

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DO HÍBRIDO DE SORGO
2011 37 062 EM CINCO IDADES**

GABRIELA MALDINI PENNA DE MASCARENHAS AMARAL

BELO HORIZONTE

2014

Gabriela Maldini Penna de Mascarenhas Amaral

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DO HÍBRIDO DE
SORGO 2011 37 062 EM CINCO IDADES**

Dissertação apresentada ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

Belo Horizonte

Escola de Veterinária da UFMG

2014

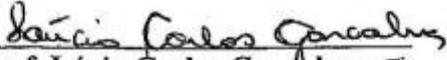
A485a Amaral, Gabriela Maldini Penna de Mascarenhas, 1989-
Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo 2011 37 062 em cinco idades/
Gabriela Maldini Penna de Mascarenhas Amaral. – 2014.
71 p. : il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de
Zootecnia
Inclui Bibliografia.

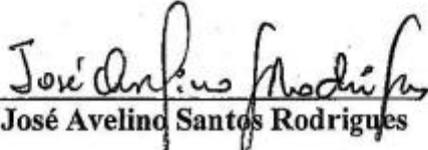
1. Sorgo – Silagem – Teses. 2. Forragem – Teses. 3. – Valor nutricional – Teses.
4. Digestibilidade – Teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade Federal de
Minas Gerais. Departamento de Zootecnia. III. Título.

CDD – 633,2

Dissertação defendida e aprovada em 28 de julho de 2014, pela Comissão examinadora composta por:


Prof. Lúcio Carlos Gonçalves
Orientador


Prof. Diogo Gonzaga Jayme


Dr. José Avelino Santos Rodrigues

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Lúcio, pela confiança, amizade e orientação durante esse período. Grande parte do meu desenvolvimento, não só acadêmico, se deve a ao seu trabalho. Obrigada.

Ao Dr. José Avelino, agradeço pela parceria, pela disponibilidade, pelos ensinamentos, pelo bom humor constante e pelo exemplo de grande profissional.

Ao Prof. Diogo agradeço pela orientação, disponibilidade, pela amizade e por me ajudar sempre a melhorar.

Aos meus colegas de pós-graduação e aos orientados de iniciação científica pela ajuda e todo suporte, em especial ao João Pedro, Otaviano, Dalvana e Diego, meus irmãos no grupo, sem os quais essa tarefa seria muito mais difícil.

Ao Pedro agradeço pela grande ajuda nas análises estatísticas e por estar disponível principalmente nesta última etapa.

Ao Matheus, agradeço pelo carinho e por ter sido muito mais que companheiro, dividindo comigo cada passo dessa jornada. Obrigada por ser meu suporte e meu incentivador.

Agradeço a minha família por entender minhas ausências. Aos meus pais por sempre confiarem no meu potencial.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo, agradeço pela parceria na condução da parte de campo deste trabalho.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, agradeço pela concessão da bolsa de estudos.

À todos que torceram pelo meu sucesso, muito obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

A cultura do sorgo	18
Características da planta.....	19
Estágios de desenvolvimento da planta.....	20
Fotoperíodo.....	21
Plantio e produtividade.....	22
Valor nutritivo.....	23
Ligninas.....	24
Referências.....	25

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, VALOR NUTRITIVO, DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DA MATÉRIA SECA E AVALIAÇÃO DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA LIGNINA DE PARTES DA PLANTA E DA PLANTA INTEIRA DO HÍBRIDO DE SORGO 2011 37 062 EM CINCO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Considerações gerais.....	37
2.2 Descrições do híbrido.....	37
2.3 Procedimentos experimentais.....	37
2.3.1 Características agronômicas e valor nutritivo.....	37
2.3.2 Digestibilidade <i>in vitro</i>	39
2.3.3 Caracterização dos grupos funcionais da lignina.....	40
2.4 Procedimento estatístico.....	40

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.1 Número de plantas por hectare e produção de matéria seca das plantas.....	40
3.2 Proporção de colmo, panícula e folhas.....	43
3.3 Produção de matéria seca digestível (PMSD)	46
3.4 Valor nutritivo.....	46
3.4.1 Matéria Seca.....	47
3.4.2 Proteína.....	49
3.4.3 Frações fibrosas.....	51
3.5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca.....	58
3.6 Caracterização dos grupos funcionais da lignina.....	60
CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	71
--	-----------

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Estande (mil plantas por hectare), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare e altura (ALT) (em metros) em função da idade da planta e os respectivos coeficiente de variação (CV) e significância ($P < 0,05$) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido em cinco idades.....47
- Tabela 2 – Proporção de colmo, folha e panícula na matéria seca da planta inteira em função das diferentes idades de colheita do híbrido de sorgo 2011 37 062 e as respectivas equações de regressão em função da idade de corte, coeficiente de variação (CV) e significância ($P < 0,05$).51
- Tabela 3 - Teores de matéria seca (%MS) e proteína bruta em porcentagem da matéria seca (%PB) da planta inteira, colmo, folha e panícula em função da idade da planta e os respectivos coeficiente de variação (CV) e significância ($P < 0,05$) para cada parâmetro do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido em diferentes idades.54
- Tabela 4 – Equações de regressões estabelecidas para porcentagem de proteína bruta (%PB) em porcentagem da matéria seca nas diferentes frações da planta de sorgo 2011 37 062 em função da idade de corte e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro.....58
- Tabela 5 – Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente ácido (FDA) em porcentagem da matéria seca (%MS) da planta inteira (P.I) e frações colmo (COL), panícula (PAN) e folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 em função das diferentes idades de corte e as equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro.....61
- Tabela 6 – Hemiceluloses (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) em porcentagem da matéria seca da planta inteira (P.I) e frações colmo (COL), panícula (PAN) e folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 em função das diferentes idades de corte e as equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro.....64
- Tabela 7 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em porcentagem da matéria seca e equações de regressão em função das diferentes idades de corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), nível de significância (P) e coeficiente de variação (CV) da planta inteira e frações do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.....79
- Tabela 8 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra da planta inteira (P.I.) seca do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.....115

Tabela 9 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra seca do colmo (COL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.....116

Tabela 10 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra seca da panícula (PAN) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.....117

Tabela 11 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em gramas de matéria seca das folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.....118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Panículas do híbrido de sorgo 2011 37 062 aos 87, 91, 85, 98 e 101 dias após o plantio, respectivamente.....49

Figura 2 – Panículas pertencentes à quinta idade de corte. A primeira foi protegida do ataque de pássaros por um saco de náilon e a segunda permaneceu ao longo do experimento sem proteção.....52

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, avaliar as características agronômicas do híbrido de sorgo 2011 37 062, colhido em cinco idades (87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio) assim como sua composição química, valor nutritivo, digestibilidade *in vitro*, degradabilidade e caracterização dos grupos funcionais de lignina a fim de se estabelecer a melhor época de colheita dessa forrageira. O estande de plantas não variou estatisticamente em função da idade de corte das plantas, apresentando média de 119,99 mil plantas por hectare. Quanto às produções, os valores variaram de 34,7 a 18,7 toneladas por hectare de matéria verde (PMV) e de 8,18 a 5,38 toneladas de matéria seca (PMS). Já a PMSD variou de 4,85 a 2,75 ton.MSD/ha. Quanto ao valor nutritivo, foram observados aumentos sucessivos na %MS da planta inteira ($P < 0,05$) em função da idade do híbrido. A %MS de colmo foi constante, sendo a média encontrada de 18,24%. Já a %MS das folhas variou de 34 a 59% entre o primeiro e o último corte, apresentando relação quadrática significativa, enquanto a variação na %MS na panícula foi linear, variando de 38 a 55%. A %PB na planta inteira apresentou queda linear com o avanço da idade da planta. A fração da folha e a fração colmo também apresentaram queda linear com o avanço da idade de corte. A fração panícula, por sua vez, apresentou %PB que variaram de 9,24 no primeiro corte para 8,63 no quinto corte, sendo a relação quadrática. Os teores de FDN da planta inteira aumentaram com o avanço da maturação da planta, variando de 59,9% no primeiro corte a 64,5% no quinto e último corte. Nas folhas e colmo foi observado aumento linear para FDN, enquanto para panícula não se verificou variação no teor de FDN entre os cortes (média de 37,8%). Os teores de FDA do híbrido de sorgo 2011 37 062 variaram de forma linear, tanto para planta inteira (PI) quanto nas frações de folha e colmo. Na panícula, o teor de FDA apresentou comportamento quadrático em função da idade de corte. Os teores de hemiceluloses obtidos para a planta inteira não apresentaram diferença significativa em função da idade de corte, obtendo média de 26,3% de hemiceluloses na planta completa. O mesmo comportamento foi observado para as frações de colmo, panícula e folhas, cujas médias dos cinco cortes foram 32,8, 19,2 e 30,5% respectivamente. Os teores de celulose da planta completa e frações do híbrido de sorgo 2011 37 062 apresentaram diferença significativa entre os cortes. Na planta inteira os valores variaram de 27 para 30% entre o primeiro e último corte e apresentaram redução linear ($P < 0,05$) em função do estágio de maturação da planta. Quanto aos teores de celulose na panícula, observou-se uma relação quadrática entre essa variável e a idade de corte da planta, já nos colmos e folhas foram observados aumentos lineares de celulose, variando de 40 a 45% no colmo e 27 a 30% nas folhas. Quanto ao comportamento da lignina não houve diferenças significativas entre o teor de lignina da planta inteira, folhas e panícula em relação às idades de corte (médias de 7,3, 4,7, 5,1% respectivamente). Apenas a fração colmo apresentou aumento linear com as porcentagens variando de 6 a 8 % do primeiro ao quinto corte.

A planta inteira do híbrido de sorgo 2011 37 062 apresentou digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) média de 54,2, 49,7, 49,8, 47,4 e 46,3% aos 87, 91, 95, 98 e 101

dias pós-plantio, respectivamente. A fração colmo apresentou DIVMS de 51,4, 43,3, 36,6, 42,2 e 32,2% do primeiro ao último corte. As frações panícula e folha, por sua vez, apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$) com o avanço da idade de corte da planta. Quanto aos grupos funcionais de lignina na planta inteira, não se observou variação nos monômeros que a compõe em função das idades de corte do híbrido 2011 37 062. A média encontrada foi de 0,03, 0,04 e 0,04 g por 100 g de amostra seca da planta inteira para os monômeros *p*-hidroxifenila (H), (G) e siringila (S) respectivamente. Os teores de *p*-hidroxifenila, guaiacila e siringila nos colmos apresentaram aumento linear em função da idade variando de 0,03 a 0,04, 0,04 a 0,05 e 0,04 a 0,06 g por 100 g de amostra seca, respectivamente. As relações siringila:guaiacila foram 1,0, 1,25, 1,25, 1,20 e 1,25 para o corte aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias. Não foram encontradas diferenças estatísticas para o teor de siringila ao longo dos cortes do híbrido de sorgo do híbrido, sendo a média 0,05 g por 100 g de amostra seca de panícula. Os teores de guaiacila e *p*-hidroxifenila por sua vez apresentaram relações quadráticas ao longo das crescentes idades de cortes. Observando os valores obtidos conclui-se que a melhor época de corte para o híbrido de sorgo 2011 37 062 é aos 87 dias pós-plantio, quando semeado na safrinha (fevereiro), pois nessa idade a planta apresentou maiores %PB, maior produção de MS, e PMSD sem demonstrar aumento nos teores de lignina que podem estar diretamente relacionados à baixa digestibilidade e aproveitamento do alimento.

Palavras-chave: forragem, sorgo, valor nutritivo, estágio de maturação

ABSTRACT

Abstract: The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of sorghum hybrid 2011 37 062, harvested in five ages (87, 91, 95, 98 and 101 days after sowing) as well as the chemical composition, nutritional value, *in vitro* digestibility (DIVMS), functional groups of lignin characterization in order to establish the best time to harvest this forage. The plants stand did not vary statistically as a function of the plants age, showing an average of 119.990 plants per hectare. Regarding production, in this experiment yields ranging from 34.7 to 18.7 tons per hectare of green matter (PMV) and from 8.18 to 5.38 tons of dry matter (PMS) were found. Also, the digestible matter production (PMSD) ranged from 4.85 to 2.75 ton.MSD / ha. Regarding nutritional value, successive increases were observed in the whole plant dry matter (MS%) ($P < 0.05$) according to the age of the hybrid. The %MS in the culm was constant along the ages of the plant, with an average of 18.24%. The %MS in the leaves ranged between 34 and 59% between the first and the last cut of the plant, showing a significant quadratic relationship, while the variation in %MS in panicle was linear, ranging from 38 to 55%. The percentage of crude protein (%PB) in the whole plant showed a linear decline with advancing age of the plant. The leaf fraction and stem fraction also showed a linear decline with advancing age of harvest. The panicle fraction, on the other hand, presented %CP ranging from 9.24 to 8.63 from the first cut to the fifth one, with a quadratic relationship between CP and plant age. The fiber in neutral detergent (FDN) content of the whole plant increased with advancing plant maturity, ranging from 59.9% in the first cut to 64.5% in the fifth. In the leaves and stem a linear increase of NDF was observed, for panicles, on the other hand, no change was found in NDF content between cuts (average 37.8%). The contents of the fiber in acid detergent (FDA) in the sorghum hybrid 2011 37 062 varied linearly, for the whole plant (PI) and for the leaf and stem fractions. In panicles, the FDA content varied quadratically according to the age of harvest. The hemicelluloses contents obtained for the whole plant did not differ significantly according to age of harvest, showing an average of 26.3% of hemicelluloses in the whole plant. The same behavior was observed for the stem, leaves and panicles fractions, with averages of 32.8, 19.2 and 30.5% respectively. The contents of cellulose of sorghum hybrid 2011 37 062 whole plants and fractions showed significant difference between the ages of harvest. The whole plant values ranged from 27 to 30% between the first and last cut showing a linear decrease ($P < 0.05$) according to the stage of plant maturity. For the cellulose content in the panicle, a quadratic relationship between this variable and the cutting age of the plant was observed, while on the leaves and stems a linear increase of cellulose content was observed. The content of cellulose varied from 40 to 45% in stems and 27 to 30% the leaves. Regarding the lignin behavior, no significant differences in the lignin content of whole plant, leaves and panicles were found on the different harvest ages (averages of 7.3, 4.7, and 5.1% respectively). Only the stem fraction increased linearly with percentages ranging 6-8% from the first to fifth cut.

The sorghum hybrid 2011 37 062 whole plant showed a DIVMS of 54.2, 49.7, 49.8, 47.4 and 46.3% at the plants harvested 87, 91, 95, 98 and 101 days after sowing, respectively. The stem fraction had DIVMS of 51.4, 43.3, 36.6, 42.2 and 32.2% from the first to the last cut. The panicle and leaf fractions, however, showed a quadratic response ($P < 0.05$) to the increase of plants age of harvest. Regarding the lignin functional groups, in the whole plant, no variation was observed in the monomers composition and the average found was 0.03, 0.04 and 0.04 g per 100 g dry sample of the entire plant for the monomers p-hydroxyphenyl (H), guaiacyl (G) and syringyl (S) respectively. The levels of p-hydroxyphenyl, guaiacyl and syringyl in stems showed a linear increase as a function of age, ranging from 0.03 to 0.04, 0.04 to 0.05 and from 0.04 to 0.06 g per 100 g of dry sample, respectively. The relations syringyl: guaiacyl were 1.0, 1.25, 1.25, 1.20 and 1.25 for the plant harvested 87, 91, 95, 98 and 101 days after sowing. No statistical differences were found for the syringyl content along the hybrid cutting ages, with an average 0.05 g per 100 g dry sample in the panicle. The contents of guaiacyl and p-hydroxyphenyl, however, showed a quadratic relationship with the increasing age of the plant. Observing the values obtained it is possible to conclude that the best time to cut the sorghum hybrid 2011 37 062 is at 87 days after planting, when it is sown in the off-season (February), because at this age the plant showed higher %PB, higher PMS and PMSD without demonstrating increased levels of lignin that can be directly related to the low digestibility.

Key-words: forage, sorghum, nutritional value, maturity stage

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário da pecuária. Hoje, com rebanho de cerca de 200 milhões de cabeças ocupa o segundo lugar no ranking de produção de carne mundial e o quinto lugar no ranking de países produtores de leite (MAPA, 2014). Desde 2004, ocupa também a liderança nas exportações de carne comercializada internacionalmente.

Em 2013, a produção nacional de leite superou 32 bilhões de litros, porém o que se observa é que, nos últimos anos, a produtividade média de leite das vacas brasileiras caiu 4,2%. A produção atual de leite é de 1,580 ton/vaca/ano. (USDA, 2012b), menor do que países como a Índia e China. Isso significa que os incrementos de produção são devidos ao aumento do número de animais e não na melhoria dos índices de produtividade do rebanho brasileiro.

Os índices médios de desempenho zootécnico do rebanho brasileiro são baixos e ainda hoje é comum os produtores rurais adotarem um único sistema de produção de volumoso nas fazendas. Muitas vezes, esses sistemas não são adequados nem manejados de forma correta, resultando em períodos de escassez de forragens na propriedade e quedas consideráveis na produção e produtividade animal. A busca por alternativas alimentares para suprir os déficits de quantidade e qualidade na época das secas é, portanto, uma questão importante a ser considerada nos sistemas de produção.

Entre as forrageiras com potencial para suprir a demanda de nutrientes dos ruminantes, especialmente no período de menor disponibilidade de pasto, o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta-se como boa alternativa, capaz de maximizar o uso da terra e manter a estabilidade da produção de forragem, de leite e de carne ao longo do ano.

O sorgo possui boa resistência à seca, alto potencial para produção de massa verde e elevado valor nutritivo e por esses motivos é uma alternativa versátil e viável para a alimentação animal (EMBRAPA, 2012). Quando bem manejado a cultura de sorgo pode atingir valores nutritivos muito próximos ao da cultura de milho, com a vantagem de ser menos exigente em pluviosidade e poder apresentar rebrotas com até 60% da produção de matéria verde encontrada no primeiro corte.

O Programa de Melhoramento Genético de Milho e Sorgo, desenvolvido pela Embrapa busca selecionar cultivares com melhores características agronômicas (maior produtividade e resistência a doenças) associadas a melhores valores nutritivos. O presente experimento encontra-se inserido nesse programa e é resultado da parceria entre essa instituição de pesquisa e o Departamento de Zootecnia da EV-UFGM.

O híbrido 2011 37 062 destaca-se por sua boa capacidade de produção de matéria verde e quantidade de grãos que favorece tanto seu uso como forrageira verde picada quanto nos processos de ensilagem. Apresenta bom porte, colmo seco, ausência de tanino nos grãos e folhas largas. Nas avaliações experimentais do Programa de Melhoramento Genético de Milho e Sorgo destacou-se entre os híbridos experimentais por apresentar estabilidade de produção de matéria seca em vários locais no Brasil, ser resistente ao

acamamento e tolerar as principais doenças foliares (antracnose, ferrugem e helmintosporiose).

A produção de silagem é umas das tecnologias mais difundidas entre os produtores que buscam a intensificação dos sistemas de produção. Para a formulação adequada de dietas e confecção de uma silagem de qualidade é importante que se conheça as características e o valor nutritivo da forrageira que se pretende utilizar. Dados de produtividade da planta, altura, produção de grãos, relação colmo/folha/panícula, resistência a pragas e tolerância à seca também são importantes na tomada de decisão.

O sorgo na forma de silagem mostra-se como alternativa de grande impacto na alimentação suplementar para os períodos de escassez de alimentos em rebanhos leiteiros de diferentes níveis produtivos.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas, valor nutricional e a cinética de fermentação ruminal da planta inteira e das frações de panícula, folha e colmo do híbrido de sorgo 2011 37 062 em cinco estádios de maturação e a partir dos resultados recomendar a melhor idade de corte dessa forrageira.

REFERÊNCIAS:

INCT - Métodos para Análise de Alimentos. 1ª edição. 2012. 204p. ISBN: 9788581790206

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica - 8ª edição /2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/index.htm. Acessado em maio 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. Acessado em: Junho/2014

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Production, supply and distribution online. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture - USDA, 2012. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline>>. Acessado em: Junho/2014

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Dairy: World Markets and Trade. Dezembro, 2012b. Disponível em: <http://usda01.library.cornell.edu/usda/currenton/dairy-marketon/dairy-market-12-14-2012.pdf>. Acessado em: Junho/2014

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

A CULTURA DO SORGO

O sorgo é uma planta pertencente à família Poaceae ao gênero *Sorghum*. Sua origem remete as regiões da África e Índia e sua domesticação parece ter acontecido há aproximadamente 3000 anos AC. Devido às suas características de rusticidade, versatilidade e alta tolerância a ambientes secos e quentes, o sorgo ganhou grande espaço no cenário brasileiro e desde 1970 vem apresentando significativo crescimento na agricultura do país. O sorgo possui sistema radicular fibroso, extenso e tem um ritmo de transpiração eficaz, bem como características foliares próprias das plantas xerófitas, que diminuem a perda de água (PINHO & VASCONCELOS, 2002). Morfologicamente caracteriza-se por apresentar hastes grossas e folhas largas, à semelhança do milho.

Sua versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; matéria prima para produção de álcool, colas e tintas; o uso de panículas para produção de vassouras; extração de açúcar dos colmos; até às inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes.

Agronomicamente os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte; vassoura. A diferença está na proporção de colmo, folhas e panículas, que reflete na produção de matéria seca por hectare, na composição bromatológica e no valor nutritivo. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta (variedades de capim Sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionadas vassouras. (EMBRAPA, 2012).

No contexto da agropecuária, o sorgo forrageiro pode se constituir em uma cultura de grande expressão para a produção animal, devido ao seu elevado potencial produtivo e adaptação a regiões secas, boa adequação a mecanização, boa fonte de energia para o animal e grande versatilidade. Quando bem manejada a cultura de sorgo pode atingir valores nutritivos muito próximos ao da cultura de milho, com a vantagem de ser menos exigente em pluviosidade e poder apresentar rebrotas com até 60% da produção de matéria verde encontrada no primeiro corte. O sorgo pode ocasionar maior produção de forragem que o milho e também menor custo de produção (EVANGELISTA & LIMA, 2000).

Alguns cultivares tem se destacado em condições de solos mais fracos e onde a estiagem é mais longa e frequente, chegam a produzir mais matéria seca que o milho. Esses cultivares caracterizam-se por possuir colmos suculentos e doces, boa produção

de grãos e altura variando entre dois a três metros (MONTAGNER ET AL, 2005). Em regiões áridas e semiáridas, o sorgo tem sido cultivado como primeira cultura; já em regiões de melhor distribuição de chuvas, tem apresentado boa adaptação ao cultivo de safrinha (DEMARCHI ET AL, 1995; PEDREIRA ET AL, 2003)

O Brasil vem se destacando no cenário mundial em relação ao cultivo de sorgo. O grande número de híbridos e variedades de sorgo colocados em ensaios de avaliação e no mercado nacional demonstram a grande variabilidade genética desta espécie. Tal característica vem sendo explorada pela Embrapa, em seu Programa de Melhoramento Genético de Milho e Sorgo, com o objetivo de selecionar híbridos com melhores características agrônômicas (maior produtividade, melhor relação colmo/folha/panícula e resistência a doenças), e melhor valor nutritivo (digestibilidade da fibra e grãos de textura macia) (GONÇALVES ET AL, 2009).

CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

O sorgo é uma planta C4, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21° C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo. Os híbridos de maneira geral tem uma formação de folhas e sistema radicular mais rápido do que linhagens ou variedades. (MAGALHÃES ET AL, 2012).

A altura das plantas varia desde 40 cm até 4 m de altura dependendo do cultivar. As folhas são largas, compridas, e abundantes e a expansão da área foliar pode ser bastante afetada pela temperatura e pela disponibilidade hídrica, principalmente em cultivares sensíveis ao fotoperíodo. O sorgo geralmente produz mais perfilhos em dias curtos e em temperaturas do ar mais baixas. Os perfilhos naturalmente são mais sensíveis ao déficit hídrico que a planta mãe (EMBRAPA, 2012). As plantas normalmente apresentam intenso perfilhamento e razoável quantidade de grãos, sistema radicular ramificado e profundo (BALL ET AL., 1991 E FORNAZIERI JUNIOR ET AL., 1999), possuindo da semeadura à colheita um ciclo de 100 a 160 dias para os híbridos precoces.

O caule é cilíndrico, dividido em nós e entrenós. Segundo ROONEY ET AL. (1980) os colmos podem ter até 18 nós e entrenós e podem ser suculentos ou secos, com ou sem acúmulo de açúcares. Em cada nó está presente uma folha e os nós são alternados, se encontrando em lados opostos no colmo. A inflorescência é uma panícula que pode ter de 8 a 50 cm de comprimento e de 4 a 20 cm de largura, com o formato variando de muito aberto até muito compacto podendo conter de 800 a 3.000 mil grãos de variados tamanhos e colorações. As flores apresentam ambos os órgãos sexuais e autopolinização.

Os tipos de raízes encontrados no sorgo são: primárias, secundárias e adventícias. As primárias são pouco ramificadas e morrem após o desenvolvimento das raízes

secundárias. As secundárias desenvolvem no primeiro nó, são bastante ramificadas e formam o sistema radicular principal. Já as adventícias podem aparecer nos nós acima do solo. Geralmente aparecem como sinal de falta de adaptação, pois são ineficientes na absorção de água e nutrientes, sendo sua função mais de suporte. (EMBRAPA, 2012). Comparando-se as raízes primárias de milho e sorgo encontra-se que ambas as culturas apresentam basicamente a mesma quantidade de massa radicular, porém a raiz secundária do sorgo é no mínimo o dobro daquelas encontradas no milho. O sistema radicular do sorgo é mais extenso, fibroso e com maior número de pelos absorventes. A profundidade do sistema radicular chega até 1,5 m (sendo 80% até 30 cm de profundidade no solo) e em extensão lateral alcança até 2,0 m. O crescimento das raízes em geral termina antes do florescimento, quando a planta passa a priorizar as partes reprodutivas (panículas).

O sorgo requer menos água para desenvolver quando comparado com outros cereais, sendo que o período mais crítico a falta de água é o florescimento. Para um quilo de matéria seca produzida, o sorgo requer cerca de 330 quilos de água, enquanto o milho requer aproximadamente 370 quilos. (MAGALHÃES ET AL, 2012). Quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico (raiz explora melhor o perfil do solo), murcha menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas.

ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

O desenvolvimento da planta de sorgo pode ser dividido em dois grandes períodos: o período vegetativo e o período reprodutivo.

O período vegetativo se inicia com os processos de germinação da semente e emergência da plântula. A emergência das plântulas ocorre devido ao alongamento da estrutura situada entre a semente e o primeiro nó, denominada mesocótilo. Essa estrutura é altamente influenciada pela umidade e temperatura do solo e por isso o sorgo, nessa fase, é mais sensível à variação de temperatura do que o milho quando a semeadura é realizada no final do inverno. (PARFITT, 2000)

O crescimento do mesocótilo nessa época é menor e, portanto, a profundidade de semeadura recomendada também deve ser mais rasa. Devido a esse crescimento lento em temperaturas de solo baixa WARRICK (2000) recomenda que deve-se planejar o plantio para que a germinação e o crescimento inicial sejam durante temperaturas mais elevadas. Após o estabelecimento inicial, as plantas de sorgo começam a desenvolver suas estruturas foliares, com as folhas surgindo de cada nó, em forma alternada. O número total de folhas formado por planta é variável, dependendo principalmente do cultivar e da época de semeadura.

As primeiras folhas formam-se a partir de um ponto de crescimento situado abaixo do nível do solo, ao longo das três a quatro semanas iniciais. Nessa fase as plantas têm a capacidade de recuperar-se caso ocorra a morte de folhas, uma vez que, na maioria das

vezes, o ponto de crescimento não é afetado, por estar abaixo da superfície do solo. (EMBRAPA, 2012). Quando alcança 7-10 folhas expandidas ocorre uma mudança rápida e brusca na função do ponto de crescimento, diminuindo a resistência.

O sorgo tem ainda capacidade de emitir perfilhos cuja quantidade depende da cultivar, do estande e da fertilidade do solo. O perfilhamento que ocorre em alguns híbridos, em determinadas situações, não reduz o rendimento de grãos e contribui para a sua estabilidade, conferindo ao sorgo resposta mais elástica a erros na regulação da semeadora já que consegue manter melhor a densidade de plantas quando comparado ao milho (RODRIGUES & SILVA, 2011). O perfilhamento no sorgo forrageiro é uma característica considerada vantajosa, ao passo que para o sorgo granífero pode não ser, sobretudo quando não há coincidência de maturação entre planta mãe e perfilhos. Neste caso o perfilhamento pode ter efeito negativo no rendimento por sombrear as folhas da planta mãe e pela competição do uso de água e nutrientes do solo. (PARFITT, 2000)

A fase reprodutiva começa com a diferenciação da panícula. É um estágio crítico, uma vez que o número potencial de óvulos (futuramente grãos) nas inflorescências é definido nesse momento.

O florescimento começa no ápice da panícula e continua em direção à base. O período situado entre duas a três semanas antes e duas a três semanas após o florescimento é o de maior exigência hídrica é nesse momento também que a planta atinge seu índice de área foliar máximo. Sendo assim é interessante que em regiões que não sofrem tanto com estresse hídrico, se faça coincidir o estágio em que a planta está com máxima área foliar com os dias mais longos do ano (ao redor de 21 de dezembro), em que há maior incidência de radiação solar. (RODRIGUES & SILVA, 2011).

A polinização ocorre por cerca de 35 dias e logo após a formação, os grãos passam pelos estádios de grãos aquosos, grãos leitosos, grãos em massa mole e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica.

MAGALHÃES ET AL. (2012) relatam que para produzir grãos, o sorgo necessita de 25 mm de água após o plantio, cerca de 250 mm durante o crescimento e 25 a 50 mm durante a maturidade. O déficit hídrico durante o estágio EC1 (primeira fase de crescimento da cultura, da germinação à iniciação da panícula), provoca menos danos à planta do que em EC2 (da iniciação da panícula ao florescimento) sendo que no estágio EC2 a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas, e no número de sementes por panícula. Estes mesmos autores citam que quando a falta de água acontece no estágio EC3 (da floração à maturação fisiológica), o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores e a consequente redução no rendimento de grãos.

FOTOPERÍODO

O fotoperiodismo pode ser definido como a resposta do desenvolvimento de uma planta à duração dos períodos de luz e de escuro. Durante um ano, o comprimento dos dias e

consequentemente a quantidade de horas de sol varia de acordo com a latitude e estação do ano. Para o sorgo, existem diferentes respostas à duração do período luminoso diário, sendo que os materiais genéticos podem ser classificados como sensíveis ou insensíveis ao fotoperiodismo. (PARRELLA ET AL, 2011).

O controle da sensibilidade ao fotoperiodismo e de maturação (indução de floração) no sorgo está associado ao efeito de dois alelos em seis loci: Ma1, ma1; Ma2, ma2; Ma3, ma3; Ma4, ma4; Ma5, ma5; e Ma6, ma6 (ROONEY & AYDIN, 1999). Os loci Ma1 a MA4 controlam o ciclo, enquanto os loci Ma5 e Ma6 são responsáveis pela sensibilidade ao fotoperiodismo.

Quando a cultivar de sorgo é sensível, ela responde a dias curtos e floresce em períodos do ano com noites longas. Nessas cultivares, a gema apical permanece vegetativa até que os dias encurtem o bastante para haver a sua diferenciação em gema floral, ou seja, se o comprimento do dia aumenta a planta não floresce, ao passo que se o comprimento do dia decresce, tornando-se menor que 12 horas e 20 minutos, ocorrerá a indução floral. (EMBRAPA, 2012).

Cultivares de sorgos sensíveis ao fotoperíodo semeadas nos meses de setembro ou outubro em regiões com fotoperíodo maior que 12 horas e 20 minutos, apenas irão iniciar o desenvolvimento da gema floral a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo e, consequentemente possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação às cultivares insensíveis ao fotoperíodo. (PARRELLA ET AL, 2010).

O atraso no plantio, ou plantio de safrinha (final de fevereiro em diante) também pode ocasionar antecipação dos estádios fisiológicos da planta, e, consequentemente produzir plantas menores para um mesmo estágio de colheita baseado no grão. De acordo com SILVA ET AL. (2005), maiores alturas da planta de sorgo estão associadas aos efeitos do fotoperíodo não indutivo (dias maiores que 12,9 h) durante a fase vegetativa das cultivares. Quando a semeadura é realizada em outubro-novembro, os dias ainda são longos e sem o estímulo ao florescimento a planta tem mais tempo para formação de um maior número de nós, entrenós e primórdios foliares, o que resulta em aumento da produção de matéria verde e de matéria seca. Por outro lado, as plantas semeadas na safrinha, apesar de apresentarem menor estatura e, portanto, menores produções de matéria verde para um mesmo estágio de grão, possuem menor porcentagem de colmos na matéria seca, e proporcionalmente, mais folhas e panícula, o que implica numa melhor qualidade da forragem (CHAVES, 1997).

SILVA ET AL (2005) trabalhando com diferentes tipos de sorgo plantados em diferentes épocas do ano obtiveram menores rendimentos nas cultivares plantadas a partir de março. Segundo os autores, a semeadura de março a maio resultou em menores produções devido à indução pelo fotoperíodo à diferenciação floral e também devido à queda de temperatura a partir de abril. Reduções de produção também foram observadas por FERRARIS & CHARLES-EDWARDS (1986) em sorgos forrageiros e por ALLEN & MUSICK (1993) em sorgos graníferos.

PLANTIO E PRODUTIVIDADE

O plantio de sorgo forrageiro deve ser realizado no início das chuvas até meados de dezembro. (RODRIGUES FILHO, 2006). Pelo fato da semente de sorgo ser pequena, é necessário o plantio quase superficial (3 a 5 cm). O solo deve estar bem preparado e bem destorroado, para facilitar a emergência das plântulas (VIANA ET AL. 2001).

COELHO ET AL. (2002) inferem que a precisão ou densidade de semeadura visa a obtenção de ótima população de plantas e ótima distribuição espacial das plantas entre e dentro da linha de plantio, para maximizar o desempenho da cultura, sem custo adicional, indicando que a densidade de semeadura é um componente importante do sistema de produção e que ela deve variar de acordo com o cultivar e a disponibilidade hídrica e/ou de nutrientes da região. De maneira geral, conforme os mesmos autores, existe uma tendência de aumento de produtividade em condições de espaçamento reduzido entre linhas. Esse aumento seria associado a maiores densidades populacionais devido a melhorias na eficiência de utilização de luz solar, água, nutrientes e melhor controle de plantas daninhas.

Em relação a cultivar, a densidade poderá variar em função do porte, da arquitetura da planta, da resistência ao acamamento e da finalidade a que se destina o plantio. Normalmente, cultivares mais precoces, de menor porte e folhas mais eretas, permitem o uso de densidades mais elevadas e espaçamentos mais estreitos. Quanto à disponibilidade de nutrientes e hídrica, a relação com a densidade de plantio é direta, isto é, quanto maior a disponibilidade destes fatores maior será a densidade recomendada (COELHO ET AL, 2012).

Segundo RESENDE ET AL. (2003), o aumento do número de plantas por unidade de área pode ser realizado através da redução do espaçamento entre linhas de semeadura para pastejo ou fenação, e recomendam espaçamento entre linhas inferior a 0,30 m com população variando entre 200 e 300 mil plantas ha⁻¹. Para EVANGELISTA (1995), de maneira geral, uma boa densidade deve variar de 10 a 20 plantas/m² para forrageiras tropicais.

NEUMANN ET AL (2008) avaliaram o desempenho vegetativo do sorgo em cortes, sob três espaçamentos entre linhas de plantio (30, 50 e 70 cm) associados a três densidades populacionais (300, 450 e 600 mil plantas ha⁻¹ em períodos de avaliação durante o ciclo da cultura (50, 85 e 125 dias após plantio). Não houve efeito significativo da interação entre o espaçamento entre linhas e a densidade populacional, assim como não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre período de utilização do sorgo. A produção de matéria seca, porém, aumentou linearmente com o aumento do espaçamento entre linhas, independentemente da densidade populacional.

ALBUQUERQUE ET AL (2011) avaliaram os espaçamentos entre linhas de 50 cm, 70 cm e 90 cm no plantio de sorgos graníferos em Minas Gerais. O espaçamento de 50 cm foi o que resultou em maiores produtividades de grãos em todos as cultivares avaliados.

Para cada tipo de sorgo deve-se, portanto, determinar um espaçamento e densidade de plantio adequados, a fim de maximizar a produção de matéria seca por unidade de área plantada e obter boa porcentagem de grãos em relação à massa seca total.

A época de plantio também é fator determinante de produtividade. SILVA ET AL (2007) analisando cinco cultivares de sorgos plantadas em março obtiveram produções variando de 5,818 a 9,006 ton/ha. As produções inferiores das cultivares avaliadas foram relacionadas à menor disponibilidade hídrica e aos maiores valores de temperatura média durante o desenvolvimento das plantas.

VON PINHO ET AL (2007) avaliaram dois tipos de sorgo (três duplo propósito e três forrageiros) em três épocas de semeadura distintas (novembro, dezembro e janeiro). A produção de matéria natural diferiu ($P < 0,05$) entre os híbridos estudados, com variação de 45,87 a 67,56 ton/ha (média de 59,31 ton/ha). Na semeadura de novembro de 2002, a produtividade de MS das cultivares de sorgo forrageiro foi maior do que das cultivares de sorgo duplo propósito. Na semeadura de dezembro/2002 a produtividade de MS entre os grupos foi semelhante. Foi obtida relação linear significativa para produtividade de MS das cultivares de sorgo forrageiro, nas diferentes épocas de semeadura, e regressão quadrática significativa para as cultivares de sorgos duplo propósito, sendo os coeficientes de determinação superiores a 95%. Constatou-se decréscimo de 176 kg/ha na produtividade de MS para cada dia de atraso na semeadura a partir de 19/11/2002 para o sorgo forrageiro, já para o sorgo duplo propósito foi verificado acréscimo na produtividade de MS até o 21º dia de atraso na semeadura, com valor de 16,22 ton/ha; a partir de então, com os atrasos na semeadura houve redução na produtividade. Segundo o autor a queda de produção em janeiro pode ser associada à escassez hídrica do período.

Considerando-se a produção em função da época de plantio, pode-se observar que ela está muito associada à disponibilidade de água no solo. Além disso, são observados menores rendimentos do sorgo nos meses de dias mais curtos e temperaturas noturnas mais baixas. Assim é natural que grandes variações de produção ocorram nos diferentes plantios ao longo de um ano. Para VIANA (2001) o plantio de verão na região Sudeste do Brasil deve ocorrer entre os meses de setembro e dezembro, e na safrinha até a primeira quinzena de março.

MOLINA (2000), avaliando cultivares de portes alto, médio e baixo, obteve produções de matéria seca (MS) que variaram de 13,4 a 31,1 ton/ha. PEDREIRA ET AL (2003) trabalhando com híbridos de sorgo na safrinha obtiveram produções de matéria seca inferiores a 8,6 ton/ha.

VALOR NUTRITIVO

O sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo, que apresenta alta concentração de carboidratos solúveis essenciais para

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

Com valor nutritivo próximo ao do milho (85% a 95%), o uso do sorgo (planta inteira) para ensilagem é favorecido por apresentar altos níveis de carboidratos solúveis, capacidade tamponante relativamente baixa, conteúdo de matéria seca acima de 20% e estrutura física que favorece a compactação durante o enchimento do silo (GONÇALVES ET AL., 2005).

Segundo CUMMINS (1971), os critérios para seleção de híbridos de sorgo para silagem têm sido principalmente altura da planta, produtividade, produção de grãos, resistência a doenças e pragas e tolerância à seca. Porém, a identificação de características agronômicas relacionadas ao processo de fermentação adequado, que proporcione baixas perdas de matéria seca e nutrientes durante a ensilagem e altas taxas de digestibilidade e consumo, é de grande importância na seleção de cultivares mais apropriadas para a ensilagem.

Um alimento de qualidade deve oferecer ao animal quantidades adequadas de energia e proteínas, e no caso de ruminantes, ainda deve apresentar fibra de boa qualidade e com capacidade de manter a saúde do rúmen. De acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1989), a porcentagem ideal de FDN dietética deve estar entre 25 e 35%. De acordo com SILVA (1997), os níveis de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemiceluloses e lignina no sorgo podem limitar a qualidade final das silagens, já que estas não apresentam redução após o processo fermentativo, permanecendo como principais barreiras à atuação dos microrganismos presentes no silo. Para isso é interessante que se busquem valores ótimos de FDN para maximizar a produção animal.

PESCE ET AL (2000) avaliaram vinte genótipos de sorgo de portes médio e alto, como material original e silagens. Foram encontrados valores de 61,8% de FDN, 34,2% de FDA, 27,5% de hemiceluloses na planta verde e 55,9% de FDN, 32,6% de FDA e 23,3% de hemiceluloses na silagem. A média de MS foi de 27,5%. A PB dos cultivares variou de 6,9 a 8,2%, com média de 7,7. Esse valor é superior ao mínimo de 7% necessário para manutenção do crescimento das bactérias celulolíticas no rúmen (EGAN & DOYLE, 1985).

NEUMANN (2002), avaliando quatro híbridos de sorgo de baixo tanino e comportamento agronômico diferenciado (porte intermediário, alto e duplo propósito) colhidos no estágio pastoso a farináceo (sorgos duplo propósito) e de farináceo a duro (sorgos forrageiros) encontrou valores médios de 31,24% MS, 53,50% FDN, 28,92% FDA, 58,86% NDT, 4,91% de lignina.

A variação no estágio de maturação da planta interfere diretamente na qualidade e no valor nutritivo da planta e da silagem devido as maiores ou menores participações das frações de colmo, folha e panícula na matéria seca total.

Com o avanço do estágio de maturação, ocorre aumento do teor de amido na planta de sorgo, decorrente da conversão de carboidratos solúveis, armazenados temporariamente no colmo, em amido, depositado no grão. A maior participação da panícula no total de MS da planta está relacionada com valores nutritivos mais elevados e melhores digestibilidades.

A redução do conteúdo de carboidratos solúveis no colmo também é acompanhada por aumento nos teores de FDN, FDA e lignina (MACHADO, 2009). DEMARCHI ET AL. (1995) recomendam que os sorgos com altas porcentagens de grãos sejam colhidos entre os estádios leitoso e pastoso; sorgos com porcentagens médias, entre os estádios pastoso e farináceo; e sorgos com baixa porcentagem de grãos, no estágio de grão duro. Segundo TONANI (1995), a ensilagem do sorgo deveria ser realizada quando os grãos da planta estivessem no estágio leitoso a pastoso, pois com o avanço da maturidade há redução na digestibilidade da matéria seca das frações fibrosas. Essa redução ocorre devido à lignificação e formação de ligações entre a lignina e as hemiceluloses.

VON PINHO ET AL (2007) em um estudo de avaliação da influência de diferentes épocas de semeadura (novembro, dezembro e janeiro) na produtividade e qualidade de cultivares de milho e sorgo para silagem, encontraram relação linear significativa para porcentagem de panículas na MS das cultivares de sorgo forrageiro. Constatou-se acréscimo de 0,13% na proporção de panícula na MS, para cada dia de atraso na semeadura do sorgo forrageiro, a partir de 19/11/2002. Segundo RESENDE (2001), com maior proporção tanto de panículas quanto de espigas na MS obtém-se maior porcentagem de PB. Os dados obtidos no experimento comprovam tal observação uma vez que valores médios de 7,5, 8,3 e 8,6% de PB foram encontrados nos materiais plantados respectivamente em novembro, dezembro e janeiro.

PEDREIRA (2003) avaliou o valor nutritivo de oito sorgos plantados na entressafra (março). As proporções de colmo, folha e panícula variaram entre os cultivares, resultando em diferenças na composição bromatológica. O híbrido 498111 que apresentou 6,5% PB diferindo do BR700 (8,5% PB) foi também o híbrido que apresentou menor proporção de panícula na matéria seca, demonstrando a importância desse constituinte para qualidade da silagem e do alimento em si.

LIGNINAS

A lignina é um componente natural da parede celular dos vegetais. Responsável pelo transporte de água e metabólitos e pela resistência e estruturação das plantas, a lignina tem sido cada vez mais estudada sobre o ponto de vista científico e econômico. Apesar dos benefícios acima citados, além de ainda contribuir como uma barreira natural de proteção contra microorganismos, quando se trata de nutrição animal a presença da lignina pode não ser tão positiva. Fatores associados à composição da parede celular têm sido apontados como responsáveis por baixas ingestões de forragem e baixos

desempenhos nos trópicos (GOMES ET AL, 2011) e a lignina é o componente que recebe maior destaque nesse sentido.

Sabe-se que com o avançar da idade das plantas o processo de lignificação se intensifica, interferindo diretamente na digestibilidade das forrageiras. A degradabilidade enzimática das folhas e principalmente do caule diminui com o avançar da idade principalmente, devido à lignificação das paredes primárias e secundárias da célula vegetal. Essas reduções são resultado do acúmulo de lignina, mas variações no arranjo tridimensional e na composição e hidrofobicidade dessa lignina, além das ligações com outros compostos da matriz também devem ser considerados. (CHESSON, 1993; JUNG & DEETZ, 1993).

O polímero de lignina contém basicamente três tipos de unidades monoméricas: p-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) que se apresentam em diferentes proporções de acordo com o tecido vegetal de origem e com o estágio de maturação (DIXON ET AL., 2001). Nos estágios iniciais de lignificação, o álcool coniferil e pequenas quantidades de álcool p-cumarílico são co-polimerizados na parede primária formando as unidades G e H de lignina. Mais tarde, durante o desenvolvimento da parede secundária o álcool coniferil e crescentes quantidades de sinapil são co-polimerizados para formar as unidades G e S (HE & TERASHIMA, 1990, 1991). Essas unidades diferem-se apenas pelo grau de metoxilação. (PLOMION, 2001)

O estudo dos grupos funcionais e unidades de lignina é realizado pela combinação de métodos químicos e espectroscópicos, e torna-se muito relevante uma vez que com o avançar da idade da planta, as proporções de Lignina S e G tendem a se modificar. A maior concentração de unidades do tipo siringila (S) é associada com menores degradabilidades em relação à proporção relativa das unidades monoméricas siringila x guaiacila. (REEVES, 1985; BUXTON & RUSSEL, 1988; JUNG & CASLER, 1991). O grupo guaiacila, por sua vez, pode fazer ligações cruzadas através de seus radicais metoxila, enquanto o grupo siringila não é capaz de realizar essas ligações. Assim, a presença do monômero G confere ao polímero uma estrutura mais condensada (KISHIMOTO ET AL., 2010) conferindo a ela um maior poder de diminuição da digestibilidade. Por outro lado, a estrutura ramificada do monômero G faz com que ele tenha menor capacidade de penetração na parede celular vegetal secundária em relação ao monômero S, podendo apresentar menor impacto negativo sobre a degradabilidade (JUNG E DEETZ, 1993). Como se observa, os trabalhos ainda diferem muito em relação ao assunto sendo que a relação entre digestibilidade e concentração das frações S e G da lignina já se demonstrou positiva, negativa e não significativa (BAUCHER ET AL 1999; JUNG & CASLER, 1991).

Estudos com forragens em diferentes estágios de maturação indicam mudanças na razão de monômeros siringila/guaiacila ao longo do avanço na maturidade de algumas espécies (BUXTON & RUSSEL 1988). Porém, até hoje, muitos pontos relativos à estrutura da lignina ainda não são bem esclarecidos. Devido à grande diversidade da estrutura das ligninas quando se passa de uma espécie vegetal para outra ou, até mesmo,

dentro da mesma espécie, quando são analisadas partes diferentes do vegetal o estabelecimento de um padrão de comportamento das frações de lignina ao longo do tempo é complicado.

PENDERSEN ET AL (2005) realizaram um estudo sobre a adaptabilidade de plantas com menor teor de lignina. O sorgo foi uma das espécies avaliadas quanto à susceptibilidade a ataque de insetos. O teor de lignina das plantas não influenciou a susceptibilidade das plantas aos ataques de insetos aos 30 dias de idade, porém para 50 dias não pode se observar relação devido à alta variação dos conteúdos de lignina dentro das linhagens resistentes. DIAWARA (1991) encontrou uma quantidade mais elevada de lignina em panículas resistentes ao ataque de *Spodoptera frugiperda*, mas os resultados de forma geral ainda são pouco conclusivos demonstrando que mais estudos são necessários a respeito da lignina e seus componentes na planta.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S. ET AL. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. *Bragantia*, Campinas, vol.70, no.2, p.278-285, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n2/05.pdf>. Acessado em junho/2014.

ALLEN, R. R.; MUSICK, J. T. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 36, p. 1123-1129, 1993.

BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. Southern forages. Atlanta: Willians. 1991. p.29-40.

BAUCHER, M.; BERNARD-VAILHÉ, M. A.; CHABBERT, B. ET AL. Down-regulation of cinnamyl alcohol dehydrogenase in transgenic alfalfa (*Medicago sativa* L.) and the effect on lignin composition and digestibility. *Plant Molecular Biology*, v. 39, n. 3, p. 437-447, 1999.

BORGES, A. L. C. C; GONÇALVES, L. C; RODRIGUEZ, N. M. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 49, n. 6, p. 719-732, ago. 1997.

BUXTON, D.R.; RUSSEL, J.R. Lignin constituents and cell wall digestibility of grass and legume stems. *Crop Science*, v.30, p. 402-408, 1988.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, D. ET AL. Cinética ruminal as frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.31, p.2332-2339, 2002.

CHAVES, A.V. Avaliação de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. 1997. 35f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHESSON, A. Mechanistic models of forage cell wall degradation. In JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., RALPH, J. (eds.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. Madison, WI, USA: ASA-CSSA-SSSA. p. 347-376. 1993.

COELHO, A. M. ET AL. Seja o doutor do seu sorgo. *Informações Agrônomicas, Piracicaba*, n. 100, p. 1-24, 2002. (Arquivo do agrônomo, 14). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/doutorsorgo.pdf>. Acessado em maio 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento Acompanhamento de safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2011 / – Brasília: Conab, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf. Acessado em maio 2014.

CORREA, R.A.; SILVA, L.D.F.; BETT, V. ET AL. Consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) com ou sem aditivos, em ovinos. *Semina Ciências Agrárias.*, v.28, p.151-158, 2007.

CUMMINS, D.G. Relationship between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agron. J.*, v.63, p.500-502, 1971.

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*, v.33, p.111-136, 1995.

DIWARA, M. M., HILL, N. S., WISEMAN, B. R., ISENHOUR, D. J., Panicle-stage resistance to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Converted Sorghum accessions. *Journal Economic Entomology*, v. 84, p. 337-344, 1991.

DIXON, R. A.; CHEN, F.; GUO, D. ET AL. The biosynthesis of monolignols: a "metabolic grid", or independent pathways to guaiacyl and syringyl units? *Phytochemistry*. v. 7, n. 57, p.1069-1084, 2001.

EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.36, n.3, p.483-495, 1985.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica - 8^a edição /2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/index.htm. Acessado em maio 2014.

- EVANGELISTA, A. R. Formação e manejo de pastagens tropicais. Apoio ao Produtor Rural. Coordenadoria de Extensão. Circular Técnica, Ano IV. Número 59. Lavras-MG. 1995. 35 p.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Silagens: do cultivo ao silo. Lavras: UFLA, 2000. 196 p.
- FERRARIS, R. & CHARLES-EDWARDS, D.A. A comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. II. Accumulation of soluble carbohydrates and nitrogen. *Aust. J. Agric Res.*, Vol. 37, No.5, pp. 513-522, 1986.
- FORNAZIERI JUNIOR, A.; KASSAB, A. L.; BARRERA, P. ET AL. Manual Brasil Agrícola: principais produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1999, p.493-512.
- GODINHO, V. de P. C.; UTUMI, M. M.; BROGIN, R. L. ET AL. Custo estimado de produção de sorgo safrinha, em plantio direto, na região de Vilhena, Rondônia, safra 2010/11. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011, 4p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 375).
- GOMES, D. I.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. D. C. ET AL., Evaluation of lignin contents in tropical forages using different analytical methods and their correlations with degradation of insoluble fiber. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 168, no. 3-4, p. 206–222, 2011.
- GONÇALVES, L. C. BORGES, I. FERREIRA, P, D, S. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 568 p.
- GONÇALVES, L.C.; PIRES, D. A.A; CASTRO, G.H.F. *Algumas considerações sobre silagens de sorgo*. IN: III SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2005. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2005. p.5-18.
- HE L.; TERASHIMA N. Formation and structure of lignin in monocotyledons. III.Heterogeneity of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) lignin with respect to the composition of structural units in different morphological regions. *J Wood Chem Technol*, v.10, p.435-459, 1990.
- HE, L.; TERASHIMA, N. Formation and structure of lignin in Monocotyledons. IV. Deposition process and structural diversity of the lignin in the cell wall of sugar cane and rice plant studied by ultraviolet microscopic spectrometry. *Holzforschung*, v.45, p.191-198, 1991.
- JUNG, H. G., CASLER, M.D. Relationship of lignin and esterified phenolics to fermentation of smooth bromegrass fibre. *Animal Feed Science and Technology*, v. 32, n. 1-3, p. 63-68, 1991.
- JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., RALPH, J. (eds.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. Madison, WI, USA: ASA-CSSA-SSSA. p. 315-346. 1993.

KISHIMOTO, T.; CHIBA, W.; SAITO, K. Influence of syringyl to guaiacyl ratio on the structure of natural and synthetic lignins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 2, p.895-901, 2010.

MACHADO, F. S. *Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) e de suas silagens em três estádios de maturação*. 2009. 107p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia da produção do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/fisiologia.htm>. Acessado em maio 2014.

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. ET AL. Avaliação agrônômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.4, p.385-390, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academic Press. 90p.

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*., Jan 2002, vol.31, no.1, p.293-301, Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n1s0/10308.pdf>. Acessado em maio 2014.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NORBERG, J. L. ET AL. Efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e idade sobre o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.7, n.2, p.165-181, 2008. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/263/272>. Acessado em maio 2014.

PARFITT, J.M.B., coord. - *Produção de milho e sorgo em várzea*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 146p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84479/1/Documento-74-pag-001-018.pdf>. Acessado em maio 2014.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; ET AL. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011, 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

PARRELLA, R. A.; C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D. ET AL. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta

- produtividade de biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 28).
- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T. ET AL. Características Agronômicas e Composição Química de Oito Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.
- PENDERSEN, J. F.; VOGEL, K. P.; FUNNELL, D. Impact of reduced lignin on plant fitness. *Crop Science*, Madison, v. 45, n. 3, p. 812-819, Mar. 2005.
- PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; ET AL.. Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.978-987, 2000.
- PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. Cultura do Sorgo. Universidade Federal de Lavras –Departamento de Agricultura, Lavras: Editora UFLA/FAEP, 2002.
- MONTAGNER, D.; ROCHA, M.; NÖRNBERG, J. ET AL. Características agronômicas e bromatológicas de cultivares avaliados no ensaio sul-rio-grandense de sorgo forrageiro. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 447-452, outubro, 2005.
- PLOMION, C; LEPROVOST, C; STOKES, A. Wood formation in trees. *Plant Physiology*, Laancaster, v. 127, p. 1513-1523, 2001
- REEVES, J.B. Lignin composition and *in vitro* digestibility of feeds. *Journal of Animal Science*, v. 60, n. 1, p. 316-222, 1985.
- RESENDE, J. A. Características agronômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de sorgo. 2001, 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- RESENDE, S.G.; VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.34-42, 2003
- RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R. P. ET AL. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. Goiânia: *Ciência Ambiental Brasileira*. v. 7, n. 1, p. 37-48. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/index.php/veton/article/view/389/364>. Acessado em maio 2014.
- RODRIGUES, L. R., SILVA, P. R. F. (Org.). Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul - Safras 2011/2012 e 2012/2013. Porto Alegre: Fepagro, 2011 (Indicações técnicas). Disponível em: http://issuu.com/fepagro/docs/litms_2011, Acessado em maio 2014.

ROONEY, L.W.; KHAN, M.N.; EARP, C.F. The technology of sorghum products. In: INGLET, G.E.; MUNCH, L. (Ed.). Cereal for food and beverage. New York: Academic Press, 1980, p.513-554.

ROONEY, W. L.; AYDIN, S. Genetic control of a photoperiod-sensitive response in Sorghum bicolor (L.) Moench. *Crop Science*, Madison, v. 39, p. 397-400, 1999.

SILVA, A. G. ET AL. Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do estado de Goiás em 2005. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 06, n. 01, p. 116-127, 2007. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/217/235>. Acessado em maio 2014.

SILVA, A.G.; ROCHA, V.S.; CECON, P.R. ET AL. Avaliação dos caracteres agrônômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódicas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.28-44, 2005

SILVA, F.F. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghumbicolor (L.) Moench*) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1997. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

SILVA, L.C.R.; RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays L.*) e do sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.467.

TONANI, F. L. *Valor nutritivo das silagens de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação dos grãos*. Viçosa: UFV, 1995, 56p. Dissertação de Mestrado.

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

VIANA, A.C.; RIBAS, P.M.; MIRANDA, J.E.C. Manejo cultural do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. ET AL. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2001, p.263-287.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, vol.66 no.2 Campinas 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000200007. Acessado em maio 2014.

WARRICK B. E. How a Sorghum Plant Develops. Texas AgriLife Research & Extension Center, 2000. Disponível em: <http://sanangelo.tamu.edu/extension/agronomy/agronomy-publications/how-a-sorghum-plant-develops/>. Acessado em maio 2014.

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, VALOR NUTRITIVO, DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DA MATÉRIA SECA E AVALIAÇÃO DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA LIGNINA DE PARTES DA PLANTA E DA PLANTA INTEIRA DO HÍBRIDO DE SORGO 2011 37 062 EM CINCO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

1. INTRODUÇÃO

O Sorgo é uma espécie perene de vida curta, capaz de produzir em condições de pouca disponibilidade de água. Possui sistema radicular bem desenvolvido, o que permite obtenção de água nas camadas mais profundas do solo, além de apresentar menor superfície foliar que o milho, resultando em menor perda de água por transpiração.

A cultura do sorgo é uma excelente alternativa para o pecuarista minimizar os problemas decorrentes da estacionalidade da produção de forragem no período seco, visto a sua capacidade de recuperar-se e produzir grãos e massa após um período de déficit hídrico. Além dessa importante característica, os trabalhos de seleção e de melhoramento genético do sorgo têm produzido materiais de alta produtividade de massa verde e de grãos, adaptados a várias condições de solo e clima e resistentes à maioria das pragas e doenças que acometiam essa planta no passado. Devido a esses fatos, o cultivo do sorgo tem crescido expressivamente no Brasil.

O uso do sorgo como forrageira de safrinha é indicado especialmente por sua resistência ao déficit hídrico, que possibilita sua expansão em regiões com distribuição irregular de chuvas.

No sorgo forrageiro, características agronômicas como a produção de matéria verde e seca, a altura da planta e a sobrevivência, são importantes na discriminação dos genótipos promissores e, assim, podem ser úteis nos programas de melhoramento genético da cultura. Para a seleção de híbridos sorgo adequados para silagem é indispensável que as características agronômicas como a altura da planta, a produtividade, a produção de grãos, a resistência a doenças e pragas e a tolerância à seca sejam avaliadas. Atualmente os programas de melhoramento genético do sorgo vêm buscando materiais que associem boa produção de matéria seca e bom equilíbrio entre proporção de colmo, panículas e folhas, a fim de se obter materiais de maior valor nutritivo e melhor rendimento.

Sabe-se que a proporção de grãos na planta de sorgo é determinante da qualidade das silagens porque neles se encontram a maior fração energética disponível da planta. A altura da planta pode estar correlacionada positivamente com a produção de matéria natural e matéria seca. Entretanto, geralmente se correlacionam também positivamente com porcentagem de colmo e com a porcentagem de acamamento, características pouco desejáveis para a produção eficiente de forragem. Além disso a maior porcentagem de colmos em relação às folhas e panículas gera o comprometimento do valor nutricional da forragem.

Assim como as gramíneas tropicais, o sorgo sofre variação nos índices de produtividade da cultura e no valor nutritivo de acordo com o estágio de maturação da planta. De modo geral, com o avançar da idade da planta ocorre aumento na produção por área, porém observa-se redução no valor nutricional devido ao aumento das frações fibrosas do colmo e folhas. Dessa forma o conhecimento das características agronômicas do cultivar que se trabalha e a composição química da planta em diferentes idades é essencial para que se estabeleça o melhor ponto de corte, que proporcione uma boa produtividade por área, sem limitar o consumo e a produção animal.

A técnica de digestibilidade *in vitro* é considerada uma metodologia de referência para a predição da digestibilidade dos alimentos de ruminantes, apresentando relativo baixo custo, precisão nos resultados e por ser rotineiramente utilizada em estudos de digestibilidade que envolvem grande número de substratos. Todavia, apesar de poder ser usada para simular a digestão rumenal (primeira fase da análise, antes da adição de ácido clorídrico e pepsina), a técnica não descreve a cinética, mas apenas a extensão da digestão.

O polímero de lignina é derivado da via dos fenilpropanoides, assim como outros compostos fenólicos como os taninos e flavonoides, e contém, basicamente, três tipos de unidades monoméricas: *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S), que se encontram em diferentes proporções de acordo com o tecido vegetal de origem e com o estágio de maturação do mesmo.

Os estudos dos grupos funcionais e unidades de lignina são realizados pela combinação de métodos químicos e espectroscópicos, e tornam-se muito relevante uma vez que com o avançar da idade da planta, as proporções de Lignina S e G tendem a se modificar, promovendo a queda da digestibilidade das forrageiras.

Uma das formas de medir a composição da lignina nas plantas é através da espectroscopia de refletância no infravermelho (IV) próximo. Essa técnica tem sido desenvolvida desde 1980 com o intuito de relacionar a composição do alimento com sua absorção no IV próximo, podendo assim prever composição, a digestibilidade e o teor de energia metabolizável, dentre outras variáveis inerentes ao alimento.

Anualmente, são lançados novos híbridos de sorgo no mercado, que necessitam de ser avaliados quanto à produção e qualidade bromatológica, visto que é frequente, mesmo em híbridos modernos, a ocorrência de baixo desempenho agrônomico. Em contrapartida, a variabilidade genética para as características nutricionais do sorgo, tem permitido um excelente trabalho de melhoramento genético, proporcionando, frequentemente, melhoria no valor nutritivo, propiciando alto desempenho animal, semelhante aos obtidos com bons híbridos de milho.

Objetivou-se com esse trabalho determinar as características agronômicas, o valor nutritivo, a digestibilidade *in vitro* e os componentes da lignina do híbrido de sorgo 2011 37 062 em cinco idades a fim de determinar a melhor idade de corte desta forrageira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações gerais

O híbrido de sorgo foi cultivado nas dependências da EMBRAPA Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, localizada no Km 65 da rodovia MG 424, no município de Sete Lagoas - MG, entre as coordenadas 19° 28' de latitude sul e 44° 15' de longitude oeste de Greenwich. A região apresenta altitude média de 732 m, precipitação pluviométrica anual média de 1340 mm com concentração de 86% entre os meses de novembro e abril.

O plantio foi realizado em fevereiro de 2013. O material foi implantado em área homogênea com espaçamento entre linhas de 70 centímetros. Foram plantados cinco canteiros para cada época de colheita, totalizando, portanto 25 canteiros.

Os cortes foram realizados nos dias 20, 24, 28, 31 de maio e 03 de junho de 2013, totalizando respectivamente 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio. Nessas idades os grãos se encontravam leitosos, em massa mole, massa dura e farináceos, respectivamente.

Como o plantio foi realizado em época de pouca chuva, durante a fase de crescimento e principalmente durante os períodos críticos de floração, a cultura foi irrigada por aspersão.

2.2 Descrições do híbrido

O híbrido de sorgo 2011 37 062 pertence ao programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo. Entre os híbridos experimentais oriundos do programa, o 2011 37 062 destacou-se por apresentar estabilidade de produção de matéria seca, ser resistente ao acamamento, tolerante as principais doenças foliares (antracnose, ferrugem e helmintosporiose). Além disso, apresentou alta produtividade de grãos na forragem, porte muito bom (média de 2,50 metros de altura), colmo seco, grãos sem tanino e folha grande.

2.3 Procedimentos experimentais

2.3.1 Características agronômicas e valor nutritivo

Em cada canteiro, uma linha de plantio representativa foi selecionada aleatoriamente. Nessa linha, mediu-se um comprimento de 5 metros, e dentro desse comprimento todas as plantas foram contadas. Esse dado foi utilizado para se estimar a produtividade de cada canteiro pela conversão do número de plantas na linha em mil plantas por hectare. A conversão é feita pela multiplicação do número de plantas pelo fator de conversão

2,8571 = [10/(1 linha * 5 metros de comprimento * 0,70 metros de espaçamento entre linhas)].

As plantas de cada parcela foram cortadas manualmente rentes ao solo e pesadas. O resultado foi utilizado para o cálculo da produtividade de matéria verde e seca por hectare.

De cada parcela separaram-se dez plantas para realizar a mensuração de colmo, folha e panícula. Após o fracionamento, cada fração foi pesada para obter-se a relação de cada fração na planta inteira. As amostras da planta inteira foram picadas em picadeira estacionária, homogeneizadas, amostradas em sacos plásticos e identificados. As frações também foram separadas e identificadas. Todo o material foi enviado imediatamente para as dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Já na Escola de Veterinária, as frações de colmo, folha e panícula foram picadas em partículas de aproximadamente 2 cm, e juntamente com as amostras já picadas de planta inteira foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C - 60 °C, por 72 horas. Após esse período o material retirado da estufa foi deixado por uma hora em temperatura ambiente para estabilização do peso, e assim pesado para determinação da matéria pré-seca. Após a pré-secagem, o material foi moído em moinho Willey com peneira de 1 mm e armazenado em frascos de polietileno lacrados e identificados.

Determinou-se o teor de matéria seca a 105°C segundo metodologia descrita pelo INCT (2012). Os resultados obtidos foram utilizados para a determinação do teor de matéria seca e da produção de matéria seca. Determinou-se também a contribuição das frações da planta em porcentagem na planta inteira e também produtividade em matéria seca das frações de colmo, folha e panícula.

As amostras ainda foram utilizadas para a determinação dos conteúdos de proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (INCT, 2012), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemiceluloses e lignina pelo método sequencial de VAN SOEST ET AL. (1991) no aparelho Fiber analyser ANKOM220 (ANKOM TECHNOLOGY, Macedon, NY, EUA), utilizando-se saquinho de tecido não tecido (TNT). Os valores de celulose foram obtidos pela diferença entre as frações de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina e cinzas insolúveis. Os valores das hemiceluloses foram obtidos pela diferença entre fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). As amostras (planta inteira, colmo, folha e panícula) foram submetidas à análise de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) conforme TILLEY E TERRY (1963), adaptado por HOLDEN (1999), para determinação da produção de matéria seca digestível por hectare.

2.3.2 Digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com procedimento descrito por TILLEY E TERRY (1963) e adaptado por HOLDEN (1999) para utilização do simulador de rúmen Daisy^{II} (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA).

As amostras de cada fração foram pesadas (0,5 gramas), acondicionadas em saquinhos F57 ANKON® em duplicata e em seguida foram selados em seladora. Em cada um dos quatro frascos do aparelho, foram colocados 25 saquinhos F57, e garantiu-se que cada frasco continha pelo menos um branco e um padrão.

O líquido ruminal utilizado foi adquirido de um bovino macho, adulto, castrado, fistulado no rúmen, que estava sendo alimentado há 15 dias com silagem de sorgo (oriunda do mesmo material que originou as amostras em avaliação) e cerca de 2 kg de ração concentrada comercial com 18% de proteína bruta. O líquido foi coletado via fístula garantindo-se um intervalo de pelo menos quatro horas desde a última alimentação do animal. O material fibroso foi retirado do rúmen com as mãos, comprimido para que se obtivesse apenas o suco de rúmen sem partículas grosseiras e acondicionado em garrafa térmica aquecida previamente com água destilada (39°C). Ao final da coleta, todas as garrafas receberam uma porção de material fibroso sobre o líquido no intuito de minimizar a presença de oxigênio dentro dos frascos. As garrafas foram fechadas imediatamente e encaminhadas ao laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, onde o líquido foi filtrado, mantido sob fluxo constante de CO₂ e em banho maria (39°C) até ser inserido nos frascos de incubação do simulador de rúmen Daisy^{II} juntamente a solução tampão previamente preparada e aquecida (39°C) e os saquinhos F57 ANKON® com as amostras.

Os frascos foram fechados garantindo-se que a válvula de escape de gás estivesse aberta, alocados no aparelho já previamente aquecido e iniciou-se a contagem de tempo. Após 48 horas de incubação foram adicionados ácido clorídrico 6N e pepsina para simulação da digestão química por 24 horas. Após esse período os frascos foram esvaziados e os saquinhos F57 ANKON® foram lavados em água destilada, secos em estufa a 105°C por pelo menos 5 horas e pesados.

A DIVMS foi obtida pela equação

$$\%DIVMS = 100 - [\{ W3 - (W1 * W4) \} * 100 / W2],$$

em que:

W1 = peso de tara do saquinho F57 ANKON®

W2 = peso da amostra

W3 = peso do saquinho F57 ANKON® final depois de 24 horas da digestão com pepsina + ácido clorídrico 6 N

W4 = correção dos saquinhos em branco (peso do saquinho em branco pós-digestão dividido pelo peso inicial do saquinho F57 ANKON®).

2.3.3 Caracterização dos grupos funcionais da lignina

As amostras já pré-secas, moídas e alocadas em frascos vedados, foram homogeneizadas e re-amostradas em frascos menores. Esse material foi enviado para o Laboratório de Nutrição do Campus Florestal, onde se realizou a análise dos monômeros de lignina pelo método de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IV) com Refletância Total Atenuada (ATR). A lignina total foi determinada pelo método sequencial de VAN SOEST (1994).

2.4 Procedimento estatístico

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco idades de corte e cinco canteiros (blocos), de acordo com o seguinte esquema de análise de variância:

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	24
Tratamento	4
Bloco	4
Erro	16

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = observação da variável resposta no estágio de maturação “i”

μ = média geral

C_i = efeito do estágio de maturação da planta; $i = C1, C2, C3, C4$ e $C5$.

ϵ_{ij} = erro aleatório no estágio de maturação “i”; $\epsilon_{ij} = N(0, 1)$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e determinou-se as equações de regressão para as variáveis analisadas em função da idade de corte em nível de 5% de probabilidade utilizando-se o pacote estatístico SAEG 9.1 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Número de plantas por hectare, produção de matéria seca e altura das plantas.

O número de plantas por hectare (estande) não variou estatisticamente entre os cortes, apresentando média de 119,99 mil plantas por hectare (Tabela 1). Não foram observados comportamentos lineares e quadráticos significativos ($P > 0,05$) em função da

idade de corte e em todos os cortes o híbrido apresentou densidade próxima do recomendado pela EMBRAPA, de 120 mil plantas por hectare (RODRIGUES ET AL., 2004). Quanto a produção de matéria seca (PMS), os valores foram variaram de 8,18 a 7,45 toneladas por hectare.

O sorgo trabalhado nesse experimento foi plantado na safrinha (final de fevereiro) e, portanto, pode ter sofrido antecipação dos estádios fisiológicos da planta e, conseqüentemente, produzido plantas menores, que são associadas a menores PMS, para um mesmo estágio de colheita baseado no grão.

VON PINHO (2006) encontrou resultados bastante semelhantes aos observados nesse experimento para o estande de plantas (aproximadamente 127 mil plantas por hectare) porém os valores de PMS foram bastante superiores, próximos de 14,4 toneladas de matéria seca por hectare para os sorgos forrageiros. Essa grande diferença de produção pode ser explicada pela época de plantio.

Tabela 1 – Estande (mil plantas por hectare), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare e altura (ALT) (em metros) em função da idade da planta e os respectivos coeficiente de variação (CV) e significância ($P < 0,05$) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido em cinco idades.

	Idade da planta em dias					Média	Equações	CV
	87	91	95	98	101			
ESTANDE*	119,4	123,4	109,1	130,8	117,1	119,99		0,21
PMV**	34,7	30,2	26,4	29,2	18,2	-	$Y = 118,78 - 0,96 X$	0,14
PMS**	8,2	7,6	7,1	7,4	5,4	-	$Y = 22,35 - 0,16 X$	0,15
PMSD**	4,8	4,2	3,9	3,9	2,7	-	$Y = 15,81 - 0,12 X$	0,16

* $P > 0,05$ ** $P < 0,05$

Foram encontradas nesse experimento produções que variaram de 34,7 a 18,7 toneladas por hectare de matéria verde (PMV) e de 8,18 a 5,38 toneladas de matéria seca (PMS). Para cada variável estabeleceu-se uma equação de regressão significativa ($P < 0,05$) sendo $PMV = 118,78 - 0,96 X$ ($R^2 = 76\%$) e $PMS = 22,35 - 0,16 X$ ($R^2 = 71\%$) onde X é a idade da planta. Ambas as equações são inversamente relacionadas à maior idade da planta ao corte. Essa variação pode ser explicada pela maior participação de panícula com o avançar da idade associada a um ataque de pássaros. PERAZZO (2013) afirma que o teor de MS eleva-se mais rapidamente em híbridos de portes médio ou baixo, em função da maior participação de panículas na MS total, devido à baixa umidade desse componente. Sendo assim, observando-se a menor altura encontrada nesse experimento que foi plantado no período de safrinha, e, considerando que as plantas cultivadas nessa época sofrem antecipação dos estádios fisiológicos e redução do seu o ciclo vegetativo,

com menor tempo para alongamento de colmos e desenvolvimento de folhas, pode-se inferir que a maior contribuição para o aumento de PMV e PMS tenha sido de fato oriundo do aumento da fração panícula. Porém, durante os intervalos de corte, a lavoura do sorgo sofreu severo ataque de pássaros, que se alimentaram exclusivamente da panícula do híbrido, podendo ser essa uma explicação para essa queda linear de produção apresentada no experimento. MACHADO (2009) também encontrou reduções nas médias das PMS de 17,70 t.ha⁻¹ para 12,25 t.ha⁻¹ com o avanço da maturidade da planta do híbrido BRS 610.

FARIA JÚNIOR (2008) encontrou que a PMV tem correlação alta e negativa ($R=0,93$) com o estágio de maturação, sendo que esse autor observou produção de 53,8 ton/ha no estágio leitoso e 27,9 ton/ha no estágio de grão farináceo. Também MACHADO (2009) encontrou reduções na PMV com o avançar da idade, detectando 68,71 e 40,40 ton/ha nos estádios leitoso e farináceo, respectivamente. Segundo esses autores, a queda na produção pode ser devido ao ataque de pássaros aos grãos, pragas nas lamina foliares, além de acentuada senescência das folhas que ocorrem com o avançar da maturação das plantas.

Na figura 1 observa-se a diferença das panículas ao longo das idades de corte, notando-se nitidamente o efeito do ataque de pássaros.

Figura 1 – Panículas do híbrido de sorgo 2011 37 062 aos 87, 91, 85, 98 e 101 dias após o plantio, respectivamente.



Fonte: Arquivo pessoal

PEDREIRA ET AL (2003) estudando cultivares de sorgo plantadas na entressafra (março) obtiveram valores de PMS que variaram 7,1 a 3,2 toneladas por hectare quando colhidos no estágio de grão farináceo. O valor encontrado para o híbrido 698007 foi bastante próximo ao encontrado no terceiro corte desse experimento, porém os outros valores foram inferiores, se aproximando mais dos valores de PMS do quinto corte. Segundo os autores, a baixa produção pode ter sido associada ao estresse hídrico durante o período. HENRIQUE & ANDRADE (1997) avaliaram um híbrido de sorgo (C-51), semeado em 28 de março, e obtiveram PMS de 8,6 ton/ha, um pouco maior que as apresentadas no primeiro corte desse trabalho. No experimento os autores registraram

ocorrência de 215 mm de precipitação durante o período experimental, e, portanto as condições ficam mais próximas às observadas no presente estudo que foi irrigado nos períodos de maior estiagem. BRITO ET AL (2000) trabalharam com cultivares de sorgo plantadas no fim de janeiro e observaram PMV e PMS que variaram de 37,0 a 11,0 ton/ha e de 10,1 a 3,2 ton/ha, respectivamente. GOMIDE ET AL. (1987) encontraram para os sorgos graníferos PMS entre 8,1 a 11,0 ton/ha e para os cultivares do tipo forrageiro PMS com variação de 11,3 a 18,7 ton/ha. BRUNO ET AL. (1992), avaliando quatro híbridos de sorgo forrageiro no estágio de grão pastoso, obtiveram PMS entre 7,1 e 18,4 ton/ha sendo o valor inferior bastante próximo à média encontrada no terceiro corte desse experimento.

3.2 Proporção de colmo, panícula e folhas.

Os programas de melhoramento genético de sorgo tem tentado desenvolver híbridos que tenham um bom equilíbrio entre colmo, folhas e panícula, aliando boa produtividade de matéria seca e bom valor nutritivo. A panícula e as folhas da planta apresentam maior coeficiente de digestibilidade total (MOLINA, 2000). A maior porcentagem de panícula, além de contribuir para o aumento na qualidade da silagem em função do seu melhor valor nutritivo, tem ainda participação muito grande no aumento da porcentagem de matéria seca do material ensilado, em função do seu menor conteúdo de água (ZAGO, 1991). As grandes variações nas proporções de colmo, folhas e panículas encontradas na literatura decorrem da grande variabilidade genética dos materiais utilizados, além da variação de espaçamento de linhas e densidade de plantio preconizada nas propriedades. Essas variações nas proporções das frações de panícula-folha-colmo da planta verde são de grande importância, pois elas podem refletir diferenças no valor energético das silagens produzidas com tais forrageiras. De acordo com NUSSIO (1992), para uma boa produção de silagem 40 a 50% da MS deve ser composta de grãos. SILVA (1997) observou que o aumento da participação de panícula na planta inteira reduziu os teores de constituintes da parede celular e elevou os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica em silagens de sorgo de portes alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo, folhas e panícula em todos os híbridos estudados. O mesmo autor demonstrou a necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo para obtenção de silagem de boa qualidade, e que o aumento da participação da panícula favoreceu a compactação da silagem.

A proporção de colmos, panícula e folhas na matéria seca total apresentou variação significativa ($P < 0,005$) entre as diferentes idades de corte do híbrido de sorgo 2011 37 062. Na Tabela 3, encontram-se os valores médios observados em cada corte, a equação de regressão gerada para cada fração e seu respectivo R^2 .

Tabela 2 – Proporção de colmo, folha e panícula na matéria seca da planta inteira em função das diferentes idades de colheita do híbrido de sorgo 2011 37 062 e as respectivas equações de regressão em função da idade de corte, coeficiente de variação (CV) e significância (P<0,05).

Idade da planta em dias						
	87	91	95	98	101	
% COLMO	48,8	44,0	40,4	41,1	45,5	
% PAN	34,2	40,6	43,2	46,1	43,2	
% FOLHA	17,0	15,3	16,4	12,8	11,3	
Equações			CV (%)	R² (%)		
% COLMO	Y = 1178 - 23,9 X + 0,12 X ²			9	95	P<0,05
% PAN	Y = - 855,88 + 18,4 X - 0,09 X ²			8	96	P<0,05
% FOLHA	Y = -223,55 + 5,47 X - 0,03 X ²			15	86	P<0,05

Como pode ser observar ao longo dos cortes, todas as variáveis apresentaram uma relação quadrática com a idade de corte. Com exceção do primeiro corte todos os demais apresentaram proporções de panícula que atendem a exigência preconizada por NUSSIO (1992) e SILVA (1997).

O comportamento quadrático da porcentagem de colmo na matéria seca se explica pela variação da porcentagem de panícula. Em um primeiro momento, os resultados demonstram a afirmação de MACHADO (2010) de que com o avanço do estágio de maturação, ocorre aumento do teor de amido na planta de sorgo, decorrente da conversão de carboidratos solúveis, armazenados temporariamente no colmo, em amido, depositado no grão. Esse aumento se traduz na maior proporção de panícula na matéria seca da planta. Porém, como foi relatado anteriormente, a partir do terceiro corte a lavoura desse experimento foi severamente atacada por pássaros, ao ponto de no quinto corte, apenas as panículas protegidas por sacos ainda estavam viáveis (Figura 2). O ataque de pássaros pode explicar a queda na porcentagem de panículas e o consequente aumento na porcentagem de colmos.

A queda na proporção de folhas pode ser explicada pela maior incidência de pragas nas lamina foliares, além de acentuada senescência das folhas que ocorrem com o avançar da maturação das plantas (FARIA JÚNIOR, 2008).

Figura 2 – Panículas pertencentes à quinta idade de corte. As duas primeiras foram protegidas do ataque de pássaros por um saco de náilon e o segundo par à direita permaneceu ao longo do experimento sem proteção.



Fonte: Arquivo pessoal

BOTELHO ET AL (2010) avaliando quatro genótipos de sorgo para produção de silagem, sendo um do plantio do ano e outro de rebrota, na região norte de Minas Gerais, encontrou valores médios de 55,12 a 72,80% para porcentagem de colmos, 16,10 a 21% de folhas e 9,7 a 29,3% de panícula. VON PINHO ET AL. (2007), avaliando a produtividade de sorgo em função da época de semeadura, obtiveram proporção de panícula de 29,8% dos materiais de duplo propósito e 17,7% para os sorgos forrageiros.

BRITO (2010) trabalhando com cultivares plantados no final de janeiro, obtiveram porcentagens de colmo que variaram de 41,0 a 79,0% da matéria seca. ZAGO & POZAR (1991), estudando um híbrido de sorgo de porte alto nos estádios de grão leitoso, pastoso, farináceo e duro, encontraram, respectivamente, as seguintes porcentagens de colmo: 58,0, 48,0, 46,0 e 48,0%. No atual trabalho, a porcentagem de colmo variou de 48,8 a 41% aproximando-se somente aos valores obtidos por ZAGO & POZAR (1991) para os estágios iniciais de maturação. Para as demais idades de corte os valores ficaram abaixo do esperado, provavelmente devido a maior participação de panículas. CORRÊA (1996), avaliando o sorgo BR601 em diferentes estádios de maturação, observou aos 107 dias após o plantio (grão leitoso/pastoso) uma proporção de 45,1% de colmo, concordando com os valores obtidos nesse experimento a partir do segundo corte. BRITO (2010) encontrou valores de porcentagem de folha que variaram de 7,3 a 32,6% e porcentagem de panícula que variaram de 34,1 a 8,9%. Mesmo o cultivar com maior proporção de panícula apresentou valores muito inferiores aos obtidos neste experimento. MOLINA (2000) encontrou valores de 12 a 21% de folhas, 40 a 67% de colmos e 20 a 40% de panículas em sorgos forrageiros plantados em novembro. Os valores são compatíveis com os encontrados nesse experimento.

3.3 Produção de matéria seca digestível (PMSD)

A PMSD no presente experimento variou de 4,85 a 2,75 ton.MSD/ha. Foi encontrada relação linear significativa ($P < 0,05$) entre esta variável e a idade de corte, que foi representada na equação $Y = 15,81 - 0,12 X$, onde X é a idade da planta ($R^2 = 85,36\%$).

Como pode se observar as frações panícula e colmo apresentaram comportamentos quadráticos significativos ($P < 0,01$) em função da idade de corte. Assim, era de se esperar que a PMDS também apresentasse o mesmo padrão de comportamento com o aumento da idade de corte, visto que a maior participação de panículas e menor participação de colmos na matéria seca total resultaria numa melhor digestibilidade do material para as idades intermediárias. Porém, a PMDS está diretamente relacionada à PMS e como se observou nesse experimento a PMS apresentou redução linear ($P < 0,05$) ao longo das idades de corte, provavelmente devido ao ataque de pássaros. Sugere-se então que mesmo com a participação maior das panículas nas idades intermediárias a redução da PMS total ocasionou menores PMSD com o avançar da idade da planta.

GONTIJO NETO ET AL (2002) avaliando cinco híbridos de sorgo e quatro doses de adubação encontraram valores de PMDS que variaram de 10,22 a 7,85 ton.MSD /ha. Segundo os autores, a produção de matéria seca digestível é função da produção de matéria seca da forrageira e de sua digestibilidade, o que explica a grande diferença encontrada, já que no experimento de GONTIJO ET AL (2002) as médias de PMS variaram de 18 a 12 ton/ha.

CÂNDIDO (2000) encontrou valores de PMSD entre 6,93 e 8,81 ton/ha para cinco híbridos de sorgo colhidos no estágio farináceo. FERREIRA (2005), avaliando seis híbridos de sorgo no estágio leitoso-pastoso, encontrou variação nos valores de PMSD de 5,83 a 10,76 ton/ha. FARIA JÚNIOR (2008), avaliando o híbrido BRS 610, obteve valores de PMSD semelhantes entre os estádios leitoso e pastoso, de 5,87 ton/ha e 6,23 ton/ha, respectivamente, mas inferior ao estágio farináceo, de 4,85 ton/ha. MACHADO (2009) observou que as PMSD de híbridos de sorgo em três estádios de maturação demonstraram comportamento semelhante à produção de matéria seca, com variação de 6,52 a 9,84 ton/ha. SANTOS (2013) trabalhando com cinco genótipos de sorgo no semiárido encontraram PMSD médias de 9 ton/ha. Todos os experimentos foram superiores quanto a PMSD encontradas nesse trabalho, provavelmente devido à época de plantio e às maiores produções de MV e MS totais.

3.4 Valor nutritivo

O sorgo está submetido aos efeitos do estágio de maturação na produtividade e valor nutricional. De modo geral, com o avançar da idade da planta ocorre aumento na produção por área, porém observa-se redução no valor nutricional devido ao aumento das frações fibrosas do colmo e folhas na planta. Dessa forma é preciso que se conheça as características agrônômicas do cultivar que se trabalha e a composição química da planta em diferentes idades, a fim de se estabelecer o melhor ponto de corte, que

proporcione uma boa produtividade por área, sem limitar o consumo e a produção animal.

Tabela 3 - Teores de matéria seca (%MS) e proteína bruta em porcentagem da matéria seca (%PB) da planta inteira, colmo, folha e panícula em função da idade da planta e os respectivos coeficiente de variação (CV) e significância (P<0,05) para cada parâmetro do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido em diferentes idades.

	Idade de Corte					Média	P<0,05	CV(%)
	87	91	95	98	101			
%MS Colmo	17,4	17,7	17,9	18,5	19,8	18,2	NS	7
%MS P. Inteira	23,6	25,3	26,9	25,5	29,6	-	S	2
%MS Panícula	38,7	43,1	45,4	49,2	55,7	-	S	3
%MS Folha	34,5	35,3	38,3	34,9	59,9	-	S	9
PB Colmo	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	-	S	8
PB P. Inteira	8,7	8,5	7,5	7,6	7,2	-	S	8
PB Panícula	9,2	8,7	8,3	8,3	8,6	-	S	4
PB Folha	15,6	14,1	13,2	13,2	10,4	-	S	8
PB Colmo	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	-	S	6

NS = Não Significativo S= significativo

3.4.1 Matéria Seca

Pode-se observar aumentos sucessivos na %MS da planta inteira com a sequência de cortes (Tabela 3). A variação na %MS apresentou comportamento linear (P<0,05) em função da idade de corte. Essa relação pode ser melhor visualizada pela equação de regressão $\% MS = Y = -6,85 + 0,34 X$, $R^2 = 74,35$, sendo que X é a idade de corte da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por GONTIJO NETO ET AL (2004) estudando cinco híbridos de sorgo. Segundo o autor o híbrido AG-2002 apresentou %MS pouco abaixo dos níveis recomendados para ensilagem (24,72%), enquanto os demais híbridos apresentaram teores de 27,19 a 31,43%, dentro da faixa recomendada (27 a 38%) por FARIA (1986) e ZAGO (1991).

RODRIGUES FILHO ET AL (2006) trabalhando com diferentes adubações em sorgo forrageiro plantado no fim de dezembro obtiveram média de %MS de 26,76 sendo que os valores variaram de 22,86 a 31,51 entre os híbridos. MACHADO ET AL (2014) avaliaram a composição bromatológica das plantas, folhas, colmos e panículas de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) colhidos em três estádios de maturação (leitoso pastoso e farináceo). A %MS da planta do híbrido BRS 610 foi menor no primeiro corte, sendo os dois últimos cortes semelhantes (P>0,05). Já as %MS do BR 700 aumentaram entre cortes sucessivos. O BRS 655 apresentou %MS

semelhantes entre os dois primeiros cortes e superior no terceiro corte. Os %MS variaram de 25 a 29% no primeiro corte, 27 a 39% no segundo corte e de 30 a 43 no último corte. A partir do segundo corte os valores do presente experimento se assemelharam bastante aos obtidos no híbrido BRS 610.

FARIA JÚNIOR (2008) ao avaliar o híbrido de sorgo BRS 610 em oito estádios de maturação dos grãos, encontrou %MS da planta inteira que variaram de 19,39% a 45,86% entre o primeiro estágio (E1-Enchimento grãos) e o último estágio avaliado (E8-Grão seco), seguindo um comportamento linear semelhante ao encontrado nesse experimento. Os cortes das plantas entre E5 e E8 apresentaram %MS (25,26 a 32,60% de MS) acima do encontrado no presente estudo.

Sabe-se que a variação na %MS da planta inteira é resultado das variações nas proporções de partes da planta dos híbridos avaliados, principalmente as porcentagens de colmos e panículas, e do teor de umidade de cada uma dessas frações.

Nesse trabalho não foi encontrada interação significativa entre %MS de colmo e a idade da planta, sendo a média encontrada de 18,24% de matéria seca de colmo em todos os cortes. Das frações da planta o colmo é a que menos contribui para elevação do teor de MS da planta e ainda, exerce resistência à elevação da MS da planta, proporcionada pela panícula e em menor grau pelas folhas. Isso ocorre devido ao menor teor de MS e pela maior participação do colmo na planta em todos os estádios de maturação.

PEDREIRA ET AL (2003) encontraram valores bastante superiores aos encontrados nesse trabalho (mínimo de 25,5% de MS entre os híbridos). GONTIJO NETO ET AL (2004) encontraram valores um pouco mais baixo no híbrido AG-2002 -18,86% MS - valor este que se assemelha bastante ao encontrado neste experimento.

PIRES NETO (2013) não observou alteração na %MS com o avançar da idade de corte do sorgo BRS 601, mantendo uma média de 18,28% entre as idades avaliadas. FARIA JÚNIOR (2008), por sua vez, encontrou %MS do colmo semelhantes e inferiores até o estágio pastoso/farináceo (quinto corte), porém nos cortes sucessivos houve aumentos significativos ($P < 0,05$) no teor de MS do colmo de 14,97% para 20,44%, superando o valor encontrado neste trabalho.

A %MS das folhas variou de 34 a 59% entre o primeiro e o último corte, apresentando relação quadrática significativa que pode ser representada pela equação $Y = 2111,13 - 45,56 X + 0,25 X^2$, onde X é a idade da planta ($R^2=76,42\%$). A desidratação das folhas parece ter sido mais elevada nos últimos cortes, e, associada a maior proporção de folhas mortas e senescentes pode explicar o comportamento quadrático encontrado.

Resultados semelhantes foram encontrados por MACHADO ET AL (2014) onde as %MS nas folhas variaram de 27,5 a 33,3% para o primeiro corte, 31,56 a 58,44% para o segundo corte e de 56,38 a 62,18% para o último estágio de maturação. PEDREIRA ET AL. (2003) observaram %MS das folhas próximos aos do presente trabalho, entre 37,4% e 47,6% para híbridos de sorgo em cultura de safrinha, colhidos no estágio

farináceo. Os valores observados estão acima dos valores encontrados por outros autores nos estádios de grão pastoso a farináceo, entre 25% e 35% (NEUMANN ET AL., 2002a e 2002b).

A variação na %MS na panícula também foi significativa e linear, podendo ser representada pela equação $Y = -59,8 + 1,12 X$, onde X representa a idade da planta ($R^2=94,93\%$). Os valores variaram de 38 a 55% de MS (Tabela 3). Vários trabalhos ressaltam a importância da panícula na elevação da %MS da planta (ZAGO, 1992; NOGUEIRA, 1995; CORRÊA, 1996; ARAÚJO, 2002). MACHADO ET AL. (2014) encontraram teores de 39,11, 54,34 e 60,25% de MS na fração panícula do híbrido de sorgo BRS 610, nos estádios leitoso, pastoso e farináceo respectivamente, sendo significativos ($P<0,05$) os aumentos em função da idade de corte. Os valores encontrados nos dois primeiros cortes foram bastante próximos aos desse experimento, enquanto o valor encontrado no último corte se aproximou mais aos obtidos por PEDREIRA ET AL (2003).

3.4.2 Proteína

Pode-se observar na tabela 3 a porcentagem de proteína bruta (%PB) na planta inteira com o avançar da idade de corte, com médias de 8,66, 8,45, 7,51, 7,57, 7,15% nas crescentes idades de corte (87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio). Esses valores apresentaram comportamento linear ($P<0,05$) com o avançar da idade da planta, e podem ser observados na equação de regressão %PB na planta inteira = $Y = 18,51 - 0,11X$, $R^2=91,88\%$, onde X refere-se à idade de corte. Observa-se na mesma tabela que a fração da planta com maior teor de proteína bruta é a de folhas. Porém, com o avançar da maturação acontecem perdas de folhas secas acompanhadas de alongamento do colmo e alto desenvolvimento da panícula, o que gera a diluição dos teores de proteína bruta ao longo dos estádios de maturação. Já FARIA JÚNIOR (2008) avaliou o híbrido de sorgo BRS 610 em oito estádios de maturação obteve decréscimos lineares como os encontrados nesse experimento. A variação foi de 0,05% na %PB na planta inteira para cada dia de avanço na idade, reduzindo de 8,25% no primeiro corte para 5,69% no oitavo corte. Isto representa um decréscimo de 31% na % PB com o avanço do estágio de maturação da planta. RODRIGUES FILHO ET AL (2006) estudaram diferentes níveis de adubação em cinco genótipos de sorgo. As médias observadas para %PB variaram de 4,85 a 7,78 entre os cultivares, sendo que os híbridos CMSXS 762 e BR 700 apresentaram acréscimo do valor da %PB com o aumento das doses de nitrogênio ($P<0,05$). No entanto, PEDREIRA ET AL (2006) apresentaram %PB que variaram de 5,5 a 8,8%, VON PINHO (2006) obtiveram %PB que variaram de 8,0%, nos sorgos forrageiros, a 9,5%, nos sorgos graníferos. QUADROS (1994) encontraram valores de PB inferiores, variando de 4,9% a 7,5%, enquanto FLARESSO ET AL. (2000) encontraram %PB para milho variando entre 6,3% e 7,7%.

Em todas as idades de corte, o híbrido de sorgo 2011 37 062 superou o valor de 7% de PB necessários para fornecer nitrogênio suficiente para o desenvolvimento normal das

bactérias ruminais (CHURCH, 1988) indicando que para categorias menos exigentes de animais o sorgo sozinho seria capaz de suprir as exigências de nitrogênio no rúmen.

Tabela 4 – Equações de regressões estabelecidas para porcentagem de proteína bruta (%PB) em porcentagem da matéria seca nas diferentes frações da planta de sorgo 2011 37 062 em função da idade de corte e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro

Fração	Regressão	CV	R^2
PB colmo	$Y = 7 - 0,04 X$	8	96,5
PB Panícula	$Y = 118,7 - 2,3 x + 0,01 x^2$	4	98,6
PB Folha	$Y = 43,46 + 0,31 x$	8	87,84

$P > 0,05$

A %PB no colmo sofreu queda linear com o avançar da idade de corte. Isso pode ser explicado pelo maior acúmulo de frações fibrosas e consequente diluição da PB no colmo.

PIRES NETO (2013) também observou queda na %PB da fração colmo do híbrido de sorgo BRS 610 em quatro estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso, farináceo e duro) que apresentaram médias de 3,64, 2,27, 2,52 e 2,77% de PB nos respectivos estádios de maturação Seguindo a mesma tendência FARIA JUNIOR (2008) encontrou quedas na %PB no colmo com a maturidade, sendo que os valores encontrados variaram de 4,87% a 2,88%. Já MACHADO ET AL (2014) encontraram que as %PB do colmo não variaram entre os híbridos avaliados, mas que foram influenciados pelo estádio de maturação para os híbridos BRS 610 e BRS 655. Essas cultivares apresentaram valores mais baixos no terceiro corte em relação ao primeiro ($P < 0,05$) saindo de 2,18 e 2,19 para 1,59 e 1,42% PB no colmo, respectivamente. Já PEDREIRA ET AL (2003) avaliando diferentes tipos de sorgo cortados em um único estádio de maturação (grão farináceo) encontrou média de 4,88%PB no colmo dos híbridos, valor mais elevado do que o encontrado no presente experimento.

O colmo foi a fração com menor % PB da planta. As folhas por sua vez foram a fração que apresentou valor mais elevado e também maior variação em função da idade de corte. A %PB nas folhas variou de 15,62 para 10,41% da primeira para a última idade de corte. Foi observada queda linear ($P < 0,05$) representada pela equação $Y = 43,46 + 0,31 X$, onde X é da idade de corte do sorgo ($R^2 = 87,84$). Perante esses resultados pode-se afirmar que quanto mais velha for a planta do sorgo, menores serão os teores de proteína bruta das folhas. As folhas começam a senescer primeiro e translocam os nutrientes para as sementes, perdendo valor nutritivo rapidamente, com aumento nas frações fibrosas.

PIRES NETO (2013) encontrou médias de 13,46, 9,90, 8,54 e 9,07% de PB nos respectivos estádios de maturação das folhas, sendo a redução linear significativa ($P < 0,01$) em função da idade de corte da planta. Resultados semelhantes foram obtidos

por FARIA JÚNIOR (2008) que encontrou variação de 14,6% no primeiro corte para 8,8% no oitavo corte, indicando decréscimos de 0,05% PB na folha a cada dia de avanço na idade da planta. MACHADO ET AL. (2014) avaliando o híbrido de sorgo BRS 610 em três estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso e farináceo) encontraram diferença ($P < 0,05$) na %PB na fração folha com o avançar da idade de corte e obtiveram 9,73, 7,15 e 5,73% nos três estádios respectivamente. No entanto, PEDREIRA ET AL (2003) avaliando apenas híbridos cortados no estágio do grão farináceo encontraram valores que variaram de 6,6 a 4,8% PB muito abaixo aos encontrados nesse experimento, provavelmente devido a maior proporção de folhas senescentes no estágio de maturação estudado.

A fração panícula do híbrido de sorgo 2011 37 061 avaliado nesse trabalho apresentou %PB que variaram de 9,24 no primeiro corte para 8,63 no quinto corte. A relação quadrática é representada pela equação $Y = 118,7 - 2,3 x + 0,01 x^2$, onde X é a idade da planta em dias ($R^2 = 98,6\%$). Os menores valores encontrados nesse experimento em relação aos dados da literatura podem ser explicados pelo intenso ataque de pássaros e consequente diminuição da porcentagem de grãos na fração.

MACHADO ET AL (2014) avaliaram três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) colhidos em três estádios de maturação e observaram que em relação a %PB das panículas, o híbrido BRS 655 apresentou maior valor no estágio leitoso do que nos estádios pastoso e farináceo, que foram semelhantes entre si. O BRS 610 não apresentou alteração na %PB das panículas com o avanço da maturidade, enquanto para o BR 700 ocorreu redução significativa entre cortes sucessivos. Os resultados do BRS 700 foram os que se aproximaram mais aos encontrados nesse experimento (médias de 9,2, 8,5 e 7,9% nas crescentes idades de corte). A %PB na panícula obtidos por NEUMANN ET AL. (2002b) e PEDREIRA ET AL. (2003) variaram de 6,8% a 7,0% e 6,5% a 7,7%, respectivamente. PIRES NETO (2013) também observou queda na %PB da panícula em função da idade de corte, apresentando médias de 10,54, 9,45, 9,53 e 9,19% de PB nos respectivos estádios de maturação.

3.4.3 Frações fibrosas

Segundo ALLEN (2000) o efeito de enchimento de uma dieta é determinado principalmente pelo tipo de FDN (gramínea, leguminosa), teor de FDN, tamanho de partícula e digestibilidade da FDN da forragem utilizada.

A fração FDN das plantas tende a sofrer lignificação com o avançar do estágio de maturação. A lignina é um componente da parede celular que ajuda na sustentação e previne o acamamento, mas, por outro lado, limita a fermentação de celulose e das hemiceluloses pela microbiota. (ALLEN, 2010).

PIRES NETO (2013) afirma que os teores de FDN são indicativos da quantidade total de fibra no volumoso, estando diretamente relacionado com o consumo dos animais e que os teores de FDA representam a composição da forrageira em celulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, cinzas insolúveis em ácido e sílica e está mais

relacionado ao potencial de digestibilidade de um determinado volumoso (ROSA ET AL., 2004; RUIZ ET AL., 1990; VAN SOEST, 1994). PARA MINSON (1990) as frações de FDA são negativamente correlacionadas com a digestibilidade e, consequentemente, com o valor energético das forragens.

Tabela 5 – Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente ácido (FDA) em porcentagem da matéria seca (%MS) da planta inteira (P.I) e frações colmo (COL), panícula (PAN) e folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 em função das diferentes idades de corte e as equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro

	Idade de Corte						R^2 (%)	CV(%)
	87	91	95	98	101			
FDN P. I.	59,9	61,3	63,3	61,3	64,5	$Y = 36,73 + 0,26 X$	65	3
FDN COL	77,2	83,8	84,4	86,0	85,2	$Y = 32,31 + 0,54 X$	72	3
FDN PAN	37,8	38,2	38,4	36,3	38,2	-	-	6
FDN FOL	64,4	65,7	68,8	69,1	70,0	$Y = 27,54 + 0,42 X$	95	2
FDA P.I.	33,8	35,4	35,9	35,3	38,4	$Y = 11,07 + 0,26 X$	73	5
FDA COL	46,5	49,7	50,7	51,7	53,6	$Y = 6,43 + 0,46 X$	96	4
FDA PAN	19,0	17,3	18,7	16,3	21,4	$Y = 503,25 - 10,44 X + 0,06x^2$	51	11
FDA FOL	31,6	33,3	33,7	35,0	37,0	$Y = 1,01 + 0,35 X$	94	6

P<0,05

Pode-se observar que houve variação (P<0,05) nos teores de FDN da planta inteira com o avançar da maturação da planta, variando de 59,9% no primeiro corte a 64,5% no quinto e último corte. O aumento linear dos teores de FDN na planta inteira com o avanço do estágio de maturação pode estar relacionado ao aumento na porcentagem de colmo e panícula na planta. A porcentagem de folhas foi menor para os estágios mais avançados, porém o acúmulo de FDN foi crescente dentro da fração, não comprometendo o aumento de FDN no total da planta.

FARIA JÚNIOR (2008) ao avaliar os teores de FDN na planta completa do híbrido de sorgo BRS 610 em oito estádios de maturação dos grãos, encontrou comportamento quadrático. Os teores FDN variaram de 59,49% a 68,24%, sendo superiores até o estágio leitoso/pastoso e inferiores entre pastoso e grãos duro, não diferindo dentro desses intervalos.

PEDREIRA (2003) avaliando oito tipos de sorgo encontraram valores que variaram de 70 a 57% na planta inteira nas diferentes cultivares. A variação dos teores de FDN entre híbridos de sorgo também foi observada por PESCE ET AL (2000), os quais apresentaram resultados de FDN de 20 cultivares de sorgo variando de 57,4 a 66,5%.

No presente experimento foi encontrado aumento linear para FDN de folha e colmo, enquanto para panícula não se verificou variação no teor de FDN entre os cortes (média de 37,8%). A estabilidade do teor de FDN nas panículas entre o primeiro e o quinto corte pode ser explicada pelo acúmulo de amido nos grãos, com consequente diluição das frações fibrosas acompanhado de intenso ataque de pássaros e perda de grãos. Assim, o aumento da quantidade de amido nos grãos balanceou uma possível elevação do teor de FDN da haste da panícula mantendo o valor constante ao longo das idades avaliadas.

Para os teores de FDN no colmo, panícula e folhas PEDREIRA (2003) observou valores entre 49 a 68, 46 a 54 e 67 a 76%, respectivamente. Já MACHADO ET AL (2014) não encontrou variação significativa no teor de FDN das folhas entre as idades de corte para o sorgo BR 700. Os demais híbridos apresentaram elevação no teor de FDN das folhas com o avanço da maturidade (de 65 para 74% e 67 para 72%, no BRS 610 e BRS 655). Para FDN do colmo o aumento foi linear (variando de 59 até 75% entre as idades de corte) e para panícula observou-se redução no teor de FDN da panícula entre o estágio leitoso e o pastoso. FARIA JÚNIOR (2008) também obteve acréscimos lineares de FDN nas folhas de 0,19% a cada dia de avanço na idade da planta. Para a FDN do colmo o autor observou comportamento quadrático para teores de FDN na fração colmo com o avançar da idade de corte, com os valores oscilando de 67,39% (enchimento dos grãos) a 84,38% (grão duro). Já para a FDN da panícula o comportamento foi quadrático para os teores em função da idade de corte. Os valores estiveram entre de 74,81% a 28,27%, sendo que do quinto estágio de maturação (pastoso/farináceo) até o oitavo estágio (grãos secos – 35,26%) houve aumento nos teores de FDN na panícula.

Os teores de FDA do híbrido de sorgo 2011 37 062 avaliado nesse trabalho variaram de forma linear, tanto para planta inteira quanto nas frações de folha e colmo. Na panícula, o teor de FDA apresentou comportamento quadrático em função da idade de corte. Essa aumento era esperado na planta inteira, folha e colmo, devido a maior lignificação e maior acúmulo das frações fibrosas em função da idade da planta. Já na panícula, o comportamento pode ser explicado devido ao acúmulo de amido nos grãos, que gera diluição das frações fibrosas, acompanhado de um ataque de pássaros, que remove a maior proporção de amido deixando apenas a estrutura fibrosa de sustentação. Já RODRIGUES FILHO (2006) encontrou para os híbridos avaliados em apenas uma idade de corte o valor médio para FDA de 38,53%, bastante próximo do encontrado no último corte deste experimento. SILVA (1997) encontrou valores para FDA de 36,4%, PESCE ET AL. (2000) de 34,2%, e ARAÚJO (2002) de 38,52%, 36,69% e 33,27%. Todos os valores estão compatíveis com os observados em pelo menos uma das idades avaliadas nesse experimento.

MACHADO ET AL (2014) não encontrou variação nos teores de FDA das folhas entre os estádios de maturação em dois dos três híbridos avaliados. O mesmo aconteceu para a FDA dos colmos: apenas dois dos híbridos (BRS 610 e BR 700) apresentaram aumento do teor de FDA entre os estádios leitoso e pastoso, enquanto o BRS 655 não apresentou variação nos teores de FDA do colmo entre as idades de corte. Na panícula

os híbridos BRS 610 e 655 apresentaram redução no teor de FDA enquanto o BR 700 não mostrou influência do estágio de maturação sobre esse parâmetro.

PEDREIRA ET AL (2003) obtiveram teores de FDA dos colmos de oito híbridos de sorgo, entre 29,30% e 39,36%, respectivamente, para o estágio farináceo, valores bastante inferiores aos do presente trabalho. Os valores de FDA das folhas variaram entre 37,70% e 42,14%, e os da panícula de 23 a 30%, todos superiores aos obtidos nesse experimento. PIRES NETO (2013) não encontrou variação de FDA na planta inteira, porém na panícula houve redução linear e aumento linear na FDA de colmo e folhas do híbrido de sorgo BRS 610 em função dos estágios de maturação dos grãos. As médias de cada idade foram 13,82, 10,08, 8,49 e 7,29% na ordem crescente de idade nas panículas, 27,73, 31,61, 35,35 e 35,34% nas folhas e 33,86, 38,35, 40,77 e 40,72% nos colmos. Os valores foram inferiores aos encontrados nesse experimento para folhas e panícula se aproximando somente nos valores relativos ao colmo.

Para a avaliação e manipulação genética das plantas é interessante que valores mais acurados sejam avaliados em resposta as modificações dos novos híbridos. Como este experimento encontra-se inserido no Programa de Melhoramento Genético de Milho e Sorgo, desenvolvido pela Embrapa tanto os valores mais usados de FDN e FDA, quanto os valores dos constituintes dessas entidades (celulose, hemiceluloses e lignina) foram avaliados.

Tabela 6 – Hemiceluloses (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) em porcentagem da matéria seca da planta inteira (P.I) e frações colmo (COL), panícula (PAN) e folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 em função das diferentes idades de corte e as equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro.

	Idade de Corte					Médias	CV(%)
	87,0	91,0	95,0	98,0	101,0		
HEM. COL	30,7	34,1	33,7	34,3	31,6	32,8	7
HEM. P.I.	26,1	25,9	27,4	26,0	26,1	26,3	4
HEM. PAN.	18,8	20,9	19,6	20,0	16,8	19,2	14
HEM. FOL	32,8	32,42	34,2	33,0	22,2	30,5	7
CEL. COL	40,3	42,4	43,1	44,2	45,1	-	4
CEL. P.I.	27,0	28,3	29,3	29,4	29,9	-	5
CEL. PAN.	13,6	12,5	13,5	11,2	15,7	-	13
CEL. FOL	27,0	28,2	29,2	30,0	31,5	-	5
LIG COL	5,9	6,6	7,4	6,6	7,9	-	14
LIG P.I.	6,8	7,6	7,1	6,5	8,6	7,3	19
LIG PAN	5,7	4,7	5,2	4,7	5,4	5,1	18

LIG FOL	4,7	4,4	5,0	4,6	5,0	4,7	15
	Equação de Regressão					R²(%)	P
CEL. COL	$Y = 11,93 + 0,33 X$					97,36	P<0,05
CEL. P.I.	$Y = 0,97 + 0,2 X$					92,17	P<0,05
CEL. PAN	$Y = 411,45 - 8,57 X + 0,05 X^2$					45,07	P<0,05
CEL. FOL	$Y = 0,38 + 0,3 X$					98,33	P<0,05
LIG COL	$Y = - 3,9 + 0,11 X$					68,18	P<0,05

Os teores de hemiceluloses obtidos para a planta inteira do híbrido de sorgo 2011 37 062 não apresentaram diferença significativa em função da idade de corte, obtendo média de 26,3% de hemiceluloses na planta completa. O mesmo comportamento foi observado para as frações de colmo, panícula e folhas, cujas médias dos cinco cortes foram 32,8, 19,2 e 30,5% respectivamente. PIRES NETO (2013) observou redução linear de hemiceluloses na panícula, folhas e planta inteira. No colmo houve aumento linear, e os valores obtidos no último corte foram os mais próximos ao valor médio obtido nesse experimento. FARIA JÚNIOR (2008) encontrou comportamento semelhante ao de PIRES NETO (2013) para planta inteira, porém o teor médio de hemiceluloses foi superior ao obtido por aquele autor. Os valores para as hemiceluloses da planta inteira variaram de 30,82% (enchimento dos grãos) a 25,23% (estádio farináceo), se aproximando ao valor médio obtido nesse experimento apenas nos cortes mais tardios. MACHADO (2009) ao avaliar o híbrido de sorgo BRS 610 em três estádios de maturação do grão (leitoso, pastoso e farináceo) não encontrou variação nos teores de hemiceluloses na planta completa com o avançar da idade, obtendo média de 23,31%, pouco menor que a encontrada nesse estudo. Já BERNARDINO (2012) encontrou valores entre 15,93% e 23,67% para hemiceluloses em 25 cultivares de sorgos sacarinos estudados, não observando diferença significativa, a 5% de probabilidade, para essa característica.

Quanto aos teores de hemiceluloses no colmo, panícula e folhas PEDREIRA ET AL (2003) não observaram variações entre os híbridos avaliados, obtendo média de 24, 31 e 25% de celulose nas frações, respectivamente. FARIA JÚNIOR (2008) encontrou comportamento quadrático (P<0,05) para as hemiceluloses nas frações panícula e colmo, já para a folha os teores de hemiceluloses se mantiveram constantes com a maturação da planta. Os teores médios encontrados por este autor foram de 23,10% (panícula), 32,22% (folha) e 30,04% (colmo), próximos aos obtidos nesse experimento. MACHADO (2009) não encontrou diferença nos teores de hemiceluloses nas frações colmo e folha com o avançar da idade de corte da planta, com médias de 31,23% na folha e 23,91% no colmo, já na fração panícula encontrou diferença (P<0,05) nos teores de hemiceluloses com a maturidade da planta, onde o teor médio no estágio leitoso (20,04%) foi superior aos outros dois 15,00% (pastoso) e 13,46% (farináceo). O valor encontrado para as hemiceluloses de folhas se assemelha bastante ao encontrado nesse

experimento, porém para hemiceluloses de colmo e panícula a diferença foi bastante expressiva.

Os teores de celulose da planta completa e frações do híbrido de sorgo 2011 37 062 apresentaram diferença significativa entre as idades de corte. Na planta inteira os valores variaram de 27 para 30% entre o primeiro e último corte e apresentaram redução linear ($P < 0,05$) em função do estágio de maturação da planta. FARIA JÚNIOR (2008) ao avaliar o híbrido de sorgo BRS 610 em oito estágios de maturação dos grãos não encontrou variação nos teores de celulose na planta completa com o avançar da idade, sendo o valor médio (30,84%) próximo ao obtido no presente estudo para os estágios mais avançados de maturação (a partir do terceiro corte). MACHADO (2009) também não encontrou variação nos teores de celulose na planta observando valor médio de 27,87% próximo ao obtido nesse experimento nos estágios iniciais (primeiro e segundo corte).

Quanto aos teores de celulose na panícula, observou-se nesse experimento uma relação quadrática entre essa variável e a idade de corte da planta (Tabela 6). Esse comportamento pode ser explicado pela diluição das hemiceluloses em função do acúmulo de amido na panícula, nos primeiros estágios, seguido do ataque severo de pássaros nos estágios intermediários e finais, que proporcionou a perda de grãos, e consequente aumento no teor de celulose da panícula total pela maior participação das partes estruturais e menor participação dos grãos nessa fração. Nos colmos e folhas do híbrido 2011 37 062, foram observados aumentos lineares de celulose, variando de 40 a 45% no colmo e 27 a 30% nas folhas. PIRES NETO (2013) observou comportamento linear ($P < 0,01$) dessas variáveis em função da idade de corte da planta. A fração panícula apresentou redução e as frações folha e colmo acréscimo, variando de 32 a 38 % no colmo, 26 a 33% nas folhas e de 13 para 7% nas panículas. Os valores encontrados para celulose de colmo foram inferiores aos desse trabalho, porém para as folhas se apresentaram bastante parecidos. O teor de celulose da planta inteira diminuiu com o avanço do estágio de maturação, e, segundo o autor, esse comportamento foi resultante do efeito diluidor da panícula sobre as frações folha e colmo, pois a redução nos teores de celulose na fração panícula compensou o aumento desse componente nas frações folha e colmo no mesmo período. FARIA JÚNIOR (2008) ao avaliar o híbrido de sorgo BRS 610 em oito estágios de maturação dos grãos, encontrou comportamento quadrático ($P < 0,05$) para as frações panícula, e colmo, enquanto na folha os teores de celulose se mantiveram constantes com a maturação da planta. Os teores médios encontrados foram de 13,96% (panícula), 29,54% (folha) e 42,68% (colmo), bastante próximos aos encontrados nesse experimento.

Não houve diferenças significativas entre o teor de lignina da planta inteira, folhas e panícula em relação às idades de corte (médias de 7,3, 4,7, 5,1% respectivamente). Apenas a fração colmo apresentou aumento linear com as porcentagens variando de 6 a 8 % do primeiro ao quinto corte (Tabela 6).

PEDREIRA ET AL (2003) encontraram valores médios de 4,72% de lignina nas folhas, 4,88% nas panículas, 3,82% para colmos e 4,52% na planta inteira de oito sorgos colhidos no estágio de grão farináceo. Com exceção da lignina na planta inteira, que foi inferior ao encontrado nesse experimento, os demais valores foram bastante próximos. Já GONTIJO ET AL (2004) estudando diferentes sorgos adubados e cortados no estágio farináceo do grão encontraram teores de lignina variando de 6,04 a 6,51% na planta inteira, abaixo dos observados nesse experimento.

AGUILAR ET AL (2012) avaliando diferentes genótipos de sorgo mutantes BMR e normais utilizados para corte e pastejo encontraram teores de lignina variando de 3,08 a 7,31% na planta inteira, 4,41 a 8,63% no colmo. Nas folhas não houve diferença ($p>0,05$) entre os genótipos e a média foi de 6,98% possibilitando a esse autor afirmar que a mutação BMR não interferiu nas proporções de lignina das folhas. NEUMANN ET AL (2002) avaliando a composição da planta verde e silagem de diferentes tipos de sorgo encontraram valores variando de 5,83% a 4,25% na planta verde inteira. PESCE ET AL. (2000b), na comparação de 20 híbridos de sorgo de porte médio e alto, encontraram teores de lignina variando de 4,0 a 5,4 no material original.

PIRES NETO (2013) encontrou comportamento linear ($P<0,05$) da lignina em função da idade de corte na planta inteira. FARIA JÚNIOR (2008) não encontrou alterações nos teores de lignina na planta inteira do híbrido de sorgo BRS 610 em oito estádios de maturação dos grãos e obteve teor médio de 4,97%, valor menor que os desse estudo. Também MACHADO (2009) encontrou variação nos teores de lignina na planta completa do híbrido de sorgo BRS 610 em três estádios de maturação dos grãos e obteve média (5% de lignina) inferior a encontrada no presente estudo.

Na fração panícula, PIRES NETO (2013) observou queda nos teores de lignina com a maturidade da planta, em decorrência da diluição provocada pela deposição de amido nas sementes. Já as frações folha e colmo apresentaram aumentos nos teores de lignina com o avanço da idade da forrageira. FARIA JÚNIOR (2008) encontrou comportamento semelhante dos teores de lignina nas frações folha e colmo, onde ambas apresentaram comportamento linear ($P<0,05$) em função da idade de corte (médias 6,41% e 6,70% nas folhas e colmos). MACHADO (2009) não encontrou variações nos teores de lignina na fração folha com o avançar da idade de corte, obtendo média (6,66%) superior a encontrada no presente estudo. Na fração colmo, esse autor encontrou aumento nos teores de lignina na planta mais velha em comparação aos estágios anteriores (5,14% - no estágio de grão leitoso, 6,00% - pastoso, 8,36% - farináceo). Os valores do presente estudo foram intermediários aos do segundo e terceiro corte observados por MACHADO (2009). Na fração panícula o autor encontrou reduções nos teores de lignina com o avançar da idade, sendo a planta mais velha superior ($P<0,05$) as plantas colhidas nas demais idades, que foram semelhantes entre si ($P>0,05$) com valores de (6,93% - leitoso, 2,75% - pastoso, 2,50% - farináceo) superando a média encontrada nesse trabalho no primeiro corte e se reduzindo a quase metade nos estágios seguintes

3.5 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

A DIVMS é um aspecto relevante na avaliação de alimentos, pois, segundo SILVA & QUEIROZ (2002), a técnica de DIVMS demonstra ser adequada para se estimar a digestibilidade *in vivo*, reproduzindo as condições predominantes no rúmen-retículo e apresentando altas correlações com os métodos *in vivo*.

Tabela 7 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em porcentagem da matéria seca e equações de regressão em função das idades de corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), nível de significância (P) e coeficiente de variação (CV) da planta inteira e frações do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.

	Idade de Corte					Eq. regressão	R ² (%)	CV(%)
	87	91	95	98	101			
DIVMS P.I.	54,2	49,7	49,8	47,4	46,3	Y = 98,71 - 0,52 X	91	7
DIVMS COL	51,4	43,3	36,6	42,2	32,2	Y = 149,2 - 1,14 X	76	11
DIVMS PAN	61,6	63,3	60,6	62,6	53,6	Y = -799,25 + 18,8 X - 0,1 X ²	77	5
DIVMS FOL	57,5	59,0	61,0	53,1	43,5	Y = -1,630 + 36,89 X - 0,2 X ²	95	7

P<0,05

A planta inteira do híbrido de sorgo 2011 37 062 apresentou DIVMS médias de 54,2, 49,7, 49,8, 47,4 e 46,3% nas respectivas idades de corte: 87, 91, 95, 98 e 101 dias pós plantio (Tabela 7). Esses valores apresentaram redução linear (P<0,05) com o avançar da idade de corte da planta, podendo ser observado na equação de regressão DIVMS da planta inteira = $Y = 98,71 - 0,52 X$, $R^2 = 91\%$, onde X refere-se à idade de corte da planta.

GONTIJO NETO (2002) avaliou a DIVMS de cinco híbridos de sorgo colhidos no estágio de grão farináceo e cultivados sob níveis crescentes de adubação e encontraram médias de 54,56; 61,69; 54,61; 52,97 e 53,79% nos híbridos avaliados. As médias foram superiores às observadas nesse trabalho, possivelmente devido ao menor conteúdo de amido nas panículas dos últimos cortes que sofreram ataque de pássaros.

A fração colmo do híbrido 2011 37 62 apresentou DIVMS variando de 51,4; 43,3; 36,6; 42,2 e 32,2% do primeiro ao último corte. Esses valores apresentaram redução linear DIVMS do colmo = $Y = 149,2 - 1,14 X$, $R^2 = 76\%$, onde X refere-se à idade de corte da planta.

As frações panícula e folha, por sua vez, apresentaram comportamento quadrático (P<0,05) com o avançar da idade de corte da planta, podendo ser observado nas

equações de regressão $DIVMS \text{ panícula} = Y = -799,25 + 18,8 X - 0,1 X^2$ e $DIVMS \text{ colmo} = Y = -1,630 + 36,89 X - 0,2 X^2$, com os respectivos R^2 de 77 e 95% e onde X refere-se à idade de corte da planta. Os valores médios variaram de 61,6, 63,3, 60,6, 62,6 e 53,6% para panícula e de 57,5, 59,0, 61,0, 53,1 e 43,5% para colmo. O comportamento quadrático encontrado nesse experimento provavelmente aconteceu devido a menor concentração de amido nas panículas com o avançar da idade da planta devido ao ataque de pássaros, causando queda no valor da DIVMS após um acúmulo inicial.

Segundo VON SOEST (1994), a queda da digestibilidade nas forrageiras, com o avanço da maturidade, está associada ao aumento dos constituintes da parede celular, principalmente da lignina, além da diminuição na relação folha/colmo. De fato, nesse experimento observou-se diminuição da porcentagem de folhas e aumento na porcentagem de colmo, além de que a fração panícula que devido ao rico teor de amido dos grãos poderia incrementar os valores de digestibilidade, sofreu severo ataque de pássaros. Assim, a digestibilidade dessas frações aumentou até as idades de corte intermediárias e em seguida apresentaram queda, provavelmente devido à queda e senescência de folhas e perda de grãos na panícula.

NEUMANN (2002) com o objetivo de avaliar as características da planta verde e da silagem de híbridos de sorgo de caráter forrageiro ou de duplo propósito encontraram médias de 57,22% para digestibilidade do colmo, 54,85% para DIVMS das folhas e 68,20% para panículas na planta verde. Os valores encontrados por NEUMANN (2002) para colmo e panícula foram superiores a todos os estágios de maturação avaliados neste experimento, porém os valores de DIVMS encontrados para folhas foram bastante semelhantes aos encontrados no corte aos 98 dias pós plantio. PIRES NETO (2013) trabalhando com quatro idades de corte do híbrido BRS 601 encontrou médias de 73,82, 78,11, 80,92 e 80,79%, nos respectivos estágios de maturação na panícula, 60,51, 56,34, 54,28 e 49,79%, nas folhas, 63,50, 59,52, 54,74 e 54,36%, nos colmos e 64,54, 60,61, 58,72 e 60,14% de DIVMS na planta inteira. A relação foi linear em todos os casos, porém a relação foi positiva para panícula e negativa para as demais variáveis. O comportamento da DIVMS da planta inteira e colmo, seguiu o mesmo padrão encontrado nesse experimento, apesar de os valores encontrados serem mais baixos. MACHADO ET AL (2014) avaliando o híbrido de sorgo BRS 610 em três estágios de maturação dos grãos também encontraram diferença ($P < 0,05$) nos valores de DIVMS da fração colmo com aumento da idade de corte, obtendo 55,00, 51,30 e 46,29% nos três estágios respectivamente.

GONTIJO ET AL (2008) estudando diferentes híbridos de sorgo forrageiro em cortes consecutivos não observaram diferença para as DIVMS médias dos híbridos ($P < 0,05$) encontrando o valor de DIVMS de 57% nos sorgos plantados nas diferentes épocas. PENNA (2003) avaliando seis híbridos de sorgo e capim Sudão em épocas de corte distintas observaram valores de 56,3 a 57,1% também sem diferença estatística entre os híbridos.

FARIA JÚNIOR (2008) avaliando o híbrido de sorgo BRS 610 em diferentes estádios de maturação não encontrou diferença na DIVMS com o avançar da idade da planta com média da DIVMS de 59,11%, maior que a média encontrada no presente estudo. Segundo CORRÊA (1996), o efeito do estádio de maturação sobre a digestibilidade do sorgo apresenta comportamentos distintos entre híbridos existentes no mercado. MACHADO ET AL. (2014) também não encontraram diferença nos percentuais de DIVMS na planta completa do híbrido de sorgo BRS 610 em três estádios de maturação quando obtiveram média nas três idades de 55,22%, próxima a encontrada no primeiro corte do presente ensaio.

Na panícula, FARIA JÚNIOR (2008) observou aumentos significativos ($P < 0,05$) nos valores de DIVMS até o estádio leitoso/pastoso (75,14%), sendo que a partir desse ponto os valores foram superiores e semelhantes entre si até o estádio de grãos secos, com média de 68,59%. MACHADO ET AL. (2014) encontraram diferença ($P < 0,05$) nos percentuais de DIVMS da fração panícula, sendo os estádios pastoso (67,73%) e farináceo (69,50%) semelhantes entre si e superiores ao estádio de grãos leitosos (58,88%).

Nas folhas FARIA JÚNIOR (2008) encontrou reduções nos valores de DIVMS de 64,15% (Enchimento dos grãos) para 37,87% (Grãos secos), mostrando decréscimos lineares na ordem de 0,55% a cada dia de avanço na maturidade da planta. MACHADO ET AL. (2014) também encontraram diferença ($P < 0,05$) nos valores de DIVMS da fração folha com aumento da idade de corte, obtendo 56,80, 50,10 e 50,39% nos três estádios respectivamente. Ambos os resultados condizem com o comportamento encontrado nesse experimento, e, portanto é possível afirmar que quanto mais velha for a planta do sorgo menor será a digestibilidade da matéria seca dentro do intervalo estudado. Com a maturidade há intensificação da senescência, com translocação de nutrientes para as sementes, e perda de valor nutritivo das demais frações da planta. (PIRES NETO, 2013)

3.6 Caracterização dos grupos funcionais da lignina

As proporções de siringila, guaiacila e *p*-hidroxifenila podem variar entre espécies e dentro de uma mesma espécie ao longo dos estágios de desenvolvimento das plantas. Ainda não há consenso sobre o comportamento desses compostos, mas alguns autores afirmam que a maior concentração de unidades do tipo siringila (S) é associada com menores degradabilidades em relação à proporção relativa das unidades monoméricas siringila x guaiacila. (REEVES 1985, BUXTON & RUSSEL 1988, JUNG & CASLER, 1991).

Tabela 8 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra da planta inteira (P.I.) seca do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.

	Idade de Corte					Média	CV(%)	P < 0,05
	87	91	95	98	101			
LIGNINA	6,76	7,57	7,12	6,49	8,58	7,44	19	NS
H P.I.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	15	NS
G P.I.	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	11	NS
S P.I.	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	15	NS

NS = não significativo

Não se observou variação no teor de lignina na planta inteira e nem nos monômeros que a compõe ao longo das idades de corte do híbrido 2011 37 062. A média encontrada entre as idades foi de 0,03, 0,04 e 0,04 g por 100 g de amostra seca da planta inteira para os monômeros *p*-hidroxifenila (H), (G) e siringila (S) respectivamente. TEIXEIRA (2014) avaliando quatro híbridos de sorgo cortados em diferentes idades encontrou valores de 0,018, 0,021, 0,028 e 0,029 para *p*-hidroxifenila, 0,027, 0,030, 0,037 e 0,038 para guaiacila e 0,027, 0,030, 0,041 e 0,044 para siringila. Esse autor observou equações de regressão lineares para todos os componentes de lignina da planta inteira, que descrevem um aumento nas concentrações de 0,00067 mg/100 g de amostra por dia para H e G e de 0,00104 mg/100 g para S com o avanço da maturidade da planta, indicando processo de lignificação. MEDEIROS (2014) estudando quatro tipos de sorgo em quatro idades de corte encontraram relações entre siringila e guaiacila que variaram de 1,01 a 1,07 entre os híbridos. Apenas o híbrido BRS 601 apresentou relação linear positiva para essa relação ao longo das idades de corte ($P < 0,01$), onde os valores variaram de 0,81 a 1,1. A relação encontrada no presente experimento para a relação S:G foi de 1,0, próxima a encontrada por MEDEIROS (2014). Segundo JUNG & ALLEN (1995) a composição da lignina sai de um tipo-guaiacila para uma lignina mais rica em siringila com a maturação da parede celular, ao mesmo tempo em que a digestibilidade dessa fração diminui, assim é razoável assumir que a composição da lignina afete a digestibilidade.

NOGUERA (2002), avaliou a composição química da lignina dos híbridos de sorgo Massa 3, Volumax, BR 601, BR 700 e BR 701 em três estádios de maturação pela técnica de cromatografia gasosa e observou uma elevação nas concentrações dos monômeros no estádio de grãos farináceos. Neste estádio, os valores foram de 0,032; 0,033 e 0,026 mg/mL para H, G e S para o BR 700 e 0,032; 0,024 e 0,024 para o BR 601. O autor observou relações S/G próximas a 1 para o BR 601 e inferiores a 1 para o BR 700, relacionando a maior concentração relativa de guaiacila com maior resistência ao acamamento devido à estrutura mais rígida da lignina rica em guaiacila.

Tabela 9 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra seca do colmo (COL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.

	Idade de Corte					Equação de Regressão	R ² (%)	CV(%)
	87	91	95	98	101			
LIGNINA	5,9	6,6	7,4	6,6	7,9	Y = - 3,9 + 0,11 X	68	14
H COL	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	Y = -0,02 + 0,0006 X	62	16
G COL	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	Y = - 0,015 + 0,0006 X	62	12
S COL	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	Y = -0,03 + 0,001 X	62	16

P<0,05

Observa-se que para todas as variáveis analisadas houve diferença estatística (P<0,05) ao longo das idades de corte. Os teores de *p*-hidroxifenila, guaiacila e siringila nos colmos apresentaram aumento linear em função da idade variando de 0,03 a 0,04, 0,04 a 0,05 e 0,04 a 0,06 g por 100 g de amostra seca, respectivamente. As relações siringila:guaiacila foram 1,0, 1,25, 1,25, 1,20 e 1,25 para o corte aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias. PEREIRA ET AL (2014) estudando teores de *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S), dos colmos dos híbridos de sorgo BRS 655, BRS 610, BR 601 e BR 700 em quatro idades encontraram valores médios de 0,023, 0,043, 0,036, 0,022 e 0,031 g de *p*-hidroxifenila por 100 g de amostra para as plantas de sorgo cortadas 77, 84, 88 e 95 dias após o plantio. Os valores de guaiacila foram de 0,03, 0,05, 0,04 e 0,03 g por 100 g de amostra seca e os de siringila foram de 0,035, 0,066, 0,054 e 0,032 g por 100 g de amostra seca para as idades de 77, 84, 88 e 95 dias após o plantio. Como não foram observadas diferenças estatísticas entre as plantas nas diferentes idades de corte para os diferentes híbridos, pode-se utilizar a média dos cortes para estabelecer o valor da relação S:G que nesse caso foi de 1,17, inferior a obtida a partir do segundo corte desse experimento.

Quanto maior a razão S:G maior concentração de unidades do tipo siringila (S) na planta ou fração. A concentração de siringila é associada com menores degradabilidades da matéria seca, portanto valores mais elevados da razão S:G tendem a ser associados com digestibilidades mais baixas. Segundo JUNG & DEETZ (1993) a estrutura ramificada do monômero G faz com que ele tenha menor capacidade de penetração na parede celular vegetal secundária em relação ao monômero S, podendo apresentar menor impacto negativo sobre a degradabilidade.

Tabela 10 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em g por 100 g de amostra seca da panícula (PAN) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.

	Idade de Corte					Média	Eq. de Regressão	R ² (%)	CV(%)
	87	91	95	98	101				
LIGNINA	5,72	4,68	5,16	4,74	5,35	5,13	-		18
H PAN	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04		$Y = -0,7 + 0,16 X - 0,0001 X^2$	50	9
G PAN	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05		$Y = -0,7 + 0,015 X - 0,0001 X^2$	50	7
S PAN	0,05	0,06	0,02	0,05	0,06	0,05	-		149

P<0,05

Não foram encontradas diferenças estatísticas para o teor de siringila ao longo das idades de corte, sendo a média 0,05 g por 100 g de amostra seca de panícula. Os teores de guaiacila e *p*-hidroxifenila por sua vez apresentaram relações quadráticas ao longo das crescentes idades de cortes. Adotando-se o valor médio de guaiacila da panícula entre os cortes, observa-se relações S:G de 1,25; 1; 1; 1,25 e 1 semelhantes às obtidas por MEDEIROS ET AL (2014) ao avaliar as panículas da planta de quatro híbridos BRS 655, BRS 601, BRS 610 e BR 700 colhidos em diferentes idades (77, 84, 88 e 95 dias). Esses autores encontraram relações de S:G de 1,24; 1,21; 1,12; 1,18 para panícula e 1,08; 0,99; 1,14 e 1,16 para as folhas. Os teores de *p*-hidroxifenila, guaiacila e siringila não apresentaram variação entre as folhas das diferentes idades de corte do presente experimento, como pode ser observado na Tabela 11. As médias encontradas foram 0,03; 0,03 e 0,04 para H, G e S respectivamente. Assim, adotando-se os valores médios observados em todos os cortes, se obtém a relação S:G de 1,33 maior do que a observada por MEDEIROS ET AL (2014).

Tabela 11 - Teores de lignina (%MS) e seus componentes *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) em gramas de matéria seca das folhas (FOL) do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido aos 87, 91, 95, 98 e 101 dias após o plantio.

	Idade de Corte					Média	CV(%)	P < 0,05
	87	91	95	98	101			
LIGNINA	4,74	4,41	5,04	4,56	4,96	4,74	15	NS
H FOL	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	22	NS
G FOL	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	16	NS
S FOL	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	23	NS

NS = não significativo

4. CONCLUSÕES

Observando os valores de produção de matéria seca, matéria seca digestível, os teores de proteína bruta percebe-se que a queda nesses valores ao longo das idades de corte é linear. O teor de lignina foi constante não variando em função da idade da planta enquanto a digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi maior nos cortes iniciais. Apesar das variações nos teores dos componentes de lignina (*p*-hidroxifenila, guaiacila e siringila) nas frações do híbrido de sorgo 2011 37 062, na planta inteira não foram observadas variações ao longo das idades de corte. Assim, pode-se entender que as variações dentro de cada fração (colmo, folhas e panículas) acabaram por se equivaler, não alterando os teores de monômeros da lignina na planta total.

Baseado nos valores encontrados neste experimento a melhor época de corte para o híbrido de sorgo 2011 37 062 é aos 87 dias pós plantio, quando semeado na safrinha (fevereiro).

5. REFERÊNCIAS:

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, n.7, p.1598-1630, 2000.

ALLEN, M.S. Feed intake regulation and cell wall characteristics. In: ROLE OF PLANT CELL WALLS IN DAIRY COW NUTRITION, 2010. Wageningen, Holanda. 2010. p. 17-20

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.

BERNARDINO, K.C.; SOUZA, V. F.; CARVALHO JUNIOR, G. A. de. ET AL. Caracterização de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol de primeira e segunda geração. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 3169-3175. 1 CD-ROM.

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J. S. ET AL. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n.3, p.287-297, 2010.

BRITO, A.F. ET AL. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [(*Sorghum bicolor* (L) Moench)]. I. Características agronômicas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. vol.52, n. 4, p.391-396, Ago, 2000.

BRUNO, O.A., ROMERO, L.A., GAGGIOTTI, M.C. ET AL. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de la planta. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, v.12, p.157-162, 1992.

BUXTON, D.R., RUSSEL, J.R. Lignin constituents and cell-wall digestibility of grass and legume stems. *Crop Science*, 30:402-408. 1988.

CÂNDIDO, M. J. D. Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação. Viçosa: UFV, 2000. 57p. Dissertação (Mestrado em zootecnia).

CHURCH, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 564 p.

COELHO, A. M. ET AL. Seja o doutor do seu sorgo. *Informações Agrônomicas*, Piracicaba, n. 100, p. 1-24, 2002. (Arquivo do agrônomo, 14).

CORRÊA, C.E.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação. 1996, 121p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal) Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

CORRÊA, C.E.S.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, folha e panícula de treze híbridos de sorgo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.374-376.

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

FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. 340p.

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.

FERREIRA, J. J. C. Qualidade e perfil de fermentação da silagens de seis genótipos de sorgo. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

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

GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M. M.; BROGIN, R. L. ET AL. Custo estimado de produção de sorgo safrinha, em plantio direto, na região de Vilhena, Rondônia, safra 2010/11. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. 4p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 375).

- GOMES, S.O.; PITOMBEIRA, J.B.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. Comportamento agronômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.2, p.221-227, 2006.
- GOMIDE, J.A., ZAGO, C.P., CRUZ, M.E. ET AL. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.16, p.308-317, 1987.
- GONTIJO NETO, M.M. Rendimento e valor nutritivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob níveis crescentes de adubação. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O. G. ET AL. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.
- GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C. ET AL. Qualidade nutricional de seis híbridos de sorgo com capim sudão submetidos a épocas de plantio e cortes distintas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 7, n. 1, p. 45-56, 2008.
- HENRIQUE, W.; ANDRADE, J.B. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. I. Produção e composição. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora:SBZ/Geratec, [1997] CD-ROM. Nutrição de ruminantes. BNRU-343.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Dairy Science*, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.
- INCT - Métodos para Análise de Alimentos. 1ª edição. 204p. ISBN: 9788581790206
- JUNG, H. G.; ALLEN, M. S.; Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- JUNG, H. G.; DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. (Ed.). *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p. 313-346.
- JUNG, H. G., CASLER, M.D. Relationship of lignin and esterified phenolics to fermentation of smooth bromegrass fibre. *Animal Feed Science and Technology*. 32:63-68. 1991.
- MACHADO, F. S. Avaliação agronômica e nutricional de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e de suas silagens em três estádios de maturação. 2009.

107p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. ET AL. Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.1, p.244-252, 2014.

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. ET AL. Potencial da técnica in vitro semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*. vol.32 no. 4, Viçosa, 2003. Acessado em junho/2014.. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000400029;

MEDEIROS, P.H.A.; JAYME, D.G; RODRIGUES, J.A.S ET AL. Determinação da relação entre siringila e guaiacila das plantas inteiras, colmos, folhas e panículas, de quatro híbridos de sorgo cortados em diferentes idades In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 14, 2014, Vitória. Anais... Vitória: ZOOTEC.

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. ET AL. Avaliação agrônômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.4, p.385-390, 2000.

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, p.293-301, 2002a.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. ET AL. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*., v.31, p.302-312, 2002b.

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

NOGUERA, J. R. R. Estudo químico in situ, in vitro e microscópico da parede celular de cinco híbridos de sorgo colhidos em três épocas de corte. 2002. 177f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NUSSIO, L.G. Produção de silagem de sorgo. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. Circular Técnica, EMBRAPA-CNPMS. N.17, 1992. P.53-55.

PARRELLA, R. A.C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D. ET AL. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 28).

- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T. ET AL. Características Agronômicas e Composição Química de Oito Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.
- PERAZZO, A. F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A. ET AL. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. *Ciência Rural, Santa Maria*, vol. 43, n.10, p. 1771-1776, 2013.
- PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. ET AL. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.22, p.31-38, 1993
- PEREIRA, T. F.; JAYME, D. G.; RODRIGUES J. A. S. ET AL. Teores de p-hidroxifenila, guaiacila e siringila dos colmos de quatro híbridos de sorgo em quatro idades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 14, 2014, Vitória. Anais... Vitória: ZOOTEC.
- PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. ET AL. Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de porte médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.978-987, 2000.
- PIRES NETO, O. S. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS-610 em quatro estádios. 2013. 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- QUADROS, F. L. F. Qualidade da silagem de híbridos de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum* sp.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá, Anais... Maringá: SBZ, 1994. p. 357
- REEVES, J.B. Lignin composition and in vitro digestibility of feeds. *Journal of Animal Science*, 60:316-222. 1985.
- RODRIGUES, J. A. S; SANTOS, F. G.; SHAFFERT, R. E. ET AL. BRS 610– Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 22 p. Embrapa Milho e Sorgo. (Comunicado Técnico, 102).
- RUIZ, T.; BERNAL, E.; STAPLES, C. R. Effects of dietary NDF concentration on productive responses by lactating dairy cows fed four forages sources. *Journal Dairy Science*, Suppl., v.75, p.209, 1990.
- SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A. ET AL. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Journal*. v. 35, n. 1, p. 13-19, Jan.-Mar., 2013.
- SERRANO, J.M.R. El sorgo híbrida despierta interés en las Américas. *La Hacienda, Kissimmée*, v.66, n.5, p. 36-37, 1971.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECON, P. R. ET AL. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n. 1, p. 28-44, 2005.

SILVA, A.G.; ROCHA, V.S. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.36, n.2, p.113-121, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

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, J.M., KICHEL, A.N., FEIJÓ, G.L.D. ET AL. Avaliação de seis cultivares de milho e sorgo para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.1, p.187-189.

TEIXEIRA, A.C. Avaliação agronômica e valor nutricional de quatro híbridos de sorgo em quatro idades. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Nutrição Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

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

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

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

VON PINHO, R. G. ET AL. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 05, n. 02, p. 266-279, 2006.

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7, 1999. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 47-48.

ZAGO, C. P. Utilização de sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas, 1992. p. 9-30. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 17).

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luís de Queiroz", 1991. p.169-217

ZAGO, C.P., POZAR, G. Época de corte do sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) e sua influência sobre a porcentagem e produtividade de matéria seca e de panícula. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ, 1991, p.61.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Os resultados obtidos nesse experimento comprovam o bom desempenho produtivo e qualitativo do híbrido de 2011 37 062. As produções de matéria seca e matéria verde, são satisfatórias para um plantio de safrinha, assim como o número de plantas obtido, principalmente nas primeiras idades de corte. Quanto ao valor nutritivo, as porcentagens de proteína bruta na planta inteira em todas as idades de corte do híbrido de sorgo 2011 37 062 superaram o valor de 7% de PB necessários para fornecer nitrogênio suficiente para o desenvolvimento normal das bactérias ruminais, sugerindo que para categorias menos exigentes de animais esse cultivar pode ser utilizado como volumoso único.

Os teores de FDN da planta inteira aumentaram com o avançar da maturação assim como os valores de FDA a lignina manteve-se constante ao longo das idades de corte do híbrido. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca apresentou redução linear ($P < 0,05$) com o avançar da idade de corte da planta, e apesar das variações nos teores dos componentes de lignina (*p*-hidroxifenila, guaiacila e siringila) nas frações do híbrido de sorgo 2011 37 062, na planta inteira não foram observadas variações nas plantas ao longo das idades de corte.

Observando os valores obtidos conclui-se que a melhor época de corte para o híbrido de sorgo 2011 37 062 é aos 87 dias pós-plantio, quando semeado na safrinha (fevereiro), pois nessa idade a planta apresentou maiores %PB, maior produção de MS, e PMSD sem demonstrar aumento nos teores de lignina que podem estar diretamente relacionados à baixa digestibilidade e aproveitamento do alimento.