

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**USO DE MILHETO COMO SILAGEM COMPARADO A GRAMÍNEAS
TRADICIONAIS: ASPECTOS QUANTITATIVOS, QUALITATIVOS E
ECONÔMICOS.**

Reginaldo Jacovetti

Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA

2012

REGINALDO JACOVETTI

**USO DE MILHETO COMO SILAGEM COMPARADO A GRAMINEAS
TRADICIONAIS: ASPECTOS QUANTITATIVOS, QUALITATIVOS E
ECONÔMICOS.**

Dissertação apresentada para a
obtenção do grau de mestre em Ciência
Animal junto a Escola de Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de
Goiás

Área de concentração:
Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza
França

Comitê de Orientação

Prof. Dra. Eliane Sayuri Miyagi
Prof. Dr. Renato Pinto da Silva Junior

GOIÂNIA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**GPT/BC/UFG**

Jacovetti, Reginaldo.

J12u Uso de milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais [manuscrito] : aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos / Reginaldo Jacovetti. – 2012.

vii, 45 f. : tabs, qds.

Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França; Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Eliane Sayuri Miyagi.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2012.

Bibliografia. f. 45.


Inclui lista de tabelas e quadros.

1. Plantas forrageiras – custo produção. 2. Milheto – fracionamento de proteína. 3. Milho integral – forrageira. 4. Milho sem espiga. I. Título.

CDU: 633.3

REGINALDO JACOVETTI

Dissertação defendida e aprovada em 27 de fevereiro de 2012, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França – EVZ/UFG
Orientador



Prof. Dra. Alzira Gabriela da Silva Pause – FAMEZ/UFMS



Prof. Dr. Emmanuel Arnhold EVZ/UFG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela iluminação e direcionamento dos pensamentos e reflexões obtidas para finalização deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo Professor Aldi Fernandes de Souza França pelo apoio, compreensão e paciência dedicada ao nosso dia a dia.

Aos meus pais Felício Antonio Jacovetti e Maria Julia Belotto Jacovetti, por ter acreditado e feito eu acreditar nos sonhos que podemos alcançar com dedicação, garra, estudo e muito trabalho, minhas irmãs Regiane Jacovetti e Raquel Jacovetti pelas conversas ao longo da vida.

Agradeço minha esposa Roberta Aparecida Carnevalli, pela compreensão e atenção dedicada, as noites sem dormir aos cafés da madrugada que por muitas vezes era o momento de conversarmos sobre diversos assuntos.

Às minhas filhas Jéssica Rodrigues Jacovetti, Juliana Rodrigues Jacovetti e meu filho Renato Carnevalli Jacovetti pela paciência e compreensão pelas horas e dias que não ficamos juntos.

Aos companheiros e amigos ao Prof. Milton Luiz Moreira Lima, o Miltão, ao Rafael da Silva Oliveira, o Baiano, Leonardo Guimarães Oliveira nosso tocador de viola, ao Sergio Fernandes Ferreira, o professor Serjão, ao Leandro Ribeiro de Matos e a Fernanda Mara Cunha Freitas ambos da Embrapa Gado de Leite pela contribuição.

A todos amigos que direta e indiretamente não foram citados peço desculpas, mas sem sombra de dúvidas auxiliaram para que a conclusão deste projeto pudesse ser realizado.

À Sementes Adriana, Embrapa Arroz e Feijão e CNPq pela concessão de insumos e recursos para a realização deste experimento.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE QUADROS	vii
INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Avaliação Quantitativa	9
3.2. Avaliação Qualitativa.....	10
3.3. Delineamento Experimental e Análise estatística	12
3.4. Análise econômica	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1. Produção de massa seca e composição morfo-anatômica	14
4.2. Parâmetros Fermentativos	18
4.2.1. Teor de matéria seca (MS)	18
4.2.2. pH	20
4.2.3. Teor de proteína bruta (PB)	21
4.2.4. Teor de fibra em detergente neutro (FDN).....	22
4.2.5. Teor de fibra em detergente ácido (FDA)	24
4.2.6. Teor de lignina	26
4.2.7. Perdas por gases.....	27
4.2.8 Perdas por efluentes.....	28
4.2.9. Perdas totais	29
4.2.10 Fracionamento de Proteína	30
4.3 CUSTO DE PRODUÇÃO	34
5. CONCLUSÃO.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação agrônômica dos parâmetros: plantas/m linear (PIs/m), estande (PIs/ha), peso por planta (kg/pl), produção de massa verde (PMV) (kg/ha) e produção de massa seca (PMS) (kg/ha) das espécies forrageiras utilizadas para produção de silagem.	15
Tabela 2 - Valores médios da composição morfológica de diferentes espécies forrageiras avaliadas, de folhas verdes (FV), folhas mortas (FM), colmo (COL), panículas (PAN) e/ou espigas (ESP) utilizadas para produção de silagem.	16
Tabela 3 - Valores médios dos teores de matéria seca (MS) determinados nos diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.	19
Tabela 4 - Valores médios do potencial hidrogeniônico (pH) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.	20
Tabela 5 - Valores médios de proteína bruta (PB) determinados em diferentes tempos de abertura dos mini silos durante o processo fermentativo das forrageiras avaliadas.	21
Tabela 6 - Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.	23
Tabela 7 - Valores médios de fibra em detergente ácido (FDA) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das forrageiras avaliadas.	25
Tabela 8 - Valores médios dos teores de lignina (LIG) determinados nas silagens em diferentes tempos de abertura dos silos.	26
Tabela 9 - Perdas por gases em diferentes forragens durante o processo fermentativo.	27
Tabela 10 - Perda por efluentes em diferentes forrageiras durante o processo fermentativo.	28
Tabela 11 - Perdas totais em diferentes forrageiras durante o processo fermentativo.	30
Tabela 12 - Valores médios do fracionamento da proteína determinado para fração A, B ₁ , B ₂ , B ₃ e C, nos diferentes tempos de abertura dos silos experimentais.	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estimativa de Custo de Produção do Milheto.....	34
Quadro 2 - Estimativa do custo de Produção do Sorgo.	36
Quadro 3 - Estimativa do custo de Produção do Milho.	37
Quadro 4 - Produção de Matéria seca, custo por tonelada e estimativa de produção de leite de diferentes silagens.	38
Quadro 5 - Receita gerada das diferentes forrageiras ensiladas.	39

RESUMO

Os pecuaristas do Brasil dispõem de várias plantas forrageiras para serem conservadas na forma de silagem para suplementação dos animais no período de escassez de pastagens. Contudo, o milheto forrageiro é uma possível alternativa, tendo em vista o seu potencial de produção e possibilidade de cultivo como safrinha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o milheto comparando com forrageiras para silagem (milho integral, milho sem espiga, sorgo e cana-de-açúcar) sob aspectos de produção e composição morfo-anatômica, caracterização do padrão fermentativo das silagens produzidas nos tempos de abertura dos mini-silos em 3, 7, 15, 30, 60 e 120 dias, assim como, estimar o custo de produção e o potencial de produção de leite em função da matéria seca das silagens produzidas. O experimento foi dividido em três fases: (1) Análise Quantitativa: composição anatômica, parâmetros agrônômicos, produção de massa seca das plantas forrageiras utilizadas para o processo de ensilagem; (2) Análise Qualitativa: caracterização do processo fermentativo, através da abertura dos mini-silos em diferentes tempos (3, 7, 15, 30, 60, 120 dias) após a ensilagem, procedendo-se as avaliações de perda de efluentes e gases, além da determinação e composição bromatológica e fracionamento de proteína das silagens; (3) Análise Econômica: levantamento dos custos de produção da silagem de milheto em relação a outras culturas forrageiras tradicionais. O milheto apresentou o maior estande com 237 mil plantas/ha e o milho sem espiga com o menor estande 58,3 mil plantas/ha. Já a produção de massa verde (MV) do sorgo foi a mais elevada com 60,4 ton/ha, seguido pelo milho integral com 50,2 t/ha. A produção de matéria seca (MS) do milho integral foi de 20 ton MS/ha e, a do milheto, foi de 9,7 ton MS/ha. Quanto ao fracionamento de proteína, não houve diferenças ($P < 0,05$) para a fração "A" na silagem de milheto nos diferentes tempos de abertura dos silos. Na análise econômica, o milho apresentou custo de produção menor em função de seu maior rendimento por área. Apesar do milheto apresentar potencial de produção semelhante ao milho, a produção efetiva foi inferior, o que comparativamente inviabilizaria sua utilização. Para que esta seja viabilizada economicamente é necessário que a produção seja mais elevada.

Palavras-chave: custo produção, fracionamento de proteína, milho integral e milho sem espiga

ABSTRACT

The Brazilian farmers make use of vary forages plants to be conserved in the ensilage form, for supplementation of the animals in the period of fall of pastures. However, forage millet presents as a possible alternative, in view of its potential of production and possibility of culture as off-season cultivation. The objective of this work was to evaluate the production and the morph-anatomical composition of millet compared to some forages, to characterize the fermentative standard of the produced ensilages, as well as, estimate the cost of production and the potential of milk production in function of the dry substance of the produced ensilages. The experiment was divided in three phases: (1) Quantitative Analysis: anatomical composition, agronomics parameters, production of dry mass of the used forages plants for the silage process; (2) Qualitative Analysis: characterization of the fermentative process, through the opening of the experimental in different times (3, 7, 15, 30, 60 and 120 days) after the silage incubation, proceeding itself the effluent evaluations of loss of and gases beyond the determination and chemical composition and fraction of protein of the ensilages; (3) Economic Analysis: survey of the costs of production of the ensilage of millet in relation to other traditional forages cultures. Millet presented the greater stand with 237,000 plants/ha and the maize without spike with the minor stand a 58,300 plants/ha. Already the production of green mass (GM) of sorghum was raised with 60,400 kg GM/ha, followed for the integral maize with 50,200 kg/ha. The production of dry mass (DM) of the integral maize was of 20,000 kg DM/ha and, of millet, was of 9,700 kg DM/ha. About protein fraction, they not had differences ($P < 0.05$) for the fraction "A" in the ensilage of millet in the different times of opening of the silos. In the economic analysis, the maize presented a cost of lesser production in function of its bigger income for area. Although millet to present potential of similar production to the maize, the production accomplishes was lesser, what comparatively it would make impracticable its use. So that this either made possible economically is necessary that the raised production either more.

Keywords: production cost, protein fractions, integral maize and maize without spike

1. INTRODUÇÃO

Na constante busca do aperfeiçoamento na produção animal, o Centro-Oeste brasileiro se caracteriza por apresentar extensão geográfica apropriada com duas estações do ano bem definidas: período chuvoso e seco, situação que provoca a estacionalidade da produção de forragens no período seco.

Aproximadamente, 90% da produção forrageira acontecem na estação chuvosa, sendo que somente 10% da produção ocorrem no período seco, o que gera grandes perdas na produção de ruminantes.

A suplementação dos rebanhos na época crítica é uma alternativa que alguns pecuaristas procuram como forma de diminuir os efeitos da baixa oferta de volumoso neste período.

Os produtores de ruminantes no Brasil dispõem de uma gama de plantas forrageiras conservadas na forma de silagem, por exemplo, milho, sorgo, cana-de-açúcar, capins de várias espécies para suplementação dos seus animais no período de escassez de pastagens.

A decisão de qual planta é mais adequada em cada situação é muitas vezes difícil de ser tomada, em função da grande diversidade de informações disponíveis atualmente.

O milho é cada vez mais recomendado, entre as várias plantas utilizadas à produção de silagem, como a cultura mais tradicional e de maior expressão no Brasil (OLIVEIRA, et al., 2007).

Contudo, o milheto forrageiro é uma possível alternativa, tendo em vista o seu potencial de produção, alto valor nutritivo, quantidade de grãos suficiente para o processo de ensilagem e possibilidade de cultivo como safrinha.

Diante de opções tradicionais como milho, sorgo e cana-de-açúcar, há necessidade de avaliações no sentido de se determinar a viabilidade técnica e econômica do milheto como planta forrageira conservada para silagem.

Muito embora não seja uma planta padrão para o processo da ensilagem, o milheto pode propiciar silagem de qualidade satisfatória, a custos possivelmente inferiores às silagens de cultura padrão, como o milho e sorgo, por se tratar de cultura de baixa exigência em fertilidade do solo e mais resistente a

estresse hídrico, quando comparado às culturas padrões e que ainda apresenta rebrota espontânea após corte.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição morfo-anatômica das espécies forrageiras, caracterizar o padrão fermentativo das silagens de milho comparada a demais opções de forrageiras tradicionais, estimando o custo de produção e a produção de leite em função da matéria seca das silagens produzidas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O milheto (*Pennisetum americanum* CL, Leeke [P. *Glaucum* (L) R. Br]) é uma gramínea forrageira anual de verão, considerado pastagem de dias longos, muito útil para forrageamento de bovinos.

É uma espécie cespitosa de porte ereto, e apresenta perfilhamento abundante. A prática tem revelado que só são bem-sucedidas as semeaduras realizadas a partir de outubro que corresponde ao início do período chuvoso. Sob essa condição, a forrageira germina bem e o crescimento de plantas ocorre com rapidez e compensa a semeadura antecipado, assegurando um sistema de pastejo que vise alta produtividade de forragem em menor espaço de tempo. O ciclo de produção pode estender-se de novembro a maio (FRIBOURG, 1985; CASTRO, 2002).

A região de cerrados ocupa cerca de 25% do território brasileiro e possui aproximadamente 207 milhões de hectares, dos quais 30% correspondem a pastagens naturais e 15% a pastagens cultivadas (ALMEIDA e SILVA, 1989).

O Centro-Oeste é composto em quase sua totalidade por vegetação de cerrado, possui cerca de 30,2 milhões de hectares com pastagens cultivadas e 28,9 com pastagens nativas (CENSO AGROPECUÁRIO DO BRASIL, 1985).

No Centro-Oeste há duas estações bem definidas, uma estação chuvosa e outra seca, nesta estação o rendimento das forrageiras são baixos e ainda aumenta a necessidade de forragens conservadas para os animais. O milheto é alternativa para o período seco, devido sua rusticidade e adaptabilidade (GUIMARÃES Jr., 2003).

O milheto tem sido utilizado no Brasil de diversas formas, como planta forrageira para pastoreio, como produção de grãos para fabricação de ração e como planta de cobertura do solo para o sistema de planto direto. O plantio direto é responsável pelo aumento da expansão da cultura no Cerrado, onde a gramínea se desenvolve bem em situações adversas de clima e solo.

O milheto pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, gênero *Pennisetum* (BRUKEN, 1977). Há várias sinonímias botânicas usadas para esta espécie *P. typhoides* Stapf e Hubbard, *P. americanum* (L.) Leeke ou *P. glaucum* (L.) R. Br. originário de regiões africanas de clima tropical semi-árido.

A espécie *Pennisetum glaucum* possui ciclo vegetativo anual, porte ereto, podendo atingir 1 a 3 m de altura. As folhas medem de 0,2 a 1 m de comprimento e de 5 a 10 mm de largura. A panícula possui de 0,1 a 0,5 m de comprimento e 0,5 a 4 cm de diâmetro. Possui boa tolerância à seca e doenças, é tolerante a baixos níveis de fertilidade do solo, com crescimento rápido e boa produção de massa e grãos, sendo importante fornecedor de alimento humano (grãos) e animal (grãos e forragens) (BOGDAN, 1977).

O milheto é uma planta atóxica para animais em qualquer estágio vegetativo, podendo ser utilizada para corte, pastejo direto, feno e silagem. Durante o período vegetativo de 120 a 150 dias, produz abundante quantidade de forragem, chegando a superar 15 t ha^{-1} e, manejada para silagem, pode atingir produtividade acima do milho e do sorgo (SANTOS et al. 2002).

De acordo com COIMBRA & NAKAGAWA (2006), a época de semeadura e quantidade de cortes exercem influência no número de perfilhos emitidos pela planta, independente do estágio vegetativo em que se encontram as plantas e afetam também a produção de fitomassa e grãos de milheto. O ciclo de desenvolvimento das plantas de milheto aumenta em função do regime de cortes, quanto maior a quantidade de cortes, maior será o ciclo de milheto.

A recomendação de adubação de milheto deve-se levar em conta a finalidade que a planta será explorada. Para cobertura de solo a planta funcionará como uma “bomba” recicladora de nutrientes, que dependendo da fertilidade do solo, pode-se dispensar a adubação, aproveitando o adubo residual da cultura anterior. Quando for utilizado como planta forrageira, em que há grande exportação de nutrientes removidos do solo torna-se necessário estabelecer um programa de adubação.

Quando cultivada em período de safrinha, o milheto produz, em média, 6 a 10 toneladas de matéria seca por hectare (t MS/ha), no entanto, a cultura tem potencial para produzir até 20 t MS/ha quando cultivada no início da estação chuvosa. As produções em t MS/ha dos cultivares colhidos aos 82 dias após o plantio foram, 7,5 (CMS-1), 7,0 (BN-2) e 6,0 (BRS-1501) t MS/ha, sem levar em consideração a rebrota, cuja produção foi de aproximadamente 1,0 t MS/ha (GUIMARÃES Jr., 2003).

No Brasil, a silagem do milho ainda é pouco estudada, mas alguns trabalhos já demonstraram que é possível produzir forragem em quantidade e qualidade satisfatórias quando a cultura é cultivada e manejada adequadamente (ALMEIDA et al., 1993; AMARAL, 2003; GUIMARÃES Jr, 2006).

Assim como a silagem produzida a partir de capins, o maior limitante para produção de silagem de milho é o teor de matéria seca no material a ser ensilado.

O momento adequado de colheita do milho para confecção de silagem se dá quando seus grãos encontram-se em estágio pastoso-farináceo, no entanto, nesse momento, a planta encontra-se com teor de matéria seca baixo, entre 20 e 23 %.

Apesar disso, é possível ainda produzir silagens com bom padrão fermentativo. Silagens com teor médio de 23,5% de matéria seca foram classificadas por GUIMARÃES Jr. (2003), após 56 dias de fermentação, como de boa qualidade, de acordo com teores de pH, MS, ácidos orgânicos (acético e butírico), nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (D/VMS).

Entretanto, a incorporação de substâncias que absorvem umidade dentro do silo, como polpa cítrica, milho desintegrado com palha e sabugo, fubá de milho ou sorgo, favorecem o processo fermentativo. A incorporação de 3 a 7% desses aditivos é suficiente para elevar o teor de matéria seca da silagem para 25% de MS, porém a utilização ou não dessa estratégia deverá sempre ser avaliada com base no custo. Outra opção é a pré-murcha da forragem a ser ensilada. Essa prática é eficiente, mas em função do expressivo aumento na mão-de-obra tem se mostrado mais viável para produções de silagem em baixa escala.

AMARAL (2003), trabalhando com várias idades de corte também encontrou quantidade crescente de massa seca, verificou ainda que a massa seca atingiu um ponto máximo até o segundo corte com 90 dias e depois decresceu nos cortes seguintes. Os teores de proteína bruta decresceram à medida que a idade de corte avançou. Houve aumento crescente nos valores do FDN e FDA com o avanço da idade de corte, devido ao aumento da parede celular reduzindo a qualidade da forrageira ao longo do período e diminuição do seu valor nutritivo. Resultado semelhante também foi encontrado por NICOLAU

SOBRINHO (2007) trabalhando com vários tipos de adubação de semeadura para a cultura do milho e, por MULLER et al. (2005), quando trabalharam com cultivo hidropônico de milho.

Trabalhando com três idades de cortes, KOLLET et al. (2006) observaram que à medida, que aumenta a idade de corte aumenta a produção de massa seca. O teor de proteína bruta apresentou decréscimo, os teores de FDN e FDA aumentaram devido a redução de lâminas foliares e aumento das hastes, elevando os componentes fibrosos.

De acordo com GUIMARÃES JR. et al. (2005), não foram observadas alterações significativas nos teores de matéria seca entre os vários materiais originais e a silagem, entre os diferentes tempos de ensilagem, para a mesma cultivar e ainda comparando entre as cultivares na mesma época de ensilagem. Obtiveram também valores de proteína bruta superiores aos encontrados em outras culturas utilizadas para produção de silagem, demonstrando que o valor nutricional da silagem de milho é superior quanto ao seu conteúdo protéico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Produção Animal, da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG), no município de Goiânia-GO, localizada na latitude S 16° 35' 00" e longitude W 49° 16' 00" e altitude de 727 m e na EMBRAPA Arroz e Feijão, distante 12 km da Universidade.

Os experimentos foram realizados no período de safra 2009/2010. O milho integral e sem espiga foi ensilado dia 20/04/2010, o sorgo dia 27/04/2010 e o milheto dia 30/04/2010.

O clima regional segundo a classificação de KÖPPEN (1948) é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e as águas, entre novembro e abril).

As áreas de produção apresentam topografia plana, cuja classificação é Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa e com fertilidade média (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi dividido em três fases:

1. Análise Quantitativa: composição morfo-anatômica, parâmetros agrônômicos, produção de massa seca das plantas forrageiras utilizadas para o processo de ensilagem.

2. Análise Qualitativa: caracterização do processo fermentativo, através da abertura dos mini-silos em diferentes tempos (3, 7, 15, 30, 60, 120 dias) após a ensilagem, procedendo-se as avaliações de perda de efluentes e gases, além da determinação e composição bromatológica e fracionamento de proteína das silagens.

3. Análise Econômica: levantamento dos custos de produção da silagem de milheto em relação a outras culturas forrageiras tradicionais.

Foram avaliados os cultivares de milheto ADR 7010, semeado em espaçamento de 0,50 m, entre linhas, utilizando-se taxa de semeadura de 20 sementes puras viáveis (SPV) por metro linear, adubação de formação (fósforo +

nitrogênio - 133 kg/ha e KCl - 51 kg/ha) e para adubação de cobertura 100 kg de uréia agrícola.

O sorgo avaliado foi o BRS 610, com espaçamento de 0,70 m, e taxa de semeadura de 16 sementes (SPV), por metro linear. Foi utilizado na formação 250 kg/ha da fórmula 05:25:15 e 125 kg de KCl/ha e para adubação de cobertura 205 kg de uréia agrícola por hectare.

O milho foi o cultivar AG 5055, com espaçamento de 0,90 m, com 4 a 5 sementes por metro linear. Na adubação de formação foi utilizada a fórmula 05:25:15, com aplicação de 380 kg/ha. Para adubação de cobertura foram aplicados 222 kg de uréia agrícola por hectare. Os espaçamentos utilizados foram os mais recomendados e utilizados na região para produção de silagem para cada espécie.

Para representar a cana-de-açúcar utilizou-se a cultivar IAC 86-2480 de ciclo (intermediário), com espaçamento entre linhas de um metro. Os dados de produção da cana-de-açúcar foram obtidos em um experimento paralelo, porém não semelhante e, portanto, apenas alguns dados serão considerados para fins de comparação no decorrer do trabalho.

As forrageiras foram escolhidas de acordo com a representatividade atual na atividade pecuária, estando entre as mais utilizadas na região Centro-Oeste e as coletas foram realizadas em áreas comerciais de produção.

Os tratamentos foram constituídos por quatro espécies forrageiras para ensilagem, totalizando cinco formas de silagens: milho, milho integral, milho sem espiga, sorgo e cana-de-açúcar e seis tempos de abertura (3, 7, 15, 30, 60 e 120 dias, após o fechamento dos silos) e 4 repetições para cada tempo de abertura, em esquema fatorial 5x6. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, totalizando 120 silos experimentais.

O tratamento milho sem espiga foi inserido em função de ser comum o fato de pequenos produtores venderem as espigas como milho "*in natura*" para alimentação humana e aproveitarem a forragem para o gado ou ainda, produtores de milho verde que vendem áreas por valor compatível para pecuaristas. Porém, as encontradas na literatura informações sobre esta opção são bastante escassas.

3.1. Avaliação Quantitativa

Neste experimento foi avaliado o desempenho de milho em relação a produção de massa e composição morfo-anatômica, comparada com opções de forrageiras tradicionais utilizadas para ensilagem (milho, milho sem espiga e sorgo).

O estande foi determinado pela contagem do número de plantas nos locais determinados para corte da forragem para produção de matéria seca. Os estandes de plantas de milho e sorgo foram obtidos em quatro metros lineares em quatro pontos da área de produção. Entretanto, no caso do milho, devido a menor quantidade de massa para fins de avaliação foram coletados 12 metros lineares em quatro pontos representativos da área, obtidos aleatoriamente na área de produção.

Após a contagem, as plantas foram cortadas para a determinação da produção de forragem. Em seguida, procedeu-se o corte e as amostras foram identificadas e levadas ao laboratório. As amostras foram pesadas e, em seguida, foram divididas em duas subamostras: a primeira de aproximadamente quatro plantas homogêneas, as quais foram utilizadas para determinação da composição anatômica (lâmina foliar, colmo, panícula e/ou espiga); a segunda subamostra foi retirada após a trituração da forragem para a ensilagem em mini-silos experimentais.

O material estratificado em componentes da primeira sub amostra foi levado à estufa de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas, para determinação da matéria pré-seca.

Para o cálculo da produção por hectare foi considerado o espaçamento utilizado para as diferentes plantas e o cálculo dos componentes foi realizado pela proporção do peso de cada componente em relação a soma do total.

O milho foi cortado quando a planta forrageira alcançou, em média, 22 a 24%, de matéria seca. Neste caso, o procedimento de acompanhamento do estágio de desenvolvimento da forrageira, foi por meio da constatação do teor de matéria seca, o que é realizado no laboratório com a utilização do forno de microondas, segundo metodologia descrita por SANTOS et al., (2004).

O milho foi cortado quando as plantas atingiram o chamado “ponto farináceo-duro”, enquanto que o sorgo foi ensilado no estágio “pastoso”.

3.2. Avaliação Qualitativa

O perfil fermentativo do processo de ensilagem de milheto foi determinado comparando-o as opções de forrageiras tradicionais (milho, milho sem espiga, sorgo e cana-de-açúcar).

O material coletado no campo para avaliação da produção de forragem foi picado para enchimento dos silos. O tamanho da partícula da forragem foi de um a dois centímetros, tendo sido utilizado uma picadeira de forragem. Os silos experimentais de PVC, eram dotados de tampas e fundos móveis, fixados por abraçadeiras. A tampa era dotada de válvula para escape dos gases produzidos no processo fermentativo, porém, impedia a entrada de ar no interior do silo.

Os silos foram pesados, identificados e, em seguida, foi montado o aparato para avaliação de perdas por efluente. Este aparato consistiu numa camada de areia grossa de dois a três centímetros, no fundo do silo, seguido da colocação de duas camadas de tecido de algodão e, por cima, uma tela fina de PVC.

Após montagem do aparato, os silos foram novamente pesados e as misturas foram cuidadosamente colocadas nos silos e compactadas. Na seqüência, os silos foram tampados, pesados novamente e armazenados em local seco e temperatura ambiente fresca.

A abertura dos silos para análise ocorreu aos 3, 7, 15, 30, 60, 120 dias após o fechamento. Por ocasião da abertura, os silos previamente eleitos foram pesados para obtenção dos valores de perdas de gases por diferença de peso. A silagem produzida foi amostrada para determinação do teor de matéria seca e, o restante foi processado para realização das análises químicas.

As amostras destinadas a determinação do teor de matéria pré – seca, foram pesadas, colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C, durante 72 h, e,

posteriormente, pesadas novamente. Parte da silagem produzida em cada tratamento foi congelada para posterior determinação de pH.

As amostras secas a 65°C ,foram moídas em moinho do tipo “Willey”, em peneira com malha de um milímetro, colocadas em recipientes de polietileno com tampa, identificadas e armazenadas para posteriores análises.

Foi avaliado o nível de perdas de matéria seca (por efluentes e por gases) nos seis períodos de abertura dos silos.

As análises bromatológicas das silagens de milheto, milho integral, milho sem espiga, sorgo e cana-de-açúcar foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da UFG, onde foram determinados os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme os métodos recomendados pela AOAC (1990).

As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram efetuadas conforme metodologias propostas por VAN SOEST et al. (1991). Além destas análises, foram realizadas análises de fracionamento da proteína nas amostras de silagem de milheto, sorgo e de milho com e sem espiga.

As determinações de nitrogênio não proteico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente insolúvel em detergente ácido (NIDA), das silagens de milheto, milho integral, milho sem espiga e sorgo foram realizadas segundo a metodologia descrita por LICITRA et al. (1996) enquanto o nitrogênio solúvel (NS), de acordo com KRISHNAMOORTHY et al. (1982). Foram calculadas as frações de proteína com base na metodologia adotada para o programa de Cornell (CNCPS) (SNIFFEN et al., 1992).

A proteína foi calculada para cinco frações, ou seja, fração A, B₁, B₂, B₃ e C, em porcentagem da matéria seca. A fração “A” é constituída de nitrogênio não protéico (NNP), que é de alta digestibilidade no rúmen, foi determinada pela diferença entre o N total e o N insolúvel em ácido tricloroacético (TCA).

A fração “B” representa a proteína verdadeira que é sub-divida em três sub-frações, baseadas na velocidade de degradação ruminal, sendo a B₁, é referente a proteínas solúveis rapidamente degradadas no rúmen (albumina e globulina), foi obtida pela diferença entre o nitrogênio solúvel em tampão borato fosfato (TBF) menos o NNP.

A fração B₂ tem taxa de degradação intermediária (maioria das albuminas e glutelinas) e B₃, constituídas pelas proteínas insolúveis com taxa de degradação intermediária e lenta no rúmen (prolaminas, extensinas e desnaturadas), foram determinadas pela diferença entre a fração insolúvel em TBF e NIDN e, o NIDN, menos o NIDA, respectivamente.

A fração “C”, constituída de proteínas insolúveis e indigeríveis no rúmen e intestinos, foi determinada pelo NIDA (SNIFFEN et al., 1992).

3.3. Delineamento Experimental e Análise estatística

Os dados produtivos foram obtidos de quatro pontos, obtidos aleatoriamente nas áreas de produção. Utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado, com quatro forrageiras e quatro repetições. Os tratamentos das análises qualitativas foram compostos por cinco opções de forragem milheto, milho integral, milho sem espiga, sorgo e cana-de-açúcar associadas a 6 períodos de abertura (3, 7, 15, 30, 60, 120 dias) e 4 repetições em esquema fatorial 5x6, num delineamento inteiramente casualizado, totalizando 120 silos experimentais.

Os dados foram analisados com o auxílio do software R (Development Core Team, 2011). Foi realizada análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey considerando nível de significância de 5%.

3.4. Análise econômica

Foi analisado o custo de produção de silagem de milheto comparada a opções tradicionais de forrageiras.

Para avaliação do custo de produção foram consideradas as atividades de preparo de solo, em função dos respectivos gastos em hora-máquina, os custos com fertilizantes, sementes, herbicidas e ou inseticidas e pulverizações

quando utilizados, e custo da colheita e do processo de ensilagem. Foram considerados neste estudo, apenas os custos operacionais do processo.

Os custos foram demonstrados por hectare e por tonelada de matéria seca produzida e transformados na base de litros de leite.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de massa seca e composição morfo-anatômica

O número de plantas por metro linear foi maior para o sorgo e milheto do que para milho ($P < 0,05$), conforme Tabela 1. Aliado aos espaçamentos de 0,90 m, para o milho, 0,70 m, para sorgo e 0,50 m, para milheto, tradicionalmente utilizados, obteve-se o estande (número de plantas por ha).

O maior estande obtido foi para o milheto com 237 mil plantas, sendo superior ao sorgo que apresentou 145 mil plantas, enquanto que o milho foi o que apresentou o menor estande, 60 mil plantas por ha.

Apesar do maior estande obtido na cultura do milheto, esta foi a que apresentou o menor peso por planta (175 g), não diferindo do sorgo que apresentou plantas com 418 g. A cultura com maior peso por planta foi o milho, em média com 700 g, por planta, mostrando a relação inversa que existe entre densidade de plantas e peso por planta.

A produção de forragem é uma relação entre o número de plantas por área e o peso por planta, desta forma, o sorgo apresentou a maior produção de forragem em relação às demais.

As forrageiras foram colhidas nos seus respectivos pontos de ensilagem.

O teor de matéria seca do milho integral foi superior aos teores de MS do sorgo e milheto, porém não diferiu ($P > 0,05$) do teor de MS do milho sem espiga.

Aliando-se a produção de forragem ao teor de matéria seca, verifica-se que o milho integral e o sorgo foram os que apresentaram as maiores produções de matéria seca, seguido pelo milho sem espiga que se assemelhou a produção de MS do milheto.

O teor de matéria seca é considerado um dos mais importantes fatores que contribuem para a obtenção de boa silagem. Vários autores recomendam que a planta de milho deva ser colhida nos intervalos de 30 a 35% de MS para confecção de silagens (NUSSIO et al., 2001), pois a porcentagem de MS e de

grãos na silagem de milho é afetada substancialmente pelo estágio de desenvolvimento em que a planta de milho é colhida, além da cultivar utilizada.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para todos os parâmetros avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação agrônômica dos parâmetros: plantas/m linear (Pls/m), estande (Pls/ha), peso por planta (kg/pl), produção de massa verde (PMV) (kg/ha) e produção de massa seca (PMS) (kg/ha) das espécies forrageiras utilizadas para produção de silagem.

Forrageiras	Plantas/ metro	estande (pls/ha)	Peso/planta (kg/pl)	PMV (Kg/ha)	PMS (kg/ha)
Milheto	11,9 ^a	237.083 ^a	0,175 ^b	40.796 ^b	9.742 ^b
Milho Integral	5,6 ^b	62.500 ^c	0,803 ^a	50.208 ^b	20.095 ^a
Milho s/ espiga	5,3 ^b	58.333 ^c	0,672 ^a	39.195 ^b	12.307 ^b
Sorgo	10,2 ^a	145.538 ^b	0,418 ^{ab}	60.430 ^a	14.746 ^{ab}

Médias na mesma coluna precedidas por letras iguais, não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

O milheto e o sorgo forrageiro apresentaram os maiores valores de plantas por metro linear, estatisticamente semelhantes, porém, superiores aos encontrados para o milho que se equivaleram em ambas as formas, milho integral e sem espiga (Tabela 1).

O peso por unidade de planta é um dos parâmetros mais interessante quando se avalia a produção de forragem. Na avaliação dos parâmetros anteriores, observou-se que o milho sempre foi superado pelas demais forrageiras, entretanto, quando se trata de produção de massa verde ou massa seca, ocorreu justamente o inverso, ou seja, o milho apresentou maior potencial de produção (Tabela1).

O milho em suas duas formas apresentou o melhor desempenho em termos de peso por unidade de planta, com valores médios de 0,803 e 0,672 g,

equivalente ao sorgo com 0,418 g, os quais superaram o milho, cujo valor médio por unidade de planta foi de apenas 0,175 g.

As produções de MV e MS apresentaram resultados bastante semelhantes (Tabela 1), pois são parâmetros diretamente relacionados com os teores de matéria seca determinados na planta no momento de corte. A produção de MV do sorgo foi da ordem de 60,4 ton/ha, que diferiu ($P<0,05$) das demais forrageiras que apresentaram valores de produção semelhantes, com valores de 50,2; 39,2 e 40,8 ton/ha, para o milho integral, sem espiga e milho, respectivamente. GOMES et. al. (2006) obtiveram produções de matéria verde de sorgo que variaram de 17 a 57 ton/há, conforme a cultivar utilizada.

Quanto a produção de MS, o milho integral, com teor de MS de 40%, e o sorgo com 24,4% de MS, equivaleram-se estatisticamente, com produções de 20,1 e 14,7 ton/ha, enquanto o sorgo apresentou produção estatisticamente semelhante ao milho sem espiga e ao milho, com teores de matéria seca da ordem de 31,4 e 23,8%, proporcionando valores de produção de MS equivalentes estatisticamente, de 12,3 e 9,7 toneladas. GOMES et. al. (2006) obtiveram valores de produção de matéria seca de sorgo variando de 7 a 15 toneladas, conforme o cultivar utilizado.

Foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) em relação à composição morfo-anatômica das plantas avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da composição morfológica de diferentes espécies forrageiras avaliadas, de folhas verdes (FV), folhas mortas (FM), colmo (COL), panículas (PAN) e/ou espigas (ESP) utilizadas para produção de silagem.

Forrageiras	% FV	% FM	% COLMO	% PAN/ESP
Milho	52,3 ^a	2,2 ^a	35,9 ^b	9,6 ^{c*}
Milho Integral	15,0 ^{c*}	1,3 ^a	48,1 ^{b*}	35,5 ^a
Milho s/espiga	26,4 ^b	2,8 ^a	70,8 ^a	0,0 ^d
Sorgo	14,4 ^c	3,4 ^a	62,3 ^a	19,9 ^b

Médias na mesma coluna precedidas por letras iguais, não diferem entre si ($P<0,05$) * $P<0,07$

O milheto foi a cultura que apresentou maior proporção de folhas verdes, com valor médio de 52,3%, o que corresponde ao dobro da proporção de folhas apresentada pelo milho sem espiga, enquanto o milho integral (15%) e o sorgo (14,4%) se equivaleram, proporcionalmente (Tabela 2).

Os valores de proporção de folhas verdes encontradas por GOMES et al. (2006), em diferentes cultivares de sorgo variou de 7,5 a 11,8%, sendo essa variação inversamente relacionada a altura da planta e proporção de colmos. Em relação à proporção de folhas mortas as forrageiras ($P>0,05$) não diferiram estatisticamente.

A presença do colmo como componentes das plantas forrageiras apresentaram diferenças ($P>0,05$) em suas proporções, sendo que o milho sem espiga e o sorgo se equivaleram em suas participações, com médias de 70,8 e 63,2%, respectivamente, superando o milho integral com 48,1% e milheto, com 35,9% de colmos (Tabela 2).

Diferentes cultivares de sorgo analisados por GOMES et. al. (2006) apresentaram 78 a 80% de colmos na composição da silagem, sendo que esta fração varia com a altura da planta. Segundo ZAGO (1997), híbridos mais altos apresentam maiores porcentagem de colmos, chegando a valores mínimos de 30% em plantas mais baixas.

A proporção de colmos na planta forrageira destinada a produção de forragem e, principalmente na ensilagem, tem uma importância fundamental na nutrição e alimentação animal, tendo em vista a baixa digestibilidade apresentada por esta estrutura das plantas, que é caracterizada pela grande presença de carboidratos estruturais de baixo aproveitamento em nível de rumem.

Portanto, a determinação do momento ideal de corte da forrageira destinado ao processo da ensilagem, torna-se imprescindível, como um dos fatores responsável pela produção de silagem de boa qualidade.

As proporções de espiga/panícula diferiram ($P<0,05$) entre as forrageiras, sendo que o milho integral apresentou a maior concentração (35,5%), diferindo do sorgo e do milheto, com valores de 19,9 e 9,6%, respectivamente.

Segundo MELO et. al. (1999), os valores de proporção de espiga em diferentes cultivares de milho variou entre 34 e 44%. Já para sorgo, as variações

na proporção de panículas, segundo GOMES et al. (2006), são mais amplas que as verificadas para o milho, sendo elas de 9 a 53%.

A presença de grãos na planta forrageira destinada ao processo da ensilagem deve ser analisada sob dois aspectos: a) a concentração de carboidratos solúveis em água, principal substrato para a produção de ácido láctico, ao qual cabe a responsabilidade da redução do pH, fazendo com que o processo fermentativo transcorra de forma adequada e b) os grãos, por apresentarem alto grau de digestibilidade, recomenda-se que as plantas apresentem a maior proporção possível por ocasião da ensilagem. Além do mais, deve-se ainda destacar que a presença dos grãos está diretamente relacionada com o teor de proteína bruta a ser determinada na silagem produzida.

4.2. Parâmetros Fermentativos

4.2.1. Teor de matéria seca (MS)

Os teores de MS do material original diferiram ($P < 0,05$) entre as plantas forrageiras avaliadas, com variação de 40,0%, no milho integral, a 23,8%, no milheto

AMARAL et al. (2008) obtiveram teores de matéria seca variando de 21 a 36%, em silagens de milheto confeccionadas em diferentes idades de corte (70, 90 e 110 dias).

Entretanto, nas silagens das diferentes espécies forrageiras foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todos os tempos de abertura dos silos, enquanto dentre as espécies, apenas as silagens de cana-de-açúcar e sorgo ($P < 0,05$) das demais.

O sorgo apresentou teores semelhantes ao milho, a ausência da espiga reduziu em mais de 15% o teor de matéria seca em relação a silagem de milho integral. De acordo com COSTA et al. (2000), a retirada total das espigas comprometeu o teor de matéria seca da silagem de milho, entretanto, uma

retirada de 25% de espigas não afetou o teor de matéria seca da silagem obtida com milho com diferentes proporções de retirada de espiga (100, 75, 50, 25 e 0 %). O milho integral apresentou o maior teor de matéria seca no momento da ensilagem, seguido pela cana-de-açúcar e sorgo.

O milho foi a forrageira que apresentou o menor teor de matéria seca no momento da ensilagem, mesmo assim, não houve grandes mudanças nos teores de matéria seca durante o processo fermentativo (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios dos teores de matéria seca (MS) determinados nos diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.

Variedades	% MS	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	-	27,08 ^{ABb}	27,37 ^{ABab}	27,00 ^{ABb}	27,09 ^{ABab}	24,08 ^{Bb}	28,52 ^{Aa}
Milheto	23,8 ^B	21,21 ^{Ac}	21,13 ^{Ad}	21,05 ^{Ad}	21,62 ^{Ac}	21,9 ^{Ab}	19,85 ^{Ac}
Milho Int.	40,0 ^A	30,64 ^{Aa}	30,41 ^{Aa}	30,25 ^{Aa}	30,23 ^{Aa}	29,91 ^{Aa}	29,71 ^{Aa}
Milho s/esp	31,4 ^{Ab}	26,87 ^{Ab}	24,44 ^{ABbc}	24,55 ^{ABbc}	23,89 ^{ABbc}	21,94 ^{Bb}	24,40 ^{ABb}
Sorgo	24,4 ^B	23,33 ^{ABc}	24,10 ^{ABcd}	23,20 ^{ABcd}	21,29 ^{Bc}	22,36 ^{ABb}	25,17 ^{Ab}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os teores de MS da massa ensilada diferiram ($P < 0,05$) entre as plantas forrageiras avaliadas, com variação de 40,0% no milho integral, a 23,8% no milho, tal variação pode ter ocorrido dentro das silagens, devido ao teor de MS no momento de corte de cada forrageira.

GUIMARÃES Jr. et al. (2005), analisaram silagem de milho em diferentes tempos de fermentação com teores de MS que variaram de 23 a 24,5%.

Entretanto, nas silagens das diferentes espécies forrageiras foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todos os tempos de abertura dos silos, enquanto dentre as espécies, apenas as silagens de cana-de-açúcar e o sorgo diferiram ($P < 0,05$) das demais.

4.2.2. pH

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) nos valores de pH entre as silagens avaliadas e o tempo de abertura dos silos, com variação de 3,0 (cana-de-açúcar), no T120 (Tabela 4), que foi superada pelas demais espécies, até 4,3, determinado no T3 e T120 na silagem de milho. Os valores de pH obtidos por AMARAL et al. (2008), foram em média 3,6, para diferentes cultivares de milho. GUIMARÃES Jr. et al. (2005) também obtiveram valores de pH da ordem de 3,6. Contudo, valores da ordem de 3,74 a 4,35 foram encontrados em silagens de milho por FRANÇA & MADUREIRA (1989).

Tabela 4 - Valores médios do potencial hidrogeniônico (pH) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.

FORAGEIRAS	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	3,71 ^{Ab}	3,63 ^{Ab}	3,67 ^{Ab}	3,24 ^{Bb}	3,18 ^{Bc}	2,97 ^{Cc}
Milho	4,28 ^{Aa}	4,08 ^{Ba}	4,08 ^{Ba}	4,17 ^{ABa}	4,20 ^{Aba}	4,28 ^{Aab}
Milho Inteiro	4,15 ^{Aa}	4,19 ^{Aa}	4,13 ^{Aa}	4,12 ^{Aa}	4,20 ^{Aa}	4,15 ^{Aab}
Milho s/esp.	4,16 ^{Aa}	4,19 ^{Aa}	4,09 ^{Aa}	4,09 ^{Aa}	4,20 ^{Aa}	4,12 ^{Ab}
Sorgo	4,24 ^{ABa}	4,11 ^{BCa}	4,21 ^{ABCa}	4,20 ^{ABCa}	4,06 ^{Cb}	4,26 ^{Aa}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Embora os valores de pH tenham apresentado diferença ($P < 0,05$), os mesmos encontram-se dentro da faixa preconizada por McDONALD (1978), como sendo ideais para conservação das silagens. Apesar da retirada das espigas do milho, o que contribuiu para reduzir o teor de MS da silagem, o pH se manteve em torno de 4,0, estando este em patamares mais adequados a fermentação que os obtidos por COSTA et al. (2000), em silagem de milho sem espiga (3,63 a 3,87).

Silagens com elevados teores de umidade são mais propensas a desenvolver fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, apresentam maior resistência ao abaixamento do pH (Mc DONALD et al., 1991). Ainda, segundo os

autores, a produção e acúmulo de ácido láctico no processo da ensilagem são os responsáveis direto pelo abaixamento do pH, tornando assim, o principal responsável pela conservação da silagem.

Portanto, os valores de pH determinados nas silagens nos diferentes tempos de abertura dos silos podem ser considerados satisfatórios, tendo em vista a prevalência na faixa de 4,2, para maioria das espécies e tempos, exceto para a silagem de cana-de-açúcar, cujo pH apresentou-se na faixa de 3,0 a 3,7.

4.2.3. Teor de proteína bruta (PB)

Os teores de PB diferiram ($P < 0,05$) entre as silagens de todas as espécies forrageiras avaliadas, em todos os tempos de abertura dos silos, enquanto as espécies forrageiras de milho e sorgo diferiram apenas nos tempos em relação às demais (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios de proteína bruta (PB) determinados em diferentes tempos de abertura dos mini silos durante o processo fermentativo das forrageiras avaliadas.

Variedades	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	0,7 ^{Ac}	1,25 ^{Ac}	1,36 ^{Ac}	0,94 ^{Ac}	1,07 ^{Ac}	1,63 ^{Ac}
Milheto	8,87 ^{Ca}	14,44 ^{Aa}	11,97 ^{Ba}	9,32 ^{Ca}	12,03 ^{Ba}	12,16 ^{Ba}
Milho Inteiro	7,11 ^{Aab}	7,11 ^{Ab}	8,73 ^{Ab}	7,76 ^{Aab}	7,87 ^{Ab}	8,91 ^{Ab}
Milho s/esp.	7,75 ^{Aab}	7,53 ^{Ab}	8,71 ^{Ab}	8,28 ^{Aa}	8,36 ^{Ab}	7,90 ^{Ab}
Sorgo	6,38 ^{BCb}	7,29 ^{BCb}	9,49 ^{Ab}	5,81 ^{Cb}	8,32 ^{Bb}	8,02 ^{ABb}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores de PB observados por AMARAL et al. (2008) em silagem de milho, obtidas de diferentes cultivares e idades de corte, variaram de 7 a 9,5%.

GUIMARÃES JR. et al. (2005), obtiveram silagem de milho com teores de PB próximos a 11%, dependendo do cultivar utilizado.

As demais silagens apresentaram padrão de comportamento muito semelhante em relação às concentrações de proteína bruta, com teores acima do limite considerado necessário para atender às exigências dos microorganismos do rúmen. A exceção foi observada para a silagem da cana-de-açúcar, cujos teores de PB apresentaram variação de 0,7 a 1,6%, os quais se encontram muito abaixo do limite de 7,0%, necessários para o desenvolvimento das atividades ruminais.

Valores de PB encontrados na literatura para silagem de sorgo de diferentes cultivares variaram de 3 a 7% (GOMES et al., 2006). Silagens confeccionadas com milho sem espiga apresentaram teores de PB ao redor de 8% (FERREIRA et al. 2005), enquanto para o milho integral os teores são da ordem de 8,4% (RODRIGUES et al., 2002).

Segundo VAN SOEST (1994), os teores de PB não apresentam variações significativas ao longo do processo fermentativo, muito embora as frações nitrogenadas possam apresentar alterações em diversas proporções.

De acordo com Mc DONALD et al. (1991), aproximadamente, 20% da PB se encontra na forma de proteína verdadeira, enquanto os 80% restante é composto por nitrogênio não protéico. Este comportamento da acelerada modificação da fração protéica faz com que a PB da silagem seja mais solúvel e mais rapidamente disponível para as atividades microbianas, o que provavelmente, venha acarretar desequilíbrio na relação energia / proteína no rúmen, trazendo assim, prejuízo na eficiência de síntese de proteína microbiana (HARRISON et al., 1994).

4.2.4. Teor de fibra em detergente neutro (FDN)

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os teores de FDN determinados nas espécies forrageiras, apenas nos tempos T3 e T7, enquanto as silagens diferiram seus teores de FDN, somente com a cana-de-açúcar e milho planta inteira (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das silagens avaliadas.

Forrageiras	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	41,38 ^{Bb}	48,26 ^{ABb}	60,86 ^{Aa}	48,10 ^{Aba}	52,69 ^{Abc}	55,99 ^{Aba}
Milheto	54,49 ^{Aab}	65,31 ^{Aa}	58,23 ^{Aa}	54,90 ^{Aa}	68,00 ^{Aa}	54,03 ^{Aa}
Milho Inteiro	50,29 ^{Bab}	52,80 ^{Bab}	70,98 ^{Aa}	53,49 ^{Ba}	49,67 ^{Bc}	63,75 ^{Aba}
Milho s/esp.	64,51 ^{Aa}	60,91 ^{Aab}	57,97 ^{Aa}	58,33 ^{Aa}	61,75 ^{Aabc}	52,08 ^{Aa}
Sorgo	58,94 ^{Aa}	53,39 ^{Aab}	65,21 ^{Aa}	56,39 ^{Aa}	64,64 ^{Aab}	55,36 ^{Aa}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Normalmente, a elevação dos teores de FDN durante o processo da ensilagem, ocorre provavelmente, em função da perda de carboidratos solúveis, os quais são transformados em ácidos e, no caso da cana-de-açúcar, em etanol e CO_2 . Por outro lado, a redução da fibra em detergente neutro durante o processo fermentativo, ocorre devido à solubilização da hemicelulose através dos micro-organismos hemicelulolíticos.

A redução dos teores de FDN, pode em termos teóricos beneficiar a ingestão voluntária animal, enquanto a elevação, além de estar negativamente correlacionada com a ingestão voluntária, em função do enchimento do espaço ruminal, tendo em vista o elevado teor de matéria seca, o que reduz a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo, bem como a digestibilidade do alimento (RESENDE et al., 1994). Ainda, segundo VAN SOEST (1965), os teores de FDN acima de 60%, se constituem num dos fatores limitantes do consumo de matéria seca.

Os teores de FDN das silagens avaliadas apresentaram comportamento bastante semelhante para a cana-de-açúcar, milho e milho integral, com valores inicialmente, na faixa de 41,4; 54,5% e 50,9%, respectivamente, determinados no T3, sendo que partir deste momento ocorreram oscilações de elevação e queda até o T120.

Entretanto, para o milho sem espiga e sorgo, os valores iniciais determinados no T3, decresceram no T7, sendo que partir deste momento o padrão fermentativo também apresentou oscilações até o T120.

Tomando por base as recomendações de VAN SOEST (1965), pode-se considerar que o melhor momento para a abertura dos silos determinado nesta pesquisa se situa no T30, em que as silagens das diferentes espécies forrageiras apresentaram os teores de FDN com variação de 48,1 a 58,3%, para a cana-de-açúcar e o milho sem espiga, respectivamente.

Os teores de FDN obtidos para silagem para capim-mombaça foram da ordem de 66%, segundo ZANINE et al. (2006), enquanto que valores da ordem 45 a 57% foram relatados nas silagens de capim-mombaça aditivadas com 40 e 20% de farelo de trigo, respectivamente.

Para silagem de milho os teores de FDN obtidos por MELO et al. (1999), variaram de 43 a 61%, conforme a cultivar utilizada. A cultivar AG 5051 utilizada neste experimento apresentou teores de FDN em torno de 52%. Para cultivares de milho sem espiga, os teores de FDN variaram de 55 a 71% (FERREIRA et al., 2005). Para silagem de sorgo, os teores de FDN variaram de 43 a 65%, conforme o cultivar analisado (GOMES et al., 2006).

4.2.5. Teor de fibra em detergente ácido (FDA)

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os teores de FDA das silagens das espécies forrageiras avaliadas em todos os tempos de abertura os silos, exceto no T7 e T120, enquanto dentre as espécies o milheto e sorgo forrageiro se equivaleram, mas diferiram das demais forrageiras (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de fibra em detergente ácido (FDA) determinados em diferentes tempos de abertura dos silos das forrageiras avaliadas.

Variedades	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	24,98 ^{Bb}	28,67 ^{Aba}	29,91 ^{Aba}	27,90 ^{ABb}	29,41 ^{ABab}	33,03 ^{Aa}
Milheto	30,51 ^{Aab}	33,13 ^{Aa}	33,75 ^{Aab}	35,21 ^{Aa}	35,49 ^{Aa}	33,23 ^{Aa}
Milho Inteiro	25,62 ^{ABb}	27,02 ^{Aa}	28,94 ^{Aab}	18,99 ^{Bc}	26,39 ^{Ab}	28,23 ^{Aa}
Milho s/esp.	32,91 ^{ABa}	31,11 ^{ABa}	26,00 ^{Bb}	34,47 ^{Aab}	30,68 ^{ABab}	32,68 ^{ABa}
Sorgo	29,64 ^{Aab}	31,22 ^{Aa}	29,60 ^{Aab}	29,60 ^{Aab}	35,42 ^{Aa}	31,04 ^{Aa}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A exemplo do que ocorreu com a proteína bruta, onde seus teores permaneceram numa faixa, praticamente, estável, com exceção da cana-de-açúcar, os teores de FDA, também se mantiveram bastante semelhantes, sem grandes oscilações, levando-se a acreditar que tenha se verificado um baixo nível de degradação ao longo do processo fermentativo.

Os valores de FDA determinados nesta pesquisa se encontram na faixa de 25,0 a 35,5%, valores estes que situam dentro da faixa de 35,3%, determinado por NEUMANN et al. (2002). A importância da FDA, diz respeito ao conceito de digestibilidade da matéria seca.

De acordo com ZANINE et al. (2006), os teores de FDA para silagem de capim mombaça foram da ordem de 39% e, quando aditivado com 20% de farelo de trigo, esses valores atingiram 29%.

MELO et al. (1999), obtiveram valores entre 22 e 34%, de FDA para silagem de milho de diferentes cultivares. Os valores de FDA encontrados neste experimento variaram entre 25 e 28%, durante o processo fermentativo. Quando retirada as espigas, os valores de FDA variaram de 26 a 38%, sendo esses valores maiores que os observados para o milho integral em função da redução proporcional da quantidade de carboidratos não estruturais das espigas (FERREIRA et al., 2005).

Apesar de uma variação mais ampla, os teores de FDA para silagem de diferentes cultivares de sorgo (22 a 30%) são semelhantes aos observados para o milho.

4.2.6. Teor de lignina

Conforme se verifica na (Tabela 8), os teores de lignina apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) nos tempos de abertura dos silos e entre as espécies forrageiras avaliadas, com variação de 2,0 a 6,1%, determinados no sorgo (T30) e na cana-de-açúcar (T120), respectivamente.

Tabela 8 - Valores médios dos teores de lignina (LIG) determinados nas silagens em diferentes tempos de abertura dos silos.

Variedades	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	4,39 ^{Ca}	4,37 ^{Ca}	4,54 ^{Ca}	5,11 ^{Ba}	4,42 ^{Ca}	6,16 ^{Aa}
Milheto	3,18 ^{Cb}	4,01 ^{Abab}	3,66 ^{BCb}	3,3 ^{Cb}	4,47 ^{Aa}	2,16 ^{Dc}
Milho Inteiro	2,15 ^{Ac}	2,41 ^{Ac}	2,4 ^{Ac}	2,37 ^{Ac}	2,34 ^{Ac}	1,26 ^{Bd}
Milho s/esp.	3,53 ^{Ab}	3,78 ^{Ab}	3,62 ^{Ab}	2,84 ^{Bbc}	3,51 ^{Ab}	3,53 ^{Ab}
Sorgo	3,10 ^{ABCb}	2,76 ^{BCc}	2,00 ^{Dc}	2,64 ^{Cc}	3,38 ^{Ab}	3,25 ^{ABb}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os teores de lignina diferiram ($P < 0,05$) entre os tempos de abertura dos silos e a as espécies forrageiras avaliadas, com variação de 1,2 a 6,2%, ambos no T120, determinados no milho integral e na cana-de-açúcar, respectivamente.

Observa-se que os valores determinados para (LIG), apresentaram um comportamento semelhante aos da FDA, exceto para cana-de-açúcar (T120), corroborando as afirmações de VAN SOEST (1994) de que esta fração se

mantém estável na fase fermentativa da massa ensilada e que elas só decrescem em função da presença de fungos aeróbicos.

4.2.7. Perdas por gases

Conforme se observa na Tabela 9, ocorreram diferenças significativas para produção de gás em todos os tempos de abertura dos silos, enquanto dentre as espécies forrageiras ensiladas, apenas a cana-de-açúcar ($P < 0,05$) das demais a partir do T15.

A produção de gás durante o processo de ensilagem é decorrente de fermentações secundárias exercidas por enterobactérias, bactérias do gênero *Clostridium* e microorganismos aeróbicos, que normalmente crescem em meios com pH mais elevados.

Tabela 9 - Perdas por gases em diferentes forragens durante o processo fermentativo.

Forrageiras	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Cana	14,37 ^{aA}	16,07 ^{aA}	7,83 ^{aBC}	8,43 ^{aB}	8,81 ^{aB}	5,35 ^{aC}
Milheto	0,0 ^{bA}	0,29 ^{bA}	0,66 ^{bA}	0,51 ^{bA}	1,10 ^{bA}	0,40 ^{bA}
Milho Inteiro	0,47 ^{bA}	0,68 ^{bA}	0,93 ^{bA}	0,99 ^{bA}	1,84 ^{bA}	0,54 ^{bA}
Milho s/esp.	0,47 ^{bA}	0,63 ^{bA}	0,25 ^{bA}	0,73 ^{bA}	0,43 ^{bA}	1,24 ^{bA}
Sorgo	0,29 ^{bA}	0,87 ^{bA}	1,18 ^{bA}	1,42 ^{bA}	2,07 ^{bA}	1,07 ^{bA}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

4.2.8 Perdas por efluentes

Houve variação das perdas por efluentes durante o período de fermentação, apenas para a cana-de-açúcar (Tabela 10). Os valores foram aumentando até os 60 dias de fermentação, com redução após 120 dias.

De acordo com CARNEVALLI et al. (2010), as perdas por efluentes observadas na cana-de-açúcar são devidas ao baixo teor de matéria seca, sendo elevadas mesmo quando aditivadas com material seco, porém não higroscópicos. Quando utilizado farelo de trigo na silagem na proporção de 20%, foi possível reduzir as perdas por efluentes a valores próximo a zero em silagem de capim-mombaça, por ser o farelo altamente absorvente (ZANINE et al., 2006).

Tabela 10 - Perda por efluentes em diferentes forrageiras durante o processo fermentativo.

Forrageiras	T 3	T 7	T 15	T 30	T 60	T 120
Cana	14,37 ^{Ca}	16,07 ^{BCa}	17,93 ^{ABCa}	19,27 ^{Aba}	21,33 ^{Aa}	2,83 ^{Dab}
Milheto	2,52 ^{Abc}	2,55 ^{Abc}	3,95 ^{Abc}	4,52 ^{Abc}	5,0 ^{Ab}	5,25 ^{Aab}
Milho Inteiro	0,72 ^{Ac}	0,45 ^{Ac}	0,55 ^{Ac}	1,15 ^{Accd}	1,35 ^{Ab}	1,65 ^{Ab}
Milho s/ esp	0,42 ^{Ac}	0,32 ^{Ac}	0,47 ^{Ac}	0,27 ^{Ad}	1,72 ^{Ab}	2,82 ^{Aab}
Sorgo	5,02 ^{Ab}	6,05 ^{Ab}	5,15 ^{Ab}	7,15 ^{Ab}	4,47 ^{Ab}	5,60 ^{Aa}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para as demais forrageiras, as perdas por efluentes foram mais elevadas para aquelas cujo teor de matéria seca na colheita foram mais baixos para sorgo e milheto (Tabela 10). De acordo com LOURES et al. (2005), silagens com menores teores de MS apresentam maiores perdas por efluentes, efeito esse observado pelos autores em silagens de capim-tanzânia com diferentes graus de emurhecimento.

Apesar do milho sem espiga ter reduzido o teor de matéria seca em relação ao milho integral, mesmo assim não foi suficiente para alterar o perfil fermentativo no que refere-se às perdas por efluentes. Contudo, os valores de

perdas por efluentes ficaram em patamares bastante baixos quando comparados a literatura. Segundo PEDROSO (2003), as perdas obtidas em silagem de cana com diferentes aditivos foram da ordem de 20 kg por tonelada de matéria verde. Neste estudo, a silagem de cana atingiu valores de até 200 kg/ton MV e as demais silagens variaram de 2 a 50 kg/ton MV.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação a produção de efluentes em todos tempos de abertura dos silos, porém, entre as espécies forrageiras avaliadas apenas a cana-de-açúcar diferiu das demais.

Alguns fatores, tais como, o teor de matéria seca, natureza do silo, grau de compactação exercido, além do processamento físico da forragem, exercem influência na produção de efluentes. A forragem quando ensilada com alto teor de umidade, ocasiona perda de MS através do efluente que pode atingir até 10%, entretanto, quando o teor de MS se encontra numa faixa de 30%, a produção de efluente torna-se insignificante (HAIGH, 1999).

A produção excessiva de efluente ao longo do processo fermentativo é responsável pela elevação dos componentes fibrosos, principalmente em função da lixiviação dos compostos solúveis em água (VAN SOEST, 1994).

4.2.9. Perdas totais

Na Tabela 11, verificam-se as perdas totais (gases + efluentes) para as diferentes forrageiras.

As perdas totais na cana-de-açúcar foram superiores variando de 8 a 32%, enquanto as demais forrageiras variaram de 0,9 a 8,5%. O sorgo e o milheto apresentaram perdas entre 2,5 a 7%, maiores que os tratamentos de milho com variação de 0,9 a 4%.

Os maiores valores de perdas totais estão relacionados aos menores valores de MS da silagem, de acordo com ZANINE et al. (2006), pequenas elevações do teor de MS com adição de farelo de trigo, material absorvente, são suficientes para aumentar a recuperação de MS.

Tabela 11 - Perdas totais em diferentes forrageiras durante o processo fermentativo.

FORAGEIRAS	T 3	T 7	T 15	T 30	T 60	T 120
Cana	28,69 ^{Aba}	32,14 ^{Aa}	25,78 ^{Ba}	27,72 ^{Aba}	30,25 ^{Aba}	8,16 ^{Ca}
Milheto	2,52 ^{Abc}	2,84 ^{Abc}	4,6 ^{Abc}	5,03 ^{Abc}	6,06 ^{Abc}	5,66 ^{Aab}
Milho Int.	1,19 ^{Abc}	1,12 ^{Ac}	1,48 ^{Ac}	2,16 ^{Ac}	3,20 ^{Abc}	2,21 ^{Ab}
Milho s/esp	0,89 ^{Ac}	0,97 ^{Ac}	0,74 ^{Ac}	0,92 ^{Ac}	2,18 ^{Ac}	4,05 ^{Aab}
Sorgo	5,33 ^{Ab}	6,91 ^{Ab}	6,33 ^{Ab}	8,57 ^{Ab}	6,54 ^{Ab}	7,03 ^{Aa}

Médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

4.2.10 Fracionamento de Proteína

Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para a fração A, nos diferentes tempos de abertura dos silos, exceto nos T30 e T60, sendo que dentre as espécies forrageiras, apenas o milho sem espiga diferiu das demais.

A fração A, que é caracterizada em função alta degradabilidade ruminal apresentou variação de 12,8%, para o sorgo, no T3, a 36,8%, milho sem espiga, no T120.

Os valores de fração A, determinados nesta pesquisa, de modo geral, se encontram abaixo da faixa determinada por FERNANDES (2006) e CARVALHO et al. (2008), quando avaliaram silagens de sorgo e capim-elefante, com teores desta fração da ordem de 57,8 e 47,6%, respectivamente.

Altos valores da fração A, é indicativo da menor presença de aminoácidos livres e pequenos peptídeos no tecido da planta, muito embora a resposta possa estar muito relacionada aos efeitos fisiológicos de crescimento da planta, através da interferência dos fatores climáticos na translocação do NNP.

Tabela 12 - Valores médios do fracionamento da proteína determinado para fração A, B₁, B₂, B₃ e C, nos diferentes tempos de abertura dos silos experimentais.

Fração A						
Variedade	T3	T7	T15	T30	T60	T120
Milheto	28,85 ^{Aa}	26,52 ^{Aab}	29,15 ^{Aab}	29,62 ^{Aa}	23,85 ^{Aa}	33,62 ^{Aa}
Milho Int.	22,62 ^{Aab}	23,3 ^{Aab}	17,35 ^{Ab}	25,72 ^{Aa}	23,10 ^{Aa}	26,85 ^{Aab}
Milho/esp.	25,35 ^{ABab}	30,22 ^{ABa}	35,65 ^{Aa}	17,15 ^{Ba}	29,15 ^{ABa}	36,82 ^{Aa}
Sorgo	12,87 ^{Ab}	13,01 ^{Ab}	20,0 ^{Ab}	24,87 ^{Aa}	18,07 ^{Aa}	13,25 ^{Ab}

Frações				
	B ¹	B ²	B ³	C
Milheto	43,09 ^a	26,54 ^a	0,80 ^b	0,94 ^b
Milho Int.	45,81 ^a	27,57 ^a	1,57 ^{b*}	1,87 ^a
Milho/esp.	44,57 ^a	24,52 ^a	10,7 ^a	1,14 ^{ab}
Sorgo	56,97 ^a	16,09 ^b	8,13 ^a	1,77 ^a

Na fração A - médias na mesma linha precedidas por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si nos tempos de abertura dos silos e valores nas colunas com as mesmas letras minúsculas não são diferentes entre as variedades (P<0,05), nas demais frações médias na mesma linha precedidas por letras iguais, não diferem entre si (P<0,05). * P<0,07

O teor de matéria seca determinado na matéria original por ocasião da ensilagem pode influenciar nos valores da fração A. Portanto, silagens com teores de MS semelhantes podem apresentar fração A, diferentes em função de diversos fatores, dentre eles podemos citar o teor de proteína bruta antes da ensilagem e também do processo fermentativo, já que boa parte da proteína é convertida em NNP, em decorrência da proteólise (PIRES et al., 2009; ANDRADE et al., 2010). Provavelmente, esta pode ser uma explicação para os valores de fração A, determinada nas silagens avaliadas nos diferentes tempos de abertura dos silos, valores que podem ser considerados abaixo daqueles normalmente determinados para silagens.

A fração B₁, constituída de proteínas solúveis rapidamente degradáveis no rúmen, apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as silagens avaliadas, com variação de 43,09 a 56,9%.

Geralmente, os valores desta fração, em se tratando de plantas forrageiras, pouco representa, pois normalmente os valores se situam abaixo de 10% do total da proteína.

Neste caso, quando somado a fração A, também de natureza solúvel, tem-se outro conceito, pois quanto mais altos os seus valores quando somados, maior se torna a necessidade de suprimento de carboidratos de rápida degradação, visando o sincronismo de fermentação de carboidratos e proteínas em nível de rúmen.

A fração B₂, definida como proteína verdadeira com taxa de degradação intermediária diferiu ($P < 0,05$) apenas para a silagem de sorgo, com valor médio de 16,1%, enquanto as demais se equivaleram com variação de 24,5 a 27,6%.

Os resultados determinados para esta fração são indicativos de que quanto maiores os seus valores, menores teores de proteína se ligaram à fibra e, assim, maior quantidade de proteína verdadeira estará disponível para os micro-organismos ruminais.

A fração B₃, proteína insolúvel com taxa de degradação lenta apresentou diferença significativa entre as silagens, com variação de 0,8 a 8,13%

A fração C, que representa a porção da proteína insolúvel não digerida no rúmen e intestino, diferiu ($P < 0,05$) com variação de 0,94 a 1,87%.

Segundo VAN SOEST (1994), valores elevados da fração C, determinados nas silagens é decorrente da formação de produtos da reação de *Maillard*, tendo em vista a elevação da temperatura que ocorre em silagens processadas com elevado teor de umidade.

Na presente pesquisa, os valores encontrados para a fração C, se encontram abaixo daqueles relatados na literatura. Na fração C, houve variação de 1,87 e 1,14, para silagem de milho integral e sem espiga, respectivamente. COSTA et al. (2000), obtiveram valores da fração C de 1,17 e 1,19 para milho integral e sem espiga, respectivamente.

Os baixos valores da fração C podem também ser justificados pela perda de efluentes observadas nas silagens, impedindo assim, a ocorrência da reação de *Maillard*.

4.3 CUSTO DE PRODUÇÃO

Para o custo de produção do milho foram utilizados insumos como: fertilizantes MAP (fósforo + nitrogênio) 133 kg, KCl - 51 Kg e uréia 100 Kg; semente da cv. ADR 7010 - um saco de 20 Kg, inseticida para tratamento de sementes - 0,1 litro Standak (Fipronil (100 ml)); grade aradora - 1,5 h; e grade niveladora - 1,0 h; na semeadura foram gastos 0,8 h - com trator John Deere 6415, com potência de 106 HP. No cultivo e distribuição de fertilizantes: 1,0 h - trator 275 MF; para colheita 5,5 h do trator mais a ensiladeira - John Deere 6415, 106 HP, para o transporte da área de cultivo até o silo - 11,0 h - dois tratores, sendo 5,5 h - cada trator 50X MF. Na compactação foi utilizado um trator 275 MF e 5,5 h. Para descarregar as carretas - mão de obra de quatro trabalhadores braçais - R\$ 60,00/dia, correspondendo a 8 horas trabalhadas. Portanto, dividindo os R\$ 60,00 por 8 h, chega-se a um valor de R\$ 7,50 por hora trabalhada, num subtotal de R\$ 30,00; multiplicando-se por 5,5 h, chega-se ao total de R\$ 165,00 por hectare (Quadro 1).

Quadro 1 - Estimativa de Custo de Produção do Milho.

CONSUMO	Unid.	Quant.	R\$/unid.	R\$/Total	% Total
Fertilizante MAP	Tonelada	0,133	3.724,00	495,29	19,37
Fertilizante KCL	Tonelada	0,051	1.380,00	70,38	2,75
Fertilizante URÉIA	Tonelada	0,1	1.190,00	119,00	4,65
Semente ADR 7010	Saco	1,0	120,00	120,00	4,69
Inseticida Tr. Sem.	Litro	0,1	330,00	33,00	1,29
Gradagem aradora	Hora	1,5	80,00	120,00	4,69
Gradagem niveladora	Hora	1,0	80,00	80,00	3,13
Plantio	Hora	0,8	80,00	64,00	2,50
Cultivo e distribuição	Hora	1,0	80,00	80,00	3,13
Colheita	Hora	5,5	80,00	440,00	17,21
Transporte (2 Tratores)	Hora	11	30,00	330,00	12,91
Compactação	Hora	5,5	80,00	440,00	17,21
Descarga (4 Pessoas)	Hora	5,5	30,00	165,00	6,45
TOTAL				2.556,67	100%

Para o custo de produção do sorgo foram utilizados insumos como, fertilizantes: 250 kg da fórmula (05-25-15); 125 KCl e 205 kg de uréia; semente BRS 610, um saco de 10 kg, herbicida para dessecação - 5 litros (Glifosato), inseticida para tratamento de sementes - 0,1l - Standak (Fipronil (100 ml)) e inseticida para combate de lagarta 1,0 l de Lannate BR (Metomil). Na semeadura foram gastos 0,8 h - trator John Deere 6415, 106 HP; no cultivo e distribuição de fertilizantes -1,0 h - trator 275 MF; pulverizações de herbicida para dessecação e para inseticida 0,17 h, para cada operação. Para colheita 5,5 h - trator e ensiladeira - trator John Deere 6415 - transporte da área de cultivo até o silo foram gastos 11,0 h - os dois tratores sendo 5,5 h, cada trator (50X MF). Na compactação foi utilizado um trator 275 MF e 5,5 h/ máquina e para descarregar as carretas mão de obra de quatro trabalhadores braçais R\$ 60,00 por diária por trabalhador corresponde a 8 horas trabalhadas, dividindo os R\$ 60,00 por 8 horas chega-se a um valor de R\$ 7,50 por hora trabalhada de cada trabalhador, juntando os quatro trabalhadores dando um total de R\$ 30,00 por hora vezes 5,5 horas chega a um total de R\$ 165,00 por hectare (Quadro 2).

Quadro 2 - Estimativa do custo de Produção do Sorgo.

CONSUMO	Unid.	Quant.	R\$/unid.	R\$/Total	% Total
Fertilizante 05 25 15	Tonelada	0,250	1.100,00	275,00	11,09
Fertilizante KCL	Tonelada	0,125	1.190,00	243,95	6,95
Fertilizante URÉIA	Tonelada	0,205	1.380,00	172,50	9,83
Semente BRS 610	Saco	1	150,00	150,00	6,05
Inseticida Tr. Sem.	Litro	0,1	330,00	33,00	1,33
Inseticida cont. lagarta	Litro	1	15,00	15,00	0,60
Herbicida dessecação	Litro	5	9,00	45,00	1,81
Pulverização dessecação	Hora	0,17	80,00	13,60	0,55
Pulverização inseticida	Hora	0,17	80,00	13,60	0,55
Plantio	Hora	0,8	80,00	64,00	2,58
Cultivo e distribuição	Hora	1	80,00	80,00	3,22
Colheita	Hora	5,5	80,00	440,00	17,74
Transporte (2 Tratores)	Hora	11	30,00	330,00	13,30
Compactação	Hora	5,5	80,00	440,00	17,74
Descarga (4 Pessoas)	Hora	5,5	30,00	165,00	6,65
TOTAL				2.480,65	100%

Para o custo de produção do milho integral e milho sem espiga foram utilizados insumos como, fertilizante (05 25 15) 380 Kg, e uréia 222 Kg; semente AG 5055 1 saco de 20 Kg; inseticida para tratamento de sementes 0,1 litro Standak (Fipronil (100 ml)) e inseticida para tratamento de lagarta 1 litro de Lannate BR (Metomil); gradagem aradora 1,5 horas e gradagem niveladora 1 hora, na semeadura foram gastos 0,8 horas (48 minutos) com trator John Deere 6415 - 106 cavalos de força, no cultivo e distribuição de fertilizantes 1 hora trator 275 MF, pulverização de inseticida para combate de lagarta 0,17 horas, para colheita 5,5 horas do trator mais a ensiladeira trator John Deere 6415 - 106 cavalos de força - transporte da área de cultivo até o silo foram gastos 11 horas os dois tratores sendo 5,5 horas para cada trator (50X MF), Na compactação foi utilizado um trator (275 MF) e 5,5 h/ máquina. Para descarregar as carretas mão de obra de quatro trabalhadores braçais R\$ 60,00 por diária por trabalhador corresponde a 8 horas trabalhadas, dividindo os R\$ 60,00 por 8 horas chega-se a

um valor de R\$ 7,50 por hora trabalhada de cada trabalhador, juntando os quatro trabalhadores dando um total de R\$ 30,00 por hora vezes 5,5 horas chega a um total de R\$ 165,00 por hectare (Quadro 3).

Quadro 3 - Estimativa do custo de Produção do Milho.

CONSUMO	Unid.	Quant.	R\$/unid.	R\$/Total	% Total
Fertilizante 05 25 15	Tonelada	0,380	1.100,00	418,00	15,47
Fertilizante URÉIA	Tonelada	0,222	1.190,00	264,18	9,77
Semente de brachiaria	Kg	5	9,00	45,00	1,66
Semente AG 5055	Saco	1	195,00	195,00	7,21
Inseticida Tr. Sem.	Litro	0,1	330,00	33,00	1,22
Inseticida cont. lagarta	Litro	1	15,00	15,00	0,55
Gradagem aradora	Hora	1,5	80,00	120,00	4,44
Gradagem niveladora	Hora	1	80,00	80,00	2,96
Plantio	Hora	0,8	80,00	64,00	2,37
Cultivo e distribuição	Hora	1	80,00	80,00	2,96
Pulverização de inseticida	Hora	0,17	80,00	13,60	0,50
Colheita	Hora	5,5	80,00	440,00	16,28
Transporte (2 Tratores)	Hora	11	30,00	330,00	12,21
Compactação	Hora	5,5	80,00	440,00	16,28
Descarga (4 Pessoas)	hora	5,5	30,00	165,00	6,10
TOTAL				2.702,78	100%

Observando-se o Quadro 4, verifica-se que o milheto obteve a menor produção por área - 9.7 t de MS por hectare, seguido pelo milho sem espiga com 12.3 t de MS/ha, o sorgo produziu 14.7 t de MS/ha, já o milho integral atingiu 20.1 t de MS/ha, a maior produção por área, ficando dentro dos parâmetros de produção citados atualmente na literatura.

Quadro 4 - Produção de Matéria seca, custo por tonelada e estimativa de produção de leite de diferentes silagens.

Produção de Matéria Seca Ton/ha	R\$/ton MS	Produção litros/ha	R\$/litro	
Milheto	9.742	262	8.183	0,032
Milho Integral	20.095	128	18.487	0,006
Milho sem espiga	12.307	219	9.476	0,023
Sorgo	14.746	128	12.015	0,011

Para efeito de cálculo foi simulado um consumo de 10 Kg de MS/vaca/dia, para atender manutenção e produção de 8 litros de leite/vaca/dia. Com a silagem do milheto seriam produzidos 8.183 litros de leite; com a do milho sem espiga - 9.476 litros de leite; com a do sorgo - 12.015 litros de leite, enquanto com a silagem de milho integral - 18.487 litros de leite, superando todas as outras forrageiras.

A baixa produção do milheto pode ser justificada pelo ataque de capivara na área experimental. O milheto utilizado como cultura de verão não mostrou-se competitiva com as demais forrageiras, entretanto, como cultura de inverno poderia mostrar-se competitiva devido suas baixas exigências hídricas perante a outras culturas.

A melhor receita gerada pelas forrageiras avaliadas foi o milho integral com R\$ 13.865,25 com venda de leite, mostrando que a receita auferida com a comercialização de espigas e do leite, o milho sem espiga atingiu apenas 75% do valor gerado pelo milho integral. Neste caso, foi simulado um aproveitamento de 70% das espigas, de 58.333 que foi o estande do milho sem espiga 70% é igual a 40.833 espigas dividindo por 60 (quantidade de espiga em uma mão de milho), resulta em 680,55 mãos de milho a R\$ 5,00 a mão tem-se uma receita de R\$ 3.402,75.

Apesar de que com a venda das espigas o produtor pagar o custo de produção da lavoura, neste caso o custo de produção do milho foi de R\$ 2.702,75 por hectare e com a venda de espigas gerou uma receita de R\$ 3.402,75 por hectare, mostrando uma diferença de R\$ 700,00. Se o produtor não vendesse as espigas como mostrou a forrageira milho integral, ele teria obtido uma receita de

25% maior com a produção de leite em seu orçamento final, produzindo uma silagem de melhor qualidade com alta concentração de grãos (Quadro 5).

Quadro 5 - Receita gerada das diferentes forrageiras ensiladas.

	Produção de litro/ha	Receita venda leite	Receita Venda Espiga	TOTAL
Milheto	8.183	6.137,25	-	6.137,25
Milho Integral	18.487	13.865,25	-	13.865,25
Milho s/ espiga	9.476	7.107,00	3.402,75	10.509,75
Sorgo	12.015	9.011,25	-	9.011,25

5. CONCLUSÃO

O milheto apresenta características de qualidade que permitem uma silagem de qualidade similar às demais forrageiras tradicionais, entretanto sua viabilidade econômica depende de uma maior eficiência produtiva suficiente para competir com o milho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.C. Influência do fogo sobre aspectos fenológicos de gramíneas nativas dos cerrados. EMBRAPA, Brasília. Pesquisa em andamento. n.8, 1989. 3p.
2. ALMEIDA, E. X.; TCACENCO, F.A.; STUCKER, H.; GROSS, C.D. Avaliação de cultivares de sorgo, milho, milheto e teosinto para o vale do Itajaí. *Agrop. Catarinense*, v.6, n.3, p.25 - 29, 1993.
3. AMARAL, P.N.C. Silagem e rolão de milheto em diferentes idades de corte. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
4. AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R.; SALVADOR, F. M.; PINTO, J.P. Qualidade e valor nutritivo das silagens de três cultivares de milheto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.2, p. 611-617, 2008.
5. Andrade, I. V. O.; Pires A. J. V.; Carvalho G. G. P. de; Veloso C. M.; Bonomo, P.. **Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas**. R. Bras. Zootec., v.39, n.11, p.2342-2348, 2010
6. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15. Ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.
7. BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants (Grasses and Legumes)**. London: Longman, 1977. 241 p. (Tropical Agricultural Series).
8. BONAMIGO, L. A. A cultura do milheto no Brasil, Implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. p. 31-65.
9. BRUKEN, J.N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Graminea). **American Journal of Botany**, New York, v. 64, n. 2, p.161-176, 1977.
10. CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, G.; MATOS, L. R.; FREITAS, F. M. C.. perfil fermentativo de silagem de cana de açúcar aditivada com casca de soja. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Salvador: sbz, 2010 V. 47, p. 1-3.
11. CASTRO, C.R.C. Relações planta-animal em pastagens de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) manejada em diferentes alturas com bovinos. 2002. 185f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
12. CENSO AGROPECUÁRIO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1985.
13. COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura e regimes de corte na produção de milheto forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n,1, p.89-100, 2006.
14. COSTA, C.; CRESTE, C. R.; ARRIGONI, M. de B.; SILVEIRA, A. C.; ROSA, G. J. de M.; BICUDO, S. J.. Potencial para ensilagem composição química

e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. **Acta Scientiarum Maringa**, v. 22, n. 3, p. 835-841, 2000.

15. COSTA, N. L. Estabelecimento, formação e manejo de pastagens de milheto. **Lavoura Arrozoeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 405, p. 7-72, 1992.

16. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa Produção de Informação**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

17. FERREIRA, G. D. G.; BARRIERE, I.; EMILE, J. C.; JOBIM, C.C.; LEFEVE, B.. Valor nutritivo de plantas de milho (*Zea mays L.*) sem espigas. **Acta Sci. Animal Sci**. Maringa, v. 27, n.4, p. 433-438, oct./dec., 2005.

18. FRANÇA, A. F.de S. & MADUREIRA, L. de J.. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milheto forrageiro (*Pennisetum Americanum* L. K. SCHUM). **Anais Esc. Agron. e Vet.** v.19, n. 1, p. 1-8, jan./dez., 1989.

19. GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. D.; NEIVA, J. N. M.; CANDIDO, M. J. D.. Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n.2, p. 221-227, 2006.

20. GUIMARÃES JR, R. Avaliação nutricional de silagens de milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.]. 2006. 90p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

21. GUIMARÃES JR., R.; GONÇALVES, L.C.; MAURICIO, R.M. et al. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. **Arq. Bras. Vet. Zootec.**, v.60, p.1174-1180, 2008.

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

23. GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; JAYME, D.G.; PIRES, D.A.A.; BORGES, A.L.C.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; BORGES, I. 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**, Sete Lagoas, v.4, n,2, p.251-258, 2005.

24. HAIGH, P.M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v.54, p.208-218, 1999.

25. HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R. Fermentation and utilization of grass silage. **J. Dairy Sci.** v.77, p.3209- 3235, 1994.

26. KOLLET, J.L.; 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**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

27. KÖPPEN, W. – **Climatologia Tradicional**. Traduzida para o Espanhou por Pedro Henchiehs Pérez, 1948.
28. KRISHNAMOORTHY, U. C.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J. et al. 1982 Nitrogen fractions in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n.1, p.217.
29. LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and technology**, v.57, n.4, p.347–358.
30. LIMA, M. L. M.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Culturas não-convencionais – girassol e milho. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. Alimentação suplementar: **anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 178-195.
31. LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; PEDROSO, A. de F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. de.. Composição bromatologica e produção de efluente de silagens de capim-tanzania sob efeitos do emurhecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.
32. Mc DONALD, P. OSHIMA, M.; A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal of Dairy Science**, v.29, n.6, p.49-58, 1978.
33. Mc DONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. Biochemistry of silage. Marlow: **Chalcombe Publications**, 1991. 2 ed.
34. MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M. de.; VON PINHO, E. V. de R.. Avaliação de cultivares de milho para silagem na região de Lavras – MG. **Cienc. e Agrotec.**, Lavras, v. 23, n.1, p. 31-39, jan./mar., 1999.
35. MULLER, L.; SANTOS, O.S.; MANFRON, P.A.; HAUT, V.; FAGAN, E.B.; MEDEIROS, S.L.P.; DOURADO NETO, D. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro.**, Uruguiana, v.12, n.1, p.152-161, 2005.
36. NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; BRANDANI, I. L. et al. 2002 (suplemento). Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de diferentes Híbridos e Sorgo, (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. n.1, p.293 – 301.
37. NICOLAU SOBRINHO, W. Adubação orgânica e mineral na composição química e produção do milho (*Pennisetum claucum*) no semi-árido. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
38. NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: **simposio** Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. Maringá PR. 2001. Anais... UEM/CCA/DZO, Maringá vol.1, p.127-145.

39. OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; REIS, F. A. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007, vol. 1, p. 45-50.
40. PEDROSO, A. de F.. Aditivos químicos e microbianos no controles de perdas e na qualidade da silagem de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tese (doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2003 120 p.
41. PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, A. C.; FILHO, S. C. V. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milheto (*Pennisetum americanum*) e de um híbrido de *Sorghum bicolor* X *S. sudanense*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 22-30, 1993.
42. PIRES LF, BACCHI OOS, CORRECHEL V, REICHARDT K AND FILIPPE J. 2009. Riparian forest potential to retain sediment and carbon evaluated by the ¹³⁷Cs fallout and carbon isotopic ration techniques. *An Acad Bras Cienc* 81: 271-279.
43. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2010. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
44. RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.
45. RODRIGUES, P. H. M.; PEDROSO, S. B. de G.; MELOTTI, L.; ANDRADE, S. J. T. de; LIMA, F. R. de. Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatologica e perfil fermentativo da silagem de milho. **Acta Scientiarum** Maringa, v. 24, n. 4, p. 1127-1132, 2002.
46. SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; BAIER, A.C.; TOMM, G.O. Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. Passo Fundo, **EMBRAPA TRIGO**, 2002. 142p.
47. SANTOS, P. M.; SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; BALSALOBRE, M. A. A. Determinação de teor de matéria seca na fazenda: método utilizando forno de microondas doméstico 2004.
48. SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et. al.1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p.3562-3577.
49. VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583- 3597. 1991.
50. VAN SOEST, P.J. Nutricional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Comstok Publishig Associations, 1994. 476p.

51. VAN SOEST, P.J.1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **J. Anim. Sci.**, v 24, p. 834, 1965.
52. ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes: manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: Embrapa – CNPMS, 1997. P. 9 -26 (Embrapa – CNPMS. **Circular técnica; 17**).
53. ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. de J.; PEREIRA, O. G., ALMEIDA, J. C. C.de. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação de matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 6, p.803-809, 2006.