

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**NOVO GENÓTIPO DE CAPIM-ELEFANTE PROPAGADO
POR SEMENTES PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Gabriela Vasconcelos Bedeschi

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**NOVO GENÓTIPO DE CAPIM-ELEFANTE PROPAGADO POR
SEMENTES PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM**

GABRIELA VASCONCELOS BEDESCHI

Sob a orientação do professor
Mirton José Frota Morenz

E co-orientação dos professores
Fernando César Ferraz Lopes
Francisco José da Silva Léo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção animal

Seropédica, RJ
Abril de 2018

B411n Bedeschi, Gabriela, 1993-
Novo Genótipo de Capim-Elefante Propagado por
Sementes para a Produção de Silagem / Gabriela
Bedeschi. - 2018.
49 f.: il.

Orientador: Mirton Morenz.
Coorientador: Fernando Lopes.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de pós graduação em
zootecnia, 2018.

1. Silagem. 2. Estádio de crescimento. 3. Gramínea
tropical. 4. Ensilagem. I. Morenz, Mirton, 1971-,
orient. II. Lopes, Fernando, -, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de pós graduação em zootecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**


GABRIELA VASCONCELOS BEDESCHI

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

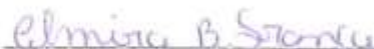
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/04/2018



Mirton José Frota Morenz. Dr. EMBRAPA
(Presidente)



João Carlos de Carvalho Almeida. Dr. UFRRJ



Almira Biazon França. Dr. UFJF

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, Gerson Francisco Bedeschi e Silvia Valéria Vasconcelos Bedeschi, pela vida.

Aos meus irmãos, Natalia Mariana Vasconcelos Ribeiro e Leonardo Vasconcelos Bedeschi, pela cumplicidade, amor e imenso apoio.

Ao meu namorado, Carlos Rafael Sathler Cabral, pelas alegrias, companheirismo e paciência durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelas dificuldades neste longo caminho, e pelas conquistas alcançadas.

Ao meu namorado, Carlos Rafael, pelo amor, paciência e apoio incondicional na realização deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Mirton José Frota Morenz, pela orientação e ensinamentos durante o mestrado.

Ao Dr. Fernando César Ferraz Lopes, pela orientação e contribuição na pesquisa.

Ao Dr. Francisco José da Silva Ledo, pela orientação e contribuição na pesquisa.

À Universidade Federal de São João del-Rei, pela minha formação acadêmica e em especial à Prof. Janaina Azevedo Martuscello, que me apresentou à pesquisa científica.

Aos funcionários da Embrapa Gado de Leite, pelo acolhimento e ajuda imprescindível na condução do experimento.

À Embrapa Gado de Leite, pela estrutura física e financeira para a realização do experimento.

Aos amigos que fiz na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial à Mariana Fernandes e Jairo Augusto.

Aos meus tios e primos que me acolheram em Juiz de Fora com todo amor.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização dessa pesquisa.

À CAPES, pela bolsa concedida no Mestrado.

BIOGRAFIA

Gabriela Vasconcelos Bedeschi, natural de Ouro Branco, MG, nascida em 21 de julho de 1993. Em julho de 2011, ingressou no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de São João del-Rei, concluindo-o no segundo período de 2016.

Em julho de 2016 ingressou como discente de Mestrado, bolsista CAPES, no curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ.

RESUMO

BEDESCHI, Gabriela Bedeschi. **Novo Genótipo de Capim-Elefante Propagado por Sementes para a Produção de Silagem**. 2018. 45p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Objetivou-se avaliar um novo genótipo de capim-elefante propagado por sementes (PCEA) para a produção de ensilagem, considerando-se as características agronômicas, o valor nutritivo e o perfil de ácidos graxos da forragem, e seus reflexos sobre o valor nutritivo da silagem e no processo fermentativo da silagem. Foram definidas quatro idades de corte (75, 90, 105 e 120 dias de rebrota), as quais foram distribuídas segundo um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições (blocos). As variáveis altura, e produção de matéria seca e de proporção de material morto, apresentaram resposta linear positiva, enquanto a relação folha:colmo decresceu linearmente em função da idade. Foi observado efeito linear positivo da idade de corte sobre os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG) e de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) na forragem, enquanto que os teores de proteína (PB) e digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS) apresentaram resposta linear negativa. Foi observado efeito significativo da idade para todas as frações de carboidratos. Os carboidratos totais, bem como as frações B2 e C, apresentaram resposta linear positiva, enquanto os teores de carboidratos não fibrosos apresentaram redução linear. Para os teores de ácidos graxos, não foi observado efeito da idade de corte do capim sobre os teores dos ácidos láurico e mirístico, enquanto que os teores dos ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e α -linolênico apresentaram resposta linear negativa. Na silagem, os teores de PB e DIVMS apresentaram comportamento linear negativo, enquanto que houve efeito linear crescente sobre os teores de LIG e PIDA. Os teores de CT e da fração C apresentaram resposta linear positiva, enquanto que a fração B2 apresentou resposta quadrática. O pH e a concentração de N-NH₃ no suco de silagem, apresentaram resposta quadrática. A recuperação de matéria seca não variou em função da idade, mas as perdas por gases reduziram linearmente. No manejo proposto no presente estudo, o genótipo avaliado não apresentou características favoráveis para a produção de silagem, principalmente pelos baixos teores de proteína e elevados teores da fração fibrosa, decorrentes da acentuada redução do valor nutritivo da forragem em função da idade.

Palavras-chave: Estádio de crescimento, Gramínea tropical, Ensilagem

ABSTRACT

BEDESCHI, Gabriela Bedeschi. **New seed-propagated elephant grass genotype for silage production.** 2018. 45p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The objective of this study was to evaluate a new genotype of seed propagated elephant grass (PCEA) for the production of silage, considering the agronomic characteristics, nutritive value and fatty acid profile of the forage, and its reflexes on the nutritive value of silage and in the fermentation process of the silage. Four cutting ages (75, 90, 105 and 120 days of regrowth) were defined, which were distributed according to a randomized block design, with five replicates (blocks). The variables height, dry matter production and senescent matter ratio presented a linear positive response, while leaf:stem ratio decreased linearly as a function of cutting age. Positive linear effect of cut age was observed on dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), lignin (LIG) and acid detergent insoluble crude protein (ADICP) contents in forage, while crude protein (CP) and “in vitro” dry matter (IVDMD) contents had a linear negative response. Was observed linear positive response for total carbohydrates (TCHO), as well as, for its fractions B2 (CHOB2) e C (CHOC), while the non-fibrous carbohydrates (NFC) fraction presented linear reduction. For the fat acids, there was no effect of grass cutting age on the lauric and myristic acids contents in forage DM, whereas there was a negative linear response on the contents of palmitic, stearic, oleic, linoleic and α -linolenic acids. In the silage, CP and IVDMD contents presented linear negative responses, while there was a linear increasing on the contents of LIG and ADICP. The contents of TCHO and CHOC presented a positive linear response, while the B2 fraction had a quadratic response. The pH and the concentration of ammonia N in the silage extract showed quadratic response. The dry matter recovery did not change according to age, but the losses by gases reduced linearly. For the management proposed in the present study, the genotype evaluated did not present favorable characteristics for silage production, mainly due to the low CP content and high fibrous fraction content, due to the marked reduction of the forage nutritional value as a function of age.

Key words: Growth stage, Tropical grass, Silage

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISAO DE LITERATURA.....	3
2.1	Capim-Elefante	3
2.2	Melhoramento de Capim-elefante.....	3
2.3	Silagem	4
2.4	Silagem de Gramíneas Tropicais	5
2.5	Processo Fermentativo	6
2.6	Valor Nutritivo.....	7
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1	Localização e Clima.....	10
3.2	Delineamento Experimental	10
3.3	Condução do Experimento.....	11
3.4	Características Agronômicas	11
3.5	Valor Nutritivo.....	11
3.6	Parâmetros Fermentativos.....	12
3.7	Análise Estatística.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1	Características Agronômicas	14
4.2	Valor Nutritivo e Fracionamento de Carboidratos da Forragem	15
4.3	Perfil de Ácidos Graxos na Forragem	17
4.4	Valor Nutritivo e Fracionamento de Carboidratos da Silagem.....	18
4.5	Características Fermentativas da Silagem	21
5	CONCLUSÕES.....	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Cenchrus purpureus*, syn. *Pennisetum purpureum*) tem grande importância na agropecuária brasileira, sendo tradicionalmente utilizado na bovinocultura de leite. É uma gramínea tropical que se adapta bem às diversas regiões do país e é bastante versátil, uma vez que pode ser utilizada para pastejo, capineira e na forma de silagem, sendo que há cultivares recomendadas para cada situação de manejo.

A sazonalidade na produção de forragem que ocorre em diversas regiões do Brasil, decorre da redução na precipitação, do fotoperíodo e da temperatura, resultando em variações quantitativas e qualitativas da forragem. Sendo assim, é preciso realizar o planejamento forrageiro, de forma a permitir a oferta de volumoso de bom valor nutritivo durante o período de escassez da forragem, sendo a silagem a principal forma de conservação adotada em sistemas de produção de leite do Brasil.

Em sistemas intensivos de produção de leite é muito utilizada a suplementação volumosa, seja durante todo ano em sistemas confinados ou no período de escassez de forragem, em sistemas baseados em pastagens. O milho (*Zea mays*), pela elevada “ensilabilidade” e valor nutritivo da silagem, é a principal cultura utilizada para ensilagem (BERNARDES et al., 2015). Outros aspectos positivos associados à utilização da silagem de milho são: boa produção de biomassa e o domínio das técnicas de produção (do cultivo à ensilagem) pelo produtor rural. Contudo, a máxima eficiência para produção do milho para ensilagem depende de investimentos em tecnologias, como sementes de qualidade, correção e adubação do solo, controle de pragas e plantas daninhas, uso de máquinas e implementos, bem como a capacitação técnica dos operadores. Ademais, a oscilação dos preços de insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos, sementes etc.) tem resultado no aumento do custo de produção da cultura, sendo apontado pelos produtores como um importante fator que pode comprometer a viabilidade econômica dos sistemas de produção.

Com o objetivo de reduzir os custos de produção e evitar as perdas decorrentes das variações climáticas, os capins tropicais, principalmente as gramíneas do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) e *Cenchrus* (syn. *Pennisetum*), têm sido utilizadas como alternativa para suplementação volumosa. A silagem de capins tropicais possui algumas vantagens, com destaque para a elevada produção anual por área, menor custo por tonelada de nutrientes produzidos, perenidade, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita. Em contrapartida, a forragem dos capins tropicais apresenta, geralmente, baixo teor de carboidratos solúveis, necessários para uma fermentação adequada, baixo teor de matéria seca no momento do corte, alto poder tampão da massa ensilada e menor teor energético em comparação às silagens de milho ou sorgo (BALSALOBRE et al., 2001; VILELA & CARNEIRO, 2002).

Em relação à espécie *Cenchrus purpureus*, sua ampla utilização na alimentação dos rebanhos se deve ao bom valor nutritivo de sua forragem e à elevada produção de biomassa. Essas qualidades têm contribuído para a seleção da forrageira como a espécie de maior potencial para a produção de ruminantes (PEREIRA et al., 2001b). Contudo, a principal dificuldade para o cultivo do capim-elefante está relacionada à sua forma de propagação, realizada por meio de estacas, o que aumenta o custo de transporte e de plantio da forrageira, impossibilita o armazenamento destas por longo período (PEREIRA et al., 2003), além de dificultar a difusão das cultivares melhoradas (XAVIER et al., 1993).

Em 2016, a Embrapa lançou a cultivar de capim-elefante BRS Capiagu com o objetivo de oferecer alternativa de baixo custo para suplementação volumosa. Esta cultivar se destaca

pelo elevado potencial de produção de biomassa de bom valor nutritivo, podendo ser utilizada na forma de silagem ou fornecida fresca picada no cocho. A elevada produção de biomassa contribui significativamente para a redução nos custos de produção (PEREIRA et al., 2016). Nessa mesma linha de pesquisa, a Embrapa, em parceria com a Unipasto, desenvolveu um novo genótipo de capim-elefante propagado por sementes, o qual recebeu o nome de PCEA. Este genótipo foi desenvolvido visando facilitar a difusão de cultivares melhoradas e a implantação de áreas de cultivo, bem como reduzir o custo de formação das capineiras.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o potencial de uso do capim-elefante PCEA para a produção de silagem, sendo avaliadas as características agronômicas, o valor nutritivo e o perfil de ácidos graxos da forragem, e seus reflexos sobre o valor nutritivo da silagem e no processo fermentativo da silagem.

2 REVISAO DE LITERATURA

2.1 Capim-Elefante

O capim-elefante é natural da África Tropical (10°N e 20°S de latitude), tendo sido descoberto em 1905 pelo Coronel Napier (RODRIGUES et al., 2001).

A introdução do capim-elefante nas Américas deu-se inicialmente em 1913 nos Estados Unidos, pelo Departamento de Agricultura (JAHUAR, 1981). No Brasil, foram relatadas duas introduções: uma no Rio Grande do Sul, em 1920, e outra em São Paulo, em 1921, por meio de estacas (PASSOS, 1999).

O capim-elefante tem como características ser perene, formar touceiras, possuir hábito de crescimento cespitoso, apresentando raízes grossas e rizomatosas. Os colmos são cilíndricos e cheios, as folhas atingem até 1,25 m de comprimento, e sua inflorescência é em rácemo espiciforme (CARVALHO, 1985). É destaque entre as gramíneas forrageiras, geralmente utilizado na formação de capineiras, por apresentar características desejáveis, tais como: alta produtividade, aceitabilidade e bom valor nutritivo, desde que manejado corretamente (REIS et al., 1997). É propagado vegetativamente, por meio de estacas, mas esse tipo de propagação apresenta algumas dificuldades em relação ao uso de sementes. Os principais problemas são a ausência de um sistema responsável pela produção e distribuição de propágulos com qualidade sanitária e pureza varietal garantidas; impossibilidade de armazenamento dos propágulos por longos períodos; maior dificuldade e custo do transporte e do plantio; e época restrita de plantio. Além disso, a contínua multiplicação de partes vegetativas pode levar ao acúmulo de doenças, especialmente aquelas causadas por vírus, contribuindo para menores persistência da planta, produtividade e qualidade da forragem produzida (PEREIRA et al., 2003).

Entre as plantas forrageiras, o capim-elefante se realça como uma das espécies de maior potencial de produção, produzindo até 80 ton/ha/ano de matéria seca, o que equivale a 440 ton/ha/ano de massa verde (WERNER, 1994).

Por possuir grande potencial produtivo e adaptar-se em regiões tropicais, o capim-elefante representa importante alternativa forrageira a ser utilizada na alimentação de ruminantes destinados à produção de carne e leite (HILLESHEIM, 1988; HILLESHEIM, 1993). A diversidade genética e sua qualidade como forrageira contribuem para que o capim-elefante possa ser manejado sob corte e pastejo (HILLESHEIM, 1988; HILLESHEIM, 1993; e ALMEIDA, 1997), e também para produção de forragem para ensilagem, mostrando assim sua versatilidade.

2.2 Melhoramento de Capim-elefante

O cultivo do capim-elefante apresenta como dificuldade seu método de propagação, realizado por meio de estacas, o que aumenta o custo de transporte e plantio da forrageira, impossibilita o armazenamento das estacas por longo período (PEREIRA et al., 2003), além de dificultar a difusão das cultivares melhoradas (XAVIER et al., 1993).

O desenvolvimento de cultivares propagadas por sementes, adaptadas para utilização em sistema de pastejo, e que apresentem resistência à cigarrinha das pastagens e tolerância a solos de baixa fertilidade, tem sido apontado como a principal demanda dos programas de melhoramento do capim-elefante. Assim, com o objetivo de ampliar variabilidade que resulte em avanços na obtenção de cultivares superiores, esses programas têm recorrido ao cruzamento dessa espécie com o milheto (*Pennisetum glaucum*) (PEREIRA et al., 2001a).

Para o desenvolvimento de novas cultivares propagadas por sementes foram feitos trabalhos na busca de um híbrido originado do cruzamento entre o capim-elefante e o milheto, obtendo boas características para uso forrageiro (OSGOOD et al., 1997; JAHUAR & HANNA, 1998). Segundo Jahuar (1981), a forragem do híbrido obtido do cruzamento entre essas duas espécies apresenta melhor aceitabilidade pelos bovinos que o próprio capim-elefante. Esses híbridos têm apresentado grande variabilidade para caracteres de importância forrageira, já tendo sido selecionados genótipos com 23% de proteína bruta (PB) nas folhas, valor esse superior à média de 16% encontrada na forragem de capim-elefante (PEREIRA et al., 2000).

O cruzamento entre capim-elefante e milheto gera um vigoroso híbrido conhecido como PMN (do inglês, *pearl millet x napier grass*). A obtenção dos híbridos PMN visa reunir alguns fenótipos favoráveis do milheto, tais como qualidade da forragem, produção de sementes não deiscentes e tolerância à seca, com a perenidade e elevada produção de MS do capim-elefante (DIZ, 1994). Estudos sobre a viabilidade das sementes apontaram elevado potencial deste tipo de propagação do capim-elefante, obtendo-se até 90% de germinação das sementes (XAVIER et al., 1993). Constatou-se também, que as sementes se mantêm viáveis por até dois anos, quando armazenadas corretamente (MOZZER & FREIRE, 1980). O desempenho de híbridos entre capim-elefante e milheto, tem potencial para o melhoramento da forragem e a seleção de híbridos para futuras avaliações, constatando a superioridade de alguns destes em relação às testemunhas, demonstrando potencial para o cruzamento entre *C. purpureum* e *P. glaucum* para obtenção de cultivares melhoradas (SOUZA SOBRINHO et al., 2005). Resultados semelhantes foram obtidos por Leão et al. (2012) que avaliaram a produção de biomassa e a composição bromatológica de combinações genômicas de capim-elefante e milheto, e observaram superioridade de combinações genômica tetraploides e pentaploides para as características avaliadas.

Em 2002, a empresa Matsuda lançou no mercado brasileiro a primeira cultivar de capim-elefante propagada por sementes, denominada “Paraíso”. O híbrido de capim-elefante com milheto possui a vantagem de ser plantado e multiplicado por sementes, diferentemente das demais variedades de capim-elefante, que são multiplicadas por meio de mudas. Este cruzamento uniu a qualidade do milheto com o potencial de alta produção de MS do capim-elefante (FERRARI JUNIOR, 2009).

Recentemente, a Embrapa Gado de Leite, em parceria com a Unipasto, desenvolveu uma cultivar híbrida de capim-elefante e milheto, denominada BRS Capileto. No entanto, da mesma forma como ocorre na cultivar Paraíso, foi observada alta variabilidade e menor persistência da capineira, o que resulta na necessidade de maior frequência na reforma da mesma, quando comparada a capineiras estabelecidas por meio de estacas.

Sendo assim, o desenvolvimento de cultivares de capim-elefante com potencial para a propagação por sementes continua a ser uma demanda, principalmente, quando se deseja formar extensas áreas de cultivo. Neste sentido, a Embrapa em parceria com a Unipasto, desenvolveu um novo genótipo de capim-elefante, denominado PCEA, para uso na forma de forragem verde fornecida picada no cocho, ou silagem.

2.3 Silagem

Define-se silagem como o produto resultante da fermentação anaeróbia de determinada forrageira verde, devidamente picada e acondicionada em silos apropriados. Já a ensilagem refere-se ao conjunto de processos e técnicas utilizados para a obtenção da silagem. Segundo McDonald (1981), o objetivo principal da ensilagem é a preservação dos nutrientes existentes na planta forrageira para ser utilizada como alimento, principalmente em épocas do ano onde a oferta de volumoso é reduzida.

A conservação de forragem na forma de silagem envolve processos bioquímicos e microbiológicos complexos, podendo ocorrer alterações quantitativas e qualitativas no valor nutritivo deste alimento (VILELA et al., 2005). Esse processo baseia-se na conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, realizada por microrganismos presentes nas plantas, que se proliferam e desenvolvem intensa atividade fermentativa ao encontrarem condições adequadas no silo. Quando o pH e as concentrações de ácidos orgânicos de cadeia curta são suficientes para inibir a fermentação, a composição química da forragem torna-se estável, e a silagem é preservada enquanto permanecer a condição de anaerobiose dentro do silo (VILELA, 1985).

Na ensilagem faz-se necessário que a respiração da planta e sua atividade proteolítica, bem como a atividade clostrídica e o crescimento de microrganismos aeróbios, sejam minimizadas (PEREIRA et al., 2007). Assim, a ensilagem deve envolver a conversão de carboidratos solúveis em ácido lático, que provocam queda no pH da massa ensilada em nível que inibe a atividade microbiana clostrídica, conservando a massa de forragem ensilada (FERRARI JÚNIOR et al., 2009).

Segundo Balsalobre et al. (2001), como resultado da presença desses ácidos orgânicos dentro do silo, o pH é reduzido para 3,8 a 4,2, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, e preservando o material até que ele possa ser fornecido aos animais.

As mudanças e perdas ocorridas durante a ensilagem dependem das características da planta forrageira e estão também associadas às práticas de manejo, colheita e armazenamento da forragem. Diferenças entre espécies forrageiras (MITTELMANN et al., 2005; RUIZ et al., 2009), composição química e estágio de maturação da planta (VILELA et al., 2008), tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (VELHO et al., 2007) e após a abertura do silo (SCHOCKEN-ITURRINO et al., 2005), adoção da prática de emurchecimento (CASTRO et al., 2006), densidade de compactação (VELHO et al., 2007), uso de inoculantes enzimbacterianos no momento da ensilagem (ROCHA et al., 2006), entre outros, são fatores que afetam o processo fermentativo e, conseqüentemente, a qualidade final da silagem.

Tradicionalmente, o material mais utilizado para ensilagem é o milho, devido à sua composição bromatológica preencher as exigências para a confecção de uma boa silagem, como teor de MS entre 30% e 35% e, no mínimo, de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar uma adequada fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001).

2.4 Silagem de Gramíneas Tropicais

Na estação chuvosa, em que a produção de biomassa e o valor nutritivo das forrageiras tropicais é maior, deve-se conservar o excedente da produção de forragem para que, no período seco do ano, não falte alimento volumoso para o rebanho, sendo a ensilagem uma alternativa para a conservação das gramíneas tropicais.

De acordo com Pereira et al. (2004), as gramíneas tropicais como alternativas às culturas tradicionais na produção de silagem, apresentam como vantagens ser perenes, possibilitam o aproveitamento do excedente de produção de pasto na época das águas, possuem elevado potencial de produção de biomassa por área, havendo diferença entre as cultivares e a idade de corte da planta.

O aproveitamento do excedente de produção da biomassa de pasto, bem como das capineiras, para a produção de silagem, também é uma forma de melhorar o manejo das forrageiras. Dentre os capins tropicais, o capim-elefante destaca-se para a produção de silagem pelo seu potencial produtivo e por sua composição em termos de carboidratos solúveis, que é mais elevada quando comparada a de outras gramíneas tropicais (JOBIM et al., 2006). A silagem de capim-elefante tem como atrativo, o baixo custo de produção e o

menor risco decorrente das variações climáticas. Além disso, muitas propriedades já dispõem de áreas de cultivo de capim-elefante e com estruturas que permitem este tipo de manejo, e por ser perene e ter alto potencial de produção de biomassa, e pela sua qualidade intrínseca, apresenta-se como alternativa mais atrativa do que o estabelecimento de uma cultura anual para produção de silagem (CORRAL et al., 1981).

Jank et al. (1994) obtiveram para o capim-tanzânia produção de 133 t/ha/ano de massa verde, equivalente à 33 t/ha de massa seca. Para o gênero *Urochloa*, Souza (2002) citou que são forragens tropicais com produções de 10 a 18 t/ha/ano de MS. Euclides et al. (2001) ao estudarem os cultivares Marandu, Xaraés e Piatã, constataram massas secas de forragem médias no pré-pastejo de 4,07, 3,85 e 3,73 t/ha, respectivamente.

De modo geral, as gramíneas de clima tropical apresentam elevada produção de matéria seca. Isso gera um excedente de forragem, que pode ser aproveitado na forma de silagem, para utilização na época de escassez de pasto. Todavia, essas gramíneas apresentam baixo teor de matéria seca, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis nos estádios de crescimento em que apresentam bom valor nutritivo, colocando em risco a conservação por meio da ensilagem, devido às possibilidades de surgirem fermentações indesejáveis (EVANGELISTA et al., 2004). Vasconcelos et al. (2009) avaliaram silagem de capim mombaça (*Panicum maximum*) e concluíram que a forragem colhida nas idades de 55 e 65 dias apresentaram características mais favoráveis à fermentação, porém, ressaltaram ser preciso levar em consideração também seu valor nutritivo com o aumento da idade de rebrota. Ademais, as gramíneas tropicais, como o capim-Marandu, apresentam algumas limitações como baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis, e alto poder tampão da massa de forragem ensilada (NEGRÃO et al., 2016).

O capim-elefante é conhecido por ser uma das gramíneas tropicais de maior potencial produtivo de massa forrageira e também por possuir adequado valor nutritivo, sendo, por isso, muito utilizado para produção de silagem. Entretanto, assim como os demais capins tropicais, apresenta algumas características prejudiciais à produção de silagem, como baixo teor de MS da forragem no momento de corte para ensilagem, e elevado poder tampão, sendo recomendada a utilização de aditivos (ZANINE et al., 2010).

A idade de rebrota pode influenciar o desenvolvimento das populações microbianas durante a ensilagem, tendo em vista que o baixo teor de umidade e a elevada concentração de carboidratos solúveis são condições necessárias para o desenvolvimento de bactérias lácticas. Todavia, com o avanço da idade de rebrota, há redução do teor proteico e aumento da fração fibrosa da planta, o que pode comprometer o valor nutritivo da silagem (CÂNDIDO et al., 2005). Normalmente, capins colhidos e ensilados em estágio avançado de maturidade apresentam baixos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, o que pode resultar em diminuição do desempenho animal (ZANINE et al., 2007).

2.5 Processo Fermentativo

O termo qualidade da silagem refere-se à eficácia do processo fermentativo para promover a conservação do valor nutritivo da forragem ensilada. Dentre os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do processo fermentativo estão as características químicas apresentadas pelas silagens, como teor de MS, valor de pH e conteúdo de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) como proporção do N total (TOMICICH et al., 2003).

Para alcançar um bom processo de fermentação, LAVEZZO (1985) afirmou que a forragem a ser ensilada deve apresentar de 28% a 34% de MS, sendo que, nestas condições, teores de carboidratos solúveis de 6% a 8% seriam suficientes para desencadear fermentações

láticas, desde que o poder tampão não seja elevado. Segundo Woolford (1984), os teores de carboidratos solúveis das gramíneas são influenciados pela espécie, cultivar, níveis de fertilização e estágio de crescimento, sendo que plantas com maior idade fisiológica apresentam aumento na proporção do colmo e, assim, redução no teor de carboidratos solúveis. Woolford (1984) e McDonald et al. (1981), na classificação quanto ao teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em relação ao nitrogênio total, consideraram a silagem como muito boa quando os valores foram inferiores a 10%; aceitável de 10% a 15%; e insatisfatória quando os valores se situaram acima de 20%. Menores teores de N-NH₃ indicam redução na proteólise durante o processo de fermentação, em decorrência de menor atuação de bactérias do gênero *Clostridium* e, conseqüentemente, em menor produção de ácido butírico (MCDONALD et al., 1981).

Para produção de silagem de capim-elefante de boa qualidade é recomendado colher a planta no momento em que ocorre o equilíbrio entre rendimento forrageiro e valor nutritivo da forragem. Alturas de 1,6 m a 1,85 m e/ou idades de corte de 56 a 80 dias têm sido sugeridas como ideais para o corte do capim-elefante para ensilagem (VILELA, 1990). Contudo, neste estágio de desenvolvimento, o baixo teor de MS (20% ou menos) implica em condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (WILKINSON, 1983). A alta umidade neste momento favorece o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* e de outras que convertem açúcares, ácido láctico, proteínas e aminoácidos em ácidos acético e butírico e N-NH₃, substâncias estas que afetam a qualidade final e o consumo da silagem pelos animais (WHITTENBURRY et al., 1967).

A ensilagem de forragens com alto teor de umidade, além de prejudicar a fermentação, resulta na produção de elevada quantidade de efluente, que contém grande quantidade de compostos orgânicos e de minerais provenientes do material ensilado (LOURES et al., 2003; BERNARDINO et al., 2005; REZENDE et al., 2008). Outro aspecto importante no processo fermentativo de silagens é a perda por gases. De acordo com Balsalobre et al. (2001) e McDonald et al. (1981), essas perdas estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida no processo. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas (fermentação láctica exclusiva), utilizando a glicose como substrato para produzir ácido láctico, as perdas são inferiores. Entretanto, quando a via de produção ocorre via citrato ou malato, ocorre produção de CO₂ e álcool (etanol e manitol) e as perdas por gases são consideráveis. Essa fermentação é realizada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e por leveduras (MCDONALD et al., 1981).

2.6 Valor Nutritivo

De acordo com Van Soest (1994), o valor nutritivo se refere à composição química do alimento associada à digestibilidade do mesmo. O conhecimento dos teores de nutrientes presentes na forrageira assume papel muito importante na análise qualitativa de forrageiras, uma vez que esses nutrientes podem influenciar o consumo de matéria seca pelo animal.

A composição química pode ser utilizada como referência para determinar a qualidade das espécies forrageiras; entretanto, a composição é dependente de aspectos de natureza genética e ambiental e, além disso, não deve ser utilizada como único determinante da qualidade do pasto (NORTON, 1982). A composição química é um dos componentes do valor nutritivo das forrageiras, sendo influenciada pela espécie forrageira, fatores climáticos, composição do solo, manejo e idade de corte da planta. A época de colheita da forragem, seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da forragem, conseqüentemente, ao seu valor nutritivo (CORSI, 1990).

As maiores mudanças na composição química das plantas forrageiras ocorrem em função de sua maturidade (BALSALOBRE et al., 2001). Para Reis et al. (2005), à medida que a idade fisiológica da planta avança, aumentam os teores de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo a proporção dos nutrientes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, minerais e vitaminas), que representam uma queda acentuada na digestibilidade.

As gramíneas tropicais são caracterizadas por apresentar baixos teores de carboidratos solúveis e elevada proporção de carboidratos estruturais ou fibrosos, características essas de natureza anatômica das espécies, em razão da alta proporção de tecidos vasculares comuns nas plantas de ciclo de fixação de carbono denominado C₄ (VAN SOEST, 1994). Com o avançar da maturidade, verificam-se os aumentos nos teores de carboidratos estruturais e redução nos de carboidratos não estruturais, estes últimos presentes no conteúdo celular, e isso reflete negativamente na digestibilidade das forrageiras.

Estudos comparativos mostraram que as idades de colheita ótimas do capim-elefante cultivar Napier estão situadas na faixa de 35 a 63 dias (LOUNGLAWAN et al., 2014; ZAILAN et al., 2016). Cortes repetidos em menor intervalo reduzirão a produção de matéria seca cumulativa, enquanto que a idade de colheita prolongada reduzirá a qualidade nutritiva da forragem. As gramíneas tropicais possuem tendência de atingir sua maturidade mais rápido, tornando-se fibrosas e lignificadas, quando comparadas às gramíneas de clima temperado. Além disso, a fração foliar, que é mais digerível e nutritiva em comparação com o caule, diminui (MUSHTAQUE et al.; 2010). A lignina exerce grande influência sobre a taxa de degradação e a degradabilidade efetiva da parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994), enquanto que a fração fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) tem grande efeito sobre o consumo de alimentos em ruminantes (MERTENS, 1994).

Deresz (1994), estudando o manejo do capim-elefante, observou aos 30 dias de idade, teores de FDN e fibra detergente ácido (FDA), respectivamente, de 66,30% e 38,60%. Esses valores aumentaram para 68,2% e 42,5%, respectivamente, quando a planta foi manejada com 45 dias de idade.

O efeito da idade de corte foi demonstrado no estudo de Lavezzo et al. (1980), que observaram aumento no teor de MS em *Brachiaria decumbens*, de 18,5% para 33,4%, quando o período se estendeu de 28 a 168 dias, respectivamente. Vieira & Gomide (1970) também obtiveram teores médios de MS de 18,4%, 22,0% e 27,5% quando o intervalo entre cortes em capim-elefante foi de 28, 56 e 84 dias, respectivamente. Viana et al. (1976), estudando capim-elefante cultivar Mineiro, observaram que a ampliação de 24 para 98 dias no intervalo entre cortes resultou em redução no teor de PB de 16,6% para 7,5%, respectivamente. O aumento nos teores de MS e da fração fibrosa, e a redução no teor de PB à medida que a planta tende a completar seu ciclo fisiológico, é fenômeno comum a todas as espécies forrageiras (GRIEVE & OSBOURN, 1965; ROCHA, 1979).

Quanto ao extrato etéreo (EE), gramíneas tropicais apresentam teores baixos, geralmente variando de 2% a 4% da MS. No entanto, gramíneas tropicais bem manejadas, consumidas sob a forma de pasto ou fornecidas frescas picadas no cocho, apresentam elevados teores dos ácidos graxos (AG) poli-insaturados linoleico (C18:2 *cis*-9, *cis*-12) e α -linolênico (C18:3 *cis*-9, *cis*-12 *cis*-15) (LOPES et al., 2015) como constituintes da fração de EE, que são os principais substratos para a formação do ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) no rúmen, o qual é o principal precursor do ácido rumênico (CLA *cis*-9, *trans*-11), principal ácido linoleico conjugado (CLA) secretado no leite bovino (KLIEM & SHINGFIELD, 2016).

Dentre os principais componentes da fração EE estão os AG de cadeia longa, e conforme compilação realizada por Lopes et al. (2015), aqueles presentes em concentrações majoritárias na forragem de gramíneas tropicais são os AG saturados palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), e os AG insaturados oleico (C18:1 *cis*-9), linoleico e α -linolênico. A principal estratégia para a obtenção de leite com gordura naturalmente enriquecida com os

ácidos rumênico e vacênico, os quais apresentam efeitos positivos para a saúde humana, consiste no fornecimento de dietas com volumosos e concentrados ricos nos AG linoleico e α -linolênico, principalmente, mas também em ácido oleico.

O capim-elefante apresenta elevados teores dos ácidos linoleico e α -linolênico, apresentando, portanto, grande potencial para ser incluído em dietas de vacas visando a produção de leite naturalmente enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico. No entanto, os teores dos AG precursores desses dois AG podem variar em função da idade de corte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e Clima

O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB), de propriedade da Embrapa Gado de Leite, situado a 410 m de altitude no município de Coronel Pacheco, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. As coordenadas geográficas do local são 21°33' de latitude Sul e 43°16' de longitude Oeste. O clima da região, segundo Koppen, é do tipo Cwa (mesotérmico), com verão chuvoso e inverno seco, entre os meses de junho a setembro (EMBRAPA, 1980). O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura argilosa.

Os dados climáticos observados no período experimental (novembro/2016 a fevereiro/2017) foram obtidos em posto meteorológico localizado a, aproximadamente, 1 km de distância do local onde foi realizado o experimento. As médias das temperaturas máxima, mínima e média e da precipitação pluvial durante o período experimental são apresentadas na Figura 1.

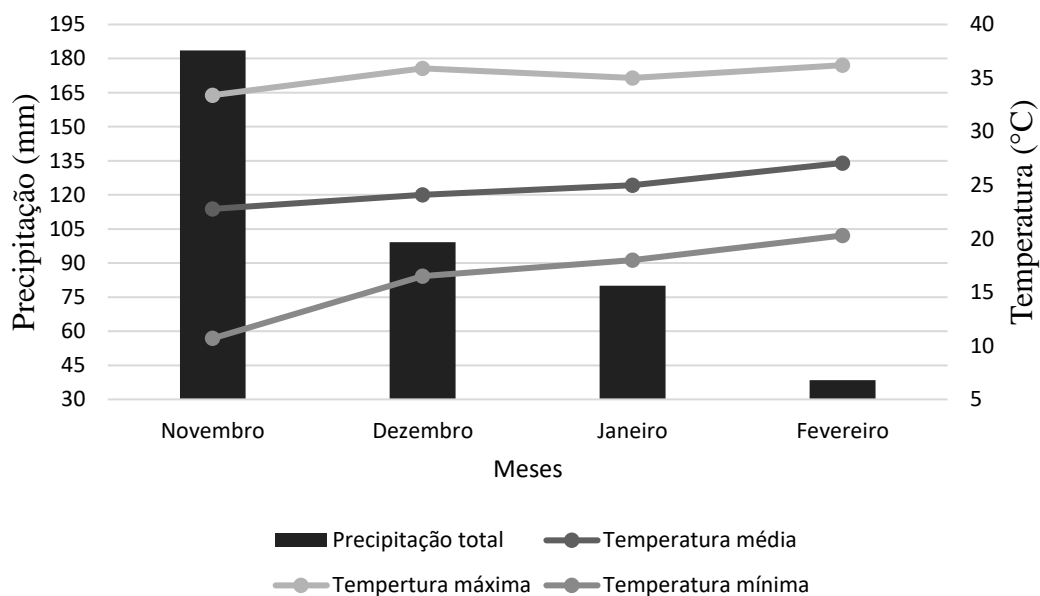


Figura 1. Precipitações totais, temperaturas média, mínima e máxima observadas durante o período experimental.

3.2 Delineamento Experimental

O experimento foi implantado em um delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram na avaliação do capim manejado em quatro idades de corte (75, 90, 105 e 120 dias de rebrota).

3.3 Condução do Experimento

Para início das avaliações foi estabelecida uma área de, aproximadamente, 600 m² de capineira. O plantio da área foi realizado em 11/12/2015, com densidade de semeadura de 25 g/100 metros lineares, de forma a obter 135 sementes viáveis/metro linear. Em janeiro de 2016 foi aplicada adubação com a fórmula 10-10-10 (NPK), na quantidade de 200 kg/ha. Em 12/02/2016 foi realizada adubação de cobertura com 350 kg/ha da fórmula 20-05-20 (NPK). Em 10/10/2016 foi realizado o corte de uniformização das parcelas, e em 07/11/2016 foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 350 kg/ha da fórmula 20-05-20 (NPK).

Os cortes foram realizados no período de 23/12/2016 a 07/02/2017, em um intervalo de 15 dias entre cortes. O capim foi colhido manualmente, cortado a 10 cm do solo, considerando-se 4 m² de área útil da parcela, após a retirada das bordaduras. A forragem foi picada em picadeira estacionária, adotando-se tamanho médio de partículas de, aproximadamente, 2 cm. A ensilagem foi feita em silos experimentais de PVC com 10 cm de diâmetro interno e 30 cm de comprimento, com volume de $2,43 \times 10^{-3}$ m³, obtendo densidade média de 889 kg/m³ de massa verde. A compactação foi feita com auxílio de um soquete de madeira. Os silos foram fechados com tampas de PVC, providas de válvula tipo “bunsen” para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. Após o fechamento, os silos foram pesados e, posteriormente, armazenados em local coberto, sendo a abertura dos mesmos realizada após 90 dias do fechamento.

3.4 Características Agronômicas

A altura do capim foi mensurada em quatro pontos de cada bloco, antes da realização de cada corte, com uma régua graduada com intervalos de 10 cm. No momento do corte, uma amostra de cada bloco foi retirada para determinação da composição morfológica. Foram separadas as folhas (lâminas foliares), colmos (bainha + colmo) e o material morto (folhas ou colmos com mais de 50% da área seca). As amostras de folhas, colmos e material morto foram picadas com auxílio de tesoura de poda, pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada (55°C; 72 h) para a determinação do peso seco.

3.5 Valor Nutritivo

Imediatamente antes da ensilagem foram retiradas duas amostras da forragem picada: a primeira para determinação da composição química e da matéria seca (55°C) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), e a segunda, para determinação do perfil de ácidos graxos (AG), a qual foi conservada em recipiente com gelo e, posteriormente, congelada (-10°C).

Decorridos 90 dias do fechamento, os silos experimentais foram pesados e, em seguida, abertos. Antes das amostragens, descartaram-se as camadas inferior e superior de cada silo a fim de se evitar influência dessas frações nos resultados das análises químicas. Posteriormente, a silagem foi homogeneizada, realizando-se a coleta de amostras, para a determinação do teor de matéria seca – MS (55°C), da composição química e da DIVMS.

As amostras de forragem picada e de silagem foram secadas por 72 horas em estufa de ventilação forçada, regulada para 55°C, sendo, posteriormente, moídas em moinho de facas provido de peneiras com porosidade de 1 mm, armazenadas em potes plásticos e identificadas. Posteriormente, foram analisadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG) quanto aos teores de MS a 105°C, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e fração C da

PB, conforme métodos descritos em Detmann et al. (2012). Nas amostras de forragem e silagem, realizou-se também análise de fracionamento de carboidratos, de acordo com Sniffen et al. (1992). Os carboidratos totais (CT) foram calculados pela fórmula $CT = 100 - (PB + EE + cinzas)$ e os carboidratos não-fibrosos (CNF), que constituem as frações A e B1, foram obtidos pela fórmula $CNF = CT - FDN_{cp}$, em que FDN_{cp} é FDN isenta de cinzas e proteína. A fração C foi obtida multiplicando-se o valor de lignina por 2,4, e a fração B2, calculada pela diferença entre FDN_{cp} e a fração C.

A DIVMS foi determinada de acordo com o protocolo descrito por Tilley & Terry (1963).

As amostras congeladas de forragem, destinadas à determinação dos teores dos AG láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico, esteárico, oleico, linoleico, e α -linolênico foram enviadas ao Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de leite (Juiz de Fora, MG), onde foram liofilizadas, moídas, pesadas e submetidas à extração e transesterificação direta, por meio de catálise ácida, descrita pelo método de Sukhija & Palmquist (1988). Utilizou-se cromatógrafo de fase gasosa modelo 6890N (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, EUA) dotado de coluna capilar HP-FFA, 25 m x 0,2 mm x 0,33 μ m (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, EUA) com fase estacionária de ácido modificado polietilenoglicol nitroterafítico. Foi utilizado H₂ como gás de arraste a 1,0 mL/min, detector FID regulado em temperatura de 250°C, *makeup* N₂ (30 mL/min), relação 10:1 Ar/H₂, injeção de 1,0 μ L, e *split* 1:50. Para a corrida, utilizou-se temperatura inicial do forno de 100°C, com rampa de aquecimento de 15°C/min até 230°C, mantida até a completa eluição dos AG de interesse. A identificação dos AG das amostras foi feita por comparação com os tempos de retenção observados em uma solução-padrão contendo mistura de ésteres metílicos dos AG analisados (Sigma-Aldrich Co., Bellefonte, EUA). O teor de AG totais na amostra foi calculado com base na área observada para o padrão interno adicionado (C19:0).

3.6 Parâmetros Fermentativos

Foi coletada uma amostra de silagem para prensagem (Bovenau, 15 ton) para obtenção do suco que, depois de coado, teve seu pH determinado com potenciômetro digital portátil (Tekna, T-1000). Desse suco, uma alíquota de 10 mL foi retirada e colocada em frasco contendo duas gotas de H₂SO₄ 50% v/v, visando posterior análise da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (AOAC, 1990).

As perdas por gases (PG) no processo de ensilagem foram obtidas com base na pesagem dos silos imediatamente após o fechamento e antes da abertura, em relação à massa de forragem armazenada, conforme descrito por Jobim et al. (2007):

$$PG = \frac{[(PSf - PSa)]}{MFf \times MSf} \times 100$$

Em que: PG = perdas de gases durante o armazenamento (% da MS inicial); PSf = peso do silo após o fechamento (kg); PSa = peso do silo na abertura (kg); MFf = massa de forragem ensilada (kg); MSf = % de MS da forragem ensilada.

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido de acordo com Jobim et al. (2007):

$$\text{RMS} = \frac{(\text{MFab} \times \text{MSab})}{(\text{MFfe} \times \text{MSfe}) \times 100}$$

Em que RMS = Índice de recuperação de matéria seca; MFab = massa de forragem na abertura do silo (kg); MSab = % de MS na abertura do silo; MFfe = massa de forragem após o fechamento do silo (kg); Msfe = % de MS da forragem no fechamento.

3.7 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise para verificação da distribuição da normalidade dos resíduos (Shapiro Wilk, $P < 0,10$). Posteriormente, os dados originais ou transformados (quando necessário) foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento para modelos mistos do SAS (v.9.0), sendo considerado como efeito fixo a idade de corte e como efeitos aleatórios, bloco e o erro experimental. Os efeitos foram considerados significativos quando $P \leq 0,05$. As médias foram estudadas por meio de regressão, utilizando-se o teste t ($P \leq 0,05$). Em alguns casos, foi realizada análise de correlação entre variáveis, utilizando-se o PROC CORR do SAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Agronômicas

Houve efeito da idade de corte do capim-elefante PCEA para todas as características agronômicas estudadas (Tabela 1).

Tabela 1. Características agronômicas do capim-elefante PCEA cortado em diferentes idades de rebrota

Variáveis	Idade (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
PMS (ton/ha)	7,92	11,20	15,06	17,02	1,39	0,0001	0,6071
ALT (m)	2,52	2,86	3,06	3,22	0,07	<0,0001	0,1079
PF (%)	35,28	30,72	25,02	20,16	2,13	0,0002	0,9449
F:C (%)	0,68	0,51	0,38	0,28	0,03	<0,0001	0,2778
PMM (%)	3,10	8,28	9,81	9,18	0,47	<0,0001	<0,0001

*EPM – Erro-padrão da média; PMS = produção de matéria seca; ALT = altura; PF = proporção de folhas; F:C = relação folha:colmo; PMM = proporção de material morto.

Foi observado incremento linear na produção de matéria seca (PMS) em função do aumento da idade de corte do capim. Magalhães et al. (2006) também observaram incremento linear na PMS capim-elefante cultivar Napier em função da idade da planta, e reportaram valor médio de 18,93 t ha⁻¹ de MS, aos 84 dias de idade de rebrota.

Paulino et al. (2007) reportaram PMS de 12,70 t ha⁻¹ e 11,78 t ha⁻¹ de MS de forragem para o capim-elefante Paraíso com 75 dias de idade, com cortes realizados com resíduos de 5 e 10 cm do nível do solo, respectivamente. Os autores relataram valores para a PMS superiores aos observados neste trabalho, para a mesma idade de corte.

A variável altura da planta apresentou resposta linear positiva com o aumento da idade de rebrota. O incremento da altura das plantas foi acompanhado pelo incremento na PMS, fato corroborado pela correlação significativa ($r=0,8416$; $P<0,0001$). De acordo com ESCUDER (1980), no crescimento das pastagens, nota-se que, após um leve crescimento inicial, segue-se um período no qual o crescimento é linear com o tempo e, posteriormente, ocorre um declínio, quando as folhas superiores das pastagens impedem que as inferiores recebam luz para realizar fotossíntese eficientemente. Os valores médios observados neste trabalho são superiores aos reportados por Magalhães et al. (2006) para a cultivar Napier.

Houve efeito ($P<0,05$) da idade de corte sobre a proporção de folhas (PF) e a relação folha:colmo (F:C), com decréscimo linear em função do aumento da idade de corte. A PF apresentou amplitude variando entre 20,16% (120 dias) a 35,28% (75 dias). A F:C variou entre 0,28 (120 dias) a 0,68 (75 dias). Queiroz Filho et al. (2000) observaram valores de 74,4%; 62,9%; 51,4% e 45,2% para PF e 2,9; 1,7; 1,1 e 0,8 para F:C, respectivamente, aos 40, 60, 80 e 100 dias de idade para o capim-elefante cv. Roxo. As respostas de PF e F:C observadas no presente estudo foram semelhantes às relatadas por Santana et al. (1989), que trabalharam com as cultivares Cameroon, Mineiro e Napier de Goiás, haja visto que estes autores também verificaram redução nestas variáveis com o aumento da idade de corte das plantas.

Segundo Alcântara (1986), os maiores valores de PB e digestibilidade encontram-se nas folhas das gramíneas, estando, portanto, a qualidade da planta forrageira intimamente relacionada com a sua F:C. Pinto et al. (1994) afirmou que a alta RFC confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um momento de desenvolvimento fenológico em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, portanto, menos vulneráveis à destruição.

A proporção de material morto (PMM) apresentou comportamento linear positivo e quadrático com o avanço da idade, estando os valores entre 3,10% a 9,18% com 75 e 120 dias de idade de corte, respectivamente. Narciso Sobrinho et al. (1998) encontraram em capim-elefante cultivar Guaçu aumentos percentuais na PMM na massa de forragem de 3,6%, 6,5% e 8,8%, respectivamente, nas idades de rebrota de 56, 70 e 86 dias, valores estes próximos aos observados para o capim-elefante PCEA.

4.2 Valor Nutritivo e Fracionamento de Carboidratos da Forragem

A idade de corte influenciou a maioria das variáveis estudadas ($P < 0,05$), com exceção para o teor de EE (Tabela 2).

Tabela 2. Valor nutritivo da forragem do capim-elefante PCEA em diferentes idades de rebrota

Variáveis	Idade (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
MS (%)	13,51	16,55	19,41	19,73	0,64	<0,0001	0,0230
PB (% MS)	5,60	3,73	3,42	2,69	0,27	<0,0001	0,0453
EE (% MS)	1,41	1,42	1,36	1,15	0,14	0,1810	0,4099
FDN (% MS)	71,95	75,92	77,79	82,80	0,79	<0,0001	0,4550
LIG (% MS)	5,96	8,01	7,63	9,10	0,39	<0,0001	0,4234
DIVMS (% MS)	52,30	46,67	46,03	40,91	1,12	<0,0001	0,8250
PIDA (% PB)	12,58	21,94	21,96	22,55	1,19	0,0001	0,0031

*EPM – Erro-padrão da média; MS=matéria seca; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; FDN=fibra em detergente neutro; LIG=lignina; DIVMS=digestibilidade *in vitro* da MS; PIDA=proteína insolúvel em detergente ácido.

Foi observada resposta linear positiva para os teores de MS, FDN, LIG e fração C da proteína bruta (PBC), o que resultou nas reduções lineares dos teores de PB e na DIVMS.

O incremento nos teores de MS já era esperado, uma vez que ocorreram aumentos na altura da planta e na proporção de colmo, e redução na proporção de folhas em resposta ao incremento na idade de corte, já que, paralelamente ao crescimento da planta, ocorre acúmulo dos produtos fotossintetizados (RAKKIYAPPAN & KRISHNAMOORTHY, 1982). Schank et al. (1995) reportaram valores de 16,7% e 20,4% de MS para a forragem de capim-elefante híbrido com, respectivamente, 42 e 84 dias de idade, valores próximos aos observados no presente trabalho.

As médias de PB variaram entre 5,60% aos 75 dias de idade e 2,69% aos 120 dias de idade. De acordo com Minson (1984), o nível mínimo de PB nos alimentos deve ser de 7%, para que a fermentação ruminal ocorra adequadamente. Assim, para um bom desempenho de

vacas em lactação a forragem deve conter, aproximadamente 15% de PB e, para animais em crescimento, entre 11% e 12% é considerado aceitável (WHITEMAN, 1980). Vilela et al. (2001) reportaram para a cultivar Paraíso resposta linear negativa para o teor de PB da forragem de acordo com a idade da planta, porém os valores relatados (13,6%, 10,2%, e 9,1%, para as idades de corte de 70, 75 e 140 dias, respectivamente) foram superiores aos obtidos no presente trabalho. Portanto, observa-se que os valores de PB obtidos para a forragem nas idades de corte estudadas não atenderiam satisfatoriamente aos critérios para os teores de PB mínimos estabelecidos na literatura. O baixo teor de PB, associado ao acentuado decréscimo observado com o avanço da maturidade da planta, surpreendeu. Contudo, os valores observados são coerentes, visto que a PF e F:C também responderam de forma linear negativa e o maior teor de PB se encontra nas lâminas foliares.

Os teores médios de EE situaram-se entre 1,15% a 1,42%. Brant et al. (2017) observaram valor de 1,69% de EE em capim-elefante cultivar Roxo aos 60 dias de rebrota.

O teor de FDN aumentou linearmente ($P < 0,0001$) de 71,95% (75 dias) para 82,80% (120 dias), mesmo comportamento observado para os teores de LIG. Vilela et al. (2001) trabalhando com a cultivar Paraíso também encontraram resposta linear positiva em função do incremento da idade da planta, porém os valores obtidos por estes autores foram, de modo geral, menores (68,8%, 70,6% e 71,5% para 70, 105 e 140 dias, respectivamente).

A FDN retrata a fração de carboidratos fibrosos dos alimentos na qual está incluída a LIG, que é um composto fenólico. Essa fração está relacionada à regulação da ingestão de alimentos, taxa de passagem e atividade mastigatória dos ruminantes, enquanto que a LIG está mais associada à digestibilidade. Dietas com alta concentração de FDN possuem baixa densidade energética, além do significativo efeito na repleção ruminal, a qual limita a ingestão, com efeito negativo sobre o desempenho animal. Paralelamente, dietas com baixa concentração de FDN, também podem resultar em menor ingestão total de MS, uma vez que as exigências energéticas do animal podem ser supridas em níveis mais baixos de ingestão (VAN SOEST & MERTENS, 1984).

Foi observado incremento de 52,7% nos teores de LIG de 75 para 120 dias de idade de rebrota. Em trabalho realizado por Rodrigues et al. (2005), o capim-elefante cultivar Napier apresentou teor de lignina aos 90 dias de idade, maior que o encontrado no presente trabalho. Paulino et al. (2007) avaliando o capim Paraíso obteve teor de lignina de 2,88% aos 75 dias de idade. Segundo Nascimento Júnior & Pinheiro, (1975), há relação positiva entre idade e altura de corte *versus* carboidratos estruturais e lignina em gramíneas tropicais.

A redução observada na DIVMS está diretamente relacionada à elevação nos teores de FDN e LIG. Estudos que têm relacionado digestibilidade com o estágio fisiológico das plantas forrageiras têm demonstrado, geralmente, relação linear negativa entre essas variáveis (GOMIDE et al., 1969). Paulino et al. (2007) estudando capim-elefante cultivar Paraíso obteve média de 70,33% de DIVMS, valor maior que os obtidos no presente trabalho.

Nessa mesma tendência, a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), fração indigestível dos compostos nitrogenados, respondeu de forma linear e quadrática, com valor médio variando de 12,58 a 22,55%, sendo o maior teor observado aos 120 dias de idade (Tabela 2).. Esta fração proteica corresponde às proteínas associadas à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de *Maillard*, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA et al., 1996). Pires et al. (2009) reportaram teor de 6% para a fração C (%PB) para o capim-elefante cv. Napier aos 80 dias de rebrota, valor inferior aos obtidos para o PCEA.

Houve efeito ($P < 0,05$) da idade de corte do capim PCEA para todas as frações de carboidratos analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Fracionamento de carboidratos do capim-elefante PCEA em diferentes idades de rebrota (% MS)

Variáveis	Idade (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
CT	79,15	82,38	82,56	84,49	0,76	<0,0001	0,2980
CNF	9,29	8,01	6,21	2,93	0,53	<0,0001	0,0628
B2	55,55	55,14	58,03	59,72	0,55	<0,0001	0,0489
C	14,31	19,23	18,32	21,85	0,93	<0,0001	0,4228

*EPM – Erro-padrão da média; CT=carboidratos totais; CNF=carboidratos não fibrosos; B2=fração B2 (fibra potencialmente degradável no rúmen); C=fração C (fração indigerível).

Para os carboidratos totais (CT) houve aumento linear com o avanço da idade ($P<0,0001$). Pires et al. (2009) obtiveram 85,8% de CT na MS do capim-elefante cultivar Napier aos 80 dias de idade da planta. Segundo Balsalobre et al. (2003), em gramíneas tropicais, os CT representam a maior proporção da MS nas plantas, logo a variação na qualidade dessa fração interfere diretamente na disponibilidade de energia para o ruminante.

Para a fração de carboidratos de rápida degradação ruminal (CNF), que equivale às frações A e B1 (açúcares solúveis e amido), houve redução nos teores com o avanço da idade de corte. Esse decréscimo linear nos teores de CNF está coerente com o aumento linear dos teores de FDN (Tabela 2) em função da idade de corte. Os valores observados são menores que o reportado por Pires et al. (2009), de 17,1% na MS, para o capim-elefante cultivar Napier aos 80 dias de rebrota.

O comportamento da fração de carboidratos potencialmente digeríveis da parece celular (B2) apresentou resposta linear e quadrática, sendo a linear mais significativa. Estes resultados estão coerentes com a resposta observada para os teores de FDN e, de acordo com Malafaia et al. (1998), o valor da fração B2 dos alimentos está relacionado ao teor de FDN, pois, em estudo realizado por esses autores com diversos alimentos, ficou evidenciado que as gramíneas foram os volumosos com os maiores valores da fração B2, em decorrência de seus mais altos valores de FDN. Em estudo conduzido por Lima et al. (2008), a cultivar Napier apresentou teor de B2 de 79% em relação ao CT aos 56 dias de idade da planta.

Houve aumento linear ($P<0,0001$) no teor de fração C de carboidratos da forragem em resposta ao incremento na idade de corte do capim. Esse resultado está associado aos respectivos acréscimos nos teores de LIG. Lanna et al. (1996) relataram em capim-elefante cultivar Cameroon, avaliado aos 45 dias de rebrota, 4,5% de fração C (% CT). De acordo com Van Soest (1994), um alto teor de fração C dos carboidratos confere baixa digestibilidade dos carboidratos estruturais desses alimentos, acarretando menores ingestões voluntárias da forragem, o que é confirmado pelos valores de DIVMS observados (Tabela 2).

4.3 Perfil de Ácidos Graxos na Forragem

Foi observada redução linear ($P<0,01$) nos teores dos ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e α -linolênico na forragem do capim-elefante PCEA em resposta ao incremento na idade de corte, enquanto que não houve efeito sobre as concentrações dos ácidos láurico e mirístico (Tabela 4). Os AG encontrados em concentrações majoritárias na forragem do capim-elefante PCEA foram o palmítico, seguido do linoleico e α -linolênico. Em compilação de resultados da literatura, Lopes et al. (2015) relataram estes três AG como aqueles encontrados em maiores concentrações na forragem de capim-elefante picado.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos da forragem de capim-elefante PCEA em diferentes idades de rebrota

Ácido graxo (% MS)	Idade (dias)				EPM*	P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
Láurico	0,0028	0,0029	0,0033	0,0033	0,0003	0,1090	0,8555
Mirístico	0,0034	0,0034	0,0033	0,0032	0,0002	0,5203	0,7491
Palmítico	0,3607	0,2842	0,2696	0,2280	0,0138	<0,0001	0,2398
Estearico	0,0145	0,0123	0,0117	0,0101	0,0006	<0,0001	0,5270
Oleico	0,0564	0,0423	0,0399	0,0318	0,0027	<0,0001	0,2441
Linoleico	0,2110	0,1750	0,1956	0,1527	0,0110	0,0050	0,7282
α -linolênico	0,2131	0,1592	0,1651	0,0914	0,0267	0,0086	0,6957

*EPM – Erro-padrão da média.

Boufaïed et al. (2003) também não observaram efeito do estágio de crescimento da gramínea de clima temperado Timothy (*Phleum pratense* L.) sobre os teores dos ácidos láurico e mirístico. Estes autores também observaram redução nos teores dos AG láurico, linoleico e α -linolênico em função do avanço na idade da forrageira. Por outro lado, diferentemente do observado no presente estudo, Boufaïed et al. (2003) não relataram efeito sobre os teores dos AG estearico e oleico. Não foi encontrado na literatura nenhum estudo de avaliação do efeito da idade de corte sobre o perfil de AG em forragem de gramínea tropical. Os teores dos AG observados no presente estudo estão dentro das faixas de valores relatados por Perez et al. (2010), obtidos na MS das forragens de cinco cultivares de capim-elefante (Cameroon, Napier, Roxo, Botucatu e Pioneiro) cortadas aos 60 dias de crescimento, quais sejam: 0,21% a 0,43%; 0,01% a 0,04%; 0,02% a 0,07%; 0,10% a 0,32% e 0,11% a 0,90%, respectivamente, para os AG palmítico, estearico, oleico, linoleico e α -linolênico.

Boufaïed et al. (2003) concluíram que o decréscimo na proporção de folhas decorrente do avanço da maturidade da gramínea de clima temperado Timothy pode ser parcialmente responsabilizado pelas reduções observadas nos teores dos AG palmítico, linoleico e α -linolênico. Assim, no presente estudo, as reduções lineares observadas na proporção de folhas e na relação folha:colmo (Tabela 1) podem também parcialmente explicar as reduções observadas nos teores dos AG palmítico, estearico, oleico, linoleico e α -linolênico.

4.4 Valor Nutritivo e Fracionamento de Carboidratos da Silagem

Foi observado efeito ($P < 0,05$) da idade de corte para os teores de PB, LIG, PBC e para a DIVMS. Contudo, não houve efeito idade ($P = 0,2144$) para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) da silagem. Os resultados referentes à composição química e DIVMS da silagem são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valor nutritivo da silagem de capim-elefante PCEA em diferentes idades de rebrota

Variáveis	Idade (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
PB (% MS)	4,68	3,72	3,26	2,47	0,23	<0,0001	0,7281
FDN (% MS)	73,19	73,37	73,23	75,89	1,17	0,1005	0,2388
LIG (% MS)	5,80	5,90	5,26	7,77	0,35	0,0018	0,0021
DIVMS (% MS)	50,39	48,35	46,84	45,25	0,60	<0,0001	0,7790
PIDA (% PB)	7,22	7,24	10,32	13,54	1,23	0,0011	0,1720

*EPM – Erro-padrão da média; PB=proteína bruta; FDN=fibra em detergente neutro; DIVMS=digestibilidade *in vitro* da MS; LIG=lignina; PIDA=proteína insolúvel em detergente ácido.

Foi observada redução linear no teor de PB da silagem em resposta ao incremento na idade de corte do capim, sendo o maior teor observado na silagem de capim cortado aos 75 dias de idade (4,68%). Os baixos teores de PB na silagem são reflexos dos baixos teores de PB na forragem ensilada, decorrente da baixa proporção de folhas (Tabela 2). Além disso, o menor teor de PB na silagem também é atribuído à perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente. Em trabalho de Monteiro et al. (2011), a silagem de capim-elefante cortado aos 60 dias de idade apresentou teor de PB de 4,42%. Narciso Sobrinho et al. (1998) avaliaram silagem de capim-elefante cultivar Guaçu e observaram redução no teor de PB em resposta ao incremento na idade de corte do capim, encontrando 10,42%; 7,48% e 6,91%, respectivamente, aos 56, 70 e 84 dias de idade. Os resultados obtidos para teor de PB na silagem do capim-elefante PCEA corroboram com aqueles observados por Narciso Sobrinho et al. (1998).

Os teores de FDN encontrados por Narciso Sobrinho et al. (1998) em capim-elefante cv. Guaçu encontram-se próximos aos do presente trabalho, sendo de 73,16%; 74,39% e 75,77% aos 56, 70 e 84 dias de rebrota. Valor próximo também foi encontrado por Alberto (1993) ao avaliar capim-elefante cv. Napier aos 75 dias (72,03% de FDN). No presente estudo foram observadas respostas linear e quadrática para os teores de lignina, sendo o comportamento linear mais significativo. O aumento nos teores de LIG se deve à associação dos compostos fenólicos aos carboidratos estruturais durante o processo de formação da parede celular, e está relacionada à redução da digestibilidade destes carboidratos das forragens (VAN SOEST & WINE, 1968). Ferrari Junior et al. (2009) reportaram teor médio de 4,95% para lignina, ensilando silagem de capim-elefante Paraíso cortado aos 100 dias de rebrota. Ao avaliar silagem de capim-elefante cultivar Napier cortado aos 50 dias, Carvalho et al. (2007) encontraram teor de lignina de 3,5%. Ambos os resultados são inferiores aos observados no presente estudo.

A resposta linear negativa observada para DIVMS está de acordo com a variação observada para os teores de LIG em função da idade de corte. As silagens com forragem colhida em estágio fisiológico avançado permanecerão maior tempo no rúmen por serem mais resistentes à degradação pelos microrganismos ruminais, ocorrendo um efeito de enchimento e diminuição do consumo de matéria seca. Ferrari Junior et al. (2009) encontraram valor de DIVMS de 58,61% em silagem de capim elefante cultivar Paraíso, valor esse superior aos observados no presente estudo.

O aumento na idade de corte do capim influenciou significativamente o teor de PIDA, promovendo incremento linear no seu teor. Essa fração contém proteínas associadas à lignina, taninos e compostos de *Maillard* altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática e é considerada indigestível, tanto no rúmen como no pós-rúmen (SNIFFEN et al., 1992). Os valores observados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Carvalho et al. (2008),

de 15,3% em silagem de capim-elefante cultivar Cameroon cortado aos 50 dias de crescimento. Por outro lado, Cabral et al. (2004) observaram teor de 8,8% da fração C para a silagem de capim-elefante Cameroon aos 120 dias de crescimento, ou seja, inferior ao encontrado no presente estudo, na silagem produzida a partir do capim colhido nesta mesma idade de corte.

Os resultados referentes ao fracionamento de carboidratos das silagens de capim-elefante PCEA, produzidas a partir de forragens colhidas em diferentes idades de crescimento, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Fracionamento de carboidratos (% da MS) na silagem do capim-elefante PCEA em diferentes idades de rebrota

Variáveis	Idade (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
CT	78,42	80,99	80,94	82,63	0,71	0,0007	0,4916
CNF	6,07	8,28	8,34	7,89	0,95	0,2176	0,1869
B2	58,43	57,44	60,13	56,09	0,84	0,2721	0,0937
C	13,92	15,27	12,47	18,64	0,85	0,0046	0,0063

*EPM – Erro-padrão da média; CT=carboidratos totais; CNF=carboidratos não fibrosos; B2=fração B2 (fibra potencialmente degradável no rúmen); C=fração C (fração indigerível).

Houve incremento linear ($P=0,0007$) no teor de carboidratos totais (CT) em resposta à idade de rebrota do capim-elefante ensilado. Os valores de carboidratos são influenciados pelos teores de PB e EE, haja vista a utilização dessas variáveis para determinação dos mesmos. A resposta linear positiva para o teor de CT está associada aos teores de PB, que foram reduzidos de forma linear, enquanto que a fração fibrosa na forragem aumentou (Tabela 2). Oliveira et al. (2012) encontraram teor de 79,6% de CT em capim-elefante Napier aos 60 dias de idade, valor este que pode ser considerado próximo ao obtido no presente estudo na forragem cortada aos 75 dias. De acordo com Van Soest (1994), os CT são relevantes, já que representam a principal fonte de energia para fermentação microbiana, sendo convertida em ácidos graxos de cadeia curta.

Não houve efeito da idade de corte do capim sobre o teor de CNF da silagem ($P>0,05$). Oliveira et al. (2012) ao avaliarem a silagem de capim-elefante cv. Napier colhido aos 60 dias de idade observaram teor médio de 11,0% para o CNF, valor esse superior aos valores observados para o capim-elefante PCEA.

Os teores da fração B2 foram influenciados pela idade de corte ($P=0,0317$). No entanto, não houve significância para as respostas linear ou quadrática (Tabela 6), havendo efeito significativo ($P=0,0166$) para o desvio da regressão, ou seja, houve uma resposta diferente daquela geralmente associada a um evento biológico e, portanto, não é possível uma análise isolada dessa variável. Nesse sentido, a fração C, influenciada pelo efeito da idade de rebrota ($P<0,001$) apresentou resposta linear e quadrática (Tabela 6), mas também houve efeito significativo para o desvio da regressão ($P=0,0017$). Assim, nota-se que há relação entre os teores das frações B2 e C, provavelmente decorrente do processo de fermentação no silo. Pires et al. (2009), ao avaliarem a silagem de capim-elefante cultivar Napier ensilado aos 80 dias de rebrota, observaram teores de 68,9% para a fração B2 (% CT) e de 14,5% para fração C (% CT). Os elevados teores dessas frações são decorrentes dos teores de FDN e LIG obtidos na forragem. Alimentos volumosos geralmente possuem altos teores de FDN e, portanto, apresentam maiores valores da fração B2 de carboidratos. Tal componente é fonte

de energia, a qual é lentamente liberada no rúmen, influenciando a eficiência de síntese microbiana e, conseqüentemente, o desempenho animal. Nesses casos, a forragem deve ser suplementada com concentrado (fontes energéticas) de rápida disponibilidade no rúmen, quando não apresentar limitações proteicas em quantidade e qualidade (OLIVEIRA et al., 2012).

4.5 Características Fermentativas da Silagem

O valor de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) são empregados na avaliação da qualidade da silagem, sendo importantes indicativos do padrão de fermentação no interior do silo (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (NH₃/NT) na silagem de capim-elefante PCEA em diferentes idades de corte

Variáveis	Idade de corte (dias)				EPM*	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
pH	4,65	4,23	4,38	4,86	0,14	0,1979	0,0056
NH ₃ /NT (%)	27,02	11,90	15,26	19,29	2,10	0,0352	0,0002

*EPM – Erro Padrão da média

O valor de pH variou (P=0,0231) em função da idade de corte. Os valores de pH observados apresentaram resposta quadrática, sendo estimado o ponto de mínimo aos 96 dias, com valor de pH de 4,14. Sendo assim, apenas a silagem confeccionada com a forragem cortada entre 90 e 100 dias, apresentou valor próximo a 4,2, índice referencial e indicativo de silagem de boa qualidade. Segundo Van Soest (1994), em silagens convencionalmente conservadas, valores de pH elevados são indicativos de maior produção dos ácidos butírico e acético, resultado de fermentações indesejáveis. Ferrari Junior et al. (2009) trabalhando com capim-elefante cultivar Paraíso cortado aos 100 dias de rebrota encontraram pH da silagem de 3,36, valor este inferior a todos os obtidos neste trabalho. Já Brant et al. (2017) encontraram pH de 4,67 em silagem de capim-elefante cultivar Roxo cortado aos 60 dias. O alto valor de pH observado na silagem de capim-elefante PCEA é decorrente dos baixos teores de carboidratos solúveis e de MS na forragem ensilada. No entanto, valores de pH acima de 5 têm sido frequentemente encontrados em silagens de capins tropicais, em especial sob condições de limitação de carboidratos solúveis e/ou elevado poder tampão. Neste sentido, Aguiar et al. (2001) observaram valor de pH de 5,6 para silagem de capim-Tanzânia. Todavia, é importante ressaltar que a taxa de queda do pH é mais importante do que o pH final, pois é diretamente proporcional à diminuição da atividade de microrganismos indesejáveis no processo de fermentação no silo (MCDONALD et al., 1981).

Os valores de N-NH₃ em função do N total apresentaram diferenças significativas (P=0,0003) de acordo com as idades de corte. Foram observadas respostas linear e quadrática para os teores de N-NH₃ (Tabela 7), sendo a quadrática mais significativa e, portanto, foi estimado o ponto de mínima, obtendo-se o valor de 11,9% aos 100 dias de idade. O maior valor encontrado foi na silagem de forragem cortada aos 75 dias (27,02%) e o menor valor na forragem obtida aos 90 dias de rebrota (11,90%).

O N-NH₃ é uma característica importante na avaliação da silagem, uma vez que indica a quantidade de proteína degradada durante a fermentação no silo (PIRES et al., 2013). A concentração de N-NH₃ nas silagens deve ser inferior a 10% do N total da silagem,

conferindo boa qualidade ao produto final (COSTA et al., 2016). O alto teor de N-NH₃ observado em silagens de capim-elefante sem adição de aditivo, está associado ao maior teor de umidade na massa ensilada, levando a um maior desenvolvimento de bactérias degradadoras de proteínas, como as do gênero *Clostridium* (RIBEIRO et al., 2014).

Segundo Woolford (1984), assim que a forragem é cortada, a proteólise se inicia e continua durante a ensilagem, e sua extensão depende largamente da rapidez com que as condições ácidas sejam estabelecidas. Em trabalho de Tosi et al. (1999), o valor da relação N-NH₃/NT encontrado para silagem de capim-elefante Taiwan A-145 cortada aos 48 dias foi de 25,2%. Já Pacheco et al. (2014) encontraram valor de N-NH₃/NT de 12,24% em capim-elefante cortado entre 60 e 70 dias de idade. Brant et al. (2017) relataram valor de 4,29% de N-NH₃/NT em silagem de capim-elefante cv. Roxo cortado aos 60 dias de rebrota, mostrando que a fermentação ocorreu adequadamente. Ferrari Junior et al. (2009) avaliando silagem de capim-elefante cv. Paraíso aos 100 dias de rebrota, observaram valor de 14,01% de N-NH₃/NT.

Não houve efeito da idade de corte do capim sobre a recuperação de matéria seca (RMS), enquanto que para perdas por gases (PG) observaram-se respostas linear e quadrática (Tabela 8).

Tabela 8. Perdas fermentativas da silagem de capim-elefante PCEA produzida a partir de forragem colhida em diferentes idades de rebrota

Variáveis	Idade de corte (dias)				EPM	Valor de P	
	75	90	105	120		Linear	Quadrático
PG (% MSi)	0,91	0,22	0,06	0,07	0,05	<0,0001	<0,0001
RMS	92,04	95,22	90,28	94,87	1,25	0,59	0,63

*EPM – Erro Padrão da média; PG=perda por gases; MSi=matéria seca inicial; RMS=recuperação de matéria seca.

A maior PG obtida foi na silagem de forragem cortada aos 75 dias (0,91), decrescendo o valor ao longo da idade. Esse resultado já era esperado, uma vez que o menor teor de MS (13,5%), ou seja, maior teor de umidade foi observado na forragem aos 75 dias (Tabela 2). Rezende et al. (2008) avaliando capim-elefante cortado aos 70 dias encontraram valor de 1,08% para PG, valor maior que todos aqueles encontrados no presente trabalho.

Segundo Balsalobre et al (2001), na ensilagem de gramíneas tropicais, devido às características da planta e do manejo de produção imposto às forragens, cria-se um ambiente propício para o desenvolvimento de clostrídeos, resultando em fermentação indesejável, sendo a principal fonte nas perdas por produção de gases. A redução das perdas por gases deve-se, provavelmente, à redução de microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal conservadas (PEREIRA & SANTOS, 2006).

Foi observado valor médio de 93,10%, valor próximo ao descrito por Santos et al. (2008), ao avaliarem a silagem de capim-elefante cortado aos 50 dias. Estes autores observaram valor médio de 87,7% para a RMS, enquanto que Mari (2003), avaliando o intervalo de cortes, em diferentes estações do ano, em silagem de capim-Marandu, verificou que a recuperação de MS foi intensamente prejudicada pelo aumento na produção de gases na fermentação. De acordo com Bernardes et al. (2013), as perdas durante a fermentação podem estar associadas às características inerentes à planta, pois as forrageiras de clima tropical apresentam baixa concentração de carboidratos solúveis e alta umidade no momento do corte, o que acarreta fermentações indesejáveis. Em decorrência do estágio de desenvolvimento, os

teores de MS e de fibra aumentam, enquanto que as perdas fermentativas diminuem (VILELA et al., 2008).

5 CONCLUSÕES

O avanço da idade de corte aumentou a produção de matéria seca do capim-elefante PCEA, com redução na proporção de folhas, o que influenciou negativamente o valor nutritivo e os teores de ácidos graxos da forragem. Essa redução do valor nutritivo da forragem, decorrente do aumento da idade de rebrota, influenciou negativamente o valor nutritivo da silagem.

No manejo proposto no presente estudo, o genótipo avaliado não apresentou características favoráveis para a produção de silagem, principalmente pelos baixos teores de proteína e elevados teores da fração fibrosa, decorrentes da acentuada redução do valor nutritivo da forragem em função da idade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de gramíneas forrageiras tropicais para a produção de silagem tem ganhado destaque, principalmente pelo elevado potencial de produção de biomassa, o que confere redução no custo de produção da silagem, e pelo menor risco de perdas decorrentes das variações climáticas.

Nesse contexto, o capim-elefante é a principal gramínea utilizada para essa finalidade, pois apresenta excelente potencial para ensilagem, pela elevada produção de biomassa e bom valor nutritivo da forragem. No entanto, os capins tropicais caracterizam-se pelos baixos teores de matéria seca (MS) e de carboidratos solúveis, o que pode comprometer a fermentação e aumentar as perdas por efluentes. Para contornar essas limitações, existem alternativas, como: murchamento, corte do capim em estágio de maturação mais avançado, e inclusão de aditivos para elevar o teor de MS (fubá de milho, polpa cítrica, casca de soja etc.).

A alternativa mais utilizada é o corte do capim em estágio de maturação mais avançado, em função da facilidade operacional, obtendo forragem com maior teor de MS. No entanto, esta estratégia resulta em redução nos teores de proteína e aumento nos teores das frações fibrosas, influenciando significativamente no valor nutritivo do material ensilado. Essa estratégia foi adotada no presente trabalho, com o objetivo de avaliar as características agrônomicas e o valor nutritivo da forragem e da silagem do capim-elefante PCEA, em diferentes idades de corte.

Nessa condição, o genótipo estudado não apresentou características favoráveis para ensilagem, haja vista a acentuada redução no valor nutritivo da forragem com o avanço da idade de corte; e o fato de que, com base nas características fermentativas, o melhor ponto para a ensilagem do material ocorre entre os 90 e 100 dias de idade de rebrota, período no qual o teor de proteína bruta é muito baixo, e o teor de fibra muito elevado.

Sendo assim, é necessário avaliar o capim-elefante PCEA sob outras formas de manejo para a produção de silagem. Devido ao rápido decréscimo do valor nutritivo em função da idade, a forragem deve ser colhida em idades inferiores aos 75 dias de rebrota, sendo realizado o emurchecimento ou a utilização de aditivos (*e.g.* polpa cítrica e casca de soja), com objetivo de melhorar o valor nutritivo da forragem ensilada, com teores de matéria seca que não prejudiquem a qualidade da fermentação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; BALSALOBRE, M.A.A. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais... FEALQ**, v. 38, p. 314-315, 2001.

ALBERTO, G., PORTELA, J. S., & DE OLIVEIRA, O. L. P. Efeito da adição de grão de sorgo moído e do murchamento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 01, p. 01-11, 1993.

ALCÂNTRA, P. B. Origem das brachiarias e suas características morfológicas de interesse forrageiro: In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. **Resumos...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 1-14, 1986.

ALMEIDA, E.X. **Oferta de forragem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* SCHUM. cv. MOTT), dinâmica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no alto Vale do Itajaí**. 1997. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 890-911, 2001.

BALSALOBRE, M. A. A., CORSI, M., SANTOS, P. M., VIEIRA, I., & CÁRDENAS, R. R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.519-528, 2003.

BERNARDES, T. F., DE SOUZA, N. S. D. S., DA SILVA, J. S. L. P., SANTOS, I. A. P., FATURI, C., & DOMINGUES, F. (2013). Uso de inoculante bacteriano e melaço na ensilagem de capim-elefante. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 2, p. 173-178, 2013.

BERNARDES, T. F.; SCHMIDT, P.; DANIEL, J. L. P. An overview of silage production and utilization in Brazil. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 2015, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: ESALQ, 2015. 623 p.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2185-2191, 2005.

BOUFAÏED, H., CHOUINARD, P. Y., TREMBLAY, G. F., PETIT, H. V., MICHAUD, R.,

& BÉLANGER, G. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, p. 501-511, 2003.

BRANT, L. M. S., PIMENTEL, P. R. S., RIGUEIRA, J. P. S., ALVES, D. D., CARVALHO, M. A. M., & ALVES, W. S. (2017). Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 2, p. 123-129, 2017.

CABRAL, L. D. S., VALADARES FILHO, S. D. C., DETMANN, E., ZERVOUDAKIS, J. T., VELOSO, R. G., & NUNES, P. M. M. Digestion rate of protein and carbohydrate fractions for corn silage, tifton-85 bermudagrass hay, elephant grass silage and soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1573-1580, 2004.

CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M. ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2p.338-347, 2005.

CARVALHO, L. de A. *Pennisetum purpureum*, Schumacher – Revisão. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, 10).

CARVALHO, G. G. P. D., CAVALI, J., GARCIA, R., PEREIRA, O. G., PIRES, A. J. V., CARVALHO, B. M. A. D., & AZEVÊDO, J. A. G. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007.

CARVALHO, G. G. P., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., PEREIRA, O. G., FERNANDES, F. É. P., CECON, P. R., & AZEVÊDO, J. A. G. Fracionamento de proteínas de silagem de capim-elefante emurhecido ou com farelo de cacau. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 648-656, 2008.

CASTRO, F.G.F., NUSSIO, L.G., HADDAD, C.M., CAMPOS, F.P., COELHO, R.M., MARI, L.J. E TOLEDO, P.A. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2006.

CORRAL, A.J.; NEAL, H.D.; WILKINSON, J.M. The influence of forage management and conservation strategies on economic margin in a dairy enterprise. **Technology Report Grassil Research Institute**, n.29, p.1-48, 1981.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. **SBZ (ed.) Novas Tecnologias de Produção Animal, Piracicaba: FEALQ**, p. 177-193, 1990.

COSTA, R. F., PIRES, D. A. D. A., MOURA, M. M. A., SALES, E. C. J. D., RODRIGUES, J. A. S., & RIGUEIRA, J. P. S. (2016). Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 127-133, 2016.

DERESZ, F. Manejo de pastagem de capim-elefante para a produção de leite e carne. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA CNPGL, 1994. p.116-137.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. P.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DIZ, D. A. **Breeding produces and seed production management in pearl millet x elephant grass hexaploids hybrids**. 1994. 118 f. Tese (Doutorado) - University of Florida, Gainesville, 1994.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. Levantamento semidetalhado de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Rio de Janeiro: EMBRAPA./SNLCS, 1980. 252p. (**Boletim Técnico**, 76).

ESCUDE, C. J. Utilização e manejo das pastagens tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.70, p.63-70. 1980.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Evaluation of *Brachiaria brizantha* ecotypes under grazing in small plots. In: **International Grassland Congress**. 2001. p. 13-13.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C., SALVADOR, F.M., SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.446-452, 2004.

FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; POSSENTI, R.A. e LUCENAS, T.L. Aditivos em silagem de capim-elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.185-194, 2009.

GOMIDE, J. A., NOLLER, C. H., MOTT, G. O., CONRAD, J. H., & HILL, D. L. Effects of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and in vitro cellulose digestibility of tropical grass. **Agronomy Journal**, v.61, p.116-119, 1969.

GRIEVE, C.M.; OSBOURN, D.F. The nutritional value of some tropical grasses. **The Journal of Agricultural Science**, v.65, n.3, p.411-417, 1965.

HILLESHEIM, A. Manejo do gênero *Pennisetum* sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais... FEALQ**, 1988. p.77-108.

HILLESHEIM, A. Manejo do capim-elefante: corte. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais... FEALQ**, 1993. p.117-141.

JAHUAR, Prem P. Cytogenetics of pearl millet. **Advances in agronomy**, v. 34, p. 407-479, 1981.

JAHUAR, P.P.; HANNA, W.W. **Cytogenetics and genetics of pearl millet**. **Advances in Agronomy**, New York, v. 64, p. 1-26, 1998.

JANK, L., SAVIDAN, Y., SOUZA, M. D., & COSTA, J. G. C. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África: 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, 1994.

JOBIM, C. C., SARTI, L. L., DOS SANTOS, G. T., BRANCO, A. F., & CECATO, U. Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 2, p. 137-144, 2006.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, A.R.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

KLIEM, KIRSTY E.; SHINGFIELD, KEVIN J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 11, p. 1661-1683, 2016.

LANNA, DPD., FOX, D., BALSALOBRE, M., CORSI, M., & TRAXLER, M. Utilização da metodologia de análises de alimentos do CNCPS e do sistema de produção de gás *in vitro* na estimativa do valor nutricional do capim-elefante. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 289-291, 1996.

LAVEZZO, W., SILVEIRE, A. C., GONCALEZ, D. A., & PINHO, S. Z. Efeito da idade da planta ao primeiro corte sobre a produção, composição bromatológica e alguns aspectos morfológicos de *Brachiaria decumbens*, Stapf. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.4, p.656-672, 1980.

LAVEZZO, W. 1985. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.

LEÃO, F. F., LOPES CANCELLIER, L., VANDER PEREIRA, A., DA SILVA LEDO, F. J., & AFFÉRI, F. S. Produção forrageira e composição bromatológica de combinações genômicas de capim-elefante e milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, 2012.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMA, E. D. S., SILVA, J. F. C. D., VÁSQUEZ, H. M., ARAÚJO, S. A. D. C., ROCHA, T. C., & COSTA, D. P. B. D. Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1928-1933, 2008.

LOUNGLAWAN, PIPAT; LOUNGLAWAN, WASSANA; SUKSOMBAT, WISITIPORN. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). **APCBEE procedia**, v. 8, p. 27-31, 2014.

LOPES, F. C. F., SILVA, B. D. M., & DE ALMEIDA, M. M. (2015). Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde. **Embrapa Gado de Leite-Capítulo em livro científico (ALICE)**.

LOURES, D. R. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1851-1858, 2003.

MAGALHÃES, J., AGUIAR LOPES, E., NUNES RODRIGUES, B. H., COSTA, N. D. L., NOGUEIRA BARROS, N., & ARAGÃO MATTEI, D. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, 2006.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. 138p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Fahey Junior, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: Wisconsin, 1994. p. 448-478.

MINSON, D.J. 1984. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Farnham Royal, UK. Commonwealth Agriculture Bureaux. p.167-162.

MITTELMANN, Andréa et al. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 684-690, 2005.

MONTEIRO, I. J. G., DE ABREU, J. G., DA SILVA CABRAL, L., RIBEIRO, M. D., & DOS REIS, R. H. P. (2011). Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

MOZZER, O. L.; FREIRE, A. B. Curva de longevidade de sementes de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 17., 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980, p. 468-469.

MUSHTAQUE, M., ISHAQUE, M., & AHAMD, M. Growth and herbage yield of *Setaria sphacelata* grass in response to varying clipping stages. **JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 20, n. 4, p. 261-265, 2010.

NARCISO SOBRINHO, J.; MATTOS, H.B.; ANDRADE, J.B. et al. Silagem de capim-elefante, em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento. I – Produção e composição das forragens. **Boletim da Indústria Animal**, v.55, n.2, p.99-111, 1998.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; PINHEIRO, J. S. Valor nutritivo do capim-jaraguá em diferentes idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, v. 1, p. 101-113, 1975.

NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C.C.O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.17, n.1, p.13-25, 2016.

NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p.89-110.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F.P. DE; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, v. 1, p. 127-145, 2001.

OLIVEIRA, A. C., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., OLIVEIRA, H. C., ALMEIDA, V. V. S. D., VELOSO, C. M., ... & OLIVEIRA, U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.

OSGOOD, R.V.; HANNA, W.W.; TEW, T.L. Hybrid seed production of pearl millet x napiergrass triploid hybrids. **Crop Science**, Mandison, v.37, n.3, p.998- 999, 1997.

PACHECO, W. F., DE SOUZA CARNEIRO, M. S., PINTO, A. P., EDVAN, R. L., DE ARRUDA, P. C. L., & DO CARMO, A. B. R. (2014). Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 155-162, 2014.

PASSOS, L.P.; MARTINS, C.E.; BRESSAN, M.; PEREIRA, A.V. (Ed.) **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. p.119-130. 1999.

PAULINO, V. T., DE LUCENAS, T. L., & POSSENTI, R. A. Capim-elefante cv. Paraíso (*Pennisetum hybridum*): produção de matéria seca, composição química e biológica em diferentes alturas de corte. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Vol. 17, pp. 1-5, 2007.

PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P.; PASSOS, L. P.; FREITAS, V. P.; VERNEQUE, R. S.; BARRA, R. B.; SILVA, C. H. P. Variação da qualidade de folhas em capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e híbridos de capim-elefante x milheto (*P. purpureum* X *P. glaucum*), em função da idade da planta. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 490-499; 2000.

PEREIRA, A.V.; VALLE, C.B.; FERREIRA, R.P.; MILES, J.W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001a. 1183p

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001b. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001b. p.64-86.

PEREIRA, A. V.; SOUZA SOBRINHO, F.; SOUZA, F. H. D.; LÉDO, F. J. S. Tendências do melhoramento genético e produção de sementes forrageira no Brasil. In: Simpósio Sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas, 4., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p. 36-63.

PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2004, p.509-545.

PEREIRA, O. G.; SANTOS, E. M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**, v. 3, p. 393-430, 2006.

PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D. e FERREIRA, C.L.L.F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1742-1750, 2007.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F. J. S.; MORENZ, M.J.F. et al. BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **Comunicado Técnico 79** (Embrapa), Juiz de Fora - MG, 2016.

PEREZ, J., ANTONIASSI, R., BIZZO, H., & LOPES, F. Perfil de ácidos graxos em cultivares de capim-elefante utilizados na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2010, Águas de Lindoia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

PINHO, B. D., PIRES, A. J. V., RIBEIRO, L. S. O., & DE CARVALHO, G. G. P. (2008). Ensilagem de capim-elefante com farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 641-651, 2008.

PIRES, A. J. V., CARVALHO, G., GARCIA, R., CARVALHO JUNIOR, J. N., RIBEIRO, L. S. O., & CHAGAS, D. M. T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 422-427, 2009.

PIRES, D. A. A., ROCHA JÚNIOR, V. R., SALES, E. C. J., REIS, S. T., JAYME, D. G., CRUZ, S. S., & ESTEVES, B. L. C. Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. 1994. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994.

QUEIROZ FILHO, J. D., SILVA, D. D., & NASCIMENTO, I. D. (2000). Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000.

RAKKIYAPPAN, P.; KRISIINAMOORTHY, K.K. Evaluation of hybrid Napier (N13-21) for its forage quality by cell-wall component analysis. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.69, n.8, p.523-528, 1982.

REIS, A.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; MELO FILHO, R.M.; MENEZES, M. Mancha ocular do capim-elefante em Pernambuco - Brasil e seleção de variedades com resistência à doença. **Summa Phytopathologica**, v.23, p.231-235, 1997.

REIS, R. A., MELO, G. M. P., BERTIPAGLIA, L. M. A., & OLIVEIRA, A. P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. (Eds.). **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.187-238.

REZENDE, A. V.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; MEDEIROS, L. T.; RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 281-287, 2008.

RIBEIRO, L. S. O., PIRES, A. J. V., DE CARVALHO, G. G. P., PEREIRA, M. L. A., DOS SANTOS, A. B., & ROCHA, L. C. Características fermentativas, composição química e fracionamento de carboidratos e proteínas de silagem de capim-elefante emurchecido ou com adição de torta de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1447-1462, 2014.

ROCHA, G.P. **Efeito da idade na composição química, digestibilidade *in vitro* e taxa de fermentação de oito gramíneas tropicais**. 1979. 104p. Dissertação (Mestrado em zootecnia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 1979.

ROCHA, K.D., PEREIRA, O.G., VALADARES FILHO, S.C., OLIVEIRA, A.P., PACHECO, L.B.B. E CHIZZOTTI, F.H.M. 2006. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimbacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.389-395, 2006.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim-elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.

RODRIGUES, P. H. M., BORGATTI, L. M. O., GOMES, R. W., PASSINI, R., & MEYER, P. M. (2005). Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.

RUIZ, B.O., CASTILLO, Y., ANCHONDO, A., RODRÍGUEZ, C., BELTRÁN, R., LA O, O. Y PAYÁN, J. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 163-172, 2009.

SANTANA, J. D., PEREIRA, J. M., ARRUDA, N. G., & RUIZ, M. A. M. 1989. Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no Sul da Bahia. I. Agrossistema Cacaueiro. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v. 18, n. 3, p. 273-83, 1989.

SANTOS, E. M., DE MOURA ZANINE, A., DE SANTANA, P. A., DÓREA, J. R. R., DA SILVA, T. C., PEREIRA, O. G., ... & COSTA, R. G. (2008). Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 64-73, 2008.

SCHANK, S. C., STAPLES, C. R., THOMPSON, K. E., & BATES, D. B. Forage and Silage Production from seeded pearl millet-dwarf elephant grass hybrids. **Dairy Sci. and Animal Sci. University of Florida, Gainesville**, p. 1-5, 1995.

SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., REIS, R.A., COAN, R.M., BERNARDES, T.F., PANIZZI, R.C., POIATTI, M.L. E PEDREIRA, M.S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.464-471, 2005.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, F.H.D. As sementes de espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* no Brasil Central. **Brachiaria no novo século**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2002.

SOUZA SOBRINHO, F.D.; PEREIRA, A.V.; LEDO, F.D.S.; BOTREL, M. A.; OLIVEIRA, J.S.; XAVIER, D.F. Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v, 40, n, 9, p, 873-880, 2005.

SUKHIJA, P.S.; PALMQUIST, D.L.; Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, p. 1202-1206, 1988.

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

TOMICH, T. R., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., TOMICH, R. G. P., & BORGES, I. Características para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

TOSI, P., MATTOS, W. R. S., TOSI, H., JOBIM, C. C., & LAVEZZO, W. (1999). Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 947-954, 1999.

VAN SOEST, P.J.; MERTENS, D.R. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. In: TECHNICAL SYMPOSIUM, 1984, Fresno. **Proceedings...** Fresno: Monsanto – Nutrition Chemicals Division, 1984. p.75- 92.

VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington, Cornell University Press, 476p. 1994.

VAN SOEST, P. J., & WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the association of official analytical chemists**, v. 51, p. 780-785, 1968.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PINTO, T.F.; LIMA, W.C.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo de silagens de capim-Mombaça (*Panicum maximum*) colhido em função de idade de rebrotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.10, n.4, p.874-884, 2009.

VELHO, J. P., MÜHLBACH, P. R. F., NÖRNBERG, J. L., VELHO, I. M. P. H., GENRO, T. C. M., & KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1532-1538, 2007.

VIANA, O.J.; GADELHA, J.A.; ALBUQUERQUE, J.J.L. et al. Curva de crescimento e valor protéico do capim-elefante, cultivar mineiro, no Ceará. **Boletim Cearense de Agronomia**, v.17, p.35-46, 1976.

VIEIRA, L.M.; GOMIDE, J.A. Composição química e produção forrageira de três variedades de capim-elefante. **Ceres**, v.10, n.4, p.71-91, 1970.

VILELA, Duarte. **Sistemas de conservação de forragem. 1. Silagem**. Embrapa Gado de Leite-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 1985.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM ELEFANTE, Coronel Pacheco, 1990. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1990. p.89-131.

VILELA, H., BARBOSA, F.A., RODRIGUEZ, N. e BENEDETTI, E. Efeito da idade planta sobre a produção e valor nutritivo do Capim-Elefante (*Pennisetum hybridum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba/SP. **Anais...** Piracicaba...2001. p. 320-321.

VILELA, D.; CARNEIRO, J.C. Ensilagem do excedente de pasto: uma alternativa para o manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 1., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. p.331-350.

VILELA, D.; LIMA, J.; RESENDE, J.C. Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. In: **Relatório Técnico Anual da Embrapa** – Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite. Juiz de Fora-MG, 2005.

VILELA, H.H., REZENDE, A.V., VIEIRA, P.F., ANDRADE, G.A., EVANGELISTA, A.R. E ALMEIDA, G.B.S. 2008. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 37, p. 1192-1199, 2008.

WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.209-222.

WHITEMAN, P. C. **Tropical pasture science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392 p.

WHITTENBURY, R.; MCDONALD, P.; BRYAN JONES, D.G. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. **Journal of Science and Food Agriculture**, v.18, n.2, p.441-444, 1967.

WILKINSON, J.M. Silages made from tropical and temperates crops. 1. The ensiling process and its influence on feed value. **World Animal Review**, v.45, n.45, p.36-42, 1983.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

XAVIER, D. F.; DAHER, D. F.; BOTREL, M. A.; PEREIRA, J. R. Poder germinativo de sementes de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 565-571, 1993.

ZAILAN, M. Z., YAAKUB H. AND JUSOH S. (2016). Yield and nutritive value of four Napier (*Pennisetum purpureum*) cultivars and different harvesting ages. **Agric. Biol. J. N. Am.**, v. 7, n. 5, p. 213-219, 2016.

ZANINE, A.M; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. J.; PEREIRA, O.G. Populações microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem. **Semina - Ciências Agrárias**, v.28, n.1, p.143-150, 2007.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; DOREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.de S.; SILVA, T.C da; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.