

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E
VALOR NUTRICIONAL DAS SILAGENS
DE MILHETO**

LEILA MORAES ALKMIM

2013

LEILA MORAES ALKMIM

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR
NUTRICIONAL DAS SILAGENS DE MILHETO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL**

A415c Alkmim, Leila Moraes.
Características agronômicas e valor nutricional das
silagens de milho [manuscrito] / Leila Moraes Alkmim.
– 2013.
71 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Universidade
Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2013.

Orientador: DSc. Daniel Ananias de Assis Pires.

1. Forragem. 2. Silagem. 3. Milho. I. Pires, Daniel
Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes
Claros. III. Título.

CDD. 636.08552

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

LEILA MORAES ALKMIM

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR
NUTRICIONAL DAS SILAGENS DE MILHETO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de Março de 2013.

Prof. D. Sc. Álvaro Luís de Carvalho Veloso – ICA/UFMG

Prof. D. Sc. João Paulo Sampaio Rigueira – UNIMONTES

Prof. D. Sc. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES

**Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires
UNIMONTES
(Orientador)**

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

*“A sabedoria vem de Deus;
e sábio é aquele que teme a Deus.”*

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Caracterização da espécie	3
2.2 Fatores que influenciam a produção de milho para forragem	6
2.3 Produção de silagem de milho	8
2.4 Valor nutritivo do milho	9
2.5 Qualidade da silagem	12
2.6 Utilização da silagem de milho para ruminantes	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local e dados climáticos	17
3.2 Análise e correção do solo.....	17
3.3 Genótipos utilizados	18
3.4 Semeadura e desbaste	18
3.5 Características avaliadas	19
3.5.1 Características agronômicas	19
3.5.2 Ensilagem e avaliação da qualidade das silagens	19
3.5.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	21
3.6 Delineamento experimental	23
3.7 Análises estatísticas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Características Agronômicas do Milho	25
4.2 Qualidade das Silagens de Milho	30
4.3 Características Nutricionais das Silagens de Milho	33
5 CONCLUSÃO	47
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE ABREVIATURA

Aw- Atividade de água;

Cel - Celulose;

CNF - Carboidratos não fibrosos;

CT - Carboidratos totais;

EE - Extrato etéreo

DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca;

FDN - Fibra em detergente neutro;

FDA - Fibra em detergente ácido;

Hcel - Hemicelulose;

m - metros;

MS - Matéria seca;

NDTe - Nutrientes Digestíveis Totais estimado;

NIDN – Nitrogênio indisponível em detergente neutro;

NIDA – Nitrogênio indisponível em detergente ácido;

NH₃/NT - Nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total;

NP - Número de plantas;

PB - Proteína bruta;

PMV - Produção de matéria verde;

PMS - Produção de matéria seca;

pH - Potencial hidrogeniônico;

t ha⁻¹ - Toneladas por hectare.

RESUMO

ALKMIM, Leila Moraes. **Características agronômicas e valor nutricional das silagens de genótipos de milho.** 2013. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O experimento foi realizado na fazenda Experimental da EMBRAPA no município de Janaúba, Norte de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar as características agronômicas e o valor nutricional das silagens de genótipos de milho. Foram utilizados os materiais ADR 500; CMS 01; CMS 03; BRS 1501 e SAUNA B. O plantio foi realizado em blocos casualizados no campo, com cinco repetições por genótipo. As características agronômicas foram avaliadas pela contagem do número de plantas por hectare (NP ha⁻¹), altura de plantas, produção de matéria verde (PMV t ha⁻¹) e produção de matéria seca (PMS t ha⁻¹). Após o corte, parte do material foi ensilada em silos de laboratório. Na ocasião da abertura dos silos foram feitas análises da qualidade das silagens (pH, Aw e N-NH₃/NT), da composição bromatológica (MS, PB, EE, FDN, FDA, NIDN, NIDA, Hcel, Cel, Lignina, CT, CNF, CF, NDT), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a produção de matéria seca digestível por hectare (PMSD). Os valores de NP ha⁻¹ foram semelhantes entre os genótipos com média de 167.520 plantas ha⁻¹. O genótipo CMS 01 alcançou a maior altura de plantas não havendo diferença entre os demais. A PMV t ha⁻¹ foi maior e semelhante para os genótipos ADR 500 e CMS 01, com 40,16 e 41,36 t ha⁻¹, respectivamente. Não houve diferença significativa para a PMS t ha⁻¹, e a média foi de 9,93 t ha⁻¹. As silagens mostraram-se semelhantes em relação ao pH, Aw e N-NH₃/NT, apresentando valores de 3,92; 0,97 e 7,64 % respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas em relação à composição bromatológica das silagens dos diferentes genótipos, sendo observados teores médios de 30,74 % de MS; 10,21 % de PB; 58,69 % de FDN e 38,6 % de FDA. Não houve diferença significativa para DIVMS e a média foi de 59,90 %. Com base no valor nutricional e na digestibilidade das silagens de milho, conclui-se que, os cinco genótipos apresentam-se adequados à produção de silagem com potencial para o Norte de Minas Gerais.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Álvaro Luís de Carvalho Veloso - ICA/UFMG; Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – UNIMONTES; Prof. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES

ABSTRACT

ALKMIM, Leila Moraes. **Agronomic characteristics and nutritional value of silages of five millet genotypes.** 2013. 71 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.²

The experiment was conducted at the Experimental farm of EMBRAPA in the municipality of Janaúba, North of Minas Gerais, in order to evaluate agronomic and nutritional value of the silage of millet genotypes. We used the materials ADR 500; CMS 01; CMS 03; BRS 1501 and SAUNA B. The planting was in a randomized block design on the field, with five replicates per genotype. Agronomic traits were evaluated by counting the number of plants per hectare (NP ha^{-1}), plant height, fresh matter production (FMP t ha^{-1}) and dry matter production (DMP t ha^{-1}). After cutting, the material was ensiled in laboratory silos. In the opening of the silos were made analyzes of silage quality (pH, Aw and $\text{N-NH}_3/\text{NT}$), chemical composition (DM, CP, EE, NDF, ADF, NDIN, NDIA, Hcel, Cel, Lignin, TC, NFC, FC, TDN), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and digestible dry matter production per hectare (DDMP). The values of NP ha^{-1} were similar between genotypes with average of 167 520 plants ha^{-1} . The CMS 01 genotype reached the highest plant height with no difference among the others. The FMP t ha^{-1} was higher and similar for genotypes ADR 500 and CMS 01, with 40.16 and 41.36 t ha^{-1} , respectively. There was no significant difference for FMP t ha^{-1} , and the average was 9.93 t ha^{-1} . The silages were similar with respect to pH, Aw and $\text{N-NH}_3/\text{NT}$, showing values of 3.92, 0.97 and 7.64 % respectively. No significant differences were found in relation to composition of the silages of different genotypes, being observed average levels of 30.74 % DM, 10.21 % CP, 58.69 % NDF and 38.6 % ADF. There was no significant differences for IVDMD and the average was 59.90 %. Based on the nutritional value and digestibility of millet silage, it is concluded that the five genotypes are suitable for silage with potential for the North of Minas Gerais.

² **Guidance committee:** Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences/UNIMOTES (Adviser); Prof. Álvaro Luís de Carvalho Veloso - ICA/UFGM; Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – UNIMONTES; Prof. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES

1 INTRODUÇÃO

Em condições tropicais, o maior desafio na produção de ruminantes é a adequação aos períodos de escassez de chuva e conseqüentemente de alimentos, visto que as pastagens representam o suporte alimentar desses animais. Entre as alternativas para transpor a oscilação anual na disponibilidade e na qualidade das pastagens e tornar o sistema mais sustentável, inclui-se o uso de volumosos conservados na forma de silagem.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) é uma gramínea de origem tropical, anual de verão, de fácil implantação e manejo, que 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. Apresenta também, boa palatabilidade e digestibilidade, sendo atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo, mostrando-se como uma alternativa para suprimento alimentar na época da seca.

Primeiramente, o milheto passou a ser usado como cobertura vegetal sendo plantado na entressafra de culturas como milho e soja, devido a sua característica de boa produção de palhada. Mais recentemente o milheto vem sendo usado para produção de forragem e armazenamento na forma de silagem.

No Brasil, a região Centro-Oeste se destaca na utilização desse grão, uma vez que suas características agronômicas e nutritivas o qualificam como possível substituto energético na alimentação animal (RIBEIRO *et al.*, 2004). A região norte de Minas Gerais apresenta bom potencial para desenvolvimento da cultura do milheto devido as suas características climáticas compatíveis com as exigidas pela cultura.

Embora o milheto seja cultivado no Brasil desde meados dos anos 60, surgiram nos últimos anos novas variedades e híbridos melhorados, apresentando, certamente, diferentes valores nutritivos. Dessa forma, se faz

necessário mais estudos sobre as características agronômicas e o valor nutricional dos cultivares de milho, para que se estabeleçam os melhores genótipos destinados às diferentes regiões.

Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar as características agronômicas bem como os parâmetros fermentativos, nutricionais e a digestibilidade das silagens de cinco genótipos de milho na região Norte de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da espécie

A planta de milheto (*Pennisetum glaucum*) é originária do Sul do Deserto do Saara de onde foi levada para a Índia tendo gerado genótipos distintos dos originais africanos. Atualmente, é uma das culturas mais cultivadas nos países da África Saheliana e Sudanesa (NETTO e DURÃES, 2005).

A classificação taxonômica apresenta o milheto na Família: *Gramineae*, Subfamília: *Panicoideae*, Tribo: *Paniceae*, Gênero: *Pennisetum* e Seção: *Penicillaria*. Segue-se a nomenclatura de *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown. Os nomes *P. thiphoides* (Burm), *J. stapf* et Hubb e *P. americanum* (L.) Leeke são também utilizados e considerados sinônimos.

Originário das savanas africanas, o milheto apresenta capacidade de produzir grãos ou sementes em condições extremamente secas e em solos de baixa fertilidade, porém, respondendo bem às adubações (COIMBRA e NAKAGAWA, 2006). Seu desenvolvimento é, geralmente, dividido em três fases que variam de acordo com a precocidade do genótipo: fase vegetativa, com duração de 27 a 39 dias; seguida da fase de desenvolvimento da panícula, 11 a 32 dias; e por último, a fase de enchimento do grão, 19 a 22 dias (NETTO, 1998).

Os grãos de milheto são produzidos em panículas cujo comprimento varia de 15 a 60 cm. O grão é relativamente pequeno, atingindo cerca de um terço do tamanho do grão de sorgo. Outra característica bastante variável no grão desse cereal é sua cor, que varia do branco ao amarelo-escuro. Não há presença de tanino no milheto e o espigamento ocorre, aproximadamente, aos 60 dias do plantio. A produtividade de sementes varia entre 1.000 e 1.500 kg ha⁻¹. O grão de milheto apresenta, em média, 75 % de endosperma, 15 % de gérmen e 10 % de farelo. Como o grão é pequeno, o gérmen representa uma significativa proporção do grão total, resultando em teores

elevados de proteína e óleo; a proporção do gérmen é duas vezes superior à encontrada no sorgo (CATELAN, 2010).

O milho é de ciclo anual, de porte ereto e, usualmente, cresce até altura de 2 a 3 metros produzindo 2 a 5 grossos perfilhos basais e apresenta ciclo vegetativo variando de 75 a 120 dias (NETTO, 1998).

A cultura do milho passou a se destacar no cerrado após os trabalhos de seleção iniciados em 1981, que resultaram no lançamento das variedades BN-1 e BN-2 em 1986 e 1991, respectivamente (KOLLET *et al.*, 2006).

Por possuir alta resistência à seca, o milho se desenvolve em regiões de precipitação entre 200 e 800 mm anuais e temperatura média anual de 18 a 30 °C (NETTO, 1998; TABOSA *et al.*, 2003). Infere-se que a cultura do milho apresenta, além de rusticidade, ampla adaptabilidade aos ambientes semiáridos (TABOSA *et al.*, 2003). É uma das plantas de maior eficiência na utilização da água, conforme demonstrado na Tabela 1.

A notável eficiência do milho poderá ser melhor entendida quando comparada a outras culturas. Assim, o milho forrageiro utiliza 70 % da água consumida pelo milho para produzir a mesma quantidade de matéria seca (TABOSA *et al.*, 2003).

TABELA 1 – Valores de eficiência de uso de água (EUA) de várias culturas

Cultura	EUA (kg água/kg MS)
<i>Panicum miliaceum</i> (milho secundário)	282
Milho Pérola	302
Sorgo	321
Milho	370
Trigo	590
Milho forrageiro	280
Sorgo forrageiro	310
Capim-elefante	305

Fonte: TABOSA *et al.* (2003).

O sistema radicular do milheto é profundo e com raízes vigorosas e abundantes, sendo esta cultura adaptada a solos de baixa fertilidade e com alta capacidade de extração e recuperação de nutrientes em camadas de até 2,0 m de profundidade (NETTO, 1998), embora 80 % das raízes se encontrem nos primeiros 10 cm de solo. Apresenta ótimas produtividades em solos de média a boa fertilidade, não tolerando solos excessivamente úmidos.

A sua resistência à seca e sua capacidade de extração de nutrientes permitem uma boa produção de massa seca mesmo em condições adversas. Sua produção de massa verde e a conseqüente quantidade de nutrientes reciclados variam de acordo com as condições edafoclimáticas, com a época de semeadura e com o tempo de cultivo, podendo alcançar cerca de 40 a 70 toneladas por hectare de massa verde (NETTO e DURÃES, 2005).

No Brasil, o milheto foi utilizado inicialmente na entressafra de cultivos de milho e de soja nos cerrados, visando à formação da cobertura do solo necessária para o emprego da técnica de plantio direto (EVANGELISTA e LIMA, 2000). A gramínea possibilita também a rotação entre produção de grãos e produção animal constituindo uma das formas de integração agricultura/pecuária. Nesse tipo de manejo, o milheto, normalmente é semeado após a colheita da cultura de verão sendo denominada cultura da safrinha (BERGAMASCHINE *et al.*, 2011).

Com o crescimento da pecuária, o milheto passou a ser aproveitado como volumoso na forma de pastagem e, ou silagem (EVANGELISTA e LIMA, 2000). Seus grãos possuem alto valor nutritivo, chegando a conter 27 a 32 % mais proteína que o milho e altas concentrações de aminoácidos essenciais (NETTO, 1998).

De uma maneira geral, consiste de uma cultura de duplo propósito, servindo para produção de grãos e, principalmente, para produção de forragem, face à elevada qualidade do produto, quando comparada a outras forrageiras.

2.2 Fatores que influenciam a produção de milho para forragem

A escolha do híbrido de milho para a produção de forragem, seja com intuito de fornecê-la como pastagem ou armazená-la nas formas de silagem ou feno, tem como principal objetivo, produzir matéria seca de alta qualidade e economicamente viável. É importante se conhecer as características da cultivar para que se faça manejo adequado de época de plantio e colheita obtendo assim maior produtividade.

No Brasil, existem poucas informações sobre as cultivares de milho estudadas, que podem ser classificadas, de acordo com Rodrigues e Pereira Filho *et al.* (2009), como: variedades de porte médio, com altura entre 1,00 e 1,60 m, enquadrando-se nesse perfil os genótipos Comum, Synthetic-1 e ENA 1; e variedades de grande porte, com altura acima de 1,60 m podendo alcançar mais de 3,0 m, das quais pode-se citar IPA-BULK 1, BN 1, BN 2, BRS 1501, CMS 03, ADR 300 e ADR 500.

Além dessa classificação, as variedades de milho podem ser enquadradas quanto à característica produtiva, ou seja, variedade com melhor aptidão para produção de grãos, aptidão para produção de matéria verde, ou duplo propósito (RODRIGUES e PEREIRA FILHO, 2009), sendo este o mais recomendável para produção de silagens, visto que se consegue uma boa produção de matéria verde atrelada a uma boa produção de grãos.

A época de semeadura está em função da finalidade do uso da cultura. Para produção de sementes, a época adequada de semeio compreende o período de setembro a novembro e, no caso de forragem, estende-se até fevereiro (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

De acordo com Maciel e Tabosa (1982), a época de semeadura do milho é bastante ampla, devido a sua rusticidade e a sua grande capacidade de utilização, e o cultivo pode se estender de agosto a maio. No entanto, as sementes exigem boas condições de umidade e temperatura de solo variando entre 18 °C e 24 °C, necessárias para uma boa germinação.

A época de semeadura influencia o aparecimento de doenças, sendo o milheto susceptível à ferrugem (*Puccinia substriata* var. *penicillariae*), e, de acordo com Costa *et al.* (2009), os danos causados pela ferrugem podem resultar em perdas superiores a 70 % na produção de grãos e afetam significativamente a qualidade de forragens.

Devido ao pequeno tamanho da semente de milheto, a profundidade de semeadura torna-se um relevante fator a ser considerado. Levando-se em conta as características do tipo de solo e do tamanho da semente, o milheto pode ser semeado a profundidades que variam de 2 a 4 cm (KICHEL *et al.* 1999).

De acordo com Pereira Filho *et al.* (2003), o milheto é uma planta capaz de compensar baixas densidades de semeadura devido à sua alta capacidade de perfilhamento. Scaléa (1998) relata que para produção de silagem, é indicado o espaçamento de 70 cm entre linhas, por conferir melhor rendimento de corte e evitar a compactação do solo devido ao tráfego de máquinas.

Em relação à adubação, o milheto destinado à produção de forragem tem recomendações especiais, porque todo material é cortado e removido do campo antes que a cultura complete seu ciclo. Com isso, a remoção de nutrientes é muito maior do que aquela para a produção de grãos (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

A princípio, deve-se ter conhecimento da composição química do solo onde se pretende estabelecer a cultura, e juntamente com as exigências nutricionais do milheto, definir a necessidade de adubação, bem como as quantidades a serem aplicadas. De acordo com Santos *et al.* (2009), recomenda-se adubação nitrogenada, com aplicação na semeadura, de 20 a 30 kg de N ha⁻¹, e também a aplicação de 60 a 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura no início do perfilhamento.

Rockenbach *et al.* (2011), trabalhando com diferentes níveis de adubação nitrogenada para o genótipo ADR 500, obtiveram médias de

produção de matéria verde de 26,57; 28,66 e 30,25 t ha⁻¹ para o genótipo sem adubação e adubado com 25 e 50 Kg de N ha⁻¹, respectivamente.

Quanto às pragas que acometem a cultura do milheto, muitas são comuns ao milho e ao sorgo, podendo ser utilizados manejos semelhantes aos destas culturas (VIANA *et al.*, 2009).

Em relação às doenças, além da ferrugem, citada anteriormente, outra doença que prejudica consideravelmente a produção do milheto é o Carvão (*Moesziomyces penicillariae* (Bref.) Vanky), sendo esta doença comum em vários países, como a Índia, Estados Unidos e países africanos. No Brasil, em algumas situações tem sido observada ocorrência de carvão com elevada severidade em genótipos suscetíveis (COSTA *et al.*, 2009).

Para as condições brasileiras, segundo Viana *et al.* (2009), existe pouca informação sobre o controle e o manejo dos insetos e de doenças atacando o milheto. Nesse caso, o desenvolvimento de estratégias de manejo de pragas e doenças se torna essencial. Os autores afirmam que, experimentalmente, alguns inseticidas utilizados para o controle de pragas comuns ao sorgo e ao milho também são eficientes para as mesmas espécies que atacam o milheto.

2.3 Produção de silagem de milheto

A grande necessidade de atender à produção intensiva de bovinos e a estacionalidade produtiva de forragens de boa qualidade impulsiona produtores a adotarem práticas de conservação de forragens, difundindo cada vez mais o processo de ensilagem.

As culturas do milho e sorgo são as mais utilizadas para ensilagem, porém elas podem apresentar produções insatisfatórias em determinadas condições de clima e de solo (GUIMARÃES JR *et al.*, 2009).

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é umas das espécies forrageiras utilizadas para minimizar os efeitos da estacionalidade de produção de

alimentos por apresentar características agronômicas de maior resistência à seca, adaptação a solos de baixa fertilidade, crescimento rápido e boa produção de massa (AMARAL *et al.*, 2008). A silagem de milho colhido na fase de grão pastoso iguala-se em digestibilidade à silagem de milho. No entanto, possui níveis mais altos de proteína bruta e matéria seca, podendo ser considerada de melhor qualidade (NETTO, 1998).

O ponto de corte do milho ocorre entre 8 e 12 semanas após o semeio (EVANGELISTA e LIMA, 2000). O momento adequado de colheita do milho para confecção da silagem se dá quando seus grãos se encontram em estágio pastoso-farináceo; no entanto, nesse momento, a planta apresenta teor de matéria seca baixo, entre 20 e 23 %. Uma opção para se elevar o teor de matéria seca da massa a ser ensilada é a pré-murcha ou pré-secagem (GUIMARÃES Jr. *et al.*, 2009).

Evangelista e Lima (2000) citam para produção de silagem as variedades de milho BN 1, BN 2 e CMS 02, sendo conveniente utilizar variedades que atinjam maior porte e conseqüentemente maior produção de massa verde.

2.4 Valor nutritivo do milho

A falta de informações regionais, pertinentes ao comportamento agrônomo produtivo e valor nutritivo dos diversos materiais genéticos existentes no mercado, tornou-se um obstáculo para o melhor planejamento da escolha dos híbridos que se destinem à produção de silagem. Portanto, a caracterização agrônoma desses materiais é de fundamental importância para se obter alta produção de silagem com elevado valor nutritivo (ROSA *et al.*, 2004).

A análise química é o método tradicionalmente usado para estimar o valor nutritivo de um alimento. Conforme Mott (1970), o conceito do termo “valor nutritivo” refere-se à composição química da forragem e sua

digestibilidade. Já a qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores, da forragem em questão.

Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores da composição bromatológica e a digestibilidade da matéria seca, quando se iniciam as avaliações de uma planta promissora.

Segundo Guimarães Jr. *et al.* (2008), a composição química da silagem de milho é variável, sendo de grande significância a época de corte da planta a ser ensilada e a cultivar avaliada. Silagens confeccionadas com a planta colhida aos 100 dias após o plantio apresentaram, na matéria seca, teores de proteína bruta por volta de 11 % e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 54 %. De acordo com Valadares Filho *et al.* (2010), o milho, considerado alimento referência, apresenta em sua silagem teores de 6,73 % de proteína bruta e 56,6 % de digestibilidade da matéria seca.

A ingestão potencial de matéria seca da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão com que este potencial é alcançado depende, na prática, das modificações das frações de carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio (NUSSIO *et al.*, 2003).

Estudando o comportamento ingestivo e o consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho, Jochims *et al.* (2010) obtiveram valor de 54,67 % de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) num período experimental de 63 dias de pastejo.

Tanto o teor de fibra em detergente ácido (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com consumo pelo animal (VAN SOEST, 1994). Maia *et al.* (2000) avaliaram a época de semeadura em relação ao teor de FDN e obtiveram teores de 70,06; 68,82 e 64,87 % para plantios realizados em fevereiro, março e abril, respectivamente.

A observação dos teores de fração fibrosa das silagens é também de fundamental importância para o conhecimento do valor nutritivo desses alimentos para ruminantes, pois esta fração do alimento fornece quantidade significativa de energia a baixo custo (DETMANN *et al.*, 2004).

Segundo Lacerda *et al.* (2004), cerca de 70 a 90 % dos carboidratos consumidos em sistemas extensivos são oriundos dos constituintes da parede celular. Esses valores, consoante Santos *et al.* (2001), dependem da idade de corte da forrageira e também do ambiente.

Malafaia (1997) relata a importância da caracterização dos carboidratos ingeridos pelos ruminantes, face à utilização dessas informações, para a maximização do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, a melhor predição do desempenho dos animais, notadamente em condições tropicais.

A silagem de milho possui em média 60,2 % de nutrientes digestíveis totais (VALADARES FILHO *et al.*, 2010). Esse valor é inferior aos observados para as silagens de milho e de sorgo; todavia, o maior teor proteico da silagem de milho, associado à qualidade desse nutriente, tem sido um diferencial.

Para Valadares Filho *et al.* (2000), após o conhecimento da composição química, a obtenção de estimativas dos valores de digestibilidade é essencial para determinar o real valor nutritivo dos alimentos.

A digestibilidade pode ser adequadamente estimada por meio de dispositivos que simulam as condições de fermentação ruminal utilizando-se métodos *in vitro*, *in situ* e a produção de gases (VAN SOEST, 1994).

A digestibilidade *in vitro* é uma técnica que apresenta alta correlação com a digestibilidade *in vivo* (TILLEY e TERRY, 1963). Em 1966, Hungate indicou que a digestibilidade *in vivo* poderia ser predita através de procedimentos *in vitro* que recriam as condições do rúmen e do abomaso.

O grande mérito do método *in vitro* deve-se à sensibilidade dos micro-organismos e enzimas a fatores não detectados quimicamente que

influenciam a taxa e a extensão de digestão. Nesse aspecto, o método supera a limitação da análise química, que é a incapacidade de detectar tais interações entre os componentes da parede celular das plantas (QUEIROZ *et al.*, 2000).

De acordo com Wilson (1985), a técnica da digestibilidade *in vitro* tem se revelado uma ferramenta extremamente útil para os nutricionistas de ruminantes, melhoristas e estudiosos de forrageiras, pela possibilidade de se avaliar amostras pequenas e biologicamente bem definidas. Para Queiroz *et al.* (2000), essa técnica facilita a investigação das causas da baixa digestibilidade, além de possibilitar o estudo das influências de fatores morfológicos, anatômicos e de ambiente sobre a digestibilidade.

O gênero *Pennisetum* apresenta elevado potencial de produção, firmando-se como uma cultura de extrema importância para manutenção de altos níveis de produtividade dentro da produção animal. Entretanto, são escassos relatos a respeito da qualidade nutricional desses germoplasmas melhorados (SILVA *et al.*, 2011).

2.5 Qualidade da silagem

Destaca-se que, na maioria das explorações, os gastos com alimentação animal representam a maior parte dos custos de produção. Diante disso, o emprego de tecnologia adequada na produção de alimentos é fator primordial. Especialmente as forragens conservadas como silagem podem ter seu valor alimentício bastante alterado em razão dos procedimentos adotados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo.

Em conformidade com Jobim *et al.* (2007), em geral, a resposta do animal à silagem é dependente do padrão de fermentação, que por sua vez afeta a forma e a concentração dos nutrientes e a ingestão. Em razão disso, torna-se imprescindível a avaliação da qualidade da silagem para adequada formulação da ração animal. Desse modo, deve-se ter presente que qualidade

da forragem é uma expressão utilizada como referência ao valor nutritivo da massa de forragem em interação com o consumo efetuado pelo animal e com o potencial de desempenho do mesmo.

Segundo Van Soest (1994), a qualidade da silagem pode ser influenciada, entre outros fatores, pelo processo fermentativo da massa, uma vez que, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração, fermentação aeróbia, processos de decomposição ou perdas de efluentes. Entre os parâmetros que determinam a qualidade da fermentação estão os valores de pH associados ao teor de matéria seca e à concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$).

Os valores de pH estão relacionados às concentrações de carboidratos solúveis na forragem a ser ensilada, pois estes contribuem para a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, que são importantes para obtenção de boa silagem. A acidez atua diminuindo a atividade proteolítica ocasionada por enzimas da própria planta e, ainda, controlando ou inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (TOMICICH *et al.*, 2003).

Os valores de pH das silagens bem conservadas, segundo Fairbairn *et al.* (1992) variam de 3,6 a 4,2, e estão relacionadas às altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos.

A presença de nitrogênio amoniacal também é uma característica importante na avaliação da silagem, pois é indicativo de proteólise, ou seja, fermentação indesejável (McDONALD *et al.*, 1991). Para Van Soest (1994), a concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens deve ser inferior a 10 % do nitrogênio total da silagem, indicando que o processo fermentativo não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia conferindo boa qualidade à silagem.

Valadares Filho *et al.* (2010) reportaram, nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos, valores médios de 3,93 e 6,80 % para pH e nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total ($N-NH_3/NT$),

respectivamente, em silagens de milho, com aproximadamente 27,13 % de MS.

No campo da avaliação de alimentos ensilados, além do pH e do $N-NH_3/NT$, a atividade de água (A_w) é também de grande importância para a qualidade de fermentação durante a ensilagem e para a atividade microbiana durante a fase de utilização da silagem.

Segundo Ditchfield (2000), o termo atividade de água (A_w) foi criado para denominar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar os alimentos. Para Lindgren (1999), a redução na A_w pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido-láticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens.

Outro fator considerável na determinação do tipo de fermentação predominante na silagem é o teor de matéria seca. O elevado teor de umidade leva à obtenção de silagens butíricas e de baixa qualidade, onde ocorre grande decomposição proteica, com evidente queda no valor nutritivo do material ensilado (FRERRARI Jr. e LAVEZZO, 2001). Consoante Weinberg e Ashbell (2002), com o baixo teor de MS há grande produção de efluentes que resultam em perdas de compostos nutritivos. Teores de MS entre 25 e 30 % são descritos por Henderson (1993) como sendo benéficos, uma vez que irão reduzir a produção de efluentes acarretando pouco efeito negativo sobre o valor nutritivo das silagens.

2.6 Utilização da silagem de milho para ruminantes

A pecuária brasileira está estreitamente ligada à exploração de pastagens naturais e cultivadas. Com a expansão do rebanho bovino brasileiro, tanto a bovinocultura de corte como a bovinocultura de leite são dependentes, de forma crescente, da necessidade de maximização da

produção de forrageiras, já que os volumosos são a base da alimentação desses animais, o que permite produzir proteína animal de qualidade com custos menores (BUSO *et al.*, 2011).

Em quase todas as regiões onde a exploração pecuária se faz presente, a alimentação do rebanho na época da seca é motivo de preocupação. Visando a minimizar esse fato, a adoção da silagem como volumoso tornou-se uma técnica muito desenvolvida entre os produtores.

Na produção de ruminantes, deve-se ter uma visão das inter-relações recíprocas de solo-planta-animal-clima que devem constituir uma unidade equilibrada, sincronizando todos esses fatores. O animal a pasto influi sobre o solo diretamente pelo pisoteio e, indiretamente, através do pastejo seletivo, desnudando manchas de solo que leva à erosão, e pelo pastejo frequente que diminui o tamanho das raízes e contribui para o adensamento do solo (PRIMAVESI, 1985). Dessa forma, a utilização da silagem é também uma alternativa para conservação do solo, desde que se faça o manejo correto de adubação e reposição de nutrientes que são utilizados pela cultura.

A silagem de milho pode ser fornecida para todas as categorias de animais ruminantes e a competição entre o uso da forragem com o grão é pequena para a cultura do milho, sendo uma vantagem competitiva, principalmente em relação ao milho uma vez que no Brasil o milho não é utilizado para alimentação humana, é pouco demandado na alimentação de aves, suínos e peixes, ficando seu uso praticamente restrito à alimentação de ruminantes (GUIMARÃES Jr. *et al.*, 2009).

O consumo é afetado pelos fatores inerentes ao animal e à forragem, com ênfase na aceitabilidade e na seleção. Charmley (2001) afirma que o consumo das silagens é menor do que o da forragem original que não sofreu processo de fermentação.

Van Soest (1994) cita três hipóteses associadas ao baixo consumo de silagens, sendo elas: possível presença de substâncias tóxicas, produzidas durante a fermentação; alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas; e/ou diminuição na concentração de carboidratos solúveis e,

consequentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen.

Gonçalves *et al.* (2010), ao avaliar os efeitos da substituição do grão de milho pelo grão de milheto para ruminantes, concluíram que as substituições não alteraram o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro.

Messman *et al.* (1992), avaliaram a produção de leite, a digestibilidade e fermentação ruminal de vacas no terço médio da lactação recebendo como volumoso a silagem de milheto, em substituição a silagem de milho, e verificaram que o consumo de MS, a produção de leite e a digestibilidade não foram influenciados pela substituição. Esses autores afirmam que a silagem de milheto pode ser considerada como alternativa importante de volumoso para alimentação de ruminantes, mesmo de animais mais exigentes como vacas em lactação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e dados climáticos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da EMBRAPA, localizado no município de Janaúba, na região norte de Minas Gerais. A classificação do clima, segundo Köeppen, é Aw, ou seja, clima de savana com inverno seco. A temperatura média anual é de 24,7 °C (média mínima de 17 °C e média máxima de 31 °C) e a umidade relativa do ar média é 65 %. O índice médio anual de precipitação pluviométrica é de 873,5 mm, concentrada nos meses de novembro a março, período seguido de uma longa estiagem, que se estende do mês de abril a outubro em que as precipitações pluviométricas são próximas a zero. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, epi-eutrófico (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005).

3.2 Análise e correção do solo

Realizou-se análise do solo coletando amostras do horizonte superficial (0 a 20 cm), coincidindo aproximadamente com a camada de aradura, onde se desenvolve a maior parte das raízes. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Janaúba –MG.

Baseada na análise de solo e na exigência da cultura foi realizada a correção e a adubação, conforme recomendações da 5ª Aproximação (GOMES *et al.*, 1999) e, posteriormente, o plantio.

Na adubação de plantio foram utilizados 300 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10. Após 35 dias de plantio, foi feita uma adubação de cobertura usando-se 60 kg ha⁻¹ de N tendo como fonte a ureia.

Quadro 1. Caracterização físico-química do solo da área experimental (profundidade: 0 a 20 cm)¹

Atributos	Valores
pH em água	6,3
P (mg/dm ³)	3,7
K ⁺ (mg/dm ³) ⁺	126
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	1,6
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,5
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,1
H + Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	2,6
SB (cmol _c /dm ³)	2,6
t (cmol _c /dm ³)	2,7
T (cmol _c /dm ³)	5,2
m (%)	4,0
V (%)	50
Matéria orgânica (dag/Kg)	1,5
Areia (dag/Kg)	65
Silte (dag/Kg)	20
Argila (dag/Kg)	15

¹Laboratório de Solos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES.

3.3 Genótipos utilizados

Neste experimento foram utilizados os seguintes genótipos de milho: ADR 500; CMS 01; CMS 03; BRS 1501 e SAUNA B.

3.4 Semeadura e desbaste

Os genótipos foram semeados em março de 2010. A semeadura foi de vinte sementes por metro linear em cada parcela para os cinco genótipos e, após a emergência das plântulas, foi realizado um desbaste a fim de que todas as parcelas permanecessem com 12 plantas por metro linear. Cada parcela foi composta por seis linhas de seis metros de comprimento e setenta centímetros de espaçamento entre linhas.

3.5 Características avaliadas

Ao completarem o ciclo vegetativo, 82 dias após plantio, foram realizadas as avaliações das características agronômicas e o corte para a ensilagem.

As avaliações foram efetuadas em quatro linhas de cada parcela do canteiro (área útil), eliminando-se 1 m nas extremidades de cada linha e as duas linhas laterais de cada parcela (as bordaduras). Assim, nas duas linhas centrais foram avaliadas as características agronômicas e nas duas linhas intermediárias as características da silagem produzida.

3.5.1 Características agronômicas

As características agronômicas avaliadas foram: número de plantas por hectare, a partir do número de plantas na área útil da parcela contada por ocasião do corte; altura da planta no momento do corte; produção de matéria verde, obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após corte a quinze centímetros do solo; produção de matéria seca, obtida a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte.

3.5.2 Ensilagem e avaliação da qualidade das silagens

Para o processo de ensilagem utilizaram-se silos de laboratório feitos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, sendo o milho picado em picadeira estacionária e prensado com soquete de madeira, adotando-se uma densidade média de 600 kg m⁻³. Os silos foram vedados com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen e lacrados com fita adesiva.

Foram feitas cinco repetições por tratamento e três réplicas por

parcela, sendo confeccionado um total de 75 silos, que após 56 dias de ensilagem foram abertos para avaliação da qualidade e valor nutricional das silagens.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Bromatologia, do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, no campus Janaúba/MG.

Os silos foram abertos desprezando-se as extremidades, e o material restante foi homogeneizado e amostrado. Com auxílio de um prensa hidráulica foram extraídos aproximadamente 200 ml de suco da silagem para determinação dos valores de pH utilizando-se potenciômetro específico (pHmetro-3 MP, Tecnal); teor de nitrogênio amoniacal, sendo determinado por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando-se solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico a 0,1 N (AOAC, 1980). Além dessas, imediatamente após abertura dos silos, pesou-se 25 g de amostra fresca de silagem e realizou-se análise de Aw pelo método de Lutz (1985) com auxílio do equipamento Aqualab (Series 3 quik Decagon Devices).

Parte da silagem foi distribuída em sacos de papel devidamente identificados, posteriormente pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 55 °C, onde permaneceram por 72 horas sendo pesadas novamente para obtenção da matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm e, em seguida, guardadas em potes plásticos com tampa e identificados.

A análise bromatológica das silagens de milho consistiu em determinar os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105 °C (AOAC, 1980); teores de proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl segundo AOAC (1980). Foram determinadas também as concentrações de Extrato Etéreo (EE) pelo método à quente utilizando-se aparelho tipo Goldfish e o extrator éter de petróleo; as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas pelo método

sequencial, segundo técnicas descritas por Robertson e Van Soest (1981). Os teores de lignina foram determinados utilizando-se ácido sulfúrico a 72 % (VAN SOEST, 1994), enquanto os de hemicelulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA e os teores de celulose por diferença entre FDA e lignina. A partir dos resíduos da FDN e FDA, procedeu-se à análise de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), de acordo com Licitra *et al.* (1996).

Os carboidratos totais (CT), carboidratos fibrosos (CF) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo Hall *et al.* (1997) seguindo as seguintes equações: $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$; $CNF (\%) = CT - \%FDN_{cp}$ (isenta de cinzas e proteína); $CF (\%) = CT - CNF$.

A partir da composição química, foram estimados os valores dos nutrientes digestíveis totais de manutenção (NDTe%MS), conforme equações de (NRC, 2001), que estimam os teores de PBD, ácidos graxos digestíveis (AGD), FDN isenta de proteína digestível (FDNp) e CNF digestíveis (CNFD), conforme descrito a seguir: PBD para alimentos volumosos = $PB \times Exp (-1,2 \times (PIDA/PB))$; em que PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; $AGD = (EE - 1)$; $CNFD = 0,98 \times CNF \times FAP$; em que FAP = fator de ajuste para processamento físico, de acordo com os valores apresentados pelo NRC (2001), $FDN_{pD} = 0,75 (FDNp - L) \times [1 - (L/FDNp)^{0,667}]$; em que L = Lignina. O NDTe foi calculado de acordo com a equação: $NDTe \%MS = PBD + 2,25AGD + FDN_{pD} + CNFD - 7$; em que o valor 7 se refere ao NDT fecal metabólico.

3.5.3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com metodologia descrita por Tilley e Terry (1963) modificada segundo Silva e Queiroz (2002), através do uso da incubadora *in vitro*, da Tecnal® (TE-150), com modificação do material do saquinho

utilizado (5,0 x 5,0 cm), confeccionado utilizando-se tecido não tecido (TNT -100 g/m²) conforme Casali *et al.* (2008).

O líquido ruminal necessário para a avaliação foi coletado de dois bovinos mestiços adultos, castrados, providos de cânula ruminal, de aproximadamente 400 kg de peso vivo, retirado pela manhã e proporcionalmente misturados para a obtenção de um líquido composto. Os animais foram alojados em um curral, alimentados com volumoso (silagem de sorgo) e concentrado, sal mineral e água *ad libitum* durante os 15 dias anteriores à coleta.

Procedimento em duas etapas (Tilley e Terry, modificado):

1ª Etapa: Em cada jarro da incubadora artificial foram colocados 24 saquinhos, contendo 1g de amostra cada, e 1 saquinho vazio (branco), todos devidamente identificados. Adicionaram-se em cada jarro 1200 ml de solução-tampão de McDougall (1948) (g litro⁻¹ – 9,8 de NaHCO₃; 7 de Na₂HPO₄ x 7H₂O ; 0,57 de KCl; 0,47 de NaCl; 0,12 de MgSO₄ x 7H₂O e 0,04 de CaCl₂) juntamente com 20 ml de solução de ureia (5,5 g de ureia/100 ml H₂O) e 20 ml da solução de glicose (5,5 g de glicose/100 ml H₂O). Em seguida, foi realizada a incubação até que se estabilizasse a 39,0 °C por vinte minutos. Então, foram adicionados a cada jarro 300 ml de líquido ruminal infundindo CO₂ sobre a superfície do conteúdo dos tubos – para eliminar o O₂ presente – e imediatamente foi fechada a tampa do jarro. A incubação permaneceu por 48 horas. A incubadora manteve a temperatura a 39,0 °C e em rotação (20 rpm). Iniciado o processo, foi marcado o horário exato da incubação para que as próximas etapas (adição da pepsina + HCl, retirada das amostras incubadas e pesagem final dos saquinhos) fossem feitas nesse mesmo horário nos outros dias.

2ª Etapa (Pepsina + HCl 6N): Após 48 horas de digestão microbiana abriam-se os jarros, cuidadosamente para evitar a formação de espumas, e adicionaram-se 6 ml de ácido clorídrico 20 % v/v e também 2 ml de solução de pepsina a 5 % p/v. Os jarros foram colocados de volta para nova incubação durante 48 horas, mantendo-se a incubadora a 39 °C e em

rotação (20 rpm). A pepsina promoveu uma digestão, desdobrando a proteína do substrato. Após a incubação, os jarros foram retirados da incubadora artificial, abertos e desprezados os líquidos. Os saquinhos de TNT contendo os resíduos da digestão foram lavados em água corrente e imersos em acetona, em seguida colocados em estufa a 55 °C por dois minutos e depois colocados na estufa a 105 °C por uma noite. No dia seguinte, no mesmo horário da incubação, os saquinhos foram resfriados em dessecador e pesados.

Para o cálculo da DIVMS utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ DIVMS} = (100 \times (W_1 - (W_2 - W_3)) / W_1$$

onde:

W_1 = peso da amostra;

W_2 = peso do resíduo (amostra após incubação);

W_3 = peso do resíduo do saquinho branco (após a incubação).

A partir dos resultados da DIVMS foi calculada a produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare.

3.6 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados no campo, com cinco repetições por genótipo num total de vinte e cinco parcelas. Cada bloco foi formado com cinco tratamentos.

3.7 Análises estatísticas

Em função do número de plantas por hectare ser classificado como uma variável quantitativa discreta, resultante de dados de contagem, testou-se através do procedimento GLM (General Linear Models): a aditividade através da análise de covariância dos valores preditos ao quadrado, obtendo-

se $P=0,3953$; a normalidade, através do procedimento univariate com estatística W (Shapiro-Wilk) com $P=0,7483$; e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett ($P=0,2716$).

Uma vez confirmada a não significância desses testes, indicando que a pressuposição de atividade do resíduo, normalidade do resíduo e homogeneidade de variâncias foram aceitas, as características avaliadas e as demais variáveis discretas foram submetidas à análise estatística utilizando-se o Sistema de Análises de Variância (SISVAR), descrito por Ferreira (2000) e, para a comparação de médias o teste de Scott e Knott ao nível de 5 % de significância conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ik}: \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} = valor observado ao genótipo i, submetido ao bloco k;

μ = média geral;

G_i = efeito do genótipo i, com $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

B_k = efeito do bloco k, com $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

E_{ik} = o erro experimental associado aos valores observados (Y_{ik}).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Agronômicas do Milheto

Quanto à avaliação agronômica, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos para as características: número de plantas por hectare, altura de plantas e produção de matéria verde em toneladas por hectare. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a produção de matéria seca em toneladas por hectare (TABELA 2).

TABELA 2 - Número médio de plantas por hectare (NP ha⁻¹), valores médios de altura, em metros, produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS), em toneladas por hectare, de cinco genótipos de milheto.

Parâmetros	ADR 500	BRS 1501	CMS 01	CMS 03	SAUNA B	Média	CV %
NP ha ⁻¹	197.800 ^a	156.200 ^b	143.800 ^b	142.800 ^b	155.00 ^b	159.120	10,97
Altura (m)	1,66 ^b	1,81 ^b	2,15 ^a	1,76 ^b	1,49 ^b	1,77	15,25
PMV (t ha ⁻¹)	40,16 ^a	35,71 ^b	41,36 ^a	36,39 ^b	32,68 ^b	37,31	9,11
PMS (t ha ⁻¹)	10,47 ^a	9,29 ^a	10,64 ^a	10,20 ^a	9,07 ^a	9,93	15,60

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na mesma linha, significam semelhança estatística ($p > 0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

O genótipo ADR 500 mostrou-se com maior estande, apresentando 197.800 plantas ha⁻¹. Os demais genótipos, BRS 1501, CMS 01, CMS 03 e SAUNA B, não diferiram em produção.

Scaléa (1998) relatou valor médio de 180.000 plantas ha⁻¹ para milheto destinado à forragem, plantado com espaçamento entre linhas de 70 cm, média superior aos genótipos estudados, mas inferior ao genótipo ADR 500, que se destacou entre os demais.

Guimarães Jr *et al.* (2009), trabalhando com genótipos CMS 1, BRS 1501 e BN 2, relataram existência de 216.000 plantas ha⁻¹ aos 82 dias pós-plantio, sendo esse valor superior à média encontrada para essa mesma característica. Segundo esses mesmos autores, dependendo das condições de clima e solo, o milho apresenta uma intensa brotação o que permite a produção de um elevado número de plantas por hectare.

À exceção do genótipo ADR 500, com número de plantas por hectare superior ou próximo aos valores relatados por esses autores, os demais genótipos avaliados apresentaram, para a mesma característica, valores inferiores. Entretanto, todos os genótipos apresentaram boa produtividade, o que é uma característica favorável à exploração pecuária. As diferenças observadas entre os dados aqui obtidos e os da literatura podem ser atribuídas aos níveis de adubação, qualidade do solo e, ou, às condições edafoclimáticas em geral.

Os genótipos mostraram-se diferentes ($p < 0,05$) em relação à altura de plantas por ocasião do corte, sendo o CMS 01 mais alto com 2,15 metros. Os outros genótipos foram semelhantes entre si (TABELA 2).

Avaliando diferentes cultivares de milho para ensilagem no município de Uberlândia, Albuquerque *et al.* (2010) encontraram valores superiores para altura de planta em estágio pastoso a farináceo. Para o genótipo ADR 500, a altura foi de 3,41 m; para o BRS 1501, 2,96 m; para o CMS 03, 2,98 m e para o Sauna B, 2,94 m. A região do Triângulo Mineiro apresenta maior índice de precipitação pluviométrica que a região do Norte de Minas o que, conseqüentemente, eleva o potencial produtivo do milho.

Amaral (2005), analisando o genótipo BRS 1501 para silagem, reportou alturas de plantas variando entre 2,05 e 2,20 m. Valores esses superiores à altura aqui relatada para o mesmo genótipo.

Quanto maior a altura de plantas maior produção de matéria verde, sendo esta uma característica desejável ao genótipo; todavia, quanto mais alta a planta maior a possibilidade de acamamento, fator indesejável.

Pedrico *et al.* (2010), avaliando a produtividade de milho semeado em diferentes espaçamentos, obtiveram, aos 63 dias após plantio, para o menor espaçamento (0,25 m) 1,45 m de altura. Já para o maior espaçamento (0,65 m) encontraram altura de 1,60 m. As produções relatadas por esses autores estão próximas às obtidas neste trabalho.

A importância de se conhecer o número de plantas por hectare e altura de plantas dos diferentes genótipos é devido à correlação positiva que se espera ter entre esses e a produção de matéria verde. Sendo assim, o genótipo que apresentar o maior número de plantas e/ou alcançar maior altura pode apresentar maior produção de matéria verde.

Segundo Ferrari Jr. *et al.* (2005), a produção de massa verde é um parâmetro que deve ser considerado quando se buscam informações sobre determinado genótipo. Além de se avaliar a produção, é importante atentar para a qualidade da silagem produzida.

Entre os genótipos houve diferença significativa ($p < 0,05$) para PMV, sendo que o ADR 500 e o CMS 01 apresentaram as maiores produções, não diferindo entre si. Os genótipos BRS 1501, CMS 03 e Sauna B mostraram-se similares com médias inferiores ao demais (TABELA 2).

Comparando-se os genótipos ADR 500 e CMS 01, observa-se que, apesar do ADR 500 ter se mostrado superior ao CMS 01 em relação ao número de plantas por hectare, o mesmo obteve menor altura de plantas ocasionando assim a semelhante produção de matéria verde. Ou seja, uma característica compensou a outra, o genótipo com menor número de plantas se desenvolveu atingindo maior altura de plantas.

Buso *et al.* (2012), trabalhando com milho, registraram valor médio de 26,37 t ha⁻¹ de matéria verde, inferior aos valores obtidos no presente estudo. Produtividades inferiores também foram relatadas por Guimarães Jr. *et al.* (2009) para os genótipos CMS 01 (31,84 t ha⁻¹) e BRS 1501 (27,81 t ha⁻¹) ao avaliarem o desempenho agrônomo de variedades de milho plantadas no período de safinha.

Pedrico *et al.* (2010), pesquisando o milho semeado em diferentes espaçamentos, relataram produção de matéria verde variando de 18,32 t ha⁻¹, no maior espaçamento (0,65 m), a 28,63 t ha⁻¹, no menor espaçamento (0,25 m). Se comparado ao presente trabalho, em que o espaçamento entre linhas foi de 0,70 m, a PMV t ha⁻¹ foi inferior às aqui encontradas. Quanto maior a densidade menor o desenvolvimento das plantas.

Em relação à produção de matéria seca PMS (t ha⁻¹), não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os genótipos de milho sendo a média geral de 9,93 t ha⁻¹ (TABELA 2).

Valores inferiores à produção de matéria seca por hectare são descritos por alguns autores: 6,99 t ha⁻¹ (GUIDELI *et al.*, 2000); 6,03 t ha⁻¹ (KOLET *et al.*, 2006); 7,01 t ha⁻¹ (ROMAN *et al.*, 2008); 6,83 t ha⁻¹ (GUIMARÃES Jr. *et al.*, 2009); 6,61 t ha⁻¹ (BARBOSA *et al.*, 2011), para diferentes genótipos de milho.

Heringer e Moojen (2002), testando diferentes concentrações de adubação nitrogenada para o milho, constataram produções de matéria seca que variaram de 8,86 a 17,40 t ha⁻¹ para 0 e 450 kg de N ha⁻¹, respectivamente, estando próximas aos valores desta pesquisa. Cazetta *et al.* (2005), analisando milho aos 60 dias após o plantio, também relataram produção média de matéria seca (10,67 t ha⁻¹) próxima à média aqui registrada.

Albuquerque *et al.* (2010), ao avaliar a produtividade do milho para silagem, na região do Triângulo Mineiro, obtiveram para os genótipos Sauna B, BRS 1501, CMS 03, J 1188 e ADR 500 produção de matéria seca de 15,15; 12,11; 14,51; 17,30 e 20,14 t ha⁻¹, respectivamente, estando acima dos valores encontrados neste trabalho.

Pires *et al.* (2007), estudando o desempenho agrônomico de genótipos de milho no estado de Goiás, reportaram produção média de matéria seca de 5,1 e 15,7 t ha⁻¹ aos 45 e 59 dias após semeadura, para os genótipos ADR 500, ADR 300 e BN 2. No presente estudo, verificou-se que

a PMS t ha⁻¹ dos genótipos é inferior às obtidas por esses, visto que a idade de corte foi aos 82 dias e a produção alcançou média de 9,93 t ha⁻¹.

As diferenças climáticas atuam diretamente na produtividade de uma forrageira. Apesar da superioridade em produção de matéria seca nas regiões com maior incidência de chuva, o milheto apresentou bom potencial produtivo em condições semiáridas.

Paziani *et al.* (2009), avaliando as características agrônômicas de híbridos de milho para produção de silagem, constataram valores médios de 18,69 t ha⁻¹ de PMS. Gontijo Neto *et al.* (2002), estudando híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), obtiveram média de PMS de 15,47 t ha⁻¹. A produção de matéria seca do milheto, neste estudo, mostrou-se inferior a essas duas espécies, que são as mais utilizadas para ensilagem, mas devido as suas características de maior rusticidade torna-se um considerável substituto.

A produção de matéria seca reflete as condições climáticas que, quando favoráveis, possibilitam às cultivares expressarem todo seu potencial produtivo. No entanto, de acordo com França e Madureira (1989), a produção de matéria seca do milheto para silagem pode variar de 3,6 a 10,2 t ha⁻¹ em função da fertilidade do solo, cultivar e precipitação.

Apesar de a PMS (t ha⁻¹) estar relacionada à PMV (t ha⁻¹), pode-se observar que os genótipos mostraram-se diferentes em relação à PMV (t ha⁻¹), porém semelhantes em PMS (t ha⁻¹) (TABELA 2). Isto, devido ao teor de matéria seca de cada genótipo no momento do corte.

De acordo com Carvalho *et al.* (1992), das frações da planta, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca, seguido pelas folhas e pela panícula. Dessa forma, é possível inferir que os genótipos de milheto podem ter apresentado diferentes morfogêneses, dos quais o genótipo com maior produção de matéria verde pode, por exemplo, ter maior diâmetro de colmo e/ou o genótipo com menor produção de matéria verde ter, por sua vez, mais grãos; explicando assim a diferença na PMV e semelhança na PMS (t ha⁻¹).

A produção de matéria seca é um dos fatores mais importantes na escolha da cultura para alimentação animal, principalmente em regiões de deficit hídrico prolongado onde a melhor opção é armazenar a maior quantidade de forragem possível para utilização no período da seca. Isso requer que a cultura selecionada tenha elevada produção de matéria seca, além de boa qualidade nutricional. Os genótipos de milho revelaram boa PMS ($t\ ha^{-1}$), mesmo plantados tardiamente, no final do período das águas, demonstrando bom potencial forrageiro para a região do Norte de Minas Gerais.

4.2 Qualidade das Silagens de Milho

Todas as silagens apresentaram odor agradável, coloração parda, textura firme e ausência de partes mofadas.

TABELA 3 - Valores médios de pH, Atividade de Água (Aw) e relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT) das silagens de cinco genótipos de milho

Parâmetros	ADR 500	BRS 1501	CMS 01	CMS 03	SAUNA B	Média	CV%
pH	3,9 ^a	3,9 ^a	3,8 ^a	4,0 ^a	3,9 ^a	3,92	5,96
Aw	0,97 ^a	0,97	0,25				
N-NH ₃ /NT (%)	7,59 ^a	8,57 ^a	7,15 ^a	7,33 ^a	7,58 ^a	7,64	21,59

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na mesma linha, significam semelhança estatística ($p>0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

As silagens dos cinco genótipos mostraram-se semelhantes ($p>0,05$) quanto ao pH, à atividade de água (Aw) e à relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT).

Os parâmetros analisados são importantes indicadores da qualidade da silagem os quais estão dentro dos valores indicados para silagens de ótima qualidade.

O valor médio do pH das silagens de milho foi de 3,92 (TABELA 3) e de acordo com Tomich *et al.* (2004), valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa há restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e bactérias do gênero *Clostridium*, que são responsáveis pela produção do ácido butírico e pela deterioração da silagem.

Guimarães Jr *et al.* (2005b), trabalhando com silagens de três genótipos de milho, encontraram valor médio para pH de 3,62. Entretanto, Amaral *et al.* (2008), testando diferentes idades de corte para silagem de milho, obtiveram valor médio de pH de 3,48, 3,62 e 3,77 para silagens de cortes realizados aos 70, 90 e 110 dias após plantio, respectivamente. Os valores encontrados pelos pesquisadores estão próximos aos obtidos neste estudo, os quais indicam bom processo fermentativo e boa conservação da massa produzida.

Outro parâmetro avaliado foi a atividade de água (A_w), que, de acordo com Jobim *et al.* (2007), em alimentos ensilados é de grande importância para a qualidade de fermentação. Trabalhos conduzidos no Brasil, com espécies tropicais, evidenciam valores relativamente elevados para a A_w em silagens de gramíneas.

Castro *et al.* (2001) registraram valores de A_w entre 0,69 e 0,85 para silagens de Tifton 85, enquanto Igarasi (2002) reportou valores de A_w superiores a 0,93 para silagem de capim-Tanzânia.

O desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos está restrito a valores de A_w acima de 0,90 e, segundo McDonald *et al.* (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94. Nesta pesquisa, pode-se observar que a média de A_w foi 0,97 (TABELA 3), porém, como citado anteriormente, a faixa de pH das silagens

encontrou-se adequada à restrição de clostrídeos, evitando assim fermentação indesejada.

Em estudos publicados por pesquisadores brasileiros tem-se verificado que o aumento no teor de MS de silagens de gramíneas evidencia reduções na população microbiana, especialmente de clostrídeos. Em silagens de materiais emurchecidos, a pouca atividade microbiana torna-se evidente pela baixa concentração de ácidos orgânicos e consequente pH mais elevado (JOBIM *et al.*, 2007).

Em relação ao parâmetro nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT), a média geral dos genótipos foi de 7,64 % (TABELA 3). Guimarães Jr *et al.* (2005b) encontraram valor médio de 8,75 % para as silagens de milho, aos 56 dias de fermentação. Bergamaschine *et al.* (1998) registraram valores de 6,43 e 6,11 % para silagens de milho sem e com aditivo, respectivamente; e valores de 6,37, 6,26 e 6,18 % para as silagens com 0, 5 e 10 % de resíduo de milho adicionado, respectivamente. Machado Filho e Mühlbach (1986) encontraram o valor de 6,22 % de N-NH₃/NT para silagem de milho sem emurchecimento. Os valores relatados por esses autores estão próximos aos obtidos neste estudo, e os mesmos confirmam o bom padrão fermentativo das silagens de milho.

Valores inferiores foram relatados por Chaves (1997) de 2,96 % e por Amaral *et al.* (2008) que encontraram valores de 1,45, 1,28 e 1,09 para silagens dos genótipos BRS 1501, BN 1 e Comum, originárias de cortes aos 70, 90 e 110 dias após plantio, respectivamente.

A relação de nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH₃/NT) deste estudo foi inferior a 10 %, que é o teor máximo de N-NH₃/NT admitido para silagens de boa qualidade (TOMICH *et al.*, 2003). O nitrogênio amoniacal, expresso em porcentagem do nitrogênio total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação. Portanto, esse parâmetro é um dos mais importantes na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada. Conforme McDonald *et al.* (1991),

silagens mal preservadas apresentam teores de amônia superiores a 10 %, sendo a amônia derivada do catabolismo de aminoácidos.

4.3 Características Nutricionais das Silagens de Milheto

Os teores de matéria seca (MS) das silagens dos cinco genótipos não diferiram entre si ($p>0,05$), e o teor médio foi de 30,74 % (TABELA 4).

TABELA 4 - Teores médios de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Nitrogênio Indisponível em Detergente Neutro (NIDN) e Nitrogênio Indisponível em Detergente Ácido (NIDA) e Extrato Etéreo (EE) das silagens de cinco genótipos de milheto

Parâmetros	ADR 500	BRS1501	CMS01	CMS03	SAUNA B	Média	CV%
MS (%)	30,08 ^a	31,55 ^a	29,33 ^a	32,84 ^a	29,90 ^a	30,74	7,0
PB (%)	10,17 ^a	10,73 ^a	10,54 ^a	9,82 ^a	9,78 ^a	10,21	11,73
NIDN (%)	0,572 ^a	0,499 ^a	0,462 ^a	0,563 ^a	0,573 ^a	0,534	15,51
NIDA (%)	0,430 ^a	0,387 ^a	0,431 ^a	0,408 ^a	0,399 ^a	0,412	17,54
EE (%)	2,44 ^a	2,29 ^a	2,56 ^a	2,16 ^a	2,30 ^a	2,35	19,51

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na mesma linha, significam semelhança estatística ($p>0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

De acordo com Paiva (1976) e Van Soest (1994), a faixa ideal para ensilagem está entre 30 e 35 % de matéria seca, em que é possível ocorrer boa compactação garantindo anaerobiose e bom desenvolvimento das bactérias lácticas. Para Pizarro (1978) e Andriquetto *et al.* (1983), essa faixa seria mais ampla, variando de 28 a 38 % de MS. Já McDonald *et al.* (1991) afirmaram que, quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20 % são suficientes para garantir boa fermentação.

Araújo *et al.* (2000), estudando a qualidade das silagens de genótipos de milho, BRS 1501, BN 1 e Comum, encontraram para matéria seca valores variando de 22,64 a 24,49 %, inferiores aos aqui encontrados.

Fialho *et al.* (2003), testando diferentes aditivos a silagens de milho, registraram teores de matéria seca entre 22,15 e 25,38 %. Valores próximos foram reportados por Coelho (2003), que constatou que a matéria seca das silagens de milho variou de 22,83 a 27,90 %, resultados inferiores aos observados neste estudo.

Grise *et al.* (2001), analisando o efeito do uso de inoculantes em silagens de milho, verificaram variação de 32,04 a 38,23 % MS. Por outro lado, Amaral *et al.* (2008), avaliando a idade de corte de genótipos de milho, encontraram valores de matéria seca das silagens variando de 21,34; 27,69 e 36,83 % para os cortes realizados aos 50, 90 e 110 dias, respectivamente.

A variação no teor de matéria seca das silagens depende, além de fatores inerentes ao genótipo, da idade da planta no momento do corte. Plantas mais novas, em estágio de desenvolvimento, possuem maiores teores de água em sua constituição, conseqüentemente menor concentração de matéria seca. No presente estudo, o corte foi realizado após as plantas terem completado seu estágio de maturação fisiológica, buscando assim a máxima produção de matéria seca relacionada à época de melhor qualidade nutricional e ao bom teor de matéria seca para o adequado perfil de fermentação.

Com relação aos teores de proteína bruta (PB), não houve diferença significativa entre os genótipos ($p > 0,05$) e o teor médio foi de 10,21 % (TABELA 4).

Uma dieta destinada a ruminantes deve conter pelo menos 7 % de PB para fornecer nitrogênio suficiente para uma efetiva fermentação microbiana no rúmen (CHURCH, 1988). Neste trabalho, todas as silagens dos genótipos de milho apresentaram PB suficiente para garantir boa fermentação ruminal.

De acordo com Valadares Filho *et al.* (2010), o teor de proteína das silagens de milho é de 8,94 %. Amaral *et al.* (2008), avaliando as silagens de genótipos BRS 1501, BN 1 e Comum, resultantes de cortes aos 70 e 90 dias de idade, constataram teores médios de PB de 9,5 e 7,13 %, respectivamente. Guimarães Jr *et al.* (2005b), estudando a composição bromatológica de silagens de milho, observaram teores médios de 10,40 % de PB para os genótipos CMS 1, BRS 1501 e BN 2. No presente estudo obteve-se teor de PB semelhante aos encontrados por estes autores.

Pesquisando o efeito de aditivos em silagens de milho, Bergamaschine *et al.* (1998) encontraram valores entre 8,89 e 9,45 % de PB. Posteriormente, Bergamaschine *et al.* (2011), estudando a silagem de milho, relataram valores de 9,71 e 14,80 % de PB para silagens de planta inteira e de grão moído, respectivamente, valores próximos aos aqui relatados.

Comparando-se os dados deste estudo com dados obtidos por outros autores, as divergências podem ser atribuídas tanto ao estágio fenológico do milho, quanto ao manejo, especialmente à aplicação de nitrogênio, pois a concentração de PB está condicionada à adubação nitrogenada (BUXTON e MERTENS, 1995), e é um importante fator a ser considerado.

Domingues *et al.* (2012), trabalhando com silagens de milho, considerado alimento-referência, verificaram teores de PB variando de 7,27 a 8,88 %. Enquanto Avelino *et al.* (2011) trabalhando com sorgo, principal substituto do milho, encontraram teores de 6,6 a 8 % de PB para silagens de sorgo cultivado em diferentes espaçamentos. Ambos os autores constataram valores de PB inferiores aos desta pesquisa, sendo esta superioridade do milho uma característica nutricional de relevância.

Para o Nitrogênio Indisponível em Detergente Neutro (NIDN) e Nitrogênio Indisponível em Detergente Ácido (NIDA) não foi constatada diferença significativa entre os genótipos ($p > 0,05$) e os teores médios obtidos foram 0,53 % de NIDN e 0,41 % de NIDA (TABELA 4).

O nitrogênio não digestível de um alimento é estimado a partir do NIDA, mas de acordo com Broderick (1994) esse componente das forragens é composto por pelo menos duas frações, uma não digestível e outra de baixa digestibilidade.

Os teores de NIDN mais próximos ao deste estudo foram encontrados por Rios *et al.* (2006) que obtiveram para o milho do genótipo ADR 300 teor médio de 0,61 % e, para BN 1 o teor de 0,68 % de NIDN.

Jochims *et al.* (2008), estudando pastagens de milho, observaram teor médio de NIDN de 0,83 %, valor superior ao encontrado neste estudo.

Aguiar *et al.* (2006), trabalhando com feno triturado de gramíneas tropicais, relataram para o milho teor de 0,88 % de NIDN e 0,30 % para NIDA, valor superior ao observado nesta pesquisa para NIDN e inferior para NIDA. Silagens de outras forrageiras apresentaram valores de NIDN e NIDA diferentes aos da silagem de milho, sendo registrados por Oliveira *et al.* (2007) teores de 0,16 % de NIDN e 0,13 % de NIDA para *Brachiaria*; 0,35 % de NIDN e 0,19 % de NIDA para o *Panicum*; e 0,21 % de NIDN e 0,11 % de NIDA para o *Pennisetum*.

Na maioria dos alimentos concentrados, os teores de compostos nitrogenados presentes como NIDA são inferiores a 10 % do nitrogênio total, observando-se valores mais elevados para o NIDA nos alimentos volumosos ou em forragens amonizadas (ROSA e FADEL, 2001).

A concentração de NIDA nas silagens estudadas corresponde a 25,22 % do nitrogênio total. Segundo Van Soest e Manson (1991), forragens com teores de NIDA acima de 20 % do nitrogênio total têm sua utilização comprometida em razão da redução na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da matéria seca.

Subtraindo-se o teor de NIDA do teor de nitrogênio total, encontrado nas silagens de milho deste experimento, ainda assim seria obtido um bom teor de nitrogênio resultando em uma concentração de PB igual a 7,63 %, dentro do teor mínimo requerido para atender as exigências da dinâmica ruminal para síntese de proteínas microbianas. Infere-se assim

que, possivelmente, a fração NIDA das silagens de milho, apesar de elevadas quando comparadas a silagens de outros materiais, não decresce o valor nutritivo da silagem a ponto de prejudicar o funcionamento ruminal e consequentemente a produção.

Os teores de extrato etéreo (EE) das silagens dos cinco genótipos não diferiram ($p > 0,05$), e o teor médio foi de 2,35 % (TABELA 4).

Segundo Catelan (2010), o grão de milho apresenta elevado teor de óleo, conferindo ao material uma boa porcentagem de extrato etéreo e consequentemente bom valor energético.

O teor médio de extrato etéreo obtido neste trabalho apresenta-se intermediário ao relatado por diferentes autores. Gomes *et al.* (2008), determinando a composição química e energética do milho observaram teor médio de 3,10 % de EE, e Cavalcante (2010) verificaram 3,43 % de EE, estes valores são superiores aos encontrados neste estudo.

Valores mais altos de extrato etéreo foram relatados por Furlan *et al.* (2003) que encontraram teores de 4,67; 3,80 e 3,29 % de EE para os genótipos de milho Comum, BN 2 e Iapar IA 98301, respectivamente.

Avelino *et al.* (2011), estudando a composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo, forrageira comumente utilizada na região Norte de Minas, observaram para o AG-2005 (duplo propósito) e Volumax (forrageiro) teores de EE variando de 1,61 a 2,05 %. Estes resultados são inferiores aos desta pesquisa, afirmando a possível substituição do tradicional alimento forrageiro por um mais adaptável as condições regionais.

São poucas as pesquisas que relatam teores de extrato etéreo do milho, apesar da gordura constituir a fração mais energética dos alimentos. Quanto maior o teor de gordura de um alimento mais alto o seu valor de NDT. Porém, segundo Reis *et al.* (2000), o EE contribui para a diminuição da digestibilidade da matéria seca.

Van Soest (1994) considera para ruminantes níveis máximos de 7 % de EE na dieta total para que não haja comprometimento da

digestibilidade e consumo de nutriente. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo não comprometem a digestibilidade.

Em relação aos parâmetros fibrosos, Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) não foi constatado diferença significativa ($p>0,05$) entre os genótipos (TABELA 5).

TABELA 5 - Teores médios de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Hemicelulose (Hcel), Celulose (Cel), Lignina, Carboidratos totais (CT), Carboidratos Não Fibrosos (CNF) e Carboidratos Fibrosos (CF) das silagens de cinco genótipos de milho

Parâmetros	ADR 500	BRS1501	CMS01	CMS03	SAUNA B	Média	CV%
FDN (%)	57,59 ^a	58,68 ^a	55,75 ^a	61,42 ^a	60,01 ^a	58,69	5,81
FDA (%)	39,52 ^a	37,94 ^a	39,26 ^a	39,11 ^a	37,48 ^a	38,6	4,39
Hcel (%)	22,25 ^a	22,82 ^a	20,74 ^a	21,76 ^a	21,41 ^a	21,79	9,98
Cel (%)	32,63 ^a	33,15 ^a	35,41 ^a	35,60 ^a	36,72 ^a	34,70	7,79
Lignina(%)	2,85 ^a	2,81 ^a	2,65 ^a	2,56 ^a	2,63 ^a	2,70	14,54
CT (%)	76,28 ^a	76,67 ^a	75,22 ^a	76,10 ^a	78,86 ^a	77,03	2,75
CNF (%)	18,68 ^a	17,99 ^a	20,24 ^a	18,62 ^a	18,85 ^a	18,88	19,43
CF (%)	57,59 ^a	58,68 ^a	54,97 ^a	59,48 ^a	60,00 ^a	58,14	6,41

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na mesma linha, significam semelhança estatística ($p>0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

Os teores de FDN e FDA são indicativos da quantidade de fibra da forragem, estando a FDN relacionada à quantidade de fibra que há no volumoso, enquanto a FDA à quantidade de fibra menos digestível; desse modo, quanto menores os teores, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de MS (SANTOS *et al.*, 2010).

Os teores médios encontrados para Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) foram, respectivamente, 58,69 e 38,60 % (TABELA 5).

De acordo com Moraes e Maraschin (1988), forragens com elevadas concentrações de FDN limitam a ingestão de matéria seca pelo animal, uma vez que quando a massa fibrosa passa vagarosamente pelo trato digestório do ruminante ela ocupa espaço por mais tempo limitando a taxa de consumo. Para Van Soest (1994), valores acima de 55 a 60 % de FDN se correlacionam negativamente com o consumo de massa seca pelo animal. Pode-se observar que as silagens de milho aqui estudadas apresentam valores de FDN dentro da faixa preconizada a não limitar o consumo de matéria seca.

Os valores de FDN encontrados no presente estudo são inferiores aos reportados por Pereira (1991), de 68,5 %; Chaves (1997), de 68,5 % e Guimarães Júnior *et al.* (2001), de 62,0 % de FDN. Essa variação pode ser explicada pela idade da planta na ocorrência do corte.

Bergamaschine *et al.* (1998) e Fialho *et al.* (2003) observaram valores de FDN variando de 48,54 a 62,24 % e de 59,17 até 67,60 %, respectivamente.

Teores de FDA variando entre 32,15 e 42,50 % são relatados por Guimarães Jr *et al.* (2001), Grise *et al.* (2001) e Frizzo Filho (2004) que trabalharam com silagens de diferentes cultivares de milho.

Gonçalves *et al.* (2006) afirmam que teores elevados de FDA dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais. Segundo Van Soest (1994), a análise de FDA representa uma estimativa do teor total de celulose e lignina da amostra, sendo inversamente relacionada com a digestibilidade da MS.

Avaliando três diferentes genótipos de milho, Kolet *et al.* (2006) encontraram valores de FDN entre 55,93 e 60,55 % e de FDA variando de 30,04 a 34,55 % para as cultivares Africano, Americano e BN2.

Amaral *et al.* (2008) registraram para os teores de FDN das silagens de milho variação de 60,15 a 68,63 %. Quanto aos teores de FDA, esses mesmos autores encontraram teores de 35,57; 41,02 e 46,06 % de FDA para os genótipos, BRS 1501, BN 1 e Comum, respectivamente.

Estudando os efeitos de diferentes conteúdos de água no solo sob a produtividade de milho, Melo *et al.* (2007) constataram valores de FDN de 62,57 e 68,17 %, quando o conteúdo de reposição de água ao solo (via irrigação) era de 50 e 100 %, respectivamente.

Avelino *et al.* (2011) observaram teores entre 59,25 e 62,3 % de FDN e de 33,5 a 39,3 % de FDA para silagens de milho. Esses valores mostram a proximidade da qualidade nutricional da silagem de milho à silagem de milho.

Os teores de FDN e NIDN, bem como FDA e NIDA são crescentes na composição das plantas no decorrer do seu estágio vegetativo, isso é devido à maior participação da parede celular das plantas (celulose e hemicelulose) conforme o decorrer da idade (JOCHIMS *et al.*, 2008).

De acordo com Müller *et al.* (2006), em consequência da maturidade das plantas, com o avanço do ciclo, ocorre aumento no teor de lignina e aumento da parede celular nos tecidos dos vegetais, devido, principalmente, à diminuição da relação folha/colmo. As maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação. À medida que a planta envelhece, a proporção dos componentes digestíveis tende a diminuir e a de fibras aumentar.

Os teores médios de hemicelulose, celulose e lignina encontrados para as silagens de milho foram de 21,79; 34,70 e 2,70 %, respectivamente. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para esses parâmetros entre as silagens (TABELA 5).

Conforme Van Soest (1994), a celulose representa a porção de maior importância da estrutura da parede celular, sua disponibilidade nutricional varia de indigestível a completamente digestível, dependendo do grau de lignificação.

Aguiar *et al.* (2006), trabalhando com fenos triturados de gramíneas tropicais, relataram para o milho teores de 20,47 % de hemicelulose, 39,53 % de celulose e 6,52 % de lignina.

Silva e Queiroz (2002) relataram que a hemicelulose integra a FDN e é calculada pela diferença entre FDN e FDA, sendo mais digerível que a celulose. Assim, torna-se interessante elevar o teor de hemicelulose e diminuir o de celulose, já que os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos.

Carvalho *et al.* (2010), estudando diferentes plantas com potencial para plantio direto, observaram para o milho valores de 30,20 % de hemicelulose, 17,82 % de celulose e 3,4 % de lignina. Apesar de o teor de hemicelulose no presente estudo ter sido inferior ao mencionado por esses autores, o teor de lignina também foi inferior. Quanto menos lignificado for o alimento melhor o aproveitamento pelo ruminante.

Estudando alturas de corte de 60, 80 e 100 cm, Leão (2011) observou para o genótipo ADR 500 valores diferentes deste trabalho, sendo de 27,76 % de hemicelulose, 27,95 % de celulose e 14,78 % de lignina. Comparando-se a esta pesquisa, os teores de hemicelulose e celulose por eles reportados são diferentes, e a lignina por sua vez, é bem superior aos valores aqui encontrados.

De acordo com Lapiere (1993), a lignina é o componente mais negativamente correlacionado à digestibilidade, pois limita a digestão dos polissacarídeos da parede celular e reduz o valor nutricional das plantas para os ruminantes. Nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos, Valadares Filho *et al.* (2010) consideram teor médio de lignina das silagens de milho de exatamente 2,70 %.

Leonel *et al.* (2009) têm abordado o teor de lignina em gramíneas tropicais como fração depreciativa dos alimentos, portanto, baixos teores de lignina permitem melhor aproveitamento da fibra pelos microrganismos ruminais.

Em relação aos teores de carboidratos, não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) entre os genótipos quanto aos valores de Carboidratos Totais (CT), Carboidratos não Fibrosos (CNF) e Carboidratos Fibrosos (CF). Foram constatados teores médios de 77,03 % de CT, 18,88 % de CNF e 60 % de CF (TABELA 5).

Nutricionalmente, os carboidratos podem ser classificados em fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF). Segundo Mertens (1996), os CF são representados pela celulose e hemicelulose, descritos como sendo de lenta e às vezes incompleta degradação no trato gastrointestinal, e os CNF, pelos açúcares solúveis, amido e pectina, que são de rápida e completa digestão, que mediante um complexo sistema simbiótico e metabólico representam a principal fonte de energia para o organismo animal.

Aguiar *et al.* (2006), avaliando a composição bromatológica de forrageiras tropicais para produção de fenos, encontraram para o milheto valores um pouco abaixo aos deste trabalho para CT e CNF, sendo observados teores médios de 74,48 % de CT e 10,96 % de CNF.

Santos *et al.* (2010), analisando a composição de silagens de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira, verificaram teores de 82,7 % de CT, 32,8 % de CNF e 49,9 % de CF para as silagens de milho. O milheto, como pode ser observado neste estudo, apresenta em sua composição menores teores de CT e CNF e maior teor de carboidrato fibroso que o alimento padrão – milho, em contrapartida o milheto possui maior rusticidade o que o permite ser cultivado em regiões onde o milho não produz bem.

Para os valores de Nutrientes Digestíveis Totais estimado (NDTe), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) e Produção de Matéria Seca Digestível (PMSD) não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre as silagens de cinco genótipos de milheto. Os valores médios encontrados foram 57,96 % de NDTe, 59,90 % de DIVMS e 4,15 % de PMSD (TABELA 6).

TABELA 6 - Valores médios de Nutrientes Digestíveis Totais estimado (NDTe), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) e Produção de Matéria Seca Digestível (PMSD) em toneladas por hectare das silagens de cinco genótipos de milho

Parâmetros	ADR 500	BRS1501	CMS01	CMS03	SAUNA B	Média	CV %
NDTe (%)	57,08 ^a	56,61 ^a	57,73 ^a	59,51 ^a	58,88 ^a	57,96	4,45
DIVMS(%)	58,27 ^a	61,04 ^a	59,17 ^a	61,12 ^a	59,90 ^a	59,90	6,93
PMSD (t ha ⁻¹)	4,29 ^a	3,95 ^a	4,41 ^a	4,37 ^a	3,73 ^a	4,15	16,1

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, na mesma linha, significam semelhança estatística ($p > 0,05$) pelo Teste Scott-Knott. CV = Coeficiente de variação.

O NRC (1989) sugere concentrações de NDT para o milho entre 59,0 a 61,0 %, e, conforme Van Soest (1994), os teores de NDT das forrageiras são de aproximadamente 55 %, podendo ser alterados de acordo com as condições climáticas, solo e a idade de corte das plantas. O teor de NDT das silagens de milho, estimado neste estudo, está de acordo com os valores acima mencionados.

Paulino (2003) afirma que em relação ao valor nutritivo, o milho no período de pastejo apresenta teores de NDT por volta de 60 a 65 %, e o caracteriza como um material de alta qualidade para bovinos em pastejo. No entanto, Costa *et al.* (2011), estudando pastagens de milho, observaram teores mais baixos de NDT, relatando média de 54,8 % de NDT. Esses valores são intermediários ao NDT encontrado nesta pesquisa. Consoante Valadares Filho *et al.* (2010), as silagens de milho apresentam, em média, 60,23 % de NDT.

Leão (2011), estudando o genótipo ADR 500 em diferentes alturas de corte, constatou os seguintes teores de NDT: 58,72; 58,12 e 57,25 % de NDT para cortes a 60, 80 e 100 cm, respectivamente. Esses valores estão próximos ao deste trabalho para o mesmo genótipo.

Cappelle *et al.* (2001) relataram que estimativas dos valores de energia dos alimentos e das dietas são importantes para animais de grande produção, principalmente para vacas de leite, que requerem grande quantidade de energia. Dietas deficientes em energia reduzem a produção de leite, causam excessiva perda de peso, problemas reprodutivos e podem diminuir a resistência a doenças.

As silagens de milho, utilizadas neste estudo, indicam bom valor energético expresso pelo NDT. Os resultados alcançados com esses genótipos tornam-se um indicativo do potencial de conservação dessas variedades na forma de silagem para suprimento alimentar dos ruminantes.

Em relação à DIVMS, Valadares Filho *et al.* (2010) apresentaram, nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos, valor médio de 54,86 % de DIVMS de silagens de milho enquanto no presente estudo a digestibilidade das silagens mostrou-se um pouco maior.

Trabalhando com silagens de genótipos de milho, Guimarães Jr *et al.* (2005) registraram para os genótipos CMS 01 e BRS 1501 valor médio de 53,86 % de DIVMS.

Queiroz *et al.* (2012), trabalhando com diferentes épocas de plantio, observaram para o BRS 1501 valores de DIVMS da lâmina foliar de 72,15; 72,68; 69,86; 64,32 e 68,40 %, para plantios efetuados em fevereiro, março, abril, agosto e setembro.

Estudando a qualidade do milho, Guideli *et al.* (2000) constataram que até o terceiro corte a qualidade dos genótipos Comum e CMS 02, em termos de DIVMS das folhas e DIVMS dos colmos, se mantiveram em níveis de, aproximadamente, 70 %.

Carvalho *et al.* (2010), analisando milho em plantio direto, observaram uma correlação negativa e significativa entre DIVMS e FDN, ou seja, quanto maiores teores de FDN pior a digestibilidade da silagem. No presente estudo, as silagens apresentaram aceitáveis teores de FDN, o que resultou na boa digestibilidade da matéria seca.

Silva *et al.* (2011), estudando valor nutritivo de cinco genótipos de *Pennisetum*, obtiveram valor médio de 56,2 % de DIVMS.

Domingues *et al.* (2012) citam valores de 65,97 a 76,26 % de DIVMS de silagens de milho. A menor digestibilidade da silagem de milheto em relação à silagem de milho é devido à composição bromatológica das diferentes culturas, tendo o milheto maior teor de fibra que o milho. É válido ressaltar que, apesar da diferença mencionada, as silagens de milheto apresentaram boa DIVMS.

Gontijo Neto *et al.* (2002), avaliando a digestibilidade de híbridos de sorgo, obtiveram valores de DIVMS variando de 52,97 a 61,69 %, os quais estão próximos ao deste estudo, permitindo inferir que a digestibilidade da silagem de milheto é semelhante à da silagem de sorgo.

À medida que a planta se desenvolve, ocorre redução do teor proteico e aumento do teor de fibra associado à elevação no teor de lignina. De acordo com Silva *et al.* (2011), a lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, indisponibilizando os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis e diminuindo a digestibilidade da MS. Como demonstrado anteriormente, o teor de lignina das silagens de milheto foi baixo, interferindo pouco na atividade microbiana.

A partir da DIVMS, é possível se conhecer a fração digestível de cada componente nutricional bem como estimar a produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare. Já era esperado que não houvesse diferença significativa entre os genótipos para PMSD (TABELA 6) visto que o mesmo ocorreu entre as variáveis PMS e DIVMS.

Existem poucos relatos na literatura descrevendo valores de PMSD de milheto. Paziani *et al.* (2009), avaliando híbridos de milho para produção de silagem no estado de São Paulo, constataram valores de 7,06 a 18,44 t ha⁻¹ de matéria seca digestível para as silagens de milho. O objetivo de se utilizar a cultura do milheto na região Norte de Minas Gerais é justificada

pela improvável capacidade de se produzir o milho com a mesma resposta nesta região.

Busca-se com a cultura do milheto minimizar o conflito causado pela longa estiagem nas regiões semiáridas. Dessa forma, uma lavoura que resista às adversidades climáticas e com produção de 4,15 t ha⁻¹ de matéria seca digestível torna-se uma alternativa viável para suprir a alimentação dos ruminantes.

As respostas obtidas a partir da avaliação das características agronômicas dos genótipos de milheto, bem como da qualidade da silagem e do valor nutricional das mesmas confirmam a possibilidade de difusão dessas variedades para produção de silagem no semiárido, zona carente de opções forrageiras e com peculiaridades regionais marcantes.

5 CONCLUSÃO

Os genótipos de milho, ADR 500, BRS 1501, CMS 01, CMS 03 e SAUNA B, apresentaram características agronômicas e valor nutricional adequados à produção de silagens, com bom padrão fermentativo e boa digestibilidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. M. *et al.* Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2226-2233, 2006.

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* Produtividade do milheto para silagem no município de Uberlândia, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

ALBUQUERQUE, P. E. P. *et al.* **Estabelecimento de sítios-específicos experimentais visando imposição e monitoramento de estresse hídrico para fenotipagem de cereais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 10 p. Circular Técnica, 61.

AMARAL, P. N. C. **Produção e qualidade de três cultivares de milheto.** 125 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

_____. *et al.* Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milheto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008.

ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal.** São Paulo: Nobel, 1983. v. 1, 395 p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Oficial methods of analyses.** 14. ed. Washington: AOAC Internacional, 1980.

ARAÚJO, V. L. *et al.* Qualidade e perfil de fermentação das silagens de três cultivares de milheto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. 1 CD-ROM.

AVELINO, P. M. *et al.* Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 208-215, jan./mar., 2011.

BARBOSA, C. E. M. *et al.* Determinação da massa seca, teor de nutrientes e cobertura do solo de espécies semeadas no outono-inverno. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 265-272, 2011.

BERGAMASCHINE, A. F. *et al.* Efeito da adição de resíduo de milho e inoculante microbiano na qualidade da silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v. 2, p. 287-289.

_____. *et al.* Substituição do milho e farelo de algodão pelo milho no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 154-159, 2011.

BRODERICK, G. A. Quantifying forage protein quality. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p. 200-228.

BUSO, W. H. D. *et al.* Uso do milho na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 22, 2011. ed. 169, art. 1136.

_____. *et al.* Produção de massa seca de cultivares de milho submetidos a vários níveis de adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012. p. 1274-1279.

BUXTON, D. R.; MERTENS, D. R. Quality-related characteristics of forages. **Forages**. 5. ed. Iowa: Iowa State University, 1995. v. 2. p. 83-96.

CAPPELLE, E. R. *et al.* Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CARVALHO, D. D. *et al.* Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo: I. produção de matéria seca e da proteína bruta. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 49, n. 2, p. 91-99, 1992.

CASALI, A. O. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CASTRO, F. G. *et al.* Parâmetros físicos-químicos da silagem de tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob efeito do pré-murchamento e de inoculante bacteriano-enzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 270-272.

CATELAN, F. **Avaliação de grãos de milho (*Pennisetum glaucum*) na alimentação de coelhos em crescimento.** 2010. 71 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual de Maringá, PR, 2010.

CAVALCANTE, D. R. **Valor nutricional do milho, milho e sorgo, desempenho animal e composição do leite de vacas mestiças leiteiras.** 2010. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

CAZETTA, D. A. *et al.* Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, Oct./Dec., 2005.

CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 57-168. 2001.

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. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, UFLA, 1997.

CHURCH, D. C. **Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.** Zaragoza: Acriba, 1988. 641 p.

COELHO, E. M. Parâmetros qualitativos da silagem de milho (*Pennisetum americanum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, produção e qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 53-59, 2006.

COSTA, V. G. *et al.* Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 251-259, 2011.

COSTA, R. V. *et al.* **Cultivo do milho: doenças.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Sistema de Produção, 3.

DETMANN, E. *et al.* Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1866-1875, 2004. Suplemento, 1.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água.** 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

DOMINGUES, A. N. *et al.* Nutrition value of silage from corn hybrids in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 117-122, Apr./June, 2012.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens: do cultivo ao silo.** Lavras: UFLA, 2000. 196 p.

FAIRBAIRN, R.; ALLI, I.; PHILLIP, L. P. Proteolysis and amino acid degradation during ensilage of untreated or formic acid-treated lucerne and maize. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 47, n. 4, p. 382-390, 1992.

FERRARI JR. E. *et al.* Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005.

_____.; LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante (*Penisetum purpureum*) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windons versão 4.3. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIALHO, M. P. *et al.* Avaliação da silagem de milheto (*Pennisetum americanum*) submetida a diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003. Trabalho 94036. 1 CD-ROM.

FURLAN, A. C. *et al.* Valor nutritivo e desempenho de coelhos alimentados com rações contendo milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 123-131, 2003.

FRANÇA, A. F. S; MADUREIRA, L. J. M. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milheto forrageiro (*Pennisetum americanum* (L.)K.SCHUM). **Anais...** Goiânia: Escola Agronomia e Veterinária, v. 19, n. 1, p. 1-8, jan./dez. 1989.

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. 38 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade de Brasília, 2004.

GOMES, C. P. *et al.* Determinação da composição química e energética do milheto e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p. 1617-1621, 2008.

GOMES, L. A. A. *et al.* **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, MG: UFV, 1999.

GONÇALVES, J. R. S. *et al.* Substituição do grão de milho pelo grão de milho em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 2032-2039, 2010.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1640-1647, 2002.

GUIDELI, C. *et al.* Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2093-2098, out. 2000.

GUIMARÃES JR. R. *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**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 95-103, 2005.

_____. *et al.* Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 5, p. 1174-1180, 2008.

_____. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta das silagens de três genótipos de milho (*Pennisetum glaucum*) NPM-1, BRS-1501, CMS-3 em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1096-1097.

_____. *et al.* Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de três genótipos de milho [*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, 2005b.

_____. *et al.* **Utilização do milho para produção de silagem.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30 p. Documentos, 259.

GRISE, M. M. *et al.* Efeito do uso de inoculantes na composição química e pH da silagem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leke). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

HALL, M. B. Calculation of Non-Structural Carbohydrate content of feeds that contain Non-Protein nitrogen. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 69, n. 37, p. 12-14, 1997.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, p. 35-56, 1993.

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

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes.** New York: Academic Press, 1966. 533 p.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** 2002. 151 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3. ed. São Paulo: IEMSP, 1985. v. 1. 332 p.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 101-119, jul. 2007. Suplemento Especial.

JOCHIMS, F. *et al.* Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 572-582, 2010.

_____. *et al.* Efeito da suplementação sobre a digestibilidade e características bromatológicas do pasto aparentemente consumido por cordeiras mantidas em pastagem de milheto. In: ZOOTEC 2008. **Anais...** João Pessoa, PB: UFPB/ABZ, 2008.

KICHEL, A. N. *et al.* O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) como planta forrageira. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. p. 97-103.

KOLLET, J. *et al.* 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.

LACERDA, P. D. *et al.* Variação anual da composição bromatológica de duas forrageiras cultivadas nas baixadas litorâneas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 523-529, 2004.

LAPIERRE, C. Application of new methods for the investigation of lignin structure. In: JUNG, H. G. *et al.* (Eds.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society Agronomy, 1993. p. 133-166.

LEONEL, F. P. L. *et al.* Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 166-176, 2009.

LEÃO, H. F. **Composição bromatológica, frações proteicas e digestibilidade de cultivares de milheto submetidos a três alturas de corte**. 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

LICITRA, G. *et al.* Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LINDGREN, S. Can. HACCP Principles be applied for silage safety?. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p. 51-66.

MACHADO FILHO, L. C. P.; MÜHLBACH, P. R. F. Efeito do emurchecimento na qualidade das silagens de capim-elefante (*Pennisetumpurpureum* Schumach.) e de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), avaliadas quimicamente. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 224-233, 1986.

MACIEL, G. A.; TABOSA, J. N. Tecnologia de produção para o milheto. In: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do milheto:** curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB/ETENE, 1982. p. 23-35.

MAIA, C. M. *et al.* Concentração de fibras (FDN e FDA) e minerais de cultivares de milheto em sucessão à cultura de feijão no sul de Minas Gerais. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 23-29, jan./jun. 2000.

McDONALD, P. *et al.* **The biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.

McDOUGAL, E. I. Studies on ruminal saliva: 1 the composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, London, v. 43, n. 1, p. 99-109, 1949.

MALAFAIA, P. A. M. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1243-1251, 1997.

MELO, D. *et al.* Avaliação do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) b. r.) sob diferentes níveis de água no solo. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO

TECNOLÓGICA, 2., 2007. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996. Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996. p. 81-92.

MESSMAN, M. A. *et al.* Evaluation of pearl millet and field peas plus triticale silages for midlactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 2769-2775, Oct. 1992.

MORAES, A de.; MARASCHIN, G. E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 198-205, 1988.

MOTT, G. O. Evaluacion de la produccion de forrajes. In: HUGHES, H. D.; HEAT, M. E.; METCALFE, D. S. (Eds.). **Forrajes: la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos**. México: Continental, 1970. p. 131-141.

MÜLLER, L. *et al.* Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1094-1099, 2006.

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

_____.; DURÃES, F. O. M. **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 215 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 242 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Science, 2001. 408 p.

NUSSIO, L.G. *et al.* Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. 2003. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 27-50.

OLIVEIRA, A. C. *et al.* Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia. **Archivos de Zootecnia**, Universidade de Córdoba, España, v. 56, n. 213, p. 15-21, 2007.

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

PAULINO, P. V. R. Milheto: aspectos nutricionais e agronômicos. Artigos Técnicos. **REHAGRO**. 30 jul. 2003.

PAZIANI, S. F. *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PEDRICO, A. *et al.* Desenvolvimento e produtividade do milheto em função de diferentes espaçamentos e níveis de fósforo na região norte do estado do Tocantins. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 5, n. 10, p. 143-152, jan./jun. 2010.

PEREIRA FILHO, I. A. *et al.* **Cultivo do milheto: sistema de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Sistema de Produção, 3.

_____. *et al.* **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2003. 17 p. Circular Técnica, 29.

PEREIRA, O. G. **Produtividade do milho (*Zea mays L.*), do sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench.*), da aveia (*Avena sativa L.*) e do híbrido**

(*S. bicolor* x *S. sudanense*) e os respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado. 1991. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

PIZARRO, E. A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 47, p. 12-19, 1978.

PIRES, F. R. *et al.* Desempenho agrônômico de variedades de milho em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 41-49, jul./set. 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pastagens:** em regiões tropicais e subtropicais. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 184 p.

QUEIROZ, D. S. *et al.* Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras: 1. digestibilidade in vitro e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 53-60, 2000.

_____. *et al.* Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 318-329, abr./jun., 2012.

REIS, J. *et al.* Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 213-224, 2000.

RIBEIRO, C. V. D. M. *et al.* Substituição do grão de milho pelo milho (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1351-1359, 2004.

RIOS, L. C. *et al.* Fracionamento da proteína do milho forrageiro sob doses crescentes de nitrogênio na altura de corte de 0,20 m. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG, CONPEEX, 3., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2006. 1 CD-ROM.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Eds.). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p. 123-158.

ROCKENBACH, A. P. *et al.* Produção de MS de diferentes cultivares de milho submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 17., 2011, Cruz Alta,RS. **Anais...** Cruz Alta, RS: UNICRUZ, 2011.

RODRIGUES, J. A. S; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Sistema de Produção, 3.

ROMAN, J. *et al.* Características produtivas e estruturais do milho e sua relação com o ganho de peso de bezerras sob suplementação alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 205-211, 2008.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 41-63.

ROSA, J. R. P. *et al.* Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 302-312, 2004.

SANTOS, E. A. *et al.* Composição química do capim elefante cv. roxo cortado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 18-23, 2001.

SANTOS, O. O. *et al.* Ácidos orgânicos em silagens de erva-sal com diferentes proporções de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2009.

SANTOS, R. D. *et al.* Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 6, p. 1423-1429, 2010.

SCALÉA, M. J. Perguntas & respostas sobre o plantio direto. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 83, p. 1-8, 1998.

SILVA, A. G. *et al.* Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum* sob corte, na zona da mata seca. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 229, p. 64, 2011.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

TABOSA, J. N. *et al.* Programa de melhoramento de sorgo e milheto em Pernambuco. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de planta para o nordeste brasileiro**. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999. Disponível em: <<http://www.cepatsa.embrapa.br>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

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

TOMICH, T. R. *et al.* **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens**: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20 p. Documentos, 57.

_____. *et al.* Potencial forrageiro de híbridos de sorgo e capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 106-114, 2000.

_____. *et al.* **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa: UFV, 2010. 329 p.

VAN SOEST, P. J.; MANSON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. **Animal feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 1-2, 1991.

_____. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VIANA, P. A. *et al.* **Cultivo do milheto:** pragas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Sistema de Produção, 3.

WEINBERG, Z. G.; ASHBELL. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 13, n. 1-2, p. 181-188, 2003.

WILSON, J. R. An interdisciplinary approach for increasing yield and improving quality of forages. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, 1985, Kyoto, **Proceedings...** Kyoto: The Science Council of Japan, 1985. p. 49-55. 1985.