa para tentar solucionar o problema de baixo teor de PB em pastagens tropicais e que a mutação *bmr* não interfere no teor de PB desta forrageira, sendo que as diferenças encontradas devem estar relacionadas com a variação genética entre os híbridos, oriundos de diferentes cruzamentos, e a capacidade de adaptação e resposta às condições de cultivo estabelecidas. Mesmo quando há necessidade de suplementação dos animais, o uso de gramíneas forrageiras com alto teor de PB permite a redução do uso de alimentos suplementares, que são mais onerosos, e, conseqüentemente, redução do custo da dieta, que compõe a principal fração dos custos totais de produção animal.

Na tabela 2 observa-se o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom avaliados neste estudo. No primeiro, segundo e terceiro corte, o teor de FDN variou entre 64,3% e 70,5%, 61,1% e 68,7% e 66,7% e 72,65%, respectivamente, não havendo diferença entre os híbridos. Tomich et al. (2004) avaliaram o teor de FDN em 25 híbridos de sorgo com capim Sudão, colhidos 57 dias após o plantio e o valor médio encontrado foi de 67,7%.

Hernández e Brito (2000) compararam a composição química de um híbrido de sorgo com capim Sudão convencional (SX-16) e um híbrido experimental portador de nervura marrom em dois anos de plantio e quatro cortes consecutivos. No segundo corte dos dois anos de avaliação houve diferença no teor médio de FDN entre os híbridos, de 67,5% para o híbrido convencional e 59,3% para o híbrido *bmr* e nos cortes um, três e quatro o teor de FDN foi semelhante. Wedig et

Tabela 2. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	FDN (%MS) ^b			FDA (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	68,8 ^{Aa}	67,8 ^{Aa}	68,1 ^{Aa}	40,7 ^{Aa}	35,7 ^{Ab}	34,8 ^{Ab}
Tx635 x Tx2785	67,8 ^{Aa}	68,7 ^{Aa}	68,9 ^{Aa}	37,4 ^{Aa}	38,3 ^{Aa}	35,5 ^{Aa}
BR007 x Tx2784	67,7 ^{Aa}	61,1 ^{Ab}	69,8 ^{Aa}	39,2 ^{Aa}	32,9 ^{Ab}	35,2 ^{Ab}
BR007 x Tx2785	68,1 ^{Aa}	68,0 ^{Aa}	66,7 ^{Aa}	38,3 ^{Aa}	36,4 ^{Aa}	31,9 ^{Ab}
CMSxS157 x CMSxS912	66,9 ^{Ab}	65,6 ^{Ab}	72,6 ^{Aa}	33,9 ^{Aa}	35,6 ^{Aa}	37,5 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	66,7 ^{Aa}	65,1 ^{Aa}	69,1 ^{Aa}	38,3 ^{Aa}	34,5 ^{Aa}	34,4 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	64,3 ^{Aa}	64,2 ^{Aa}	66,7 ^{Aa}	36,9 ^{Aa}	34,6 ^{Aa}	35,2 ^{Aa}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	66,9 ^{Aa}	64,6 ^{Aa}	67,2 ^{Aa}	36,1 ^{Aa}	34,3 ^{Aa}	34,4 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	66,8 ^{Aa}	66,1 ^{Aa}	68,6 ^{Aa}	37,9 ^{Aa}	35,2 ^{Aa}	34,8 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	66,3 ^{Aa}	64,3 ^{Aa}	67,0 ^{Aa}	37,4 ^{Aa}	34,0 ^{Aa}	32,7 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	67,0 ^{Aa}	64,4 ^{Aa}	68,8 ^{Aa}	33,5 ^{Aa}	33,0 ^{Aa}	35,9 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	66,7 ^{Aa}	64,2 ^{Aa}	66,7 ^{Aa}	37,4 ^{Aa}	34,1 ^{Aa}	34,8 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	70,5 ^{Aa}	68,3 ^{Aa}	69,4 ^{Aa}	36,8 ^{Aa}	34,9 ^{Aa}	36,5 ^{Aa}
BR 800	66,3 ^{Aa}	67,7 ^{Aa}	69,2 ^{Aa}	38,0 ^{Aa}	36,1 ^{Aa}	30,9 ^{Ab}
BRS 801	67,8 ^{Aa}	67,0 ^{Aa}	70,1 ^{Aa}	39,9 ^{Aa}	37,8 ^{Aa}	38,2 ^{Aa}
Média	67,2	65,8	68,6	37,4	35,2	34,8

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 4,3 %; ^cCV = 8,0 %.

al. (1988) não observaram diferenças nos valores de FDN dos fenos de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom e seus pares isogênicos. Segundo os autores, este resultado ocorreu devido à maior participação das folhas no momento do corte para fenação, já que os resultados na literatura revelam que o teor das frações fibrosas em plantas de sorgo *bmr* somente é diferente nas hastes. Silagens de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom apresentaram teor de FDN semelhante às silagens de seus pares isogênicos (Wedig et al., 1987). Já Fritz et al. (1988) observaram menores teores de FDN nos fenos de híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* em relação a seus pares isogênicos devido ao menor teor de hemicelulose e lignina. Entretanto, segundo os pesquisadores, a diferença no teor de hemicelulose foi pequena (3%) e não deve ter significância biológica. Já o teor de lignina reduziu-se de 17%, assim como observado em plantas *bmr* de capim Sudão.

Em plantas de sorgo *bmr-6* e *bmr-18*, Oliver et al. (2004) observaram menor teor de FDN em relação à planta convencional (50,2%, 48,2% e 58,1%, respectivamente). Já Oliver et al. (2005) não verificaram diferença no teor de FDN em

quatro linhagens de sorgo *bmr* em relação às plantas convencionais isogênicas.

Grant et al. (1995), em um estudo para avaliar o uso de silagem de sorgo *bmr* em relação às silagens de sorgo convencional, de milho e de alfafa para vacas em lactação, relatam que o teor de FDN da silagem de sorgo *bmr* foi semelhante em relação à silagem de sorgo convencional (60,4 % e 59,0%, respectivamente) e maior em relação à silagem de milho (55,4%) e de alfafa (40,0%). Entretanto o consumo dos animais foi maior quando a dieta continha a silagem de sorgo *bmr* em relação à dieta contendo silagem de sorgo convencional (25,3 kg de MS/dia e 20,4 kg de MS/dia), numa relação volumoso:concentrado de 65:35 e a produção de leite corrigida para 4% de gordura foi maior para o sorgo *bmr* em relação ao convencional e semelhante àquela dos animais recebendo silagem de milho e alfafa. Aydın et al. (1999) também observaram teor de FDN semelhante nas silagens de sorgo convencional e *bmr*. Neste estudo, o consumo de MS das dietas por novilhas e vacas no início da lactação foi semelhante e a produção de leite corrigida para 4% de gordura foi maior quando os animais receberam a dieta contendo silagem de sorgo *bmr*.

Em relação à sucessão dos cortes, o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784 apresentou menor teor de FDN no segundo corte em relação ao primeiro e ao terceiro e o híbrido experimental convencional CMSxS157 x CMSxS912 apresentou menor teor de FDN no primeiro e no segundo corte em relação ao terceiro. Os demais híbridos, incluindo todos os híbridos experimentais *bmr*, apresentaram teor de FDN semelhante em todos os cortes. Tomich (2003) observou maior teor de FDN no primeiro corte em relação ao segundo e terceiro corte para 12 híbridos de sorgo com capim Sudão cortados aos 44 dias após o plantio, 30 dias após o rebrote e 31 dias após o segundo rebrote. No primeiro corte, o teor médio de FDN foi de 63,5%, no segundo de 56,9% e no terceiro de 58,2%. Estas diferenças em relação aos resultados obtidos no presente trabalho devem-se a diferenças genéticas entre os híbridos testados, da idade de corte e condições edafoclimáticas durante o crescimento das plantas no ano agrícola em que foi desenvolvido.

A maturidade das plantas forrageiras é o processo de desenvolvimento morfológico que culmina com o aparecimento do ciclo reprodutivo (florescimento, polinização e formação das sementes). A idade com que as diferentes fases ocorrem é variável entre espécies e, numa mesma espécie, varia com o cultivar e as condições edafoclimáticas. Temperatura, luminosidade e água são os principais fatores que aceleram o processo de maturação e, por isso, observa-se que plantas em diferentes idades podem apresentar estágio de maturação semelhantes. Neste estudo, observa-se que os híbridos de sorgo com capim Sudão, convencionais e portadores de nervura marrom, apresentaram teor de FDN semelhante em todos os cortes, mesmo sendo colhidos em diferentes idades (53 dias após o plantio no primeiro corte, 38 dias após o rebrote no segundo corte e 49 dias após o segundo rebrote no terceiro corte), sugerindo que os fatores climáticos citados anteriormente podem ter acelerado o processo de maturação durante a segunda e terceira fase de crescimento e que, portanto, o manejo das pastagens ou capineiras formadas por esta forrageira deve ser realizado com atenção, priorizando a escolha do momento ideal de corte ou pastejo através da altura e não da idade das plantas. Assim, o manejo flexível permitirá o uso racional do volumoso, determinando seu

fornecimento no momento que apresenta boa produção de matéria seca por unidade de área, mas principalmente bom valor nutritivo, desde que o estágio de maturação é o principal fator que influencia o valor nutricional das gramíneas tropicais.

O teor médio de fibra em detergente ácido (FDA) observado para os híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr* foi de 37,4%, 35,2% e 34,8%, não havendo diferença entre os híbridos. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912 e BR007 x Tx2784 apresentaram redução do teor de FDA no segundo corte, mantendo-o no terceiro corte. O híbrido experimental convencional BR007 x Tx2785 e o híbrido testemunha BR800 apresentaram redução do teor de FDA somente no terceiro corte. Os demais híbridos avaliados apresentaram o mesmo teor de FDA em todos os cortes.

Na avaliação de 25 híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais e comerciais realizada 57 dias após o plantio Tomich et al. (2004) observaram teor médio de FDA de 39,8%, não havendo diferença entre os híbridos. Tomich (2003) avaliou o teor de FDA de 12 híbridos de sorgo com capim Sudão em três cortes sucessivos e observou valor médio de 35,0% no primeiro corte (44 dias de desenvolvimento), 31,4% no segundo (30 dias de desenvolvimento) e 32,5% no terceiro (31 dias de desenvolvimento). Assim como no presente estudo observou-se acúmulo de carboidratos estruturais (FDN e FDA) mais acelerado na segunda e terceira fase de desenvolvimento (1º e 2º rebrote). Cunningham e Ragland (1971) avaliaram o uso do híbrido de sorgo com capim Sudão (SX-11) para vacas leiteiras e também observaram que no segundo período de pastejo as plantas apresentaram teor de fibra bruta (FB) semelhante em relação ao primeiro período mesmo sendo pastejadas em alturas menores (113,4 cm com 23,2% de FB no primeiro período e 77,9 cm com 25,4% de FB no segundo período).

O teor de FDA representa a composição da forrageira em celulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, cinzas insolúveis em ácido e sílica (Van Soest et al., 1991). Devido à mutação *bmr*, espera-se que o teor de lignina seja menor nestes cultivares, devido à inibição da

Tabela 3. Teores de celulose, hemicelulose e lignina de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	Celulose (%MS) ^b			Hemicelulose (%MS) ^c			Lignina (%MS) ^d		
	Corte			Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	36,08 ^{Ab}	32,25 ^{Aa}	30,69 ^{Aa}	28,13 ^{Ab}	32,05 ^{Aa}	33,37 ^{Aa}	4,6 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}	4,1 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	33,59 ^{Aa}	34,94 ^{Aa}	31,35 ^{Aa}	30,32 ^{Aa}	30,48 ^{Aa}	33,40 ^{Aa}	3,9 ^{Aa}	3,3 ^{Aa}	4,2 ^{Aa}
BR007 x Tx2784	35,30 ^{Ab}	29,62 ^{Aa}	31,14 ^{Aa}	28,49 ^{Ab}	28,25 ^{Ab}	34,65 ^{Aa}	3,9 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	4,1 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	34,72 ^{Ab}	32,95 ^{Ab}	27,69 ^{Aa}	29,38 ^{Ab}	31,67 ^{Ab}	34,82 ^{Aa}	3,9 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}	4,2 ^{Aa}
CMSxS157 x CMSxS912	30,20 ^{Aa}	32,43 ^{Aa}	33,27 ^{Aa}	33,01 ^{Aa}	30,05 ^{Aa}	35,10 ^{Aa}	3,7 ^{Ba}	3,2 ^{Aa}	4,2 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	34,80 ^{Aa}	31,04 ^{Aa}	30,43 ^{Aa}	28,45 ^{Ab}	31,06 ^{Ab}	34,75 ^{Aa}	3,5 ^{Ba}	3,4 ^{Aa}	3,9 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	33,91 ^{Aa}	31,53 ^{Aa}	31,51 ^{Aa}	27,34 ^{Aa}	29,55 ^{Aa}	31,51 ^{Aa}	3,1 ^{Ba}	3,1 ^{Aa}	3,7 ^{Aa}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	31,90 ^{Aa}	30,92 ^{Aa}	30,87 ^{Aa}	30,83 ^{Aa}	30,26 ^{Aa}	32,85 ^{Aa}	4,2 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	34,42 ^{Aa}	32,23 ^{Aa}	31,25 ^{Aa}	28,93 ^{Ab}	30,82 ^{Aa}	33,76 ^{Aa}	3,5 ^{Ba}	3,0 ^{Aa}	3,6 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	34,45 ^{Aa}	31,21 ^{Aa}	29,22 ^{Aa}	28,86 ^{Ab}	30,28 ^{Ab}	34,31 ^{Aa}	2,9 ^{Ba}	2,8 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	32,79 ^{Aa}	29,99 ^{Aa}	32,46 ^{Aa}	31,49 ^{Aa}	31,33 ^{Aa}	32,85 ^{Aa}	2,7 ^{Ba}	3,0 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	34,19 ^{Aa}	31,22 ^{Aa}	31,07 ^{Aa}	29,37 ^{Aa}	30,14 ^{Aa}	31,92 ^{Aa}	3,2 ^{Ba}	2,8 ^{Aa}	3,8 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	33,90 ^{Aa}	31,80 ^{Aa}	33,09 ^{Aa}	33,67 ^{Aa}	33,37 ^{Aa}	32,91 ^{Aa}	2,9 ^{Ba}	3,2 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}
BR 800	34,43 ^{Ab}	32,74 ^{Ab}	27,72 ^{Aa}	28,30 ^{Ab}	31,55 ^{Ab}	38,23 ^{Aa}	3,6 ^{Ba}	3,4 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}
BRS 801	35,46 ^{Aa}	34,37 ^{Aa}	33,93 ^{Aa}	27,88 ^{Aa}	29,28 ^{Aa}	31,87 ^{Aa}	4,4 ^{Aa}	3,4 ^{Ab}	4,3 ^{Aa}
Média	34,0	31,9	31,0	29,6	30,7	33,7	3,6	3,2	3,8

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =8,4 %; ^cCV =7,9 %; ^dCV =15,2%.

atividade das enzimas envolvidas na síntese de lignina. Entretanto, a mutação *bmr* implica não somente na redução do teor de lignina, mas também na modificação de sua estrutura em monolignóis, com provável influência positiva sobre a digestibilidade da MS e da fração fibrosa. Wedig et al. (1987) avaliaram as silagens de dois híbridos de sorgo com capim Sudão (Redlan x Greenleaf e Redlan x Piper) convencionais e seus pares isogênicos portadores de nervura marrom e verificaram redução do teor de FDA na silagem da planta *bmr* somente para um dos híbridos (Redlan x Greenleaf). Este resultado também foi observado por Wedig et al. (1988) ao estudarem a composição química dos fenos dos mesmos híbridos avaliados anteriormente sob a forma de silagem.

Grant et al. (1995) e Aydin et al. (1999) observaram o mesmo teor de FDA na silagem de sorgo convencional e portador de nervura marrom. Em silagens de milho convencional ou *bmr-3*, Sommerfeldt et al. (1979) também não observaram diferença no teor de FDA. Entretanto, Oliver et al. (2005) observaram interação significativa da linhagem de sorgo com a mutação *bmr* sobre o teor de FDA. Em dois dos quatro híbridos avaliados, o teor de FDA foi semelhante entre as plantas convencionais e *bmr*, para um híbrido o teor de FDA na planta

convencional foi intermediário entre aquele da planta *bmr bmr-6* e da planta *bmr-12* e para o último híbrido a mutação, tanto *bmr-6* quanto *bmr-12*, reduziu o teor de FDA. Gerhardt et al. (1994) estudaram a composição química de um cultivar de capim Sudão convencional (Piper) e seu par isogênico *bmr* (Piper *bmr-6*) e um híbrido de sorgo com capim Sudão *bmr* F1006-8 x S407 *bmr-6*, colhidos em estágio de emborrachamento. O teor de FDA foi maior para o capim Sudão convencional (38,9%) e semelhante entre o capim Sudão *bmr* (33,0%) e seu híbrido *bmr* com o sorgo (33,3%).

Na tabela 3 encontra-se o teor de celulose, hemicelulose e lignina (lignina em detergente ácido – LDA) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e portadores de nervura marrom. O teor médio de celulose foi de 34,0%, 31,9% e 31,0% no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente, não havendo diferença entre os híbridos. O híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784 apresentou menor teor de celulose no primeiro corte em relação aos demais. Já o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2785 e o híbrido testemunha BR800 apresentaram menores teores de celulose no primeiro e segundo corte em relação ao terceiro corte. O teor médio de hemicelulose foi de 29,6%, 30,7% e 33,7% no

primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente, não havendo diferença entre os híbridos. O híbrido experimental convencional Tx635 x CMS X S912 apresentou menor teor de hemicelulose no primeiro corte em relação aos demais cortes. Os híbridos experimentais convencionais BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785, o híbrido experimental *bmr* BR001 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BR800 apresentaram menores teores de hemicelulose nos dois primeiros cortes.

No primeiro corte, observa-se que o híbrido experimental convencional CMSxS157 x CMSxS912, os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BR800 apresentaram teores de lignina inferiores aos demais híbridos. A avaliação dos híbridos *bmr* e seus pares convencionais isogênicos mostra que para a linhagem BR007 x Tx2784 não houve diferença no teor de lignina (4,2% x 3,9%), entretanto para os híbridos Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2785 as plantas *bmr* apresentam menor teor de lignina em relação às plantas convencionais (2,7% x 3,9% e 2,9% x 3,9%, respectivamente). No segundo e terceiro corte, o teor de lignina foi semelhante entre os híbridos avaliados, inclusive os portadores de nervura marrom, e apresentou média de 3,2% e 3,8%, respectivamente. Em relação à sucessão de cortes, o híbrido testemunha BRS801 mostrou redução nos valores de lignina somente no segundo corte e os demais híbridos apresentaram os mesmos teores de lignina nos três cortes.

O teor de lignina (LDA) de um híbrido de sorgo com capim Sudão (Sweet Sioux) em diferentes idades de corte foi avaliado por Ademosum et al. (1968). Verificou-se aumento do teor de lignina com o avanço da idade de corte, sendo de 2,59% e 4,61%, aos 52 e 85 dias após o plantio, respectivamente. Koller e Scholl (1968) observaram teor de lignina, em dois anos consecutivos, entre 2,41% e 3,17% no híbrido de sorgo com capim Sudão SX-11, plantado com espaçamento entre linhas de 35,6 cm e submetido a três cortes sucessivos. Gerhardt et al. (1994) verificaram teores de lignina de 2,4% para o híbrido de sorgo com capim Sudão F1006-8 x S407 colhido em estágio de emborrachamento. O valor médio de lignina em 12 híbridos de sorgo

com capim Sudão 57 dias após o plantio foi de 5,1% (Tomich et al., 2004). Já avaliando a composição química de 25 híbridos de sorgo com capim Sudão em três cortes sucessivos (44 dias após o plantio, 30 dias após o primeiro rebrote e 31 dias após o segundo rebrote), Tomich (2003) observou teor médio de lignina de 3,4% e não encontrou diferença entre os híbridos em cada corte e para os cortes em cada híbrido.

Em silagens de dois híbridos de sorgo capim Sudão (Redlan x Greenleaf e Redlan x Piper) portadores de nervura marrom e de seus pares convencionais isogênicos, observou-se teor de lignina inferior para a variedade *bmr* no genótipo Redlan x Greenleaf (3,2% x 4,8%). No genótipo Redlan x Piper, o teor de lignina foi semelhante (3,7% x 4,7%). Este resultado refletiu-se em maior digestibilidade aparente da matéria orgânica, FDN e FDA do híbrido *bmr* Redlan x Greenleaf em novilhas de 350 kg de PV em relação aos demais, entretanto quando a digestibilidade foi avaliada em novilhos de 450 kg de PV, não houve diferença devido à mutação *bmr* (Wedig et al., 1987). No feno dos dois híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom e de seus pares convencionais isogênicos citados anteriormente o teor de lignina não foi alterado pela mutação *bmr*, mas as digestibilidades ruminais da FDN e da FDA foram maiores para o híbrido *bmr* Redlan x Greenleaf, o que, segundo os autores, ocorreu devido à diferença na composição em ácidos fenólicos da lignina (Wedig et al., 1988). Entretanto, a digestibilidade da fração fibrosa no trato digestivo total foi semelhante entre as plantas *bmr* e seus pares convencionais isogênicos. Hernández e Brito (2000) observaram menor teor de lignina no híbrido de sorgo com capim Sudão experimental *bmr* em relação à planta convencional testemunha (5,0% x 5,8%), em dois anos de plantio e quatro cortes sucessivos e a correlação entre o teor de lignina e digestibilidade *in vitro* foi de -0,57 ($p < 0,05$).

Em híbridos de sorgo *bmr-6* e *bmr-12* e seus pares convencionais isogênicos, Oliver et al. (2005) observaram interação entre o genótipo e o local da mutação para o teor de lignina, mas a média de avaliação dos genótipos indicou que os mutantes *bmr-12* apresentam menor teor de lignina em relação à planta convencional e aquelas *bmr-6* apresentam teor de lignina

Tabela 4. Valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	DIVMS (%MS) ^b		
	Corte		
	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	65,7 ^{Ba}	64,9 ^{Ba}	60,8 ^{Ba}
Tx635 x Tx2785	65,6 ^{Ba}	61,4 ^{Ba}	67,5 ^{Aa}
BR007 x Tx2784	70,9 ^{Aa}	71,3 ^{Aa}	71,5 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	64,3 ^{Ba}	59,4 ^{Ba}	60,9 ^{Ba}
CMSxS157 x CMSxS912	64,5 ^{Ba}	65,9 ^{Ba}	56,2 ^{Bb}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	70,7 ^{Aa}	65,1 ^{Ba}	64,0 ^{Ba}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	71,4 ^{Aa}	70,5 ^{Aa}	65,4 ^{Ba}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	68,5 ^{Aa}	62,2 ^{Ba}	64,8 ^{Ba}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	68,9 ^{Aa}	68,4 ^{Aa}	61,7 ^{Ba}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	59,9 ^{Bb}	70,2 ^{Aa}	74,7 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	72,8 ^{Aa}	58,9 ^{Bb}	63,7 ^{Bb}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	68,5 ^{Aa}	69,1 ^{Aa}	67,4 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	62,2 ^{Bb}	73,1 ^{Aa}	58,1 ^{Bb}
BR 800	71,2 ^{Aa}	61,1 ^{Bb}	61,6 ^{Bb}
BRS 801	68,8 ^{Aa}	63,8 ^{Ba}	63,3 ^{Ba}
Média	67,6	65,7	64,1

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 7,1 %.

semelhante. Casler et al. (2003) estudaram genótipos de capim Sudão convencionais e *bmr*. Ao avaliarem dois genótipos *bmr* e seus pares isogênicos observaram, nos dois cortes avaliados, o teor médio de lignina foi menor para as plantas *bmr*. Quando avaliaram linhagens não isogênicas, o teor de lignina variou, sendo observado híbridos *bmr* com maior e menor valor em relação às plantas convencionais.

Oba e Allen (2000) verificaram menores valores de lignina na silagem de milho portador de nervura marrom (1,3%) em relação à silagem de milho do par isogênico (2,0%). Tine et al. (2001) e Ebling e Kung Jr. (2004) também observaram menor teor de lignina devido à presença da mutação *bmr* na silagem de milho em relação àquela constituída pela planta convencional (2,47% x 3,6% e 1,02% x 2,25%, respectivamente). Ballard et al. (2001) observaram menor teor de lignina na silagem do híbrido de milho *bmr* F337 em relação ao híbrido convencional TMF94, entretanto em relação ao híbrido convencional Pioneer 3861 os resultados foram semelhantes.

Como foi relatado por Oliver et al. (2005), em plantas de sorgo, não é possível destacar um genótipo *bmr* pois há interação entre linhagem e

local da mutação genética (*bmr-6* ou *bmr-12*) para os constituintes da parede celular. Sugere-se que a quantificação do teor de lignina é necessária para a avaliação de plantas *bmr*, portadoras de nervura marrom, entretanto este resultado deve estar associado a um estudo qualitativo da lignina e a ensaios biológicos (*in vitro* ou *in vivo*) para que se possa destacar o potencial de utilização destas gramíneas, principalmente do gênero *Sorghum*.

Plantas forrageiras freqüentemente apresentam altos teores de carboidratos estruturais e baixa digestibilidade, limitando a disponibilidade de energia para os animais que recebem dietas ricas em volumosos, principalmente aqueles que apresentam alto potencial genético de produção. Entretanto a manutenção de níveis elevados de forragens nas dietas de animais ruminantes é desejável desde que contribuam para uma melhor fermentação ruminal e saúde animal, além de apresentarem custos de produção inferiores aos alimentos concentrados (Jung e Allen, 1995). Além disso, o consumo de forrageiras pode ser negativamente influenciado pela baixa qualidade, que resulta em maior tempo de permanência no rúmen, baixa taxa de passagem e enchimento ruminal (Van Soest, 1994; Allen, 1996). Portanto, são inúmeros os esforços de

melhoristas e nutricionistas para desenvolver cultivares de forrageiras que apresentem altos valores de digestibilidade. Nesta linha destaca-se o desenvolvimento e avaliação de plantas *bmr*, portadoras de nervura marrom, as quais geralmente apresentam coeficientes de digestibilidade da MS, da MO e das frações fibrosas superiores em relação às plantas convencionais.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) verificada para os híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, está apresentada na tabela 4. A DIVMS média nos cortes um, dois e três foram, respectivamente, 67,6%, 65,7% e 64,1%. No primeiro corte, observa-se que o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784, os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* e os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 apresentaram maiores valores de DIVMS. No segundo corte, o híbrido experimental convencional BR007 x Tx2784 e os híbridos experimentais *bmr* CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* destacam com maiores valores de DIVMS e, no terceiro corte, somente os híbridos experimentais convencionais Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2784 e os híbridos experimentais *bmr* BR001 x Tx2785*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* foram superiores. O efeito dos cortes sobre um híbrido específico foi notado.

O híbrido experimental *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BR800 apresentaram redução da DIVMS a partir do segundo corte, o híbrido experimental convencional CMSxS157 x CMSxS912 apresentou redução as DIVMS somente no terceiro corte. O híbrido experimental *bmr* BR001 x Tx2785*bmr* apresentou aumento da DIVMS a partir do segundo corte e o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2785*bmr* apresentou aumento no segundo corte e, no terceiro corte, o valor foi semelhante em relação ao primeiro. Os demais híbridos apresentaram estabilidade para esse parâmetro com a seqüência de cortes. Híbridos de sorgo com capim Sudão apresentaram DIVMS média de 66,2%, 67,2% e 65,6% no

primeiro corte (44 dias após o plantio), segundo corte (30 dias após o rebrote) e terceiro corte (31 dias após o segundo rebrote (31 dias após o segundo rebrote), respectivamente (Tomich, 2003). Apesar da diferença da idade dos cortes realizados em relação ao presente estudo, os valores das frações fibrosas e a DIVMS são compatíveis com uma mesma maturidade das plantas, mostrando que os valores obtidos podem ser considerados apropriados para esta forrageira.

Ademosum et al. (1968) observaram redução da DIVMS no híbrido de sorgo com capim Sudão Sweet Sioux com o avanço da idade de corte. A DIVMS foi de 71,7% e 55,8% aos 52 e 85 dias após o plantio, respectivamente. Edwards Jr. et al. (1971) também observaram redução da digestibilidade ruminal *in situ* com o avanço da idade de corte do híbrido de sorgo com capim Sudão SX-11. Wedin (1970) avaliou a composição nutricional de cultivares de capim Sudão e híbridos de sorgo com capim Sudão e observou que houve diferença ($p < 0,05$) da DIVMS entre os genótipos e que o aumento da altura das plantas e, conseqüente, redução do número de corte durante a estação de crescimento, reduz a DIVMS média. Plantas cortadas com 0,46 m, 0,92 m e 1,37 m de altura apresentaram DIVMS média de 70,1%, 67,7% e 65,4%, respectivamente. Este comportamento é esperado, já que, com o avanço da maturidade das gramíneas tropicais ocorre acúmulo de carboidratos estruturais em grande quantidade (celulose e hemicelulose) e de lignina.

Hernández e Brito (2000) observaram maior DIVMS no híbrido de sorgo com capim Sudão *bmr* em relação ao híbrido convencional. Lusk et al. (1984) observaram digestibilidade aparente da MS, em novilhas, semelhante entre a silagem do sorgo *bmr* em relação ao convencional, apesar de numericamente superior (58,3% x 53,3%). A silagem de sorgo *bmr* foi ainda capaz de sustentar a mesma produção de leite corrigida para gordura em relação à silagem de milho. Oliver et al. (2005) observaram interação entre genótipo e presença da mutação *bmr* para a digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) no sorgo, sendo que para dois dos quatro genótipos avaliados apresentaram o mesmo valor com e sem a presença da mutação. Oba e Allen (2000) verificaram maior DIVMS e DIVFDN para a silagem de milho *bmr* em relação àquela confeccionada com seu par isogênico (83,3% x

Tabela 5. Teores de matéria seca (MS) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	MS folha (%) ^b			MS colmo (%) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	20,1 ^{Aa}	21,7 ^{Aa}	23,6 ^{Aa}	8,4 ^{Ac}	10,7 ^{Bb}	12,9 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	18,6 ^{Ab}	20,8 ^{Ab}	24,2 ^{Aa}	7,0 ^{Bc}	10,7 ^{Bb}	12,3 ^{Ba}
BR007 x Tx2784	20,9 ^{Aa}	22,2 ^{Aa}	23,9 ^{Aa}	9,2 ^{Ac}	11,5 ^{Ab}	14,1 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	20,8 ^{Aa}	23,5 ^{Aa}	23,0 ^{Aa}	9,7 ^{Ac}	12,1 ^{Ab}	12,2 ^{Ba}
CMSxS157 x CMSxS912	20,3 ^{Ab}	22,1 ^{Ab}	24,0 ^{Aa}	8,4 ^{Ab}	11,9 ^{Aa}	11,4 ^{Ba}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	19,2 ^{Ab}	22,7 ^{Aa}	22,2 ^{Aa}	7,5 ^{Bb}	11,5 ^{Aa}	11,8 ^{Ba}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	17,5 ^{Ab}	19,9 ^{Aa}	21,9 ^{Aa}	7,1 ^{Bb}	9,4 ^{Ba}	10,8 ^{Ba}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,8 ^{Aa}	21,8 ^{Aa}	22,9 ^{Aa}	8,1 ^{Ab}	11,5 ^{Aa}	12,1 ^{Ba}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	21,2 ^{Ab}	20,9 ^{Ab}	24,2 ^{Aa}	9,0 ^{Ab}	12,3 ^{Aa}	13,6 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	19,5 ^{Ab}	20,4 ^{Ab}	23,9 ^{Aa}	7,4 ^{Bc}	10,3 ^{Bb}	13,4 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	19,7 ^{Ab}	22,3 ^{Aa}	23,5 ^{Aa}	7,1 ^{Bb}	10,8 ^{Ba}	11,9 ^{Ba}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	19,3 ^{Aa}	19,2 ^{Aa}	20,3 ^{Aa}	7,4 ^{Bc}	9,1 ^{Bb}	10,6 ^{Ba}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	20,6 ^{Ab}	22,6 ^{Aa}	24,3 ^{Aa}	8,1 ^{Ac}	10,5 ^{Bb}	13,6 ^{Aa}
BR 800	19,4 ^{Ab}	22,3 ^{Aa}	24,4 ^{Aa}	8,3 ^{Ab}	11,6 ^{Aa}	12,6 ^{Aa}
BRS 801	19,0 ^{Ab}	21,3 ^{Aa}	22,4 ^{Aa}	7,9 ^{Bc}	10,9 ^{Bb}	11,2 ^{Ba}
Média	19,8	21,6	23,3	8,0	10,9	12,3

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =7,9 %; ^cCV =8,7 %.

78,2% e 55,9% x 46,5%, respectivamente). Tine et al. (2001) observaram maior digestibilidade aparente da MS e da FDN de dietas contendo silagem de milho *bmr* em relação à planta convencional isogênica somente quando fornecida a vacas em manutenção. Para vacas em lactação, as quais receberam concentrado em grande quantidade (40% da MS total), as digestibilidades foram semelhantes. Os pesquisadores afirmaram, com base na literatura, que a presença de outras fontes energéticas na dieta e a ingestão de MS limitada em animais em lactação podem interferir nos ensaios de digestibilidade dos nutrientes. Ebling e Kung Jr. (2004) verificaram maiores valores de DIVFDN e digestibilidade *in situ* da MS e da FDN na silagem de milho *bmr* em relação à do milho convencional.

A *B. brizantha* CV. Marandú apresenta DIVMS de 65,50%, entre 31 e 45 dias, e de 63,65%, entre 46 e 60 dias de idade. Já o *P. maximum* e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) apresentam DIVMS média de 47,79 e 58,66%, respectivamente (Valadares Filho et al., 2006). Os híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados no presente estudo são superiores às forrageiras mais utilizadas para produção de carne e leite no país e adequados para o uso em sistemas

diversificados de produção de leite e de carne. Entretanto, os híbridos experimentais *bmr* não se destacaram em relação aos experimentais convencionais e aos híbridos testemunhas.

Na tabela 5 observa-se o teor de MS das folhas e dos colmos dos híbridos de sorgo com capim Sudão. O teor médio de MS nas folhas foi de 19,8%, 21,6% e 23,3% no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente, não sendo observado diferença entre os híbridos. Os híbridos experimentais convencionais Tx635 x CMS X S912, BR007 x Tx2784 e BR007 x Tx2785 e os híbridos experimentais *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram teor de MS semelhantes em todos os cortes. Os híbridos experimentais *bmr* Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* e os híbridos testemunhas BR800 e BRS801 apresentaram maiores teores de MS no segundo e terceiro corte em relação ao primeiro e os demais híbridos apresentaram maior teor de MS no terceiro corte. No colmo, o teor médio de MS foi de 8,0%, 10,9% e 12,3%. Em cada corte, verificou-se diferença no teor de MS no colmo, entretanto as diferenças não foram relacionadas com a mutação *bmr*. Em todos os híbridos, o teor de MS do colmo foi menor no primeiro corte em

Tabela 6. Teores de proteína bruta (PB) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	PB folha (%MS) ^b			PB colmo (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	20,3 ^{Aa}	18,1 ^{Aa}	18,2 ^{Aa}	10,1 ^{Ba}	8,1 ^{Bb}	10,6 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	21,0 ^{Aa}	18,5 ^{Ab}	17,7 ^{Ab}	10,7 ^{Bb}	8,4 ^{Ba}	11,8 ^{Aa}
BR007 x Tx2784	20,8 ^{Aa}	19,3 ^{Aa}	17,7 ^{Ab}	11,8 ^{Aa}	9,9 ^{Ab}	11,7 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	21,1 ^{Aa}	19,3 ^{Aa}	18,7 ^{Aa}	9,9 ^{Bb}	9,1 ^{Bb}	12,0 ^{Aa}
CMSxS157 x CMSxS912	19,8 ^{Aa}	19,9 ^{Aa}	18,6 ^{Aa}	11,9 ^{Aa}	10,6 ^{Aa}	11,7 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	21,3 ^{Aa}	19,2 ^{Ab}	17,9 ^{Ab}	12,3 ^{Aa}	9,6 ^{Ab}	11,1 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	21,1 ^{Aa}	20,2 ^{Aa}	18,5 ^{Aa}	14,3 ^{Aa}	9,9 ^{Ab}	11,4 ^{Ab}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	19,9 ^{Aa}	20,9 ^{Aa}	17,8 ^{Ab}	12,8 ^{Aa}	10,8 ^{Aa}	12,3 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,0 ^{Aa}	19,8 ^{Aa}	16,1 ^{Ab}	12,7 ^{Aa}	12,2 ^{Aa}	11,2 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	20,3 ^{Aa}	17,9 ^{Ab}	17,1 ^{Ab}	11,6 ^{Aa}	10,0 ^{Ab}	11,2 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	20,2 ^{Aa}	18,5 ^{Aa}	18,3 ^{Aa}	12,0 ^{Aa}	8,2 ^{Ba}	12,7 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	20,6 ^{Aa}	19,4 ^{Aa}	18,7 ^{Aa}	11,5 ^{Aa}	10,3 ^{Aa}	12,2 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	19,4 ^{Aa}	19,5 ^{Aa}	17,9 ^{Aa}	11,5 ^{Aa}	10,3 ^{Ab}	13,2 ^{Aa}
BR 800	21,5 ^{Aa}	20,1 ^{Aa}	19,1 ^{Aa}	11,7 ^{Aa}	10,0 ^{Aa}	10,4 ^{Aa}
BRS 801	21,8 ^{Aa}	19,6 ^{Ab}	18,2 ^{Ab}	10,7 ^{Ba}	9,0 ^{Ba}	10,4 ^{Aa}
Média	20,6	19,3	18,0	11,7	9,8	11,6

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =6,8 %; ^cCV =10,2 %.

relação aos demais cortes. No presente trabalho, os cortes foram realizados com diferentes intervalos de crescimento, impossibilitando qualquer conclusão sobre as diferenças no teor de MS entre os cortes. Numericamente, verificou-se maior teor de MS nas folhas em relação ao colmo, média de 21,6% e 10,4%, respectivamente. Oliveira et al. (2005) verificaram teor médio de MS nas folhas e nos colmos de 29,2% e 17,5% em plantas de sorgo destinadas à produção de silagem.

Na tabela 6 observa-se o teor de PB das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom. O teor de PB médio das folhas foi de 20,6%, 19,3% e 18,0%, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Os híbridos experimentais Tx635 x Tx2785, Tx635 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2785*bmr* e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram maior teor de PB das folhas no primeiro corte, em relação ao segundo e terceiro corte. Os híbridos experimentais BR007 x Tx2784, BR007 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2784*bmr* apresentaram menor teor de PB das folhas no terceiro corte.

Os demais híbridos apresentaram teor de PB nas folhas semelhantes nos três cortes avaliados. No

colmo, o teor de PB médio foi de 11,7%, 9,8% e 11,6%, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro corte. Observa-se menor teor de PB no primeiro corte para os híbridos Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2785 e BRS800. No segundo corte, os menores teores foram observados para os híbridos Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2785, Tx635 x Tx2785*bmr* e BRS800 e no terceiro corte, todos os híbridos apresentaram o mesmo teor de PB. Verificou-se maiores valores de PB nas folhas em relação aos colmos, média de 19,2% e 11%, respectivamente. Fontaneli et al. (2001) verificaram, em dois híbridos de sorgo com capim Sudão, teor médio de PB nas folhas de 15,9% e nos colmos de 9,3%, em dois anos consecutivos. Verificou-se também que o teor de PB nas diferentes partes da planta pode ser influenciado pelo momento de plantio.

O teor de FDN das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão estão apresentados na tabela 7. Nas folhas, o teor médio de FDN foi de 65,6%, 69,2% e 61,6% e nos colmos foi de 66,9%, 70,8% e 68,9%, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Nas folhas, o teor de FDN nas folhas foi semelhante entre os híbridos no primeiro e segundo corte.

Tabela 7. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	FDN folha (%MS) ^b			FDN colmo (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	66,2 ^{Ab}	69,8 ^{Aa}	64,4 ^{Ab}	69,5 ^{Aa}	74,1 ^{Aa}	74,8 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	65,9 ^{Ab}	69,9 ^{Aa}	59,2 ^{Bc}	65,4 ^{Ab}	71,3 ^{Aa}	63,6 ^{Bb}
BR007 x Tx2784	66,9 ^{Ab}	71,7 ^{Aa}	64,4 ^{Ab}	65,8 ^{Aa}	70,1 ^{Aa}	64,4 ^{Ba}
BR007 x Tx2785	65,1 ^{Ab}	70,7 ^{Aa}	64,1 ^{Ab}	72,3 ^{Ab}	74,5 ^{Aa}	68,3 ^{Ac}
CMSxS157 x CMSxS912	65,7 ^{Ab}	68,9 ^{Aa}	62,9 ^{Ab}	67,6 ^{Aa}	70,0 ^{Aa}	71,0 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	67,7 ^{Aa}	69,8 ^{Aa}	59,8 ^{Bb}	65,1 ^{Ab}	73,4 ^{Aa}	73,1 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	64,6 ^{Aa}	65,9 ^{Aa}	59,3 ^{Bb}	64,3 ^{Aa}	69,8 ^{Aa}	64,0 ^{Ba}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	64,4 ^{Ab}	69,8 ^{Aa}	60,6 ^{Bc}	66,8 ^{Aa}	73,4 ^{Aa}	69,9 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	64,3 ^{Aa}	68,7 ^{Aa}	61,9 ^{Ab}	69,0 ^{Aa}	70,2 ^{Aa}	65,2 ^{Ba}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	64,6 ^{Ab}	67,9 ^{Aa}	59,8 ^{Bc}	67,7 ^{Aa}	67,3 ^{Aa}	68,3 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	64,4 ^{Ab}	68,3 ^{Aa}	62,6 ^{Ab}	64,4 ^{Ab}	72,4 ^{Aa}	72,7 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	64,7 ^{Ab}	67,8 ^{Aa}	62,3 ^{Ab}	68,0 ^{Aa}	67,4 ^{Aa}	65,0 ^{Ba}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	66,9 ^{Aa}	69,5 ^{Aa}	60,3 ^{Bb}	66,0 ^{Aa}	68,0 ^{Aa}	70,0 ^{Aa}
BR 800	65,8 ^{Ab}	69,3 ^{Aa}	59,9 ^{Bc}	68,1 ^{Aa}	70,3 ^{Aa}	72,7 ^{Aa}
BRS 801	66,7 ^{Aa}	69,7 ^{Aa}	62,6 ^{Ab}	62,9 ^{Ac}	70,3 ^{Aa}	70,0 ^{Aa}
Média	65,6	69,2	61,6	66,9	70,8	68,9

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =3,0%; ^cCV =5,6 %.

No terceiro corte, os híbridos Tx635 x Tx2785, Tx635 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR007 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, BR007 x Tx2785*bmr* e BR 800 apresentaram menores teors de FDN. Em geral, ao longo dos três cortes, verifica-se menor teor de FDN no terceiro corte. Nos colmos, o teor de FDN foi semelhante entre os híbridos no primeiro e segundo corte. No terceiro corte, os híbridos Tx635 x Tx2785, BR007 x Tx2784, CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2784*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* apresentaram menores teors de FDN. Numericamente, o teor de FDN médio nas folhas foi 3,4 pontos percentuais menor do que o teor médio dos colmos.

Na tabela 8 verifica-se o teor de FDA das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom. O teor de FDA médio nas folhas foi de 29,0%, 31,4% e 27,8%, nos cortes um, dois e três, respectivamente. No primeiro corte, o teor de FDA foi semelhante entre os híbridos. No segundo corte, somente os híbridos convencionais Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2784 e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram maiores valores. No terceiro corte os híbridos

convencionais BR007 x Tx2784, BR007 x Tx2785 e CMSxS157 x CMSxS912 e o híbrido testemunha BRS801 apresentaram maiores valores. O teor de FDA médio nos colmos foi de 38,7%, 40,7% e 35,5%, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro corte. No primeiro e terceiro corte, o teor de FDA foi semelhante entre os híbridos. No segundo corte, verifica-se diferenças entre os híbridos, entretanto não foram relacionadas à presença da mutação *bmr*. Numericamente, o teor de FDA médio nas folhas foi 8,9 pontos percentuais menor do que o teor médio dos colmos.

Na tabela 9 verifica-se o teor de lignina das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom. O teor médio de lignina nas folhas foi de 2,5%, 2,9% e 1,8%, no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. No primeiro e no segundo corte, verificou-se diferenças entre os híbridos, sendo que os híbridos experimentais *bmr* CMSxS157 x Tx2784*bmr*, BR001 x Tx2785*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS157 x Tx2785*bmr* e BR007 x Tx2785*bmr* apresentaram menores valores nos dois cortes. No terceiro corte, o teor de lignina foi semelhante entre os híbridos. O teor médio de

Tabela 8. Teores de fibra em detergente ácido (FDA) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	FDA folha (%MS) ^b			FDA colmo (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	29,4 ^{Ab}	32,2 ^{Aa}	27,4 ^{Bc}	40,3 ^{Aa}	44,0 ^{Aa}	36,0 ^{Ab}
Tx635 x Tx2785	30,2 ^{Ab}	33,3 ^{Aa}	27,4 ^{Bc}	39,4 ^{Aa}	41,2 ^{Aa}	33,7 ^{Ab}
BR007 x Tx2784	29,7 ^{Ab}	32,5 ^{Aa}	29,1 ^{Ab}	37,7 ^{Aa}	39,2 ^{Ba}	35,3 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	28,4 ^{Ab}	31,4 ^{Ba}	29,0 ^{Ab}	41,3 ^{Aa}	42,5 ^{Aa}	34,3 ^{Ab}
CMSxS157 x CMSxS912	28,8 ^{Ab}	30,6 ^{Ba}	28,7 ^{Ab}	37,9 ^{Aa}	41,2 ^{Aa}	36,6 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	29,3 ^{Aa}	30,3 ^{Ba}	27,7 ^{Bb}	37,2 ^{Ab}	41,8 ^{Ab}	37,8 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	28,6 ^{Ab}	30,9 ^{Ba}	26,7 ^{Bc}	35,9 ^{Ab}	40,6 ^{Aa}	33,7 ^{Ab}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	28,1 ^{Ab}	30,9 ^{Ba}	27,3 ^{Bb}	37,7 ^{Ab}	42,2 ^{Aa}	35,2 ^{Ab}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	28,6 ^{Ab}	30,9 ^{Ba}	27,7 ^{Bb}	39,2 ^{Aa}	39,7 ^{Ba}	33,4 ^{Ab}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	28,2 ^{Ab}	30,3 ^{Ba}	26,7 ^{Bb}	40,5 ^{Aa}	37,3 ^{Bb}	35,5 ^{Ab}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	28,6 ^{Ab}	31,3 ^{Ba}	28,0 ^{Bb}	37,1 ^{Ab}	43,3 ^{Aa}	36,3 ^{Ab}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	29,0 ^{Aa}	30,6 ^{Ba}	27,3 ^{Bb}	39,4 ^{Aa}	38,8 ^{Ba}	33,4 ^{Ab}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	30,3 ^{Aa}	31,2 ^{Ba}	27,3 ^{Bb}	36,7 ^{Aa}	36,9 ^{Ba}	35,8 ^{Aa}
BR 800	28,5 ^{Ab}	31,6 ^{Ba}	27,4 ^{Bb}	39,8 ^{Aa}	40,4 ^{Aa}	39,2 ^{Aa}
BRS 801	29,3 ^{Ab}	32,4 ^{Aa}	28,6 ^{Ab}	40,1 ^{Ab}	41,6 ^{Aa}	36,9 ^{Ab}
Média	29,0	31,4	27,8	38,7	40,7	35,5

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =3,4 %; ^cCV =6,4 %.

Tabela 9. Teores de lignina das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	Lignina folha (%MS) ^b			Lignina colmo (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	2,5 ^{Ba}	2,9 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	4,0 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	2,5 ^{Ab}
Tx635 x Tx2785	3,1 ^{Aa}	2,8 ^{Ba}	1,9 ^{Ab}	3,5 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}	2,4 ^{Ab}
BR007 x Tx2784	2,7 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	3,5 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	2,6 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	2,4 ^{Ba}	3,2 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	4,0 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}	2,6 ^{Ab}
CMSxS157 x CMSxS912	3,1 ^{Aa}	2,9 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	3,5 ^{Aa}	2,9 ^{Aa}	2,4 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	2,4 ^{Bb}	2,9 ^{Aa}	1,7 ^{Ac}	2,8 ^{Ba}	3,3 ^{Aa}	2,7 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	2,4 ^{Ba}	2,7 ^{Ba}	1,8 ^{Ab}	2,3 ^{Ba}	2,7 ^{Aa}	2,3 ^{Aa}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	2,7 ^{Aa}	3,0 ^{Aa}	1,7 ^{Ab}	3,0 ^{Ba}	2,9 ^{Aa}	2,5 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	2,6 ^{Aa}	2,6 ^{Ba}	1,7 ^{Ab}	3,1 ^{Ba}	2,8 ^{Aa}	2,8 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	1,9 ^{Bb}	2,5 ^{Ba}	1,6 ^{Ab}	3,3 ^{Aa}	3,1 ^{Aa}	2,5 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	2,4 ^{Ba}	2,5 ^{Ba}	1,8 ^{Ab}	2,7 ^{Ba}	3,1 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	2,4 ^{Ba}	2,8 ^{Ba}	1,7 ^{Ab}	3,0 ^{Ba}	2,7 ^{Aa}	2,2 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	2,3 ^{Ba}	2,7 ^{Ba}	1,8 ^{Ab}	2,6 ^{Ba}	3,0 ^{Aa}	2,3 ^{Aa}
BR 800	2,8 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	1,8 ^{Ab}	3,7 ^{Aa}	2,8 ^{Aa}	2,8 ^{Aa}
BRS 801	2,5 ^{Bb}	2,9 ^{Aa}	1,9 ^{Ac}	3,6 ^{Aa}	3,3 ^{Aa}	2,7 ^{Aa}
Média	2,5	2,9	1,8	3,2	3,0	2,6

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =11,5 %; ^cCV =17,6 %.

lignina nos colmos foi de 3,2%, 3,0% e 2,6% no primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Houve diferença entre os híbridos somente no primeiro corte, sendo que, com exceção do híbrido BR001 x Tx2785*bmr*, todos os híbridos *bmr* apresentaram teor de lignina inferior aos híbridos convencionais. Com a sucessão dos cortes, somente os híbridos Tx635 x CMS X S912, Tx635 x Tx2785 e BR007 x Tx2785 apresentaram redução do teor de lignina no terceiro corte. Nos demais híbridos, o teor de lignina foi semelhante nos três cortes.

Os valores de DIVMS das folhas e dos colmos dos híbridos avaliados neste estudo estão na tabela 10. Verifica-se que a DIVMS média das folhas foi de 70,0%, 64,1% e 65,3% e dos colmos de 70,8%, 69,7% e 75,3%, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro corte. Na folhas, não verificou-se diferença nos

valores de DIVMS no primeiro e terceiro corte. Já no segundo corte houve grande diferença entre os híbridos, não havendo qualquer associação com a mutação *bmr*. Nos colmos, a DIVMS foi semelhante para todos os híbridos, nos três cortes, exceto para o híbrido experimental BR007 x Tx2785 no corte um. Os valores verificados neste estudo mostram semelhanças para a DIVMS das folhas e dos colmos dos híbridos avaliados. Edwards Jr. et al. (1971) observou no capim Sudão que em cortes realizados com menores intervalos de crescimento (15 dias a 21 dias), a DIVMS das folhas e dos colmos são semelhantes e com o aumento do intervalo entre cortes há redução dos valores de DIVMS, entretanto este efeito é mais pronunciado nos colmos.

Tabela 10. Valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das folhas e dos colmos de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, utilizados em manejo de cortes sucessivos

Híbrido ^a	DIVMS folha (%MS) ^b			DIVMS colmo (%MS) ^c		
	Corte			Corte		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Tx635 x CMSxS912	69,1 ^{Aa}	67,8 ^{Ba}	62,4 ^{Aa}	67,1 ^{Aa}	76,2 ^{Aa}	75,0 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	67,1 ^{Aa}	64,9 ^{Ca}	61,8 ^{Aa}	71,3 ^{Aa}	70,5 ^{Aa}	74,1 ^{Aa}
BR007 x Tx2784	66,9 ^{Aa}	57,5 ^{Db}	68,3 ^{Aa}	70,8 ^{Aa}	70,4 ^{Aa}	68,9 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	68,5 ^{Aa}	60,7 ^{Cb}	70,1 ^{Aa}	61,7 ^{Bb}	72,6 ^{Aa}	79,9 ^{Aa}
CMSxS157 x CMSxS912	68,9 ^{Aa}	62,8 ^{Ca}	68,1 ^{Aa}	69,7 ^{Aa}	63,6 ^{Aa}	75,4 ^{Aa}
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	72,7 ^{Aa}	63,9 ^{Cb}	63,4 ^{Ab}	76,2 ^{Aa}	69,2 ^{Aa}	71,2 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2784 <i>bmr</i>	71,0 ^{Aa}	65,1 ^{Ba}	63,7 ^{Aa}	74,7 ^{Aa}	68,6 ^{Aa}	76,3 ^{Aa}
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	69,9 ^{Aa}	66,7 ^{Ba}	67,7 ^{Aa}	72,0 ^{Aa}	65,0 ^{Aa}	74,4 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	70,9 ^{Aa}	71,6 ^{Aa}	66,7 ^{Aa}	73,1 ^{Ab}	70,0 ^{Aa}	72,4 ^{Aa}
BR001 x Tx2785 <i>bmr</i>	70,2 ^{Ab}	77,9 ^{Aa}	64,9 ^{Ab}	79,6 ^{Aa}	71,3 ^{Aa}	77,0 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	75,1 ^{Aa}	62,2 ^{Cb}	63,4 ^{Ab}	79,4 ^{Aa}	65,9 ^{Ab}	79,3 ^{Aa}
CMSxS157 x Tx2785 <i>bmr</i>	67,5 ^{Aa}	58,6 ^{Db}	64,1 ^{Aa}	75,3 ^{Aa}	71,5 ^{Aa}	75,4 ^{Aa}
BR007 x Tx2785 <i>bmr</i>	67,7 ^{Aa}	62,1 ^{Ca}	66,9 ^{Aa}	76,8 ^{Aa}	76,1 ^{Aa}	78,7 ^{Aa}
BR 800	71,8 ^{Aa}	53,2 ^{Dc}	64,5 ^{Ab}	69,2 ^{Aa}	64,9 ^{Aa}	76,9 ^{Aa}
BRS 801	71,5 ^{Aa}	66,8 ^{Ba}	63,7 ^{Aa}	69,1 ^{Aa}	70,5 ^{Aa}	74,4 ^{Aa}
Média	70,0	64,1	65,3	70,8	69,7	75,3

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 6,2%; ^cCV = 10,3%.

CONCLUSÕES

O valor nutritivo verificado para os híbridos de sorgo com capim Sudão pode ser considerado satisfatório quando comparados a outras forrageiras comumente utilizadas no Brasil, apresentando elevado teor de proteína bruta e

alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEMOSUM, A.A., BAUMGARDT, B.R., SCHOLL, J.M. Evaluation of a sorghum-sudangrass hybrid at varying stages of maturity

- on the basis of intake, digestibility and chemical composition. *J. Animal Sci.*, v. 27, n. 3, p. 818-823, 1968.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Animal Sci.*, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.
- ALKIMIN FILHO, J.F. *Valor nutritivo de silagens de híbridos de Sorghum bicolor x Sorghum sudanense submetidos à diferentes tempos de pré-secagem*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1998, 95p. (Dissertação).
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -. Official methods of analysis. 16 ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.
- AYDIN, G., GRANT, R.J., O'REAR, J. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2127-2135, 1999.
- BALLARD, C. S., THOMAS, E.D., TSANG, D.S. et al. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 84, p. 442-452, 2001.
- BEYAERT, R.P., ROY, R.C. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum-sudangrass yield and nitrogen use. *Agron. J.*, v. 97, p. 1493-1501, 2005.
- CASLER, M.D., PEDERSEN, J.F., UNDERSANDER, D.J. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Sci.*, v. 43, p. 782-789, 2003.
- CEROSALLETTE, P., KETTERINGS, Q.M., KILCER, T. What's cropping up? v. 12, n. 3, p. 1-3, 2002. In: <http://www.cornell.edu/>. Acesso em 16/01/2008.
- COSTA, J.L. *Produção e conservação de foragens: foragens para o gado leiteiro*. Juiz de Fora: CNPGL, 1997. 98p.
- CUNNINGHAM, M.D., RAGLAND, W.W. Plant composition and sorghum-sudangrass in feeding value of sudangrass and a controlled grazing system. *J. Dairy Sci.*, v. 54, n. 10, p. 1461-1464, 1971.
- EBLING, T.L., KUNG Jr., L. A comparison of processed conventional corn silage to unprocessed and processed brown midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 87, p. 2519-2527, 2004.
- EDWARDS Jr., N.C., FROBOURG, H.A., MONTGOMERY, M.J. Cutting management effect on growth rate and dry matter digestibility of the sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. *Agron. J.*, v. 63, p. 3267-271, 1971.
- FONTANELI, R.S., SOLLENBERGER, L.E., STAPLES, C.R. Yield, yield distribution and nutritive value of intensively managed warm-season annual grasses. *Agron. J.*, v. 93, p. 1257-1262, 2001.
- FRITZ, J.O., MOORE, K.J., JASTER, E.H. *In situ* digestion kinetics and ruminal turnover rates of conventional and brown midrib mutant sorghum x Sudangrass hays fed to nonlactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 12, p. 3345-3351, 1988.
- GERHARDT, R.L., FRITZ, J.O., MOORE, K.J. et al. Digestion kinetics and composition of conventional and brown midrib sorghum morphological composition. *Crop Sci.*, v. 34, p. 1353-1361, 1994.
- GRABBER, J.H., RALPH, J., LAPIERRE, C. et al. Genetic and molecular basis of grass cell-wall degradability. I. Lignin-cell wall matrix interactions. *C. R. Biologies*, v. 327, n. 5, p. 455-465, 2004.
- GRANT, R.J., HADDAD, S.G., MOORE, K.J. et al. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 78, p. 1970-1980, 1995.
- HERNÁNDEZ, G.N., BRITO, J.E.C. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo x Sudán de nevadura café em La region norte de México. *Tec. Pecu. Méx.*, v. 38, n. 3, p. 177-187, 2000.

- JUNG, H.G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. J.*, v. 81, p. 33-38, 1989.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- KOLLER, H.R., SCHOLL, J.M. Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. *Agronomy. J.*, v. 60, p. 456-459, 1968.
- LUSK, J.W., KARAU, P.K., BALOGU, D.O. et al. Brown midrib sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, v. 67, p. 1739-1744, 1984.
- 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). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.8, n. 1, p. 75-87, 1979.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 17. ed. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington: Nacional Academy Press, 2001. 408p.
- OBA, M., ALLEN, M.S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber. II. Chewing activities. *J. Dairy Sci.*, v. 83, p. 13422-1349, 2000.
- OLIVEIRA, R.P., FRANÇA, A.F.S., RODRIGUES FILHO, O. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench) sob três doses de nitrogênio. *Pesq. Agropec. Trop.*, v. 35, n.1, p. 45-53, 2005.
- OLIVER, A.L., GRANT, R.J., PEDERSEN, J.F. et al. Comparison of brown midrib-6 and -18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 87, p. 637-644, 2004.
- OLIVER, A.L., PEDERSEN, J.F., GRANT, R.J. et al. Comparative effects of the sorghum *bmr-6* and *bmr-12* genes. I. Forage sorghum yield and quality. *Crop Sci.*, v. 45, p. 2234-2239, 2005.
- RODRIGUES, J.A.S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, UFLA. Lavras, *Anais...* Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.
- SOMMERFELDT, J.L., SCHINGOETHE, D.J., MULLER, L.D. Brown midrib corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 62, p. 1611-1618, 1979.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. British Grassl. Soc.*, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- TINE, M.A., McLEOD, K.R., ERDMAN, R.A. et al. Effects of brown midrib corn silage on the energy balance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 84, p. 885-895, 2001.
- TOMICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (Tese).
- TOMICH, T.R., RODRIGUES, J.A.S., TOMICH, R.G.P. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n.2, p. 258-263, 2004.
- TOMLIN, D.C., JOHNSON, R.R., DEHORITY, B.A. relationship of lignifications to *in vitro* cellulose digestibility of grasses and legumes. *J. Anim. Sci.*, v. 24, n. 1, p. 161-165, 1965.
- VALADARES FILHO, S.C., MAGALHÃES, K.A., ROCHA Jr., V.R. (Ed.) *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 329p.
- VAN SOEST, P.J. Symposium on nutrition and forage and pastures. New chemical procedures for evaluating forages. *J. Anim. Sci.*, v. 23, n. 3, p. 838-845, 1964.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.*, v. 69, p. 617-631, 1986.

WEDIG, C.L., JASTER, E.H., MOORE, K.J. Rumen turnover and digestion of conventional and brown midrib sorghum sudangrass hybrid silages in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 70, p. 1220-1227, 1987.

WEDIG, C.L., JASTER, E.H., MOORE, K.J. Effect of brown midrib and conventional genotypes of sorghum x Sudangrass on ruminal fluid and particulate rate of passage from the rumen and extend of digestion at various sites along the gastrointestinal tract in sheep. *J. Anim. Sci.*, v. 66, p. 559-565, 1988.

WEDIN, W.F. Digestible dry matter, crude protein, and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agron. J.*, v. 62, p. 359-363, 1970.

WORKER Jr., G.F. Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yields and chemical composition. *Agron. J.*, v. 65, p. 975-977, 1973.

Capítulo IV – EXPERIMENTO III

Degradabilidade ruminal *in situ* de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos

RESUMO

Avaliou-se a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) de híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais *bmr*, portadores de nervura marrom, BR007 x Tx2784*bmr* e Tx636 x Tx2785*bmr*, experimentais convencionais CMSxS206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785 e o híbrido testemunha BRS801, colhidos 51 dias após o plantio. Utilizou-se três carneiros dotados de cânula ruminal. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, considerando os animais como blocos, os híbridos como parcelas e os tempos de incubação como sub-parcelas. A taxa de degradação ruminal da MS foi de 6,61%/h e 7,24%/h para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx636 x Tx2785*bmr* e de 4,99%/h, 6,36%/h e 5,85%/h para os híbridos CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801, respectivamente. As degradabilidades efetivas médias da MS nas taxas de passagens de 2%/h, 5%/h e 8%/h foram de 80,0% e 70,7%, 67,8% e 57,8% e de 60,5% e 50,6% para os híbridos *bmr* e convencionais, respectivamente. A taxa de degradação ruminal da FDN foi de 5,00%/h e 5,58%/h para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx636 x Tx2785*bmr* e de 3,64%/h, 4,64%/h e 4,21%/h para os híbridos CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801, respectivamente. As degradabilidades efetivas médias da FDN nas taxas de passagens de 2%/h, 5%/h e 8%/h foram de 72,7% e 62,0%, 56,1% e 45,6% e de 47,1% e 37,3% para os híbridos *bmr* e convencionais, respectivamente. A taxa de degradação ruminal da PB foi de 16,71%/h e 11,16%/h para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx636 x Tx2785*bmr* e de 12,54%/h, 11,30%/h e 7,20%/h para os híbridos CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801, respectivamente. As degradabilidades efetivas médias da PB nas taxas de passagens de 2%/h, 5%/h e 8%/h foram de 84,6% e 80,2%, 76,4% e 71,5% e de 70,4% e 65,8% para os híbridos *bmr* e convencionais, respectivamente. Para todos os componentes nutricionais avaliados, pôde-se notar a superioridade dos híbridos experimentais *bmr* em relação aos híbridos experimentais convencionais e ao híbrido testemunha. Os resultados do presente estudo mostram o potencial de utilização dos híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* em sistemas de produção de ruminantes com elevada exigência nutricional.

Palavras-chave: cinética de degradação, forragem cultivada, ruminante, *bmr*

INTRODUÇÃO

O desempenho dos animais para produção de carne e leite em pastagens tropicais está diretamente relacionado com a qualidade da forragem disponível. As interações entre as características químicas e físicas da forragem com os mecanismos de digestão, metabolismo e consumo voluntário determinam o consumo de energia digestível e o desempenho animal. Para as forragens, a informação sobre a digestão ruminal é de fundamental importância, pois este é o principal local da digestão de alimentos fibrosos e o conhecimento da disponibilidade dos nutrientes nesse compartimento permite estabelecer a quantidade e a proporção de nutrientes necessários para a máxima resposta microbiana e animal (Nocek, 1988). A

degradabilidade ruminal *in situ* é uma técnica muito utilizada como etapa imprescindível nas avaliações de alimentos cujo objetivo é propiciar o conhecimento das frações, taxas e extensões de degradação. Esta técnica foi proposta primeiramente por Quin et al.(1938) e indicada como procedimento de rotina por Mehrez e Ørskov (1977) (Ezequiel e Galati, 2007).

A técnica do saco de náilon tem sido adotada pelo AFRC (1992) como metodologia padrão para caracterização da degradabilidade ruminal do nitrogênio, pelo fato de fornecer as melhores comparações com os resultados *in vivo*. Embora a técnica tenha sido mais amplamente empregada para estudos de degradabilidade de proteína, a dinâmica ruminal de outros nutrientes pode também ser avaliada (Ørskov e McDonald,

1979). Ela tem sido sujeita a críticas com relação a muitos fatores que influenciam os resultados, como por exemplo, tamanho da partícula, tamanho do poro do saco e quantidade de amostra (Nocek, 1988).

A matéria orgânica dos tecidos vegetativos das plantas contém grande quantidade de parede celular que provê a integridade estrutural das plantas. A primeira fase de crescimento da parede celular envolve o aumento de tamanho das células através do alongamento da parede. Nesta fase a estrutura da parede celular é formada por polissacarídeos, proteínas e ácidos fenólicos. Nas gramíneas, o ácido ferúlico e pequenas quantidades de *p*-cumárico são esterificados aos polímeros de arabinoxilanas e depositados na parede celular. Já a segunda fase é caracterizada pelo aumento da espessura da parede celular, representado pela deposição de polissacarídeos, principalmente celulose, e lignina (Jung e Allen, 1995).

Plantas *bmr*, portadoras de nervura marrom, geralmente apresentam menor teor de lignina e alterações na composição e/ou tipo de ligações entre os carboidratos da parede celular, resultando em aumento da digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) (Vogel e Jung, 2001). Estudos de digestibilidade *in vitro* e *in situ* têm mostrado que o sorgo forrageiro *bmr* e híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* apresentam maior extensão da digestão do FDN em relação ao seus pares convencionais isogênicos (Fritz et al., 1990; Grant et al., 1995).

Nas regiões tropicais e subtropicais, os híbridos de sorgo com capim Sudão vêm se destacando por apresentarem maior flexibilidade de épocas de plantio e alto potencial produtivo, podendo constituir alternativas de forragem para intensificar a produção animal, principalmente em épocas de escassez de alimentos (Simili et al., 2008).

Aliando a importância dos híbridos de sorgo com capim Sudão como forrageira anual para a composição de sistemas de alimentação diversificados e a crescente demanda por alimentos volumosos com maior valor nutricional, este estudo teve como objetivo avaliar a degradabilidade ruminal dos componentes nutricionais de híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais convencionais e

bmr, portadores de nervura marrom, através da técnica *in situ* de incubação ruminal em sacos de náilon.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo dois experimentais *bmr*, BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, dois experimentais convencionais, CMSxS206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785, e um comercial, BRS801, foram desenvolvidos, plantados e colhidos na Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas, Minas Gerais.

O plantio ocorreu em 19 de novembro de 2005 utilizando-se três canteiros (repetições) com quatro linhas de cinco metros cada e espaçamento entre linhas de 35 cm, totalizando 15 canteiros. Realizou-se a adubação de plantio com 400 kg/ha de N-P-K + Zinco (8-28-16). O material foi cortado 51 dias após o plantio, amostrado e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas para determinação da matéria pré-seca (AOAC, 1995). Após a pré-secagem, o material foi conduzido ao Laboratório de Nutrição Animal, na Escola de Veterinária da UFMG, onde foi moído em partículas de cinco milímetros, em moinho tipo “Willey.

As amostras foram incubadas no rúmen por 0, 6, 12, 24, 48 e 96 horas. Para a incubação foram utilizados sacos de nylon, polímero artificial do grupo das poliamidas, com abertura de malhas 50µm e a quantidade de amostra em cada saco proporcionou uma relação média de 20mg de amostra por cm² de área superficial dos sacos de náilon, conforme recomendações de Nocek (1988). Para determinação das frações solúveis (tempo zero), os sacos contendo as amostras foram imersos em água, secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas, transferidos para o dessecador por 30 minutos e pesados. Para determinação da degradabilidade ruminal das frações nos tempos de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, os sacos contendo as amostras foram presos a uma corda de nylon com 35 cm de comprimento, conectadas a uma âncora de 100g, imersos em água e inseridos no rúmen dos animais experimentais, via cânula. Neste estudo utilizaram-se três carneiros com peso vivo entre 52 e 56 kg, alojados em gaiolas metabólicas,

recebendo água e sal mineral à vontade. A dieta constituiu-se de feno de gramínea do gênero *Cynodon* e concentrado comercial farelado, contendo 18% de proteína bruta, na proporção de 80% de volumoso e 20% de concentrado, na matéria seca. Cada animal continha todos os tratamentos sob o mesmo período de incubação, sendo que, após 10 dias, todos os tratamentos em cada período de incubação foram avaliados em todos os animais. Após a retirada, os sacos foram imediatamente imersos em água fria e congelados. Após a retirada de todos os tratamentos nos cinco períodos de incubação, os sacos contendo os resíduos foram descongelados e lavados em lavadora automática, em três ciclos de cinco minutos cada, colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas, transferidos para o dessecador por 30 minutos e pesados. Os resíduos de incubação foram moídos em moinho tipo “Willey”, em partículas de um milímetro e utilizados para determinação da matéria seca a 105°C (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro segundo Van Soest et al. (1991), utilizando o aparelho ANKON^{200®}, e proteína bruta pelo método Kjeldhal (AOAC, 1995), sendo a determinação da proteína bruta realizada somente nos resíduos de incubação de até 48 horas. No material original, pré-seco à 55°C e moído em partículas de um milímetro determinou-se o conteúdo de matéria seca a 105°C (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido de lignina segundo Van Soest et al. (1991), utilizando o aparelho ANKON^{200®}, e proteína bruta pelo método Kjeldhal (AOAC, 1995).

Após 14 dias de adaptação dos três animais à dieta de feno de gramínea e concentrado comercial, antes da incubação das amostras, realizou-se a avaliação do ambiente ruminal. O suco ruminal foi retirado, via fístula, 30 minutos antes e uma, duas, três, cinco, sete e nove horas após a refeição. No suco ruminal determinou-se o pH, em potenciômetro, e o nitrogênio amoniacal (mg/100ml) por meio de destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico para titulação.

Para estimar o desaparecimento dos componentes nutricionais utilizou-se o seguinte modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$p = a + b (1 - e^{-ct}), \text{ em que,}$$

P = porcentagem de degradação após um tempo (t) de incubação;

a = fração solúvel;

b = fração insolúvel potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradação (%/h);

t = tempo de incubação no rúmen (h).

As degradabilidades efetivas foram calculadas utilizando-se os valores de taxa de passagem sugeridos pelo ARC (1984), de 2%/h, 5%/h e 8%/h, correspondendo ao baixo, médio e alto consumo, respectivamente, seguindo o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$DE = S + [(B * c) / (c + k)], \text{ em que,}$$

DE = degradabilidade efetiva, em porcentagem;

S = fração rapidamente degradada;

B = fração degradável calculada subtraindo-se a fração solúvel do potencial de degradação (B1 = A – S) (fração lentamente degradada);

c = taxa constante de degradação (% / h);

k = taxa fracional de passagem (% / h).

Para avaliação dos dados de desaparecimento dos componentes nutricionais das forrageiras foi empregado um delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, considerando os animais como blocos, os híbridos como parcelas e os tempos de incubação como subparcelas, seguindo o modelo abaixo. As médias foram comparadas pelo teste SNK, a 5% de probabilidade, através do *software* SAEG, versão 7.0.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + F_j + T_k + FT_{jk} + e_{ijk}, \text{ onde,}$$

Y_{ijk} = valor referente à observação do híbrido j, no animal i e no tempo de incubação k;

μ = média geral;

A_i = efeito do animal i (i = 1, 2, 3);

F_j = efeito do híbrido j (j = 1, 2, 3, 4, 5);

T_k = efeito do tempo de incubação k (k = 6, 12, 24, 48 e 96);

FT_{jk} = interação dos efeitos do híbrido j no tempo de incubação k;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química dos híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados neste estudo

Tabela 1. Composição química de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido	MS (%)	% na MS			
		PB	FDN	FDA	Lignina
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	7,69	18,2	54,0	33,3	3,39
635*2785b	7,10	15,2	59,6	38,1	3,61
CMSxS206 x Tx2784	8,27	14,0	62,4	39,1	3,76
Tx636 x Tx2785	7,97	13,4	64,8	41,9	3,52
BRS 801	8,25	13,6	61,6	38,8	4,12

encontra-se na tabela 1. O conteúdo de MS variou entre 7,10% e 8,27%, de proteína bruta entre 13,4 e 18,2%, de fibra em detergente neutro (FDN) entre 54,0% e 64,8%, de fibra em detergente ácido entre 33,3% e 41,0% e de lignina entre 3,39% e 4,12%. Observa-se que o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apresentou maior conteúdo de proteína bruta e menor conteúdo de FDN e FDA em relação aos demais.

Na tabela 2, observa-se os valores médios dos parâmetros utilizados para avaliar o ambiente ruminal dos animais experimentais fistulados. O pH ruminal apresentou maior valor antes do fornecimento da refeição (6,76) e menor valor duas horas após o fornecimento da refeição (6,38). Para a manutenção e adequado desenvolvimento de uma população microbiana ruminal ativa, os animais devem manter o ambiente ruminal em condições adequadas. O pH ruminal pode variar entre 5,5 e 7,2, sendo os menores valores encontrados em tempos curtos após a alimentação dos animais com dietas ricas em concentrados. Valores de pH abaixo de 6,0 podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir significativamente a eficiência de síntese de proteína microbiana (Valadares Filho e Pina, 2006). O catabolismo da proteína bruta da dieta no rumem produz amônia, que é exigida pelos principais microrganismos que degradam os carboidratos da parede celular para a síntese de proteína microbiana. O nível ótimo de amônia ruminal é de 10 mg/100ml de N-NH₃/100ml, entretanto este número não deve ser considerado fixo, pois a capacidade das bactérias de sintetizarem proteína e a utilização da amônia dependem da taxa de fermentação dos carboidratos. A quantidade de amônia ruminal alcança os maiores valores uma a duas horas após a refeição e declina a partir deste período (Van Soest, 1994). Nos animais experimentais utilizados neste estudo, o teor de nitrogênio amoniacal aumentou de 11,89 mg/100ml para

37,35 mg/100ml uma hora após o fornecimento da refeição e declinou a partir deste período. No presente estudo, o pH e o conteúdo de amônia ruminal dos animais experimentais mantiveram-se adequados para a avaliação do desaparecimento médio e dos parâmetros cinéticos de degradação ruminal dos componentes nutricionais das forrageiras.

Na tabela 3 observa-se o desaparecimento da matéria seca (MS) dos híbridos avaliados. O híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* foi superior aos híbridos experimentais convencionais em todos os períodos de incubação.

Tabela 2. N-NH₃ e pH do líquido de rúmen dos animais experimentais fistulados, colhido antes (-30 minutos) e após o fornecimento da refeição (1, 2, 3, 5, 7 e 9 h)

Tempo	pH	N-NH ₃ (mg/100ml)
- 30 minutos	6,76 ± 0,22	11,89 ± 1,91
1	6,50 ± 0,07	37,35 ± 1,53
2	6,38 ± 0,11	25,16 ± 3,89
3	6,68 ± 0,12	20,84 ± 5,27
5	6,49 ± 0,20	10,18 ± 4,64
7	6,59 ± 0,39	7,94 ± 4,73
9	6,52 ± 0,33	6,63 ± 3,68

Já o híbrido experimental *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* apresentou desaparecimento da MS semelhante aos híbridos experimentais convencionais CMSxS206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785 no tempo zero, mas foi superior aos híbridos experimentais convencionais e ao híbrido testemunha a partir de seis horas de incubação. A partir de 48h de incubação, os híbridos experimentais *bmr* apresentaram desaparecimento da MS semelhante e superior aos demais. O desaparecimento da MS foi de 92,18% e 90, 97% para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, respectivamente, e de 81,17%, 81, 35% e 83,13%

para os híbridos CMSxS206 x Tx2784, e Tx636 x Tx2785 e BRS801, respectivamente. Em todos os híbridos observa-se que o desaparecimento da MS foi crescente ao longo dos tempos de

incubação, mas as menores elevações encontradas entre 48h e 96h demonstram a tendência de estabilização do processo fermentativo a partir de 48h.

Tabela 3. Desaparecimento médio da matéria seca (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Tempo (h)					
	0	6	12	24	48	96
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	36,44 ^A	56,21 ^A	68,84 ^A	83,44 ^A	92,18 ^A	95,14 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	27,93 ^{BC}	48,43 ^B	66,38 ^A	80,05 ^B	90,97 ^A	93,75 ^A
CMSxS206 x Tx2784	28,67 ^B	44,16 ^C	57,00 ^B	69,25 ^C	81,17 ^B	86,76 ^B
Tx636 x Tx2785	26,50 ^{BC}	41,23 ^C	55,35 ^B	71,60 ^C	81,35 ^B	85,63 ^B
BRS 801	24,60 ^C	40,80 ^C	56,66 ^B	71,63 ^C	83,13 ^B	88,82 ^B

^aMédias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste SNK ($p > 0,05$); CV =3,0%.

Ao avaliar o desaparecimento médio da MS de dois genótipos comerciais de híbridos de sorgo com capim Sudão, AG2501C e BRS800, e compará-los com a cana-de-açúcar RB 72454 e o capim-elefante Napier, Tomich (2003) observou que a estabilização do processo fermentativo ocorreu somente a partir de 96h para o capim-elefante Napier e a partir de 72h para os demais. Quando da estabilização, o desaparecimento da MS foi de 74,7%, 74,0%, 65,0% e 75,5% para o híbrido AG2501C, híbrido BRS800, cana-de-açúcar e capim-elefante, respectivamente. Estes resultados foram inferiores em relação aos encontrados no presente estudo tanto para os híbridos convencionais quanto para os *bmr*.

As frações solúveis, frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, dos híbridos em estudo estão apresentadas descritivamente na tabela 4. As frações solúveis variaram entre 20,96% e 37,31%, sendo o maior valor observado para o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr*, corroborando com o menor conteúdo dos constituintes da parede celular (tabela 1) e maior desaparecimento médio da MS no tempo zero de incubação encontrado para este híbrido (tabela 3).

Tomich (2003) observou valor médio de 27,4% para a fração solúvel da MS de dois híbridos comerciais de sorgo com capim Sudão e de 20,8% para o capim-elefante Napier. Beck et al. (2007) avaliaram os parâmetros cinéticos de degradação *in situ* da MS de híbridos de sorgo

com capim Sudão convencional (Sweet Sanny Sue) e *bmr* (NutriPlus e Dry Stalk), colhidos aos 48 dias após o plantio, e verificaram que a fração solúvel foi maior para os híbridos *bmr* (média de 29%) em relação ao híbrido convencional (25,6%). Neste momento, os híbridos Sweet Sanny Sue, NutriPlus e Dry Stalk apresentavam conteúdo de FDN e FDA de 70,0% e 42,4%, 64,4% e 39,2% e 66,7% e 40,9%, respectivamente.

A fração insolúvel potencialmente degradável foi superior para o híbrido experimental *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* (68,15%) e inferior para o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e experimental convencional CMSxS206 x Tx2784 (56,63%). Os desaparecimentos médios da MS dos híbridos *bmr* foram semelhantes e maiores em relação aos demais (tabela 3) e estes resultados podem estar associados à maior fração solúvel apresentada pelo híbrido BR007 x Tx2784*bmr* e maior fração insolúvel potencialmente degradável apresentada pelo híbrido Tx635 x Tx2785*bmr*. As taxas de degradação da MS variaram entre 4,99 %/h e 7,24 %/h, sendo o maior valor observado para o híbrido experimental *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr*.

Ao avaliar a taxa de degradação da MS de híbridos de sorgo com capim Sudão, Tomich (2003) encontrou valor médio de 3,87 %/h. Moreira (2006) observou taxa de degradação da MS média de 2,4%/h para *Brachiaria brizantha* cv. Marandú cortada com 30 dias de crescimento. Beck et al. (2007) verificaram maiores taxa de degradação da MS para híbridos

de sorgo com capim Sudão *bmr bmr* (média de 4,04%/h) em relação ao híbrido convencional (3,57%/h) em três momentos de colheita (34, 48 e 63 dias após o plantio). Forrageiras com maiores valores de degradação são também mais digestíveis, entretanto devem apresentar altos valores de taxa de degradação para expressarem o potencial máximo de degradação em menor tempo (Tomich, 2003), principalmente quando fornecidas para animais que apresentam alto consumo e, conseqüentemente, maiores taxas de passagem da digesta pelo rúmen. Segundo Sampaio (1988), taxas de degradação inferiores a

2,0 %/h indicam que o alimento é de baixa qualidade e necessitam de longo tempo de permanência no rúmen para serem degradados. Neste estudo, todos os híbridos de sorgo com capim Sudão apresentaram valores superiores a 2 %/h e podem ser consideradas de boa degradabilidade ruminal da MS, sendo os híbridos experimentais *bmr* superiores. Os coeficientes de determinação (R^2) de 0,990 para todos os híbridos indicam a boa adequação dos resultados de desaparecimento da MS ao modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979) empregado neste estudo.

Tabela 4. Frações solúveis (a), frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da matéria seca, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

	a (%)	b (%)	c (%/h)	DE (2%/h)	DE (5%/h)	DE (8%/h)	R^2
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	37,31	57,69	6,61	81,6	70,2	63,4	0,99
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	25,14	68,15	7,24	78,4	65,4	57,5	0,99
CMSxS206 x Tx2784	30,21	56,63	4,99	70,6	58,5	52,0	0,99
Tx636 x Tx2785	20,96	64,28	6,36	70,0	57,2	49,8	0,99
BRS 801	21,88	66,36	5,85	71,4	57,8	50,0	0,99

As degradabilidades efetivas da MS nas taxas de passagem de 2 %/h, 5 %/h e 8 %/h foram, respectivamente, de 81,6%, 70,2% e 63,4% para o híbrido BR007 x Tx2784*bmr*, 78,4%, 65,4% e 57,5% para o híbrido Tx635 x Tx2785*bmr*, 70,6%, 58,5% e 52,0% para o híbrido CMSxS206 x Tx2784, 70,0%, 57,2% e 49,8% para o híbrido Tx636 x Tx2785 e 71,4%, 57,8% e 50,0% para o híbrido BRS801. Verifica-se que nas três taxas de passagens testadas, os híbridos experimentais *bmr* foram superiores aos demais. Comparando-se os híbridos *bmr*, verifica-se que as degradabilidades efetivas são mais próximas quanto menor é a taxa de passagem. A maior contribuição da fração solúvel, de pronta degradação, no híbrido BR007 x Tx2784*bmr* responde por sua maior degradabilidade efetiva na taxa de passagem de 8%/h. Já na taxa de passagem de 2%/h, o maior potencial de degradação da fração insolúvel, de degradação lenta, justifica a aproximação da degradabilidade efetiva do híbrido Tx635 x Tx2785*bmr* em relação ao híbrido BR007 x Tx2784*bmr*.

Tomich (2003) obteve valores inferiores em relação ao presente estudo para as degradabilidades efetivas de híbridos de sorgo com capim Sudão, em todas as taxas de

passagem, apresentando valor médio de 60,3%, 49,1% e 43,6% para as taxas de passagem 2 %/h, 5 %/h e 8 %/h, respectivamente. Já a cana-de-açúcar, forrageira com alto conteúdo de fração solúvel, representada pela sacarose, apresentou degradabilidade efetiva na taxa de 8 %/h semelhante aos híbridos convencionais avaliados neste estudo. Apesar da maior contribuição da fração solúvel da cana-de-açúcar, esta forrageira apresenta fração fibrosa de qualidade inferior aos híbridos de sorgo com capim Sudão. Beck et al. (2007) observaram valor médio de 52,2% para os híbridos *bmr* e de 46,9% para o híbrido convencional. Este resultado está de acordo com o presente estudo, mostrando que as plantas *bmr*, portadoras de nervura marrom, apresentam maior degradabilidade da MS em relação às plantas convencionais.

Silagens de milho e de sorgo são tradicionalmente utilizadas como volumosos de alta qualidade para animais que apresentam elevada exigência nutricional. Para silagens de seis genótipos de sorgo colhidos em estágio de grão leitoso/pastoso, Araújo (2006) verificou taxas de degradação da MS inferiores às obtidas neste experimento, apresentando valor médio de 2,39%/h. As DE médias da MS verificadas nas

taxas de passagem de 2 %/h, 5 %/h e 8 %/h foram de 50,44%, 38,51% e 33,48%, respectivamente. Já Souza (2001) verificou valores médios de 56,27%, 48,98% e 46,26% para silagens de sorgo com e sem tanino. Possenti et al. (2005) verificou taxa de degradação da MS de 4,68%/h e DE da MS de 63,86%, na taxa de passagem de 2 %/h, para a silagem de milho. Os resultados obtidos no estudo *in situ* dos híbridos de sorgo com capim Sudão mostram a superioridade dos híbridos *bmr* quanto ao desaparecimento da MS e parâmetros

cinéticos de degradação ruminal, evidenciando a vantagem de sua utilização para animais de alta exigência nutricional e, conseqüentemente, consumo e taxas de passagem elevados. Para estes animais, o uso de forrageiras com maior potencial e taxa de degradação da MS pode proporcionar maior aproveitamento dos constituintes nutricionais do volumoso e redução da utilização de alimentos concentrados, que são mais onerosos, no balanceamento adequado das dietas.

Tabela 5. Desaparecimento médio da fibra em detergente neutro (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Tempo (h)					
	0	6	12	24	48	96
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	21,70 ^A	34,46 ^A	53,18 ^A	74,70 ^A	88,71 ^A	93,04 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	15,00 ^B	30,82 ^A	54,56 ^A	72,82 ^A	88,03 ^A	91,93 ^A
CMSxS206 x Tx2784	16,57 ^B	23,61 ^B	40,45 ^B	58,67 ^B	72,18 ^C	83,93 ^B
Tx636 x Tx2785	14,76 ^{BC}	24,24 ^B	43,29 ^B	63,42 ^B	77,41 ^B	82,88 ^B
BRS 801	12,65 ^C	20,59 ^B	42,69 ^B	60,45 ^B	78,92 ^B	85,53 ^B

^aMédias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste SNK ($p > 0,05$); CV = 5,6%.

Na tabela 5 são apresentados os desaparecimentos médios da fibra em detergente neutro (FDN) dos híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*. No tempo zero de incubação, o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apresentou maior desaparecimento da FDN, de 21,70%. Os demais híbridos apresentaram valores entre 12,65% e 16,57%. A partir de seis horas de incubação, o híbrido *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* destaca-se dos demais, juntamente com o híbrido BR007 x Tx2784*bmr*. Os híbridos experimentais convencionais apresentaram valores de desaparecimento da FDN semelhantes entre si e entre o híbrido testemunha BRS801 em todos os períodos de incubação avaliados.

Após 48h de incubação no rúmen, o desaparecimento médio da FDN foi de 88,71% e 88,03% para os híbridos experimentais *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, respectivamente, e de 72,18%, 77,41% e 78,92% para os híbridos experimentais convencionais CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e o híbrido testemunha BRS801, respectivamente. Para dois genótipos comerciais de híbridos de sorgo com capim Sudão, AG2501C e BRS800, Tomich (2003) observou valores de

desaparecimento médio da FDN, após 48h de incubação, de 58,5% e 57,3%, respectivamente, valores inferiores aos encontrados no presente estudo, mesmo para os híbridos convencionais. Fritz et al. (1988) avaliaram a extensão da digestão da FDN com 72h de incubação *in situ* do feno de dois híbridos de sorgo com capim Sudão (Redlan x Greenleaf e Redlan x Piper) *bmr* e seus pares isogênicos. Observou-se que para o híbrido Redlan x Greenleaf a extensão da digestão foi maior com a presença da mutação *bmr* (72,8% x 61,2%). Já para o híbrido Redlan x Piper não houve diferença significativa para este parâmetro devido à mutação *bmr*, sendo de 70,1% para o híbrido *bmr* e de 65,8% para o seu par isogênico, embora o híbrido *bmr* tenha apresentado menor conteúdo de lignina. Cherney et al. (1986) também observaram que a extensão da digestão da parede celular foi maior no capim Sudão e em seu híbrido com o sorgo *bmr* em relação às plantas convencionais.

Os parâmetros de degradação ruminal da FDN dos híbridos estudados estão descritos na tabela 6. As frações solúveis, ou frações rapidamente degradáveis, obtidas foram de 19,19%, 12,97%, 14,22%, 11,82% e 9,43%, para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e

BRS801, respectivamente. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Tomich (2003) para dois genótipos comerciais de híbridos de sorgo com capim Sudão (média de 1,4%). Já Beck et al. (2007) observaram frações solúveis entre 10,9% e 12,3% para híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom, aos 48 dias após o plantio. Esta fração corresponde à parte solúvel do alimento mais as partículas suficientemente pequenas para passarem através da malha dos sacos de náilon devido a granulometria a que é submetida a amostra durante a moagem (Sampaio, 1988). Como a fração FDN é

insolúvel, sugere-se que os resultados elevados obtidos no presente estudo tenham ocorrido devido à perda de partículas durante a lavagem das amostras, sendo este um dos problemas da técnica *in situ*. Segundo Michalet-Doreau e Ould-Bah (1992), esta fração que escapa do saco de náilon não interfere na degradabilidade final, desde que é constituída por material potencialmente degradável, entretanto Nocek (1988) afirma que a real digestibilidade desta fração não é mensurada pela técnica e considerá-la como potencialmente degradável nem sempre é correto.

Tabela 6. Frações solúveis (a), frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da fibra em detergente neutro, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

	a (%)	b (%)	c (%/h)	DE (2%/h)	DE (5%/h)	DE (8%/h)	R ²
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	19,19	75,69	5,00	73,3	57,0	48,3	0,992
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	12,97	80,13	5,58	72,0	55,2	45,9	0,993
CMSxS206 x Tx2784	14,22	71,73	3,64	60,5	44,4	36,7	0,990
Tx636 x Tx2785	11,82	72,96	4,64	62,8	46,9	38,6	0,989
BRS 801	9,43	78,62	4,21	62,7	45,4	36,5	0,987

Verificou-se que a fração insolúvel potencialmente degradável foi superior para o híbrido experimental *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr*, que foi de 80,13%. Já para os demais híbridos, os valores variaram entre 71,73% e 78,62%. O híbrido *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apresentou menor fração insolúvel potencialmente degradável em relação ao híbrido *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* e este apresentou maior fração solúvel do que aquele, resultando em desaparecimento médio da FDN a partir de 12 horas de incubação e degradabilidades efetivas nas taxas de 2%/h, 5%/h e 8%/h semelhantes. As taxas de degradação da FDN observadas no presente estudo foram de 5,00%/h, 5,58%/h, 3,64%/h, 4,64%/h e 4,21%/h para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801. Verifica-se maiores taxas de degradação da FDN para os híbridos *bmr*. Este comportamento também foi verificado por Beck et al. (2007) ao compararem a cinética de degradação da FDN, em diferentes idades de corte, de híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* em relação ao híbrido convencional, que foram de 3,98%/h e 3,54%/h, respectivamente.

Para o híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784 e BRS801 os coeficientes de determinação (R²) foram, respectivamente, 0,992, 0,993, 0,990, 0,989 e 0,987. Os coeficientes de determinação indicam a boa adequação dos resultados de desaparecimento da FDN ao modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979) empregado neste estudo.

A taxa de degradação da FDN entre forrageiras é diferente devido a fatores inerentes à parede celular e nenhum constituinte químico tem sido consistentemente relacionado com este parâmetro (Mertens e Ely, 1982). Akin et al. (1974) sugerem que os diferentes tecidos das folhas variam na taxa de digestão, sendo os tecidos do mesófilo e do floema rapidamente digeridos, enquanto os tecidos do feixe da bainha e a epiderme são lentamente digeridos e os feixes vasculares e esclerênquima são relativamente indigestíveis. Fatores que limitem a digestão microbiana, como a limitada quantidade de nitrogênio e minerais e o pH ruminal também podem influenciar a taxa de degradação (Mertens e Ely, 1982). No presente estudo, os maiores valores obtidos para a taxa de degradação dos híbridos *bmr* podem estar relacionados com as

diferenças na composição química da parede celular, tanto pelo menor conteúdo de lignina verificado no híbrido BR007 x Tx2784*bmr*, quanto por possíveis diferenças na composição química da lignina e suas ligações com outros componentes da parede celular, como celulose e hemicelulose, nos híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*. Segundo Van Soest (1994), plantas *bmr* possuem menor conteúdo de lignina polimerizada e uma quantidade considerável de substâncias polifenólicas solúveis que não interferem na digestibilidade da parede celular como as ligninas convencionais.

Segundo Van Soest (1994), os componentes solúveis fermentam rapidamente, enquanto as frações insolúveis representadas pelos carboidratos estruturais nas forrageiras

fermentam mais lentamente. Para a fermentação dos carboidratos estruturais faz-se necessário uma adequada nutrição microbiana, ou seja, fornecimento de nitrogênio e cofatores. Segundo Lechtenberg et al. (1974), a quantidade de lignina pode limitar a extensão da digestão da parede celular, mas não interfere na taxa de digestão da fração digestível. Para híbridos de sorgo com capim Sudão, Tomich (2003) observou taxas de degradação da FDN semelhantes aos obtidos neste estudo (média de 3,87%/h). Para o feno de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, Fritz et al. (1988) não observaram diferença nas taxas de degradação da FDN, sendo o valor médio obtido de 6,4%/h.

Tabela 7. Desaparecimento médio da proteína bruta (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Tempo (h)				
	0	6	12	24	48
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	27,89 ^C	71,74 ^A	79,70 ^A	89,44 ^A	94,77 ^A
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	36,09 ^B	66,28 ^B	76,67 ^{AB}	86,45 ^{AB}	94,07 ^A
CMSxS206 x Tx2784	35,10 ^B	63,87 ^B	74,35 ^{BC}	81,84 ^C	87,95 ^B
Tx636 x Tx2785	33,60 ^B	63,76 ^B	73,48 ^{BC}	83,39 ^{BC}	90,67 ^{AB}
BRS 801	39,85 ^A	57,31 ^C	70,52 ^C	82,58 ^{BC}	90,31 ^{AB}

^aMédias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste SNK ($p > 0,05$); CV = 2,9%.

Numericamente, pode-se verificar que as degradabilidades efetivas (DE) da FDN nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h foram superiores para os híbridos *bmr* em relação aos híbridos convencionais e ao híbrido testemunha. Na taxa de passagem de 2%/h, considerada para animais com consumo de MS para suprimento das necessidades de manutenção ou para dietas à base de forragens, a DE foi de 73,7% e 72,0% para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr*, respectivamente e de 60,5%, 62,8% e 62,7% para os híbridos CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801. Beck et al. (2007) verificaram maiores degradabilidades efetivas da FDN em híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr* em relação à planta convencional. Híbridos *bmr* apresentam menor valor agrônomico, entretanto as pesquisas vêm mostrando maior digestibilidade ruminal em comparação às plantas convencionais isogênicas. Por isso, o uso destas forrageiras vem sendo recomendado para animais de alta produção que apresentam elevado consumo de MS diário. Neste sentido, as taxas de

passagem de 5%/h e 8%/h se fazem mais adequadas. Na taxa de passagem de 5%/h, os híbridos *bmr* e os híbridos convencionais apresentaram, respectivamente, valor médio de DE da FDN de 56,1% e 45,6%. Já na taxa de passagem de 8%/h híbridos *bmr* e os híbridos convencionais apresentaram, respectivamente, valor médio de DE da FDN de 47,1% e 37,3%. A real digestibilidade é o resultado da competição entre a digestão e a taxa de passagem de cada partícula do alimento (Mertens e Ely, 1982) e o aumento na taxa de passagem implica na redução do tempo de digestão e, conseqüentemente, da digestibilidade dos alimentos. Neste estudo observou-se redução da DE com o aumento da taxa de passagem testada. Entretanto, mesmo na maior taxa de passagem, os híbridos avaliados apresentaram elevados valores de DE da FDN. Tomich (2003) observou valor médio de 47,0%, 31,6% e 24,0% para a DE da FDN de híbridos de sorgo com capim Sudão nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, colhidos aos 30 dias após o rebrote. Já na avaliação da cana-de-açúcar

RB72454, o pesquisador verificou valor médio de 57,7%, 52,5% e 50,3% para a DE da FDN nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h. Moreira (2006) verificou que a DE da FDN da *B. brizantha* CV. Marandú foi de 42,6% e 25,3% nas taxas de passagem de 2%/h e 5%/h. No presente estudo os valores obtidos foram superiores em relação às gramíneas comumente utilizadas na dieta de ruminantes, como a cana-de-açúcar e a *B. brizantha* CV. Marandu.

Os desaparecimentos médios da proteína bruta (PB) nos diferentes tempos de incubação estão na tabela 7. No tempo zero (desaparecimento da fração solúvel) verifica-se que o híbrido testemunha BRS801 apresentou o maior valor (39,85%), enquanto o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apresentou o menor valor (27,89%). Após seis horas de incubação, o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apresentou o maior valor de desaparecimento. A partir de 12 horas de incubação, o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr*

apresentou desaparecimento da PB semelhante ao híbrido *bmr* Tx635 x Tx2785*bmr* e superior aos demais, sendo os valores observados no período de 48h de 94,77%, 94,07%, 87,95%, 90,67% e 90,31% para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801, respectivamente. Ao longo do período de incubação verifica-se aumento do desaparecimento médio da PB para todos os híbridos estudados. Neste estudo não foi possível determinar o tempo de incubação no qual ocorre a estabilização do desaparecimento da PB, pois a avaliação foi realizada somente até 48h. Entretanto Tomich (2003) observou que a partir de 48h há estabilização na curva de desaparecimento da PB para híbridos de sorgo com capim Sudão. Considerando-se este relato, observando os altos valores verificados já no período de 48h, infere-se que a partir deste período o desaparecimento da PB dos híbridos estudados provavelmente estabilizou-se.

Tabela 8. Frações solúveis (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) da proteína bruta, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

	a (%)	b (%)	c (%/h)	DE (2%/h)	DE (5%/h)	DE (8%/h)	R ²
BR007 x Tx2784 <i>bmr</i>	28,47	63,56	16,71	85,2	77,4	71,5	0,988
Tx635 x Tx2785 <i>bmr</i>	36,80	55,68	11,16	84,0	75,3	69,2	0,992
CMSxS206 x Tx2784	35,53	50,83	12,54	79,4	71,9	66,6	0,994
Tx636 x Tx2785	34,34	54,55	11,30	80,7	72,2	66,3	0,992
BRS 801	39,65	52,36	7,20	80,6	70,5	64,4	0,999

Os parâmetros de degradação da PB estão descritos na tabela 8. Verifica-se que as frações solúveis da PB dos híbridos estudados variaram entre 28,47% e 39,65%, sendo o maior valor observado para o híbrido testemunha BRS801. Não foi observado diferenças para este parâmetro devido à presença da mutação *bmr*. Segundo Van Soest (1994), a maior parte da fração solúvel da PB de forrageiras frescas é constituída por peptídeos, aminoácidos livres, nitrato e aminas compondo de 14 a 34% da fração protéica total. Sendo assim, as frações solúveis encontradas neste estudo podem ser consideradas adequadas. Tomich (2003) verificou valor médio da fração solúvel da PB de 40,2% para dois híbridos comerciais de sorgo com capim Sudão. Nesse mesmo estudo, o pesquisador verificou que a fração solúvel da PB do capim-elefante Napier foi de 41,9%.

A fração insolúvel potencialmente degradável foi superior para o híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr*, de 63,56% e o menor valor foi verificado para o híbrido experimental convencional CMSxS206 x Tx2784, de 50,83%. Ao avaliar os parâmetros de degradação ruminal da PB de *B. brizantha* cv. Marandú, Moreira (2006) observou que a fração solúvel da PB foi de 10,0% e a fração insolúvel potencialmente degradável foi de 70,7%, para plantas cortadas a cada 30 dias durante a estação chuvosa. Já Castro (2004) verificou valores de 48,3% para a fração solúvel na *B. brizantha* cv. Marandú, cortada aos 28 dias de crescimento.

Para que ocorra a máxima eficiência de utilização das fontes dietéticas de energia e proteína pelos microrganismos ruminais e assim consiga-se maior eficiência da síntese de proteína

microbiana e adequada degradação dos carboidratos estruturais faz-se necessário sincronizar a disponibilidade destes nutrientes e para isso é de grande importância o conhecimento da taxa de degradação da fração protéica para seleção dos alimentos que comporão a dieta.

A taxa de degradação da PB dos híbridos avaliados neste estudo foram de 16,71%/h, 11,16%/h, 12,54%/h, 11,30%/h e 7,20%/h para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784, Tx636 x Tx2785 e BRS801. Estes valores foram superiores aos encontrados por Tomich (2003) para híbridos de sorgo com capim Sudão (média de 4,62%/h) e por Moreira (2006) para *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (média de 2,3%).

Para os híbridos BR007 x Tx2784*bmr*, Tx635 x Tx2785*bmr*, CMSxS206 x Tx2784 e BRS801 os coeficientes de determinação (R^2) foram, respectivamente 0,988, 0,992, 0,994, 0,992 e 0,999. Os coeficientes de determinação indicam a boa adequação dos resultados de desaparecimento da PB ao modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979) empregado neste estudo.

As DE da PB dos híbridos avaliados variaram entre 79,4% e 85,2%, 70,5% e 77,4% e 64,4% e 17,5%, nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, respectivamente. Os híbridos experimentais *bmr* apresentaram maiores valores para este parâmetro em relação aos demais, entretanto as diferenças foram mais sutis em relação às diferenças observadas para a DE da MS e da FDN. O híbrido experimental *bmr* BR007 x Tx2784*bmr* apesar de apresentar menor fração solúvel da PB, a maior fração insolúvel potencialmente degradável e taxa de degradação desta fração resultou em valores semelhantes de DE nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h em relação aos demais híbridos. Híbridos de sorgo com capim Sudão apresentaram DE da PB nas taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h de 71,7%, 61,8% e 56,7%, respectivamente (Tomich, 2003).

CONCLUSÕES

Os híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr*, portadores de nervura marrom, BR007 x

Tx2784*bmr* e Tx635 x Tx2785*bmr* apresentaram desaparecimento médio e parâmetros cinéticos de degradação ruminal dos constituintes nutricionais semelhantes entre si e superiores em relação aos híbridos experimentais convencionais CMSxS206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785 e ao híbrido testemunha BRS801, com potencial para serem utilizados em sistemas de produção de ruminantes com elevada exigência nutricional;

Os híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais convencionais CMSxS206 x Tx2784 e Tx636 x Tx2785 apresentaram desaparecimento médio e parâmetros cinéticos de degradação ruminal dos constituintes nutricionais semelhantes entre si e entre híbrido testemunha BRS801.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical committee on responses to nutrients: nutritive requirements of ruminant animal protein. *Nutr. Abst. Rev.*, v. 68, n. 9, p. 65-71, 1992.

ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirement of ruminant livestock*. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.

AKIN, D.E., BURDICK, D., MICHAELS, G.E. Rumen bacterial interrelations with plant tissue during degradation revealed by transmission electron microscopy. *Appl. Microbiol.*, v. 27, p. 1149-1155, 1974.

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

ARAÚJO, V.L. Características agronômicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2006, 80p. (Tese).

AYDIN, G., GRANT, R.J., O'REAR, J. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2127-2135, 1999.

BECK, P.A., HUTCHISON, S., GUNTER, S.A. et al. Chemical composition and *in situ* dry matter and fiber disappearance of sorghum x

- Sudangrass hybrids. *J. Anim. Sci.*, v. 85, n.2, p. 545-555, 2007.
- CASLER, M.D., PEDERSEN, J.F., UNDERSANDER, D.J. Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Sci.*, v. 43, p. 782-789, 2003.
- CASTRO, G.H.F. *Cinética da degradação e fermentação ruminal da Brachiaria brizantha cv. Marandu em quatro idades de corte*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2004, 56p. (Dissertação).
- CHERNEY, J.H., MOORE, K.J., VOLENEC, J.J. et al. Rate and extent of digestion of cell wall components of brown midrib sorghum species. *Crop Sci.*, v. 26, p. 1055-1059, 1986.
- EZEQUIEL, J.M.B., GALATI, R.L. Técnicas *in vitro* e *in situ* para estimativa da digestibilidade ruminal de alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2007, USP. Pirassununga, Anais... Pirassununga: USP, 2007. p. 16-71.
- FRITZ, J.O., MOORE, K.J., JASTER, E.H. *In situ* digestion kinetics and ruminal turnover rates of normal and brown midrib mutant sorghum x Sudangrass hays fed to nonlactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 12, p. 3345-3351, 1988.
- FUKUSHIMA, R.S., DEHORITY, B.A., LOERCH, S.C. Modification of a colorimetric analysis for lignin and its use in studying the inhibitory effects of lignin on forage digestion by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.*, v. 69, n. 1, p. 295-304, 1991.
- GRANT, R.J., HADDAD, S.G., MOORE, K.J. et al. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 78, p. 1970-1980, 1995.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- LECHTENBERG, V.L., COLENBRANDER, V.F., BAUMAN, L.F. et al. Effect of lignin on rate of *in vitro* cell wall and cellulose disappearance in corn. *J. Anim. Sci.*, v. 39, n. 6, p. 1165-1169, 1974.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.*, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.
- MERTENS, D.R., ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization: a dynamic model evaluation. *J. Anim. Sci.*, v. 54, n. 4, p. 95-905, 1982.
- MICHALET-DOREAU, B., OULD-BAH, M.Y. *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 40, n. 1, p. 57-86, 1992.
- MOREIRA, G.R. *Avaliação nutricional e caracterização da lignina da Brachiaria brizantha em dois sistemas silvipastoris*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2006, 50p. (Dissertação).
- MORRISON, I.M. Structural investigation on the lignin-carbohydrate complexes of *Lolium perenne*. *Biochem. J.*, v. 139, p. 197-204, 1974.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- NOGUERA, J.R.R. *Estudo químico, "in situ", "in vitro" e microscópico da parede celular de cinco genótipos de sorgo colhidos em três épocas de corte*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 148p. (Tese).
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.*, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.
- POSSENTI, R.A., FERRARI JÚNIOR, E., BUENO, M.S. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciê. Rural*, v. 35, n. 5, p. 1185-1189, 2005.
- QUIN, J.I., VAN DER WATH, J.G., MYBURGH, S. Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. 4. Description

of experimental technique. *J. Vet. Sci. Anim. Ind.*, v.11, p. 341-360, 1938.

SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading: University of Reading, 1988. 228p. (Thesis).

SIMILI, F.F., REIS, R.A., FURLAN, B.N. et al. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, p. 474-480, 2008.

SOUSA, B.M. Degradabilidade *in situ* dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS180, CMSXS227 e BR700). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2001, 73p. (Dissertação).

TOMICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (Tese).

VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 151-182.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

VOGEL, K. P., JUNG, H.G. Genetic modification of herbaceous plants for feed and fuel. *Crit. Rev. Plant Sci.*, v. 20, p. 15-49, 2001.

Capítulo V – EXPERIMENTO IV

Cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim Sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos pela técnica *in vitro* de produção de gases

RESUMO

Cinco híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo dois experimentais *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2784*bmr*, dois experimentais convencionais, BR007 x Tx2785 e Tx635 x Tx2785, e um testemunha, BRS801, colhidos 53 dias após o plantio e 38 dias após o rebrote foram avaliados pela da técnica *in vitro* de produção de gases. As produções acumuladas de gases foram analisadas utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo os canteiros de plantio os blocos, os híbridos nos cortes um e dois como parcelas e os tempos de incubação como subparcelas. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. As produções acumuladas de gases médias foram de 8,4, 37,8, 123,0, 178,2 e 203,9 ml/g de MS após 6, 12, 24, 48 e 96 h de incubação. O potencial máximo de produção de gases variou entre 190,5 e 218,7 ml/g de MS, o tempo de colonização variou entre 2,75 e 5,03 h e a taxa de produção de gases variou entre 0,049 e 0,080, sendo os maiores valores observados para os híbridos *bmr*. A degradabilidade efetiva da MS e da MO foram superiores para os híbridos *bmr* a partir de 24h de incubação. As degradabilidades efetivas da MS e da MO, nas taxas de passagem de 2%/h foram superiores no primeiro corte para todos os híbridos. No primeiro e no segundo corte, as degradabilidades efetivas na taxa de passagem de 2%/h foram superiores para os híbridos *bmr* em relação aos híbridos convencionais.

Palavras-chave: *brown midrib*, forragem cultivada, ruminante

INTRODUÇÃO

Devido à atual demanda pelo aumento da produção de alimentos, concomitantemente com a conservação do meio ambiente, surge a necessidade da elaboração de novas estratégias para a produção animal. Desde que os alimentos constituem o principal insumo nos sistemas de produção, o conhecimento de sua qualidade, com referência a sua influência no desempenho animal e no meio ambiente, é uma necessidade (Editorial, 2005). A avaliação dos alimentos visa descrever sua capacidade de sustentar diferentes tipos e níveis de desempenho animal, assim é possível aperfeiçoar a utilização dos alimentos disponíveis, a produção dos animais e o retorno econômico do sistema de produção (Dijkstra et al., 2005).

A qualidade da forragem pode limitar a produção de leite e o ganho de peso dos animais quando reflete em baixo consumo voluntário e baixa digestibilidade. Em nutrição animal, estes parâmetros são essenciais para a elaboração de dietas adequadas aos diversos sistemas de produção. A determinação do consumo e da digestibilidade dos alimentos através de ensaios

in vivo exige muito tempo, alto investimento financeiro, exige grande quantidade do alimento a ser testado e não é adequada para avaliações em grande escala (Carro et al., 1994). Diversas técnicas *in vitro* e *in situ* têm sido desenvolvidas para estimar a degradabilidade dos alimentos no rúmen e no trato digestivo total, utilizando equações de regressão para prever a digestibilidade *in vivo* (Dijkstra et al., 2005).

A técnica *in vitro* de produção de gases tem estimulado o interesse dos pesquisadores devido ao baixo custo, possibilidade de avaliação de vários substratos simultaneamente e por necessitar de poucos animais fistulados para obtenção dos inóculos ou até mesmo nenhum, desde que vem sendo testado o uso de fezes como fonte de microrganismos, sendo este item cada vez mais relevante no que diz respeito ao bem-estar animal (Maurício et al., 1999; Dijkstra et al., 2005). Esta técnica permite adequado controle das condições experimentais e, além das informações sobre a digestibilidade dos alimentos, permite a avaliação da cinética de fermentação.

Em 1884, foi relatada por Tappeiner a íntima associação entre a fermentação ruminal e a produção de gases, mas o uso da mensuração dos gases da fermentação ruminal iniciou-se por Quin, em 1943 (Ezequiel e Galati, 2007). Entretanto, a técnica foi considerada como método de rotina para avaliação dos alimentos a partir da publicação de Menke et al. (1979), no qual observou-se alta correlação entre a produção de gases *in vitro* e a digestibilidade aparente *in vivo*. Desde então, pesquisadores vêm aprimorando o aparato utilizado para determinação da produção de gases a fim de se obter um sistema com alta repetibilidade, facilidade de manuseio e baixo custo de implantação e manutenção (Pell e Schofield, 1993; Theodorou et al., 1994; Cone et al., 1996; Maurício et al., 1999). A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases desenvolvida por Theodorou et al. (1994) e modificada por Maurício et al. (1999), utiliza um transdutor de pressão digital para mensuração dos gases produzidos em frascos de fermentação com ambiente anaeróbico, acrescidos do substrato a ser testado, meio de cultura e inóculo microbiano ruminal e, segundo Tomich (2003) pode ser utilizada como metodologia para estudos de triagem e seleção de forrageiras.

Plantas forrageiras freqüentemente apresentam alto conteúdo de carboidratos estruturais e baixa digestibilidade, limitando a disponibilidade de energia para os animais que recebem dietas ricas em volumosos, principalmente aqueles que apresentam alto potencial genético de produção. Entretanto a manutenção de níveis elevados de forragens nas dietas de animais ruminantes é desejável desde que contribuem para uma melhor fermentação ruminal e saúde animal, além de apresentarem custos de produção inferiores aos alimentos concentrados (Jung e Allen, 1995). Além disso, o consumo de forrageiras pode ser negativamente influenciado devido à sua baixa qualidade, sendo o enchimento ruminal e a baixa taxa de passagem os principais fatores envolvidos (Van Soest, 1994; Allen, 1996). Portanto, são inúmeros os esforços de melhoristas e nutricionistas para desenvolver cultivares de forrageiras que apresentem altos valores de digestibilidade. Nesta linha destaca-se o desenvolvimento e avaliação de plantas *bmr*, portadoras de nervura marrom, as quais geralmente apresentam coeficientes de digestibilidade da MS, MO e frações fibrosas

superiores em relação às plantas convencionais, devido à redução do conteúdo de lignina e/ou modificação de sua estrutura.

Gramíneas anuais de verão, como o sorgo forrageiro, o capim Sudão e os híbridos de sorgo com capim Sudão contribuem para o desenvolvimento de um sistema de produção de forragem com alta qualidade nutricional durante o ano todo.

Este trabalho teve como objetivos avaliar e comparar os parâmetros cinéticos de fermentação ruminal e a degradabilidade da matéria seca e da matéria orgânica de cinco híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco híbridos de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sendo dois experimentais *bmr*, Tx635 x Tx2784*bmr* e BR001 x Tx2784*bmr*, dois experimentais convencionais, BR007 x Tx2785 e Tx635 x Tx2785, e um comercial, BRS801, foram desenvolvidos, plantados e colhidos na Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas, Minas Gerais.

O plantio foi realizado em 22 de dezembro de 2003, utilizando-se três canteiros (repetições) com quatro linhas de cinco metros cada e espaçamento entre linhas de 35 cm, totalizando 15 canteiros. Realizou-se a adubação de plantio com 400 kg/ha de N-P-K + Zinco (8-28-16) e de cobertura com 100 kg/ha de uréia a cada corte. Foram realizados dois cortes sucessivos em 13 de fevereiro e 22 de março de 2004, aos 53 dias após o plantio e 38 dias após o rebrote. Todo o material presente nas duas linhas centrais foi cortado manualmente, a cerca de cinco centímetros do solo, amostrado e seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 48 horas para determinação da matéria pré-seca (AOAC, 1995). Após a pré-secagem, o material foi conduzido ao Laboratório de Nutrição Animal, na Escola de Veterinária da UFMG, onde foi moído em partículas de um milímetro, em moinho tipo “Willey”, e acondicionados em recipientes plásticos, devidamente tampados e identificados. No material pré-seco e moído determinou-se o conteúdo de matéria seca em

estufa a 105°C (AOAC, 1995), para determinação da matéria seca total, o conteúdo de cinzas em mufla a 500°C (AOAC, 1995), o conteúdo de proteína bruta pelo método Kjeldhal (AOAC, 1995) e os componentes da parede celular (fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina) pelo método seqüencial (Van Soest et al., 1991), utilizando o aparelho ANKON^{200®} e os parâmetros cinéticos de degradação ruminal pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999).

Para este estudo, um grama da amostra foi colocado em frascos de vidro secos e saturados com CO₂, com capacidade de 160 ml, previamente lavados com água destilada. Foram preparados dois frascos (duas réplicas) por tratamento para determinação da degradação da MS e MO nos tempos de seis, 12, 24 e 48 h, três frascos (três réplicas) para determinação da degradação da MS e MO no tempo de 96 h. Em seguida, 90 ml do meio de cultura foram adicionados em todos os frascos, que foram imediatamente vedados com rolhas de silicone e mantidos em geladeira, sob resfriamento à 4° C para se evitar fermentações indesejáveis. O meio de cultura foi preparado 24 h antes da inoculação das amostras, sendo constituído por uma solução tamponante, macrominerais, microminerais, resazurina e agentes redutores. Após tal mistura o meio foi agitado continuamente e saturado com CO₂ até apresentar coloração rosada.

Os frascos contendo amostra e meio de cultura foram removidos da geladeira cinco horas antes do início da inoculação e colocados em estufa a 39° C. A inoculação foi realizada utilizando líquido ruminal, obtido de múltiplos locais do rúmen, de um bovino adulto da raça Jersey com uma fístula ruminal, recebendo dieta a base de feno de gramínea do gênero *Cynodon* à vontade e 1,5 kg/dia de concentrado comercial farelado, contendo 18% de proteína bruta. O líquido ruminal foi retirado manualmente e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas, sendo então levado ao laboratório, filtrado em um saco de nylon e mantido em banho maria a 39° C e constante gaseamento com CO₂. Adicionou-se então em cada frasco 10 ml do inóculo. Imediatamente após a inoculação, a pressão dos frascos foi estabilizada com o auxílio de agulhas (25 x 7) introduzidas e em seguidas retiradas das tampas de silicone. Os frascos

foram agitados e colocados em estufa a 39° C, iniciando-se a contagem dos tempos de fermentação. Para correção da liberação dos gases e dos resíduos de fermentação resultantes diretamente do inóculo foram preparados dois frascos contendo apenas o meio de cultura e o inóculo ruminal (controle negativo ou branco) para os tempos de seis, 12, 24 e 48 h e três frascos para o tempo de 96 h.

A pressão gerada pelos gases acumulados na parte superior do frasco foi mensurada utilizando-se um transdutor de pressão do tipo T443A (Bailey e Mackey, Inglaterra), com uma agulha de 0,6 mm de diâmetro conectada em sua extremidade, lida em leitor digital e registrada em computador. As leituras foram realizadas nos tempos de dois, quatro, seis, oito, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas após a incubação. Utilizou-se os dados de pressão em PSI (pressão por polegada quadrada) para o cálculo do volume de gases produzidos através da equação matemática desenvolvida por Maurício et al. (2003), para as condições experimentais do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

$V = - 0,051 P^2 + 4,43 P - 0,004$ ($r^2 = 0,99$), em que,

V = volume de gases produzidos;
P = pressão (PSI).

Os resíduos remanescentes nos frascos de fermentação após os períodos de seis, 12, 24, 48 e 96 h foram filtrados em cadinhos de vidro de porosidade 01, à vácuo. Os resíduos foram secos em estufa a 105°C, transferidos para o dessecador por 30 minutos e pesados, e, em seguida, foram incinerados em mufla a 500°C, durante 4 horas, transferidos para o dessecador por 30 minutos e pesados. Os resultados foram utilizados para os cálculos das degradabilidades da matéria seca e da matéria orgânica.

Os dados de produção acumulada de gases foram ajustados para o modelo de France et al. (1993).

$y = A \{ 1 - \exp [- b (t - T) - c (\sqrt{t} - \sqrt{T})] \}$, em que,

y = produção cumulativa de gases (ml);
A = assíntota ou potencial máximo de produção de gases;

b = taxa fracional constante (h^{-1});
 t = tempo de incubação (h);
 T = tempo de colonização (*lag time*);
 c = taxa fracional constante ($h^{-1/2}$).

Calcularam-se as degradabilidades efetivas da matéria seca e da matéria orgânica para a taxa de passagem de 2,0%/h, correspondendo ao baixo consumo, conforme Agricultural Research Council (1984). Empregou-se a equação proposta por France et al. (1993).

$$DE = S_0 e^{-kT} (1 - kI)/(S_0 + U_0), \text{ em que,}$$

E = degradabilidade efetiva da matéria seca (%);
 S₀ = fração degradável presente no tempo zero;
 k = taxa de passagem (%/h);
 T = tempo de colonização (*lag time*);
 I = integral não analítica derivada numericamente;
 U₀ = fração não degradável presente no tempo zero.

As produções acumuladas de gases foram analisadas utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo os canteiros de plantio os blocos, os híbridos nos cortes um e dois como parcelas e os tempos de incubação como subparcelas, segundo o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + H_j + T_k + HT_{jk} + e_{ijk}, \text{ em que,}$$

Y_{ijk} = valor referente à observação do híbrido j, no bloco i e no tempo de incubação k;
 μ = média geral;
 B_i = efeito do canteiro i (i = 1, 2, 3);
 H_j = efeito do híbrido j (j = 1, 2, 3, 4, 5);
 T_k = efeito do tempo de incubação k (k = 6, 12, 24, 48, 72, 96);
 HT_{jk} = interação dos efeitos do híbrido j com o tempo de incubação k;
 e_{ijk} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentada a composição química de dois híbridos de sorgo com capim Sudão experimentais convencionais (BR007 x Tx2785 e Tx635 x Tx2785), dois híbridos portadores de nervura marrom (Tx635 x Tx2784bmr e BR001 x Tx2784bmr), e um genótipo comercial (BRS801) submetidos a dois cortes sucessivos, avaliados pela técnica in vitro semi-automática de produção de gases. O conteúdo médio de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina observados foram 12,2%, 13,7%, 67,2%, 37,4% e 3,6%, respectivamente.

Tabela 1. Composição química de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido	Corte	MS (%)	% na MS			
			PB	FDN	FDA	Lignina
Tx635 x Tx2784bmr	1	9,3	15,6	66,7	38,3	3,5
	2	13,9	13,2	65,1	34,5	3,4
BR001 x Tx2784bmr	1	10,6	14,1	66,8	37,9	3,5
	2	13,9	13,6	66,1	35,2	3,0
BR007 x Tx2785	1	11,2	15,1	68,1	38,3	3,9
	2	14,4	13,2	68,0	36,4	3,4
Tx635 x Tx2785	1	10,4	14,3	67,8	37,4	3,9
	2	13,3	12,1	68,7	38,3	3,3
BRS 801	1	11,4	13,9	67,8	39,9	4,4
	2	13,9	12,1	67,0	37,8	3,4
Média		12,2	13,7	67,2	37,4	3,6

Na tabela 2 observa-se as produções acumuladas de gases dos híbridos de sorgo com capim Sudão. Nos tempos de incubação de seis, 12 e 24 h, não houve diferença entre os híbridos

avaliados, sendo os valores médios encontrados de 8,4, 37,8 e 123,0 ml / g de MS. Nos tempos de incubação de 48 e 96 h, observou-se menor produção acumulada de gases para o genótipo

comercial BRS801 em relação aos demais. Entre os híbridos experimentais convencionais e *bmr* não se observou diferença para este parâmetro,

impossibilitando destacar os que apresentam maior fermentação nos distintos tempos de incubação.

Tabela 2. Produções acumuladas de gases (ml/g de MS), após os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Tempo de incubação (h) ^b				
	6	12	24	48	96
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	7,7 ^{Ae}	30,9 ^{Ad}	128,5 ^{Ac}	183,1 ^{Ab}	208,4 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	8,8 ^{Ae}	41,7 ^{Ad}	130,3 ^{Ac}	186,9 ^{Ab}	210,4 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	7,8 ^{Ae}	40,8 ^{Ad}	123,2 ^{Ac}	180,3 ^{Ab}	208,1 ^{Aa}
Tx635 x Tx2785	10,4 ^{Ae}	38,9 ^{Ad}	122,3 ^{Ac}	176,2 ^{Ab}	202,0 ^{Aa}
BRS 801	7,4 ^{Ae}	36,5 ^{Ad}	110,5 ^{Ac}	164,7 ^{Bb}	190,4 ^{Ba}
Média	8,4	37,8	123,0	178,2	203,9

^aMédias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =9,5 %.

Na tabela 3 estão descritos os parâmetros de produção de gases (potencial máximo de produção de gases, tempo de colonização e taxa de produção de gases) estimados pelo modelo de France et al. (1993). O potencial de produção de gases representa a produção máxima de gases correspondente à completa digestão do substrato (assíntota) e, partindo-se do princípio que o gás produzido na fermentação reflete a degradação do substrato, este parâmetro se faz relevante para avaliar a qualidade das forrageiras pelas técnicas de produção de gases. Entretanto, não devem ser

avaliadas individualmente, já que este parâmetro não leva em consideração o tempo de permanência do alimento no rúmen. No presente estudo, o potencial máximo de produção de gases descritos para os híbridos nos dois cortes variou entre 184,3 e 218,7 ml/g de MS. Tomich (2003) observou valores entre 195,8 e 237,6 ml/g de MS para o potencial máximo de produção de gases de híbridos de sorgo com capim Sudão, colhidos aos 57 dias após o plantio.

Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A), tempo de colonização (T) e taxa de produção de gases (μ) de híbridos de sorgo com capim Sudão *bmr*, portadores de nervura marrom em dois cortes sucessivos

Híbrido	Corte	A (ml/g de MS)	T (h)	μ (ml/g de MS/h)	R ²
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	1	190,5	4,78	0,075	0,99
	2	218,7	3,58	0,061	0,99
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	1	197,8	5,03	0,080	0,99
	2	215,0	3,25	0,058	0,99
BR007 x Tx2785	1	205,8	4,15	0,071	0,99
	2	203,5	3,36	0,051	0,99
Tx635 x Tx2785	1	200,2	3,75	0,064	0,99
	2	197,9	2,75	0,054	0,99
BRS 801	1	193,3	4,03	0,066	0,99
	2	184,3	3,48	0,049	0,99

Tabela 4. Degradabilidade da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO) após os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom

Híbrido ^a	Tempo de incubação (h)				
	6	12	24	48	96
Degradabilidade da MS (%) ^b					
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	23,7 ^{Ae}	38,9 ^{Ad}	61,2 ^{Ac}	75,9 ^{Ab}	80,4 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	23,7 ^{Ae}	38,9 ^{Ad}	61,6 ^{Ac}	75,1 ^{Ab}	79,1 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	21,6 ^{Ae}	35,8 ^{Ad}	56,6 ^{Bc}	71,5 ^{Bb}	76,6 ^{Ba}
Tx635 x Tx2785	21,8 ^{Ae}	36,6 ^{Ad}	55,0 ^{Bc}	70,2 ^{Bb}	76,8 ^{Ba}
BRS 801	22,9 ^{Ae}	36,5 ^{Ad}	54,5 ^{Bc}	72,0 ^{Bb}	76,7 ^{Ba}
Degradabilidade da MO (%) ^c					
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,3 ^{Ae}	36,3 ^{Ad}	59,9 ^{Ac}	75,1 ^{Ab}	79,7 ^{Aa}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	20,0 ^{Ae}	36,0 ^{Ad}	60,4 ^{Ac}	74,8 ^{Ab}	78,9 ^{Aa}
BR007 x Tx2785	19,3 ^{Ae}	34,3 ^{Ad}	55,7 ^{Bc}	70,8 ^{Bb}	75,8 ^{Ba}
Tx635 x Tx2785	18,3 ^{Ae}	34,0 ^{Ad}	53,4 ^{Bc}	69,5 ^{Bb}	76,0 ^{Ba}
BRS 801	18,9 ^{Ae}	34,0 ^{Ad}	52,7 ^{Bc}	70,8 ^{Bb}	75,8 ^{Ba}

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV = 5,3%; ^cCV = 5,7%.

O tempo de colonização (*lag time*) representa o tempo entre a incubação da amostra e o início de sua degradação microbiana. Segundo Mertens e Ely (1982), pesquisas mostram que a penetração da camada epidermal é a primeira barreira para a digestão e que as forragens diferem na taxa de hidratação ou nas taxas de alterações químicas ou físicas precedentes à degradação enzimática que permitem o contato e a ação das enzimas microbianas, sendo este um dos fatores que concorrem para as diferenças no tempo de colonização entre diferentes plantas forrageiras.

O tempo de colonização observado através das técnicas de produções de gases também pode ser influenciado pela hidratação da amostra com o meio de incubação antes da inoculação (Rymer et al., 1999) e pela concentração do inóculo (Pell e Schofield, 1993). No presente estudo, o tempo de colonização verificado para os híbridos de sorgo com capim Sudão variou entre 2,75 e 5,03 h. Descritivamente, verifica-se, para todos os híbridos, que o tempo de colonização foi maior no primeiro corte, em relação ao segundo. Tomich (2003) verificou tempo de colonização médio de 3h, para 25 híbridos de sorgo com capim Sudão.

A análise descritiva mostra que a taxa de produção de gases no primeiro corte foi maior em relação ao segundo corte, para todos os híbridos e variou entre 0,064 e 0,080 e entre 0,049 e 0,061, respectivamente. Estes resultados

são superiores aos encontrados por Tomich (2003) ao avaliar 25 híbridos de sorgo com capim Sudão, colhidos 57 dias após o plantio, no qual a taxa média de produção de gases foi de 0,020(ml/g de MS/h). Cabral Filho et al. (2005) observou, em dois cultivares de sorgo forrageiro, o BR700 e o BR701, tempos de colonização semelhantes, média de 10,5 h, quando colhidos 30 dias após o plantio. Aos 60 dias após o plantio, o cultivar BR700 apresentou maior tempo de colonização que, segundo os pesquisadores, ocorreu devido ao maior conteúdo de FDA descrito.

Na tabela 4 observa-se as degradabilidades da MS e da MO após os tempos de incubação de seis, 12, 24, 48 e 96 horas. Para as duas variáveis, não foi verificada diferença entre os híbridos nos tempos de incubação de seis e 12 h, entretanto a partir de 24 h de incubação, os híbridos experimentais *bmr*, portadores de nervura marrom, foram superiores em relação aos híbridos experimentais convencionais e ao genótipo comercial BRS801. Cabral Filho et al. (2005) avaliaram oito cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*), sendo dois do tipo forrageiro, BR700 e BR701 através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. Nos cultivares BR700 e BR701, observou-se, trinta dias após o plantio, conteúdo de FDA de 35,2% e 37,4% e degradabilidade da MS no tempo de 96 h de 74,5% e 75,7%, respectivamente.

Tabela 5. Degradabilidade efetiva da matéria seca (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom na taxa de passagem de 2%/h

Híbrido ^a	Degradabilidade da MS (taxa de passagem de 2%/h) ^b	
	1º Corte	2º Corte
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	58,7 ^{Aa}	53,5 ^{Ab}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	58,7 ^{Aa}	52,5 ^{Ab}
BR007 x Tx2785	56,5 ^{Ba}	48,3 ^{Bb}
Tx635 x Tx2785	55,5 ^{Ba}	48,7 ^{Bb}
BRS 801	56,5 ^{Ba}	48,5 ^{Bb}

^aMédias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =5,3%.

Segundo Van Soest (1994), em ovinos, a taxa de passagem de dietas ricas em forragem, consumidas ao nível de manutenção, indica um tempo de retenção ruminal da parede celular de 40 a 50 h. Ao dobrar o consumo, o tempo de retenção é reduzido para 30 a 35 h. Em qualquer das situações colocadas, pode-se sugerir que haverá diferença na degradabilidade da MS e da

MO dos híbridos *bmr*, desde que estas diferenças já são observadas a partir de 24 h de incubação. Ainda segundo Van Soest (1994), em sistemas *in vitro*, os valores de desaparecimento da MS com seis horas de incubação relacionam-se com o consumo voluntário e aqueles obtidos entre 36 e 48h estão associados à digestibilidade.

Tabela 6. Degradabilidade efetiva da matéria orgânica (%) de híbridos de sorgo com capim Sudão convencionais e *bmr*, portadores de nervura marrom na taxa de passagem de 2%/h

Híbrido ^a	Degradabilidade da MO (taxa de passagem de 2%/h) ^b	
	1º Corte	2º Corte
Tx635 x Tx2784 <i>bmr</i>	57,3 ^{Aa}	51,2 ^{Ab}
BR001 x Tx2784 <i>bmr</i>	57,5 ^{Aa}	50,5 ^{Ab}
BR007 x Tx2785	55,5 ^{Ba}	46,7 ^{Bb}
Tx635 x Tx2785	54,0 ^{Ba}	46,5 ^{Bb}
BRS 801	54,8 ^{Ba}	46,0 ^{Bb}

^aPara uma mesma variável, médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$). Para uma mesma variável, médias seguidas por letras minúsculas iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p > 0,05$); ^bCV =5,7 %.

A composição química relaciona-se com o valor nutritivo das forrageiras, podendo ser observado uma correlação negativa entre a digestibilidade e o conteúdo de lignina ou de fibra (Van Soest, 1965). Entretanto, a natureza dinâmica do processo digestivo implica que a extensão real da digestão dos alimentos está relacionada com o tempo de permanência no trato gastrointestinal. O tempo de permanência é relatado sob a forma de taxa de passagem e esta é diretamente influenciada pelo consumo dos animais (Mertens e Ely, 1982). A taxa de passagem de 2% / h é adotada para bovinos e ovinos com consumo ao nível de manutenção (ARC, 1984), permitindo maior tempo de fermentação do substrato pelos microrganismos ruminais em relação às maiores taxas de passagem, representadas, segundo Van Soest (1994) por animais com maior demanda

energética e, conseqüentemente, maior consumo e maiores taxas passagem.

No primeiro e no segundo corte, as degradabilidades efetivas da MS e da MO, na taxa de passagem de 2% / h, foram superiores para os híbridos experimentais *bmr*, portadores de nervura marrom, em relação aos híbridos experimentais convencionais e ao genótipo comercial BRS801 (tabelas 5 e 6). Também verifica-se que com a sucessão de cortes, há redução das degradabilidades efetivas da MS e da MO de todos os híbridos avaliados. Tomich (2003) avaliou as degradabilidades efetivas da MS na taxa de passagem de 2% / h para 25 híbridos de sorgo com capim Sudão e observou valor médio de 41,7%, inferior ao observado para os híbridos do presente estudo.

A composição química, principalmente o conteúdo de FDN, FDA e lignina, dos híbridos nos diferentes cortes, apresentados na tabela 1, não justificam as diferenças entre as degradabilidades efetivas observadas para os híbridos convencionais e *bmr*. Segundo Van Soest (1994), plantas *bmr* possuem menor conteúdo de lignina polimerizada e uma quantidade considerável de substâncias

CONCLUSÕES

A taxa de produção de gases, degradabilidades da MS e da MO após 24h e as degradabilidades efetivas da MS e da MO, na taxa de passagem de 2%/h foram superiores para os híbridos *bmr*.

As degradabilidades efetivas da MS e da MO foram superiores no primeiro corte em relação ao segundo para todos os híbridos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -. Official methods of analysis. 16 ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirement of ruminant livestock*. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.
- CABRAL FILHO, S.L.S., ABDALLA, A.L., BUENO, I.C.S. et al. Ruminal fermentation and degradability of sorghum cultivar whole crop, and grains, using an in vitro gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 123-124, p. 329-339, 2005.
- CARRO, M.D., LOPEZ, S., GONZALEZ, J.S. et al. Comparison of laboratory methods for predicting digestibility of hay in sheep. *Small Rumin. Res.*, v. 14, p. 9-17 1994.
- CONE, J.W., van GELDER, A.H., VISSCHER, G.J.W. et al. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics polifenólicas solúveis que não interferem na digestibilidade da parede celular como as ligninas convencionais. A partir disso, sugere-se que as diferenças observadas podem ser devido à composição das ligninas e suas interações com os demais componentes da parede celular nos híbridos *bmr*.
- measured with a fully automated time related gas production apparatus. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 61, p. 113-128, 1996.
- DIJKSTRA, J., KEBREAB, E., BANNINK, A. et al. Application of the gas production technique to feed evaluation systems for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 123-124, p. 561-578, 2005.
- EDITORIAL. The *in vitro* gas production technique: Limitations and opportunities. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 123-124, p. 1-7, 2005.
- EZEQUIEL, J.M.B., GALATI, R.L. Técnicas *in vitro* e *in situ* para estimativa da digestibilidade ruminal de alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2007, USP. Pirassununga, *Anais...* Pirassununga: USP, 2007. p. 16-71.
- FRANCE, J., DHANOA, M.S., THEODOROU, M.K. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theor. Biol.*, v. 163, p. 99-111, 1993.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- MAURÍCIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S. et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 79, p. 321-330, 1999.
- MAURÍCIO, R.M., PEREIRA, L.G., GONÇALVES, L.G.R. et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 55, p. 216-219, 2003,

MENKE, K.H., RAAB, L., SALEWSKI, A., STEINGASS, H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.* v. 93, p. 217-222, 1979.

MERTENS, D.R., ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization: a dynamic model evaluation. *J. Anim. Sci.*, v. 54, n. 4, p. 95-905, 1982.

PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerised monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *J. Dairy Sci.* v. 76, p. 1063-1073, 1993.

RYMER, C., HUNTINGTON, J.A., GIVENS, D.I. Effects of inoculum preparation method and concentration, method and inoculation and pre-soaking the substrate on the gas production profile of high temperature dried grass. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 78, p. 199-213, 1999.

THEODOROU, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* v. 48, p. 185-197, 1994.

TOMICICH, T.R. *Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de cortes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003, 88p. (tese).

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.*, v. 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)