



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM
CASCA DE BANANA**

LARA MARIA SANTOS BRANT

2015

LARA MARIA SANTOS BRANT

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM
CASCA DE BANANA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte da exigência do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador

Prof. DSc. Dorismar David Alves

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

Brant, Lara Maria Santos

B821s Silagem de capim-elefante com casca de banana
[manuscrito] / Lara Maria Santos Brant. – 2015.
31 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba,
2015.

Orientador: Prof. D. Sc. Dorismar David Alves.

1. Capim-elefante. 2. Resíduos. 3. Silagem. I. Alves,
Dorismar David. II. Universidade Estadual de Montes Claros.
III. Título.

CDD. 633.2

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

LARA MARIA SANTOS BRANT

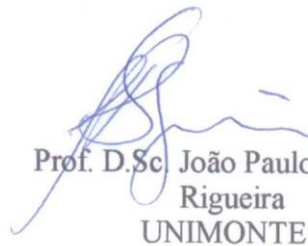
**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM CASCA DE
BANANA**

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

APROVADA em 07 de AGOSTO de 2015.



Prof. D.Sc. Dorismar David Alves
UNIMONTES
(Orientador)



Prof. D.Sc. João Paulo Sampaio
Rigueira
UNIMONTES



Profª D.Sc. Héli da Christine de
Freitas Monteiro
UNIMONTES



Profª D.Sc. Darcilene Maria de
Figueiredo
UFVJM

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

DEDICO

Aos meus pais pelo exemplo de coragem e luta e por sempre me apoiarem, não medindo esforços para me proporcionar este momento tão gratificante;

À minha irmã e sobrinho pela amizade e companheirismo;

Ao Paulo Roberto pelo companheirismo, carinho e amor proporcionado;

Aos meus avós e tios que sempre estiveram presentes na minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e proteção que me foram dadas para chegar até aqui;

À Universidade Estadual de Montes Claros, especialmente ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso;

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo;

Ao professor Dorismar David Alves, pela orientação e ensinamentos transmitidos;

Ao professor João Paulo Sampaio Rigueira, pelo incentivo e disposição em ajudar;

Ao professor Vicente Ribeiro Rocha Júnior pela amizade, conhecimentos transmitidos e pela colaboração para a realização deste trabalho;

Aos professores: Eleuza Clarete Junqueira de Sales, Daniel Ananias de Assis Pires, Mônica Patrícia Maciel e Cínara da Cunha Siqueira Carvalho, pelo empenho e excelência no ensino;

À professora Héliida Monteiro, por aceitar o convite de participação da banca;

À professora Darcilene Maria de Figueiredo, pela participação da banca.

Aos meus pais, Sílvia e Adilson, que sempre se fizeram presentes mesmo estando longe, me oferecendo todo amor, carinho, dedicação,

incentivo, apoio incondicional, e pela confiança que nos estudos alcancei o sucesso;

À minha irmã Maria Cecília e ao meu sobrinho Lauro Henrique, pelo companheirismo e amizade;

Ao Paulo Roberto, pelo incentivo, carinho, empenho e pela ajuda na execução deste trabalho, não medindo esforços para que o mesmo seja concluído;

Aos eficientes estagiários Mateus, Janiquele, Adriano, Rodrigo e Emanuelle, pelo empenho, disposição e ajuda na condução das análises laboratoriais;

Aos funcionários da Universidade Estadual de Montes Claros pela colaboração;

E a todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”*

Madre Teresa de Calcutá

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Capim-elefante.....	3
2.2 Uso de aditivos em silagens.....	4
2.3 Parâmetros de Qualidade de Silagem.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÃO	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

BRANT, Lara Maria Santos. **Silagem de capim-elefante com casca de banana**. 2015. 42 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brasil¹.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a qualidade fermentativa e a composição bromatológica de silagem de capim-elefante com diferentes teores de casca de banana. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 5 níveis de inclusão de casca de banana (5, 10, 15, 20 e 25% na base da matéria natural) e o controle (silagem exclusiva de capim-elefante), cada tratamento com três repetições. O material foi acondicionado em silos de PVC com dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, que foram abertos após 60 dias de fermentação. Após abertura dos silos foram realizadas pesagens para determinação das perdas, através da quantificação da produção de efluente e das perdas por gases. O suco foi extraído com auxílio de uma prensa hidráulica para análise de nitrogênio amoniacal e pH. Foram coletadas amostras para análise da atividade de água e composição químico-bromatológica. Com a inclusão de casca foi observado aumento linear dos teores de matéria seca, extrato etéreo, lignina, CIDN, CIDA, PIDN, PIDA e NDT. Por outro lado, houve redução nos teores de FDNcp, FDA, hemicelulose e celulose (%MS). Para todos os níveis não foi observado diferença entre as variáveis pH, MM, MO e PB (%MS). Menor teor de nitrogênio amoniacal foi observado quando adicionado 25% de casca de banana. As menores perdas estimadas por efluente e gases foram observadas quando adicionado 25% de casca à silagem, assim como menor teor de atividade de água. Considerando as condições experimentais, a inclusão da casca de banana desidratada à silagem de capim-elefante diminuiu as perdas do processo fermentativo e o melhora a composição bromatológica do material ensilado, com resultados mais consistentes a partir de 10% de inclusão.

Palavras-chave: Composição química, conservação, ensilagem, fermentação, *Pennisetumpurpureum*, resíduo de banana.

¹**Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador).

ABSTRACT

BRANT, Lara Maria Santos. **Elephant grass silage with banana peel.** 2015. 42 p. Thesis (Master in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba - MG, Brazil².

The experiment was conducted in order to evaluate the fermentation quality and chemical composition of elephant grass silage with different banana peel content. It was used a completely randomized design with 5 levels of banana bark inclusion (5, 10, 15, 20 and 25% in the fed basis) and control (exclusive silage elephant grass), each treatment with three replications. The material was packaged in PVC silos with dimensions of 50 cm height and 10 cm in diameter, which were opened after 60 days of fermentation. After opening the silos were performed weighing to determine the loss by quantification of effluent production and losses by gases. The juice was extracted with the aid of a hydraulic press for ammonia analysis and pH. Samples were collected for analysis of water activity and chemical composition. With the inclusion of bark was observed linear increase in dry matter, ether extract, lignin, CIDN, CIDA, PIDN, PIDA and NDT. Moreover, there was a reduction in levels NDFap, FDA, hemicellulose and cellulose (% DM). For all levels it was not observed difference between the variables pH, MM, MOe PB (% DM). Lower ammonia nitrogen content was observed when added 25% banana peels. Smaller losses estimated by effluent and gas were observed when added 25% peel silage, and lower content of water activity. Considering the experimental conditions, the inclusion of banana peel dehydrated silage of elephant grass reduces losses of the fermentation process and improves the nutritive value of the ensiled material, with more consistent results from 10% inclusion.

Keywords: Composition, Conservation, Silage, Fermentation, *Pennisetum purpureum*, Banana waste.

²**Guidance committee:** Prof. PhD. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador).

1. INTRODUÇÃO

A dificuldade de produzir alimentos de boa qualidade em determinadas localidades e épocas do ano é o principal motivo que impulsiona os produtores a produzirem silagem. Entre as gramíneas utilizadas para essa finalidade, o capim-elefante (*Pennisetumpurpureum Schum.*) se destaca pela alta produção de matéria seca por área cultivada e bom valor nutritivo. Entretanto, o teor de umidade elevado, na fase em que é ótimo o seu valor nutritivo, representa um obstáculo para o seu aproveitamento na forma de silagem, pois resulta em fermentações indesejáveis.

FORAGEIRAS quando ensiladas com alto teor de umidade proporciona o desenvolvimento de microrganismos deterioradores como os do gênero *Clostridium* que além de consumir o ácido lático que é um ácido essencial para o abaixamento do pH das silagens, degrada a proteína, reduzindo-as em nitrogênio amoniacal.

O baixo teor de matéria seca pode favorecer a produção de grande quantidade de efluentes, que carregam nutrientes altamente digestíveis, açúcares, ácidos orgânicos, diminuindo o valor nutritivo da silagem (MCDONALD, 1981).

Diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de avaliar tratamentos que beneficiem o processo fermentativo e a redução das perdas das silagens de capins tropicais, dentre os quais o uso de aditivos tem se destacado. Neste sentido, os aditivos absorventes, caracterizados por reduzir ou eliminar a produção de efluente do silo podem assumir relevância na confecção de silagens de gramíneas com alta umidade.

A casca de banana, oriunda do processamento da banana para produção de doce, quando desidratada, pode ser uma alternativa viável como aditivo em silagens. Apresenta reduzido teor de umidade (10%) e um teor de carboidratos não fibrosos próximo a 20,18% (ALMEIDA, 2013), o que pode favorecer o processo fermentativo do material ensilado.

Outro destaque da casca de banana desidratada, de acordo com o trabalho de Almeida (2013), são os teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), de 7,46 e 11,99%, respectivamente. Portanto, a adição de casca em silagens pode promover melhoria na composição bromatológica.

A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de coprodutos que são desperdiçados, tornando uma fonte poluidora do meio ambiente (GOES *et al.*, 2008), sendo necessário uma destinação adequada, pois representam um problema ambiental e não podem ser armazenados indefinidamente no local onde foram produzidos. Considerando a grande quantidade de banana produzida na região e que a quantidade de resíduos gerados a partir do processamento é abundante, a utilização deste coproduto se torna uma alternativa interessante na alimentação animal reduzindo assim os impactos ambientais.

Objetivou-se, portanto, avaliar o perfil fermentativo e a composição bromatológica de silagem de capim-elefante com casca de banana.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetumpurpureum*, Schum.) é uma gramínea originária do continente africano, descoberta em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba (PASSOS *et al.*, 1999). Apresenta características que se enquadram nas necessidades da pecuária brasileira, como rusticidade, facilidade de multiplicação e cultivo, adaptação a vários tipos de solos, boa resistência à seca, pragas e doenças, bom valor nutritivo quando no estágio inicial de desenvolvimento (LAVEZZO, 1993) e boa aceitação pelos animais.

Segundo Lavezzo *et al.* (1983), a espécie é uma gramínea de alto rendimento por área, e Sales *et al.* (2013) observaram produções de 11,44 e 21,32 t ha⁻¹ de matéria seca para o capim-elefante cortados a 60 e 120 dias, respectivamente.

À medida que avança o estágio de desenvolvimento das gramíneas, observa-se umaumento da produção de matéria seca, e uma redução no valor nutritivo. Ao se realizar a ensilagem de capim-elefante deve-se aliar alta produção por área e elevado valor nutritivo.

Quando essa forrageira atinge o equilíbrio entre produção e valor nutritivo, apresenta alto teor de umidade ($\geq 75\%$) (EVANGELISTA *et al.* 2004), baixo teor de carboidrato solúvel ($< 5\%$) (PENTEADO *et al.*, 2007; ZANINE *et al.*, 2006.) e alto poder tampão, fatores que, em conjunto, podem influenciar negativamente o processo fermentativo, por favorecer o desenvolvimento de microrganismos deterioradores da silagem, principalmente clostrídeos e enterobactérias, que produzem nitrogênio amoniacal, ácido acético e ácido butírico (PENTEADO *et al.*, 2007; ZANINE *et al.*, 2006).

2.2 Uso de aditivos em silagens

Entre as soluções para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis e minimizar as perdas por fermentação secundária está o uso de aditivos.

Aditivos são substâncias, misturas ou combinações destas que adicionados à forrageira no momento da ensilagem, podem causar melhorias no processo de fermentação e, conseqüentemente, no valor nutritivo. De acordo com Keplin (2006), outros propósitos do uso de aditivo é aumentar a vida útil da silagem, melhorar a digestibilidade, a aceitabilidade e o desempenho animal.

Segundo Morais (1999), um bom aditivo para ensilagem de gramíneas tropicais como o capim-elefante, deve apresentar alto teor de matéria seca, ótima capacidade de absorção de água, elevado valor nutritivo, boa palatabilidade e alto teor de carboidratos solúveis, além de fácil manipulação, boa disponibilidade no mercado e baixo custo. Assim, o sucesso na utilização de aditivo na silagem de capim-elefante depende da escolha de um material que atenda essas condições.

Os aditivos podem ser classificados em cinco principais grupos: estimulantes de fermentação que provocam o crescimento de bactérias lácticas; inibidores de fermentação que dificultam o crescimento de microrganismos indesejáveis; inibidores de deterioração aeróbia que controlam a deteriorização causada pelo ar quando o silo é aberto; aditivos nutrientes que são adicionados na forragem a ser ensilada para melhorar o valor nutritivo e aditivos absorventes que possuem, elevando teor de matéria seca tornando o ambiente menos favorável para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores e contribui para menores perdas de efluentes (MCDONALD, HENDERSON e HERON, 1991).

Diversos subprodutos e resíduos da agroindústria vêm sendo estudados como aditivos absorventes na silagem de capins tropicais.

No Brasil, a banana se destaca como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (EMBRAPA, 2007), perdendo apenas para a laranja. Estima-se que a produção de banana na região Norte de Minas Gerais alcança 170 mil toneladas por ano, conforme dados do levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

No Brasil, a maior parte da produção de banana é consumida *in natura*, sendo que apenas 3,0% da produção são industrializados (EMBRAPA, 2013). Considerando que a casca de banana corresponde a 40% do peso do fruto (LOUSADA JÚNIOR *et al.*, 2005), há uma geração de 2,04 mil toneladas de coproduto industrial desperdiçadas na região Norte de Minas Gerais, podendo representar problemas ambientais se armazenadas em locais indevidos.

A composição químico-bromatológica da casca de banana pode variar de acordo com a espécie utilizada. Geralmente, apresenta em torno de 10% de matéria seca, sendo necessário o processamento para a redução do teor de umidade, a fim de permitir a concentração dos nutrientes e maior tempo de conservação.

Devido ao processo de desidratação o teor de matéria seca fica em torno de 90,71%, com elevado teor de proteína bruta (11,99%) e extrato etéreo (7,46%), e teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em torno de 44,31% e 23,61%, respectivamente (ALMEIDA, 2013). Outro destaque é a quantidade de carboidratos não fibrosos que representa uma boa fonte de substrato disponível para os microrganismos presentes em silagens.

2.3 Parâmetros de Qualidade de Silagem

O processo de ensilagem consiste em preservar o valor nutritivo da planta por meio de fermentação anaeróbica. O produto final dessa fermentação, denominado silagem, é obtido através da ação de

microrganismos sobre os açúcares presentes nas plantas produzindo ácidos, que reduzem o pH no qual inibe a ação de enzimas e microrganismos que promovem a deterioração.

Os parâmetros mais utilizados para classificar qualitativamente a silagem são: os teores de ácido orgânicos, pH e o nitrogênio amoniacal, pois indicam as transformações relacionadas com as perdas nos elementos nutritivos no interior dos silos. Entretanto, alguns parâmetros podem influenciar o processo fermentativo como teor de matéria seca da planta no momento da ensilagem, atividade de água (AW), conteúdo de carboidratos solúveis e o poder tampão.

O pH na silagem avalia a magnitude da fermentação. De maneira geral, têm-se atribuído valores de pH entre 3,8 a 4,2 como adequados às silagens convencionais bem conservadas, uma vez que esses índices são, em regra, capazes de restringir a ação de enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídios (TOMICICH, 2004). Entretanto, de acordo com Jobim (2007), para a avaliação do processo fermentativo, o valor de pH não deve ser tomado isoladamente, pois, em forragens com maiores teores de matéria seca (MS), o pH apresenta menor importância para a conservação da massa ensilada, enquanto forragens com menos de 25% de MS necessitam de baixos índices de pH para a inibição dos processos que levam à deterioração da forragem.

Silva *et al.* (2011) determinando o padrão fermentativo da silagem de capim-elefante com inclusão de jaca *in natura* como aditivo absorvente verificaram valores de pH variando entre 3,85 e 4,21.

O nitrogênio amoniacal, expresso em porcentagem do nitrogênio total, é uma característica importante na avaliação da silagem, pois indicar a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou a ocorrência eventual de aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionando reações de “Maillard” (PIRES *et al.*, 2013). Para Van Soest (1994), a concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens deve ser inferior a 10% do nitrogênio total da silagem, indicando que o processo fermentativo não

resultou em quebra excessiva da proteína em amônia conferindo boa qualidade à silagem.

Ribeiro *et al.* (2014a) avaliando silagem de capim-elefante com adição de torta de mamona (0; 6; 12; 18% de inclusão na base da matéria natural) verificaram que houve um efeito decrescente com a inclusão de torta de mamona, o maior teor de N-NH₃ foi observado em silagem exclusiva de capim-elefante. O maior teor de N-NH₃ relaciona ao maior teor de umidade na massa ensilada que se remete a maior atividade de água (Aw), a qual pode proporcionar maior desenvolvimento de bactérias indesejáveis, como as do gênero *Clostridium* que, além de consumir o ácido lático essencial para o abaixamento do pH, degrada a proteína, diminuindo a qualidade da silagem.

A Aw é de grande importância para a qualidade de fermentação durante a ensilagem e para a atividade microbológica durante a fase de utilização da silagem. De acordo com Lindgren (1999), a redução na Aw pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido-láticas em condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens (JOBIM *et al.*, 2007).

A Aw pode ser reduzida pela remoção da água, ou pela adição de solutos na fase aquosa possuindo estreita relação com a umidade relativa e a pressão osmótica do material.

O desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos está restrito a valores de Aw acima de 0,90, no entanto, as salmonelas precisam de Aw superior a 0,92 para crescimento. Garcia (2004) destaca que o limite mínimo para o crescimento de fungos é de 0,78 Aw e a produção de aflatoxinas é de 0,86 Aw. Segundo MCDONALD, HENDERSON e HERON (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com Aw abaixo de 0,94, e as bactérias ácido-láticas são menos sensíveis.

As perdas fermentativas estão associadas ao baixo teor de matéria seca da massa ensilada, que favorece o desenvolvimento de microrganismos secundários. As perdas por gases estão relacionadas ao perfil de fermentação

ocorrido na silagem, sendo que as perdas estão atribuídas ao desenvolvimento de microrganismos produtores de gás (bactérias heterofermentativas), que apresentam crescimento associado ao excesso de umidade do material ensilado (IGARASSI, 2002).

Outra forma de perda é através da produção de efluentes que além de ser influenciado pelo teor de matéria seca da massa ensilada, também é influenciado pelo grau de compactação e processamento físico. Através dos efluentes são drenados em solução, componentes nitrogenados, açúcares e minerais que ocasionam perdas do valor nutritivo.

Através de estudos publicados por pesquisadores brasileiros, tem-se verificado que o aumento no teor de matéria seca de silagens de gramíneas até 30 a 35% de MS evidencia reduções na população microbiana e redução de perdas, melhorando a qualidade fermentativa da silagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Campus de Janaúba - MG, região Norte de Minas Gerais. As coordenadas geográficas são 15° 47' 50'' latitude sul e 43°18'31'' longitude oeste e altitude de 516 m. O clima é o tropical megatérmico (Aw) com longos períodos de seca (KÖPPEN, 1948).

A forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetumpurpureum Schum.*) cultivar Roxo, proveniente de capineira já estabelecida na Fazenda experimental da Unimontes, Campus Janaúba. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sendo, silagem exclusivamente de capim-elefante e cinco níveis de inclusão da casca de banana desidratada (5; 10; 15; 20 e 25% com base na matéria natural) com três repetições. Os níveis avaliados foram testados a fim de possibilitar um teor de matéria seca próximo a 35%.

O capim foi submetido a um corte de uniformização, a uma altura média de 10 cm do solo e, após um período de rebrotação de 60 dias foi colhido manualmente, picado em ensiladeira estacionária, adotando tamanho de fragmentos de 1 a 2 cm, aproximadamente.

A casca de banana, obtida após a retirada da polpa, foi previamente desidratada através de exposição ao sol e quando quebradiça foi desintegrada em máquina forrageira estacionária a fim de favorecer a homogeneização do material na ensilagem de capim-elefante.

A Tabela 1 apresenta a composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de banana desidratada:

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de banana desidratada.

Teor	Capim-elefante	Casca de Banana desidratada
MS ¹	15,63	89,67
MM ¹	11,94	12,66
CIDN ¹	2,48	3,00
CIDA ¹	1,03	2,34
PB ¹	6,80	6,12
PIDN ²	20,21	49,63
PIDA ²	12,16	33,92
EE ¹	1,69	7,12
FDNcp ¹	67,29	38,32
FDAcp ¹	46,26	30,62
CNF ¹	12,28	35,78
Lignina ¹	9,01	13,35

¹% da matéria seca; ²% da proteína bruta

Imediatamente após a picagem, o material foi homogeneizado e aditivado com a casca de banana, conforme os tratamentos na ensilagem.

Para produção das silagens foram utilizados silos experimentais de PVC, com dimensões de 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, providos de tampa com válvula de Bunsen. No fundo dos silos, foi adicionado 0,4 kg de areia seca para drenagem dos efluentes produzidos, bem como uma espuma para evitar o contato da forragem com a areia. O conjunto composto por silo, tampa, areia e espuma foram previamente pesados, a fim de caracterizar o peso vazio do silo. Posteriormente, a massa a ser ensilada foi depositada nos respectivos silos e compactada com auxílio de um êmbolo de madeira de modo a obter densidade de 550 kg/m³. Terminada a ensilagem, os silos foram vedados e armazenados no laboratório de bromatologia da UNIMONTES, mantidos à temperatura ambiente.

A abertura dos silos ocorreu aos 60 dias após a ensilagem. Antes da abertura os silos foram novamente pesados para quantificação das perdas por gases. Após a retirada da forragem, o conjunto contendo silo, tampa, areia e espuma foram pesados para quantificação do efluente produzido.

A determinação da perda gasosa foi calculada segundo metodologia descrita por Schmidt (2006):

$$G = \frac{[(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab] \times 100}{[(PCen - Pen) * MSen]}$$

Onde:

G = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

As perdas por efluentes seguiram a metodologia de Schmidt (2006):

$$E = (Pab - Pen) \times 1000$$

(MVfe)

Em que:

E = Produção de efluente (kg t⁻¹ de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

Ao se retirar a silagem de cada silo procedeu-se à homogeneização do material, onde uma parte foi prensada com auxílio de uma prensa hidráulica para extração do “suco”. No suco da silagem, imediatamente após a extração, foram determinados os valores de pH, utilizando-se potenciômetro digital (WILSON e WILKINS, 1972), e o nitrogênio amoniacal (N-NH₃), por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido

clorídrico a 0,1 N (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC , 1980).

Uma amostra da silagem foi retirada para determinação da atividade de água (AW) pelo método proposto por Mari (2003), utilizando o equipamento AquaLab 4TE DUO. O restante da silagem foi pré-seco em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Na sequência, a silagem pré-seca foi moída em moinho tipo Willey em peneiras de crivo de 1 mm de diâmetro destinada à realização das análises químico-bromatológica.

O teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram realizados conforme procedimento descrito por Silva e Queiroz (2002).

Para determinação do teor de proteína bruta (PB) adotaram-se procedimentos descritos por AOAC (1997).

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e celulose (CEL) foram estimados pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970). A fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) foi realizado segundo recomendações de Mertens (2002)

Os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA), cinzas insolúvel em detergente neutro (CIDN) e ácido (CIDA) foram determinados pela metodologia proposta por Licitra, Hernandez e Van Soest (1996).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) com base na matéria seca foram calculados com adaptação que foi proposto por Hall (2003), utilizando o FDNcp sendo:

$$\text{CNFcp} = (100 - \% \text{FDNcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{MM}).$$

A partir da composição química foram estimados os valores dos nutrientes digestíveis totais de produção, conforme a equação proposta por Detmann *et al* (2008):

$$\text{NDT} = [\text{PBd} + (2,25 \times \text{AGd}) + \text{FDNpd} + \text{CNFd}] - \text{FM}$$

Onde:

$$\text{PBd} = \text{DvPBcc} * (\text{PB} - \text{PIDN}) + \text{DvPBPC} * \{ \text{PIDN} * [1 - e^{(-0,8188 + 1,1676 * \text{PIDA})}] \}$$

$$\text{AGd} = 0,86 * \text{EE}$$

$$\text{FDNpd} = \text{Dv} * \{ (\text{FDNcp} - \text{L}) * [1 - (\text{L}/\text{FDNcp})^{0,85}] \}$$

$$\text{CNFd} = 0,95 * \text{CNF}$$

FM: Fração metabólica fecal, que foi utilizado 7,16 correspondente às vacas em lactação em produção.

Utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000) para avaliação dos resultados, que foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e posterior análise de regressão. Foram selecionadas as equações de regressão que apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2) e com as estimativas dos parâmetros significativos a 5% pelo teste “t”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca das silagens de capim-elefante aumentaram à medida que se adicionou casca de banana desidratada (Tabela 2). Para cada 1% de adição de casca de banana à silagem, foram observadas elevações de 0,2425% no teor de matéria seca (MS). Os teores estimados de MS variaram de 19,55% a 34,72%, nas silagens exclusivas de capim-elefante e aditivada com 25% de casca de banana, respectivamente. Os resultados indicam que a casca de banana, devido ao seu elevado teor de matéria seca (89,67%), mostra-se como aditivo eficiente em elevar o teor de matéria seca das silagens de capim-elefante.

Tabela 2. Valores médios de matéria seca (MS), pH, nitrogênio amoniacal (NH₃/N total; % do nitrogênio total), perdas por gases (PG; % da MS), perdas por efluente (PE; kg t⁻¹ de matéria verde) e atividade de água (Aw) da silagem de capim-elefante aditivada com casca de banana.

	Níveis de Casca de Banana (%)						ER	CV
	0	5	10	15	20	25		
MS	19,0	23,4	25,07	27,32	30,6	35,49	1	2,53
pH	4,00	4,5	4,04	4,49	4,07	4,03	$\hat{Y} = \bar{Y}$	6,72
NH₃/ N-total	4,28	5,48	4,04	5,21	3,89	2,58	2	12,03
PG (%MS)	0,18	0,17	0,14	0,23	0,05	0,03	3	7,00
PE(kgtMV⁻¹)	50,8	46,6	35,1	36,5	11,7	10,2	4	14,48
Aw	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	5	0,19

CV = coeficiente de variação; \hat{Y} = média estimada; \bar{Y} = média geral.

ER = Equação de Regressão

$$^1\hat{Y}^{0,5} = 4,4219 + 0,0588 * X; R^2 = 0,97$$

$$^2\hat{Y}^2 = 22,5786 - 9,8802e^{-4} * X^3; R^2 = 0,62$$

$$^3\hat{Y} = 0,1823 - 1,0283e^{-5} * X^3; R^2 = 0,66$$

$$^4\hat{Y} = 43,7309 - 0,0025 * X^3; R^2 = 0,81$$

$$^5\hat{Y} = 0,9611 - 1,165e^{-6} * X^3; R^2 = 0,75$$

onde X representa o nível de substituição da silagem de capim-elefante por casca de banana; * significativo em nível de 5% de significância pelo teste "t".

A adição de feno de gliricídia como aditivo absorvente na ensilagem de capim-elefante proporcionou aumento de 0,72% de matéria seca para cada 1% de adição de feno (PACHECO *et al.* 2013). Já Ferrari Júnior e

Lavezzo (2001) observaram aumento de 0,48% de MS para adição de 1% de farelo de mandioca, enquanto que Ribeiro *et al.* (2014a) adicionando torta de mamona detoxicada na silagem de capim-elefante, observaram que houve aumento de 0,52% de MS para cada 1% de torta de mamona adicionada.

O teor de MS da forragem é um fator importante para se obter silagem com bom padrão de fermentação. Segundo Lima Júnior *et al.* (2014) o valor ideal para a ensilagem está entre 30 e 35% de MS, a fim de possibilitar eficiente processo fermentativo. Sabe-se que o baixo teor de matéria seca favorece baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, o que compromete a qualidade da silagem (McDONALD, 1981), com conseqüente redução na aceitabilidade e consumo pelos ruminantes.

A inclusão da casca de banana na silagem de capim-elefante não influenciou o potencial hidrogeniônico (pH), com média estimada de 4,18. Segundo McDonald, Herderson e Herson (1991) silagens convencionais de boa qualidade devem ter valores de pH entre 3,8 a 4,2, entretanto, silagens com alta umidade necessitam de menores valores de pH para restringir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como enterobactérias e clostrídeos (JOBIM *et al.*,2007).

De acordo com a proposição de Tomich *et al.* (2003), silagens com teor de matéria seca superior a 20% devem apresentar pH igual ou inferior a 4,2 para apresentarem a maior pontuação possível na qualificação do processo fermentativo. A partir da equação de regressão obtida para o teor de matéria seca (Tabela 2), pode-se estimar que já a partir de 0,85% de inclusão da casca de banana à silagem do capim-elefante, ter-se-ia o teor de matéria seca de 20%, ou seja, a partir desse nível de inclusão da casca até o nível máximo incluído, a pontuação para o processo fermentativo seria máxima, baseado na proposta de Tomich *et al.* (2003), que associa o valor de pH ao teor de matéria seca.

O Nitrogênio amoniacal é uma característica importante na avaliação da silagem, pois indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou a ocorrência eventual de aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionando reações de “Maillard” (PIRES *et al.*, 2013).

O nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total, foi influenciado pela adição da casca de banana à silagem de capim-elefante (Tabela 2). O valor estimado do nitrogênio amoniacal de 4,75%N-Total na silagem exclusiva de capim-elefante, reduziu para 2,67% N-Total no maior nível de inclusão de casca de banana avaliado (25%).

De acordo com Farias *et al.* (2007), a concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens deve ser inferior a 15% do nitrogênio total da silagem, indicando que o processo fermentativo não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia conferindo boa qualidade à silagem. Já Tomich *et al.* (2003) reportam que silagens com teores de nitrogênio amoniacal (%N-Total) inferiores a 10% se enquadram na pontuação máxima da proposta para qualificação da fermentação de silagens. Percebe-se, desse modo, que a silagem exclusiva de capim-elefante avaliada no presente trabalho apresenta valor adequado de nitrogênio amoniacal e a adição da casca de banana favorece ainda mais a redução dos teores dessa variável.

Ribeiro *et al.* (2014a) ressaltaram que o maior teor de N-NH₃ observado para a silagem de capim-elefante sem adição de aditivo relaciona ao maior teor de umidade na massa ensilada, que remete à maior atividade de água, podendo proporcionar maior desenvolvimento de bactérias indesejáveis, como as do gênero *Clostridium*, que além de consumir o ácido láctico essencial para o abaixamento do pH, degrada as proteínas, reduzindo-as em N-NH₃, diminuindo a qualidade da silagem.

Ferrari Júnior e Lavezzo (2001) não verificaram efeito da adição de até 12%MN de farelo de mandioca sobre os valores de nitrogênio amoniacal de silagens de capim-elefante. Já Bernardino *et al.* (2005) constataram um efeito linear decrescente para o teor de nitrogênio amoniacal com a inclusão de casca de café na silagem de capim-elefante, mesmo efeito observado por

Rodrigues et al. (2005) avaliando níveis crescentes de polpa cítrica peletizada (0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 e 15%) na ensilagem de capim-elefante.

A perda por gases foi influenciada pela adição da casca de banana à silagem de capim-elefante (Tabela 2). O valor estimado foi de 0,18% da MS na silagem exclusiva de capim-elefante reduzindo para 0,02% da MS no maior nível de inclusão (25%) de casca de banana à silagem de capim-elefante.

Possivelmente o aumento no teor de matéria seca do material ensilado, na medida em que aumenta a inclusão da casca de banana, possa justificar esse comportamento.

Perdas por gases podem ser atribuídas à incidência de fermentações indesejáveis, causada por microrganismos produtores de gás (bactérias hetero-fermentativas), que apresentam crescimento associado ao excesso de umidade do material ensilado (IGARASSI, 2002).

A produção de efluentes e a atividade de água apresentaram comportamentos semelhantes à produção de gases, sendo influenciadas pela adição da casca de banana à silagem de capim-elefante (Tabela 2).

O valor estimado para produção de efluentes foi de 43,73 (kg t⁻¹ de matéria verde) na silagem exclusiva de capim-elefante, reduzindo para 4,14 (kg t⁻¹ de matéria verde) no maior nível de inclusão (25%) de casca de banana à silagem de capim-elefante. O alto teor de umidade e a compactação excessiva são fatores que influenciam na quantidade de efluente produzida. Andrade *et al.* (2010) ressaltaram que o aumento das perdas por efluente eleva as perdas de nutrientes por percolação junto ao efluente produzido durante a ensilagem, representando prejuízos no valor nutritivo das silagens. Nesse sentido, a utilização de aditivos absorventes surge como alternativa para aumentar o teor de matéria seca da silagem e reduzir as perdas associadas à produção de efluentes.

De acordo com Jobim *et al.* (2007) a atividade de água possuiu grande importância para atividade microbológica e, conseqüentemente, para a qualidade da fermentação de silagens. Segundo McDonald, Henderson e

Heron (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com Aw abaixo de 0,94, enquanto as bactérias ácido-láticas importantes para uma fermentação adequada são menos sensíveis.

O valor estimado da atividade de água foi de 0,96 na silagem com 3,35% de inclusão, reduzindo para 0,94 no maior nível de inclusão (25%) de casca de banana à silagem de capim-elefante.

Castro *et al.* (2001) trabalhando com silagem de tifton-85 registraram valores de Aw entre 0,69 e 0,85, enquanto Igarassi (2002) registrou valores de Aw superiores a 0,93 para silagem de capim-Tanzânia. Veriato (2014) avaliando silagem de dezessete genótipos de sorgo obteve Aw variando de 0,93 a 0,98.

Os teores de matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) não foram influenciados pela adição da casca de banana à silagem de capim-elefante (Tabela 3), apresentando valores médios de 12,66 e 87,33%, respectivamente. Esses resultados denotam que os teores de MM e MO da casca de banana e da silagem exclusiva de capim-elefante se equivalem.

As cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN) e em detergente ácido (CIDA) constituem a contaminação mineral nos resíduos insolúveis em detergente neutro e ácido, respectivamente. Os teores de CIDN e CIDA foram influenciados pela adição de casca de banana, com aumento estimado de 0,0408% de CIDN e 0,05% de CIDA para cada 1% de adição de casca de banana desidratada, ressaltando os teores elevados de CIDN e CIDA na casca de banana em comparação aos teores observados no capim-elefante.

Tabela 3. Valores médios da composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante aditivada com casca de banana.

	Níveis de Casca de Banana (%)						ER	CV
	0	5	10	15	20	25		
MM	12,01	12,58	12,45	12,95	13,13	12,86	$\hat{Y} = \bar{Y}$	3,53
MO	87,99	87,42	87,55	87,05	86,87	87,14	$\hat{Y} = \bar{Y}$	0,51
CIDN	1,85	2,16	2,41	2,64	2,70	2,90	1	8,59
CIDA	0,87	1,09	1,62	1,86	1,93	2,07	2	9,29
EE	2,46	3,45	4,72	5,00	5,08	5,68	3	9,44
PB	6,56	6,63	6,50	6,58	6,55	6,51	$\hat{Y} = \bar{Y}$	2,72
PIDN	21,68	26,71	28,19	28,93	32,09	36,36	4	6,53
PIDA	12,23	16,34	21,42	25,97	29,93	31,47	5	8,91
FDNcp	69,14	65,73	63,39	59,34	55,58	50,25	6	1,98
FDAcp	44,84	42,45	39,66	39,60	35,47	32,06	7	2,36
HEM	26,38	25,24	25,44	22,01	22,47	20,11	8	4,67
CEL	39,87	36,34	32,98	33,37	28,35	24,08	9	3,76
LIG	6,65	8,73	9,79	10,06	11,10	12,21	10	12,95
CNFcp	10,34	12,27	13,27	16,13	19,98	24,69	11	4,21
NDT	48,01	49,03	49,16	50,37	50,01	50,58	12	1,20

CV = coeficiente de variação; \hat{Y} = média estimada; \bar{Y} = média geral.

ER = Equação de Regressão

¹ $\hat{Y} = 1,9345 + 0,0408 * X$; $R^2 = 0,96$

² $\hat{Y} = 0,9487 + 0,05 * X$; $R^2 = 0,92$

³ $\hat{Y} = 2,8809 + 0,1214 * X$; $R^2 = 0,89$

⁴ $\hat{Y} = 22,54 + 0,5161 * X$; $R^2 = 0,95$

⁵ $\hat{Y} = 12,787 + 0,8087 * X$; $R^2 = 0,98$

⁶ $\hat{Y} = 69,7812 - 0,7366 * X$; $R^2 = 0,99$

⁷ $\hat{Y} = 45,0830 - 0,4853 * X$; $R^2 = 0,96$

⁸ $\hat{Y} = 26,6831 - 0,246 * X$; $R^2 = 0,89$

⁹ $\hat{Y} = 39,8218 - 0,5858 * X$; $R^2 = 0,94$

¹⁰ $\hat{Y} = 7,2457 + 0,2008 * X$; $R^2 = 0,95$

¹¹ $\hat{Y} = 11,0686 + 0,0220 * X$; $R^2 = 0,99$

¹² $\hat{Y} = 48,3167 + 0,0971 * X$; $R^2 = 0,87$

onde X representa o nível de substituição da silagem de capim-elefante por casca de banana; * significativo em nível de 5% de significância pelo teste "t".

Houve efeito linear crescente para o teor de extrato etéreo (EE) (Tabela 3) com o aumento de inclusão de casca de banana na silagem de capim-elefante, estimando incremento de 0,12% de EE para cada 1% de

inclusão de casca de banana. Esse aumento é decorrente da casca de banana desidratada ter apresentado maior teor de EE (7,12% MS), quando comparado ao capim-elefante utilizado (1,69% MS). O teor estimado de EE variou de 2,88 a 5,91%. De acordo com Mir *et al.* (2001), o teor de extrato etéreo na dieta não pode ultrapassar 6% na dieta de ruminantes, pois acima desse valor pode ocorrer limitação no consumo de matéria seca pelo animal, entretanto deve-se levar em consideração que a dieta do animal não será exclusiva de silagem.

A adição de 0; 5; 10; 15 e 20% de resíduo do processamento de graviola na silagem com capim-elefante foi avaliado por Cysne *et al.* (2006), que constataram acréscimo de 12,43 pontos percentuais nos teores de EE quando incluído 20% do resíduo em comparação a silagem exclusiva de capim-elefante. Ribeiro *et al.* (2014b) avaliando silagem de capim-elefante com inclusão de glicerina (0; 1; 5; 10, 15%) observaram incrementos de 0,31% de EE para cada 1% de inclusão de glicerina.

Os teores de proteína bruta (PB) na silagem de capim-elefante não foram influenciados pela adição de casca de banana desidratada (Tabela 3). Esse fato está associado à casca de banana apresentar teor de PB próximo ao valor encontrado no capim-elefante, 6,12 e 6,80%, respectivamente. O teor médio de PB das silagens foi de 6,55% MS.

Conforme Van Soest (1994), a porcentagem de PB não é modificada com o processo de ensilagem, apesar de as diferentes proporções de frações nitrogenadas poderem ser alteradas. Sabe-se que a fermentação provoca alterações na composição das frações nitrogenadas, reduzindo os níveis de proteína verdadeira e aumentando os níveis de aminoácidos livres ou produtos da quebra desses aminoácidos, incluindo amônia, CO₂ e aminas (OSHIMA e MCDONALD, 1978). McDonald, Henderson e Heron (1991) relataram que a quantificação de PB em silagens é de pouco significado nutricional, pois não levam em conta as alterações na fração nitrogenada, que ao final da ensilagem pode apresentar um conteúdo de nitrogênio não proteico (NNP) de até 30% do nitrogênio total.

A avaliação da disponibilidade potencial dos compostos nitrogenados dos alimentos tem recebido atenção em função da elevada associação destes à matriz orgânica da parede celular vegetal que compromete a acessibilidade a estes compostos por parte dos microrganismos ruminais (HENRIQUES, *et al.* 2007).

Os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e em detergente ácido (PIDA) na silagem de capim-elefante foram influenciados pela adição de casca de banana desidratada (Tabela 3). Houve aumento linear para essas duas variáveis, com aumentos de 0,5161% e 0,8087% nos teores de PIDN e PIDA, respectivamente, para cada 1% de inclusão da casca de banana. Esses aumentos podem ser explicados pelos maiores valores destes componentes na casca de banana em relação ao capim-elefante (Tabela 1).

A PIDA é determinada com base no teor de nitrogênio insolúvel presente no resíduo da FDA, sendo composta por nitrogênio associado com a lignina, complexos tanino-proteína e compostos oriundos da reação de “Maillard” (VAN SOEST, 1994), sendo um composto altamente resistente a enzimas microbianas e de alta indigestibilidade ao longo do trato gastrointestinal dos animais. Deste modo, do ponto de vista nutricional, elevação nos teores de PIDA não é desejável.

Carvalho *et al.* (2007) avaliando a adição de casca de café na silagem de capim-elefante observaram que os teores de NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) das silagens aumentaram com a inclusão dos níveis de casca de café. Pires *et al.* (2009) avaliando casca de café, farelo de cacau e farelo de mandioca observaram que houve aumento nos teores de NIDA com a inclusão dos subprodutos em relação a silagem exclusiva de capim-elefante.

Os teores de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) e fibra em detergente ácido corrigido para cinzas e proteína (FDAcP) foram influenciados pela adição de casca de banana à silagem de capim-elefante (Tabela 3). Para cada 1% de inclusão de casca de

banana à silagem de capim-elefante, houve redução de 0,7366% de FDNcp e 0,4853% de FDAcp. Essa diminuição pode ser explicada pelos menores teores de FDN (38,32%) e FDA (30,62%) na casca de banana desidratada em relação ao capim-elefante.

Os teores de FDN e FDA são indicativos da quantidade e qualidade de fibra da forragem. Forragens com teor de FDN alto limitam o consumo de matéria seca pelo animal, pois ocupa espaço por mais tempo no trato digestório (MORAES e MARASCHIN, 1988).

Gonçalves *et al.* (2006) afirmam que teores elevados de FDA dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais dificultando a digestibilidade do alimento.

De acordo com Van Soest (1994), valores de FDN maiores que 60% correlaciona-se negativamente com o consumo de matéria seca pelos ruminantes. A partir da equação de regressão (tabela 3), pode-se estimar que a partir de 13,81% de inclusão de casca de banana à silagem de capim-elefante já se consegue teor de FDNcp de 60%.

Santos *et al.* (2012) avaliando a inclusão de semente de goiaba na silagem de capim-elefante cv. Cameron observaram aumento de 15,56% FDN com adição de 40% do subproduto em comparação a silagem padrão e um efeito quadrático com o ponto máximo de concentração com o teor de 42,16% de FDA. Já Silva *et al.* (2011) observaram comportamento linear decrescente com menor valor de FDN (41%) e FDA (22%) na silagem de capim-elefante aditivada com jaca.

À medida que se adicionou casca de banana houve comportamento linear decrescente para hemicelulose (HEM) e Celulose (CEL), sendo que houve uma redução de 0,24% e 0,58% para cada 1% de inclusão do aditivo para HEM e CEL, respectivamente (tabela 3).

A redução no teor de HEM pode estar relacionado com o menor teor desse componente no aditivo utilizado ou ainda pela utilização de parte da HEM pelas bactérias lácticas durante o processo fermentativo. McDonald (1981) menciona que durante o período de ensilagem, a quantidade de ácido

produzido é geralmente maior que a disponibilidade de carboidratos solúveis, sugerindo que substâncias como proteínas, aminoácidos, ácidos orgânicos e principalmente carboidratos estruturais, podem ser utilizados pelos microrganismos como substrato. Segundo Neumann *et al.* (2002) os teores de celulose permanecem praticamente constante e estável, exceto quando há extenso desenvolvimento de fungos aeróbios, sugerindo desta forma que a redução da celulose no presente trabalho pode estar relacionada com o menor teor de CEL na casca em relação ao capim-elefante.

Ao se proceder ao estudo da regressão verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para lignina, variando de 7,24 a 12,26% (Tabela 3). Estimou-se incremento de 0,20% no teor de lignina para cada 1% de adição de casca. O teor elevado de lignina na casca (13,35%MS) (Tabela 1), explica o resultado observado. Mesmo fato constatado por Pires *et al.* (2009), que verificaram diferença entre os teores de lignina para silagem com casca de café e farelo de cacau em relação a silagem exclusiva de capim-elefante, fato ocorrido pelos maiores teores de lignina nos aditivos utilizados.

À medida que se adicionou casca de banana houve comportamento linear crescente para o teor de carboidrato não fibroso (Tabela 3), observando aumento de 0,0220% de CNF para cada 1% de adição de casca de banana desidratada. O valor estimado do CNF de 11,06% na silagem exclusiva de capim-elefante, aumentando para 25,20% no maior nível de inclusão de casca de banana avaliado (25%). Fato observado pelo maior teor de carboidratos não fibrosos na casca em comparação ao capim-elefante (Tabela1).

À medida que se adicionou casca de banana houve um comportamento linear crescente para o teor de NDT (Tabela 3). Para cada 1% de inclusão de casca às silagens de capim-elefante, os valores de NDT elevaram em 0,0971 ponto percentual, resultado obtido devido a maior densidade energética da casca em detrimento ao capim-elefante. Embora não tenha ocorrido elevação considerável nos valores de NDT, ressalta-se que a

casca de banana apresentou-se como bom aditivo por elevar a densidade energética das silagens.

4. CONCLUSÃO

Considerando as condições experimentais, a inclusão da casca de banana desidratada à silagem de capim-elefante diminui as perdas do processo fermentativo e o melhora a composição bromatológica do material ensilado, com resultados mais consistentes a partir de 10% de inclusão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.S. **Utilização de resíduos agroindustriais de frutas em dietas de ovinos em confinamento**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 2013.

ANDRADE, I. V. O. *et al.* Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. **Official methods of analysis**. 13 ed. Washington. 1980. 1015p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC international, 1997. 1298p.

BERNARDINO, F. S.*et al* Produção e Características do Efluente e Composição Bromatológica da silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Níveis de Casca de Café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG , v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.

CARVALHO, G.G.P. *et al* . Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007 .

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

CYSNE, J. R. B. *et al* . Composição químico-bromatológica e características fermentativas de silagens de capim elefante contendo níveis crescentes do subproduto da Graviola. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.3, p.376-380, 2006.

DETMANN, E. *et al.* Prediction of the energy value of cattlediets based on the chemical composition of the feeds under tropical conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.127-147, 2008.

EMBRAPA. **Banana**. 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html>. Acesso em 22 jun. 2015.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/A_G01/Abertura.html e <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm>.> 19 Jul. 2013.

EVANGELISTA, A.R. *et al.* Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiariabrizanthastapf* cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotécnica.** v.2, p 446-452, 2004.

FARIAS, D. J. G. *et al.* Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, MG, v.36, n.2, p.301-308, 2007.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetumpurpureum* Schum.) Emurchecido ou Acrescido de Farelo de Mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, MG, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

GARCIA, D.M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas avícolas. **Acta Scientiae Veterinariae,** v.32, n.3, p.251-252, 2004.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1970. **Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications).** Washington, D.C.: Agricultural Research Service USDA. 379p.

GOES, R.H.T.B. *et al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** v. 9, n. 3, p. 715-725.2008.

GONÇALVES, J. R. S. *et al.* Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 39, n. 9, p. 2032-2039, 2006.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.

HENRIQUES, L.T.*et al.* Frações dos compostos nitrogenados associados à parede celular em forragens tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.59, n.1, p.258-263, 2007.

IGARASSI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicummaximum*Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do**

inoculante bacteriano. Piracicaba, 2002. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de dados agregados.** 2013. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em 22 de junho de 2015.

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

KEPLIN, L. 2006. Produção de silagem de qualidade e uso de inoculantes. In: Encontro Técnico sobre Conservação de Forragens (Silagens), 2006. Nova Odessa. **Anais...** Instituto de Zootecnia. Nova Odessa. 2006.

KOPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de latierra.** México: Fondo de cultura Econômica, 1948. 479p.

LAVEZZO, W. *et al.* Utilização do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cultivares Mineiro e Vruckwona, como plantas para ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.1, p.163-176, 1983.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1993. p.169-275.

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

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 2, p. 01-11, 2014.

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

LOUSADA JR., J.E. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de resíduos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.591-601, 2005.

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. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.

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

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of Association Official Analytical Chemists International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MIR, P.S. *et al.* Vegetableoil in beefcattle diets. In: BEAUCHEMIN, K.A.; CREWS, D.H. (Ed.). **Advances in beefcattlescience**. Lethbridge: LethbridgeResearch Centre, 2001. v.1, p.88-104.

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

MORAIS, J.P.G. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999. p.89-95.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002.

OSHIMA, V.; McDONALD, P. A reviewofchanges in nitrogenouscompoundsofherbageduringensilage. **Journal Science Food and Agriculture**, London, v. 29, n. 6, p. 497-505, 1978.

PACHECO, W. F.*et al.* Valor nutritivode silagens de capim-elefante (*Pennisetumpurpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidiasepium*(Jacq.) Walp).**Revista Verde**, Mossoró,RN, v. 8, n. 2, p. 240 – 246, 2013.

PASSOS, L.P. *et al.* **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999.229p.

PENTEADO, D.C.S.*et al* . Inoculação com *Lactobacillus plantarum* da microbiota em silagem de capim mombaça. **Archivos de Zootecnia**. v. 56, p. 191-202. 2007.

PIRES, A.J.V.*et al*. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.1, p.34-39, 2009.

PIRES, D. A. de A.*et al* . Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.

RIBEIRO, L. S. O. *et al*. Características fermentativas, composição química e fracionamento de carboidratos e proteínas de silagem de capim-elefante emurcheado ou com adição de torta de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1447-1462, 2014a.

RIBEIRO, M. M.*et al*. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante sob níveis de glicerina. IN: IX Congresso Nordestino de Produção Animal. 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014b. p. 305-307.

RODRIGUES, P. H. M. *et al*. 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**, Viçosa, MG, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

SALES, F. A. P. *et al*. Produtividade de Capim Elefante e Leucena em diferentes intervalos entre cortes. IN: III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 2013. Londrina. **Anais...** p 182-185. 2013.

SANTOS, W. F.*et al*. Composição química da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) CV. Cameron com subproduto do processamento da goiaba (*Pisidium guajava* L.). IN: VII Congresso Nordestino de Produção Animal. 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 1-3.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar** Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

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

SILVA, T.C. *et al.* Populações microbianas, perfil fermentativo e composição de silagens de capim-elefante com jaca. **Arquivo de Zootecnia**. v. 60 n.230, p. 247-255. 2011.

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

TOMICH, T. R. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1672-1682, 2004 (Suplemento, 1).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142 p.

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

VERIATO, F. T. **Produção de matéria seca e qualidade das silagens de genótipos de sorgo**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2014.

WILSON, R.F.; WILKINS, R.J. The ensilage of autumn-sown rye. **Journal of the British Grassland Society**, v.27, p.35-41, 1972.

ZANINE, A.M. *et al* Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Arquivos de Zootecnia**, v.55, p.75-84. 2006.