

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

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DE QUATRO GENÓTIPOS DE
MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS**

DIEGO SOARES GONÇALVES CRUZ

BELO HORIZONTE

2013

Diego Soares Gonçalves Cruz

**Avaliação agronômica e nutricional de quatro genótipos de milho
em quatro estádios**

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

2013

C957a Cruz, Diego Soares Gonçalves, 1987-
Avaliação agronômica e nutricional de quatro genótipos de milho em quatro estádios /
Diego Soares Gonçalves Cruz. – 2013.

74p. : il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves-
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

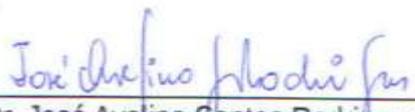
1. Milheto – Silagem – Teses. 2. Milheto – Valor nutritivo – Teses. 3. Milheto como
ração – Teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 633.2

Dissertação defendida e aprovada em 27 de Agosto de 2013 pela Comissão
Examinadora composta por:



Prof. Lúcio Carlos Gonçalves (orientador)



Dr. José Avejino Santos Rodrigues



Prof. Diego Gonzaga Jayme

*O correr da vida embrulha tudo
A vida é assim: esquentada e esfria
Aperta e daí afrouxa
Sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem...*

Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade oferecida de poder batalhar todos os dias por aquilo que sonho.

Aos meus pais que sempre apoiaram, e apoiam, incondicionalmente, minhas decisões. Sem eles nada disso seria possível. E por eles nada disso é em vão.

Ao Professor Lúcio Carlos Gonçalves pelo tempo e empenho dedicado à minha formação humana e acadêmica. Exemplo de postura ética, profissional e amizade.

À toda minha família que sempre compreendeu minha ausência em alguns momentos.

Aos meus amigos e companheiros de Graduação e depois de Pós-Graduação, André, Anna Paula, Edgard, Juliana, Lucas, Luciana, Mennot, Natália, Ottoni, Tales e Vitor, que tornaram essa caminhada mais agradável.

À Isabella pela compreensão, apoio e carinho nos momentos mais complicados.

Aos companheiros de grupo, Thierry, Wilson, Danado, Alex, Fred, Gabriel, Fernanda, Matheus, Ipatinga, Rafael, Pedro Ferreira, André Moraes, Otaviano, Diogo, André, Ottoni, Gabriela, Naiara, Pataxó, Eduardo, Vinícius, Fabiana, Pedro, Thiago, Majela, Dalvana, Gustavo, Mateus, Thaís, Paulo, Flávia, Isabella e Fredinho que sempre estiveram dispostos a ensinar e ajudar.

À todos os funcionários do Laboratório de Nutrição Animal e da Escola de Veterinária que auxiliaram na execução das tarefas.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto e a Capes pelo auxílio financeiro concedido.

Enfim, a todos aqueles que desde os primeiros passos da minha vida estudantil acreditaram e auxiliaram para que esse momento acontecesse.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. CULTURA DO MILHETO	15
2.1.1 .Características gerais, localização geográfica e plantio	15
2.1.2. Formas de utilização e colheita	16
2.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRITIVO DO MILHETO	18
2.3. TÉCNICA <i>IN VITRO</i> SEMIAUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES (RPT)	21
2.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	
3.1. INTRODUÇÃO	30
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.3.1. Altura das Plantas	33
3.3.2. Estande	34
3.3.3. Produção de matéria verde (PMV)	36
3.3.4. Produção de matéria seca (PMS)	37
3.3.5. Produção de Matéria Seca Digestível (PMSD)	39
3.3.6. Relação Folha/Colmo	40
3.4. CONCLUSÕES	42
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO IV – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS DIFERENTES PARTES DA PLANTA DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	
4.1. INTRODUÇÃO	45
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	45
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46

4.3.1. Teores de matéria seca (MS)	46
4.3.2. Teores de Matéria Mineral (MM)	49
4.3.3. Teores de Proteína Bruta (PB)	51
4.3.4. Teores de Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)	53
4.3.5. Teores de Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)	56
4.3.6. Teores de Ligninas (LIG)	58
4.3.7. Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS)	60
4.4. CONCLUSÕES	62
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
CAPÍTULO V – CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO E DESAPARECIMENTO <i>IN VITRO</i> DA MATÉRIA SECA (DMS) DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	
5.1. INTRODUÇÃO	66
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	66
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.3.1. Cinética de fermentação dos carboidratos fibrosos e não fibrosos	69
5.3.2. Desaparecimento in vitro da matéria seca (DMS)	71
5.4. CONCLUSÕES	72
5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

- Tabela 01-** Dados climáticos médios, na região de Sete Lagoas-MG, no período de Janeiro a Abril de 2009.....31
- Tabela 02-** Altura das plantas, em metros, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....34
- Tabela 03-** Estande de plantas, em mil plantas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....35
- Tabela 04-** Produtividade de matéria verde (PMV), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....36
- Tabela 05-** Produtividade de matéria seca (PMS), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....38
- Tabela 06-** Produção de matéria seca digestível (PMSD), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....40
- Tabela 07-** Relação Folha/Colmo e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....41

CAPÍTULO IV

Tabela 01- Teores de matéria seca (MS), em porcentagem, das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....4

Tabela 02- Teores de matéria mineral (MM), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....50

Tabela 03- Teores de proteína bruta (PB), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....52

Tabela 04- Teores de fibra em detergente neutro (FDN), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....55

Tabela 05- Teores de fibra em detergente ácido (FDA), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....57

Tabela 06- Teores de lignina, em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....59

Tabela 07- Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....61

CAPÍTULO V

Tabela 01- Médias dos parâmetros Vf1 - Volume máximo de gases da fração de carboidratos não fibrosos (CNF), em mL; C1 - Taxa de degradação para a fração de CNF, em mL por hora; L – Latência, em horas; Vf2 - Volume máximo de gases da fração de carboidratos fibrosos (CF), em mL; C2 - Taxa de degradação para a fração de CF, em mL por hora e R^2 - Coeficiente de Determinação ajustados, relativos à cinética de produção de gases dos CNF e dos CF no período de 96 horas de incubação referente a quatro genótipos de milho colhidos aos 60, 65 e 72 dias de crescimento.....70

Tabela 02- Desaparecimento *in vitro* da matéria seca após 96 horas de fermentação (DMS), em porcentagem da matéria seca (MS), e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento.....72

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as características agronômicas, o valor nutricional e a cinética *in vitro* de fermentação da planta completa e das frações folha e colmo dos genótipos de milho BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188 em quatro estádios de maturação. Aos 72 dias o genótipo BRS 1501 apresentou altura superior aos demais genótipos ($P < 0,05$), sendo o genótipo J 1188 inferior aos demais ($P < 0,05$). O estande do genótipo BRS 1501 foi superior aos demais genótipos ($P < 0,05$), que não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo observado um decréscimo linear em função do avanço no estágio de maturação. A produção de matéria verde variou entre 30,8 e 41,35t/ha e apresentou redução linear em função da idade ao corte, contudo os genótipos não diferiram entre si ($P > 0,05$). A produção de matéria seca do genótipo BRS 1501 foi superior ao genótipo CMS 1 ($P < 0,05$). O genótipo CMS 1 apresentou produção de matéria seca digestível inferior aos demais ($P < 0,05$), que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Para relação folha/colmo os genótipos não diferiram entre si ($P > 0,05$), e apresentaram comportamento linear decrescente. O genótipo BRS 1501 apresentou teores de matéria seca da planta inteira superiores aos demais materiais ($P < 0,05$). Todas as frações da planta apresentaram aumento linear nos teores de matéria seca com o avanço da idade das plantas. Não foram verificadas diferenças entre os genótipos quanto aos teores de matéria mineral na planta inteira, colmos e folhas ($P > 0,05$). Os teores de proteína bruta na planta inteira foram semelhantes para os genótipos avaliados ($P > 0,05$), oscilando entre 10,52 e 11,41%. Os teores de fibra em detergente neutro de todas as frações da planta não variaram entre os genótipos estudados ($P > 0,05$). O teor de fibra em detergente ácido da fração planta inteira do genótipo CMS 1 foi superior ao observado no genótipo J 1188 ($P < 0,05$). Os valores de ligninas da planta inteira não diferiram entre os genótipos avaliados ($P < 0,05$). O genótipo J 1188 apresentou digestibilidade *in vitro* da matéria seca da planta inteira superior ao genótipo CMS 1 ($P < 0,05$). O genótipo BRS 1501 destacou-se com os menores valores de tempo de latência. A produção de gases provinda da fermentação dos carboidratos fibrosos (Vf2) foi maior do que o produzido pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (Vf1). Não foi observada diferença entre os genótipos para os valores de desaparecimento da matéria seca ($P > 0,05$). Em função dos resultados apresentados recomenda-se o uso do milho para a alimentação de ruminantes com menores requisitos nutricionais. Dentre os genótipos avaliados o BRS 1501 destacou-se pela sua maior produção de matéria seca e menor tempo de latência durante sua fermentação.

Palavras-chave: fermentação, forrageira, *Pennisetum glaucum*, produtividade

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the agronomic traits, nutritional value and *in vitro* fermentation kinetics of whole plant and leaf and stem fractions of pearl millet genotypes BRS 1501, CMS 1, CMS and J 3 1188 at four stages of maturity. Genotype BRS 1501 was taller than the other at 72 days of maturity ($P < 0.05$), and genotype J 1188 was the lowest ($P < 0.05$). Genotype BRS 1501 stand was superior to the other genotypes ($P < 0.05$), which did not differ among than ($P > 0.05$), being observed a linear decrease because of the advance in maturity stage. The wet matter yield varied between 30.8 and 41.35 t/ha and showed a linear decrease as a function of the cut time, however the genotypes did not differ ($P > 0.05$). The dry matter yield genotype BRS 1501 was superior to genotype CMS 1 ($P < 0.05$). Genotype CMS 1 showed lower digestible dry matter yield than the other ($P < 0.05$), how did not differ among than. Leaf/stem ratio did not differ between genotypes ($P > 0.05$), and decreased linearly with age. The BRS 1501 genotype showed whole plant dry matter superior to the other materials ($P < 0.05$). All fractions of the plant showed a linear increase in dry matter with age. No differences were found for levels of mineral contents among genotypes in whole plant, stems and leaves ($P > 0.05$). Whole plant crude protein were similar for the all genotypes ($P > 0.05$), ranging between 10.52 and 11.41%. Neutral detergent fiber content of all fractions of the plant did not differ between genotypes ($P > 0.05$). Genotype CMS 1 had higher levels of acid detergent fiber in whole plant fraction than genotype J 1188 ($P < 0.05$). Lignins content of whole plant fraction did not differ between the genotypes ($P < 0.05$). The J 1188 genotype showed digestible dry matter *in vitro* of whole plant higher than CMS 1 genotype ($P < 0.05$). The genotype BRS 1501 stood out with the lowest values of lag time. Gas production by fibrous carbohydrates fermentation (Vf2) was greater than no fibrous carbohydrates fermentation (Vf1). No difference between genotypes for dry matter disappearance values ($P > 0.05$). According to results, pearl millet can be used in diets for ruminants with lower nutritional requirements. Genotypes BRS 1501 highlighted by higher dry matter yield and shorter lag time during fermentation than the others.

Keywords: fermentation, forage, *Pennisetum glaucum*, yield

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

No território nacional a sazonalidade da produção de forragem constitui um grande entrave à produção animal, apresentando períodos de abundância alternados com períodos de pequena produção vegetal, devido a fatores climáticos, principalmente a distribuição de chuvas. Nesse contexto, o uso de forragem cultivada visa reduzir o efeito sazonal na produtividade e qualidade das pastagens, aumentando a eficiência e a sustentabilidade produtiva e econômica da atividade pecuária.

As condições climáticas exercem grande influência na produção de forragem, promovendo oscilações na oferta de alimentos. Diante disso, devem ser encontradas estratégias de produção e fornecimento de volumosos de qualidade aos animais durante todo o ano, visando melhora no desempenho zootécnico e econômico da atividade pecuária. A ensilagem de forrageiras é a estratégia mais utilizada pelos pecuaristas no país. Para isso, tradicionalmente utiliza-se o milho e o sorgo como forrageiras de escolha, devido ao seu alto rendimento forrageiro, bom valor nutricional e adequado perfil de fermentação. Entretanto, com a finalidade de se conhecer alimentos alternativos, torna-se necessário o estudo de novas opções forrageiras que se adaptem a produção de silagem de boa qualidade. Em regiões como o sul do país, onde a água não é fator limitante, o uso de forrageiras anuais de inverno associadas a espécies de alto potencial durante o verão, constitui uma importante alternativa para exploração de sistemas agropecuários produtivos. Porém, em função do “inverno seco”, que ocorre no Brasil Central o cultivo de forrageiras de inverno é restrito.

O milheto é uma forrageira cultivada que consegue vegetar bem em condições de baixas pluviosidade e fertilidade do solo. Apresenta ciclo anual de verão e alto valor nutritivo. Na alimentação de ruminantes pode ser utilizado sob pastejo contínuo ou rotacionado, na forma de capineira, feno, silagem e grão. Possui boa palatabilidade, e ausência de fatores antinutricionais e cianogênicos.

Devido a sua capacidade de adaptação aos mais diversos ambientes e principalmente, a sua maior capacidade de vegetar em condições de restrição hídrica, o milheto (*Pennisetum glaucum*) vem sendo considerado como uma cultura promissora para os plantios de safrinha na região central do Brasil.

Nesse sentido, pesquisas que visam avaliar as características dessas forrageiras são úteis a todo o segmento envolvido na geração e aplicação de tecnologia e novos conhecimentos para a pecuária nacional.

Objetivou-se avaliar as características agronômicas, valor nutritivo e cinética de fermentação ruminal da planta completa e das frações folha e colmo dos genótipos de milho BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188 em quatro estádios de maturação.

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do milheto

2.1.1. *Características gerais, localização geográfica e plantio*

Botanicamente o milheto é uma Gramínea anual, pertencente à tribo das Paníceas, espécie *Pennisetum glaucum*, originária da Ásia Ocidental (Freitas, 1988), ou África (Machado Filho & Muhlbach, 1986). No Brasil, o milheto também é conhecido como penicilaria, capim charuto e pasto italiano. Apesar de ser uma gramínea anual de verão (C₄), apresenta acentuada tolerância à seca, podendo ser cultivada em regiões onde o índice pluviométrico não ultrapassa os 400 mm anuais. Prefere solos arenosos onde seu sistema radicular desenvolve-se melhor (Freitas, 1988). Seu sistema radicular é profundo e vigoroso, com eficiente uso de água e nutrientes e o grão de milheto é o principal cereal usado na alimentação humana e animal, nos trópicos semi-áridos da África e da Índia, sujeitos constantemente à seca, altas temperaturas e deficiência de nutrientes (Payne, 2000). É capaz de vegetar em regiões onde os solos apresentam pH ácido, baixa fertilidade e baixos teores de matéria orgânica podendo atingir três metros de altura (Andrews & Rajewiski, 1995).

O milheto se destaca por sua adaptação a uma grande diversidade de ambientes e a diferentes condições de clima e solo, caracterizando-se por sua precocidade, seu alto potencial de produção e sua qualidade nutritiva. De acordo com Muchov (1989) em condições de grave déficit hídrico nas quais o milho não foi capaz de produzir grãos, o milheto e o sorgo obtiveram produções de grãos semelhantes. Comportamento semelhante foi observado por Sullivan et al. (1980) que constataram que o milho produziu mais do que o sorgo e o milheto em ambientes de alto rendimento, mas com o aumento do déficit hídrico o milheto e o sorgo produziram mais que do que o milho.

Segundo Krishnamurthy et al. (2007) o milheto possui moderada tolerância à salinidade. Essa é uma característica comum em outras espécies do gênero *Pennisetum* que permitem integrar essas culturas em programas de gestão adequados para melhorar a produtividade dos solos salinos.

A cultura do milheto passou a se destacar no cerrado após os trabalhos de seleção iniciados em 1981, que resultaram no lançamento das variedades BN-1e BN-2 em 1986 e 1991, respectivamente (Kollet et al., 2006). Segundo Bonamigo (1999), esses estudos contribuíram decisivamente para que, a partir de 1991, o milheto passasse a ser adotado como cobertura do solo em semeadura direta em cultura de sucessão, sendo aproveitado principalmente como pastagem e/ou silagem.

No Rio Grande do Sul a pastagem de milheto, no verão, é uma alternativa ao uso da pastagem nativa, pois produz até cinco vezes mais forragem que o campo nativo e permite incrementar o ganho de peso vivo por área e a taxa de lotação (Rizo et al., 2004).

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) é uma gramínea de fácil implantação (Tabosa et al., 1999). No Brasil Central, as épocas de plantio de milheto são duas: a primeira, de agosto a outubro, semeado como cultura normal; a segunda, de fevereiro a abril, após soja ou milho, semeado como segunda safra (safrinha). Dependendo do objetivo do plantio, o milheto pode ser usado para a colheita dos grãos ou para a produção de palhada para plantio direto (Maia et al., 2000).

Quando semeado após as culturas de verão, o milheto pode ser aproveitado para colheita de grãos ou como forragem suplementar no período seco, sendo uma alternativa para suprir a carência de alimento em períodos de escassez (Tabosa et al., 1999). Essa estratégia se destaca como excelente alternativa para a integração agricultura-pecuária, com gastos apenas de sementes. As vantagens deste sistema são a utilização do milheto no início da seca, possibilitando o diferimento mais eficiente de parte das pastagens da propriedade composta por forrageiras perenes e a consequente redução de custos na produção de carne à campo (Maia et al., 2000).

2.1.2. Formas de utilização e colheita

A produção das plantas forrageiras no Brasil Central é caracterizada por períodos em que ocorre elevada produção de forragem de boa qualidade, e também por períodos com volumes de produção menores e de qualidade inferior. Essa ocorrência é decorrente da diminuição da disponibilidade de luz, da temperatura e dos índices pluviométricos em determinado período do ano.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é, atualmente, uma importante forrageira cultivada. Seu cultivo é realizado principalmente em sistemas de produção animal mais avançados devido ao seu alto potencial de produção de forragem com alta qualidade num período reduzido. Segundo Minocha (1991) o milheto pode ser utilizado como alimento para o gado, na forma de capineira, silagem ou pastejo direto, pois produz grande quantidade de folhagem tenra, nutritiva, além de ser palatável e atóxica.

Estrategicamente, a silagem de milheto tem sido utilizada como alternativa a silagens de milho e sorgo, no período de safrinha, com bons ganhos em produtividade. Apesar do conteúdo energético ser inferior a essas silagens, a elevada qualidade e teor protéico da silagem de milheto tem sido um diferencial. As produtividades da cultura no período de

safrinha e o bom valor nutritivo da sua silagem fazem com que o milho possa ser indicado como uma interessante opção de volumoso para os produtores de leite e carne.

Para comparar a produção das silagens de milho, milho e sorgo no período de safrinha, Kichel et al. (1999) avaliaram as três culturas plantadas no final de fevereiro e encontraram valores para produção de silagem em t/ha e produção de matéria seca por hectare em kg/ha de: 31,0 e 8.680; 27,0 e 8.100; 19,2 e 5.760, respectivamente para o milho, milho e sorgo. Segundo os autores, o milho pode substituir o milho e o sorgo, com ganhos em produtividade, quando cultivado em safrinha. Segundo França e Madureira (1989) a produção de matéria seca do milho para silagem pode variar de 3,6 a 10,2 t/ha em função da fertilidade do solo, cultivar e precipitação.

Com relação aos parâmetros de fermentação, Machado Filho e Mühlbach (1986) encontraram valor de pH de 4,1 para silagem de plantas colhidas no estágio de grão pastoso, enquanto que Bishnoi et al. (1993) e Roy et al. (1994) encontraram pH de 4,3. Amaral (2003) encontrou nas silagens de milho teores médios de pH de 3,62, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total de 8,75% e baixos valores de ácido acético (< 2%) e butírico (0,02%). Este experimento demonstrou o bom valor nutritivo e qualidade da silagem de milho, sendo o mesmo indicado como uma boa opção para produção de silagem no período de safrinha.

Guimarães Jr et al., (2005a,b,c) avaliaram a qualidade e o perfil de fermentação de silagens de três genótipos de milho (CMS 1, BRS 1501 e BN 2) plantados na safrinha. Os teores médios de MS, PB, FDN, FDA e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens após 56 dias de fermentação foram, respectivamente, 3,64%, 10,43%, 54,57%, 32,06% e 54,85%.

A utilização de milho para pastejo pode ser uma alternativa para aumentar a disponibilidade de forragem nos meses de transição chuva/seca e seca/chuva, porque prolonga a estação de pastejo e reduz a demanda por alimentos armazenados, além de promover um descanso para a recuperação completa do pasto no início da estação chuvosa. Em sistemas de integração lavoura-pecuária, praticado em regiões tropicais, pode ser cultivado no outono/inverno para pastejo, durante o período seco, suspendendo-se o pastejo, no início do período chuvoso, para rebrota e acúmulo de massa para plantio direto (Queiroz et al.,2012).

Alguns autores ainda propõem a utilização do milho como matéria prima para o processo de fenação (Aguiar et al., 2006; Kanani et al., 2011). Contudo, a produção de feno de milho é complicada devido à maior retenção de umidade do caule em relação à folha (Kanani et al., 2011). De acordo com Aguiar et al.(2006) as culturas do milho, do sorgo

sudanense, do capim elefante e dos sorgos forrageiros (SF 25 e IPA 467-4-2) não apresentam as características tradicionais das forrageiras típicas para fenação, pela presença de colmos grossos e da baixa relação folha/colmo, que não proporcionam dessecação uniforme dessas frações. Portanto, a trituração dessas forrageiras de caules eretos facilita a desidratação podendo representar mais uma alternativa viável para reverter o quadro de escassez de volumosos no período seco do ano, particularmente para as unidades da agricultura familiar do semi-árido (Lima & Maciel, 1996).

Além disso, o uso dessa espécie na agricultura brasileira vem aumentando, principalmente no plantio direto como alternativa de palhada para cobertura do solo. Possui uma boa adaptação a plantios de fim de verão e princípio de outono, sendo considerado uma cultura com grande potencial para utilização em plantios de sucessão (Albuquerque et al., 2010).

Em várias regiões do mundo o grão de milho contribui tanto para a alimentação humana quanto animal. O grão de milho apresenta proteína em quantidade superior aos outros cereais, sendo seu conteúdo de 8 a 20%.

Mais recentemente tem surgido em alguns países o interesse pela produção de biocombustíveis. No Canadá, pesquisas apontam que o milho e o sorgo sacarino apresentam alto rendimento de biomassa rica em açúcares prontamente solúveis que pode ser usada para a produção de etanol, com destinação do bagaço para a alimentação animal (Tremblay et al., 2012).

No Brasil, as recomendações da época de colheita para produção de biomassa são variáveis, segundo o uso: no plantio direto, com aplicação de herbicidas; e quanto ao corte, é feito antes da floração (Bonamigo, 1999); já com relação à produção de forragem e de silagem, o corte é feito no florescimento e no estágio de grão pastoso, respectivamente (Calegari & Peñalva, 1994). Contudo, na África, o milho é colhido na maturação fisiológica, o grão serve para a alimentação humana, e a palha, com mais de 7% de PB, é usada para pastoreio ou forragem (Youngquist et al., 1990).

2.2. Características agronômicas e valor nutritivo do milho

A produção e a composição química da massa seca do milho são alteradas com a fertilidade do solo, época da semeadura, estágio fenológico e com a variedade cultivada. Assim, em virtude de fatores relacionados com o meio ambiente ou com o genótipo, ocorrem variações nas características de crescimento e no comportamento fisiológico do milho, afetando seu valor nutritivo. Por isso, a escolha de variedades e do manejo, é uma decisão de

fundamental importância, uma vez que se pressupõe a existência de variabilidade entre os genótipos (Assis et al, 2011)

O milho forrageiro apresenta acentuada produção de forragem, que pode chegar a 20t/ha de massa seca ao longo do seu ciclo de crescimento respondendo bem a adubação(Castro, 2002; Ingrid e Moojen, 2002). Segundo Bogdan (1977), o milho apresenta produção média de 7 a 10 t/ha de MS e, dependendo da cultivar, condições climáticas e fertilidade do solo, pode chegar até 20 t/ha de MS. Segundo Chandrika et al. (2012) cultivares indianas de milho têm um potencial de produção de cerca de 70-80 t de forragem verde / ha em 3-4 cortes. Com a cultivar Gahi 1 de milho, Hart & Burton (1965) obtiveram uma resposta linear em produção de matéria seca para níveis de 0 a 600 kg/ha de N. Medeiros (1972), avaliando o milho comum no Rio Grande do Sul, com cortes simulando pastejo controlado, e sob o efeito de vários níveis de N (0, 100, 200 e 300 kg/ha), concluiu que o N aumentou o rendimento total de matéria seca (MS), bem como o teor e a produção de PB.

Guimarães Jr et al. (2009) avaliaram o número de plantas/ha, o diâmetro do colmo, a altura das plantas e as produções de matéria verde e matéria seca/ha de três genótipos de milho (CMS 1, BRS 1501 e BN 2) plantados na safrinha em cinco diferentes idades de corte. Os autores observaram que o número de plantas/ha reduziu do dia 37º ao 67º. A altura aumentou até os 82 dias exceto para o BRS 1501, cujo crescimento estabilizou-se aos 52 dias. A produção de matéria verde aumentou do dia 37 até o dia 52 e estabilizou-se, já a produção de matéria seca aumentou até o dia 82 e apresentou valor médio de 6,83 toneladas de matéria seca/ha neste período.

Freitas (1988) durante o verão encontrou em quatro cortes, produções médias de 10,72 t MS/ha e 78,6 t de matéria verde (MV)/ha. Já Bishnoi et al. (1993), relataram que a produção de forragem verde para três estágios de crescimento (florescimento, grão pastoso e crescimento pleno), foram, respectivamente 54,1, 55,9, 52,9 t MV/ha. No entanto, Guimarães Jr (2006) encontrou produções que variaram de 0,84 toneladas de MS/ha até 7,48 toneladas de MS/ha para o genótipo CMS 1 cortado aos 37 e 82 dias respectivamente. Produções superiores foram obtidas por Andrade e Andrade (1982), onde o milho colhido no estágio farináceo/duro produziu cerca de 80,1 t MV/ha, equivalendo a 21,9 t MS/ha.

Em ensaio realizado em Viçosa - MG por Pereira et al. (1993), plantou-se milho em duas épocas distintas. O primeiro plantio foi realizado em 29/03/1988, e o segundo em 25/04/1988. As plantas do primeiro plantio foram cortadas entre 64 e 84 dias de idade, produzindo, em média, 8,4 t MS/ha e 1,37 t PB/ha. Já as plantas do segundo plantio, foram colhidas aos 100 dias de idade, produzindo, em média, 9,6 t MS/ha e 0,93 t PB/ha. No

primeiro corte o milho produziu mais matéria seca e proteína bruta por hectare do que a aveia, e, quando comparado a um híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*), mostrou produtividade superior em ambos os cortes. Isto demonstra a habilidade produtiva do milho sob condições de restrição hídrica. E sabendo-se então, que estas condições podem ser encontradas durante o inverno no Brasil central, ou ocorrer naturalmente ao longo do ano em outras regiões do país, entende-se que o milho pode ser um recurso forrageiro de grande utilidade para esta realidade.

Kichel et al. (1999) afirmaram que é possível produzir até 60 t/ha de massa verde e 20 t/ha de MS de milho em plantio realizado no início da primavera. Entretanto, quando semeado no outono, apresenta menor produtividade, observando-se produções de 4,6 t MS/ha quando colhido aos 50 dias do plantio. Benedetti (1999) também reportou produtividades de 5 a 6 t MS/ha no início de sua utilização em abril. Frizzo Filho (2004), em estudo realizado em Brasília-DF, em três diferentes idades de corte (40, 50 e 60 dias), observou maiores produtividades nos cortes mais tardios, com 10.148 e 12.243 kg/ha de MS aos 50 e 60 dias após o plantio, respectivamente. Para a rebrota, colhida 40 dias após o primeiro corte, o rendimento foi de 5.170 e 2.973 kg/ha de MS, respectivamente.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para Bovinos (Valadares Filho et al., 2006) a silagem de milho possui, em média, 26,28% de MS, 8,04% de proteína bruta (PB), 3,28% de extrato etéreo (EE), 73,04% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), 38,25% de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), 4,26% de lignina e 60,23% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Já Chaves (1997) estudando o valor nutritivo da silagem de milho obteve os seguintes valores: 32,62% de MS; 9,51% de PB; 6,32% de EE; 68,50% de FDN; 34,70% de FDA; 8,56% de carboidratos solúveis (CHOS); 3,42 de pH; 4.248.20 Kcal/Kg EB; 5,52% de minerais; 0,39% de Ca e 0,18% de Fósforo. Além de teores de 33,80%, 7,80% e 34,15% para hemiceluloses (HEM), lignina (LIG) e celulose (CEL), respectivamente. No entanto, Roy et al. (1994) analisaram silagem de milho feita com plantas colhidas acima de 12 semanas de idade, e encontraram os seguintes valores: 29,21% de MS; 16,92% de PB; 25,32% de fibra bruta (FB); 66,28% de FDN e 34,46% FDA.

Messman et al. (1992) trabalhando com silagem de milho contendo 23,4% de MS, 12% de PB, 66,6% de FDN e 42,5% de FDA, não encontraram diferenças estatísticas relacionadas aos valores de consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo, produção de leite e digestibilidade aparente da matéria seca para vacas no terço médio de lactação, alimentadas com silagens de milho, ervilha mais triticale e milho mais alfafa.

O grão de milheto possui bom valor nutricional na alimentação animal, pois apresenta teor de proteína superior ao milho, variando de 12 a 14% (Walker, 1987). O teor de aminoácidos do milheto é superior ao do sorgo e do milho e comparável ao de outros pequenos grãos, como a cevada e o arroz (Ejeta et al., 1987). O teor de lisina na proteína varia de 1,9 a 3,9 g/100g (Ejeta et al., 1987, Hosoney et al. 1987). Segundo Adeola & Orban (1995), o milheto possui maior quantidade de lisina, um dos principais aminoácidos limitantes na criação de espécies de interesse comercial. A metionina e a treonina também são mais elevados no milheto que no milho.

Geraldo et al. (2000), comparando materiais nacionais e africanos, em solo corrigido e adubado, obtiveram uma produção de grãos de 4.000 kg/ha, com as cultivares africanas, enquanto as brasileiras produziram em média apenas 2.680 kg/ha. Destacando que o cultivo do milheto tem várias vantagens, comparado com outras culturas: o seu grão possui de 27 a 32% mais proteína bruta (PB) que o milho; a silagem de milheto tem níveis mais altos de PB e massa seca (MS) que o milho; e após o corte, quando feito antes do florescimento, a planta tem grande capacidade de rebrota (Netto, 1998). Além disso, o milheto não tem nenhum conteúdo de HCN em comparação com o sorgo e pode ser dado ao gado, em qualquer fase da cultura. (Chandrika et al., 2012)

2.3. Técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases (RPT)

A determinação das características de fermentação ruminal de genótipos de milheto é de fundamental importância, pois essas geram informações relativas ao valor nutritivo do alimento e direcionam os programas de melhoramento genético de cultivares a serem utilizadas na dieta de ruminantes. Por meio desses estudos, é possível se avaliar a quantidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a quantidade de nutrientes que chega ao intestino, parâmetros importantes na avaliação nutricional de alimentos para ruminantes (Guimarães Jr. et al., 2005).

O volume de gases produzidos durante a fermentação de substratos através da técnica *in vitro* semi automática de produção de gases (RPT) permite avaliar a cinética de fermentação de alimentos utilizados na nutrição de ruminantes, enquanto a degradação da matéria seca (DMS) permite avaliar o desaparecimento do substrato provocado pelos microrganismos ruminais (Theodorou et al., 1994).

Segundo Campos et al. (2000), essa técnica oferece rápida estimativa da taxa de digestão e é útil para estimar a digestibilidade dos alimentos pelos bovinos. Quando o alimento é incubado, este primeiramente é degradado, e a fração degradada pode ser fermentada e produzir gases e ácidos da fermentação ou incorporar-se à biomassa microbiana

(Rymer et al., 2005). Esses gases produzidos pelos microrganismos são originados diretamente da fermentação dos substratos, liberando ácidos graxos voláteis (AGVs) ou indiretamente por uma reação de neutralização dos AGVs com os tampões (Wolin, 1960). A fermentação dos substratos promove a liberação de subprodutos do metabolismo microbiano, tais como dióxido de carbono e metano (gases não aproveitados pelos microrganismos ruminais). Esses gases originados da fermentação são influenciados pela composição dos alimentos, ou seja, a maioria dos gases é liberada pela fermentação de carboidratos, seguidos por menor volume de gases liberados pelas proteínas e nenhuma quantidade liberada pelos lipídeos (Nogueira et al., 2006).

Guimarães Jr, et al (2008) avaliaram a degradabilidade da matéria seca e a cinética de fermentação ruminal das silagens de três genótipos de milho (BRS 1501, NPM 1 e CMS 3), por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. Os autores observaram que a partir de 24 horas de incubação, a silagem do genótipo BRS 1501 foi a que apresentou maior produção acumulativa de gases. Os valores de degradabilidade da matéria seca apresentados às 96 horas de fermentação foram de 53,9% para a silagem do BRS 1501, 51,7% para a silagem do CMS 3 e 49,1% para a silagem do NPM 1, sendo este o material com menor degradabilidade ($P < 0,05$). Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 145,18 para o genótipo CMS 3 a 155,02ml/g de MS para o BRS 1501. Segundo os mesmos autores, a silagem do genótipo BRS 1501 destacou-se entre as demais, em função do seu maior potencial de produção de gases e degradabilidade efetiva.

A leitura da pressão gerada pelos gases no interior dos frascos de incubação é feita através de um transdutor digital. Para a conversão da pressão para o volume de gases produzido em cada leitura é utilizada a equação da lei geral dos gases:

$$PV = nRT$$

Onde P é a pressão medida em atmosferas (atm); V é o volume do gases em litros; n é o número de moles do gases; R (0,082) é a constante molar dos gases a 0°C e 760 mm de Hg; T é a temperatura em graus Kelvin.

Como cada laboratório está localizado em diferentes regiões, deve-se fazer ajustes para medir o valor correto de volume conforme a pressão de gases produzidos, para cada laboratório deve haver uma equação para transformação dos dados de pressão em volume de gases produzidos (Pires Neto, 2013).

2.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O.; ORBAN, J.I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. *Journal of Cereal Science*, v.22, p.177-184, 1995.

AGUIAR, E.M.; LIMA, G.F.C.; SANTOS, M.V.F. et al. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; RODRIGUES, J.A.S.; BRANT, R.S. et al. Produtividade do Milheto para Silagem no Município de Uberlândia, MG. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. CD-Rom. Goiânia, Brasil, 2010. p.2312 – 2316.

AMARAL, P.N.C. Silagem e rolão de milheto em diferentes idades de corte. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, J.B.; ANDRADE, P. Produção de silagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Schum). *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.39, n.2, p.155-162, 1982.

ANDREWS, D.J.; RAJEWSKI, J. F. Reading, characteristics and use of pearl millet. In: FIRST NATIONAL GRAIN PEARL MILLET SYMPOSIUM, 1995, Georgia. *Proceedings...* Tifton: Georgia, 1995. p.1-4.

ASSIS, R.L.; COSTA, K.A.P.; PIRES, F.R. et al. Composição bromatológica de genótipos de milheto em função do manejo de corte. *Global Science and Technology*, v.4, n.3, p.21-27, 2011.

BENEDETTI, E. Uso do milheto como fonte alternativa de produção de leite a pasto. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília. *Anais...* Brasília: Embrapa Cerrados, 1999, p.105-108.

BISHNOI, U.R.; OKA, G.M.; FEARON, A.L. Quantity and quality of forage of pearl millet in comparison to Sudax, grain and forage sorghums harvested at different growth stages. *Tropical Agriculture*, v.70, n.2, p.98-102, 1993.

BOGDAN, A.V. *Tropical Pasture and Fodder Plants: Grasses and Legumes*. London: Longman, 1977. 241p. (Tropical Agricultural Series)

BONAMIGO, L. A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília. *Anais...* Brasília: EMBRAPA, 1999, p. 31-65.

CALEGARI, A.; PEÑALVA, M. *Abonos verdes: importancia agroecológica y especies con potencial de uso en el Uruguay*. Canelones: Convenio Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay/Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1994. 172 p.

CAMPOS, F. P. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão “in vitro”: 1. Testes preliminares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, 2000.

CASTRO, C.C.R. *Relações planta-animal em pastagem de milho (Pennisetum americanum (L.) Leeke.) manejada em diferentes alturas com ovinos*. 2002. 185f. Dissertação (Mestrado) UFRGS, Porto Alegre.

CHANDRIKA, V.; SHASHIKALA, T.; SHANTI, M. et al. Production potential of multicut fodder bajra genotypes under varied dates of sowing. *Journal Research*, Angra, v.40, n.3, p.54-57, 2012.

CHAVES, C. *Produção e valor nutritivo das silagens de capim sudão [Sorghum sudanense (Piper) Stapf], milho (Pennisetum americanum (L.) Leeke], teosinto (Euchlaena mexicana Schrad) e milho (Zea mays L.)*. 1997. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EJETA, G.; HANSEN, M.M.; MERTZ, E.T. In vitro digestibility and amino acid composition of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and others cereals. *Proceedings of National Academy of USA*, v.84, p.6016-6019, 1987.

FRANÇA, A.F.S.; MADUREIRA, L.J.M. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milho forrageiro (*Pennisetum americanum (L.) K. SCHUM*). *Anais...* Escola Agronomia e Veterinária. 1989.

FREITAS, E.G. Milheto na produção de leite. *Agropecuária Catarinense*, v.1, n.2, p.20-22, 1988.

FRIZZO FILHO, O. *Produtividade e composição química de variedades de milheto (Pennisetum glaucum (L.) R. BR.) em diferentes idades de corte visando a fenação*. 2004. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GERALDO, J.; ROSSIELO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P. et al. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milheto pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1367-1376, 2000.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Carboidratos solúveis, digestibilidade “in vitro” da matéria seca e ácidos orgânicos das silagens de três genótipos de milheto (*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.) em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.95-103, 2005a.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Frações fibrosas dos materiais originais e das silagens de três genótipos de milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.], em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.2, p.243-250, 2005b.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Matéria Seca, Proteína Bruta, Nitrogênio Amoniacal e pH das silagens de Três Genótipos de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.], em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.2, p.251-258, 2005c.

GUIMARÃES JR, R. *Avaliação nutricional de silagens de milheto (Pennisetum glaucum (L). R. Br.)* 2006. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GUIMARÃES JR, R; GONÇALVES, L.C; MAURÍCIO, R.M. et al. Cinética de fermentação ruminal das silagens de milheto. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.5, p.1174-1180, 2008.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Avaliação agronômica de genótipos de milheto (*p. glaucum*) plantados em período de safrinha. *Archivos de Zootecnia*, n.58, Supl. 1, p.629 – 632. 2009.

HART, R.H.; BURTON, G.W. Effect of row spacing, seedingrate, and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1 pearl millet. *Agronomy Journal*, v.57, n.4, p.376-378, 1965.

HOSENEY, R.C.; ANDREWS, D.J.; CLARK, H. Sorghum and pearl millet. In: NUTRICIONAL QUALITY OF CEREAL GRAINS: Genetic and Agronomic Improvement. Madison: American Society of Animal Science, 1987. p.397 456.

INGRID, H.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.875-882, 2002.

KANANI, J.; PHILIPP, D.; COFFEY, D.P. et al. Nutritive value of pearl millet hay as affected by moisture concentration at time of baling. Arkansas Animal Science Department Report, 2011.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; SILVA, J.M. O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leek) como planta forrageira. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Brasília. *Anais...* Brasília: Embrapa, 1999. p.97-103.

KOLLET, J.S; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

KRISHNAMURTHY, L.R.; SERRAJ, K.N.; RAI, C.T. et al. Identification of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] lines tolerant to soil salinity. *Euphytica*, v.158, p.179-188, 2007.

LIMA, G.F.C.; MACIEL, F.C. Fenação e ensilagem: Estratégias de armazenamento de forragens no Nordeste. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. *Anais...* Natal: UFRN/EMPARN, 1996. p.3-31.

MACHADO FILHO, L.C.P.; MUHLBACH, P.R.F. Efeito do emurchecimento na qualidade da silagens de Capim – Elefante (*Pennisetum purpureum* schumach.) e de Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake), avaliadas quimicamente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.15, n.3, p224–233, 1986.

MAIA, M.C.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R. Concentração de fibras (FDN e FDA) e minerais de cultivares de milheto em sucessão à culturas de feijão no sul de Minas Gerais. *Ciência Animal Brasileira*, v.1, n.1, p.23-29, 2000.

MEDEIROS, R.B. *Efeito do nitrogênio e da população de plantas sobre o rendimento de matéria seca e produção de proteína bruta de sorgo e milhetos forrageiros*. 1972. 91f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS.

MESSMAN, M.; WEISS W. P.; HENDERLONG, P. R.; SHOCKEY, W. L. Evaluation of pearl millet and field peas plus triticale silages for midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.10, p.2759 – 2775, 1992.

MINOCHA, J. L. Pearl millet cytogenetics. In: GUPTA, P. K.; TSUCHIVA. *Chromossome engineering in plants genetics*. Amsterdam: Elsevier, 1991. p. 599-611

MUCHOV, C. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a Semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.20, p.207-219, 1989.

NETTO, D.A.M. A cultura do milheto. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1998. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 11).

NOGUEIRA, U.T.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. Predição da degradação da matéria seca pelo volume de gases utilizando a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.901-909, 2006.

PAYNE, W.A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. *Crop Science*, Madison, v.92, p.808-814, 2000.

PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milheto (*Pennisetum americanum* L.) e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.1, p.22-30. 1993.

PIRES NETO, O.S. Avaliação agrônômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 colhido em quatro estádios. 2013. 119f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

QUEIROZ, D.S.; SANTANA, S.S.; MURÇA, T.B. et al. Cultivares e épocas de semeadura de milheto para produção de forragem. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, Salvador, v.13, n.2, p.318-329, 2012.

RIZO, L.M. et al. Desempenho de pastagem nativa e pastagem sobressemeada com forrageiras hibernais com ou sem glifosato. *Ciência Rural*, v.34, n.6, p.1921-1926, 2004.

ROY, B.; BISWAS, P.; DAS, M. K. Nutrient changes of Hybrid Napier (*Pennisetum thipoides*) and Thin Napier (*Pennisetum Polystachyon*) ensiled in polyethylene sacs and dry matter disappearance in rumen. *Indian Journal Animal Health*, v.33, n.1, p.21 - 23, 1994.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; WILLIAMS, B.A. et al. “In vitro” cumulative gas production techniques: history, methodological considerations and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, p.9 – 30, 2005.

SULLIVAN, C.Y.; WATTS, D.G.; GARRITY, D.P. et al. Responses of sorghum and corn to limited irrigation. IN: PROC. 35th ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE AMERICAN SEED TRADE ASSOCIATION, Washington, 1980, p.205-218.

TABOSA, J.N.; BRITO, A.R.M.B.; LIMA, G.S. Perspectiva do milheto no Brasil: Região Nordeste. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999. Planaltina. *Anais...* Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p.169-185.

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

TREMBLAY, G.F.; PASSOS BERNARDES, A; VANASSE, A. et al. Nutritive value of silages made with sweet pearl millet and sweet sorghum forage residues obtained after juice extraction. In: XVI INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 2012, Hämeenlinna, Finland.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA, V.R.J. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos, Viçosa, p.94-94, 190-191, 2006.

YOUNGQUIST, J.B.; CARTER, D.C.; CLEGG, M.D. Grain and forage yield and stover quality of sorghum and millet in low rainfall environments. *Experimental Agriculture*, London, v.26, p.279-286, 1990.

WALKER, C.E. Evaluating pearl millet for food quality. In: INTSORMIL ANNUAL REPORT, 1987, Lincoln: University of Nebraska, 1987, p.160 - 166.

WOLIN, M.J. A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, v.43, p.1452-1459, 1960.

CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

No Brasil a sazonalidade da produção de forragem constitui um grande entrave à produção animal, apresentando períodos de abundância alternados com períodos de pequena produção vegetal, devido a fatores climáticos, principalmente no que diz respeito à distribuição de chuvas. Nesse contexto, o uso de forragem cultivada visa reduzir o efeito sazonal na produtividade e qualidade das pastagens, aumentando a eficiência produtiva e econômica da atividade pecuária.

Devido as suas características de rusticidade, o milheto (*Pennisetum glaucum*) adapta-se a diversas condições edafoclimáticas, sendo capaz de produzir em solos ácidos e locais de baixa pluviosidade. Sabendo-se então, que estas condições podem ser encontradas durante o inverno no Brasil central, ou ocorrer naturalmente ao longo do ano em outras regiões do país, entende-se que o milheto pode ser um recurso forrageiro de grande utilidade para esta condição.

Objetivou-se avaliar as características agronômicas de quatro genótipos de milheto em quatro estádios de maturação.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os quatro genótipos de milheto (*Pennisetum glaucum*) avaliados foram plantados na Embrapa, localizado 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 e clima do tipo AW (clima de savana, com inverno seco e temperatura média acima de 18°C no mês mais frio), segundo a classificação de Köppen. Os dados meteorológicos da região disponibilizados pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da Embrapa Milho e Sorgo, referentes aos meses em que o experimento foi realizado, encontram-se na Tabela 1.

Os genótipos avaliados foram o BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188 colhidos em quatro estádios de maturação diferentes, aos 51, 60, 65 e 72 dias após o plantio. O BRS 1501 é uma variedade lançada pela Embrapa originalmente recomendada para a produção de massa

em sistemas de plantio direto. Os genótipos CMS 1 e CMS 3 são populações pertencentes ao banco de germoplasmas do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

O plantio ocorreu no ano agrícola de 2008/2009, no dia 30 de janeiro de 2009. Os materiais foram plantados em canteiros, sendo, quatro repetições (canteiros) por genótipo, avaliados em quatro idades de colheita, totalizando 64 canteiros. Os canteiros possuíam dezesseis linhas de cinco metros de comprimento com espaçamento entre fileiras de 0,35m. Realizou-se adubação no plantio e de cobertura de acordo com a análise do solo e as necessidades da cultura, sendo utilizados 400 kg/ha da fórmula 08:28:16 (N:P:K) + Zinco (0,5 kg/ha) no plantio e 100 kg/ha de uréia em cobertura, 25 dias após o plantio.

Tabela 01. Dados climáticos médios, na região de Sete Lagoas-MG, no período de Janeiro a Abril de 2009

Mês	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Insolação (hs/dia)
	Máxima	Mínima	Média			
Janeiro	29,9	19,4	23,6	327,7	75,2	6,6
Fevereiro	30	19,3	23,7	208,6	75	7,3
Março	30,8	19	23,8	174,1	75,4	7,2
Abril	28,6	17,2	21,6	67,7	75,1	7,1

Aos 51, 60, 65 e 72 dias após o plantio as plantas foram cortadas rente ao solo. Antes do corte foi contado o número de plantas por metro linear para a estimativa do estande da lavoura em mil plantas por hectare. Logo após, as plantas foram cortadas e pesadas para a mensuração da produtividade de matéria verde (PMV) em toneladas por hectare. Para o cálculo da PMV utilizou-se a seguinte fórmula:

$$PMV = P \times 10 / (f \times c \times e)$$

em que:

- P = peso ou número das plantas;
- f = número de fileira(s) avaliadas(s);
- c = comprimento da(s) fileira(s) avaliadas(s), em metros;
- e = espaçamento entre fileiras da lavoura, em metros;

Nas oito linhas centrais de cada canteiro foi mensurada a altura das plantas (do nível do solo à extremidade superior da planta). Além disso, foram separadas aleatoriamente dez plantas de cada canteiro para a determinação da relação folha/colmo por meio da pesagem de

folhas e colmos dos materiais avaliados. O restante das plantas inteiras foi picado e todo o material, incluindo colmos e folhas foi transportado para a Escola de Veterinária da UFMG e congelado a -14°C.

Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Logo após as amostras foram pesadas e moídas em moinho estacionário tipo Willey, utilizando-se peneira de 1 mm. O material moído foi armazenado em frascos de polietileno devidamente vedados e identificados. No Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG foram determinados os teores de matéria seca (MS), em estufa a 105°C ,(AOAC, 1980) de todas as frações da planta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), segundo procedimento descrito por Tilley e Terry (1963) e adaptado por Holden (1999) para utilização do simulador de rúmen DaisyII (Ankom 40 Technology, Macedon, NY, EUA).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial, com quatro genótipos, quatro idades de corte e quatro canteiros (blocos), de acordo com o seguinte quadro de análise de variância e modelo estatístico:

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	63
Blocos	3
Genótipos	3
Idade de corte	3
Híbrido x Idade de corte	9
Erro	45

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + B_k + (H * C)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação do genótipo “i”, na idade “j”, no bloco “k”;

μ = média geral;

H_i = efeito do genótipo i (i = 1, 2, 3, 4, 5);

C_j = efeito da idade de corte j (j = 1, 2, 3,4);

B_k = efeito do bloco k (k = 1, 2, 3, 4);

$(H * C)_{ij}$ = efeito da interação do genótipo “i” com o corte “j”;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

As variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do software SISVAR (Ferreira, 2000). As médias foram comparadas empregando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. Para a avaliação de cada genótipo ao longo das idades de corte foi utilizada análise de regressão, sendo que foram testadas equações lineares e quadráticas e apresentada a que melhor se ajustou aos dados, de acordo com seu nível de significância, significado biológico e valor do coeficiente de determinação (R^2).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Altura das Plantas

As alturas das plantas dos genótipos de milho avaliados variaram de 1,96 a 0,61 metros (tabela 2). Aos 51, 60 e 65 dias após o plantio não foram observadas diferenças entre os genótipos ($P>0,05$). Aos 72 dias o genótipo BRS 1501 apresentou altura superior aos demais ($P<0,05$), os genótipos CMS 1 e CMS 3 não diferiram entre si ($P>0,05$), sendo esse último semelhante ao genótipo J 1188 que apresentou altura menor que os demais genótipos avaliados ($P<0,05$). A altura do dossel é importante característica positivamente correlacionada a produtividade de forrageiras conforme verificado por vários autores (Guimarães Jr et al., 2009; Neuman et al., 2002). As alturas médias encontradas para os genótipos BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J1188 foram 1,74, 1,58, 1,49 e 1,37 metros, respectivamente. Albuquerque et al. (2010) avaliando a altura dos genótipos de milho BRS 1501, CMS 3 e J 1188 com grãos no estágio pastoso a farináceo encontraram altura média das plantas muito superiores às do presente estudo, sendo de 2,96, 2,98 e 3,04 metros, respectivamente. No entanto, Guimarães Jr et al. (2009) avaliaram os genótipos BRS 1501 e CMS 1 aos 37, 52, 67, 82 dias de idade e encontraram valores mais próximos aos observados nesse estudo, com as alturas dos mesmos variando entre 0,66 e 2,69 metros, sendo o CMS 1 superior ao BRS 1501 em todas as idades avaliadas ($P<0,05$). A grande variação de altura das plantas observada na literatura deve ser interpretada de forma cuidadosa, pois essa característica pode ser fortemente influenciada por variáveis como a idade da avaliação realizada, condições edafoclimáticas de cultivo, adubação e época de semeadura da cultura. Além disso, segundo Queiroz et al. (2012), o milho possui características de crescimento em que perfilhos são emitidos continuamente sendo encontrados perfilhos na fase reprodutiva e em diversos estágios da fase vegetativa, tornando a mensuração da altura medida pouco reveladora da estrutura do dossel e sujeita a maior risco de erro na amostragem.

Tabela 02. Altura das plantas, em metros, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	Altura das plantas ¹ (m)						
BRS 1501	1,67	1,70	1,80	1,8A	-	-	NS
CMS 1	1,70	1,69	1,81	1,12B	$Y = -10,231 + 0,408x + 0,003x^2$	0,84	<0,01
CMS 3	1,64	1,55	1,96	0,84BC	-	-	NS
J 1188	1,59	1,65	1,62	0,61C	$Y = -17,085 + 0,643x - 0,005x^2$	0,94	<0,01

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$). ¹ CV= 13,85

Para os genótipos CMS 1 e J 1188 a variável apresentou comportamento quadrático ($P < 0,01$) enquanto que para os híbridos BRS 1501 e CMS 3 a mesma variável não se ajustou a nenhum dos modelos estudados. O comportamento quadrático observado pode ser atribuído à ocorrência de acamamento nos canteiros dos genótipos CMS 1 e J1188 entre os 65 e 72 dias de idade. Segundo Molina et al. (2000) a correlação entre altura da planta e acamamento é altamente positiva. Albuquerque et al. (2010) avaliaram as características agrônômicas de cinco genótipos de milho (BRS 1501, Sauna B, J 1188, CMS 3 e ADR 500) e observaram porcentagem de plantas quebradas e acamadas de 39,2, 26,6, 26,0, 16,0 e 0%, respectivamente. Assim a queda das plantas acarreta uma série de problemas como dificuldade no processo da colheita, senescência precoce da planta e contaminação do material por solo, culminando em aumentos nos custos de produção da forragem por quilo de matéria seca digestível produzida.

3.3.2. Estande

A interação entre genótipos e idade de corte não foi significativa ($P > 0,05$). O estande do genótipo BRS 1501 foi superior ($P < 0,05$) aos demais genótipos que não diferiram entre si ($P > 0,05$) (tabela 3).

De acordo com Guimarães Jr et al. (2009) o maior número de plantas por hectare é favorável à exploração pecuária, tendo em vista que este parâmetro se relaciona com a produtividade da cultura. No entanto, deve-se ressaltar que populações excessivas de plantas

podem promover o estiolamento das plantas e torná-las mais susceptíveis ao acamamento. Nesse aspecto, o genótipo BRS 1501 destacou-se dos demais materiais avaliados por apresentar estande e altura das plantas significativamente superior ($P < 0,05$) na idade de 72 dias.

Tabela 03. Estande de plantas, em mil plantas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Média	Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72				
	Estande de plantas ¹ (mil plantas/ha)							
BRS 1501	364,3	327,0	246,9	222,7	290,2 A			
CMS 1	332,5	238,9	222,7	197,4	247,8 B	Y = 626,163 - 5,891x	0,87	<0,01
CMS 3	326,6	253,5	195,2	219,1	248,0 B			
J 1188	324,2	233,0	204,3	219,8	245,9 B			

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$). ¹ CV= 12,71

Os valores médios de estande observados nesse experimento estão acima da densidade ideal para produção de fitomassa e grãos recomendada pela Embrapa que está entre 150.000 e 175.000 plantas por hectare. Quando comparado a culturas como o milho e o sorgo, o milho apresenta densidade de plantas superior às dessas forrageiras. Machado (2009) e Faria Jr (2008) avaliaram o genótipo de sorgo BRS 610 colhido entre os estádios leitoso e farináceo observaram valores de 101 e 155 mil plantas/ha, respectivamente. Gomes et al. (2009) avaliaram o estande de 25 híbridos de sorgo com capim sudão colhidos 50 dias após o plantio e verificaram grande variação entre os genótipos, com valores oscilando entre 123 e 277 mil plantas/ha, e média de 187 mil plantas/ha.

Nesse experimento houve um decréscimo linear do número de plantas por hectare em função da idade ao corte avaliada. Esses resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Guimarães Jr et al. (2009) que avaliaram o estande dos genótipos BRS 1501, CMS 1 e BN 2 e também constataram uma diminuição no número de plantas/ha do dia 37 ao dia 52, observando-se estabilização ($P > 0,05$) a partir de 67 dias de crescimento.

3.3.3. Produção de matéria verde (PMV)

A interação entre genótipos e idade ao corte não foi significativa ($P>0,05$) para a variável produção de matéria verde (PMV). Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nas médias de PMV dos genótipos avaliados, as produções variaram de 30,80t/ha a 41,35t/ha (tabela 4).

A produtividade forrageira é dependente de vários fatores, dentre eles a própria variabilidade genética dos materiais, a época de semeadura, a densidade de plantio, as condições edafoclimáticas locais, o estande da lavoura, a adubação, a ocorrência de pragas e doenças e a idade e frequência de corte da forragem. Os valores apresentados nesse experimento são muito superiores àqueles obtidos por Guimarães Jr et al. (2009) que encontraram em cultivos na época de safrinha produções máximas de 31,84t/ha para o genótipo CMS 1 aos 82 dias de idade e de 28,98t/ha para o genótipo BRS 1501 aos 67 após o plantio. Já Teixeira et al. (2005) em Lavras-MG encontraram PMV de 11,73t/ha para o milho colhido aos 118 dias após o plantio. Silva et al. (2003) avaliaram no sul de Tocantins a PMV do genótipo CMS 1 plantado em quatro datas, intervaladas dez dias com o primeiro plantio feito em 02 de março de 1998. Os autores constataram que a última data de plantio apresentou PMV inferior ($P<0,05$) as demais que não diferiram entre si ($P>0,05$), variando de 7,17 a 15,61 toneladas de matéria verde por hectare.

Tabela 04. Produtividade de matéria verde (PMV), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	PMV ¹ (t/ha)				Média		
BRS 1501	45,50	37,78	35,14	32,78	30,80 A		
CMS 1	42,93	39,99	34,78	32,99	37,68 A	Y = 69,775 - 0,485x	0,93 <0,01
CMS 3	46,86	43,07	35,21	37,85	40,94 A		
J 1188	45,00	43,85	39,21	38,14	41,35 A		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P<0,05$). ¹ CV= 11,58

A PMV sofreu uma redução da primeira idade ao corte avaliada até a última idade de 72 dias após o plantio, sendo expressa pela equação de regressão: $Y = 69,775 - 0,485x$ ($P < 0,01$). De acordo com Faria Júnior (2008) a produção de MV tem correlação alta e negativa ($r = -0,93$) com o estágio de maturação, sendo que esse autor observou produção de 53,8 t/ha no estágio leitoso e 27,9 t/ha no estágio de grão farináceo de sorgo. Portanto, sugere-se que a queda verificada na PMV em função da idade ao corte possa ter ocorrido devido a um gradativo processo de desidratação das plantas, culminando no aumento de seus teores de matéria seca (MS) e proporcional redução da PMV. Como é possível observar na equação de regressão, a redução na PMV é da ordem de 0,485t/ha por dia, implicando na necessidade da execução de cálculos mais precisos para determinar parâmetros como capacidade volumétrica de silos e necessidade de horas/máquina para corte e transporte do material, sobretudo em grandes lavouras.

3.3.4. Produção de matéria seca (PMS)

A interação entre genótipos e idade ao corte não foi significativa ($P > 0,05$) para a variável produtividade de matéria seca (PMS), como pode ser observado na tabela 5. O genótipo BRS 1501 foi superior ($P < 0,05$) ao CMS 1, produzindo em média 6,69 e 5,65 toneladas de MS por hectare, respectivamente. Os genótipos CMS 3 e J 1188 apresentaram valores de PMS intermediários ($P > 0,05$) entre os demais e não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo verificados valores de PMS de 6,21 e 6,23t/ha, respectivamente. Queiroz et al. (2012) avaliaram cinco genótipos de milho e encontraram valores de PMS bem superiores aos obtidos nesse experimento, variando entre 12,1 e 20,1 toneladas de MS por hectare, sendo que nesse experimento os genótipos BRS 1501, CMS 3 e J 1188 produziram 12,1, 14,5 e 17,3t/ha, respectivamente. Os autores concluíram que a PMS observada encontra-se dentro da faixa descrita na literatura, que segundo eles vai de 1,2 a 21,9 toneladas de MS por hectare em função dos diversos tratamentos empregados (época de plantio, época de corte, cultivar, adubação, etc).

Guimarães Jr et al. (2009) estudaram os genótipos de milho BRS 1501, CMS 1 e BN 2 colhidos 37, 52, 67 e 82 dias após o plantio e encontraram valores de PMS entre 0,84 e 7,48t/ha, sendo o menor valor encontrado aos 37 dias de crescimento e o maior aos 82 dias. Nesse experimento, os genótipos diferiram apenas na idade de 82 dias, na qual o material BRS 1501 foi inferior aos demais ($P < 0,05$). Aos 82 dias de crescimento esses autores encontraram PMS de 5,98 e 7,48 para os genótipos BRS 1501 e CMS 1, respectivamente. Esses valores estão bem próximos aos encontrados no presente experimento para os mesmos genótipos colhidos aos 72 dias, sendo 7,0 e 6,1t/ha, respectivamente.

Heringer e Moojen (2002) avaliaram a PMS do cultivar comum de milho em Santa Maria-RS sob pastejo contínuo com carga variável, recebendo doses crescentes de N, definidas como 0, 150, 300, 450 e 600Kg/ha em quatro aplicações de cobertura. O espaçamento utilizado foi de 0,4m e o período de avaliação foi de 105 dias com a mensuração de PMS utilizando-se gaiolas de exclusão. Os autores verificaram que as produções totais variaram de 8,86 a 17,40t/ha de MS, respectivamente, para as doses 0 e 450 kg/ha de N. Esse resultado revela o potencial de produção de MS do milho para utilização em cultivos destinados a pastejo no período de transição entre a estação chuvosa e a seca.

Tabela 05. Produtividade de matéria seca (PMS), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	PMS ¹ (t/ha)				Média		
BRS 1501	5,04	7,40	7,30	7,00	6,69 A		
CMS 1	3,75	6,17	6,6	6,06	5,65 B	-	NS
CMS 3	4,39	6,95	6,48	7,02	6,21 AB		
J 1188	4,22	7,66	6,53	6,51	6,23 AB		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$). ¹ CV= 15,47

Kollet et al. (2006) avaliaram a PMS de três genótipos de milho (americano, africano e BN 2) plantados em meados de março e colhidos aos 35, 42 e 49 dias após o plantio. O espaçamento entre linhas foi de 0,25m e a adubação de cobertura de 60KgN/ha. Os autores não observaram diferenças ($P > 0,05$) entre os genótipos avaliados, com PMS média de 4,36, 4,20 e 3,25t/ha para os genótipos africano, americano e BN 2, respectivamente. Esses autores observaram comportamento linear de aumento da produtividade em função do aumento da idade ao corte, ou seja, aumentos nas quantidades produzidas com o decorrer da estação de crescimento. No presente experimento, como pode ser visto na tabela 5 não foi possível observar esse comportamento para os genótipos avaliados em função da idade, tendo em vista que os resultados obtidos não se ajustaram aos modelos lineares ou quadráticos da função de regressão ($P > 0,05$).

A decisão sobre qual forrageira irá ser utilizada em um sistema de produção deve ser norteada pela busca da máxima eficiência de produção e colheita do volumoso, com o intuito de reduzir os custos operacionais da atividade econômica. Assim, comparado com outras forrageiras tradicionalmente cultivadas no país, o milho apresenta razoável potencial de PMS. Machado (2009) avaliou três híbrido de sorgo colhido em quatro idades entre o estágio leitoso e farináceo e encontrou valores de PMS entre 12,25 e 17,7t/ha. Santos et al. (2013) estudaram híbrido de sorgo BRS 610, cultivado em Petrolina-PE, no estágio leitoso/pastoso e observaram PMS de 17,7t/ha. Tomich et al. (2004) avaliaram 23 genótipos de híbridos de sorgo com capim sudão em Sete Lagoas-MG e encontraram PMS média de 4,5t/ha. Pesquisando o potencial forrageiro de cinco genótipos de milho para silagem, cultivados em Castro-PR, Beleze et al. (2003) observaram produtividade média de 15,98 toneladas de matéria seca por hectare.

No entanto, deve-se ressaltar que a produção de matéria seca é reflexo de um conjunto de fatores edafoclimáticos e de cuidados com a cultura que propiciam condições favoráveis, possibilitando que as forrageiras expressem todo seu potencial produtivo. Nesse contexto, o milho surge como alternativa para regiões do país com baixas precipitações pluviométricas que não enquadram-se no zoneamento agrícola para a produção de milho e sorgo, ou ainda, como alternativa de cultivo de safrinha para regiões com período chuvoso mais curto.

3.3.5. Produção de Matéria Seca Digestível (PMSD)

A interação entre genótipos e idade ao corte não foi significativa ($P>0,05$) para a variável produção de matéria seca digestível (PMSD). Como pode ser visualizado na tabela 6 os genótipos BRS 1501, CMS 3 e J 1188 não diferiram entre si ($P>0,05$) e apresentaram PMSD média de 3,32 toneladas por hectare. O genótipo CMS 1 apresentou PMSD de 2,76t/ha e foi inferior ($P<0,05$) aos demais materiais avaliados. A PMSD digestível de uma forrageira é dependente de sua PMS e de sua digestibilidade da matéria seca. Como pode-se observar na tabela anterior, o genótipo CMS 1 apresentou PMS estatisticamente inferior ao BRS 1501 e numericamente inferior aos demais genótipos. As produções de matéria seca digestível (PMSD) dos genótipos avaliados não apresentaram comportamento significativo ($P>0,05$) com o avançar da idade (Tabela 6), apresentando, porém resultados absolutos distintos, nos quais é possível observar que todos os genótipos avaliados apresentaram pico de PMSD aos 60 dias após o plantio, com declínio desses valores à partir dessa idade.

Guimarães Jr (2003) mensurou a PMSD dos genótipos de milho BRS 1501, CMS 1 e BN 2 colhidos aos 82 dias após o plantio. O genótipo BN 2 apresentou PMSD de 3,72t/ha. Para o BRS 1501 o valor encontrado por esse autor foi muito próximo ao do presente estudo

(3,42t/ha), enquanto para o genótipo CMS 1 esse autor verificou produção 44% superior (4,14t/ha) ao do presente estudo.

Tabela 06. Produção de matéria seca digestível (PMSD), em toneladas por hectare, e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	PMSD ¹ (t/ha)				Média		
BRS 1501	2,21	4,26	3,86	3,28	3,40 A		
CMS 1	1,53	3,47	3,27	2,78	2,76 B		
CMS 3	1,86	4,03	3,39	3,51	3,19 A	-	NS
J 1188	1,92	4,51	3,6	3,44	3,37 A		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$). ¹ CV= 15,86

A PMSD é um parâmetro importante na avaliação de forrageiras que destinam-se à alimentação animal, pois essa variável revela tanto o potencial agrônomo da cultura quanto a sua capacidade de prover aos animais os nutrientes necessários para a sua manutenção e atividade produtiva. Machado (2009) avaliou sorgo colhido nos estádios leitoso e farináceo e verificou que essa cultura permitiu a colheita de 9,84 e 6,65t/ha de MSD, respectivamente. Com o objetivo de avaliar a PMSD de híbridos de sorgo com capim Sudão colhidos em quatro idades, Ferreira (2012) verificou valores médios bem próximos aos encontrados nesse experimento, variando entre 2,52 e 3,11t/ha. Gomes et al. (2009) avaliaram a PMSD de vinte e cinco híbridos de sorgo com capim sudão e observaram valor médio de 2,65 toneladas por hectare. É importante lembrar que cada uma dessas culturas tem exigências e ciclos peculiares, que permitem ao produtor traçar um planejamento de produção de volumosos mais adequado às suas condições técnicas e financeiras, potencializando o uso da terra.

3.3.6. Relação Folha/Colmo

Os valores abaixo de 1,0 indicados na tabela 7 apontam que em todas as idades ao corte avaliadas houve maior acúmulo de colmos em relação às folhas nos genótipos de milho estudados. Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os genótipos e as idades ao corte avaliadas. O maior valor médio encontrado foi para o genótipo J1188 que apresentou relação

folha/colmo de 0,463, e o menor encontrado foi de 0,362, atribuído ao genótipo BRS 1501, que não diferiram entre si ($P>0,05$). Queiroz et al. (2012) semearam em Leopoldina-MG genótipos de milho (comum, BN 2 e BRS 1501) nos meses de fevereiro, março, abril, agosto e setembro e a partir dos 41 dias após o plantio realizaram três ou dois cortes sucessivos intervalados de aproximadamente 25 dias. Os autores não observaram diferenças ($P>0,05$) na relação folha/colmo entre os genótipos avaliados, no entanto, os valores encontrados foram maiores que os deste experimento, variando de 1,25 a 1,6. Essa diferença observada entre os dois experimentos pode ser explicada pelo fato de que, em virtude da menor idade ao primeiro corte e do curto intervalo de cortes da rebrota, os genótipos cultivados em Leopoldina-MG apresentaram porte inferior (0,78 a 1,03m) aos observadas no presente estudo. E de acordo com os mesmos autores, três fatores apresentam alta correlação negativa com a relação lâmina foliar/colmo: a produção de matéria seca, a altura do dossel e a emissão de inflorescência.

Tabela 07. Relação Folha/Colmo e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	Relação Folha/Colmo ¹				Média		
BRS 1501	0,507	0,433	0,258	0,248	0,362 A	$Y=1,007 - 0,009x$	0,92 <0,01
CMS 1	0,508	0,486	0,331	0,244	0,393 A		
CMS 3	0,341	0,514	0,305	0,32	0,370 A		
J 1188	0,549	0,435	0,542	0,327	0,463 A		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P<0,05$). ¹ CV= 32,06

Foi observado decréscimo linear da relação folha/colmo com o avançar da idade ao corte dos genótipos ($P<0,05$). Esse resultado é semelhante ao comportamento linear decrescente da relação folha/colmo observado por Ferreira (2012) que avaliou híbridos de sorgo com capim Sudão em quatro estádios de maturação. A relação folha/colmo pode ser bom indicador do valor nutricional dos materiais estudados nesse experimento, uma vez que nos estádios de maturação nos quais os genótipos foram colhidos ainda não havia acúmulo de amido proveniente dos grãos, caracterizando as folhas como a estrutura fenológica de maior

valor nutritivo da planta. Portanto, sugere-se que o valor nutritivo decresce à medida que ocorre maior acúmulo de colmos e menor participação das folhas na parte vegetativa da forrageira.

3.4. CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos todos os genótipos podem ser utilizados, com destaque para o híbrido BRS 1501 que apresentou produção de matéria seca (PMS) superior aos demais.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; RODRIGUES, J.A.S.; BRANT, R.S. et al. Produtividade do Milheto para Silagem no Município de Uberlândia, MG. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. Goiânia, Brasil, 2010. p.2312 – 2316. CD-ROM.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official methods of analysis*. 13ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.

BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.529-537, 2003.

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, MG.

FERREIRA, D.F. *SISVAR – Sistema para análise de variância*. Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000. CD-ROM.

FERREIRA, P.D.S. *Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão normais e mutantes bmr em quatro idades de corte*. 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GOMES, L.C.; RIBAS, M.N., MACHADO, F.S. et al. Desempenho agrônomico e produção de matéria seca digestível de híbridos de sorgo com capim sudão, normais e mutantes *bmr* (portadores de nervura marrom). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá, PR. CD-ROM.

GUIMARÃES JR, R. *Potencial forrageiro, perfil de fermentação e qualidade das silagens de três genótipos de milheto [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.]*. 2003. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Avaliação agrônômica de genótipos de milheto (*p. glaucum*) plantados em período de safrinha. *Archivos de Zootecnia*, n.58, Supl. 1, p.629 – 632. 2009.

HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.875-882, 2002 (suplemento).

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Animal Science*, v.68, n.11, p.3832-3842, 1999.

KOLLET, J.S; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

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

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. 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 de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

QUEIROZ, D.S.; SANTANA, S.S.; MURÇA, T.B. et al. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, Salvador, v.13, n.2, p.318-329, 2012.

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*, Maringá, v.35, n.1, p.13-19, 2013.

SILVA, G.F.; ERASMO, E.A.L.; SARMENTO, R.A. et al. Potencial de produção de biomassa e de matéria seca de milho (*Pennisetum glaucum*, Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.19, n.3, p.31-34, 2003.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; NETTO, E.A.F. et al. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v.29, n.1, p.93-99, 2005.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, v.18, n.1, p.104-11, 1963.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P. et al. Potencial forrageiro dos híbridos de sorgo com capim sudão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.2, p.258-263, 2004.

CAPÍTULO IV – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS DIFERENTES PARTES DA PLANTA DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

4.1. INTRODUÇÃO

A opção pelo uso de determinado recurso forrageiro não deve ser baseado apenas em parâmetros agronômicos, como produção de matéria seca por hectare, ou mesmo, produção de proteína bruta por hectare. É necessário avaliar as alterações e as inter-relações que ocorrem entre os componentes químicos e estruturais do alimento, bem como o impacto dessa dinâmica sobre o desempenho animal.

A energia disponível para produção animal oriunda dos recursos forrageiros é obtida pela fermentação da parede celular vegetal por microrganismos ruminais. A parede celular é constituída principalmente por polissacarídeos, proteína e lignina que, juntamente com pequenas quantidades de outros componentes, são organizados em uma estrutura tridimensional que não é uniforme e ainda não foi totalmente descrita para diferentes plantas e suas frações. A utilização dos componentes nutricionais por ruminantes é diferente para as várias frações da planta e para os diferentes estádios de maturação.

Objetivou-se determinar a composição bromatológica das diferentes partes da planta de quatro genótipos de milheto em quatro estádios de maturação.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Nesse experimento foram utilizadas as mesmas amostras descritas no Experimento I. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) (AOAC, 1980), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980) e frações fibrosas (fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)) pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991) em aparelho analisador de fibra modelo Ankom 220 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA). O teor de ligninas foi determinado incubando-se o resíduo das análises de FDA em solução de ácido sulfúrico a 72% por três horas seguido por lavagem, secagem a 105°C por 6 horas e pesagem (lignina detergente ácido). Determinou-se a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) segundo procedimento descrito por Tilley e Terry (1963) e adaptado por Holden (1999) para utilização do simulador de rúmen DaisyII (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial, com quatro genótipos, quatro idades de corte e quatro canteiros (blocos), de acordo com o seguinte quadro de análise de variância e modelo estatístico:

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	63
Blocos	3
Genótipos	3
Idade de corte	3
Genótipo x Idade de corte	9
Erro	45

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + B_k + (H * C)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação do genótipo “i”, na idade “j”, no bloco “k”;

μ = média geral;

H_i = efeito do genótipo i (i = 1, 2, 3, 4, 5);

C_j = efeito da idade de corte j (j = 1, 2, 3,4);

B_k = efeito do bloco k (k = 1, 2, 3, 4);

$(H * C)_{ij}$ = efeito da interação do genótipo “i” com o corte “j”;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

As variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do software SISVAR (Ferreira, 2000). As médias foram comparadas empregando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. Para a avaliação de cada genótipo ao longo das idades de corte foi utilizada análise de regressão, sendo que foram testadas equações lineares e quadráticas e apresentada a que melhor se ajustou aos dados, de acordo com seu nível de significância, significado biológico e valor do coeficiente de determinação (R^2).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Teores de matéria seca (MS)

Os teores médios de matéria seca da planta inteira dos genótipos de milho avaliados variaram entre 15,19 e 18,14% (tabela 1). Não houve interação ($P > 0,05$) entre os genótipos e as idades ao corte estudadas. O genótipo BRS 1501 apresentou teor de MS da planta inteira superior aos demais genótipos ($P < 0,05$) que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Amaral et al. (2008) observaram valores de MS da planta inteira de milho cortado aos 70, 90 e 110 dias

de 21,4, 27,9 e 35,4%, respectivamente. Guimarães Jr et al.(2005) encontraram valores mais altos de MS avaliando três genótipos de milho colhidos aos 82 dias, os autores verificaram valor médio do teor de MS de 23,17%, sendo que os genótipos BRS 1501 e BN 2 apresentaram valores semelhantes de 23,08% de MS que não diferiram do híbrido CMS 1 ($P>0,05$) com 23,36%. Gorgen (2013) encontrou valores próximos ao do presente estudo ao avaliar a composição bromatológica de milho e trigo mourisco plantados em Brasília no mês de junho. As culturas foram irrigadas uma vez ao dia e as avaliações foram feitas aos 47, 57 e 67 dias de idade, nos quais o autor verificou para o milho teores de MS de 12,67, 13,78 e 17,2%, respectivamente. Os teores MS do milho estão próximos àqueles apresentados por outras culturas como capim elefante e híbridos de sorgo com capim sudão, porém bem abaixo dos valores encontrados para milho e sorgo. Tomich et al. (2006) estudaram o valor nutritivo dessas forrageiras acima citadas e verificaram teores de MS de 17,4, 16,7, 27,3 e 31,7%, respectivamente para capim elefante, híbridos de sorgo com capim sudão, milho e sorgo.

Os baixos teores de MS dos genótipos em todas as idades avaliadas dificultam a conservação dessa forragem. Segundo, Mc Donald et al. (1991) para ensilagem o material a ser ensilado deve conter entre 25 e 35% de MS para obter-se um bom perfil de fermentação, revelando nesse caso, a necessidade da realização de uma etapa de pré-murcha ou adição de alimentos com maiores teores de MS com objetivo de aumentar a MS final da massa a ser ensilada. Aguiar et al. (2006) verificaram perdas da ordem de 20,17% no processo de fenação de milho colhido com 22,28% de MS, concluindo que devido à necessidade de trituração e revolvimento desse material ocorrem perdas superiores ao limite desejado de 15 a 18%. Os teores de MS da planta inteira aumentaram linearmente com o avanço da idade das plantas como pode ser demonstrado pela equação de regressão: $Y = -10,023 + 0,418X$. Ferreira (2012) avaliou quatro híbridos de sorgo com capim sudão colhidos aos 52, 61, 67 e 74 dias após o plantio e também encontrou aumento progressivo dos teores de MS planta inteira.

Não houve interação entre genótipos e as idades ao corte para o teor de MS dos colmos ($P>0,05$). A fração colmo do genótipo BRS 1501 apresentou teor de MS de 15,45% sendo superior aos demais genótipos ($P<0,05$) que não diferiram entre si ($P>0,05$). Já era esperado o baixo teor de MS dos colmos, de acordo com Bailey (1973), em condições favoráveis de crescimento as gramíneas tendem a alongar rapidamente seus colmos por meio da multiplicação das células, as quais são constituídas principalmente pela parede celular e o protoplasma, composto por 95% de água. Nóbrega (2010) avaliou o teor de MS das diferentes frações fenológicas de quatro genótipos de milho (ADR 300, ADR 500, BRS 1501 e BN 2) sob quatro doses de adubação nitrogenada (0, 20, 40 e 80Kg ha⁻¹). Aos 35 dias após o plantio

esse autor verificou teores médios de MS do colmo de 14,55, 15,2, 16,89 e 19,66% para os genótipos ADR 500, ADR 300, BRS 1501 e BN 2, respectivamente. O teor de MS na fração colmo também seguiu uma tendência linear de aumento com o avançar do estágio de maturação, no entanto, como pode ser facilmente visualizado na equação de regressão esse aumento foi mais lento do que àquele observado para a planta inteira.

Tabela 01. Teores de matéria seca (MS), em porcentagem, das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Média	Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72				
MS da Planta Inteira (%)								
BRS 1501	10,99	19,54	20,76	21,28	18,14 A	$Y = -10,023 + 0,418x$	0,75	<0,01
CMS 1	8,73	15,48	18,66	18,68	15,39 B			
CMS 3	9,49	15,84	18,44	18,63	15,60 B			
J 1188	9,44	17,69	16,58	17,07	15,19 B			
CV=9,53%								
MS do Colmo (%)								
BRS 1501	10,51	16,21	18,16	16,93	15,45 A	$Y = -7,115 + 0,332x$	0,89	<0,01
CMS 1	9,00	13,51	14,62	16,74	13,47 B			
CMS 3	8,05	11,79	15,52	15,66	12,75 B			
J 1188	9,17	13,17	13,25	16,12	12,93 B			
CV=17,82%								
MS da Folha (%)								
BRS 1501	13,07	21,78	27,86	30,52	23,31 B	$Y = -38,007 + 0,974x$	0,91	<0,01
CMS 1	11,73	23,13	29,9	37,91	25,67 A			
CMS 3	9,91	19,55	27,31	31,37	22,03 B			
J 1188	11,38	19,11	22,54	29,22	20,56 B			
CV=14,11%								

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os genótipos e as idades ao corte avaliadas para o teor de MS da folha. Verificou-se valores de MS da folha entre 20,56 e 25,67%, sendo esse último valor pertencente ao genótipo CMS 1 que foi superior aos demais ($P<0,05$) que não diferiram entre si ($P>0,05$). Nóbrega (2010) encontrou teores de MS das folhas de híbridos de milho inferiores aos do presente experimento, variando entre 19,43 e 20,77%. A diferença pode ser atribuída principalmente a menor idade ao corte utilizada por esse autor que foi de 35 dias após o plantio. É importante observar que houve um expressivo aumento nos teores de MS das folhas dos genótipos em função do avanço da idade das plantas, sendo possível observar para o CMS 1, por exemplo, valores de MS de 11,73% aos 51 dias saltando para 37,91% aos 72 dias. Esses aumentos nos teores de MS da folha determinaram uma equação de regressão linear crescente como pode-se observar na equação: $Y = -38,007 + 0,974x$. Assim, a fração folha foi a principal responsável pelo aumento dos teores de MS observados na planta inteira.

4.3.2. Teores de Matéria Mineral (MM)

Não houve interação significativa entre os genótipos e as idades ao corte avaliadas para os teores de MM da planta inteira como pode ser visualizado na tabela 2. Não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) entre os genótipos quanto aos teores de MM na planta inteira, com valores variando entre 7,66 e 8,31%. Gorgen (2013) encontrou valores bem superiores de 12,12, 11,55 e 10,36% de MM para o milho colhido aos 47, 57 e 67 dias de idade, respectivamente. Aguiar et al. (2006) avaliaram a composição bromatológica de milho, capim sudão, capim elefante e dois genótipos de sorgo e verificaram MM desses materiais de 10,55, 10,71, 11,14, 9,6 e 8,45%. O teor de MM apresentou comportamento quadrático significativo em função da idade ao corte.

Não houve interação significativa ($P<0,05$) entre genótipos e idades ao corte para os teores de MM do colmo de milho. Também não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os genótipos CMS 1, BRS 1501, CMS 3 e J 1188 ($P>0,05$) que apresentaram 7,42, 7,56, 8,05 e 8,07% de MM, respectivamente. Ferreira (2012) obteve valores semelhantes de MM do colmo de quatro híbridos de sorgo com capim sudão que variaram entre 7,66 e 8,5%. Pires Neto (2013) avaliou o híbrido de sorgo BRS 610 e observou teores de MM no colmo dessa planta variando entre 3,76 e 5,67%, com aumento de MM com o avançar da maturação da planta. No presente estudo, não observou-se comportamento linear ou quadrático significativo ($P<0,05$) para esta variável.

Tabela 02. Teores de matéria mineral (MM), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R²) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Média	Equação de Regressão	R ²	P
	51	60	65	72				
MM Planta Inteira (% da MS)								
BRS 1501	8,84	7,09	7,24	7,58	7,69 A			
CMS 1	8,80	6,25	7,56	8,00	7,66 A	Y = 71,527 - 1,999x +0,015x ²	0,92	<0,01
CMS 3	10,36	7,78	7,06	7,78	8,24 A			
J 1188	10,09	7,27	7,46	8,41	8,31 A			
CV = 16,5%								
MM do Colmo (% da MS)								
BRS 1501	7,73	7,94	7,20	7,39	7,56 A	-		
CMS 1	7,34	7,86	7,90	6,56	7,42 A	-		NS
CMS 3	6,14	9,09	8,39	8,57	8,05 A	-		
J 1188	7,66	8,52	7,68	8,4	8,07 A	-		
CV=18,9%								
MM da Folha (% da MS)								
BRS 1501	11,12	11,12	7,74	8,14	9,53 A			
CMS 1	9,93	8,07	8,2	7,51	8,43 A	Y = 23,289 - 0,387x + 0,002x ²	0,91	<0,01
CMS 3	7,55	8,98	8,24	8,38	8,29 A			
J 1188	10,02	8,34	8,25	8,19	8,70 A			
CV = 17,94%								

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK (P < 0,05).

Para a fração folha também não observou-se interação significativa entre genótipos e idades ao corte, sendo as médias dos teores de MM dos híbridos semelhantes entre si (P > 0,05). Essa fração da planta foi a que apresentou o maior valor numérico de MM variando de 7,55 a 11,12%. Essa discrepância nos valores absolutos de MM também foi observada por Pires Neto (2013) que constatou teores médios de minerais de 2,13, 4,33, 4,7 e 5,7% para a panícula, planta inteira, colmo e folha de sorgo colhido entre os estádios pastoso e farináceo,

respectivamente. Já Ferreira (2012) encontrou valores muito próximos de MM para as diferentes frações fenológicas de híbridos de sorgo com capim sudão.

Todos os valores de MM apresentados no presente estudo devem ser interpretados e usados na formulação de dietas de forma cuidadosa, pois, esses valores podem indicar a riqueza da amostra em elementos minerais, mas não têm grande representatividade de valor nutritivo para os animais. Portanto, para formulação de dietas para ruminantes é necessário também considerar os coeficientes de absorção e as interrelações de cada mineral requerido pelos animais.

4.3.3. Teores de Proteína Bruta (PB)

Os teores de PB das plantas inteiras de milho variaram entre 9,56 e 13,91% como pode-se observar na tabela 3. Não houve interação entre os genótipos e as idades ao corte ($P>0,05$), sendo que os valores médios observados para os genótipos avaliados foram semelhantes ($P>0,05$), oscilando entre 10,52 e 11,41%. Esses resultados estão muito próximos aos relatados por Guimarães Jr et al. (2005) que verificaram valor médio de 10,92% de PB para três genótipos de milho colhidos aos 82 dias de crescimento. Montagner et al. (2005) pesquisando o valor forrageiro do milho cultivado no Rio Grande do Sul encontrou valores de PB de 18,63% e 17,90% em dois cortes sucessivos, executados quando as plantas atingiram 0,7 metros de altura. O milho é uma gramínea tropical que possui razoáveis concentrações de PB em sua MS. Paziani et al. (2009) realizaram a composição bromatológica das amostras de 25 lavouras diferentes de milho destinadas para silagem e encontraram valor máximo de PB de 8,2% e mínimo de apenas 4,5%, com a média de 6,7% de PB. Santos et al. (2003) avaliaram a composição química de cinco gramíneas tropicais cultivadas na Zona da Mata pernambucana e verificaram para a média de seis cortes a cada 35 dias, valores de PB de 10,20; 8,5; 7,29; 7,25 e 6,96% no capim elefante *cv.* Pioneiro, *cv.* Mott, capim Tanzânia, braquiarião e capim Mombaça, respectivamente. Portanto, o milho quando bem manejado pode ser uma alternativa para a produção de volumosos de qualidade em regiões de menor precipitação pluviométrica.

No presente estudo, os teores de PB na planta inteira apresentaram declínio linear com o avanço da idade de crescimento. Amaral et al. (2008) avaliaram genótipos de milho cortados em estádios de desenvolvimento mais avançado, aos 70, 90 e 110 dias de crescimento e verificaram valores de PB decrescentes de 9,86, 7,61 e 6,96%, respectivamente, sendo a primeira idade ao corte superior às demais ($P>0,05$).

Tabela 03. Teores de proteína bruta (PB), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Idade ao corte (dias)							Equação de Regressão	R^2	P
Genótipo	51	60	65	72	Média				
PB Planta Inteira (% da MS)									
BRS 1501	11,72	10,87	9,43	10,03	10,52 A	Y=17,172 - 0,102x	0,91	<0,01	
CMS 1	11,48	10,55	11,09	10,13	10,81 A				
CMS 3	11,55	10,57	10,5	9,56	10,54 A				
J 1188	13,91	11,19	10,57	9,99	11,41 A				
CV=15,2%									
PB do Colmo (% da MS)									
BRS 1501	9,11	6,66	6,66	9,77	8,03 A	Y=58,971 - 1,553x + 0,011x ²	0,93	<0,01	
CMS 1	10,75	7,75	8,19	6,84	8,38 A				
CMS 3	9,49	7,97	7,7	6,66	7,95 A				
J 1188	10,22	8,2	8,22	7,6	8,56 A				
CV=17,6%									
PB da Folha (% da MS)									
BRS 1501	15,34	17,62	17,42	15,96	16,59 A	-		NS	
CMS 1	15,88	17,17	15,95	14,66	15,92 A				
CMS 3	15,12	16,83	13,35	15,94	15,31 A				
J 1188	16,96	18,25	15,83	15,67	16,68 A				
CV=16,2%									

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Os colmos foram as frações da planta com os menores teores de PB, apresentando valores entre 7,6 e 10,75% de PB. Não houve interação entre os genótipos e as idades ao corte ($P > 0,05$). Os valores médios verificados foram 8,03; 8,38; 7,95 e 8,56% de PB, respectivamente para os genótipos BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188, não ocorrendo diferença entre as médias ($P < 0,05$). Guideli et al. (2000) cortaram plantas mais jovens, ainda com 0,5 a 0,6 metros de altura, e acharam valores de 18,5; 14,8; 9,9 e 7,7% PB nos colmos

dessas plantas colhidas em quatro cortes sucessivos. Esses teores de PB relatados podem ser ainda maiores dependendo da intensidade da adubação nitrogenada aplicada, Heringer e Moojen (2002) afirmam que os níveis de PB de folhas mostraram relação linear positiva com os níveis de N aplicados, desde o estrato inferior até a camada de 30 cm de altura ($P < 0,05$), e que mesmo comportamento foi observado nas frações colmo + bainha e material morto, desde a base até o topo da pastagem de milheto. Nesse estudo, os genótipos apresentaram comportamento quadrático significativo para essa variável conforme descrito na equação: $Y = 58,971 - 1,553x + 0,011x^2$.

As folhas de milheto apresentaram alto teor de PB, alcançando até 18,25% de PB. Não houve interação entre os genótipos e as idades ao corte ($P < 0,05$) com os valores médios de PB das folhas oscilando entre 15,31 e 16,68%. Não houve diferença entre os genótipos avaliados ($P < 0,05$) e não foi verificado comportamento quadrático ou linear significativo para os teores de PB nas folhas em função da idade ao corte ($P < 0,05$). Esses valores estão abaixo dos encontrados por Guideli et al. (2000) que encontraram teores de PB variando entre 14,6 e 25,4% nas folhas de milheto colhido em cortes sucessivos, entre 0,5 e 0,6 metros de altura.

4.3.4. Teores de Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

Não houve interação entre os genótipos e as idades de corte avaliadas ($P > 0,05$) para os teores de FDN na planta inteira, colmo e folha dos genótipos de milheto (tabela 4). Os teores de FDN na planta inteira não diferiram entre os genótipos estudados ($P < 0,05$) que variaram de 70,22% a 68,69% para o CMS 1 e CMS 3, respectivamente. Esses valores estão acima dos encontrados por Guimarães Jr et al. (2005) que avaliaram a composição bromatológica dos genótipos BRS 1501, CMS 1 e BN 2 e encontraram para a planta colhida aos 82 dias de idade teores de FDN de 59,5, 60,33 e 62,43%, respectivamente, sem apontar diferenças entre os genótipos ($P > 0,05$). Assis et al. (2011) avaliaram os genótipos de milheto ADR 500 e BN 2 e também não observaram diferença entre os genótipos que apresentaram 71,57 e 71,0% de FDN.

O componente nutricional FDN é composto por hemiceluloses, celulose, ligninas e matéria mineral, portanto, a fibra insolúvel em detergente neutro, ou FDN, é basicamente a parede celular vegetal. Vários autores associam o teor de FDN dos alimentos ao consumo voluntário daquele alimento pelos animais (Van Soest, 1994; Mertens, 1987). Ou seja, a FDN é capaz de regular ou mesmo limitar a ingestão de um determinado alimento. Isso acontece em virtude da lenta degradação ruminal da maioria de seus constituintes que em algumas situações podem limitar o consumo devido a repleção ruminal causada, limitando a ingestão de energia pelo animal. Maia et al. (2000) encontraram para os genótipos comum, BN 2 e

CMS 2, valores de FDN 66,85, 67,19 e 68,8%, respectivamente, e concluíram que a cultivar milho comum seria a de melhor valor forrageiro, pois seu teor de FDN foi inferior ao das demais cultivares.

Kollet et al. (2006) avaliaram os teores de FDN de três genótipos de milho colhidos aos 35, 42 e 49 dias após o plantio e encontraram valores de FDN de 55,93, 56,29 e 60,55% para os genótipos BN 2, americano e africano, respectivamente, com esse último valor superior aos demais ($P < 0,05$), que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Provavelmente os valores mais baixos encontrados por esses autores estão relacionados à menor idade das plantas avaliadas. Uma vez que, os próprios autores do trabalho afirmam que o conteúdo de FDN tende a aumentar com o avançar da idade da planta, em virtude, provavelmente, da redução de lâminas foliares e aumento da proporção de hastes, elevando os componentes fibrosos. No entanto no presente estudo apesar de ter sido verificada redução significativa na relação folha/colmo ($P < 0,05$) de todos os genótipos, expressa pela equação: $Y = 1,007 - 0,009x$, não foi observado para os genótipos comportamento linear ou quadrático significativo para os teores de FDN em função das idades aos cortes estudadas.

O caráter instável apresentado pela FDN na planta inteira pode ser reflexo da intensa translocação de nutrientes entre os tecidos vegetais que resulta em alterações constantes nas proporções dos nutrientes presentes na planta. No entanto, a confirmação de tal hipótese só se tornaria possível realizando-se análises dos teores de carboidratos solúveis na parte vegetativa da planta e ainda, analisando mais detalhadamente a estrutura e a composição dos componentes da parede celular dessas plantas, a fim de elucidar a dinâmica de deposição desses componentes. Além disso, seria interessante a amostragem desses materiais em intervalos de corte mais curtos para a construção de equações de regressão mais precisas. Outro ponto que merece maior discussão trata-se da compreensão de como as ligninas afetam a solubilidade dos componentes fibrosos da célula vegetal, necessitando a avaliação da composição, dinâmica e concentração das ligninas, hemiceluloses e celulose por metodologia diferente da proposta por Van Soest et al. (1991).

Os teores de FDN dos colmos não diferiram entre os genótipos estudados ($P > 0,05$). Nóbrega (2010) encontraram no colmo dos genótipos de milho ADR 500, ADR 300, BRS 1501 e BN 2 cortados aos 35 dias de idade a concentração de 80,85, 81,18, 81,58 e 81,66% de FDN, respectivamente. Esses valores são altos e certamente são capazes de comprometer o consumo de matéria seca desses materiais. O autor sugere que as ótimas condições de temperatura, insolação e adubação proporcionaram o desenvolvimento de plantas de porte superior que apresentaram estrutura mais vigorosa e rica em fibras. Assim como na planta

inteira, a fração colmo não ajustou-se aos modelos lineares e quadráticos para a análise de regressão em função da idade ao corte.

Tabela 04. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	FDN Planta Inteira (% da MS)				Média		
BRS 1501	72,81	63,91	68,23	72,35	69,33 A	-	
CMS 1	71,67	66,42	66,61	76,18	70,22 A	-	
CMS 3	72,20	65,16	68,75	73,09	69,80 A	-	NS
J 1188	70,94	64,96	66,22	72,65	68,69 A	-	
CV = 3,22%							
	FDN do Colmo (% da MS)						
BRS 1501	69,55	64,85	70,3	67,0	67,92 A	-	
CMS 1	67,85	65,68	68,4	72,59	68,63 A	-	
CMS 3	51,54	65,0	70,25	68,51	63,82 A	-	NS
J 1188	70,60	66,18	67,03	68,53	68,08 A	-	
CV = 13,34%							
	FDN da Folha (% da MS)						
BRS 1501	62,04	59,68	59,16	61,22	60,53 A	-	
CMS 1	62,27	62,57	61,77	62,66	62,32 A	-	
CMS 3	48,12	63,83	59,79	59,51	57,81 A	-	NS
J 1188	63,51	61,63	62,67	59,63	61,86 A	-	
CV = 13,77%							

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

A FDN da fração folha não diferiu entre os genótipos avaliados ($P > 0,05$). Também não foi possível avaliar a equação de regressão em função da idade para essa variável, uma vez que os dados não ajustaram-se aos modelos lineares e quadráticos propostos. Nobrega (2010)

observou FDN da fração folha de milho colhido aos 35 dias variando entre 61,84 a 63,2%, valores próximos aos do presente experimento.

Embora as equações lineares e quadráticas das frações das plantas não tenham sido significativas, não foi possível explicar os maiores valores absolutos obtidos para a planta inteira de milho.

4.3.5. Teores de Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)

Não houve interação entre os genótipos e as idades aos cortes avaliadas para os teores de FDA na planta inteira, colmos e folhas (tabela 5). Foram observados nas plantas inteiras valores médios de FDA de 39,58, 40,6, 41,3 e 41,34% para os genótipos J 1188, BRS 1501, CMS 3 e CMS 1, respectivamente. Os genótipos CMS 1 e CMS 3 apresentaram maiores valores de FDA do que o genótipo J 1188 ($P < 0,05$). O genótipo BRS 1501 apresentou valores intermediários de FDA que não diferiram dos demais ($P > 0,05$). Guimarães Jr et al. (2005) verificaram que o genótipo BRS 1501 apresentou valores de FDA inferiores ($P < 0,05$) aos genótipos CMS 1 e BN 2 que não diferiram entre si ($P > 0,05$). No entanto, os valores de FDA encontrados por esses autores (33,58%, em média) para os genótipos acima citados colhidos aos 82 dias de idade foram inferiores aos observados no presente estudo, mesmo tendo sido cultivados materiais semelhantes na mesma estação experimental, submetidos aos mesmos tratamentos culturais e avaliados por metodologia laboratorial semelhante. Tal fato sugere que as condições climáticas de temperatura, pluviosidade e insolação afetem tanto o desenvolvimento dessas plantas como a sua composição química e estrutural, reforçando ainda mais a recomendação técnica da necessidade e dos benefícios da realização da análise bromatológica dos alimentos empregados nas dietas dos animais em sistemas de produção.

Aguiar et al. (2006) encontraram valores próximos aos deste experimento para os teores de FDA de milho (Bulk), capim sudão, capim elefante e sorgo que variaram entre 42,04 e 46,18%, sendo o maior valor apresentado pelo sorgo e o menor pelo capim sudão. Kollet et al. (2006) observaram para quatro cultivares de milho colhidos aos 35, 42 e 49 dias de idade valores bem menores de FDA de 29,07, 31,78 e 34,73%, respectivamente. Os autores observaram comportamento linear para a concentração de FDA em função das idades ao corte, afirmando que a elevação da FDN e da FDA com o avançar da idade da planta está associada ao aumento da estrutura fibrosa da célula vegetal. Scheffer-Basso et al. (2004) observaram aumento nos teores FDA da planta inteira, colmos e folhas em função da idade melhores descritos por equação de regressão quadrática. Contudo, no presente trabalho não observou-se comportamento linear ou quadrático para os teores de FDA na planta inteira, colmos e folhas.

Tabela 05. Teores de fibra em detergente ácido (FDA), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Média	Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72				
FDA Planta Inteira (% da MS)								
BRS 1501	43,19	36,84	39,94	42,45	40,60 AB	-		
CMS 1	43,36	38,82	38,56	44,62	41,34 A	-		NS
CMS 3	44,9	37,79	41,17	41,35	41,30 A	-		
J 1188	43,17	35,34	38,17	41,63	39,58 B	-		
CV = 4,56%								
FDA do Colmo (% da MS)								
BRS 1501	41,57	39,26	43,76	41,07	41,42 A	-		
CMS 1	40,84	38,62	41,64	44,19	41,32 A	-		NS
CMS 3	31,48	39,56	44,15	41,71	39,23 A	-		
J 1188	42,81	40,80	40,31	41,12	41,26 A	-		
CV = 14,03 %								
FDA da Folha (% da MS)								
BRS 1501	31,69	26,93	27,81	29,95	29,09 A	-		
CMS 1	33,02	30,08	30,85	32,59	31,64 A	-		NS
CMS 3	25,08	30,37	29,62	29,99	28,76 A	-		
J 1188	31,11	27,14	31,62	29,87	29,94 A	-		
CV = 15,38%								

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

A FDA é considerada a fração fibrosa da planta composta pela celulose, ligninas e matéria mineral, portanto a FDA está contida na FDN. Os teores de FDA do alimento estão diretamente relacionados à digestibilidade. Portanto, para a formulação de dietas que primem pela qualidade nutricional deve-se reduzir os níveis de FDA da ração oferecida sem que sejam prejudicados os requisitos mínimos de FDN dos ruminantes. Brum et al. (2008) avaliaram a composição bromatológica de amostras de pastejo simulado de milho em área ocupadas por

cordeiras que dispunham de grande oferta de forragem (22,8 Kg de MS/100Kg de PV) e encontraram valor de FDA de 25,6%. O valor encontrado por esses autores encontra-se abaixo da maioria dos valores descritos na literatura, devendo-se ressaltar nesse caso, que a grande oferta de folhas nas porções amostradas (9,1 Kg de MS/100 Kg de PV) possibilitou a amostragem de maior proporção de folhas, e provavelmente, de uma dieta mais digestível.

Os teores de FDA no colmo e na folha não diferiram entre os genótipos ($P>0,05$). Na fração colmo a concentração de FDA observada ficou entre 39,23 e 41,42% enquanto na fração folha os valores variaram entre 28,76 e 31,64%. Assim como no presente estudo Scheffer-Basso et al. (2004) também não observaram diferenças relevantes entre o conteúdo de FDN das folhas e do colmos de milho avaliados, porém, constataram diferenças mais expressivas entre os teores de FDA das folhas e colmos. Guideli et al. (2000) avaliaram a composição bromatológica das frações da planta de milho a partir dos 32 dias de idade em quatro cortes sucessivos sempre que a rebrota alcançou 50-60cm de altura. Os autores encontraram variação da concentração de FDA nos colmos e nas folhas entre 33,8 e 40,2% e, 27,7 e 33,8%, respectivamente, verificando ainda que os teores de FDA tanto dos colmos quanto das folhas aumentaram significativamente com o avançar da idade ($P<0,05$). Esse resultado está de acordo com o encontrado no presente experimento, entretanto nesse experimento não foi possível observar comportamento linear ou quadrático para a variável em discussão.

4.3.6. Teores de Ligninas (LIG)

Não houve interação entre os genótipos e as idades aos cortes para os teores de lignina da planta inteira e colmo como pode ser visualizado na tabela 6. Os valores de LIG da planta inteira variaram entre 3,45 e 3,94% e os genótipos não diferiram entre si ($P<0,05$). Valores médios de 4,33% de LIG foram observados por Guimarães Jr et al. (2005) que avaliaram genótipos de milho colhidos aos 82 dias de idade. Aguiar et al. (2006) encontraram no genótipo de milho Bulk 1 teor de LIG mais elevado de 6,37%.

As ligninas são compostos fenólicos indigestíveis que associam-se fortemente aos carboidratos estruturais da parede celular vegetal, em especial às hemiceluloses, deprimindo a digestibilidade das frações fibrosas do material. Portanto, é interessante a seleção e utilização de forrageiras com menores teores de ligninas e que preservem características agrônomicas e nutricionais desejáveis. Tomich et al. (2006) apresentaram em seu trabalho o valor de LIG de dez diferentes forrageiras, dentre elas milho, sorgo, capim elefante e braquiária, sendo que apenas a braquiária apresentou valor numérico de LIG inferior (3,1%) aos encontrados no presente estudo.

Tabela 06. Teores de lignina, em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Idade ao corte (dias)								
Genótipo	51	60	65	72	Média	Equação de Regressão	R^2	P
Lignina Planta Inteira (% MS)								
BRS 1501	4,76	2,53	2,82	3,7	3,45 A			
CMS 1	4,64	3,05	3,25	4,79	3,93 A	$Y = 56,008 - 1,689x + 0,013x^2$	0,91	<0,01
CMS 3	4,71	3,15	3,87	4,06	3,94 A			
J 1188	4,11	2,5	3,15	4,09	3,46 A			
CV = 22,95%								
Lignina do Colmo (% MS)								
BRS 1501	3,44	3,29	4,36	4,53	3,90 A			
CMS 1	3,09	2,19	3,41	4,70	3,35 A	$Y = -0,219 + 0,058x$	0,82	<0,01
CMS 3	2,39	3,16	4,42	3,65	3,40 A			
J 1188	3,08	3,00	3,21	3,36	3,17 A			
CV=26,7%								
Lignina da Folha (% MS)								
BRS 1501	1,35	1,07	1,18A	2,23		-		NS
CMS 1	2,09	1,08	1,81AB	2,26		-		NS
CMS 3	1,44	1,94	2,28AB	1,65		-		NS
J 1188	0,96	1,16	3,12B	2,39		$Y = -3,687 + 0,089x$	0,62	<0,01
CV = 45,69%								

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Foi possível observar comportamento quadrático para as concentrações de LIG na planta inteira em função da idade. Esse é um resultado de difícil explicação biológica, a luz do conhecimento atual não foi possível explicar este comportamento.

Também não houve diferença entre os teores de LIG nos colmos apresentados pelos genótipos estudados ($P < 0,05$), no entanto nessa fração da planta o acúmulo de LIG seguiu um

comportamento linear crescente, com aumento dos valores exibidos conforme avançou o estágio de maturação das plantas. Valores próximos aos desse estudo foram encontrados por Ferreira (2012) que avaliou os colmos de híbridos de sorgo com capim sudão e verificou valores médios de LIG, oscilando entre 2,19 e 4,23%, ressaltando que dentre os híbridos avaliados por esse autor, um apresentava uma mutação especial (*bmr*) que reduz os níveis de ligninas da planta.

Para a fração folha a interação entre genótipos e idades ao corte foi significativa ($P < 0,05$). Nas idades ao corte de 51, 60 e 72 dias os teores de LIG da folha foram semelhantes entre os genótipos ($P > 0,05$). Aos 65 dias de idade a folha do híbrido BRS 1501 apresentou teor de LIG de 1,18%, sendo diferente do híbrido J 1188 ($P < 0,05$) que exibiu 3,12% de LIG. Os demais genótipos apresentaram valores intermediários de LIG na folha e foram semelhantes entre si ($P > 0,05$). Os teores de LIG nas folhas dos genótipos BRS 1501, CMS 1, CMS 3 não apresentaram comportamento linear ou quadrático significativo. O híbrido J 1188 apresentou comportamento linear crescente descrito pela seguinte equação: $Y = -3,687 + 0,089x$.

4.3.7. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Não houve interação significativa entre os genótipos e as idades aos cortes estudadas para as variáveis DIVMS das plantas inteiras, colmos e folhas (tabela 7). Foi observada variação na DIVMS das plantas inteiras entre os genótipos avaliados, com os valores oscilando entre 48,22 e 53,06%. O genótipo J 1188 apresentou o maior valor absoluto de DIVMS da planta inteira (53,06%) sendo superior ao genótipo CMS 1 ($P < 0,05$) para o qual foi verificado DIVMS de 48,22%. Os genótipos BRS 1501 e CMS 3 apresentaram valores intermediários de DIVMS de 50,36 e 50,38%, respectivamente, não diferindo entre si ($P > 0,05$). Esses valores encontram-se próximos aos encontrados por Guimarães Jr (2003) que encontrou DIVMS de 55,45, 57,18 e 52,93% para os genótipos CMS 1, BRS 1501 e BN 2, respectivamente, colhidos aos 82 dias de idade. Ao comparar os valores obtidos nesse experimento com a DIVMS de diversas forrageiras verificadas por Tomich et al. (2006) observa-se que a DIVMS dos híbridos de milho é numericamente superior apenas às aquelas encontradas para o feno de Tifton 85 e a silagem de sorgo (52,7 e 53%, respectivamente), sendo inclusive inferior a volumosos como pastagens diferidas de braquiária, do capim elefante e da cana-de-açúcar. Ferreira (2012) observou DIVMS de híbridos de sorgo com capim sudão entre 53,2 e 61,3%. A DIVMS das plantas inteiras e dos colmos dos genótipos de milho não ajustaram-se aos modelos lineares ou quadrático das equações de regressão.

Os colmos dos genótipos de milho avaliados apresentaram DIVMS semelhantes ($P < 0,05$), sendo observada variação entre 53,95 e 58,0%. Guideli et al. (2000) avaliaram a DIVMS dos colmos de milho colhidos em quatro cortes a cada 35 dias e observaram média de 68,8%. Os valores mais altos encontrados por esses autores sugerem que o milho pode ser opção de boa fonte volumosa também para sistemas de produção animal mais intensificados.

Tabela 07. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em porcentagem da matéria seca (MS), das plantas inteiras, colmos e folhas e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Média	Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72				
	DIVMS Planta Int. (% MS)							
BRS 1501	44,11	57,65	52,81	46,88	50,36 AB	-		
CMS 1	40,66	56,36	50,11	45,75	48,22 B	-		NS
CMS 3	42,25	57,81	52,40	49,84	50,58 AB	-		
J 1188	45,35	58,96	56,07	52,87	53,06 A	-		
CV = 6,66%								
	DIVMS Colmo (% da MS)							
BRS 1501	56,62	62,04	53,48	55,24	56,84 A	-		
CMS 1	60,54	60,04	55,9	50,48	56,74 A	-		NS
CMS 3	45,99	59,77	52,15	54,27	53,05 A	-		
J 1188	57,29	59,65	58,57	56,49	58,00 A	-		
CV=14,1%								
	DIVMS da Folha (% da MS)							
BRS 1501	58,17	66,19	62,13	55,65	60,67 A			
CMS 1	57,49	59,60	51,59	52,61	55,32 AB	$Y = -94,698 + 5,058x - 0,041x^2$	0,58	<0,05
CMS 3	44,1	58,34	55,70	53,17	52,83 B			
J 1188	60,19	62,82	52,87	54,75	57,66 AB			
CV = 13,98%								

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$).

O genótipo BRS 1501 apresentou DIVMS das folhas superior ao verificado para o CMS 3 ($P < 0,05$). Os materiais CMS 1 e J 1188 apresentaram valores intermediários aos demais ($P > 0,05$) e não diferiram entre si ($P > 0,05$). A variável apresentou comportamento quadrático significativo em função do tempo. A DIVMS das folhas dos genótipos avaliados nesse experimento apresentaram valores próximos aos observados para os colmos. Esse comportamento também foi observado por Guideli et al. (2000) que observaram diferença na digestibilidade das frações da planta de apenas 0,4%, sendo que para a média de quatro cortes a cada 35 dias a fração folha apresentou DIVMS de 69,2% enquanto que para o colmo foi encontrado 68,8% de DIVMS.

4.4. CONCLUSÕES

Os baixos valores de MS encontrados para todos os genótipos de milho apontam que esse recurso forrageiro deve ser utilizado, de preferência, em seu estado verde, e deve-se ressaltar ainda que, devido à grande concentração das frações fibrosas na MS de todos os genótipos avaliados sugere-se a utilização desse volumoso na dieta de animais de média produção.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.M.; LIMA, G.F.C.; SANTOS, M.V.F. et al. Rendimento e composição químico-bromatológica de feno triturados de gramíneas tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.

AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R., SALVADOR, F.M. et al. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v.32, n.2, p.611-617, 2008.

ASSIS, R.L.; COSTA, K.A.P.; PIRES, F.R. et al. Composição bromatológica de genótipos de milho em função do manejo de corte. *Global Science and Technology*, v.4, n.3, p.21-27, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official methods of analysis*. 13ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.

BAILEY, R.W. Water in herbage. In: CHEMISTRY AND BIOCHEMISTRY OF HERBAGE. London: Academic Press, 1973. p.13-24.

BRUM, M.S.; QUADROS, F.L.F.; MARTINS, J.D. et al. Sistemas de alimentação para a recria de ovinos a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.1, p.191-198, 2008.

FERREIRA, D.F. *SISVAR – Sistema para análise de variância*. Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000. CD-ROM.

FERREIRA, P.D.S. *Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão normais e mutantes bmr em quatro idades de corte*. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GORGEN, A.V. *Produtividade e qualidade da forragem de milho [Pennisetum glaucum (L.) R. Br] e de trigo mourisco (Fagopyrum esculentum. Moench) cultivado no cerrado*. 2013. 49f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF.

GUIDELI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.10, p.2093-2098, 2000.

GUIMARÃES JR, R. *Potencial forrageiro, perfil de fermentação e qualidade das silagens de três genótipos de milho [Pennisetum glaucum (l). R. Br.]*. 2003. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Carboidratos solúveis, digestibilidade “in vitro” da matéria seca e ácidos orgânicos das silagens de três genótipos de milho (*Pennistum glaucum* (L). R. Br.) em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.95-103, 2005.

KOLLET, J.S.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Animal Science*, v.68, n.11, p.3832-3842, 1999.

HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.875-882, 2002 (suplemento).

MAIA, M.C.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R. Concentração de fibras (FDN e FDA) e minerais de cultivares de milheto em sucessão à culturas de feijão no sul de Minas Gerais. *Ciência Animal Brasileira*, v.1, n.1, p.23-29, 2000.

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

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*. v.64, n.7, p.1548-1558, 1987.

MONTAGNER, D.B.; ROCHA, M.G.; NORNENBRG, J.L. 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.11, p.447-452, 2005.

NÓBREGA, E.B. *Produtividade e composição bromatológica de cultivares de milheto adubados com nitrogênio em neossolo quartzarênico órtico*. 2010. 162 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás – Escola de Veterinária, Goiânia, GO.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSIO, L.G. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PIRES NETO, O.S. *Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 colhido em quatro estádios*. 2013. 119f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

SANTOS, M.V.F.; JÚNIOR, J.C.B.D.; SILVA, M.C. et al. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SCHEFFER-BASO, S.M.; AGRONIONIK, H.; FONTANELI, R.S. Acúmulo de biomassa e composição bromatológica de milhetos das cultivares comum e africano. *Revista Brasileira Agrociência*, v.10, n.4, p.483-486, 2004.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, v.18, n. 1, p. 104-11, 1963.

TOMICH, T.R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.

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

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

CAPÍTULO V – CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO E DESAPARECIMENTO *IN VITRO* DA MATÉRIA SECA (DMS) DE QUATRO GENÓTIPOS DE MILHETO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

5.1. INTRODUÇÃO

O metabolismo energético dos ruminantes é baseado, principalmente, na energia proveniente da fermentação ruminal dos carboidratos fibrosos, constituintes da estrutura vegetal. Sabendo-se que existe uma relação direta entre o consumo de um alimento e a sua taxa de extensão de degradação ruminal, torna-se necessário a elucidação da cinética de fermentação ruminal de cada alimento com intuito de determinar o seu valor nutritivo. Uma das metodologias atualmente utilizada para este propósito é a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases.

A técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases utiliza um transdutor digital de pressão para mensuração dos gases produzidos em frascos de fermentação com ambiente anaeróbico, acrescidos do substrato a ser testado, meio de cultura e inóculo microbiano ruminal. Esta técnica possibilita a avaliação de grande número de amostras, tem relativo baixo custo e alta repetibilidade. Desta forma, pode ser utilizada como metodologia para estudos que pretendem descrever a cinética de fermentação ruminal de vários substratos.

Objetivou-se avaliar a cinética de degradação *in vitro* de quatro genótipos de milho colhidos em quatro estádios de maturação.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as amostra de plantas inteiras obtidas no Experimento I. Para descrever a cinética de fermentação e o desaparecimento *in vitro* da matéria seca dos genótipos de milho foi utilizada a técnica *in vitro* de produção de gases desenvolvida por Maurício et al. (1999).

Para a determinação do desaparecimento *in vitro* da matéria seca, a técnica descrita por Maurício et al. (1999), foi adaptada para utilização das bolsas Ankom F57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA), o que gerou a necessidade de reduzir pela metade a quantidade de amostra. Consequentemente, para manter-se a mesma relação amostra/meio de cultura/inóculo, a quantidade de meio de cultura e de inóculo também foram reduzidas pela metade. Além, disso a adaptação também alterou as relações de pressão e volume no interior

do frasco, implicando na redução do volume dos frascos de fermentação para 50 mL e, conseqüentemente na obtenção de uma nova equação de conversão de pressão para volume:

$$VG = - 0,085 + 3,582P + 0,019P^2 \quad (R^2 = 0,996)$$

em que,

VG = volume de gases produzido , em mL;

P = pressão lida, em psi;

Dessa forma, meio grama de amostra foi pesado dentro das bolsas Ankom F57, que foram seladas e introduzidas em frascos de fermentação (50 mL). Foram utilizados dois frascos por amostra e 9 frascos contendo apenas líquido ruminal e meio de cultura (brancos), totalizando 137 frascos. No dia anterior à incubação do material adicionou-se manualmente em cada frasco, com auxílio de uma seringa, 12,5 ml de meio de cultura (Theodorou et al., 1994) composto por solução macromineral (9,5 g/l de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 6,2 g/l de KH_2PO_4 e 0,6 g/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), solução micromineral (132 g/l de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100 g/l de $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10 g/l de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 80 g/l de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) solução tampão (4 g/l de NH_4CO_3 e 35 g/l de NaHCO_3), indicador (0,01 g/l de Rezasurina) e agente redutor (95 mL água destilada, 4 ml de NaOH 1 M e 625 mg de $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Os frascos foram vedados com rolhas de silicone e, para evitar que qualquer fermentação ocorresse, foram mantidos a 4°C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação os frascos foram transferidos para a estufa a 39°C.

Os líquidos ruminais foram coletados de três vacas da raça Holandês (média de 550 kg peso vivo), fistuladas, mantidas na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa pertencentes à Escola de Veterinária da UFMG. Os animais foram mantidos em um piquete que dispunha de bebedouro e cocho, com dieta total à base de silagem de milho e 4 kg de concentrado comercial por dia (20% de PB) dividido em duas porções diárias iguais. O líquido ruminal foi retirado via fístula ruminal pela manhã antes da alimentação dos animais e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No Laboratório de Produção de Gases, os inóculos foram filtrados e misturados, a fim de produzir um *pool* dos três inóculos, que foi mantido em banho maria a 39°C sob injeção contínua de CO_2 . Em seguida, foram adicionados quatro mL do inóculo ruminal em cada frasco, e esses foram gaseados com CO_2 e vedados com rolhas de silicone para manter o máximo de anaerobiose.

A pressão gerada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por meio de um transdutor (T443A, Bailey e Mackey, Inglaterra) acoplado a uma agulha. As

leituras de pressão foram realizadas nos tempos de 2, 4, 6, 9, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 36, 48, 72 e 96 horas após a incubação.

Para transformação dos dados de pressão em volume foi utilizada a equação anteriormente descrita, utilizada no Laboratório de Produção de Gases da Escola de Veterinária da UFMG. O desaparecimento *in vitro* da matéria seca após 96 horas de fermentação foi obtido pesando-se as bolsas contendo os resíduos da degradação após secagem a 105°C por 12 horas.

Para a descrição da cinética de fermentação foi utilizado o modelo de Schofield et al., (1994):

$$V = Vf1 / (1 + \exp. (2 - 4*C1*(T - L))) + Vf2 / (1 + \exp. (2 - 4*C2*(T - L)))$$

Em que:

Vf1 = volume máximo dos gases (mL) da fração dos CNF;

C1 = taxa de degradação (mL/h⁻¹) da fração dos CNF;

Vf2 = volume máximo dos gases (mL) da fração dos CF;

C2 = taxa de degradação (mL/h⁻¹) dos CF;

T = tempos de incubação (h);

L = tempo de latência (h).

Para análise dos dados de desaparecimento da matéria seca (DMS) utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial, com quatro genótipos, quatro idades de corte e quatro canteiros (blocos), de acordo com o seguinte quadro de análise de variância e modelo estatístico:

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Total	63
Blocos	3
Genótipos	3
Idade de corte	3
Genótipo x Idade de corte	9
Erro	45

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + B_k + (H * C)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação do genótipo “i”, na idade “j”, no bloco “k”;

μ = média geral;

H_i = efeito do genótipo i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$);

C_j = efeito da idade de corte j ($j = 1, 2, 3, 4$);

B_k = efeito do bloco k ($k = 1, 2, 3, 4$);

$(H * C)_{ij}$ = efeito da interação do genótipo “ i ” com o corte “ j ”;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

As variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do software SISVAR (Ferreira, 2000). As médias foram comparadas empregando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade. Para a avaliação de cada genótipo ao longo das idades de corte foi utilizada análise de regressão, sendo que foram testadas equações lineares e quadráticas e apresentada a que melhor se ajustou aos dados, de acordo com seu nível de significância, significado biológico e valor do coeficiente de determinação (R^2).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Cinética de fermentação dos carboidratos fibrosos e não fibrosos

Os dados obtidos no presente experimento foram testados pelo modelo de Schofield et al. (1994) para obtenção dos parâmetros de cinética de fermentação ruminal. Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros da cinética de produção de gases *in vitro* gerados pelo modelo de Schofield et al. (1994). Como pode ser observado o modelo proposto pelos autores analisa separadamente a fermentação de carboidratos não fibrosos (CNF) e de carboidratos fibrosos (CF) propondo parâmetros individuais para avaliação da cinética de fermentação ruminal de cada um desses constituintes do substrato. Para a primeira idade após o plantio (51 dias) os valores obtidos nesse estudo não se ajustaram a nenhum dos modelos testados. Dessa forma, não foi possível comparar os resultados obtidos para a primeira idade ao corte com as demais idades em função dos valores atípicos dos parâmetros verificados para a planta mais jovem. Ferreira (2012) avaliando a cinética de fermentação ruminal de quatro híbridos de sorgo com capim sudão colhidos aos 52, 61, 67 e 74 após o plantio também relatou que para a primeira idade ao corte avaliada (52 dias) os resíduos da análise de variância (diferença entre os valores observados e os valores preditos pelo modelo) apresentaram uma distribuição bastante heterogênea em torno do eixo que representa o valor zero, indicando que o modelo não se ajustou bem aos dados.

A taxa de produção de gases dos CNF (k_1) foi numericamente superior à verificada para os CF (k_2), apontando que a velocidade de produção de gases a partir da fermentação de CNF é cerca de 2 a 5 vezes mais rápida do que à exibida pela fermentação de CF. Os valores de K_2 variaram entre 0,009 e 0,011 nas idades ao corte que se ajustaram ao modelo de Schofield et

al. (1994). Esses valores estão próximos ao encontrados por Ferreira (2012) que obteve K2 entre 0,011 e 0,013 para híbridos de sorgo com capim sudão colhidos aos 74 após o plantio. Sá et al. (2011) encontraram K2 de 0,010 mL/h⁻¹ de MS de *Brachiaria brizantha* incubada por 96 horas. Contudo, Pires Neto (2013) avaliou o híbrido de sorgo BRS 610 em quatro estádios de maturação e observou valores de k2 mais altos oscilando entre 0,017 e 0,018 mL/h⁻¹.

Tabela 01. Médias dos parâmetros Vf1 - Volume máximo de gases da fração de carboidratos não fibrosos (CNF), em mL; K1 - Taxa de degradação para a fração de CNF, em mL por hora; L – Latência, em horas; Vf2 - Volume máximo de gases da fração de carboidratos fibrosos (CF), em mL; K2 - Taxa de degradação para a fração de CF, em mL por hora e R² - Coeficiente de Determinação ajustados, relativos à cinética de produção de gases dos CNF e dos CF no período de 96 horas de incubação referente a quatro genótipos de milho colhidos aos 60, 65 e 72 dias de crescimento

Idade de corte	Parâmetro	Genótipo			
		BRS 1501	CMS 1	CMS 3	J 1188
60 dias	Vf1	109,8	47,3	56,4	79,7
	k1	0,039	0,073	0,053	0,053
	L	8,1	18,6	14,5	9,8
	Vf2	159,0	161,4	165,5	159,4
	k2	0,011	0,012	0,009	0,011
	R ²	0,998	0,999	0,999	0,998
	65 dias	Vf1	94,7	57,1	63,7
k1		0,043	0,044	0,048	0,048
L		7,3	10,6	11,6	10,4
Vf2		132,6	140,3	143,1	169,1
k2		0,010	0,009	0,010	0,10
R ²		0,997	0,996	0,998	0,998
72 dias		Vf1	78,2	29,3	64,5
	k1	0,047	0,131	0,065	0,071
	L	12,8	20,1	16,1	17,3
	Vf2	128,3	146,2	134,2	147,0
	k2	0,010	0,012	0,012	0,013
	R ²	0,998	0,995	0,997	0,998

Os tempos de latência (L) dos diferentes genótipos a partir dos 60 dias após o plantio variaram entre 7,3 e 20,1 horas. Esse parâmetro estima o tempo gasto para a colonização e início da fermentação do substrato pelos microorganismos ruminais, sugerindo qual material seria mais rapidamente fermentável no rúmen. Sob esse aspecto, observa-se que dentro de cada idade onde o modelo foi significativo, o genótipo BRS 1501 sempre apresentou menor valor de L, indicando que o início de sua fermentação ocorreu antes dos demais materiais. A ampla variação do parâmetro L observada nesse experimento sugere grande diferença entre os tratamentos avaliados, que apresentaram valores abaixo ou acima dos valores encontrados por Sá et al. (2011) para *Brachiaria brizantha* (12,9, 13,2 a 14,6h), com idade de 28, 35 a 54 dias, respectivamente. A lenta fermentação do material incubado sugere a ausência de substrato prontamente fermentável, principalmente de carboidratos solúveis. Guimarães Jr et al.(2005) avaliaram os genótipos de milho BRS 1501, CMS 1 e BN 2 colhidos aos 82 dias de crescimento e constataram valor médio de carboidratos solúveis de apenas 5,56% na MS. Segundo esses autores o teor de carboidratos solúveis no milho só era superior do que aqueles encontrados no girassol (3,2%), sendo inferiores à demais culturas, como o milho e o sorgo.

5.3.2. Desaparecimento *in vitro* da matéria seca (DMS)

Não houve interação entre os genótipos e as idades ao corte avaliadas ($P>0,05$) como pode ser visualizado na tabela 2. Os valores de DMS médios variaram entre 40,03 e 45,37%, não sendo observada diferença entre os genótipos ($P>0,05$). Guimarães Jr et al, (2008) observaram DMS superiores ao desse experimento avaliando a silagem de três genótipos de milho, encontrando valores entre 49,1 e 53,9% para o material incubado por 96 horas. Avaliando um híbrido de sorgo colhido em quatro estádios de maturação (leitoso, pastoso, farináceo e duro) e utilizando técnica semelhante, Pires Neto (2013) observou valores de DMS superiores ao do presente experimento, variando entre 54,12 e 60,74%. Ferreira (2012) encontrou valores de DMS variando entre 55,7 e 68,5 % para híbridos de sorgo com capim sudão colhidos em quatro idades de crescimento. Os baixos valores de DMS verificados nesse experimento podem prejudicar o consumo de matéria seca em virtude do maior tempo de permanência do alimento no rúmen provocado pela sua lenta taxa de fermentação. Guimarães Jr et al. (2008) avaliaram a cinética de fermentação ruminal das silagens de três genótipos de milho (BRS 1501, NPM 1 E CMS 3) e verificaram degradabilidades efetivas de 33,4; 20,57 e 14,1% calculadas para taxas de passagem 2, 5 e 8%, respectivamente.

O DMS dos materiais avaliados nesse estudo apresentaram comportamento quadrático em função da idade ao corte. Para todos os genótipos os menores valores de DMS foram

observados aos 51 dias de crescimento, enquanto que aos 60 dias de crescimento os genótipos BRS 1501, CMS 3 e J 1188 apresentaram pico de DMS, que só foi alcançado pelo material CMS 1 aos 65 dias após o plantio. Apesar dos dados de DIVMS (capítulo IV) não ajustarem-se ao modelo quadrático ou linear da análise de regressão, foi possível observar que naquela variável também houve uma tendência de aumento da digestibilidade da planta até os 65 dias de idade, seguida de uma queda nesses valores. Ferreira (2012) observou comportamento quadrático do DMS em dois dos quatro híbridos de sorgo com capim sudão avaliados.

Tabela 02. Desaparecimento *in vitro* da matéria seca após 96 horas de fermentação (DMS), em porcentagem da matéria seca (MS), e equações de regressão em função da idade ao corte com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e nível de significância (P) de quatro genótipos de milho aos 51, 60, 65 e 72 dias de crescimento

Genótipo	Idade ao corte (dias)				Equação de Regressão	R^2	P
	51	60	65	72			
	DMS (% da MS) ¹				Média		
BRS 1501	41,18	51,12	45,22	42,08	44,90 A		
CMS 1	35,76	36,56	44,9	42,91	40,03 A	Y = -159,149 + 6,409x - 0,049x ²	0,92 <0,05
CMS 3	39,21	49,62	45,95	43,71	44,62 A		
J 1188	39,95	49,33	46,69	45,52	45,37 A		

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$). ¹ CV=15,2%

5.4. CONCLUSÕES

Pelo potencial de produção de gases apresentados pelos quatro cultivares de milho nas épocas de corte avaliadas, os altos tempos de latência e os baixos valores de DMS observados nesse experimento, recomenda-se a utilização dessas forrageiras na alimentação de ruminantes com menores requisitos nutricionais. Dentre os genótipos avaliados destacou-se o BRS 1501 pelo seu menor tempo de latência e maior potencial de produção de gases.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, D.F. *SISVAR – Sistema para análise de variância*. Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000. CD-ROM.

FERREIRA, P.D.S. *Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão normais e mutantes bmr em quatro idades de corte*. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Carboidratos solúveis, digestibilidade “in vitro” da matéria seca e ácidos orgânicos das silagens de três genótipos de milho (*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.) em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.95-103, 2005.

GUIMARÃES JR, R; GONÇALVES, L.C; MAURÍCIO, R.M. et al. Cinética de fermentação ruminal das silagens de milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.5, p.1174-1180, 2008.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Animal Feed Science Technology*, v.79, p.321-330, 1999.

PIRES NETO, O.S. *Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 colhido em quatro estádios*. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

SÁ, J.S.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F. et al. Cinética de fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. *Acta Scientiarum*, v.33, n.3, p.225-231, 2011.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *Journal of Animal Science*, v.72, n.11, p.2980-2991, 1994.

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

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos resultados apresentados recomenda-se o uso do milho para a alimentação de ruminantes com menores requisitos nutricionais. Dentre os genótipos avaliados o BRS 1501 destacou-se pela sua maior produção de matéria seca e menor tempo de latência durante sua fermentação.