



ANA LÚCIA LARA LANZA

**AVALIAÇÃO FORRAGEIRA DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) EM
DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE E ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO
EM COBERTURA**

**SETE LAGOAS
2017**

ANA LÚCIA LARA LANZA

**AVALIAÇÃO FORRAGEIRA DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) EM
DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE E ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO
EM COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges

Coorientadores:

Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella

Prof. Dr. Gustavo Eduardo Marcatti

**Sete Lagoas
2017**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L297a LANZA, ANA LUCIA.
AVALIAÇÃO FORRAGEIRA DO SORGO BIOMASSA (BRS 716)
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE E ESTRATÉGIAS DE
ADUBAÇÃO EM COBERTURA / ANA LUCIA LANZA ; orientador
Iran Dias Borges; coorientador Rafael Augusto da
Costa Parrella. -- Sete Lagoas, 2017.
63 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2017.

1. Sorghum bicolor (L.) Moench. 2. Biomassa. 3.
Forragem. 4. Adubação. 5. Bioenergia. I. Borges, Iran
Dias, orient. II. Parrella, Rafael Augusto da Costa
, co-orient. III. Título.

ANA LÚCIA LARA LANZA

**AVALIAÇÃO FORRAGEIRA DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) EM
DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE E ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO
EM COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges

Coorientadores: Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella
Prof. Dr. Gustavo Eduardo Marcatti

Sete Lagoas, 15 de setembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho – Universidade Federal de Lavras

Dra. Maria Celuta Machado Viana – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Prof. Dr. Iran Dias Borges - UFSJ
Orientador

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANA LÚCIA LARA LANZA - Filha de Maurício Lanza e Maria do Carmo Lara Lanza, nasceu em 19 de setembro de 1969, na cidade de Sete Lagoas, MG.

Em janeiro de 1995, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

Em fevereiro de 1997 concluiu o curso de Aperfeiçoamento em Ranicultura pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em março de 2001 concluiu o curso de Especialização em Produção de Ruminantes pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

Em agosto de 2007 concluiu o curso de Especialização em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria pela UFLA.

Em julho de 2014 concluiu o curso Técnico em Meio Ambiente.

Em agosto de 2015, ingressou no curso de mestrado em Ciências Agrárias, concentração Produção Vegetal, na Universidade Federal de São João del-Rei, submetendo-se à defesa da qualificação em 28 abril 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por se fazer presente em minha vida, orientando e me carregando no colo nos momentos mais difíceis.

Ao meu filho, Victor, razão da minha vida e companheiro de longas jornadas

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos pelo enorme incentivo e compreensão.

À amiga Júnia de Paula Lara, pela ajuda ofertada durante toda a minha caminhada nesse curso.

À Universidade Federal de São João del-Rei, em especial ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização do mestrado e pelo crescimento profissional,

Ao Prof. Dr. Iran Dias Borges, pelos ensinamentos acadêmicos e orientação no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários da manutenção da UFSJ pelo carinho e colaboração na condução do experimento desde o plantio até a colheita,

A Embrapa Milho e Sorgo, por ceder as estruturas para a realização das análises laboratoriais.

Ao Pesquisador da Embrapa Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella e Gustavo Eduardo Marcatti pela coorientação.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRAT	II
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Importância econômica do sorgo no Brasil e no mundo	4
Botânica, origem e tipos de sorgo.....	4
Sorgo biomassa	7
Referências	9
CAPÍTULO 2 - POTENCIAL FORRAGEIRO DO SORGO BIOMASSA (BRS 716)	
SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM	
COBERTURA EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE CORTE.....	11
Introdução	13
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	19
Conclusões	34
Referências	34
CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS DA PLANTA FRAGMENTADA E POTENCIAL	
FORRAGEIRO DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES	
ÉPOCAS DE CORTE	39
Introdução	41
Material e Métodos	42
Resultados e Discussão	45
Conclusões	59
Referências	60

AVALIAÇÃO FORRAGEIRA DO SORGO BIOMASSA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE E ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO EM COBERTURA

RESUMO - O sorgo biomassa vem se destacando como fonte de matéria-prima para produção de bioenergia, e a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) desempenha grande importância dentro do sistema de produção da bovinocultura brasileira na alimentação animal. Há poucos trabalhos na literatura que subsidiem estabelecer um sistema de produção adequado bem como de avaliação da sua aptidão como forrageira. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico e forrageiro da planta e das frações (colmo, folha e panícula) do sorgo biomassa BRS 716, coletado em diferentes épocas de corte e submetido a diferentes doses de N e K₂O em cobertura na região central de Minas Gerais. O experimento foi instalado no período do verão de 2015/2016 em área experimental da Universidade Federal de São João del-Rei, no Campus Sete Lagoas, MG. Para as características agrônomicas e forrageira, foi utilizado parcelas subdivididas no tempo com testemunha e 3 repetições. As parcelas foram em esquema fatorial 4 x 4 x 6 + 1, sendo 4 doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio (60, 100, 140 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O) em cobertura na parcela, e na subparcela as 6 épocas de corte (89, 101 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE) mais o tratamento adicional (90 DAE) com o sorgo forrageiro, cultivar BRS 655. As características avaliadas foram: Produção de massa verde e massa seca da planta inteira, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular, nutrientes digestíveis totais. O sorgo biomassa (BRS 716) produz 2,5 vezes mais massa verde e 3 vezes mais massa seca, e proporciona cerca de 94% da qualidade forrageira do sorgo forrageiro (BRS 655, considerando os teores de FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular e NDT. O sorgo BRS 716 tem composição da fração fibrosa semelhante à genótipos de sorgos forrageiros. A adubação com 80 kg ha⁻¹ N e 60 kg ha⁻¹ K₂O para o sorgo biomassa é suficiente para a obtenção de alta produção de massa forrageira, nas condições deste trabalho. A produção de massa seca e o índice de qualidade da forragem do sorgo biomassa (BRS 716) aumentam linearmente com o atraso na época de corte das plantas. Para as características da planta fragmentada (colmo, folha e panícula) o experimento foi em parcelas subdivididas no tempo em blocos ao acaso sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 (épocas) x 3 (blocos). Em cada parcela foram coletadas 5 plantas selecionadas levando em consideração o bom estado nutricional e a representatividade da parcela, e na subparcela as 6 épocas de corte do BRS 716 (89, 101 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE). As características avaliadas foram: Produção e proporção de massa verde e massa seca da planta fragmentada (folha, colmo e panícula). Há baixa participação de panícula na massa total, impacta negativamente na qualidade da forragem. A planta de sorgo biomassa tem a composição da fração fibrosa nas folhas e colmo semelhante à de sorgo forrageiro o que o habilita para o uso na alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Fertilização; Biomassa; Bioenergia; Forragem.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges – UFSJ (Orientador); Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella – EMBRAPA (Coorientador); Prof. Dr. Gustavo Eduardo Marcatti – UFSJ (Coorientador).

BIOMASS SORGHUM FORAGE QUALITY AT DIFFERENT STAGES OF PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT AND VARIING RATES OF FERTILIZER

ABSTRACT - Biomass sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is an important feedstock for bioenergy production and forage sorghum plays an important role in the Brazilian beef cattle production system. There is limited scientific literature with respect to biomass sorghum production systems and its potential value as a forage. The objective of this study was to evaluate the agronomic and forage performances of the biomass sorghum hybrid BRS 716. The plants were harvested at different physiological phases in a production system with different doses of top-dressed N and K₂O in the central region of the State of Minas Gerais, Brazil. The experiment was conducted on the experimental farm of the Federal University of São João del-Rei, Sete Lagoas Campus during the long days of summer. The whole plots were a 4 x 4 factorial consisting of four doses of top-dressed N (40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹ and four doses of top dressed K₂O (60, 100, 140, and 180 kg ha⁻¹ with subplots in time with a control forage sorghum hybrid BRS 655 in three replications. The subplot were six harvest periods, 89, 101, 111, 123, 137, and 151 days after emergence - DAE) + the control plot (sorghum cultivar BRS 655, harvested at 90 DAE). The variables evaluated were whole and partial (leaves, stem, and panicle) plant (wet and dry) mass production. The variables evaluated were whole and partial (leaves, stem, and panicle) plant (wet and dry) mass production, neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), lignin, cellulose, hemicelluloses, cell content, and total digestible nutrients (NDT). Biomass sorghum (BRS716) yielded 2.5 times more fresh biomass and three times more dry biomass than forage sorghum (BRS 655). Fertilization with 80 kg N ha⁻¹ and 60 kg K₂O ha⁻¹ was sufficient to obtain high production and high-quality forage. The dry biomass production and forage quality of the biomass sorghum BRS 716 increased linearly with the delay in harvesting time, behavior opposite of the green mass production. The harvesting times were set in order to span from before flowering to physiological maturity. The variables evaluated were whole and partial (leaves, stem, and panicle) plant (wet and dry) biomass production. There is a disproportional lower participation of the panicle in the total biomass of the biomass sorghum resulting in a potential negatively impact on the forage quality. This biomass sorghum plant had a composition of the fibrous fraction in the leaves and stems similar to that of the forage sorghum, which enables it to be used in ruminant feed.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Fertilization; Biomass; Bioenergy; Forage.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges – UFSJ (Orientador); Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella - EMBRAPA (Coorientador); Prof. Dr. Gustavo Eduardo Marcatti - UFSJ (Coorientador).

INTRODUÇÃO GERAL

A grande preocupação na atualidade com a escassez com o preço do petróleo e a demanda crescente por energia tem levado à busca por fontes alternativas de fontes de energia limpa e renovável no país e no mundo. A preocupação com questões ambientais, como as mudanças climáticas levando a escassez de chuvas em algumas regiões e suas consequências para a geração e fornecimento de eletricidade, fez com que em 2004 fosse instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Esse programa tem como objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN).

A partir daí, novas fontes de energia alternativa foram sendo estimuladas como, por exemplo, a energia térmica, eólica e uma opção que se mostra cada vez mais importante, o uso de biomassa. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2007) biomassa é todo recurso renovável que provém de matéria orgânica e tem por objetivo principal a produção de energia. Uma das vantagens da biomassa é o seu aproveitamento para a geração de energia, sendo feito diretamente, por meio da combustão em fornos e caldeiras em sistemas de cogeração (produção combinada de calor e eletricidade).

Dessa forma, o sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] é exemplo de cultura potencialmente energética por possuírem características que o conferem na produção de energia (Parrella et al., 2014). Sua utilização na produção de energia baseia-se na digestão da fração fibrosa para transformá-lo em energia calórica (Parrella et al., 2014). Essa finalidade é dada ao sorgo biomassa.

Segundo Parrella (2011), o sorgo biomassa apresenta-se como uma matéria-prima promissora devido ao seu alto rendimento energético por hectare e ciclo curto (6 meses). De acordo com Schuck et al., (2014) o sorgo biomassa é uma cultura que permite mecanização do plantio à colheita, com capacidade de produzir grande quantidade de biomassa por hectare.

Levando-se em consideração os altos níveis de produtividade e a qualidade da biomassa, bem como os aspectos fitotécnicos da cultura como ciclo curto, plantio, manejo e colheita mecanizados, o sorgo biomassa, que é uma cultura promissora no fornecimento de matéria prima na produção de etanol celulósico e cogeração de energia, essa biomassa produzida em grande quantidade pode ser uma fonte interessante de forragem (May, 2013).

No Brasil, os sistemas de produção de gado são predominantemente a pasto, e o estudo das plantas forrageiras assume caráter ainda mais relevante. Dentre as diversas forrageiras que

se destacam para o armazenamento na época de restrição alimentar, a produção de silagem de milho e o sorgo são as que melhor se adaptam para essa finalidade, pela facilidade de cultivo, altos rendimentos de massa verde e grãos e especialmente pela quantidade de silagem produzida, fornecendo forragem de alta produtividade de massa seca aliada à alta qualidade nutricional em diferentes épocas de semeadura, sem necessidade de adição de qualquer aditivo químico ou biológico (Miranda et al., 2008).

Em épocas e/ou locais onde existe restrição hídrica, o sorgo é a cultura mais adequada, por possuir características que toleram melhor o déficit hídrico e é considerada uma das alternativas para a alimentação animal onde estão concentrados os maiores rebanhos do Brasil. (Alvarenga et al., 2007).

Tendo em vista a importância da forragem como base da alimentação animal, o teor de massa seca e a qualidade da fibra na forragem estão relacionados com a ingestão e digestibilidade dessa forragem. Dessa forma, é importante conhecer as características de produção e de qualidade da planta do sorgo biomassa submetidas a diferentes doses de nitrogênio e potássio em cobertura, para subsidiar a tomada de decisão quanto ao melhor programa de fertilização da cultura e época de colheita a adotar quando a finalidade de uso for forragem. Essas informações poderiam proporcionar ao produtor uma maior eficiência no manejo da cultura, no uso de insumos e no planejamento da plantação otimizando o uso dos recursos de produção da propriedade, e incrementando a renda.

A escassez de informações quanto ao desempenho de cultivares de biomassa e o manejo da lavoura de sorgo com objetivo de produzir forragem, em condições tropicais brasileiras, justificam a realização deste estudo.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sorgo biomassa (BRS 716) submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura em diferentes épocas de corte. Para isso, foram elaborados três capítulos: 1) o sorgo biomassa 2) Características da forragem do sorgo biomassa (BRS 716) submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura, e épocas de corte; 3) Características da planta fragmentada e potencial forrageiro do sorgo biomassa (BRS 716) em função de diferentes épocas de corte. Atualmente o principal foco de pesquisa para utilização do sorgo biomassa é a geração de energia.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J. C.; CASTRO, A. D. N. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: o modelo Implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93).
- MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. C. Cultivo do sorgo biomassa para a cogeração de energia elétrica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 65 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 152).
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Energias Renováveis em debate. 2007. Disponível em: <www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/biomassa>. Acesso em 20 jan 2017.
- MIRANDA, J. E. C.; RESENDE, H.; VALENTE, J. O. Ensilagem do milho e do sorgo. Artigos técnicos – Central da pecuária, 2008. Disponível em: <<http://centraldapecuaria.com.br/artigos/visualiza.asp?artigo=23>> Acesso em: 15 agost 2017.
- PARRELLA, R. A. C. **Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa**. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).
- PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2014. 275p.
- SCHUCK, D. A; TARDIN, F. D; SCHANFRANSKI, N. O; DIEL, F. A; MORALES, M. M; SILVA, V. Q. R.; PARELLA, R. A. C; SILVA, A. F. da. **Productive behavior of biomass sorghum hybrids (Sorghum bicolor) for energy production in Sinop - MT**. In: GENETICS AND PLANT BREEDING MEETING OF RIO DE JANEIRO, 2., 2014, Campos Goytacazes. Abstracts. [S.I]: SBMP: UENF, 2014. p. 57.

CAPÍTULO 1 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Importância econômica do sorgo no Brasil e no mundo

O sorgo é o quinto cereal mais plantado no mundo, perdendo apenas para o trigo, arroz, milho e a cevada, faz parte da dieta de aproximadamente 300 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento dependam essencialmente desse cereal como fonte de energia (Dicko et al., 2006). Seu cultivo e o consumo dos grãos e da forragem são significativos em países em desenvolvimento ou que apresentam problemas de altas temperaturas e déficit hídrico durante o ano. A exceção a estas características dos países produtores e consumidores de sorgo são os Estados Unidos, maior produtor, maior exportador e o quarto maior consumidor de grãos e sorgo do mundo (Duarte, 2010).

O sorgo é originário da África Oriental (Etiópia e/ou Sudão) entre 5 a 7 mil anos atrás, sendo difundido por nativos africanos que migravam para vários países do continente (Von Pinho & Vasconcelos, 2002; Wall & Ross, 1975). No Brasil a estimativa de produção de sorgo é cerca de 610 mil ha de área cultivada, a colheita em torno de 1,447 milhão de toneladas com produtividade de 2.372 quilos por hectare (Conab, 2016). O sorgo no Brasil, tem sido utilizado não somente para a produção de grãos e forragem para alimentação animal, mas também como fonte de energia renovável para produção de etanol lignocelulósico e geração de energia térmica, elétrica e mecânica através a queima da biomassa (Única, 2014).

Também o sorgo tem participado ativamente como alimento para o rebanho no período seco por meio do sistema integração lavoura-pecuária-floresta – ILPF em razão do potencial que apresenta para adaptação ao consórcio, com arquitetura foliar que lhes confere pressão de competição com as demais espécies, tolerância a períodos de estiagem ou de menor competição por água e são recomendadas pelo zoneamento agroclimático para as quais o milho não é recomendado (Pereira Filho e Rodrigues, 2015).

Segundo os mesmos autores, a utilização do sorgo em sistema de ILPF permite a utilização do solo em processo de construção da fertilidade, por exemplo, áreas de recuperação, também a expansão em regiões com distribuição irregular de chuvas e em sucessão às culturas de verão, na segunda safra.

Botânica, origem e tipos de sorgo

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É uma planta de origem Africana, mas alguns autores advertem que pode haver duas regiões de dispersão independentes, sendo uma na África e a outra na Índia

(Buso 2011). No Brasil, a cultura do sorgo começou a se ampliar a partir da década de 70, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná (Rosa, 2012).

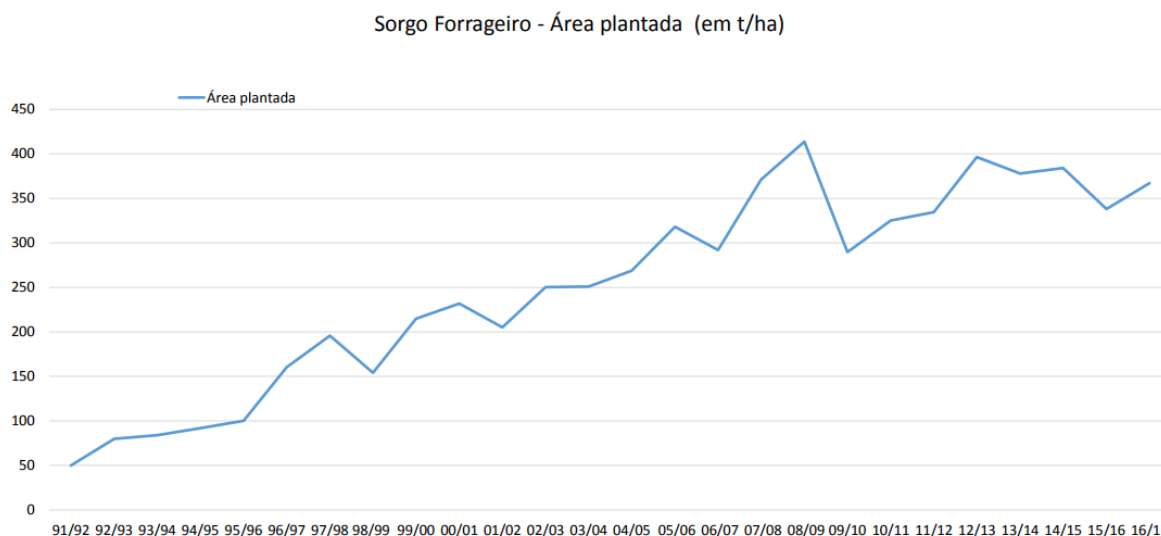
O gênero *Sorghum* abrange todos os sorgos de interesse comercial, independente da morfologia e finalidade de sua utilização, e são reconhecidos pelo menos cinco tipos agronômicos de sorgo no mercado de sementes da maioria dos países produtores, incluindo o Brasil. Estes são o granífero, corte e pastejo, forrageiro, sacarino e biomassa (Borém et al., 2014).

O sorgo granífero possui porte baixo, grãos grandes que se separam das glumas com maior facilidade. É apto à colheita mecanizada e é utilizado principalmente como substituto de milho em rações de aves e suínos apresentando vantagens econômicas em relação a este devido os menores custos de produção (Coelho et al., 2002).

O sorgo corte/pastejo de duplo propósito possui boa quantidade de fibra oriunda das folhagens. Geralmente 50% da produção vêm da folhagem e outros 50% do grão, ou seja, metade do conteúdo da silagem terá alta energia vinda do grão, sendo que este sorgo tem potencial de produção para colher em torno de 10 toneladas de grão e outras 10 toneladas de folhagem. O produto seria um alimento equilibrado, com fibra e energia para quase todas as categorias de bovinos.

O sorgo sacarino é representado por cultivares que apresentam caules longos, suculentos, doces e com menor produção de grãos que o tipo granífero (Wall; Ross, 1975). Pode ser considerado uma alternativa energética quando usado como complemento na produção de etanol. O sorgo sacarino possui ciclo curto de 100 a 130 dias, seu cultivo é feito a partir de sementes com manejo totalmente mecanizado, apresentando grande eficiência no uso de água (Moreira et al., 2013).

O sorgo como planta forrageira é muito utilizado como silagem na alimentação de bovinos por possuir alto teor nutritivo, altos rendimentos de massa seca por unidade de área e características fenotípicas favoráveis ao manejo, plantio, colheita e armazenamento. (Wall; Ross, 1975). Dentre os tipos de sorgo, o sorgo forrageiro é um dos que mais cresce no país. Em 2012/2013, plantou-se no Brasil em torno de 5000.000 ha de sorgo destinados à produção de forragem, passando a ter importância estratégica no abastecimento de grãos e forragem do país (Conab 2013 b). Atualmente, safra 2016/2017, a área plantada de sorgo forrageiro no Brasil é 367.275 ha (APPS, 2017). Este grupo está destinado à produção de forragem a fim de suprir as necessidades de alimentação animal na época de escassez, garantindo oferta de alimento e redução de custos (Parrella et al., 2014).



Fonte: Conab até 1994; Grupo Pró-Sorgo de 1995 em diante

Conhecido como sorgo silageiro, cultivar de porte alto: de 2 a 3 m, da base até o ápice da panícula, alta produção de matéria seca, boa relação entre as partes da planta: folhas/colmo e panículas/planta inteira (Parrella et al., 2014).

O sorgo constitui cultura adequada para o processo de ensilagem por sua facilidade de cultivo, alto rendimento e pela excelente qualidade da silagem produzida, além de dispensar o uso de aditivos como forma de melhorar e estimular a fermentação (Cruz et al., 2001). De acordo com EMBRAPA, 2008, o uso do sorgo para silagem se justifica por suas características agrônomicas. Seus diferenciais são a grande produção de forragem, a maior tolerância à seca e ao calor, a capacidade de explorar um maior volume de solo e por apresentar um sistema radicular abundante e profundo. Outra característica positiva é a possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% do seu potencial no primeiro corte quando submetido a manejo adequado. A produtividade de matéria seca de sorgo forrageiro está correlacionada com a altura da planta, sendo que as plantas de porte mais elevado podem produzir em torno de 15 toneladas por hectare de matéria seca em um único corte.

Segundo os mesmos autores, a digestibilidade das partes da planta (colmos, folhas e panículas) têm forte influência sobre a digestibilidade da planta total. A digestibilidade das panículas é sempre maior que a das folhas e, geralmente, os colmos são as partes da planta de menor digestibilidade. Entretanto, existe uma variação quanto à digestibilidade dentro de cada parte da planta entre os diferentes híbridos encontrados no mercado. O desempenho animal é

otimizado com a maior quantidade de grãos na forragem. A maior porcentagem de panículas contribui para o aumento da qualidade da silagem em função do seu melhor valor nutritivo. Diversos trabalhos têm comparado o desempenho de animais alimentados com silagem de milho e de sorgo. Os híbridos modernos de sorgo forrageiro e de milho para silagem apresentam praticamente valores semelhantes de digestibilidade aparente de matéria seca.

Hoje, o sorgo tem apresentado aumentos significativos na sua utilização como forragem, o que é atribuído ao uso da diversidade genética no desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos diferentes sistemas de manejo no país, apresentando maior produtividade e melhor qualidade do produto. Entre os vários híbridos utilizados desde grupo, o BRS 655 é adaptado para produzir forragem em diversos sistemas de produção, por apresentar alta qualidade de forragem, estabilidade de produção, resistência ao acamamento, conferindo alta produtividade de massa com custo de produção reduzido (Embrapa Milho e Sorgo, 2009).

O sorgo biomassa, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, semelhante aos capins elefante e napier, gramíneas, surge como uma das fontes de energia renovável para a crescente problemática energética.

Sorgo biomassa

O sorgo biomassa vem se destacando no cenário brasileiro por apresentar alta produtividade com potencial para produzir mais de 50 t ha⁻¹ de MS por ciclo, grande quantidade de massa verde, porte alto e colmo fibroso em ciclo de apenas 6 meses (Embrapa, 2014). Possui a particularidade de ser mais sensível ao fotoperíodo, o que possibilita a ampliação do ciclo vegetativo concomitantemente aumenta a produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação com as cultivares insensíveis ao fotoperíodo (Parrella et al., 2010; Pereira et al., 2012). Outras vantagens são: cultura totalmente mecanizável (do plantio à colheita), tolerante ao déficit hídrico, propagação por sementes e a colheita é realizada na entressafra da cana-de-açúcar. Neste caso, quando, não há matéria prima para a produção de etanol nem bagaço para cogeração, reduzindo assim, o período de ociosidade das usinas e termoelétricas e gerando mais renda (Parrella et al., 2010).

O sorgo biomassa é ideal como matéria prima energética por apresentar versatilidade como uma única fonte de amido, açúcar e lignocelulose. Sendo assim, ele ocupa uma posição única como fonte de biomassa adaptável para tecnologias avançadas, biotecnologia bem como para mercados emergentes de energia verde e produção de químicos renováveis (Carrilo, 2014). Esse tipo de sorgo, vem se destacando como cultura promissora,

devidos suas características qualitativas e quantitativas no fornecimento de matéria prima na produção de etanol celulósico e cogeração de energia através da queima da biomassa por apresentar maiores valores de lignina, também denominada energia de segunda geração de biocombustíveis (Parrella et al., 2014).

Este tipo de sorgo é sensível ao fotoperíodo, considerado uma planta de dia curto, que floresce apenas quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos, período entre 21 de março e 22 de setembro, na maior parte do Brasil. No entanto, quando o sorgo biomassa é semeado nos meses de outubro a dezembro, quando o fotoperíodo é maior que 12 horas e 20 minutos, o desenvolvimento da gema floral apenas iniciará a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo e o porte e, concomitantemente, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação a cultivares insensíveis ao fotoperíodo, que florescem em qualquer época do ano e com ciclo curto (MAY, et al. 2013).

Na prática esse fato está diretamente relacionado à época de semeio do sorgo onde o fotoperíodo crítico das plantas pode ser colocado também do seguinte modo: se o comprimento do dia aumenta, a planta não floresce, ao passo que se o comprimento do dia decresce tornando-se menor do que 12 horas e 20 minutos, (nos dias curtos de outono e inverno no período de março a setembro), ocorrerá à indução floral e o florescimento. Sendo assim, o sorgo biomassa é possível de ser cultivado em todas as regiões do Brasil.

Essa iniciativa reflete a maturidade e a importância dessa inovação para o setor sucroenergético no momento atual. Apesar dos esforços da pesquisa pública e privada na direção do uso do sorgo biomassa, ainda existem poucas publicações e falta uma sistematização sobre as informações existentes a respeito da viabilidade da utilização agroindustrial, ou estudos sobre o potencial econômico desse combustível. A obtenção de híbridos exclusivos de sorgo biomassa para a geração de energia teve início em 2008 pela iniciativa da EMBRAPA Milho e Sorgo localizada em Sete Lagoas-MG. Em parceria com iniciativa privada da ERB, realizou diversos ensaios de competição de variedades nos anos de 2012, 2013 e 2014 no município de Santa Vitória - MG.

A partir das avaliações genotípicas e fenotípicas dos diversos tipos de sorgo biomassa oriundos de cruzamentos específicos, foram selecionados os materiais adaptados e que apresentaram as melhores produtividades e características agrônomicas para a agroenergia. Os resultados obtidos nesses ensaios indicaram o híbrido denominado BRS 716, lançado em 2014 e utilizado para o plantio de 52,25 ha no município de Dracena – SP. O híbrido selecionado originou plantas com porte alto, grande quantidade de massa verde e potencial produtivo superiores a 50 t/ha de matéria seca num ciclo de 6 meses. Os caules são fibrosos com teores de

lignina que lhe conferem alta qualidade para a queima direta em caldeiras, com a particularidade de ser mais sensível à fotoperíodo, o que possibilita a ampliação do ciclo vegetativo e conseqüentemente o aumento de produção de biomassa por hectare no ciclo anual da lavoura, em comparação com as cultivares insensíveis ao fotoperíodo (PARELLA, 2010).

Diante do contexto, é importante considerar que do ponto de vista forrageiro, o sorgo biomassa possui alta capacidade de produção de massa, também permite ao produtor ter “estoque no campo” como fonte alternativa de forragem e apto a ser utilizado como alimentação volumosa para ruminantes principalmente no período seco do ano e, além disso, é possível colher e fazer fardos para uso posterior. Contudo, é fundamental conhecer e avaliar sua qualidade como forrageira a partir da análise e mensuração de suas características bromatológicas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE PRODUTORES DE SEMENTES. Evolução da área e produção de sorgo no Brasil. 2017. Disponível em < [www. http://apps.agr.br/Site/Home](http://apps.agr.br/Site/Home) Acesso em 27 de outubro 2017.

BORÉM, Aluizio et al. **Sorgo: do plantio a colheita**. Minas Gerais: Ed.UFV, 2014.

BUSO, W. H. D. **Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal**. PUBVET, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

CARRILLO, M. A. et al. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, London, v. 116, p. 427-431, 2014.

COELHO, A. M. et al. **Seja o doutor do seu sorgo: informações agrônômicas**, Piracicaba, n.100, 2002.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal do sorgo**. Brasília, 2016.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal do sorgo**. Brasília, 2013.

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A.S.; VORAGEN, A.J.; BERKEL, W. Sorghum grains as human food in Africa> relevance of contente of starch na amylase activies. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.5, n.5, p. 384-395, 2006.

DUARTE, J. O. Mercado e comercialização: produção de sorgo granífero no Brasil. In: **Cultivo do sorgo – Sistema de produção** 2. 6. Ed Sete lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, Set 2010. ISSN 1679-012X. (Versão eletrônica).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**, Brasília 2008.

MAY, A. et al. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2013 .62 p.

MOREIRA, L.R. et al. **Caracterização fisiológica de sorgo sacarino em diferentes intensidades de irrigação**. v.15, n.2. Campos dos Goytacazes: Vértices, 2013.

PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2014. 275p.

PARRELLA, R.A.C. et al. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 327 p.

PEREIRA, G. A. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: [s. n.], 2012.

ROSA, W.J. **Cultura do sorgo**. Emater, 2012. Disponível em http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf

ÚNICA. **Indústria Brasileira de Cana de açúcar: uma trajetória de evolução**. Disponível em <[http://www.unica.com.br/linha do tempo/index.html#](http://www.unica.com.br/linha_do_tempo/index.html#)>. Acesso em: 17 de out. 2014.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. **Cultura do Sorgo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 76 p.

WALL, J.S; ROSS, W.M. **Produccion Y usos del sorgo**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sul, 1975.

CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DA FORRAGEM DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E DE POTÁSSIO EM COBERTURA, E ÉPOCAS DE CORTE

RESUMO – No Brasil a alimentação predominante do rebanho bovino é por meio do cultivo de forrageiras cultivadas em épocas e/ou locais onde existe restrição hídrica. O sorgo é a cultura mais adequada, por possuir características que toleram melhor o déficit hídrico e é considerada uma das alternativas para a alimentação animal onde estão concentrados os maiores rebanhos do Brasil. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial forrageiro do sorgo biomassa (BRS 716), comparativamente ao sorgo forrageiro (BRS 655), submetida a diferentes doses de N e K₂O em cobertura em diferentes épocas de corte, conduzida em condições de sequeiro na região Central de Minas Gerais. O experimento foi estabelecido em condições de campo na fazenda experimental da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus de Sete Lagoas. Adotou-se o delineamento em parcelas subdivididas, com repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4 x 6 + 1 sendo 4 doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio (60, 100, 140 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O) na sub parcela, e na subparcela as 6 épocas de corte (89, 101 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE), mais o tratamento adicional (ponto de ensilagem do sorgo forrageiro BRS 655). As características avaliadas foram: produção de Massa verde (MV) e Massa seca (MS) da planta inteira, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular e nutrientes digestíveis totais. O sorgo biomassa (BRS 716) produz 2,5 vezes mais massa verde e 3 vezes mais massa seca, e proporciona cerca de 94% da qualidade forrageira do sorgo forrageiro (BRS 655, considerando os teores de FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular e NDT. O sorgo BRS 716 tem composição da fração fibrosa semelhante à genótipos de sorgos forrageiros. A adubação com 80 kg ha⁻¹ N e 60 kg ha⁻¹ K₂O para o sorgo biomassa é suficiente para a obtenção de alta produção de massa forrageira, nas condições deste trabalho. A produção de massa seca e o índice de qualidade da forragem do sorgo biomassa (BRS 716) aumentam linearmente com o atraso na época de corte das plantas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Adubação; Potencial Forrageiro; Qualidade.

FORAGE QUALITY OF BIOMASS SORGHUM (BRS716) WITH DIFFERENT RATES OF NITROGEN AND POTASSIUM AT DIFFERENT STAGES OF PHYSIOLOGICAL MATURITY

ABSTRACT- Forages are an important component of both beef and dairy confinement production systems. Sorghum is an important forage in these cattle feeding operations, especially in regions with water deficit. The objective of this study was to evaluate both agronomic and forage quality of the biomass sorghum hybrid BRS716 compared to a traditional forage sorghum hybrid. A factorial experiment with four N rates (40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹, top-dressed) x four K₂O rates (60, 100, 140, and 180 kg ha⁻¹, top-dressed) in whole plots and six stages of maturity in subplots (89, 101, 111, 123, 137, 151 days after emergence - DAE) plus a control plot of the forage sorghum hybrid BRS655 harvested 90 DAE. Three replications were conducted at the experimental farm of the Federal University of São João del-Rei, Campus of Sete Lagoas without supplemental irrigation. The variables evaluated were fresh and dry biomass production of the whole plant and leaves stem and panicle, neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), lignin, cellulose, hemicellulose, cell content, and total digestible nutrients (NDT). Biomass sorghum yielded 2.5 times more fresh biomass and three times more dry biomass than the forage sorghum. The former showed about 90 % of forage quality, making it a suitable alternative for feeding cattle. Fertilization with 80 kg N ha⁻¹ and 60 kg K₂O ha⁻¹ was enough to obtain high biomass and high-quality production for forage. The dry mass and forage quality of biomass sorghum (BRS 716) increased linearly with the delay in harvesting time, a behavior opposite of the green mass production.

Keywords: *Sorghum bicolor*; Fertilization; Forage Potential; Quality.

INTRODUÇÃO

No Brasil, pelos sistemas de produção de gado serem predominantemente a pasto, o estudo das plantas forrageiras assume caráter ainda mais relevante. Dentre as diversas forrageiras que se destacam para o armazenamento na época de restrição alimentar, a produção de silagem de milho e sorgo são as que melhor se adaptam para essa finalidade, pela facilidade de cultivo, altos rendimentos de massa verde e grãos e especialmente pela quantidade de silagem produzida, fornecendo forragem de alta produtividade de massa seca aliada à alta qualidade nutricional em diferentes épocas de semeadura, sem a necessidade de adição de qualquer aditivo químico ou biológico (Miranda et al., 2008).

Em épocas e/ou locais onde existe restrição hídrica, o sorgo é a cultura mais adequada para produção de forragem, por possuir características que toleram melhor o déficit hídrico, sendo considerada uma das alternativas para a alimentação animal onde estão concentrados os maiores rebanhos do Brasil. (Alvarenga et al., 2007).

Outro ponto a se destacar da cultura do sorgo é o melhoramento realizado pelas empresas que se dedicam a essa cultura. Antigamente quando se buscava um híbrido para silagem se analisava o material que possuía maior produção de massa seca ou simplesmente aquele que possuía a maior produção de massa verde. Hoje, com o avanço da tecnologia de avaliação e com maior conhecimento da parte nutricional, é sabido que nem sempre o híbrido com maior produção de massa seca é o material que terá maior rendimento animal em carne e leite. Com isso, o trabalho das empresas é selecionar o cultivar que possibilita a maior rentabilidade por hectare em leite e carne (Gaida, 2014).

Com o intuito de expandir a utilização do sorgo como forragem, melhoristas têm trabalhado para desenvolver híbridos que apresentem maior produtividade e melhor qualidade do produto para que supra as necessidades nutricionais dos ruminantes de forma adequada (Teixeira et al., 2014).

Dentre os tipos de sorgo, o sorgo forrageiro constitui a opção mais viável para atender a demanda dos pecuaristas, em razão das suas características bromatológicas, que, à semelhança do milho, possibilitam fermentação adequada e conseqüente conservação deste alimento sob a forma de silagem, pelos teores elevados de proteína bruta em algumas variedades (White et al., 1991) e pelas características agrônômicas, como maior tolerância à seca (Cummins, 1981).

O híbrido de sorgo forrageiro, BRS 655 é adaptado para produzir forragem em diversos sistemas de produção, principalmente por possuir estabilidade de produção, alta resistência à estiagem, alta qualidade da forragem e ainda apresentar resistência ao acamamento e altas

produtividades de massa com um custo de produção significativamente reduzido (EMBRAPA, 2009).

O sorgo biomassa vem se destacando por seu alto potencial em produzir biomassa e dentre as suas utilizações, o bagaço do sorgo representa uma das melhores fontes alternativas para produção em larga escala de etanol de segunda geração por apresentar as vantagens de ser renovável, geograficamente distribuída e relativamente favorável quando o assunto é a emissão de gases poluentes (Somerville, 2006; Somerville, 2007). A cultura apresenta sistema de produção bem definido totalmente mecanizado e propagado através de sementes, possui ciclo curto de produção, além da possibilidade de plantios em áreas de reforma dos canaviais. Ele representa uma biomassa produtiva, rapidamente disponível, de elevado potencial energético para rotas de combustão direta em caldeiras de plantas específicas objetivando a geração de vapor para os processos de produção de açúcar e etanol ou para a geração, utilização e comercialização de energia elétrica.

Para alcançar alta produtividade, o sorgo está relacionado à construção de um sistema de produção eficiente envolvendo a fertilidade do solo e a nutrição e adubação das plantas (Durães, 2011). Este autor comenta que apesar do sorgo biomassa ser uma espécie rústica e possuir boa adaptação a estresses ambientais, ela responde à adubação e por isso o manejo da fertilidade do solo deve atender às necessidades nutricionais da cultura (Coelho et al., 2002).

As cultivares de sorgo selecionadas para a produção de biomassa ainda não são bem conhecidas quanto aos requerimentos nutricionais quando se visam altas produtividades. Entretanto, estabelecendo-se um paralelo com a capacidade de absorção de nutrientes pelo sorgo forrageiro, observada por Franco (2011), pode-se esperar que o sorgo biomassa apresente incremento substancial na produtividade quando cultivado com altas doses de fertilizantes. Aquele autor obteve produtividade de 18,3 t ha⁻¹ de matéria seca, para a cultivar de sorgo forrageiro BRS 610, com extração de nutrientes da ordem de 16, 3, 18, 6, 2, 1 kg t⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S e 14, 5, 42, 71 e 11 g t⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Borges et al (2006) e FRANCO et al (2011) observaram que os nutrientes K e N são os mais acumulados na parte aérea da planta de sorgo e que estratégias de fertilização para alta produção devem preconizar a aplicação destes nutrientes também em cobertura.

O sorgo biomassa, é uma cultura promissora no fornecimento de matéria prima na produção de etanol celulósico e cogeração de energia. Essa biomassa produzida em grande quantidade pode ser uma fonte interessante de forragem. Portanto, justifica-se avaliar o desempenho deste tipo de sorgo como matéria prima para alimentação animal.

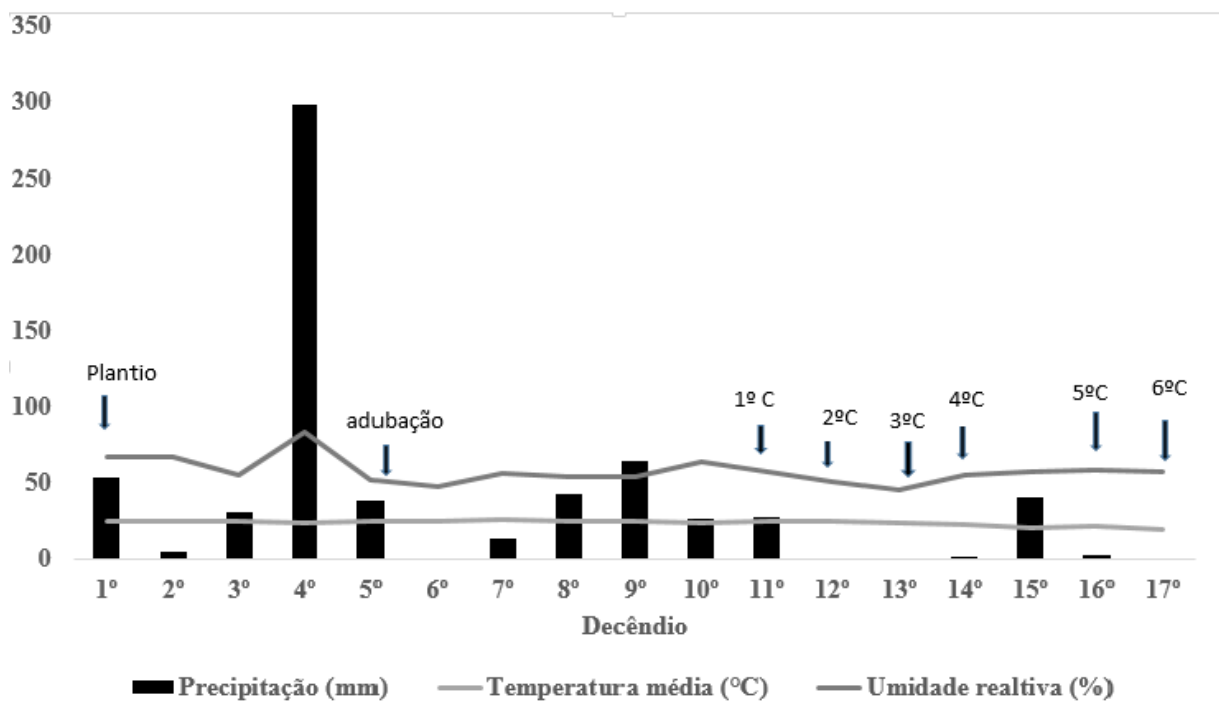
O objetivo deste trabalho foi avaliar qualitativa e quantitativamente o potencial

agronômico e forrageiro de uma cultivar de sorgo biomassa, comparativamente ao sorgo forrageiro (BRS 655), submetida a diferentes doses de N e K₂O aplicado em cobertura em diferentes épocas de corte, conduzida em sistema de sequeiro na região Central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de São João Del Rei, no campus de Sete Lagoas – MG. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas 19° 28' 43,12" de latitude sul e 44° 12' 01,08" de longitude oeste, altitude de 749 m. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho Distrófico, com as seguintes características: pH em água = 6,6; P-Mehlich 1 = 10,76 mg dm⁻³; H +Al = 4,11 cmol_c dm⁻³; Ca = 5,59 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,88 cmol_c dm⁻³; Al = 0,02 cmol_c dm⁻³; SB = 7,691 cmol_c dm⁻³; CTC = 11,801 cmol_c dm⁻³; K = 86,24 mg dm⁻³; Cu= 0,42 mg dm⁻³; Fe = 12,25 mg dm⁻³; Mn= 9,14 mg dm⁻³; Zn = 0,76 mg dm⁻³; matéria orgânica = 3,23 dag kg⁻¹; V% = 65,171; Sat. Al (%)= 0,259; carbono = 1,88 (%).

O clima local segundo Köppen (Ometto, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm. Os dados climáticos observados no período experimental (dezembro/2015 a maio/2016) foram: temperatura média 23,56 °C; umidade relativa média 57,38 %; precipitação total 640,31 mm (Embrapa Milho e Sorgo, 2016). Os dados climáticos por decêndio durante o período experimental (temperatura, precipitação e umidade relativa) se encontram na Figura 1. Evidencia-se no gráfico a época de plantio, as épocas de corte e a época da adubação em cobertura do BRS 716, percebendo-se um período de veranico entre o 12° ao 14° decêndio.



PL: plantio; 1ºC: primeiro corte, 2ºC: Segundo corte, 3ºC: terceiro corte, 4ºC: quarto corte, 5ºC: quinto corte, 6ºC: sexto corte do sorgo biomassa (BRS 716)

Figura1: Temperatura média (°C), precipitação total (mm) e umidade relativa média (%) por decêndio (12/dez/2015 a 24/mai/2016), durante o período experimental. Fontes: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia; Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

O experimento foi instalado no período verão de 2015/2016. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas no tempo com um tratamento adicional e 3 repetições. As parcelas foram dispostas em esquema fatorial $4 \times 4 \times 6 + 1$, sendo 4 doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio (60, 100, 140 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O) aplicados em cobertura na parcela, e subparcela foram alocadas as 6 épocas de corte do BRS 716 (89, 101, 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE) e um tratamento adicional (testemunha - BRS 655, colhido no ponto de ensilagem), em que foram utilizados duas doses dentre todos os tratamentos sendo: testemunha 1 (menor dose) e testemunha 2 (dose de maior produtividade). Para a testemunha, BRS 655, foi trabalhado um experimento à parte, considerando o fatorial do sorgo BRS 716 e posteriormente foram realizadas as análises adicionais do sorgo BRS 655.

No total foram 336 parcelas para avaliações, sendo 288 do BRS 716 ($4 \times 4 \times 3 \times 6$) e 48 do BRS 655 ($4 \times 4 \times 3$). A definição das épocas de corte para o BRS 716 visou contemplar um período anterior ao florescimento até a maturidade fisiológica.

No preparo do solo da área experimental foi utilizada uma grade aradora e uma grade niveladora um dia antes da semeadura para marcação das linhas de plantio para a semeadura

manual.

As cultivares de sorgo avaliadas foram o sorgo biomassa BRS 716 (sensível ao fotoperíodo) e o sorgo forrageiro BRS 655 (insensível ao fotoperíodo) utilizado como testemunha, ambas recomendadas para as condições edafoclimáticas da região Central de Minas Gerais. Esses cultivares utilizados são originados do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As parcelas constaram de quatro fileiras de cinco metros espaçadas de 0,70 metros. A semeadura foi realizada em 17 de dezembro de 2015 com a emergência ocorrendo em 24 de dezembro de 2015.

O desbaste das plantas foi feito aos 35 dias após a emergência (DAE), ajustando-se a população para 8 plantas m^{-1} (110.000 plantas ha^{-1}) para o BRS 716 e 9 plantas m^{-1} (135 mil plantas para o BRS 655). Foi realizada a aplicação de enraizador (organomineral foliar) em todas as parcelas (15 ml/bomba: 20 litros) aos 5 dias após emergência e o controle de plantas daninhas foi em pós-emergência aos 20 DAE com capina manual.

A correção do solo não foi necessária, considerando os resultados da análise da amostra de solo. Em todos os tratamentos, a adubação de semeadura foi de 300 kg ha^{-1} do formulado N-P-K 04-30-10, baseando-se nos resultados da análise química do solo e uma expectativa de 50 t ha^{-1} de massa seca (Parrella et al., 2010).

A adubação de cobertura foi realizada aos 37 DAE, quando as plantas apresentavam 4 a 5 folhas completamente desenvolvidas. O florescimento ocorreu aos 123 DAE para o BRS 716 e aos 70 DAE para o BRS 655.

Para o BRS 716 o 1º corte foi aos 89 DAE, o 2º corte aos 101 DAE, o 3º corte aos 111 DAE, o 4º corte aos 123 DAE, o 5º corte aos 137 DAE e o 6º corte aos 151 DAE. Já para o BRS 655 o corte ocorreu no ponto de ensilagem, observado aos 90 DAE.

Em cada época, 5 plantas foram cortadas manualmente e rentes ao solo nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura. O material colhido foi pesado e os valores obtidos transformados em kg ha^{-1} para a obtenção da massa verde da planta inteira (colmo, folhas e panícula). Esse material foi picado, homogeneizado e retiradas amostras de cerca de 400 g para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até o peso constante obtido com auxílio de balança eletrônica portátil para a obtenção da massa seca. Em seguida, as plantas foram pesadas e processadas em moinho Willey (peneira com malha de 1 mm) e acondicionadas em sacos de polietileno para posterior envio às análises laboratoriais.

Foram realizadas, posteriormente, as análises bromatológicas no laboratório de composição centesimal da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG.

Para as características quantitativas, ou seja, de produção, foram avaliadas a massa verde e massa seca da planta inteira.

a) Produção de massa verde da planta inteira: determinada em kg por parcela por meio da pesagem das plantas da área útil. Os valores obtidos foram convertidos em t ha⁻¹.

b) Produção de massa seca da planta inteira: após o material ser colhido e armazenados em sacos de papel foi realizada a pre-secagem do material determinada pela diferença de peso da amostra do material recém colhido e posteriormente submetido a secagem em estufa a 65°C. Os dados de massa seca foram convertidos para t ha⁻¹.

As características qualitativas (bromatológicas) avaliadas foram, FDN, FDA, lignina, hemicelulose, celulose, conteúdo celular, em %, da planta inteira determinado pelo aparelho instrumental NIRS, através da absorção da luz infravermelha proximal (1100 a 2500 nm) por compostos orgânicos (Newisi-NIRS2, 1996). A fração NDT foi obtida através de equação: % de NDT = [88,9 - (0,779* FDA%)], (Paterson, 2000).

Com o objetivo de compilar as variáveis de qualidade da forragem (FDN, FDA, lignina, celulose, conteúdo celular, NDT, hemicelulose) foi construído um índice de qualidade, visando facilitar a interpretação e a tomada de decisão. Esse índice foi criado através do procedimento de análise de componentes principais (PCA), técnica pertencente a classe das estatísticas multivariadas. Essa técnica tem a capacidade de reduzir a dimensionalidade dos dados em um número de componentes menor ou igual a quantidade de variáveis iniciais. Em algumas situações apenas um componente é suficiente para explicar a maioria da variância presente nos dados originais. A aplicação da PCA foi feita utilizando a função *prcomp* do pacote *stats* do software R (Team R, 2017) e posteriormente a componente principal (PCA1) da PCA foi normalizada para valores entre 0 e 1, utilizando a expressão abaixo, e então denominada como índice de qualidade.

$$IQ = \frac{PCA1 - PCA_{min}}{PCA1_{max} - PCA1_{min}}$$

Em que: IQ é índice qualidade após a normalização do primeiro componente principal (PCA1); $PCA1_{min}$ é o valor mínimo da PCA1 e $PCA1_{max}$ é o seu valor máximo.

O índice obtido permitiu mensurar a qualidade forrageira do sorgo biomassa BRS 716 em relação ao sorgo forrageiro BRS 655, genótipo com reconhecido e eficiente desempenho forrageiro.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio de funções básicas do software R (Team R, 2017), e quando ocorreram diferenças significativas,

identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), realizou-se os testes de comparações múltiplas Tukey e Dunnet em nível de 5% de significância. Também para os resultados submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), foi aplicado o modelo de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003). Os modelos para ajuste das equações foram escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para a cultivar BRS 655, utilizada como testemunha, para as características massa seca, massa verde e índice de qualidade em função das doses de nitrogênio e potássio em cobertura, está apresentado na tabela 1. Observa-se que não houve resposta significativa em nenhuma das características avaliadas em função das doses de nitrogênio e potássio utilizados nas condições de realização do experimento.

Tabela 1: Resumo das análises de variância para produção de massa seca (MS) em $t\ ha^{-1}$, massa verde (MV) em $t\ ha^{-1}$ e índice de qualidade (IQ) da planta de sorgo forrageiro (BRS 655), em função das doses de nitrogênio e potássio em análise. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	Quadrado Médio		
		MS	MV	IQ
Bloco	2	0,1168 ^{ns}	11,622 ^{ns}	0,1084 ^{ns}
N	3	1,463 ^{ns}	21,508 ^{ns}	0,056 ^{ns}
K	3	1,9928 ^{ns}	27,77 ^{ns}	0,064 ^{ns}
N*K	9	1,839 ^{ns}	37,692 ^{ns}	0,062 ^{ns}
Erro (a)	30	2,9923 ^{ns}	47,687 ^{ns}	0,044 ^{ns}
Total	47			
CV (%)		23,62	24,3	36,33

^{ns} Não significativo ($P > 0,05$)

Observa-se que não houve diferença na produção de massa seca, massa verde e para o índice de qualidade da planta para as diferentes doses de nitrogênio e potássio do sorgo forrageiro (BRS 655). Isso evidencia e confirma a boa adaptação, estabilidade e pouca representatividade do acamamento das plantas em campo deste cultivar de sorgo para o ambiente de desenvolvimento do trabalho.

A produção média do sorgo BRS 655 para a massa verde foi de $28,41\ t\ ha^{-1}$, a dose

que apresentou maior produtividade (N160 - K100 - Testemunha 2) foi 35,73 t ha⁻¹, assim com a massa seca, a maior produção foi na dose N60 - K100 com 9,02 t ha⁻¹ e a média entre as doses foi 7,28 t ha⁻¹.

O resumo das análises de variância quando utilizado a testemunha 1 (para menor dose) e testemunha 2 (para maior produtividade) considerando as características massa seca, massa verde e qualidade da planta em função das doses de nitrogênio e potássio em cobertura em diferentes épocas de corte do sorgo biomassa BRS 716, está apresentado nas tabelas 2. Observam-se, resposta significativa dentre os tratamentos (doses de N e K₂O do BRS 716 e da testemunha BRS 655) para a produção de massa verde, massa seca e índice de qualidade da planta, também reposta significativa para o fatorial 4x4 (doses de N e K₂O) e a interação fatorial*testemunha. Também houve significância para as épocas de corte analisadas para a produção de massa verde, massa seca e índice de qualidade. Não houve resposta significativa para a interação tratamento*corte. Para a dose de maior produtividade houve resposta significativa dentre os tratamentos (doses de N e K₂O do BRS 716 e da testemunha BRS 655) para a produção massa seca e índice de qualidade da planta, o mesmo para o fatorial 4x4 (doses de N e K₂O) e a interação fatorial*testemunha. Também houve significância para as épocas de corte analisadas para a massa seca e índice de qualidade. Não houve resposta significativa para a interação tratamento*corte (Tabela 4).

Tabela 2: Análises de variância para o sorgo biomassa (BRS 716) em função de quatro dose de N, quatro doses de K₂O em cobertura, considerando seis épocas de corte, em relação ao tratamento de menor dose (N40 - K60 – testemunha 1) e maior produtividade (N160 - K100 – testemunha 2) do sorgo BRS 655 cortado no ponto de ensilagem para massa seca (MS), em t ha⁻¹, massa verde (MV), em t ha⁻¹, e índice de qualidade (IQ). UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	Q M					
		TESTEMUNHA 1			TESTEMUNHA 2		
		MS	MV	IQ	MS	MV	IQ
Bloco	2	85,6 ^{ns}	554 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	90,5 ^{ns}	581,4	0,0056 ^{ns}
Tratamento	16	123,2 ^{**}	1232 ^{**}	0,03529 [*]	113,9 ^{**}	1104,5	0,0553 ^{***}
Fatorial	15	101,8 [*]	998 ^{**}	0,0272 [*]	98,3 [*]	997,9	0,0272 [*]
Fatorial*Testemunha	1	496,7 ^{**}	4750 ^{**}	0,15662 ^{**}	348,7 ^{**}	2704,4	0,4774 ^{***}
Erro (a)	32	40,7	363	0,5091	40,6	40,6	0,0151
CV (%)		35,3	31,4	31,3	35,2	31,7	31,3
Corte	5	189,92 ^{***}	7852 ^{***}	0,5936 ^{***}	189,92 ^{***}	7852	0,5936 ^{***}
Tratamento*Corte	75	16,91 ^{ns}	170 ^{ns}	0,0159 ^{ns}	16,91 ^{ns}	170	0,0159 ^{ns}
Erro (b)	160	15,36	148	0,0106	15,36	148	0,0106
CV (%)		21,7	20,1	25,5	21,7	20,1	25,5

***Significativo (P<0,001); **Significativo (P<0,01); *Significativo (P<0,05); ^{ns}Não significativo (P>0,05)

Para a produção de massa seca, houve uma resposta linear e crescente ao aumento na idade de corte das plantas, estimado pela equação: $MS = 0.03732 * CORT + 15.43388$, com o ganho diário de 37,32 kg ha⁻¹ até a maturidade fisiológica.

Em relação à produção de massa verde, houve uma resposta linear e decrescente ao aumento na idade de corte das plantas, estimado pela equação $MV = -0.32163 * CORT + 104.07755$ com uma perda diária de 321,63 kg ha⁻¹ até a maturidade fisiológica.

Também para o índice de qualidade forrageira do sorgo biomassa, houve uma resposta linear e crescente ao aumento na idade de corte das plantas, estimado pela equação $IQ = 0.0036427 * CORT - 0.0314566$ com um ganho diário no índice de qualidade de 0,0036 até a maturidade fisiológica. A produção de massa seca e o índice de qualidade da forragem do sorgo biomassa (BRS 716) aumentam linearmente com o atraso na época de corte das plantas.

Tabela 3: Produção de Massa Seca (t ha⁻¹) e de Massa Verde (t ha⁻¹) do sorgo biomassa (BRS 716) em função das doses de N e de K₂O, e do sorgo forrageiro BRS 655 (testemunha 1 - N40-K60 e testemunha 2 - N160-K100). UFSJ, Sete Lagoas – MG, 2017.

Tratamentos (BRS 716)	MASSA SECA	MASSA VERDE
N80-K60	23,97 a	80,68 a
N120-K140	23,34 a	76,23 ab
N80-K180	22,27 ab	72,05 abc
N40-K140	21,92 ab	71,98 abc
N160-K180	20,83 ab	71,26 abc
N120-K100	20,29 ab	66,86 abc
N160-K60	19,79 ab	65,47 abc
N40-K100	19,66 ab	65,07 abc
N40-K60	19,55 ab	65,05 abc
N160-K140	19,39 ab	64,13 abc
N80-K100	19,32 ab	63,74 abc
N40-K180	19,02 ab	62,31 abc
N80-K140	18,68 ab	61,65 abc
N120-K60	18,57 ab	61,38 abc
N120-K180	16,34 ab#	57,03 bc#
N160-K100	14,86 b*#	49,70 c*#
Testemunhas (BRS 655)		
Testemunha 1	6,93 *	25,91 *
Testemunha 2	9,02 #	35,73 #

* Estatisticamente igual a testemunha de menor investimento (N40-k60), pelo teste Dunnett a 0,05 de probabilidade. # Estatisticamente igual a testemunha de maior produtividade (N160-k100), pelo teste Dunnett a 0,05 de probabilidade. Em cada tratamento, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A produção média de massa verde do sorgo BRS 716 em todos os tratamentos foi

65,91 t ha⁻¹, oscilando entre 49,70 e 80,68 t ha⁻¹ (Tabela 5), sendo que o tratamento de melhor desempenho, N80-K60, superou em 2,2 vezes a produção da testemunha 2 e 3,2 a da testemunha 1.

Os valores de produção observados do BRS 716 estão de acordo com Valente (1997) que afirmam que a produção mínima deve ser de 40 t ha⁻¹ para não se tornar inviável economicamente a produção de massa forrageira, colocando assim o BRS 716 como boa alternativa forrageira. Porém, esses valores obtidos são ainda inferiores ao potencial de produtividade estabelecido pelo programa de melhoramento genético de sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) da Embrapa que busca uma produtividade de biomassa de 150 t ha⁻¹ (Magalhães et al., 2003).

O ciclo do BRS 716 obtido nesta pesquisa foi de cerca de 151 dias, com ocorrência do florescimento aos 123 dias considerando a época de semeadura e a sensibilidade do genótipo ao fotoperíodo. No trabalho de Parrella et al. (2010) e Parrella et al. (2011), com experimento sob irrigação suplementar durante veranico e adubação de plantio foram utilizados 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08 - 28 - 16 e aplicação de 200 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura (Parrella, 2011), os materiais floresceram com 147 dias e 138 dias nos locais do experimento, ou seja, passaram bem mais tempo no campo acumulando biomassa, superando os dias que ocorreu com este trabalho. Essa variação de ciclo dos materiais sensíveis ao fotoperíodo é um fator positivo a ser explorado no cultivo do sorgo para potencializar a produção de biomassa e que, aliado a outras características, evidencia o quanto promissor é o sorgo como forragem.

Por outro lado, as médias encontradas nesse trabalho para o sorgo biomassa superam as médias de produção de massa seca para cultivares de sorgo forrageiro comerciais existentes no mercado, que estão em torno de 15 a 20 t ha⁻¹ (Rodrigues et al., 2008; Skonieski et al., 2010).

Massa seca (MS) é todo material que resta após a remoção de toda a água. A MS não é um nutriente, mas nela está contida a matéria orgânica e inorgânica, que são os grupos de nutrientes mais importantes para o desenvolvimento dos animais. A determinação da matéria seca é importante, uma vez que a água fornecida aos animais é um nutriente essencial com recomendação para consumo à vontade e como ela não tem valor energético, seu valor econômico nutricional é zero. Para ruminantes a umidade das dietas pode variar de 90 a 20% (ou seja, ter de 10 a 80% de MS), especialmente em função da proporção de forragem na dieta, o que torna bastante complicado comparar dietas em matéria original (MO). E, mesmo com a dieta com uma quantidade fixa de volumoso, poder haver grande variação no teor de

umidade da dieta ao longo do tempo. Isto pode ter implicações no balanceamento da dieta e certamente tem na quantidade de fornecimento destas.

Em relação a produção de massa seca do sorgo BRS 716, a média foi 19,86 t ha⁻¹, variando entre 14,86 a 23,97 t ha⁻¹. A maior produtividade N80 - K60 (23,97 t ha⁻¹) superou a testemunha 2 em 2,6 vezes e a testemunha 1em 3,4 vezes (Tabela 5).

Os resultados da produtividade de massa seca total estão de acordo com outros trabalhos com investigação do potencial de sorgo para a produção de biocombustíveis, como no de Hoffmann Junior & Rooney (1982), que obtiveram uma média de 23,53 t ha⁻¹ de massa seca, na região do Texas, EUA, envolvendo seis genótipos de sorgo lignocelulósico ou biomassa; também no de Amaducci et al. (2000), em que o sorgo produziu 26,2 t ha⁻¹ de massa seca, na região norte da Itália, superando as produtividades do milho, kenaf e cânhamo e superou também a produção de massa seca desse experimento.

A época de plantio mais indicada para a cultura do sorgo biomassa é de outubro até meados de dezembro, quando o sorgo pode expressar melhor o seu potencial produtivo. Dados de Parrella et al. (2010), em pesquisa com materiais plantados em novembro (Sete Lagoas, MG) e dezembro (Nova Porteirinha, MG), no ano de 2009, resultaram em produtividades médias de massa seca de 22,71 e 33,87 t ha⁻¹ para o CMSXS 7020 e o CMSXS 652, respectivamente, considerando os dois locais. Essa produtividade de massa seca supera as produtividades encontradas nesse trabalho uma vez que o plantio do sorgo biomassa foi realizado no final do período recomendado o que pode ter influenciado na produção de massa seca por ter passado menos tempo no campo. Além disso, a condução do experimento foi em sistema de sequeiro, em período com déficit hídrico (Figura 1), o que pode ter proporcionado menor produção de matéria seca do híbrido.

Na avaliação da aptidão forrageira de cultivares e sorgo, é importante destacar que os principais componentes de produção de volumosos são a massa verde e a massa seca. Essa alta produção de massa do BRS 716 é importante quando associamos ao uso forrageiro para alimentação animal sabendo que a disponibilidade de massa verde e o consumo de matéria seca são um dos principais fatores que controlam a produção de ruminantes.

Contudo, em se tratando de qualidade forrageira a determinação dos teores das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens e as variáveis Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido, Celulose, Hemicelulose, Lignina, Conteúdo Celular e Nutrientes Digestíveis Totais, são importantes para avaliar o comportamento de cultivar do sorgo como forrageiro. Os resultados obtidos para essas variáveis com os cultivares de sorgo BRS 716 e BRS 655 estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Valores para Índice de Qualidade (IQ), FDA (%) e teores de FDN, lignina, conteúdo celular, hemicelulose, NDT e celulose (CEL) do sorgo biomassa (BRS 716) em função das doses de nitrogênio e potássio e do sorgo forrageiro BRS 655 (testemunha 1 - N40-K60 e testemunha 2 - N160-K100). UFSJ, Sete Lagoas – MG, 2017.

TRAT	IQ	FDA	FDN	LIG	CCEL	HEMIC	NDT	CEL
N120-K100	0,37 bcd	39,42 ab	66,64 abcd	5,30 abc	33,36 abcd	27,22 bc*	60,24 bc	34,12 abc
N120-K140	0,40 abc	39,02 abc	66,32 bcd	5,20 bcd	33,68 abc	27,30 abc*	60,52 abc	33,82 abc
N120-K180	0,38 abcd	39,39 ab	66,51 bcd	5,15 bcd	33,49 abc	27,12 c*#	60,27 bc	34,25 abc
N120-K60	0,36 cd	39,54 ab	66,93 ab	5,37 ab*	33,7 cd	27,38 abc*	60,16 bc	34,18 abc
N160-K100	0,37 bcd	39,43 ab	66,72 abc	5,13 bcd	33,28 bcd	27,29 abc*	60,24 bc	34,30 ab
N160-K140	0,42 abc	38,86 bc	66,01 bcd	5,20 bcd	33,99 abc	27,15 c*#	60,64 ab	33,65 abc
N160-K180	0,41 abc	38,83 bc	66,32 bcd	5,27 abcd	33,68 abc	27,49 abc*	60,66 ab	33,56 bc
N160-K60	0,31 d	40,00 a	67,65 a	5,54 a*	32,35 d	27,65 a	59,84 c	34,46 a
N40-K100	0,42 abc	38,93 bc	66,05 bcd	4,97 d	33,95 abc	27,12 c*#	60,59 ab	33,96 abc
N40-K140	0,40 abc	39,11 abc	66,27 bcd	5,25 abcd	33,73 abc	27,16 bc*#	60,46 abc	33,86 abc
N40-K180	0,42 abc	38,72 bc	66,30 bcd	5,30 abc	33,70 abc	27,58 ab	60,74 ab	33,42 bc
N40-K60	0,45 ab	38,55 bc	65,66 cd*	5,13 bcd	34,34 ab*	27,11 c*#	60,85 ab	33,43 bc
N80-K100	0,45 ab	38,57 bc	65,68 cd*	5,19 bcd	34,32 ab*	27,10 c*#	60,84 ab	33,38 c
N80-K140	0,39 abcd	39,24 abc	66,51 bcd	5,22 abcd	33,50 abc	27,27 abc*	60,38 abc	34,01 abc
N80-K180	0,41 abc	39,03 abc	66,16 bcd	5,20 bcd	33,84 abc	27,13 c*#	60,52 abc	33,83 abc
N80-K60	0,46 a	38,38 c*	65,53 d*	5,01 cd	34,48 a*	27,14 c*#	60,97 a*	33,38 c
Testemunha								
N40 - K60	0,63 *	36,57 *	63,65 *	6,12 *	36,35 *	27,08 *	62,241*	30,45 *
N120-K180	0,80 #	34,92 #	61,37 #	6,31 #	38,63 #	26,45 #	63,39#	28,61 #

* Estatisticamente igual a testemunha de menor investimento (N40-k60), pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. # Estatisticamente igual a testemunha de maior produtividade (N160-k100), pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Em cada tratamento, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os NDT expressam em porcentagem o valor nutritivo dos alimentos, ou seja, mede a energia em kg, não em unidades energéticas, podendo ser convertido em energia, levando-se em consideração que 1 kg de NDT equivale a 4.410 kcal de energia digestível (Neiva et al., 2006).

Os valores para NDT do sorgo BRS 716 em todos os tratamentos foi em média 60,49%, variando de 59,83 a 60,9711%. O maior percentual observado foi obtido com N80-K60 (60,97%), que é estatisticamente igual ao obtido com a testemunha 1 (62,24%), e muito próximo ao obtido com a testemunha 2 (63,39%). Sendo que o NDT é uma forma de expressar a energia do alimento usado na dieta de um animal e indicar a quantidade de energia contida no alimento para atender às exigências nutricionais, esses resultados permitem inferir que o sorgo biomassa em estudo tem aptidão forrageira, que deve ser dimensionada e relacionada com outras variáveis.

Os teores de NDT encontrados nesse trabalho foram pouco inferiores ao encontrados por Ribeiro et al. (2002), que relataram valores de 63,59; 72,16 e 74,02% de NDT para as silagens de sorgo, milho e girassol respectivamente. Segundo Keplin (1992), para ser considerada de boa qualidade, uma silagem deve apresentar de 64 a 70% de NDT e, considerando essa suposição, o sorgo BRS 716 se aproximou dessa faixa. Assim, os resultados observados para o cultivar em estudo são um indicativo de boa qualidade nutricional desse material.

O conhecimento da relação entre a necessidade diária animal em NDT e a produção em de NDT por hectare, é uma ferramenta para a avaliação do BRS 716 a ser utilizado como forragem. Diante disso, sabendo que a exigência diária em NDT para um animal de 300 kg e ganho de 1 kg/dia é de 4,93 kg de NDT/dia (AFRC, 1993) sendo então o consumo de massa seca por dia de 7,5 kg dia⁻¹ considerando 2,5% do peso vivo, de acordo com Almeida et al. (2003), os valores de MS e MV obtidos pelo sorgo BRS 716 e pelas testemunhas 1 e 2 (tabela 3) proporcionariam 4,57, 4,96 e 4,75 kg de NDT dia⁻¹, respectivamente; assim o sorgo BRS 716 atenderia 93% da exigência em NDT nas condições desse animal. Ainda, se considerarmos a média de NDT das testemunhas 1 e 2 (4,85 kg NDT dia⁻¹) o sorgo BRS 716 atenderia 95% da qualidade forrageira do sorgo BRS 655.

Contudo, para atingir a exigência animal em NDT de 4,93 kg dia⁻¹, o consumo em MV diário seria 27, 27,8 e 30,8 kg dia⁻¹ do BRS 716 e das testemunhas 1 e 2, respectivamente. Isso permite inferir que o sorgo BRS716 proporcionou cerca de 94% da qualidade da forragem do BRS 655.

Quando o consumo de massa seca por dia por animal atender às suas exigências energéticas, e quando os animais são alimentados com rações palatáveis, baixas em capacidade de enchimento e prontamente digestíveis, o consumo é regulado a partir da demanda energética do animal (Mertens, 1994); sendo assim, com os valores obtidos com o sorgo biomassa teríamos essa exigência atendida sendo 27 kg o consumo diário de MV.

Segundo Brione et al (2007), a estimativa de ingestão de MS (kg/cabeça/dia) para animais inteiros da raça Nelore com 300 kg de peso vivo e com ganhos de peso de 1 kg/dia seria de 10 kg de MS, aproximadamente 30 kg de MV por dia com um valor de NDT 60%. Assim, a decisão pelo uso forrageiro do BRS 716, considerando os resultados obtidos nesse trabalho, satisfaz a exigência animal tanto em NDT como em quantidade de MV a ser consumida diariamente respaldando o uso forrageiro deste genótipo.

As exigências de NDT para manutenção e produção animal em diferentes categorias está relacionada com o peso vivo, raça, aptidão zootécnica (carne e/ou leite) e idade. Assim para atender as exigências diárias, seria necessária uma dieta balanceada (volumoso e concentrado) de modo que quando o valor nutricional da forrageira oferecida não atender a essas exigências, faz-se necessário a complementação com alimentação concentrada.

O valor médio do conteúdo celular em todos tratamentos do sorgo biomassa foi de 33,67%, variando de 32,34% a 34,48, e maior percentual de conteúdo celular obtido com o tratamento N80-K60 (34,48%) que é estatisticamente igual à testemunha 1 (36,35%). Os valores observados respaldam também o BRS 716 como genótipo de sorgo com aptidão forrageira visto que dentre os carboidratos existem os carboidratos estruturais que estão presentes na parede celular e os carboidratos não estruturais (não fibrosos) que se encontram no conteúdo celular e são chamados de amido e açúcares solúveis em água. Assim alimentos não fibrosos são considerados boas fontes energéticas para aumento dos microorganismos ruminais (Carvalho et al. 2007) e o sincronismo entre a taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos podem ter importante resposta sobre os produtos finais da fermentação e sobre a produção animal (Nocek e Russell, 1988). De acordo com os autores supracitados, o teor de FDN, na forragem, interfere na solubilidade do conteúdo celular uma vez que alimentos menos fibrosos são melhores como fonte de energia para ruminantes e tornam os carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação ruminal.

Segundo Zenebon (2008), por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular (parte da forragem solúvel em detergente neutro), formado principalmente de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros componentes solúveis em água da parede celular (parte da forragem insolúvel em detergente neutro - FDN) que é constituída

basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína danificada pelo calor e proteína da parede celular e minerais (cinzas).

Valores semelhantes ao deste trabalho para conteúdo celular foram encontrados por Magalhães et al. (2010), que trabalharam 25 híbridos de sorgo de duplo propósito em Sete Lagoas-MG, adubados com 400 kg ha⁻¹ de NPK 08-28-16 e 100 kg ha⁻¹ de ureia, quando avaliaram as plantas com os grãos no estágio de leitoso a pastoso e obtiveram 27 a 41% de conteúdo celular, indicando que o BRS 716 possui esse parâmetro em uma faixa aceitável para uma planta forrageira. Corroborando com esses resultados, Simão et al. (2015) avaliaram o desempenho de milho, milheto e híbrido de sorgo forrageiro BRS 655 adubado com 450 kg ha⁻¹ de NPK 08-28-16, e duas adubações de cobertura 90 kg ha⁻¹ de N e 70 kg ha⁻¹ de NPK 30-00-20 aos 25 e 35 dias, respectivamente, sendo que obtiveram 28,2% de conteúdo celular, valor esse também próximo ao obtido com o BRS 716. Também, Zago (2001) analisando sorgo de porte alto para carboidratos não estruturais obteve valores 30% de conteúdo celular, semelhante aos deste trabalho, sendo que carboidratos são um dos componentes mais importantes da planta a serem usada como forragem.

A determinação da fração fibrosa pode ser feita, segundo, Van Soest (1967) e Van Soest e Wine (1967), por um método de sistemas de detergentes para a análise de fibras. Nesse sistema o alimento é dividido na fração solúvel a qual é rapidamente e completamente disponível, e a fração insolúvel, que é lenta e incompletamente insolúvel. A fibra em detergente neutro (FDN) isola a celulose, hemicelulose e lignina com alguma contaminação de pectina, proteína e cinzas. Como meio de quantificar os componentes isolados da fibra, Van Soest, adicionalmente, criou a fibra em detergente ácido (FDA), a qual é composta de celulose, lignina, sílica e proteína insolúvel em detergente ácido (MACEDO JÚNIOR et al, 2007). Dos métodos utilizados para quantificar a fibra, (FDN e FDA), somente a FDN mensura os três maiores componentes indigestíveis ou incompletamente digestíveis das plantas: Lignina, celulose e hemicelulose (Mertens, 2001).

O percentual médio de FDN em todos os tratamentos do sorgo BRS 716 foi de 66,32%, variando de 65,53 a 67,65%, sendo que o tratamento de menor percentual N80-K60 (65,53%), é estatisticamente igual à testemunha 1 (65,52%) (Tabela 6).

A determinação das frações fibrosas é muito importante na caracterização de forragens quanto ao seu valor nutritivo e dentre essas frações se encontra a FDN, que é uma característica diretamente relacionada ao consumo voluntário da forragem e à velocidade de passagem do alimento no rúmen, e quanto menor o valor de FDN, maior o consumo de massa seca e maior o desempenho animal. Van Soest (1994) relata que para boa digestibilidade dos materiais para

utilização forrageira, os valores de FDN devem ser entre de 55 a 60%, e que valores acima se correlacionam negativamente com o consumo voluntário de massa seca pelo animal.

Resultados encontrados por Araújo *et al.* (2007) mostram valores de FDN de 62,6%, 61,5% e 59,1% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente, valores esses inferiores aos encontrados deste trabalho.

Por outro lado, os valores determinados por Rodrigues *et al.* (2002) para FDN (64,62%), quando avaliaram o híbrido forrageiro AG 2005 colhido aos 97 dias de crescimento vegetativo, e os de Pedreira *et al.* (2003), em experimento com oito híbridos e adubação nitrogenada equivalente a 60 kg ha⁻¹ cortado entre 99 e 113 dias, apresentaram variação de 57,0% a 70,3% para FDN contemplando os valores encontrados para o sorgo BRS 716 neste trabalho.

Para Mertens (1992), a limitação por consumo voluntário de uma forragem pode ser correlacionada ao nível de fibra em detergente neutro (FDN) e propôs o valor médio de consumo de 1,2% do peso vivo em FDN.

Em média, os valores de FDA do sorgo BRS716 em todos os tratamentos foi de 39,06%, variando de 38,38 a 40%, o tratamento de menor percentual N80-K60 tem 38,38% é estatisticamente igual à testemunha 1 (36,57%) (Tabela 6).

A FDA é inversamente proporcional à digestibilidade (Van Soest, 1994; Rosa *et al.* 2004), ou seja, quanto menor o teor de FDA, maior a digestibilidade da massa seca do alimento (forragem) pelo animal, proporcionando maior consumo voluntário.

Os valores encontrados nesse trabalho são superiores aos obtidos por Borges (1995) (20,5%), Bernardino (1996) (30,2%) e Nogueira (1995) (26,3%) que utilizaram sorgos de portes alto, baixo e médio, respectivamente. Entretanto, os valores obtidos nesse trabalho estão de acordo com os encontrados por Rodrigues *et al.* (2011) que relatam que os níveis ideais de FDA para as forragens estão em torno de 30% (bom consumo animal) e que níveis acima de 40% de FDA proporcionam menor consumo pelo animal.

Já Rodrigues Filho *et al.* (2006) trabalhando com 4 híbridos de sorgo forrageiro (CMSXS 762, BRS 610, BR 700, e BR 506) submetidos a três doses de nitrogênio: 50 kg/ha, 75 kg/ha e 100 kg/ha, verificaram diferença significativa entre os híbridos e adubação, destaque para a cultivar sacarina BRS 506 que obteve 36,07% de FDA com dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, obtendo bom desempenho com baixa dose como neste trabalho. Assim, podemos inferir que os valores proporcionados pelo sorgo biomassa são próximos aos de genótipos de sorgo com comprovada aptidão forrageira.

Considerando os valores encontrados de FDN e FDA neste trabalho e que este híbrido

apresenta baixa porcentagem de participação da panícula na matéria seca total, isso talvez explique os elevados teores de FDN e FDA, com reflexos provavelmente no consumo e digestibilidade da matéria seca. Dessa foram, Bruno et al. (1989), trabalhando com híbridos de sorgo forrageiro de baixa produção de grãos para silagem, concluíram que os maiores conteúdos de PB, FDN, FDA e LIG se encontram na porção folhas e menores conteúdos, na porção colmo. O desempenho animal melhora com o aumento da participação dos grãos da na forragem. A maior porcentagem de panículas na planta de sorgo, contribui para o aumento da qualidade em função do seu melhor valor nutritivo.

Os teores de lignina do sorgo BRS 716 em média variaram de 4,97 a 5,54% nos tratamentos, sendo que o tratamento N160 - K60 (5,54%) foi estatisticamente igual à testemunha de menor dose e o tratamento N80 - K60 (5,01%) obteve valor inferior às testemunhas 1 e 2 (Tabela 6).

Os principais carboidratos estruturais presentes em forragens (gramíneas) são: celulose, hemicelulose e lignina. Segundo (Jung, 1989), a fração lignina é indigestível e pode limitar a extensão da digestão dos demais componentes da parede celular (celulose e hemicelulose), dependendo de sua concentração e composição estrutural.

Oliveira et al. (2009) relatam que a massa verde produzida pelo sorgo biomassa contém baixos teores de lignina, (entre 1% a 10%) o que confere alta qualidade a cultivar. Também resultados semelhantes foram encontrados por Tomich *et al.* (2006) que trabalhando com silagem de milho encontraram valores de 4,0% de lignina e, para silagem de sorgo 4,9%. Análises laboratoriais de cultivares de sorgo biomassa têm demonstrado variação no percentual de lignina de 5 a 10%, (May et al., 2013); assim, os resultados encontrados neste trabalho indicam que para essa variável o sorgo BRS 716 tem valores semelhantes obtidos por outros autores e valor relativamente próximo ao de plantas de milho.

Quanto ao teor de hemicelulose do sorgo BRS 716, a média entre os tratamentos foi 27,26% variando de 27,10 a 27,65%. Os tratamentos N80 - K100 (27,10%) e N40 - K60 (27,14%) foram estatisticamente iguais às testemunhas 1 (27,08%) e 2 (26,45%) (Tabela 6).

Conforme Silva & Queiroz (2002), a celulose representa a maior parte da FDA, e a hemicelulose, mais digerível que a celulose, integra a FDN. São interessantes então, maiores teores de hemicelulose e menores de celulose já que os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente acético, propiônico e butírico, que representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem.

Os valores de hemicelulose encontrados neste experimento foram inferiores aos obtidos

por Cardoso et al. (2004) que ao trabalharem com silagens de sorgo forrageiro, encontraram valores de 36,6%. Por outro lado, May et al., (2013), realizando análises laboratoriais do sorgo biomassa encontraram valores entre 15 a 25%, semelhantes aos deste trabalho. Contudo, pode-se inferir que essa variável para o sorgo biomassa, deixa de contribuir positivamente para a qualidade da forragem oferecida.

Para o valor de celulose, a média dos tratamentos do BRS 716 foi 33,85% variando de 33,38 a 34,46%. Esses resultados superaram as testemunhas 1 (30,45%) e a testemunha 2 (28,61%) (Tabela 6).

Os valores de celulose encontrado neste trabalho, foram superiores aos resultados de Skonieski et al. (2010) que mensurando a produção e o valor nutritivo de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito, observaram, para os materiais forrageiros, 23,88% enquanto para os materiais duplos propósito 25,30%. O teor de celulose encontrado nos genótipos de sorgo está diretamente ligado à participação da FDA, visto que a celulose é um importante componente dessa fração. Já para May et al., (2013) trabalhando com sorgo biomassa, encontraram valores de 35 a 45%, que corroboram com os valores encontrados neste trabalho.

Contudo, podemos inferir que, mediante os valores de celulose, hemicelulose e lignina obtidos, o sorgo BRS 716 proporcionou composição da fração fibrosa semelhante á de sorgos forrageiros. Assim, considerando também os valores de FDA, FDN, NDT e conteúdo celular obtidas com o sorgo BRS 716, o qualificam como uma opção de massa forrageira.

Para verificar a existência de associação entre as variáveis qualitativas da forragem produzida (FDN, FDA, NDT, conteúdo celular, celulose, hemicelulose e lignina) analisadas no experimento, procedeu-se análise de correlações com aporte do software R (Team R, 2017) visando obter um índice de qualidade considerando a associação entre essas variáveis (Figura 2). Quando a correlação é positiva, as variáveis e o índice de qualidade têm a mesma tendência, ou seja, o aumento da variável também aumenta com o aumento do índice. Caso contrário, quando a correlação é negativa, o aumento da variável tende a diminuir o índice de qualidade da forragem, quando a correlação é pouco significativa, pouco se pode inferir.

As três primeiras componentes principais da PCA descreveram 100% (88% para a primeira (PCA1), 10% para a segunda (PCA2) e 2% para a terceira (PCA3) da variância presente nos dados de qualidade). O primeiro componente principal da PCA, explica cerca 88% da variabilidade presente no conjunto de dados, e por isso foi atribuída como índice qualidade da planta (IQ) após normalização entre 0-1.

O índice de qualidade da forragem criado permite mensurar a qualidade forrageira do sorgo biomassa BRS 716 em relação ao sorgo forrageiro BRS 655, genótipo desenvolvido para

produção de forragem de alta qualidade para ensilagem. Neste trabalho a média do índice de qualidade do sorgo BRS 716, considerando os 16 tratamentos com N e K₂O em cobertura, foi de 0,40. O tratamento N80 - K60 do BRS 716 obteve maior índice de qualidade (0,46), sendo inferior às testemunhas 1 (0,63) e 2 (0,80) do sorgo BRS655 (Tabela 6). Assim, em relação ao tratamento de menor dose do sorgo forrageiro (testemunha 1), o sorgo biomassa proporcionou 73% do índice de qualidade. Já em relação ao tratamento de maior produção do sorgo forrageiro (testemunha 2), o sorgo biomassa proporcionou 57% do índice de qualidade, podendo se inferir, de maneira geral, que o sorgo biomassa pode atingir cerca de 65% do índice de qualidade do sorgo forrageiro nas condições de realização desse trabalho.

Nas correlações avaliadas entre as variáveis deste experimento foi possível observar associações positivas e negativas entre as variáveis estudadas para o índice de qualidade, evidenciando que há uma correlação positiva de alta magnitude entre as variáveis nutrientes digestíveis totais - NDT e conteúdo celular (CCEL) com o índice de qualidade (Figura 2), de modo que maior proporção dessas variáveis na análise da forragem permite inferir maior qualidade desse volumoso. Assim, o valor de energia na forragem expressa em NDT como carboidratos solúveis contido no CCEL influenciam na qualidade de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, no desempenho animal (Mertens, 1994).

Da mesma forma, os índices da fração fibrosa da planta (lignina, celulose e hemicelulose), e FDA e FDN neste trabalho, estão correlacionados de forma negativa com o índice de qualidade (Figura 2), sendo que quando suas proporções aumentam na planta o volumoso perde em qualidade forrageira.

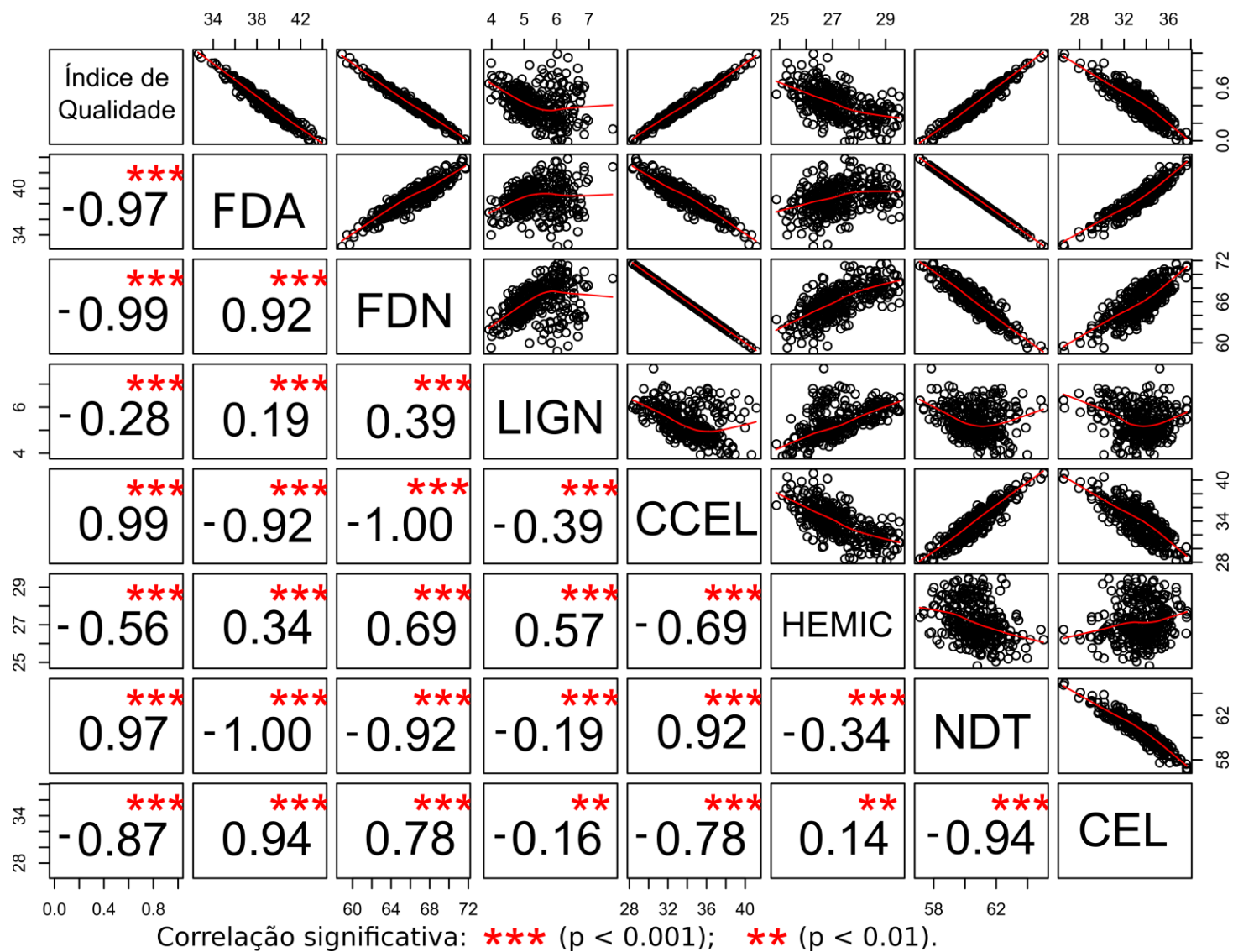


Figura 2: Representação gráfica e estimativas de coeficiente de correlação fenotípica entre caracteres FDA, FDN, lignina, conteúdo celular, hemicelulose, NDT e celulose avaliadas em genótipo de sorgo biomassa BRS (716), UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2017.

CONCLUSÕES

O sorgo biomassa (BRS 716) produz 2,5 vezes mais massa verde e 3 vezes mais massa seca, e proporciona cerca de 94% da qualidade forrageira do sorgo forrageiro (BRS 655, considerando os teores de FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular e NDT).

O sorgo BRS 716 tem composição da fração fibrosa semelhante à genótipos de sorgos forrageiros.

A adubação com 80 kg ha⁻¹ N e 60 kg ha⁻¹ K₂O para o sorgo biomassa é suficiente para a obtenção de alta produção de massa forrageira, nas condições deste trabalho.

A produção de massa seca e o índice de qualidade da forragem do sorgo biomassa (BRS 716) aumentam linearmente com o atraso na época de corte das plantas.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL -AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux. International. 159p.
- ALMEIDA, R.G., EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JUNIOR, D., MACEDO, M.C.M., FONSECA, D.M., BRÂNCIO, P.A., BARBOSA, R.A. Consumo, Composição Botânica e Valor Nutritivo da Dieta de Bovinos em Pastos Tropicais Consorciados sob Três Taxas de Lotação. R. Bras. Zootec.; v.32, n.1, p.29-35, 2003.
- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J. C.; CASTRO, A. D. N. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: o modelo Implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93).
- AMADUCCI, S.; AMADUCCI, M. T.; BENATI, R.; VENTURI, G. Crop yield and quality parameters of four annual fibre crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the North of Italy. **Industrial Crops and Products**, Philadelphia, v. 11, N 2/3, p. 179-186, 2000.
- ARAÚJO, V. L. Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem. 2002, 47f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- ARAUJO, V.L., RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v.59, p.168-174, 2007.
- BARIONE, L. G.; FERREIRA, A. C.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; MARTHA JUNIR, G. B.; RAMOS, A. K. B. Tabelas para Estimativa de Ingestão de Massa Seca de Bovinos de Corte em Crescimento em Pastejo. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2007. 8p. (Embrapa Cerrado. Circular Técnica, 142).

- BERNARDINO, M. L. A. Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. 1996. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- BORGES, A. L. C. C. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação. 1995, 104f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- BORGES, I. D. Marcha de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. 2006. 168 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.
- BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; GAGGIOTTI, M.C. et al. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de matéria seca y valor nutritivo da la planta. *Revista Argentina Producción Animal*, v.12, n.2, p.157-162, 1989.
- CARDOSO, G.C.; GARCIA, R.; SOUSA, A.L. et al. Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-deaçúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004.
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P.; OBEID, J. A.; CARVALHO, B. M. A. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurcheado ou com farelo de cacau. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. **Seja o Doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24 p. (Arquivo do Agrônomo, 14). Encarte do Informações Agrônômicas, n. 100, dez. 2002.
- CUMMINS, D. G. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. *Agronomy Journal*. v.73, n.3, p.988- 990, 1981.
- DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. **Agroenergia em Revista**, Brasília, n. 3, p. 14-52, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MILHO E SORGO. Dados climáticos. 2016. Disponível em: < www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em out 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**. Brasília, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MILHO E SORGO. **Sorgo forrageiro para produção de silagem de qualidade, híbrido BRS 655**. Brasília, 2009.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR para Windows 4.3**. Lavras: UFLA, 2003. Software
- FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. 2011. 74p. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Montes Claros – Janaúba, 2011.
- GAÍDA, E. R.; Silagem de sorgo: da produção à utilização. *Notícia*. Atlântica Sementes. Disponível em [http:// www.atlanticasementes.com.br/noticias/silagem-de-sorgo-da-producao-a-utilizacao/](http://www.atlanticasementes.com.br/noticias/silagem-de-sorgo-da-producao-a-utilizacao/). Acesso em 28 de agosto de 2017.
- HOFFMANN JR., L.; ROONEY, W. L. Accumulation of biomass and compositional change over the growth season for six photoperiod sorghum lines. In: Sun Grant National Conference: Science for Biomass Feedstock Production and Utilization, 2012, New Orleans. Proceedings... Knoxville: The Southeastern Regional Sun Grant Center, 2012. Chapter 3.

ConversionTechnology, Disponível em:

<http://sungrant.tennessee.edu/NatConference/ConferenceProceedings/CONVERSION+TECHNOLOGY.htm>s. Acesso em: 04 agosto 2017.

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

KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. Encarte Técnico da Revista Batavo. CCLPL, Ano I, n.8, p.16-19, 1992.

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. Qualidade da fibra para dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, Fortaleza. V.17, n.99, n.1, p. 7-17, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Comunicado técnico, 86).

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; FONSECA, J. F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.62, n.3, p.747-751, 2010.

MAY, A. Cultivo de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais. Desempenho produtivo de sorgo sacarino cultivado em reforma de canaviais nos últimos anos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 36p. (Circular Técnica, 186).

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE BOVINOS DE LEITE, 2. 2001, lavras. Anais...lavras: UFLA*/FAEPE, 2001, P. 25-36.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais..., Lavras: SBZ, 1992. p,1-33.

MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy. p. 450-493.

MIRANDA, J. E. C.; RESENDE, H.; VALENTE, J. O. Ensilagem do milho e do sorgo. Artigos técnicos – Central da pecuária, 2008. Disponível em: <<http://centraldapecuaria.com.br/artigos/visualiza.asp?artigo=23>> Acesso em: 15 agosto 2017.

MOONEY, C.A.; MANFIELD, S.D.; TOUHY, M. G.; SADDLER, J. N. The effect of initial pore volume and lignina content on the enzymatic hydrolysis of softwoods. **Bioresource Technology**. Essex, v. 64, p. 113-119, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NEIVA, A.C.G.R.; NEIVA, J.M. (Org.) Do Campus para o Campo: tecnologias para a produção de leite. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006. 320p.

NETO, M. M. G.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; ZAGO, C. P.; CÂNDIDO, M. J. D. Rendimento e valor nutritivo de cinco híbridos de sorgo forrageiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37, 2000. Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG, 2000.

NEWISI-NIRS2. Routine operation, calibration and network system management software for near infrared instruments. NIRSYSTEMS Inc. Silver Spring, 1996. 368p.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production.

Journal of Dairy Science, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

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

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.319-352.

LIVEIRA, R.; FRANÇA, A.; SILVA, A. da; MIYAGI, E.; OLIVEIRA, E. de; PERÓN, H. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 10, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/541/5979>>. Acesso em: 31 julho 2017.

OMETTO, J. C. Classificação climática. In: OMETTO, J. C. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo: Ceres, p.390-398, 1981.

PALONEN, H.; TJERNELD, F.; ZACCHI, G.; TENKANEN, M. Adsorption of Trichoderma reesei CBH I and EG II and their catalytic domains on steam pretreated softwood and isolated lignina. **Journal of Biotechnology**. Amsterdam, v. 107, p. 65-72, 2004.

PARRELLA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PARRELLA, R. A. C. **Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa**. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

PATTERSON, T. et al. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. Nebraska Beef Report MP 73-A, p. 26–29, 2000.

PESCE, D. M. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N. M. BORGES, I. Análise de vinte genótipos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médios e altos, pertencentes ao ensaio nacional. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 4, p. 978- 897, 2000

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; FILHO, D. C. A.; FREITAS, A. K. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.302-312, 2004.

RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. Ciência Rural, v.32, n.2, p.299-302, 2002.

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G.; SCHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; TARDIN, F. D. **BRS 655: híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade**. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 2 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 107).

SIMÃO, E. P.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTOS, E. A.; BARCELOS, V. G. F. Estratégias para produção de forragem utilizando milho, sorgo e milheto na região Central de Minas Gerais. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete lagoas. v.14, n.1, p. 75-87, 2015.

- SILVA, F. F. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo, folhas e panícula. 1997. 93f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SKONIESKI, F. R.; NORBERG, J. L.; AZEVEDO, E. B.; DAVID, D. B.; KESSLER, J. D.; MENEGAZ, A. L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v.32, n.1, 2010.
- SOMERVILLE, C. The billion-ton biofuels vision. *Science*, Washington, v. 312, p. 1277, 2006.
- SOMERVILLE, C. Biofuels. *Current Biology*, London, v. 17, p. R115-R119, 2007.
- TEIXEIRA, A., M. et al. Intake and digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) silages with different tannin contents in sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 43, p. 14-19, 2014.
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Documento n.57, Embrapa Pantanal, 2003.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPELLE, W.R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 297p
- VALENTE, J. O. Introdução. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas, 1997, 66p. (EMBRAPACNPMS. Circular técnica, 17).
- VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, p. 119-128, 1967.
- VAN SOEST, P. J.; WINW. R. H. The use of detergents in analysis of fibrous feeds: IV. Determination of plant cell wall constituents. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, p. 50, 1967.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WHITE, J. S., BOLSEN, K. K., POSLER, G. Forage sorghum silage dry matter disappearance as influenced by plant part proportion. **Animal Feed Science Technology**, v. 33, n.3, p.313-322, 1991.
- ZAGO, C. P. Silagem de sorgo de alto valor nutritivo. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.p. 519-544.
- ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 4ª. ed. Viçosa: UFV, 2008. 1000 p.

CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DAS PARTES DA PLANTA DO SORGO BIOMASSA (BRS 716) EM DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE

RESUMO – O sorgo pode ser cultivado em locais de baixos índices pluviométricos e/ou sujeitas a veranicos auxiliando no planejamento de volumosos para suplementação durante o período seco na forma de silagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar a proporção entre as partes da planta (folha, colmo e panícula) do sorgo biomassa (BRS 716) como potencial forrageiro em 6 épocas de corte. O experimento foi conduzido em condições de campo na fazenda experimental da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus de Sete Lagoas. O delineamento foi em parcelas subdivididas no tempo em blocos ao acaso sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 (épocas) x 3 (blocos). Para as análises de panícula, foi utilizado o delineamento experimental em parcelas subdivididas no tempo em blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 (épocas) x 3 (blocos). Em cada parcela foram coletadas 5 plantas selecionadas levando em consideração o bom estado nutricional e a representatividade da parcela, e na subparcela as 6 épocas de corte do BRS 716 (89, 101, 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE). As características avaliadas foram: produção e proporção de massa verde e massa seca da planta fragmentada (folha, colmo e panícula). No sorgo BRS 716 há baixa participação de panícula na massa total, que impacta negativamente na qualidade da forragem. A planta de sorgo biomassa tem a composição da fração fibrosa nas folhas e colmo semelhante à de sorgos forrageiros o que o habilita para o uso na alimentação animal de ruminantes.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Composição bromatológica; Forragem.

CHARACTERIZATION AND FORAGE POTENTIAL OF BIOMASS SORGHUM (BRS 716) AT DIFFERENT STAGES OF MATURITY

ABSTRACT - Sorghum can be grown in low rainfall regions and/or subjected to dry periods in the growing season to supply forage for cattle during the dry season in the form of silage. The objective of this study was to evaluate the proportion of the plant parts (leaves, stem, and panicle) of biomass sorghum (BRS 716) according to its forage potential at six physiological stages of maturity. The experiment was conducted under field conditions at the experimental farm of the Federal University of São João del-Rei, Campus of Sete Lagoas. The experiment was a randomized complete block design with six harvest stages with three replications. Five plants were selected within each plot for analysis at each maturity stage (89, 101, 111, 123, 137, 151 days after emergence - DAE). The evaluated characteristics were: green biomass production and dry biomass production of plant part, leaf, stem and panicle. There was relative low panicle participation in the total biomass, which negatively impacts forage quality. The biomass sorghum plant has the composition of the fibrous fraction in the leaves and stems similar to that of forage sorghums, which enables it to be used in ruminant animal ration.

Keywords: *Sorghum bicolor*; Bromatological composition; Forage Quality

INTRODUÇÃO

A considerável resistência ao estresse hídrico e a possibilidade de utilização de cultivares de ciclo precoce tornam o sorgo uma opção para o cultivo em sucessão a culturas principais (plântio de safrinha) nas regiões em que as condições climáticas não sejam limitantes. Nos locais de baixos índices pluviométricos e/ou sujeitas a veranicos o cultivo ocorre como cultura principal. Isso reduz os riscos de perdas da cultura e auxilia no planejamento de volumosos para suplementação durante o período seco na forma de silagem (Valente, 1992).

A utilização do sorgo para produção de silagem também vem crescendo a cada ano, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas, onde esta cultura se sobressai (Souza et al., 2003). Para produção de silagens, as culturas de milho e de sorgo seriam aquelas mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, facilidades de mecanização, altos rendimentos e especialmente pela qualidade da silagem produzida sem o uso de aditivos ou prémurchamento para estimular a fermentação, proporcionando a obtenção de excelentes desempenhos dos animais alimentados com as mesmas (Valente et al., 1984b; Zago, 1991; Tjandraatmadja et al., 1993; Demarchi et al., 1995; Bernardino et al., 1997; Borges et al., 1997a, Zago, 2001). Nesse contexto, os trabalhos realizados com manejo de sorgo biomassa são poucos, porém percebe-se que o potencial de produção da cultura pode estar diretamente influenciado pela estratégia de adubação adotada.

O sorgo biomassa tem potencial para produzir mais de 50 t ha⁻¹ de massa seca por ciclo e grande quantidade de massa verde enquanto que outros tipos de sorgo forrageiro a produtividade de massa seca é 15 t ha⁻¹. Esse alto rendimento de massa seca é desejável para a produção de volumosos na alimentação animal principalmente na época da seca.

Os híbridos de sorgo apresentam rápido estabelecimento, alta velocidade de crescimento, boa capacidade de perfilhamento, resistência à seca, menor exigência quanto à qualidade do solo e bom valor nutritivo (Bogdan, 1977; Wheeler, 1980). Somam-se, ainda, a significativa proporção de folhas, período de pastejo ou corte antecipado, além da possibilidade de utilização na forma de silagem ou feno (Rodrigues, 2000). Tais características são amplamente desejáveis em plantas forrageiras (Mattos, 2003) e presentes significativamente no sorgo biomassa.

O aumento da produção de massa seca acontece com o desenvolvimento dos estádios da cultura, de modo que altera a massa seca de cada parte da planta, colmo, folha e

panícula do sorgo é diferente nos diversos tipos de sorgo. Oliveira et al (2009), trabalhando com sorgo forrageiro, encontraram 27,4% para a cultivar forrageira 0369267, enquanto para o sorgo biomassa, Parrella et al. (2014) encontraram cerca de 50% de massa seca.

A proporção de grãos na planta de sorgo, no momento de ensilagem, está relacionada à qualidade das silagens, porque neles encontram-se a maior fração energética disponível da planta. Além disso, são os principais responsáveis pela elevação do teor de matéria seca com o avançar do estágio de maturação da planta. Segundo Silva et al. (1999), 40 a 50% da MS deveria ser composta de grãos no momento da ensilagem, com o objetivo de garantir qualidade e consumo da silagem. Relatos da literatura indicam porcentagens de colmo na planta de sorgo de 20,3% a 83,9% na MS, proporções de folhas de 8,5% a 35,0% e de panículas de 8,9% a 59,2%.

Segundo Van Soest (1994), na forragem em estágio de pós-florescimento, os colmos são freqüentemente de menor qualidade e a relação folha-colmo pode ser usada como um indicativo do valor nutritivo da planta. Para Minson (1990), os colmos das gramíneas no estágio vegetativo são geralmente de alta qualidade e até mesmo de qualidade mais alta que as folhas. Entretanto, a qualidade do colmo decresce mais rapidamente do que a das folhas, especialmente com a aproximação da maturidade da planta (Nelson & Moser, 1994).

A avaliação da participação de cada componente da planta na matéria seca (colmo, folha e panícula) é importante para o manejo cultural de espécies ou cultivares em que objetiva-se sua utilização como forragem. Poucas publicações relatam sobre o comportamento da planta de sorgo biomassa BRS 716 quando fragmentada em função das épocas de corte.

Tenho em vista a importância da forragem como base da alimentação animal, o objetivo deste trabalho é avaliar a proporção e o teor dos componentes entre as partes da planta (folha, colmo + panícula) do sorgo biomassa (BRS 716) em 6 épocas de corte na região Central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de São João Del Rei, no campus de Sete Lagoas – MG. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas 19° 28' 43,12" de latitude sul e 44° 12' 01,08" de longitude oeste, altitude de 749 m. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho Distrófico, com as seguintes características: pH em água = 6,6; P-Mehlich 1 = 10,76 mg dm⁻³; H +Al = 4,11

cmol_c dm⁻³; Ca = 5,59 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,88 cmol_c dm⁻³; Al = 0,02 cmol_c dm⁻³; SB = 7,691 cmol_c dm⁻³; CTC = 11,801 cmol_c dm⁻³; K = 86,24 mg dm⁻³; Cu= 0,42 mg dm⁻³; Fe = 12,25 mg dm⁻³; Mn= 9,14 mg dm⁻³; Zn = 0,76 mg dm⁻³; matéria orgânica = 3,23 dag kg⁻¹; V% = 65,171; Sat. Al (%)= 0,259; carbono = 1,88 (%).

O clima local segundo Köppen (Ometto, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm. Os dados climáticos observados no período experimental (dezembro/2015 a maio/2016) foram: temperatura média 23,56 °C; umidade relativa média 57,38 %; precipitação total 640,31 mm (Embrapa Milho e Sorgo, 2016). Os dados climáticos por decêndio durante o período experimental (temperatura, precipitação e umidade relativa) se encontram na Figura 1. Observa-se no gráfico a época de plantio seguido das épocas de corte do BRS 716, e percebe-se um período chuvas intensas no 4º decêndio e um período de veranico ocorrido entre o 12º ao 14º decêndio.

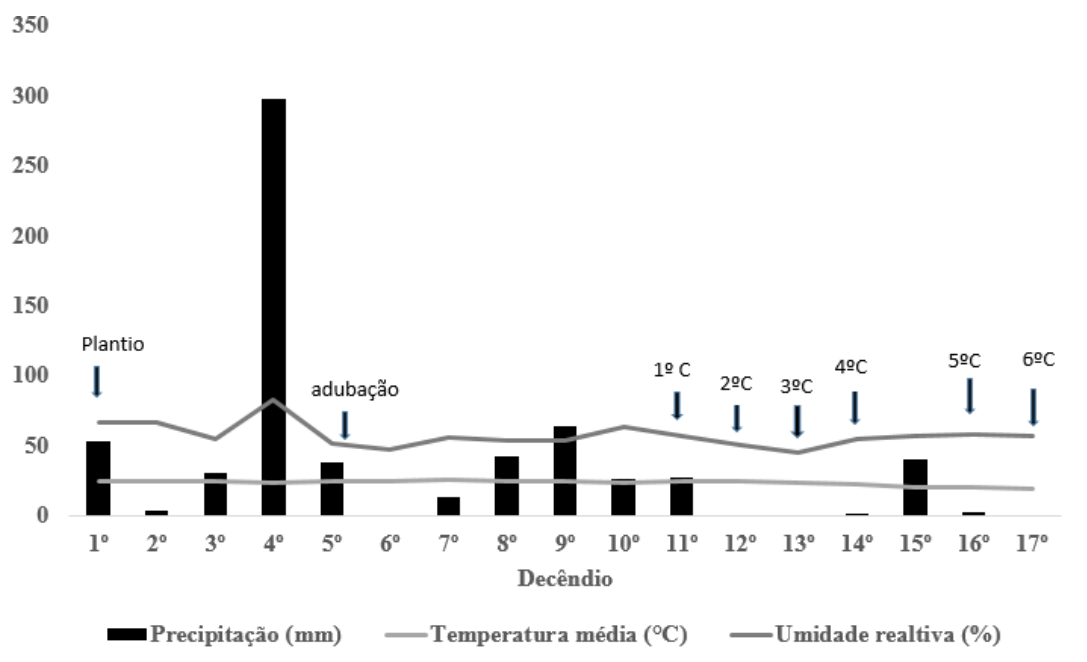


Figura 1: Temperatura média (°C), precipitação total (mm) e umidade relativa média (%). Fontes: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia; Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

O experimento foi instalado no período verão de 2015/2016. O delineamento foi em parcelas subdivididas no tempo em blocos ao acaso sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 (épocas) x 3 (blocos). Para as análises de panícula, foi utilizado o delineamento experimental em parcelas subdivididas no tempo em blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 (épocas) x 3 (blocos). Em cada parcela foram

coletadas 5 plantas levando em consideração o bom estado nutricional e a representatividade da parcela, e na subparcela as 6 épocas de corte do BRS 716 (89, 101, 111, 123, 137, 151 dias após emergência - DAE). A definição das épocas de corte visou contemplar um período anterior ao florescimento até a maturidade fisiológica das plantas.

No preparo do solo da área experimental foi utilizado uma grade aradora e uma grade niveladora um dia antes da semeadura para marcação das linhas de plantio para semeio manual.

A cultivar utilizada foi o sorgo biomassa BRS 716 (híbrido e sensível ao fotoperíodo) recomendado para as condições edafoclimáticas da região Central de Minas Gerais. O genótipo utilizado é originado do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, município de Sete Lagoas - MG. As parcelas constaram de quatro fileiras de cinco metros espaçadas de 0,70 metros. A semeadura foi realizada em 17 de dezembro de 2015, sendo definida em função da cultivar e a emergência ocorreu em 24 de dezembro de 2015.

O desbaste das plantas foi feito aos 35 dias após a emergência quando as plantas estavam com 4 folhas completamente desenvolvidas, com o objetivo de manter uma população de 8 plantas m^{-1} (110.000 plantas ha^{-1}). A aplicação de enraizador (organomineral foliar) em todas as parcelas (15 ml por bomba de 20 litros) ocorreu aos 5 dias após emergência – DAE quando as plantas estavam com duas folhas e o controle de plantas daninhas foi em pós-emergência aos 20 DAE com capina manual.

A correção do solo não foi necessária, considerando os resultados da análise da amostra de solo. Em todos os tratamentos, a adubação de semeadura foi de 300 kg ha^{-1} do formulado N-P-K 04-30-10, baseando-se nos resultados da análise química do solo e uma expectativa de 30 a 50 t ha^{-1} de massa seca (Parrella et al., 2010). A adubação de cobertura foi realizada aos 37 DAE, quando as plantas apresentavam 4 a 5 folhas completamente desenvolvidas.

O 1º corte foi aos 89 DAE, 2º corte aos 101 DAE, 3º corte aos 111 DAE, 4º corte aos 123 DAE, 5º corte aos 137 DAE e o 6º corte aos 151 DAE.

Em cada corte, as plantas foram colhidas manualmente e rentes ao solo nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das extremidades. Esse material foi fragmentado em colmo, folha e panícula, depois pesado, sendo os valores obtidos transformados em kg ha^{-1} . Posteriormente as plantas foram picadas, homogeneizadas e retiradas amostras de cerca de 450 g para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante.

As características quantitativas avaliadas foram:

a) Massa verde da planta fragmentada (folha, colmo e panícula): determinada em kg por meio

da pesagem das partes das plantas. Os valores obtidos foram convertidos em $t\ ha^{-1}$.

b) Massa seca da planta fragmentada (folha, colmo e panícula): determinada pela diferença de peso da amostra do material recém colhido e posteriormente submetido a secagem em estufa a $65^{\circ}C$. Os valores obtidos foram convertidos em $t\ ha^{-1}$.

As características qualitativas (bromatológicas) avaliadas foram, FDN, FDA, lignina, hemicelulose, celulose, conteúdo celular, em %, da planta inteira determinado pelo aparelho instrumental NIRS, através da absorção da luz infravermelha proximal (1100 a 2500 nm) por compostos orgânicos (Newisi-NIRS2, 1996). A fração NDT foi obtida através de equação: % de NDT = $[88,9 - (0,779 * FDA\%)]$, (Paterson, 2000).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), foi aplicado o modelo de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003). Os modelos para ajuste das equações foram escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Foi aplicado o teste de média, Scott Knott a 5% de probabilidade para as características de produção massa seca e massa verde de planta fragmentada (folha, colmo e panícula).

As proporções das frações da planta inteira em % para massa verde e massa seca de colmo a partir dos 123 DAE passaram a ser massa seca e massa verde de colmo + panícula para efeito de avaliação e análise de resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância, para as características estudadas da planta fragmentada estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Observa-se que houve resposta significativa das diferentes épocas de corte para massa verde e massa seca de folha e massa verde de colmo. Já para massa seca de colmo, massa verde e massa seca de panícula não houve efeito significativo em função das épocas de corte analisadas.

Tabela 1: Resumo das análises de variância para massa verde de folhas (MV FOL), em t ha⁻¹, massa seca de folhas (MS FOL), em t ha⁻¹; massa verde de colmo (MV COL), em t ha⁻¹; massa seca de colmo (MS COL), em t ha⁻¹ de sorgo biomassa (BRS 716), em função das épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		MV FOL	MS FOL	MV COL	MS COL
Época de Corte	5	261,9802**	21,2588*	632,5042*	9,0182 ^{NS}
Bloco	2	110,7922	22,5429	655,2763	10,93
Erro	10	44,74	5,2459	177,6393	5,6065
CV (%)		24,81	21,46	19,89	14,92
MÉDIA		26,96	10,67	67	15,87

** Significativo a 1% pelo teste F. * significativo a 5% pelo teste F; NS não significativo

Tabela 2: Resumo das análises de variância massa verde de panícula (MV PAN), em t ha⁻¹, e massa seca de panícula (MS PAN), em t ha⁻¹, de sorgo biomassa (BRS 716), em função das diferentes épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO	
		MV PAN	MS PAN
Época de Corte	2	1,3283 ^{NS}	0,1667 ^{NS}
Bloco	2	0,0215	0,0053
Erro	4	0,763	0,1747
CV (%)		23,41	39,77
MÉDIA		2,61	1,05

** Significativo a 1% pelo teste F. * significativo a 5% pelo teste F; NS não significativo

As produções e as proporções de massa verde e massa seca das frações da planta, encontradas nesse experimento, estão apresentadas nas Tabela 3 e 4.

Tabela 3: Produção de massa verde de planta inteira (MV PI), em t ha⁻¹, massa seca de planta inteira (MS PI), em t ha⁻¹, massa verde de folha (MV FOL), em t ha⁻¹, massa seca de folha (MS FOL), em t ha⁻¹, massa verde de colmo (MV COL), em t ha⁻¹, massa seca de colmo (MS COL), em t ha⁻¹, massa verde de panícula (MV PAN), em t ha⁻¹ e massa seca de panícula (MS PAN), t ha⁻¹, da planta de sorgo biomassa relativos à época de corte, UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

ÉPOCA	MV PL	MS PL	MV FOL	MV COL	MS FOL	MS COL	MV PAN	MS PAN
89	109,27 b	28,77 a	36,37 b	79,34 b	13,84 a	13,84 a		
101	136,84 c	31,81 a	40,33 b	86,38 b	13,54 a	14,70 a		
111	75,54 a	25,45 a	24,99 a	62,65 a	9,99 a	17,76 a		
123	93,72 a	32,69 a	22,58 a	59,96 a	8,82 a	17,69 a	3,37 a	0,88 a
137	72,45 a	28,15 a	16,37 a	55,00 a	8,22 a	15,82 a	2,34 a	1,32 a
151	60,28 a	23,38 a	21,12 a	48,25 a	7,42 a	15,98 a	2,21 a	0,95 a

*Letras iguais na coluna indicam que as médias são iguais, de acordo com o teste F a 0,05 de probabilidade

Tabela 4: Valores estimados para porcentagem de massa seca da planta inteira (MS PL%), porcentagem de massa verde da folha (MV FOL%), porcentagem de massa seca da folha (MS FOL%), porcentagem de massa verde de colmo (MV COL%), em %, porcentagem de massa seca de colmo (MS COL%), em %, porcentagem de massa verde de panícula (MV PAN%), em % e porcentagem de massa seca de panícula (MS PAN%), em %, da planta de sorgo biomassa relativos à época de corte, UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

ÉPOCA	MS PL %	MV FOL %	MS FOL%	MV COL%	MS COL%	MV PAN%	MS PAN%
89	26,33	40,48	51,06	59,52	48,94		
101	23,24	29,47	47,95	63,12	52,05		
111	40,44	29,78	35,97	70,22	64,03		
123	34,88	26,27	31,69	69,72	64,27	3,60	4,04
137	38,85	22,16	29,00	74,80	56,20	3,24	3,13
151	37,8	32,95	30,47	63,81	65,52	3,24	3,84

No presente trabalho, a produção média de massa seca nas seis épocas de corte avaliadas foi de 28,37 t ha⁻¹ (Tabela 3), que é semelhante a resultados obtidos por Parrella et al. (2010) que trabalharam com sorgo biomassa plantados em novembro (Sete Lagoas, MG) e dezembro (Nova Porteirinha, MG), no ano de 2009, resultaram em produtividades médias de matéria seca de 22,71 e 33,87 t ha⁻¹ para o CMSXS 7020 e o CMSXS 652, respectivamente, considerando os dois locais.

A média dos valores de MS% determinados nessa pesquisa, 33,59%, se encontra dentro do valor ideal preconizado por Paiva (1976), que é de 30% a 35% para plantas forrageiras, no momento da ensilagem para uma forragem de boa qualidade. McDonald et al. (1991), afirmam que o conteúdo de matéria seca acima de 25%, associado a bom nível de carboidratos solúveis, seria adequado para se produzir silagem de boa qualidade, e isso é característica inerente ao sorgo biomassa e contemplada nos resultados obtidos com a BRS 716 para MS.

Assim, para se obter sucesso na produção de uma silagem de qualidade, deve-se atentar para o ponto correto de ensilagem no que diz respeito à proporção de massa seca. Podemos inferir que para este experimento, a época que mais se aproximou para realizar o corte para ensilagem do sorgo BRS 716 foi aos 123 DAE quando apresentava 34,88% MS e isso pode significar qualidade na massa ensilada e no processo de fermentação. De maneira geral, para o intervalo estudado (26,33 a 38,85 %), o sorgo BRS 716 atende aos padrões preconizados por Pizarro (1978) que afirma porcentagens de MS no sorgo entre 28 a 38%.

A massa seca de folhas apresentou um comportamento linear e decrescente em função da época de corte (Figura 2), sendo que para cada dia há uma perda de aproximadamente

108,0 kg ha⁻¹. Observou-se neste híbrido uma significativa senescência das folhas do terço médio e inferior da planta a partir do florescimento, o que foi intensificando à medida que se aproximava do final do ciclo, período esse relativamente curto (28 dias) em relação ao ciclo total da cultivar (151 DAE).

Para a massa verde de folhas, assim como para MS, o comportamento foi linear e decrescente em função da época de corte no intervalo estudado (Figura 2), sendo que para cada dia a partir do primeiro corte (89 DAE) a MV decresce aproximadamente 34 kg ha⁻¹, com a proporção de 28,19% da massa verde total. Neumann et al (200b) encontraram valores médios na massa seca de folhas de sorgo forrageiro 29,25%, semelhante ao encontrado nesse ensaio.

Sabendo que a participação das folhas na composição da massa forrageira influencia positivamente na qualidade segundo Laredo; Minson (1973), talvez seja essa característica que impede a manutenção da qualidade forrageira do biomassa em relação a sorgos forrageiros. Observa-se, assim como para MV da planta inteira uma significativa queda na MV da folha a partir do período anterior ao florescimento (Figura 2).

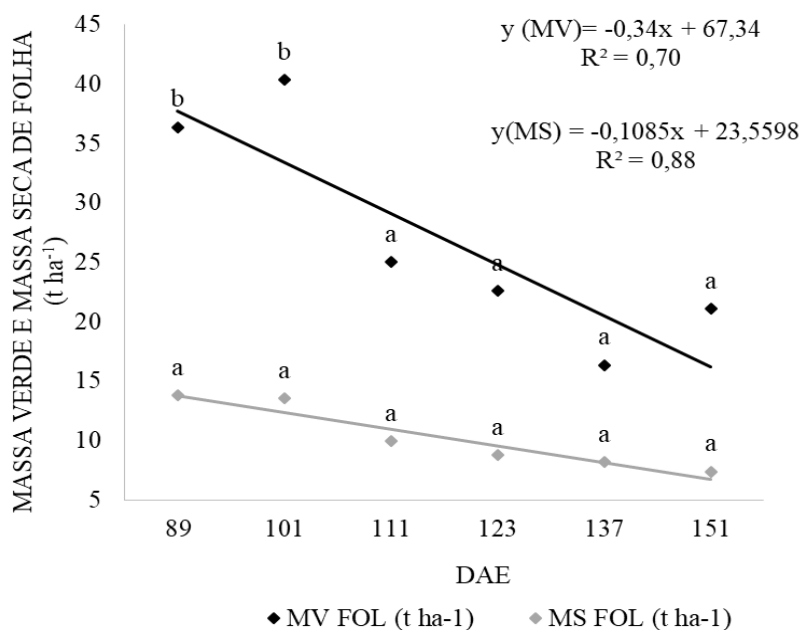


Figura 2: Produção para massa verde e massa seca (t ha⁻¹) de folhas de sorgo biomassa (BRS 716) em função das épocas de corte em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Para a produção de massa seca de colmo não houve resposta significativa observando valor médio de 15,87 t ha⁻¹ no período avaliado e participação média de 52,57% na MS total

com valores máximos no fim do ciclo (64,38%), valor inferior ao obtido por Santos et al., (2014) que trabalhando com dois materiais de sorgo biomassa, sob irrigação, obtiveram porcentagem de colmo no fim do ciclo variando de 73 a 80% na safra 2011/12. Isso evidencia melhor desempenho do BRS 716 para essa característica em relação a genótipos mais antigos.

O comportamento para massa verde de colmo, assim como para a de folhas, foi linear e decrescente (Figura 3) observando-se uma acentuada queda nos valores de MV a partir de período anterior ao florescimento, com perda diária de 56 kg ha⁻¹ até o final do ciclo e valores por volta de 74% no final do ciclo. A contribuição média foi de 69,71% de massa verde no período estudado. Valor esse superior ao encontrado por Neumann et al. (2002b) que trabalhando com sorgo forrageiro, observaram para participação percentual de colmo na massa verde média de 47,15%. O valor obtido por este autor foi inferior à media encontrada nesse trabalho.

Vários resultados de pesquisas concluíram que, mesmo em híbridos de sorgo para produção de silagem com maior conteúdo de panícula, os colmos geralmente atingem 50% ou mais do total da forragem (Azevedo et al., 2003; Neuman et al., 2002), resultado esse que corrobora com o encontrado nesse estudo quando considera a MS da forragem.

Moraes et al, 2013 avaliando os parâmetros produtivos e a composição química de quatro híbridos de sorgo (XBS 60015, XBS 60451, Dow F305 e AG 2005E), e de um híbrido de milho (AS32) observaram que híbridos de sorgo de porte alto têm a tendência de apresentarem percentagens maiores de colmo, o que pode comprometer a qualidade do valor nutritivo da forragem.

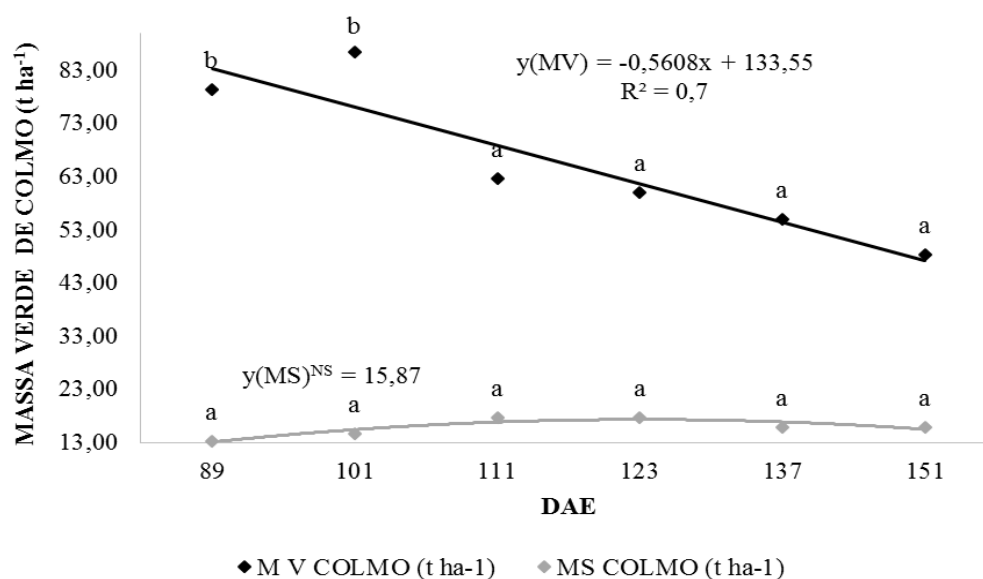


Figura 3: Produção para massa verde e massa seca (t ha⁻¹) de colmo de sorgo biomassa (BRS 716) em função das épocas de corte em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Com relação à participação de panículas computadas apenas nas três últimas épocas de corte, não houve efeito significativo para produção de massa verde e seca, com produções médias foram de 2,61 e 1,05 t ha⁻¹, respectivamente, e uma proporção média de 3,67% na MSPI e 3,36% na MVPI.

Observa-se neste híbrido e em outras cultivares de sorgo biomassa baixa participação da panícula na massa total das plantas. Isso, muito provavelmente, impacta negativamente na qualidade da forragem obtida com sorgo biomassa. A digestibilidade das partes da planta (colmos, folhas e panículas) tem marcada influência sobre a digestibilidade da planta total, assim a digestibilidade das panículas e das folhas são componentes que apresentam maior coeficiente de digestibilidade e, geralmente, os colmos são as partes da planta de menor digestibilidade e a variação dessas proporções decorre da grande variabilidade genética dos materiais (Avelino, 2008; Silva et al., 1999; Zago, 1991) e esta é a parte de maior destaque no sorgo biomassa.

Dimensionar essas e outras características bromatológicas das partes da planta pode ser interessante para se saber até que ponto a grande produção de massa deste genótipo compensa a queda de qualidade da forragem. Assim, a participação do colmo na MSPI, que oscila entre 46 e 65% (Tabela 3) pode oferecer um intervalo satisfatório ao seu uso como forragem.

Para uma forragem atender às necessidades do animal ruminante, é importante destacar que manter uma dieta rica em carboidratos, atende até 80% das exigências diárias de energia e são utilizados pelos microrganismos para fermentação ruminal dando origem à produção de ácidos graxos voláteis – AGV. Assim quanto maior a proporção de panícula na planta de sorgo, melhor será a utilização na dieta animal. Segundo Cummins (1972), o desempenho animal cresce com o aumento do conteúdo de grãos na forragem. A maior percentagem de panículas, além de contribuir para o aumento na qualidade da forragem ensilada, em função do seu melhor valor nutritivo, tem uma participação muito grande na elevação da porcentagem de matéria seca da massa ensilada, em função do seu menor conteúdo de água. Além disso, esse autor cita que o aumento do teor de matéria seca da panícula, durante a maturação é o maior responsável pela queda da umidade da planta total, e no caso do biomassa, essa queda é incrementada também pela queda na MV das partes da planta.

Rezende et al. (2011) observaram que a porcentagem de panícula na matéria verde do sorgo de corte e pastejo AG 2501 foi de 4,66% na MS, resultado próximo ao obtido nesse trabalho. Skoniesk et al. (2010) avaliaram as características produtivas das plantas de sorgo e

encontraram valores de produção de panícula para os sorgos de duplo propósito (18,19% na MS), em relação ao sorgo forrageiro (15,35% na MS). Também Neumann et al. (200b) encontraram 23,6% de panícula no sorgo forrageiro, resultados superiores ao encontrado nesse trabalho e evidenciando a melhor aptidão desses tipos de sorgo. Contudo, a de se ponderar a superior produção de massa forrageira proporcionada pela biomassa.

Silva et al. (1999), avaliando silagens de sorgo de porte alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo x folha x panícula, concluiu que o aumento da participação da panícula na planta inteira reduziu os teores de constituintes da fibra e elevou os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca – DIVMS e aumentou a fração energética da planta, em todos os híbridos estudados, demonstrando uma necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo, para obtenção de silagens de boa qualidade.

A falta de resposta significativa das diferentes épocas de corte sobre a produção de massa da panícula permite inferir que há pouca participação da inflorescência na massa total da planta de sorgo biomassa e nesse trabalho, a baixa porcentagem de grãos na panícula em relação à matéria seca total da planta também pode em parte ser justificada pelo ataque de pássaros aos grãos da panícula, de forma que as parcelas produziram pouco no final da época experimental.

A produtividade de matéria seca de sorgo forrageiro está geralmente correlacionada com a altura da planta, ou seja, o potencial de produção de matéria seca aumenta com a altura da planta. A porcentagem de panículas decresce a uma taxa menor nos híbridos de porte baixo ou médios, passando a decrescer em uma taxa maior naqueles cultivares de porte muito alto. O inverso ocorre em relação à porcentagem de colmos. A porcentagem de folhas decresce com a elevação da altura, porém a uma taxa menor e constante (Zago, 1991). Para o sorgo biomassa, nesse ensaio, a participação de folhas decresce de forma lenta e constante a partir de período anterior ao florescimento até o final do ciclo.

Segundo Dalla Chiesa et al., (2008) quando avaliaram aspectos agrônômicos de três híbridos de sorgo AG 2005E, AG 60298 e BR 101 quanto à produção da planta e de suas silagens no desempenho e economicidade do confinamento de novilhos observaram média de 48,65% para a fração colmo (base da massa seca) e de 25,99% para folha (base da massa seca), sendo os valores de porcentagem de folhas e de colmo próximos ao do presente trabalho se considerarmos o ponto de ensilagem. Equilibrar as proporções de folha, colmo e panícula das plantas de sorgo e garantir boa produção de matéria seca tem sido objetivo de vários programas de melhoramento genético.

A qualidade e o valor nutritivo de uma forragem dependem,

fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e de sua composição bromatológica o que refletirá diretamente na composição química e, por conseguinte, no desempenho animal (Vilela, 1985). A composição bromatológica dos componentes da planta de sorgo desse experimento foi avaliada nas frações folha, colmo + panícula pelos teores de FDN, FDA, Lignina, Celulose, Hemicelulose, NDT e Conteúdo Celular (Tabelas 4 e 5)

Os resumos das análises de variância para folha e colmo + panícula da planta fragmentada estão apresentados nas Tabela 4 e 5. Observa-se que houve resposta significativa na fração folha, nas diferentes épocas de corte para, FDA, FDN, Lignina, Conteúdo Celular, Hemicelulose, NDT e Celulose. Nas frações colmo + panícula, houve resposta significativa para FDA, FDN, Hemicelulose, NDT e Conteúdo Celular. Já para Lignina e Celulose não houve efeito significativo em função das épocas de corte analisadas.

Tabela 4: Resumo das análises de variância da folha para os teores de FDA (%), FDN (%), Lignina (LIG%), Conteúdo Celular (CCEL%), Hemicelulose (HEMIC%), NDT (%) e Celulose (CEL%) do sorgo biomassa (BRS 716) em função das das épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		FOLHA						
		FDA	FDN	LIG	CEL	HEMIC	NDT	CCEL
CORTE	5	27,49*	54,80*	0,24*	5,69*	5,69*	13,46*	54,80*
BLOCO	2	2,16	1,013	0,21	2,8	0,6	1,05	1,13
ERRO	10	1,09	1,14	0,04	1,1	0,04	0,54	1,14
CV (%)		2,69	1,58	3,88	3,14	0,78	1,21	3,32
MÉDIA		38,95	67,77	5,76	33,48	28,11	60,56	32,22

* significativo a 5% pelo teste F

Tabela 5: Resumo das análises de variância da massa de colmos para FDA (%), FDN (%), Lignina (LIG%), Conteúdo Celular (CCEL%), Hemicelulose (HEMIC%), NDT (%) e Celulose (CEL%) do sorgo biomassa (BRS 716) em função das das épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		COLMO + PANÍCULA**						
		FDA	FDN	LIG	CEL	HEMIC	NDT	CCEL
CORTE	5	8,91*	21,01*	0,47 ^{NS}	3,11 ^{NS}	3,91*	4,36*	21,01*
Bloco	2	12,45	17,3	0,23	11,92	0,4	6,09	17,3
Erro	10	1,77	2,42	0,2	1,55	0,12	0,87	2,42
CV (%)		3,56	2,53	9,19	3,69	1,46	1,52	4,05
MÉDIA		37,5	61,57	4,89	33,7	24,07	61,58	38,42

* significativo a 5% pelo teste F; NS não significativo; **adicionada panículas a partir do florescimento.

Para teor de FDN e para Conteúdo Celular na folha houve resposta quadrática em função da época de corte com máximos teores estimados pela equação de regressão $FDN = -0,0032 * CORT^2 + 0,9243 * CORT + 5,05$ e $CCEL = 0,003234 * CORT^2 - 0,92439 * CORT + 94,94748$ respectivamente, obtidos aos 143 DAE para ambas as variáveis (Figura 4).

Em relação ao teor de FDA na folha, houve resposta linear e crescente ao aumento da idade de corte das plantas, estimando-se pela equação $FDA = 26,4778 + 0,105182 * CORT$ um ganho diário de 0,10 % até o final do ciclo (Figura 4).

Já para o teor de NDT na folha, houve resposta linear e decrescente ao aumento na idade de corte das plantas, estimado pela equação $NDT = -0,073609 * CORT + 69,3084$ com uma perda diária de 0,07% até a maturidade fisiológica (Figura 4).

Gomes et al. (2006) avaliaram 11 híbridos de sorgo e encontraram na fração folha, 63,34% de FDN e 35,35% de FDA, em média. No presente trabalho, para a fração folha foram encontrados, 67,76% de FDN e 39,05% de FDA em média para o intervalo de épocas de corte estudado, sendo os menores valores observados até os 101 DAE (61,41% de FDN e 34,27% de FDA). Também neste mesmo período observa-se os maiores teores de NDT e Conteúdo Celular qualificando esse intervalo para o sorgo BRS 716 como promissor ao uso forrageiro (Tabela 6). Nota-se que aos 143 DAE a FDN, a fração fibrosa, atinge o ponto máximo e a fração de carboidratos solúveis atinge o ponto mínimo estimados pela equação de regressão proporcionando uma qualidade forrageira a partir desta época.

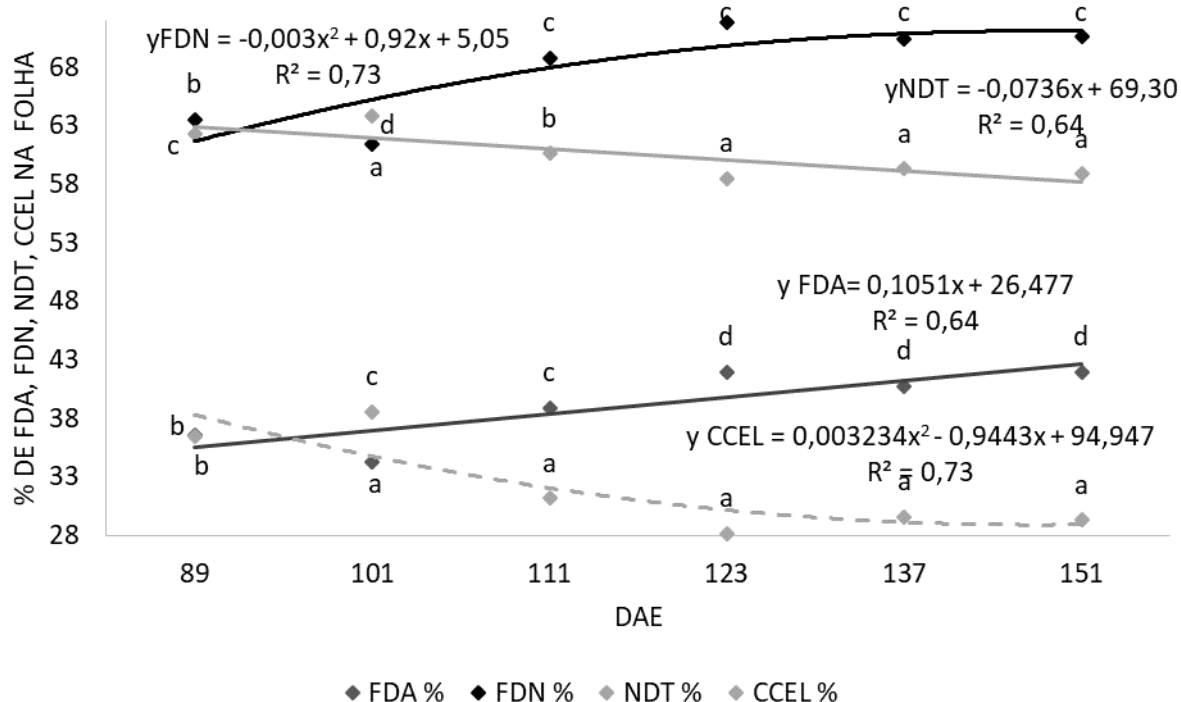


Figura 4: Valores de FDA, FDN, NDT e Conteúdo Celular de folha de sorgo biomassa (BRS 716), em porcentagem, em função das épocas de corte, em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Em relação aos componentes da fração fibra na folha, lignina, celulose e hemicelulose, houve resposta quadrática em função da época de corte com máximo teor, estimado pela equação de regressão $LIG = -0,00029 \cdot CORT^2 + 0,078 \cdot CORT + 0,0771$, $HEMIC = -0,001191 \cdot CORT^2 + 0,321752 \cdot CORT + 3,185425$ e $CEL = -0,001468 \cdot CORT^2 + 0,44083 \cdot CORT + 2,49562$, obtidos aos 132 DAE, 135 DAE e 150 DAE, respectivamente (Figura 5). Observa-se na fração folha deste experimento uma maior contribuição da celulose e da hemicelulose em relação à lignina e, com melhor resultado obtido aos 101 DAE. Também há um aumento no teor de hemicelulose a partir da 2ª época de corte (101 DAE) e após esse período existe tendência em estabilizar a hemicelulose até o final do ciclo (Tabela 6).

Pedreira et al. (2003), analisaram as características agrônômicas e composição química de oito híbridos de sorgo, e observaram valor médio de 35,34% de CEL das folhas. Neste trabalho, a média obtida entre as épocas analisadas foi 33,48% e o melhor teor foi 30,66% aos 101 DAE. (Tabela 6). Gontijo Neto et al. (2004), avaliaram híbridos de sorgo forrageiros normais cultivados sob níveis crescentes de adubação, e encontraram valor médio de 22,68% de CEL das plantas inteiras, valor esse inferior ao do biomassa muito

provavelmente devido a contribuição da panícula de sorgos forrageiros se significativamente superior a de sorgos biomassa.

Para a hemicelulose no colmo, a média obtida no período analisado foi 28,81%, variando entre 26,97 a 29,30%, com os melhores teores até 101 DAE (Tabela 6). Já Faria Jr. (2008) não observou variação no teor de hemiceluloses das folhas do híbrido de sorgo BRS 610 ao longo do estágio de maturação, sendo a média de 32,22%. Pedreira et al. (2003) encontrou valores de hemiceluloses das folhas de oito híbridos de sorgo forrageiro. Os valores obtidos por esses autores estão muito próximos ao observados com o BRS 716 notadamente no período de maturação/enchimento de grãos.

A lignina de colmo obteve média de 5,75% variando entre 5,43 a 6,23% (Tabela 6). Faria Jr. (2008) observou aumento nos teores de lignina das folhas do híbrido BRS 610 com o avanço da maturidade da planta até o estágio pastoso, não diferindo nos cortes posteriores, sendo o valor médio de 6,70%, superior à média obtida neste trabalho. Pedreira et al. (2003) apresentaram teores de lignina nas folhas de híbridos de sorgo entre 3,39% e 5,73%. Assim, é possível inferir que também para essa fração da fibra da folha o sorgo biomassa é semelhante a sorgos forrageiros.

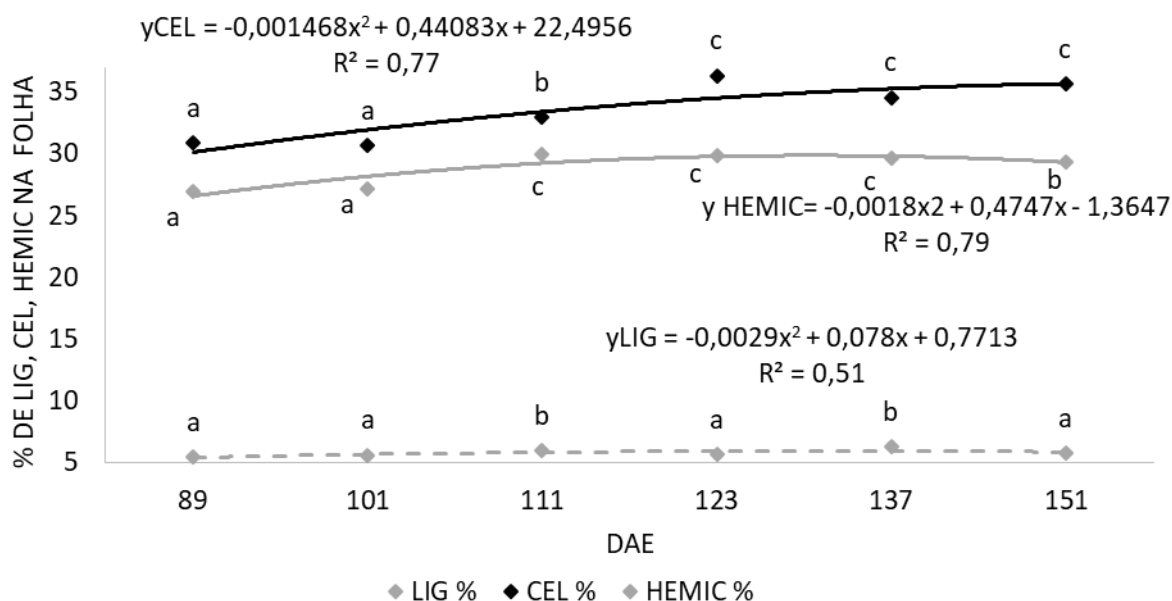


Figura 5: Teores de lignina, celulose e hemicelulose de folha de sorgo biomassa (BRS 716) em porcentagem, em função das épocas de corte em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Os resultados obtidos para de FDA (%), FDN (%), Lignina (LIG%), Conteúdo Celular (CCEL%), Hemicelulose (HEMIC%), NDT (%) e Celulose (CEL) da folha de sorgo BRS 716 estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Fibra Detergente Ácido (FDA%), Fibra Detergente Neutro (FDN%), Lignina (LIG%), Conteúdo Celular (CCEL%), Hemicelulose (HEMIC%), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT%) e Celulose (CEL%) da folha do sorgo biomassa (BRS 716) em função das épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

ÉPOCA	FOLHA						
	FDA %	FDN %	LIG %	CEL %	HEMIC %	NDT %	CCEL %
89	36,53 b	63,51 b	5,43 a	30,84 a	26,97 a	62,26 c	36,48 b
101	34,27 a	61,41 a	5,57 a	30,66 a	27,14 a	63,85 d	38,58 c
111	38,87 c	68,81 c	5,93 b	32,93 b	29,94 c	60,63 b	31,19 a
123	41,95 d	71,82 c	5,64 a	36,31 c	29,87 c	58,47 a	28,17 a
137	40,76 d	70,41 c	6,23 b	34,53 c	29,64 c	59,30 a	29,59 a
151	41,95 d	70,65 c	5,73 a	35,62 c	29,3 b	58,89 a	29,34 a

*Letras iguais na coluna indicam que as médias são iguais, de acordo com o teste Scott Knott a 5% de probabilidade

Os valores no colmo para FDN, tiveram resposta quadrática em função da época de corte com máximo teor estimado pela equação de regressão $FDN = - 0,002255 * CORT^2 + 0,58566 * CORT + 24,837$, obtido aos 129 DAE (Figura 6).

Assim como para FDN, o Conteúdo Celular no colmo teve resposta quadrática em função da época de corte, porém com teor mínimo estimado pela equação de regressão $CCEL = 0,002255 * CORT^2 - 0,585667 * CORT + 75,162791$, também obtido aos 129 DAE (Figura 6). Observa-se nas condições experimentais deste trabalho que o teor de FDN do sorgo biomassa atinge uma proporção máxima no mesmo período que o teor de Conteúdo Celular é mínimo sendo então esse o período em que esse genótipo estabiliza a perda na qualidade forrageira do colmo. Ademais, essa análise torna-se importante pelo fato desse tipo de sorgo ter no colmo a parte da planta com maior participação na matéria seca total. Assim, à medida que aumenta os carboidratos estruturais, ou seja, a fibra da forragem, o teor de carboidratos solúveis facilmente digeríveis pelos microorganismos do rúmem, tendem a diminuir levando a uma perda na qualidade forrageira.

Quanto aos teores de NDT e de FDA no colmo, no intervalo estudado não houve resposta significativa às diferentes épocas de corte, com média 61,58% variando de 60,61 a 63,30% para NDT e média de 37,50% variando de 35,05 a 39,75% para FDA (Figura 6).

Os teores de FDA observados por Pedreira *et al.* (2003) para os colmos de oito híbridos de sorgo no estágio farináceo foram semelhantes (29,30 a 39,36%) aos observados no presente trabalho. Enquanto que os valores observados por Faria Jr. (2008) foram superiores e variaram de 42,57% no estágio leitoso a 53,0% no estágio farináceo.

Contudo, os valores obtidos para o sorgo BRS 716 mostram uma estabilidade na proporção de fibra no colmo em todos os períodos estudados.

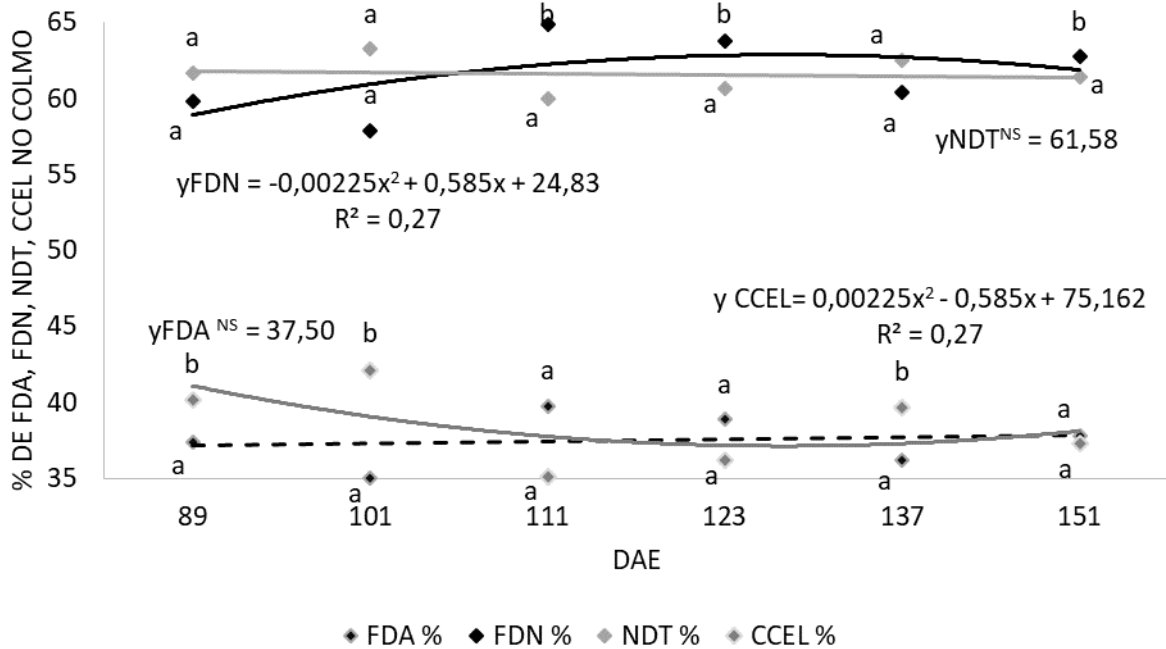


Figura 6: Teores de FDA, FDN, NDT e Conteúdo Celular de colmo de sorgo biomassa (BRS 716) em porcentagem, em função das épocas de corte em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Em relação a fração fibrosa do colmo, a lignina e celulose não tiveram resposta significativa em função das épocas de corte, sendo em média 4,89% e variando de 4,2 a 5% para lignina, e 33,70% variando de 30,66 a 36,31% para celulose (Figura 7).

Quanto a hemicelulose, do colmo, houve resposta quadrática em função da época de corte com máximo teor estimado pela equação de regressão $HEMIC = -0,001191 * CORT^2 + 0,321752 * CORT + 3,1854$, obtido aos 135 DAE (Figura 7). O valor médio obtido nos períodos analisados foi 24,06% variando entre 22,49 a 24,92% (Tabela 7).

Observa-se que na fração colmo do sorgo biomassa uma maior contribuição da hemicelulose em relação à lignina e celulose na composição da fibra, com crescimento até duas semanas após o florescimento ou duas semanas antes do final do ciclo, nas condições de realização deste trabalho. Considerando que para genótipos de sorgo biomassa o período do florescimento à maturidade fisiológica é de 30 a 35 DAE (Borém et al., 2014), para essa porção fibrosa, podemos dizer que sua participação cresce até a metade do período de

enchimento de grão. A fração hemicelulose pode ser degradada pelas bactérias do rumen e é considerada como fibra digestível, estimada pela diferença entre a FDN e FDA.

Assim, como a composição da fibra nas folhas do sorgo biomassa é semelhante à de sorgos forrageiros e, no colmo a celulose e a lignina têm teores semelhantes dos obtidos com esses genótipos. Podemos inferir que a planta de sorgo biomassa tem a composição da fração fibrosa semelhante a de sorgos forrageiros, o que habilita o sorgo BRS 716 para o uso na alimentação animal de ruminantes.

A redução no valor nutritivo da forragem com o avanço do ciclo das plantas deve-se ao aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta, bem como a redução na relação folha: colmo e ao aumento na percentagem de material morto, que apresentam baixa digestibilidade (Frizzo, 2001). Isso é observado neste trabalho em que ocorre senescência de folhas principalmente após o florescimento e uma redução de carboidratos não estruturais afetando na qualidade nutricional do biomassa, contudo a níveis aceitáveis como forragem.

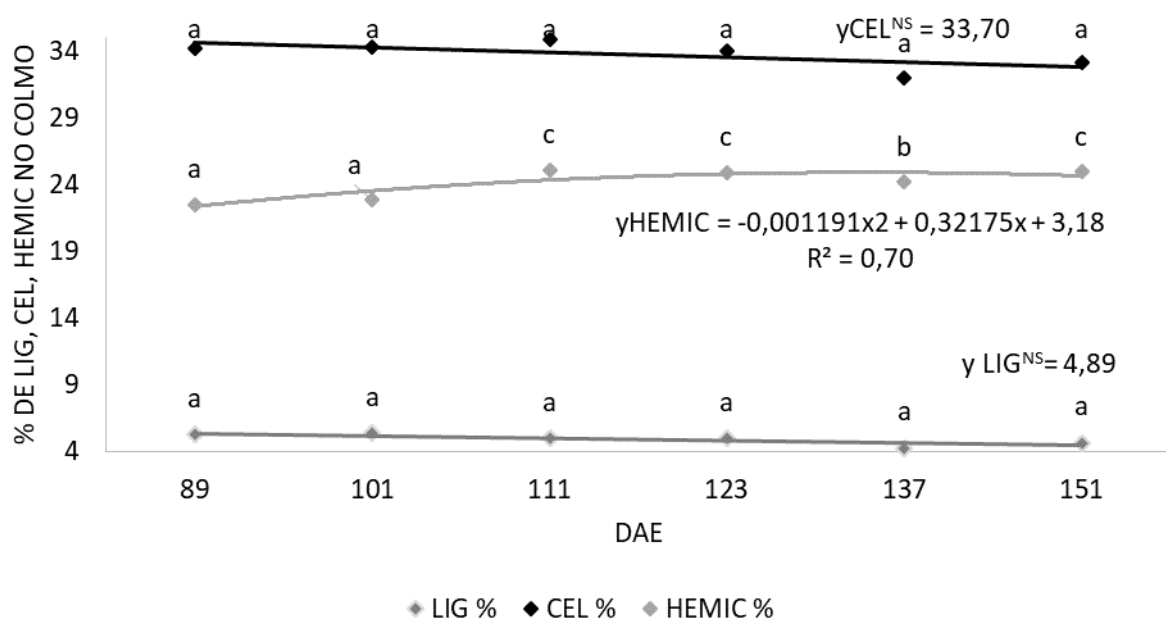


Figura 7: Teores para lignina, celulose, hemicelulose de colmo + panícula de sorgo biomassa (BRS 716) em porcentagem, em função das épocas de corte em DAE. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2017.

Os resultados obtidos para de FDA (%), FDN (%), lignina (LIG%), conteúdo celular (CCEL%), hemicelulose (HEMIC%), NDT (%) e celulose (CEL%) do colmo de sorgo BRS 716 estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Teores de fibra detergente ácido (FDA%), fibra detergente neutro (FDN%), lignina (LIG%), conteúdo celular (CCEL%), hemicelulose (HEMIC%), nutrientes digestíveis totais (%) e celulose (CEL) do colmo da planta de sorgo biomassa (BRS 716) em função das épocas de corte. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2017.

ÉPOCA	COLMO + PANÍCULA**						
	FDA %	FDN %	LIG %	CEL %	HEMIC %	NDT %	CCEL %
89	37,37 a	59,85 a	5,25 a	34,13 a	22,49 a	61,68 a	40,14 b
101	35,05 a	57,88 a	5,32 a	34,23 a	22,83 a	63,30 a	42,11 b
111	39,75 a	64,85 b	4,95 a	34,80 a	25,09 c	60,01 a	35,15 a
123	38,89 a	63,80 b	4,94 a	33,95 a	24,90 c	60,61 a	36,20 a
137	36,18 a	60,36 a	4,26 a	31,93 a	24,18 b	62,51 a	39,63 b
151	37,79 a	62,72 b	4,62 a	33,16 a	24,92 c	61,38 a	37,28 a

*Letras iguais na coluna indicam que as médias são iguais, de acordo com o teste Scott Knott a 5% de probabilidade. ** Participação da panícula a partir do florescimento (123 DAE).

Os valores referentes à composição da panícula estão associados à fração colmo nas três últimas épocas de corte a partir do florescimento, sendo que há pouca participação da inflorescência na massa total da planta de sorgo biomassa.

No experimento conduzido por Damasceno et al. (2013), foram observadas diferenças entre os genótipos avaliados para as variáveis FDN que apresentou valores que oscilaram de 46,1 a 77,7%, e FDA com valores de 25,7 a 52,5%. Neumann et al. (2002), analisando os teores dos constituintes da parede celular da fração, colmo, folhas e panícula de diferentes híbridos de sorgo, verificaram a existência de variação significativa para as variáveis FDN e FDA. Observaram também que os resultados médios do componente panícula apresentaram os menores teores dessas variáveis quando comparado aos componentes colmo e folha. No presente trabalho a média das variáveis FDN e FDA para colmo + panícula foram 61,57 e 35,05 respectivamente, sendo as melhores médias obtida aos 101 DAE com teores de 57,88% FDN e 35,05% FDA (Tabela 7).

CONCLUSÕES

No sorgo BRS 716 há baixa participação de panícula na massa total, que impacta negativamente na qualidade da forragem.

A planta de sorgo biomassa tem a composição da fração fibrosa nas folhas e colmo semelhante à de sorgos forrageiros o que o habilita para o uso na alimentação animal de ruminantes.

REFERÊNCIAS

- AVELINO, P. M. **Características produtivas de híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio**. 2008. 56f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Tocantins, Araguaiana.
- AZEVEDO, E. B., NÖMBERG, J. L., MENEGAZ, A. L., SILVA, S. P., COSTA, L. P. D., CHIELLE, Z. G. Avaliação bromatológica dos componentes da planta de híbridos de sorgo e milho cultivados na Depressão Central-RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. Santa Maria, 2003. **Anais**. CD-ROM. Forragicultura.
- BERNARDINO, M.L.A., RODRIGUEZ, N.M., SANTANA, A.A.C. et al. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.49, n.2, p.213-223, 1997.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. New York: Longman, 1977. 475p.
- BORÉM A.; PIMENTEL L.; PARRELLA R. **Sorgo: do plantio à colheita**. Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG: Ed UFV, 2014. 275 p.
- BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, n.4, p.441-452, 1997a.
- CUMMINS, D. G. Methods of evaluation and factors contributing to yield and digestibility of sorghum silage hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 27, Chicago, 1972. **Proceedings**. Washington, American Seed Trade Association, 1972, p.18-28.
- DALLA CHIESA, E.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L. MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; SANTI, M.A.M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.30, n.1, p.67-73, 2008.
- DAMASCENO, C. M. B. **Análise morfoagronômica e bioquímica de um painel de sorgo energia para características relacionadas a qualidade da biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa, 2013. v.190.
- DEMARCHI, J.J.A.A., BOIN, C., BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. *Zootecnia*, Nova Odessa. v.33, n.3, p.111-136, 1995.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR para Windows 4.3**. Lavras: UFLA, 2003. Software.
- GOMES, S.O.; PITOMBEIRA, J.B.; NEIVA, J.N.M.; CANDIDO, M.J.D. Comportamento Agronômico e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.221-227, 2006.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C. DE.; ZAGO, C. P.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agronômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1975-1984, 2004.

FARIA JÚNIOR, W. G. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em oito idades de corte. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

FRIZZO, A. Níveis de suplementação energética em pastagem hibernal na recria de terneiras de corte. 109f. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pósgraduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2016. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em out 2016.

LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, v.24, p.875-888, 1973.

MATTOS, J. L. S. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil Central. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**. Alta Floresta, v.2, n.1, p.52-70, 2003.

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

MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic Press, 1990. 483p.

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.4, 2013.

NELSON, C.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.115-154.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002a.

NEUMANN, M., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C. BERNARDES, R. A. C., ARBOITTE, M. Z., RUDNIK, L., PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.302-312, 2002b.

OLIVEIRA, R.; FRANÇA, A.; SILVA, A. da; MIYAGI, E.; OLIVEIRA, E. de; PERÓN, H.. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 10, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/541/5979>>. Acesso em: 31 julho 2017.

OMETTO, J. C. Classificação climática. In: OMETTO, J. C. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo: Ceres, p.390-398, 1981.

PAIVA, J. A. J. Qualidade do sorgo da região metalúrgica de Minas Gerais. 1976. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1976.

PARRELLA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2014. 275p.

PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A; BERCHIELLI, T.T.; MOREIRA, A.L.; COAN, R.M. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.

PIZARRO, E. A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. Inf. Agropecu. v.47, p.12-19, 1978.

REZENDE, G. M.; PIRES, D. A. A.; BOTELHO, P. R. F.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; JAYME, D. G.; REIS, S. T.; PIMENTEL, L. R.; LIMA, L. O. B.; KANEMOTO, E. R.; MOREIRA, P. R. Características agronômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.171-179, 2011.

RODRIGUES, J. A. S. Híbridos de sorgo Sudão e sorgo bicolor: alternativa de forrageira para corte e pastejo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 22p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 4).

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, A. C.; GOMES, T. C.; OLIVEIRA, M. S. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa-produtividade e qualidade de fibra. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n. 1, p.1-13, 2014.

SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folha/panícula 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.1, p.14-20, 1999.

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

SOUZA, V. G., PEREIRA, O. G., MORAES, S. A., VALADARES FILHO, R. G. S. C., ZAGO, C. P., FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo de silagem de sorgo. **R. Bras. Zootec.**, v. 32,

n.3, p. 753-759, 2003.

TJANDRAATMADJA, M., MacRAE, I.C., NORTON, B.W. Intake and digestibility of sorghum silage by goats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.41, n.3, p.171-179, 1993.

VALENTE, J.O., SILVA, J.F.C., GOMIDE, J.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo para silagem. 2. Valor nutritivo e produtividade das silagens. **R. Bras. Zootec.**, v.13, n.1, p.74-79, 1984b.

VALENTE, J.O. Introdução. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. (Circular Técnica.17, EMBRAPA MILHO E SORGO), p.5-7, 1992.

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

VILELA, O. *O sistema de consorciação de forragem*. Coronel Pacheco, Embrapa – CNPGL, 1985. 15p. (Boletim de Pesquisa, 11).

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

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo de alto valor nutritivo. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.p. 519-544.

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