



**JÉSSICA OLIVEIRA GUSMÃO**

**SILAGENS DE DIETAS COMPLETA CONTENDO O CAPIM-  
ELEFANTE COMO FONTE DE FORRAGEM**

**LAVRAS – MG**

**2017**

**JÉSSICA OLIVEIRA GUSMÃO**

**SILAGENS DE DIETAS COMPLETA CONTENDO O CAPIM-ELFANTE COMO FONTE  
DE FORRAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Thiago Fernandes Bernardes

**LAVRAS – MG**

**2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Gusmão, Jéssica Oliveira.

Silagens de dieta completa contendo o capim-Elefante como  
fonte de forragem / Jéssica Oliveira Gusmão. - 2017.

48 p.

Orientador(a): Thiago Fernandes Bernardes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Capim-Elefante. 2. Concentrado. 3. Silagem de ração total. I.  
Bernardes, Thiago Fernandes. . II. Título.

**JÉSSICA OLIVEIRA GUSMÃO**

**SILAGEM DE DIETAS COMPLETA CONTENDO O CAPIM-ELEFANTE COMO FONTE  
DE FORRAGE**

**TOTAL MIXED RATION SILAGE CONTAINING ELEPHANT GRASS AS FORAGE  
SOURCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de Março de 2017

Dr. João Luiz Pratti Daniel

Dr<sup>a</sup>. Marina de Arruda Camargo Danés

Orientador

Dr. Thiago Fernandes Bernardes

**LAVRAS – MG**

**2017**

*Aos meus pais*

*Juarez e Jane, pelo amor incondicional, pelo exemplo de vida e  
Por todo apoio durante essa caminhada. Vocês são meu maior orgulho.*

*Aos meus irmãos*

*Joeudes e Jordânia, por todo amor e incentivo ao meu crescimento profissional.*

*A minha avó Joélia,*

*Minha segunda mãe, por todos ensinamentos, amor e carinho fraterno.*

*A todos aqueles que torceram e caminharam junto comigo*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita bondade, por sempre iluminar meu caminho, pela proteção, saúde, pela força e coragem para chegar até aqui e ainda pelas boas pessoas que colocou em meu caminho.

Ao meu orientador, professor Thiago Bernardes, que mesmo antes de me conhecer, permitiu que fizesse parte do seu grupo de pesquisa. Serei eternamente grata ao senhor por toda orientação recebida, pela amizade, conhecimentos transmitidos, pela cobrança nos seus trabalhos e por desejar que seus alunos alcem sempre voos mais altos. Seus sonhos também são nossos.

À professora Marina Danes, pela colaboração na construção desse projeto, pelas dicas, pelo profissionalismo e por todos ensinamentos transmitidos durante esse tempo de convivência.

Aos professores Carla Ávila e Daniel Casagrande e a todos demais professores do DZO pelo conhecimento transmitido e adquirido durante o mestrado.

Ao Núcleo de Estudos em forragicultura (NEFOR), pela colaboração, pela estrutura e pelas boas amizades que pude construir.

Ao pessoal da conservação, Eveline (Djovem), Luciana, Sillas, Paula, Breno, Isabella (Cadjú), Jéssica (Djéssica) por toda ajuda, ensinamentos e pela amizade. Sem vocês nada disso teria sido possível.

À professora Eleuza Salles, da Universidade Estadual de Montes Claros, por ter acreditado em mim, por me inserir em suas pesquisas e por todo incentivo a prestar o mestrado na UFLA. Valeu muito a pena.

Ao professor João Daniel, da Universidade Estadual de Maringá pela participação em minha defesa e pela contribuição com seu conhecimento.

Aos meus pais, Juarez e Jane, por permitirem que eu realizasse esse sonho, por sempre acreditarem em mim, pelo apoio, pelas orações constantes a Deus pela minha proteção e pelo exemplo de vida que vocês sempre foram para mim. Tudo que sou devo a vocês.

Aos meus irmãos, Joeudes e Jordânia, pelo apoio, por todo amor, que vão além dos laços sanguíneos e por sempre acreditarem no meu potencial.

À minha avó Joelia, por dedicar parte de sua vida a minha criação, pelos ensinamentos, pelos conselhos e pela doçura de sempre.

Aos amigos que Lavras me trouxe e aos amigos que deixei em Janaúba e que mesmo longe continuaram torcendo por mim. Obrigada por terem feito com que essa caminhada parecesse mais fácil. Hugo, Deiyse, Daviane, Tibério, Leilane, Pedro, Jonas, Josimari (Djosi) e Adriana, a vida é bem mais divertida com vocês.

À Isis e Júlia, por permitir que fizesse parte de suas vidas, dividindo comigo a rotina de cada dia, pelo companheirismo, conselhos, boas risadas e pela amizade.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia por toda estrutura e pela oportunidade a minha formação.

Ao Cnpq pela concessão de bolsa de estudos.

A todos que contribuíram direta e indiretamente com esse trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO GERAL

Do ponto de vista técnico, as características apresentadas pelo capim-Elefante no momento da ensilagem podem desfavorecer a sua conservação. O uso de silagens de ração total tem sido uma das principais alternativas usadas para auxiliar na conservação de subprodutos úmidos em outros países e essa também pode ser uma alternativa usada para manipular os processos fermentativos e reduzir as perdas frequentemente encontradas em silagens de capim-Elefante. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar silagem de dietas totais contendo capim-Elefante como fonte forrageira ensilado com diferentes opções de concentrados. Os tratamentos consistiram de silagem exclusiva de capim-Elefante (CE), mais quatro combinações de capim-Elefante ensilado com os seguintes concentrados: milho e farelo de soja (MFS); milho com farelo de soja e melão (MFSME); polpa cítrica e farelo de soja (PCFS); polpa cítrica, farelo de soja e melão (PCFSME). Foram avaliadas as características fermentativas, microbiológicas, e nutricionais dessas silagens. A estabilidade aeróbia das silagens após exposição ao ar também foi avaliada por meio da temperatura e do pH. Os dados foram submetidos análise de variância e as médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o PROC GLM do pacote estatístico do SAS. Os parâmetros fermentativos foram alterados pelos tratamentos ( $P < 0,001$ ). Silagens exclusivas de capim-Elefante apresentaram maiores valores de N-NH<sub>3</sub> no momento de abertura. Maiores populações de bactérias ácido láctico e maiores concentrações de ácido láctico foram observadas em silagens de ração total contendo os ingredientes propostos nesse estudo. No momento de abertura, silagens contendo MFS, e MFSME apresentaram maiores populações de leveduras ( $P = 0,021$ ). Silagens exclusivas de capim-Elefante apresentaram menor estabilidade após exposição ao ar, mas a deterioração aeróbia foi mais intensa em silagens de ração total ( $P < 0,001$ ). A inclusão de ingredientes juntos ao capim-Elefante reduziu as perdas de MS e perdas por efluentes ( $P < 0,001$ ). A composição química e valores de digestibilidades também foram alterados pelos tratamentos. Menores valores de nitrogênio não proteico foram observadas em silagens contendo PCFS e PCFSME. O uso de ingredientes junto ao capim-Elefante de forma balanceada permite reduzir as perdas ocorridas durante o processo fermentativo. A opção pelo uso de polpa cítrica em associação com farelo de soja, ou com adição de melão mostraram grande eficiência na redução de perdas dos nutrientes.

**Palavras-chave:** Capim-Elefante. Concentrado. Silagem de Ração total.



## GENERAL ABSTRACT

From a technical point of view, the characteristics observed in Elephant grass at the moment of ensiling may be unfavorable for its conservation. The use of total mixed ration silages has been one of the main alternatives used to help wet by-products conservation in another countrys and this can also be an alternative to model the fermentation processes and reduce the frequent losses found in Elephant grass silages. Thus, the objective of this work was evaluate TMR silage containing Elephant grass silage as a source forage with different concentrate options. The treatments consisted exclusively Elephant grass silage (EG), more four combinations of Elephant grass was ensiled with the following concentrates: Corn and soybean meal (CSM); Corn of soybean meal and molasses (CSMMO); Citrus pulp and soybean meal (CPSM); Citrus pulp, soybean meal and molasses (CPSMMO). The fermentative, microbiological and nutritional characteristics of those silages were evaluated. The aerobic stability of the silages after exposure to air was also evaluated through of temperature and pH. The data were submitted a variance analysis and the means were compared by the Tukey test at 5% probability using the PROC GLM of the SAS statistical package. Fermentation parameters were altered by treatments ( $P < 0,005$ ). Exclusive silages of Elephant grass had a higher values of N-NH<sub>3</sub> at the moment of opening. Larger populations of lactic acid bacteria and higher concentrations of lactic acid were observed in total feed silages containing the ingredients proposed in this study. At the time of opening, silages containing CSM, and CSMMO presented higher yeasts population ( $P = 0,021$ ). Exclusive silage of Elephant grass presented lower stability after exposure to air, but aerobic deterioration was more intense in total feed silages ( $P < 0,001$ ). The inclusion of Elephant grass ingredients together reduced the losses of DM and effluent ( $P < 0,001$ ). The chemical composition and digestibility values were also altered by the treatments. Lower values of non-protein nitrogen were observed in silages containing CPSM and CPSMMO. The use of concentrate together with Elephant grass in a balanced ration helps to reduce the losses during the fermentation process. The choice of citrus pulp in association with soybean meal or added molasses showed great efficiency in reducing nutrient losses.

**Keywords:** Elephant grass. Concentrated. Total mixed ration silage.

## LISTA DE SIGLAS

BAL- Bactérias ácido láticas

CE- Capim-Elefante

CNF- Carboidrato não fibroso

CSA- Carboidratos solúveis em água

DIVMS- Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

DIVFDN- Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro

EE- Extrato etéreo

FDN- Fibra em Detergente Neutro

MFS- Silagem contendo Milho e farelo de soja

MS- Matéria seca

MSFME- Silagem contendo Milho, farelo de soja e melaço

PB- Proteína bruta

PCFS- Silagem contendo polpa cítrica e farelo de soja

PCFSME- Silagem contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço

PMS- Perdas de matéria seca

NNP- Nitrogênio não proteico

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Silagens de capim-Elefante</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Aditivos em silagens de capim-Elefante</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Silagens de ração total</b> .....	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 2 Silagens de ração total contendo o capim-Elefante como fonte forrageira</b> .....	<b>22</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>2 MATERIAS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1 Preparo e ensilagem das dietas</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2 Perfil fermentativo</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3 Análises microbiológicas</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4 Ensaio de estabilidade aeróbia</b> .....	<b>28</b>
<b>2.5 Análises químicas</b> .....	<b>29</b>
<b>2.6 Análises estatísticas</b> .....	<b>30</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
<b>APÊNDICE E ANEXO</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Gramíneas tropicais apresentam alto potencial produtivo, mas perto do potencial que possuem, são opções poucos exploradas para produção de silagem no Brasil. O capim-Elefante é uma das gramíneas C4 mais eficientes fotossinteticamente e em condições adequadas, produções superiores a 25 toneladas de MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> podem ser observadas (PEREIRA et al., 2013; ALVES et al., 2016). Várias são as formas de uso dessa espécie, mas em pequenas propriedades leiteiras, o uso do capim-Elefante na forma de capineira tem sido predominante.

As pequenas propriedades que optam pelo uso desse recurso forrageiro na forma de capineira, exploram com maior intensidade em épocas de escassez de alimento, sendo essa forragem picada e oferecida no cocho para os animais de forma fresca (EVANGELISTA, 1988). Em levantamento feito em 2005, realizado pela FAEMG no estado de Minas Gerais, 55% das propriedades leiteiras com até 200 kg dia<sup>-1</sup> de leite utilizavam capineira de capim-Elefante como suplementação volumosa aos animais no período seco. Apesar de ser bastante utilizada, o manejo dessas áreas tem deixado a desejar. Não é raro de serem observadas áreas em que o corte da capineira é realizado de maneira tardia, implicando em muitas das vezes no fornecimento de um alimento com baixo valor nutricional aos animais e como resultado, esses animais também podem apresentar baixo desempenho. Além disso, esse modelo de exploração não permite o uso de forma eficiente dessa forrageira dentro da propriedade, tornando as áreas de capineiras quase sempre subutilizadas.

A ensilagem dessa gramínea pode ser uma das opções para se intensificar o uso de capineira, como também pode auxiliar em seu manejo. No verão, as condições climáticas favorecem a rápida rebrotação do capim-Elefante, e parte da forragem produzida pode ser destinada a produção de silagem. Contudo, no momento da colheita, essa cultura apresenta alguns aspectos que podem dificultar a sua conservação. O baixo teor de matéria seca, geralmente menor que 25%, associado a baixa quantidade de carboidratos solúveis levam essas silagens a apresentarem grandes perdas por meio de efluentes, surgimento de microrganismos inoportunos como clostrídeos e enterobactérias, além da formação de produtos indesejáveis, a partir de substratos importantes como carboidratos e proteínas (PANDITHARATNE et al., 1986; NUSSIO, 2005).

Várias são as formas de se tentar contornar esse problema, dentre estas, o uso de aditivos absorventes de umidade é bem comum (RODRIGUES et al., 2007; ZANINE et

al., 2010; VIANA et al., 2013). Silagens de ração total também tem sido importante alternativa utilizada para auxiliar no armazenamento de subprodutos úmidos (WANG, NISHINO; 2008), no entanto, são raras as informações que se referem ao uso de silagens de ração total utilizando gramíneas tropicais como fonte de forragem. Essa pode também ser uma prática eficiente para promover a conservação de silagens de capim-Elefante. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a silagem de dietas totais, formuladas para atender a exigências nutricionais de animais leiteiros com produção média de 15 kg leite por dia, usando o capim-Elefante como fonte forrageira ensilado com diferentes opções de concentrados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE**

O capim-Elefante é uma gramínea tropical comumente utilizada em pequenas propriedades leiteiras no Brasil. Características como alta adaptabilidade as condições climáticas, alta produção de matéria seca, boa aceitação pelos animais e perenidade contribuíram fortemente para o uso dessa espécie em várias partes do país (PEREIRA et al., 2013). Além disso, comparado a outras gramíneas tropicais, esse recurso forrageiro apresenta diversas formas de uso dentro da propriedade, podendo ser usado na forma de capineira, para produção de silagem ou para pastejo. Quando usado na forma de silagem, alguns aspectos podem interferir sobre sua conservação.

No momento da colheita, a alta umidade dessa cultura, poder tamponante e a baixa concentração de carboidratos solúveis podem dificultar a obtenção de uma boa silagem (SPITALERI et al., 1995). De forma geral, silagens confeccionadas exclusivamente com capim-Elefante apresentam teores de Matéria seca próximo a 20% e concentração de carboidratos solúveis variando de 2 a 3% da matéria seca (FERREIRA et al., 2013; BERNARDES et al., 2013). Do ponto de vista técnico, o ambiente produzido por silagens com essas características proporciona o aparecimento de microrganismos inoportunos e fermentações secundárias, além de favorecer a produção de efluentes e perdas de matéria seca. Quando produzido, o efluente carrega compostos como açúcares, frações nitrogenadas, ácidos orgânicos e minerais, o que reduz o valor nutritivo das silagens, devido à natureza dos produtos perdidos (McDONALD et al., 1991; ROTZ, MUCK; 1994).

A escassez de substrato para crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico impossibilita o abaixamento de forma eficiente do pH. Esse fator, somado a alta umidade presente nessas silagens, permite o surgimento de clostrídeos e enterobactérias (WILKINSON, 1983). As enterobactérias, presentes principalmente no início do processo de fermentação, usam carboidratos e proteínas como fonte de energia e a partir do seu metabolismo, produtos como ácido acético, ácido succínico, ácido fórmico, etanol, 2,3-Butanodiol, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> podem ser gerados (PAHLOW et al., 2003). Ambientes anaeróbios, com alto pH (pH > 5) e alta atividade de água também podem desencadear o surgimento de clostrídeos. Essas bactérias podem deaminar aminoácidos, levando a formação de amônia, e ácidos orgânicos como acético, propiônico, butírico e isobutírico (JONSSON, 1990; PAHLOW et al., 2003).

A formação desses produtos, além de representar perdas em termos energéticos das silagens, ainda pode interferir sobre o consumo dos animais e prejudicar desempenho. Estudos de Gerlach et al. (2014) mostraram correlações negativas entre a concentração de ácido butírico, 1- butanol, e amônia com o consumo de matéria seca. A formação de aminas biogênicas a partir da descarboxilação de aminoácidos em silagens também tem sido apontada como uma potencial redutora do consumo em animais (SCHERER et al., 2015).

Muitas são as opções propostas para se contornar os problemas relacionados a umidade excessiva em gramíneas, dentre elas o emurchecimento prévio a ensilagem e o uso de aditivos. Na prática, o emurchecimento da forragem pela exposição ao sol nem sempre é eficiente, principalmente no capim-Elefante, uma espécie que apresenta grande dificuldade de perda de água (SILVEIRA et al., 1980; TOSSI et al., 1999). Além disso, a exposição da forragem ao ar pode aumentar consideravelmente as perdas de MS durante o processo de colheita. O uso de aditivos absorventes de umidade e estimuladores de fermentações tem sido apontados como melhores opções a serem usadas em silagens de gramíneas (NÚSSIO, 2005).

## **2.2 ADITIVOS EM SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE**

A adição de aditivos em silagens tem por objetivo criar condições favoráveis para o crescimento de bactérias ácido lácticas, reduzir proteólise, contribuir com aporte de substrato fermentável ou mesmo reduzir população de microrganismo indesejáveis e

aumentar a estabilidade após a exposição ao ar (HENDERSON, 1993; KUNG Jr et al., 2003).

As fermentações indesejáveis ocorridas na silagens de gramíneas levaram a um grande número de estudos com uso de aditivos. Materiais absorventes ou estimuladores de fermentação tem sido indicados com objetivo de aumentar os teores de matéria seca e reduzir as perdas comumente encontradas nessas silagens. Subprodutos da indústria, como melão, polpa cítrica e outras fontes processadas, como o farelo de milho, farelo de arroz, farinha de mandioca também tem sido opções utilizadas.

No passado, o melão, subproduto da indústria da cana de açúcar, foi um dos aditivos mais pesquisados. Com um teor de carboidratos solúveis variando de 40 a 75% da MS, composto principalmente por sacarose (KUNG et al., 2003), seu uso em silagens tinha por objetivo promover o crescimento de bactérias ácido lácticas, o que ocorre devido a alta quantidade de substrato disponível. Aplicações desse aditivo na ordem de 2 a 5% da matéria seca tem se mostrado efetivo em reduzir perdas, crescimento de microrganismos indesejáveis e proteólise em silagens (TOSI et al., 1995; ADESOGAN et al., 2004).

A redução da produção de efluente e menores perdas em silagens de capim-Elefante contendo aditivos absorventes é resultado principalmente do aumento dos teores de matéria seca na silagens e aumento da pressão osmótica. Grande parte dos aditivos utilizados nessas silagens apresentam teores de matéria seca próximo a 90%. A polpa cítrica, subproduto do suco da laranja, por ser extremamente absorvente, apresentar alto teor de matéria seca, e alta concentração de carboidratos solúveis tem se destacado entre os aditivos absorventes. Trabalhos de Bernardes et al. (2005) mostraram melhorias sobre a qualidade fermentativa de silagens de gramíneas confeccionadas com polpa cítrica. Menores valores de pH, nitrogênio amoniacal, menor população de enterobactérias e clostrídeos foram observados em silagens contendo esse aditivo.

O uso de cereais, como farelo de trigo e fubá de milho, também se mostraram efetivos no controle de perdas e na preservação das silagens (DA SILVA et al., 2014; ZANINE et al., 2006). Além dos benefícios sobre os aspectos fermentativos das silagens, esses aditivos também podem contribuir com maior aporte energético nas dietas. De acordo Jones e Jones (1996), os subprodutos fibrosos possuem maior capacidade de absorção que os cereais, no entanto, quando usados, maior atenção deve ser dada no fornecimento aos animais. As palhas por exemplo, são eficazes no controle da absorção de umidade excessiva, mas simultaneamente aumentam de maneira considerável a

quantidade de fibra da silagens. Outros subprodutos como farelo de algodão, casca de soja, casca de café e farelo de mandioca também podem ser efetivos no controle das perdas em silagens de capim-Elefante (BERNARDINO et al., 2005, CÂNDIDO et al., 2007; VIANA et al., 2013; ANDRADE et al., 2012).

Na avaliação do uso de determinado aditivo na ensilagem, o custo-eficácia e disponibilidade do aditivo devem ser considerados. É desejável que os aspectos da nutrição animal também sejam considerados, uma vez que os benefícios do uso de aditivos podem ser melhor explorados. A ensilagem de deitas totais, pode ser um importante alternativa a ser usada, uma vez que a mesma pode auxiliar no controle das perdas em silagens provocada pela alta umidade, e ao mesmo tempo, essas silagens podem funcionar como opções únicas de nutrientes para os animais.

### **2.3 SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL**

Em países asiáticos, o uso de silagens de ração total é algo que tem se tornado comum entre produtores. No processo de produção, forragem, alimentos energéticas e proteicos, minerais, vitaminas e aditivos são balanceados, a fim de atender a demanda nutricional de determinado grupo de animais, e ensilados de forma conjunta (YUAN et al., 2015).

A disponibilidade de subprodutos úmidos da indústria foi um dos principais fatores que levaram à criação das silagens de ração total. O objetivo principal era promover uma associação entre os subprodutos e ingredientes de baixa umidade, e assim preservar a qualidade do material ensilado, reduzindo as perdas, produção de efluentes e gastos envolvidos com processo de secagem (WANG, NISHINO; 2008; NISHINO et al., 2004).

Atualmente, o comércio desse produto tem atraído principalmente produtores que de alguma maneira tem dificuldade de produzir alimento dentro da propriedade para alimentar seus animais. Em países como Japão e China, o comércio de silagem de ração total é feito em silos fardos revestidos por camadas de filme plástico, com capacidade que variam de 400 a 800 kg (WEINBERG et al., 2011). De maneira geral, essas silagens apresentam um teor médio de matéria seca de 50 a 60%, 15 a 18% de proteína bruta e 70 a 74% de nutrientes digestíveis totais (WANG, NISHINO; 2013).

Na formulação dessas dietas, frequentemente se observa a inclusão de uma grande quantidade de alimentos, inclusões de 10 ou mais ingredientes são comum. No Japão, o



resíduo de cervejaria tem sido um dos principais subprodutos usados na produção dessas silagens. Estudos conduzidos por Nishino et al. (2004) mostraram que quando esses subprodutos são associados a outros ingredientes e submetidas ao processo de anaerobiose, um rápido abaixamento do pH e acúmulo de ácido lático é observado, permitindo assim a conservação do material ensilado. Embora essas silagens seja um alimento rico em nutrientes, os resultados dessa experiência mostraram que quando expostas a ação do oxigênio, as silagens de ração total, preparadas a base de resíduo de cervejaria, milho, melão, polpa de beterraba, farelo de trigo e alfafa se mantiveram estáveis durante um período de 7 dias. Experimentos em escala comercial conduzidos por Weinberg et al. (2011) também mostraram grande resistência ao processo de deterioração dessas silagens. Essa característica tem sido atribuída a altas concentrações de ácidos não dissociados, que quando presentes nessas silagens conferem-na essa maior estabilidade (NISHINO et al., 2003).

Em algumas situações, o uso de aditivos estimuladores de fermentação e absorventes de umidade tem sido necessário. De acordo Cao et al. (2011), a depender das condições de ensilagem e ingredientes usados na formulação dessas silagens, uma baixa concentração de ácido lático, valores de pH superiores a 4,5, e alta população de microrganismos deterioradores podem ser observados. Em grande parte das vezes, os subprodutos agrícolas e industriais são deficientes em nutrientes para promover o crescimento de bactérias ácido lácticas. O uso de aditivos estimuladores de fermentação e fornecedores de substrato, como melão e polpa de beterraba tem sido opções utilizadas (QIU et al., 2014; NISHINO et al., 2011; YUAN et al., 2015).

A associação entre duas classes de aditivos, inoculantes microbiano e aditivos fornecedores de nutrientes também foram testados. Yuan et al. (2015) avaliando a aplicação de melão em combinação com *Lactobacillus plantatum* em silagens de ração total preparadas a base de milho, aveia, palha de cevada e concentrado comercial, observaram, maiores concentrações de ácido lático e menores concentrações de ácido butírico. Contudo, o uso de inoculantes microbianos nesse tipo de silagem deve ser avaliado de forma criteriosa. Nishino et al. (2004) relataram padrões de fermentação e estabilidade aeróbia semelhantes entre silagens de ração total não inoculadas e inoculadas com *Lactobacillus casei* e *buchneri* após 60 dias de fermentação.

Comparado a outros sistemas de alimentação convencionais, o uso das silagens de ração total pode oferecer algumas vantagens, uma vez que o alimento é oferecido aos animais de forma única e homogênea, o que reduziria custos com mão de obra diária para

se misturar rações. Além disso, essa tem sido uma ferramenta promissora para se conservar produtos de alta umidade. No Brasil, os estudos sobre silagens de ração total ainda são recentes, mas ao que tudo indica, essa tecnologia tem um grande potencial para auxiliar na solução de problemas de silagens úmidas, como silagens de gramíneas tropicais.

## REFERÊNCIAS

- ADESOGAN, A. T. et al. The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of Bermuda grass. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 3407-3416, 2004.
- ALVES, E.B. et al. Effect of canopy height on the nutritive value of elephant grass silage. In: JOINT ANNUAL MEETING. 2016. Salt Lake City. **Proceedings...** Journal Animal Science and Dairy Science, 2016, p. 388.
- ANDRADE, A.P. et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-Elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 1209-1218, 2012.
- BERNARDES, T. F. et al. Uso de inoculante bacteriano e melaço na ensilagem de capim-Elefante. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 56, n. 2, p. 173–178, 2013.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, p.214-220, 2005.
- 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**, v. 34, n. 6, p. 2185-2191, 2005.
- CÂNDIDO, M. J. D. et al. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-Elefante contendo subproduto desidratado de maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1489-1494, 2007.
- CAO, Y. et al. Fermentation characteristics and microorganism composition of total mixed ration silage with local food by-products in different seasons. **Animal Science Journal**, v. 82, p. 259- 266, 2011.
- DA SILVA, J. K. et al. Elephant grass ensiled with wheat bran compared with corn silage in diets for lactating goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, p. 618-626, 2014.
- DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA LEITEIRA DO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2005. **Relatório de pesquisa**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156p.
- EVANGELISTA, A.R. Manejo e uso de capineiras. Lavras: ESAL, 1988. 24p. ESAL. Boletim Técnico, 10.
- FERREIRA, D. J. et al. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183, p.22-28, 2013.
- GERLACH, K. et al. Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. **Small Ruminant Research**, v. 117, p.131-141, 2014.

HARRISON, J.; HUHTANEN, P.; COLLINS, M. Perennial Grasses. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.; HARRISON, J.R. (Ed.). **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 665- 748.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993.

JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 64, n. 3, p. 173-186, 1996.

JONSSON, A. Growth of *Clostridium tyrobutyricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 54, p. 557–568, 1991.

KUNG, L., Jr.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 305-360.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. Biochemistry of silage. 2.ed. **Marlow: Chalcombe Publication**, 1991. 340p.

NISHINO, N. et al. Effects of wilting and molasses addition on fermentation and bacterial community in guinea grass silage. **Letters in Applied Microbiology**, v. 54, p. 175-181, 2011.

NISHINO, N. et al. Microbial Counts, Fermentation Products, and Aerobic Stability of Whole Crop Corn and a Total Mixed Ration Ensiled With and Without Inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.2563- 2570, 2004.

NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p. 557-563, 2003.

NUSSIO, L.G. Silage production from tropical forages. In: Park, R.S., Stronge, M.D. (Eds.), **Silage Production and Utilisation**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, p. 97–107, 2005.

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R.; HARRISON, J. R. (Ed). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31- 93.

PANDITHARATNE, S. et al. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage of growth, additives and chopping length. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.197-207, 1986.

PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K. G.; DE OLIVEIRA, A.S. Capineira. In: REIS et al. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2013. p. 607-615.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1751-1760, 2007.

ROTZ, C.A., MUCK, R.E. Chances in forage quality durin harvest and storage. In: FAHEY Jr. **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Madison, Wisconsin, USA. 1994. p. 828-868.

SCHERER, R.; GERLACH, K.; SUDEEKUM, K. H. Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. **Animal Feed Science and Technology**, v.210, p.1-16, 2015.

SILVEIRA, A.C. et al. Consumo de silagem de capim-Elefante *Pennisetum purpureum* Schum. submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecna**, v. 9, p. 306-320, 1980

SPITALERI, R. F. et al. Harvest management effects on ensiling characteristics and silage nutritive value of seeded *Pennisetum* hexaploid hybrids. **Postharvest Biology and Technology**, v. 5, p.353- 362, 1995.

TOSI, P. et al. Avaliação do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar taiwan a-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.947-954, 1999.

TOSI, H. et al. Ensilagem do capim-Elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.909-916, 1995.

VIANA, P. T. et al. Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 139–144, 2013.

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, p. 1687-1695, 2013.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Jounal Dairy Science**, v. 91, p.2380-2387, 2008.

WEINBERG, Z. G. et al. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film - A commercial scale experiment. **Animal Feed Science Technology**, v. 164, p. 125-129, 2011.

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.

YUAN, X.; GUO, G.; WEN, A.; et al. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 207, p. 41-50, 2015.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de capim-Elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZANINE, A.M. et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.

## CAPÍTULO 2

### Silagens de dietas completa contendo capim-Elefante como fonte de forragem

#### RESUMO

O uso de capim-Elefante na forma de silagem tem sido limitado devido algumas características desfavoráveis a ensilagem apresentadas por essa gramínea. O uso de silagem de ração total pode ser uma importante alternativa para solucionar parte dos problemas relacionados com umidade e fermentações indesejáveis presentes nessas silagens. O objetivo desse trabalho foi avaliar silagens de dietas totais contendo capim-Elefante como fonte forrageira ensilado com diferentes opções de concentrados de forma balanceada. Os tratamentos consistiram de silagem exclusiva de capim-Elefante (CE), mais quatro combinações de capim-Elefante ensilado com os seguintes concentrados: milho e farelo de soja (MFS); milho com farelo de soja e melão (MFSME); polpa cítrica e farelo de soja (PCFS); polpa cítrica, farelo de soja e melão (PCFSME). Foram avaliadas as características fermentativas, microbiológicas, e nutricionais dessas silagens. A estabilidade aeróbia das silagens após exposição ao ar, também foi avaliada. Os dados foram submetidos análise de variância e as médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o PROC GLM do pacote estatístico do SAS. O perfil fermentativo foi alterado pelos tratamentos, de modo que silagens exclusivas de capim-Elefante apresentaram maiores valores de N-NH<sub>3</sub> ( $P < 0,001$ ). Maiores populações de bactérias ácido lácticas e maiores concentrações de ácido láctico foram observadas em silagens de ração total. No momento de abertura, silagens contendo MFS, e MFSME apresentaram maiores populações de leveduras ( $P = 0,021$ ). Modificações foram observadas na estabilidade aeróbia quando as silagens entraram em contato com o ar. Alterações na temperatura e no pH foram observadas em silagens exclusivas de capim-Elefante já nos primeiros dias de exposição aeróbia. A inclusão de ingredientes juntos ao capim-Elefante reduziu as perdas de MS e perdas por efluentes ( $P < 0,001$ ). Menores valores foram observadas em silagens contendo PCFS e PCFSME. Mudanças na composição química e a digestibilidade foram observados quando as silagens foram acrescidas do ingredientes usadas nesse estudo. Menores valores de nitrogênio não proteico foram observadas em silagens contendo PCFS e PCFSME. O uso de ingredientes junto ao capim-Elefante de forma balanceada permite reduzir as perdas ocorridas durante o processo fermentativo. A opção pelo uso de polpa cítrica em associação com farelo de soja, ou com adição de melão mostraram grande eficiência na redução de perdas dos nutrientes.

**Palavras chaves:** Capim-Elefante. Efluente. Fermentações indesejáveis. Silagem de ração total.

## ABSTRACT

The use of Elephant grass in the form of silage has been limited due to some unfavorable characteristics to silage observed in this grass. The use of total mixed ration silage may be an important alternative to solve some problems related to moisture and undesirable fermentations present in those silages. The objective of this work was to evaluate silages of total diets containing Elephant grass as forage source silage with different options of concentrates in a balanced way. The treatments consisted of exclusive Elephant grass silage (EG), more four combinations of Elephant grass ensiled with the following concentrates: Corn and soybean meal (CSM); Corn of soybean meal corn and molasses (CSMMO); Citrus pulp and soybean meal (CPSM); Citrus pulp, soybean meal and molasses (CPSMMO). The fermentative, microbiological and nutritional characteristics of those silages were evaluated. The aerobic stability of the silages after exposure to air was also evaluated. The data were submitted to a variance analysis and the means were compared by the Tukey test at 5% probability using the PROC GLM of the SAS statistical package. The fermentation profile was altered by the treatments, so that exclusive silages of Elephant grass had a higher values of N-NH<sub>3</sub> ( $P < 0,001$ ). Higher populations of lactic acid bacteria and higher concentrations of lactic acid were observed in total mixed ration silages. At the time of opening, silages containing CSM, and CSMMO were observed a higher populations of yeasts ( $P = 0,021$ ). Modifications were observed in the aerobic stability when the silages came in contact with the air. Changes in temperature and pH were observed in elephant grass silages only during the first days of aerobic exposure. The inclusion of Elephant grass ingredients together reduced the DM losses and effluent losses ( $P < 0,001$ ). Lower values were observed in silages containing CPSM and CPSMMO. Changes in chemical composition and digestibility were observed when silages were added with the ingredients used in the study. Lower values of non-protein nitrogen were observed in silages containing CPSM and CPSMMO. The use of ingredients together with Elephant grass in a balanced rations helps to reduce losses during the fermentation process. The choice of citrus pulp in association with soybean meal or added molasses showed great efficiency in reducing nutrient losses.

**Keywords:** Elephant grass. Effluent. Undesirable fermentations. Total mixed ration silage.



## 1 INTRODUÇÃO

O capim-Elefante (*Pennisetum Purpureum*), é uma gramínea forrageira comumente empregada em sistemas pecuários brasileiros, podendo ser usado como forragem fresca (Capineira), ou conservada. Por ser uma gramínea perene, de rápida rebrotação e alta eficiência fotossintética, essa forrageira tem sido opção de uso em muitas propriedades (PEREIRA et al., 2013). No verão, quando as condições climáticas são adequadas, um grande volume de forragem é produzido. Em áreas onde capineiras estão implantadas, parte do excedente produzido pode ser destinado para a produção de silagem. No entanto, diferentemente de outras culturas, o capim-Elefante apresenta alguns aspectos que podem dificultar a sua conservação.

O ambiente criado quando gramíneas de alta umidade são ensiladas resulta em perdas por efluentes e perdas de nutrientes via fermentações indesejáveis (PANDITHARATNE et al., 1986). Nessas silagens, a formação de compostos como ácido butírico, amônia e aminas biogênicas também são preocupantes, uma vez que os mesmos, além de indicarem perdas de nutrientes importantes, também podem atuar inibindo o consumo em animais (DULPHY, VAN OS; 1996; GERLAC et al., 2014).

O uso de aditivos tem sido uma das principais tecnologias indicadas, para contornar problema desse tipo (MUCK, 1988). No entanto, quando usados, dificilmente os aspectos da nutrição animal são considerados, sendo observados apenas aspectos relacionados com a conservação da silagem. Em pequenas propriedades leiteiras, o manejo nutricional dos animais é uma deficiência comum apresentada pelos produtores. Associações indevida de alimentos, uso exacerbado de fontes energéticas e proteicas ou a deficiência dos mesmos, são situações observadas com frequência, e que na maioria das vezes, levam a quadros de instabilidade na produção de leite.

Em países asiáticos, o emprego de silagens de ração total tem contribuído com sucesso no armazenamento de subprodutos úmidos da indústria e com manejo nutricional dos animais (NISHINO et al., 2003; WEINBERG et al., 2011). Apesar de funcionarem bem com os subprodutos, ainda não se é conhecido o comportamento dessas silagens quando produzidas com gramíneas de alta umidade. No Brasil, o emprego dessa tecnologia pode ser pertinente, por poder contribuir na melhoria dos aspectos negativos da silagem de capim-Elefante, além de poder auxiliar pequenos produtores a lidar com aspectos básicos da nutrição animal.

Na escolha de ingredientes para se produzir silagens de ração total, a capacidade de permitir a conservação das silagens e a aceitação pelo animal devem ser considerados, além disso, o uso e proporção de inclusão de certos ingredientes também podem ser alterados de acordo com o preço e a disponibilidade sazonal. O milho, é uma das principais fontes energéticas usadas em dietas de vacas leiteiras no mundo, e em silagens de gramíneas, esse ingrediente também tem sido utilizado como aditivo (YANG et al., 2004). No passado, o melaço foi um dos aditivos mais empregados em silagens de gramíneas (KUNG et al., 2003). A justificativa do uso desse produto se baseia principalmente no fornecimento de substrato para crescimento de bactéria ácido lácticas, e em certas situações, tem sido cogitado a possibilidade de melhoria na palatabilidade das silagens. A polpa cítrica, subproduto do suco de laranja, também é um dos aditivos já utilizados com sucesso em silagens úmidas (BERNARDES et al., 2005). Por ser um alimento extremamente absorvente, seu uso em silagens é capaz de estimular fermentações naturais e reduzir as perdas por fermentações indesejáveis. Em dietas de vacas leiteiras, esse já é um ingrediente bastante familiarizado entre produtores.

O uso de capim-Elefante ensilado junto a esses ingredientes pode ter potencial efeito sobre a qualidade das silagens. A nossa hipótese é de que a incorporação de concentrado junto ao capim-Elefante no processo de ensilagem promoverá alterações benéficas sobre o perfil fermentativo, reduzindo as perdas por fermentações indesejáveis, permitindo a preservação do valor nutricional das silagens. Nesse cenário, o objetivo desse trabalho foi averiguar a qualidade de silagens de ração total, simuladas para atender a demanda nutricional de animais de baixa e média produção, utilizando o capim-Elefante como fonte forrageira, associado a diferentes fontes de concentrados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparo e ensilagem das dietas

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no Estado de Minas Gerais (latitude 21°14'43"S, longitude 44°59'59"W e elevação de 918 m). O clima regional é classificado como subtropical mesotermal úmido com inverno seco. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima pode ser considerado Cwa (SÁ Jr. et al., 2012).

Os tratamentos foram constituídos de cinco diferentes dietas ensiladas. Em quatro delas, o capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) foi ensilado com fontes energéticas alternadas, milho ou polpa cítrica. Essas dietas foram acrescidas ou não de melaço. O balanceamento proteico das dietas foi feito por meio do farelo de soja (Tabela 1). Para o grupo controle, silagem exclusiva de capim-Elefante foi utilizada. A inclusão de cada ingrediente foi definida de acordo com a formulação para atender as exigências nutricionais de animais em lactação, com 500 kg de peso vivo, produzindo 15 kg/dia, com um consumo médio de MS de 14 kg/dia de acordo com NRC (2001). Ingredientes usados e composição química das dietas previamente planejados se encontram na Tabela 1.

Tabela 1- Ingredientes e composição química de dietas experimentais formuladas (% MS)

Item	CE	MFS	MFSME	PCFS	PCFSME
Capim-Elefante	100,00	64,20	64,20	64,20	64,20
Milho grão	0	22,90	17,90	0	0
Farelo de soja	0	12,90	12,90	13,90	13,9
Polpa cítrica	0	0	0	21,90	16,9
Melaço	0	0	5,00	0	5,00
<i>Composição química</i>					
MS	19,00	42,70	42,00	42,80	42,10
Cinzas	8,46	6,58	6,90	7,29	7,10
PB	9,11	14,20	14,00	14,20	14,10
FDN	64,70	43,10	42,60	47,00	46,60
EE	2,10	2,92	2,70	2,61	2,40
CNF	15,63	33,20	33,80	28,90	29,90

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; EE- Extrato etéreo; CNF - Carboidratos não fibrosos.

O corte da forragem foi feito de acordo com as recomendações de Alves et al. (2016), quando as plantas se encontravam com altura de 1,8 a 2,0m. A forragem foi cortada rente ao solo, picada e misturada aos ingredientes dos concentrados de forma manual. Após o processo de homogeneização, as dietas foram ensiladas em baldes plásticos com capacidade de 15L. Em cada balde foram colocados 6 kg de areia para quantificação da produção de efluente. A densidade média das silagens foi  $570 \pm 21$  kg de forragem por  $m^3$ . Após a compactação, os silos foram pesados, vedados com tampa plástica e envoltos por fita adesiva. Aos 97 dias de fermentação, todos os silos experimentais foram abertos e avaliados quanto ao perfil fermentativo, perfil microbiológico, estabilidade aeróbia, perdas de matéria seca e valor nutritivo.

O custo do uso de concentrados usados nas dietas ensiladas foi calculado. No momento da compra, os seguintes preços por kg de matéria natural foram registrados: farelo de soja (R\$ 1,30); milho maduro moído (R\$ 0,95); polpa cítrica (R\$ 0,74); melaço (R\$ 0,50). O custo alimentar por vaca, por dia, foi calculado multiplicando o consumo de concentrado por dia pelo valor dos ingredientes. Foi estipulado um preço médio do leite, e de acordo com a produção simulada nesse estudo foi estimado a renda bruta subtraída do custo alimentar com concentrado por vaca.

## **2.2 Perfil fermentativo**

Para determinação do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), ácidos orgânicos, etanol e nitrato foi obtido um extrato aquoso da silagem, onde 30g de amostra foram misturadas a 270 mL de água destilada com posterior agitação em aparelho homogeneizador (Stomacher 400, Seward, London, UK).

As medidas de pH foram realizadas com potenciômetro (HI 2221, Hanna Instruments) e o nitrogênio amoniacal por meio de eletrodo combinado seletivo para determinação de íon amônia (95-12 Thermo Scientific Orion Star). Ambos, pH e N-NH<sub>3</sub> foram medidos utilizando o aparelho multiparâmetro (A214 pH / ISE Thermo Scientific Orion Star). Na determinação dos ácidos orgânicos e dos álcoois, 2 ml de amostra obtida a partir do extrato aquoso foram centrifugadas, filtradas e injetadas em cromatógrafo de fase líquida de alta precisão (Shimadzu LC- 10Ai; Shimadzu Corp. Tokyo, Japão). Os ácidos foram detectados pela absorvância do UV (210nm), e os álcoois foram identificados usando o detector de índice de refração (RID; 10ASPD-10Ai). O aparelho foi equipado com uma coluna de exclusão de íon (SUPELCO –SUPELCOGEL 8H-5cm-4,8mm)

operado a 30° com um fluxo de corrida de 0,6 ml/min com fase móvel água e ácido sulfúrico 0,005M. Para análise de nitrato, foram usados kits com tiras Mquant, com limite de detecção igual a 100 mg de NO<sub>3</sub> Kg<sup>-1</sup> de forragem.

As perdas de matéria seca ocorridas no processo de fermentação foram calculadas por diferença entre o peso do material colocado em cada silo na ensilagem e o peso dessas silagens ao final no momento de abertura.

### **2.3 Análises microbiológicas**

Foram realizadas amostragens das silagens oriundas de cada tratamento para a contagem de leveduras, fungos filamentosos e bactérias ácido lácticas (BAL). Foi utilizado extrato aquoso obtido a partir da homogeneização de 30 g de silagem com 270 ml de água peptona após período de 4 minutos em homogeneizador (Stomacher 400, Seward, London, UK). Para a contagem de leveduras e fungos filamentosos, foi utilizada a técnica de plaqueamento em superfície com o meio de cultura YGC Agar (Fluka, Sigma Aldrich Química Brasil LTDA). Foram preparadas diluições em série (10<sup>-1</sup> a 10<sup>-5</sup>) em duplicata (TABACCO et al., 2009). Após incubação a 28 °C durante três e cinco dias para leveduras e fungos filamentosos, respectivamente, as colônias foram contadas separadamente, com base nas suas características macromorfológicas. Para a contagem de BAL foi usada a mesma técnica descrita para leveduras e fungos filamentosos, entretanto o meio de cultura utilizado foi o MRS Agar (Himedia, Biosystems Comercial de Importação e Exportação e Equipamentos para Laboratório). A incubação foi feita a 35°C por três dias, quando ocorreu a contagem.

### **2.4 Teste de estabilidade aeróbia**

A estabilidade aeróbia foi avaliada por meio da temperatura e do pH. Para avaliação da temperatura das silagens, aproximadamente 3 kg de silagem foram colocados em baldes plásticos e cobertos com folha de papel alumínio, para evitar desidratação das silagens. Os baldes foram mantidos em temperatura ambiente (20,5 ± 1,15 °C) por um período de 240 horas (10 dias). A temperatura da sala e das silagens foram monitoradas em intervalos constantes de 60 minutos por um sistema informatizado e eletrônico de aquisição de dados (data loggers, modelo Pro 2.07.09, Escort Console, São Paulo, SP), o qual foi localizado no centro das silagens. Para avaliação da temperatura

ambiente, 2 data loggers foram alocados em diferentes posições. Por esse método, a estabilidade aeróbica foi definida como o número de horas que a silagem permaneceu estável antes de atingir uma temperatura de 3°C acima da temperatura ambiente de acordo proposta de Moran et al. (1996) com adaptações. A deterioração aeróbia foi definida como a soma do aumento diário da temperatura (°C) acima da temperatura de referência durante as primeiras 120 horas (CONAGHAN et al., 2010). Para avaliação da estabilidade por meio do pH, aproximadamente 2 kg de silagem de cada silo foi colocado em outro conjunto de baldes de polietileno e o perfil de pH foi monitorizado a 0, 48, 96, 144, 192, 240 horas após a exposição ao oxigênio. Durante o teste de estabilidade avaliado por meio da temperatura, as perdas de MS também foram avaliadas por meio da diferença de peso da silagem contida nos baldes antes e após o ensaio de estabilidade.

## 2.5 Análises químicas

Amostras dos ingredientes do concentrado, da forragem, das dietas antes de ensilar e pós ensilagem foram coletadas em duplicata, e essas foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h para determinação da MS (AOAC, 1990) e, posteriormente moídos em moinho do tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm para determinação da proteína bruta (PB), conforme a AOAC (1990), extrato etéreo (EE) de acordo com AOAC (1990), quantificação da fibra em detergente neutro (FDN) conforme Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Teores de nitrogênio não proteico (NNP) foram avaliados por meio do método descrito por Licitra et al. (1996). Os teores de carboidratos solúveis em água (DISCHE, 1962) e amido (HALL e MERTENS; 2008) também foram avaliados. Os carboidratos não fibrosos foram mensurados por diferença através da fórmula,  $CNF = 100 - (Cinzas + PB + EE + FDN)$ .

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) foi determinada pelo método proposto por Holden (1999), por meio do equipamento DAISY II (ANKOM Technology Corp, Fairport, NY, EUA). O fluido ruminal foi coletado via cânula, duas horas após a alimentação matinal. Dois animais foram mantidos em pastejo e suplementados com as opções de concentrado usado nesse experimento por duas vezes ao dia.

## 2.6 Análises estatísticas

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições. As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento PROC GLM do software estatístico SAS (2004). O modelo estatístico utilizado para avaliação dos dados foi:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = valor observado da dieta  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$  = constante geral (média da população);

$D_i$  = efeito de dieta  $i$ ;  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$e_{ij}$  = erro em que tratamento será testado associado aos valores observados ( $Y_{ij}$ ).

Durante o teste de estabilidade aeróbia, os valores de pH observados foram avaliados em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, como medidas repetidas no tempo. Foi escolhido a matriz de covariância utilizando o critério de informação Akaike do SAS baseado em Wolfinger e Oconnell (1993). As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento PROC MIXED do software estatístico SAS (2004). O modelo estatístico utilizado para avaliação dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + e_1 + T_j + D*T_{ij} + e_2$$

$Y_{ijk}$  = valor observado do tratamento  $i$ , no tempo  $j$ , na repetição  $k$ ;

$\mu$  = constante geral (média da população);

$D_i$  = efeito de dieta  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$e_1$  = erro em que a dieta  $i$  será testada

$T_j$  = efeito do tempo  $j$ ,  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ;

$D*T_{ij}$  = efeito da interação entre dieta  $i$  e tempo  $j$

$e_{ijk}$  = erro em que dieta  $i$ , tempo  $j$  e interação entre dieta  $i$  e tempo  $j$  serão testados;

### 3 RESULTADOS

As características químicas das dietas no momento da ensilagem são apresentados na Tabela 2. No momento do corte, a concentração de MS do capim-Elefante foi de 28,42% e as dietas a serem ensiladas apresentaram teores de MS próximo a 40%. A concentração de CSA nas dietas antes da ensilagem e no capim-Elefante variaram de 3,02 a 5,22%. A composição química dos ingredientes utilizados na confecção das silagens são apresentados em anexo, ao final do capítulo.

Tabela 2 – Caracterização do capim-Elefante e das dietas no momento da ensilagem

Item	CE	MFS	MFSM	PCFS	PCFSM
MS (%)	28,42	39,30	39,24	39,62	40,08
CINZAS (% MS)	6,11	6,14	6,24	6,82	7,05
FDN (% MS)	71,35	47,59	48,02	54,05	53,50
EE (% MS)	1,76	2,75	2,15	2,62	2,70
PB (% MS)	6,76	12,89	13,01	12,10	12,18
DIVMS (%)	46,62	63,48	64,68	63,09	62,12
DIVFDN (%)	36,03	45,58	45,35	48,49	48,01
AMIDO (% MS)	0	17,72	15,24	1,96	1,18
CSA (% MS)	3,02	4,30	5,22	4,76	5,13
pH	6,06	6,24	6,18	6,11	6,21

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; EE- Extrato etéreo; DIVMS- Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN- Digestibilidade *in vitro* da FDN; CSA- Carboidratos solúveis em água

As características fermentativas, microbiológicas, perdas de matéria seca e resultados do teste de estabilidade aeróbia do capim-Elefante e das silagens de dieta total são apresentadas na Tabela 3. Os resultados de pH foram alterados pela adição dos ingredientes ( $P < 0,001$ ), de forma que todas as silagens de dietas totais apresentaram maior pH em relação ao grupo controle. A associação de ingredientes ao capim-Elefante no momento da ensilagem resultou em aumentos nos teores de MS nas silagens de dieta total ( $P < 0,001$ ). As concentrações de ácido lático foram superiores em silagens de dieta total ( $P = 0,063$ ), em relação a silagem exclusiva de capim-Elefante. Maiores proporções de ácido málico e succínico foram observadas em silagens de capim-Elefante ( $P = 0,005$  e  $0,003$ ). Não foram verificadas alteração nas concentrações dos ácidos, acético e butírico,



e nas concentrações de etanol ( $P = 0,182$ ;  $0,278$  e  $0,589$  respectivamente). Valores mais baixos de 1,2 propanodiol foram observados em silagens exclusivas de capim-Elefante ( $P = 0,004$ ).

Silagens de dieta total confeccionadas com MFSME apresentaram as maiores populações de BAL ( $P < 0,001$ ). Maiores populações de leveduras também foram observados em silagens contendo esses ingredientes ( $P = 0,021$ ). A contagem de fungos se manteve abaixo do limite detectável. Maiores concentrações de N-NH<sub>3</sub> foram observadas em silagens exclusivas de capim-Elefante ( $P < 0,001$ ). Mudanças nas concentrações de nitrato também foram observados ( $P = 0,002$ ) de forma que maiores concentrações foram verificados em silagens de dieta total. Maiores perdas de matéria seca e produção de efluentes foram observadas em silagens exclusivas de capim-Elefante ( $P < 0,001$ ).

Silagens contendo polpa cítrica, farelo de soja e melão apresentaram prolongada estabilidade aeróbia ( $P < 0,001$ ) em comparação a silagens exclusivas de capim-Elefante. (127 h; 57 h respectivamente). Maiores acúmulo de temperatura nas primeiras 120 horas e maiores perdas de matéria durante exposição ao ar foram observadas em silagens contendo milho e farelo de soja, e em silagens contendo com milho, farelo de soja e melão ( $P < 0,010$  e  $P < 0,001$  respectivamente). Dados da variação da temperatura ao longo das horas de exposição ao ar podem ser verificados na Figura 1.

Na Figura 2, são apresentados os valores de pH durante o teste de estabilidade. Interações entre tempo e tratamento foram observados ( $P = 0,001$ ). A medida que se prolongou as avaliações, foram verificados aumento nos valores de pH em todas as silagens. No início da exposição ao ar, no instante 0, silagens de capim-Elefante apresentavam os menores valores de pH, no entanto, às 96 horas de exposição ao oxigênio, essas silagens já haviam demonstrado aumento excessivo do pH, enquanto que nas demais silagens, esse parâmetro ainda se encontrava constante.

Tabela 3- Perfil fermentativo, contagem microbiológica, perdas de matéria seca e estabilidade aeróbia de silagens de ração total contendo capim-Elefante como fonte forrageira

Item	CE	MFS	MFSME	PCFS	PCFSME	EPM <sup>1</sup>	Valor de P
MS (%)	27,08 <sup>b</sup>	38,28 <sup>a</sup>	38,63 <sup>a</sup>	38,21 <sup>a</sup>	39,49 <sup>a</sup>	0,293	<0,001
pH	3,76 <sup>b</sup>	3,95 <sup>a</sup>	3,97 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>	3,99 <sup>a</sup>	0,022	<0,001
Ac. láctico (% MS)	6,04 <sup>b</sup>	7,28 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,25 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	0,317	0,006
Ac. acético (% MS)	0,23	0,34	0,32	0,24	0,31	0,044	0,182
Ac. butírico (% MS)	1,66	1,37	1,29	1,27	1,23	0,116	0,278
Ac. oxálico (% MS)	0,22 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,09 <sup>b</sup>	0,022	0,005
Ac. málico (% MS)	0,12 <sup>a</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	0,015	0,003
Ac. succínico (% MS)	0,04 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,13 <sup>ab</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,020	0,001
Ac. cítrico (% MS)	0,04 <sup>b</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,027	0,009
Etanol (% MS)	1,23	1,18	1,13	1,11	1,17	0,039	0,589
1,2 propanodiol (% MS)	0,32 <sup>b</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,37 <sup>ab</sup>	0,011	0,004
BAL (log10 CFU g <sup>-1</sup> )	5,98 <sup>c</sup>	7,65 <sup>ab</sup>	8,28 <sup>a</sup>	7,10 <sup>b</sup>	7,26 <sup>b</sup>	0,025	<0,001
Leveduras (log10 CFU g <sup>-1</sup> )	2,94 <sup>b</sup>	3,51 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	3,22 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>ab</sup>	0,127	0,021
Fungos (log10 CFU g <sup>-1</sup> )	<2	<2	<2	<2	<2	-	-
NH <sub>3</sub> -N (% N total)	6,46 <sup>a</sup>	5,30 <sup>b</sup>	5,33 <sup>b</sup>	4,13 <sup>c</sup>	4,05 <sup>c</sup>	0,266	<0,001
Nitrato (mg kg <sup>-1</sup> de MS)	613,9 <sup>b</sup>	1177,0 <sup>a</sup>	1100,0 <sup>a</sup>	1180,0 <sup>a</sup>	1139,0 <sup>a</sup>	72,63	0,002
Perdas de MS (%)	12,9 <sup>a</sup>	7,85 <sup>b</sup>	8,65 <sup>b</sup>	4,89 <sup>c</sup>	4,07 <sup>c</sup>	0,474	<0,001
Efluentes (g kg <sup>-1</sup> )	87,3 <sup>a</sup>	64,6 <sup>b</sup>	60,8 <sup>b</sup>	33,1 <sup>c</sup>	31,1 <sup>c</sup>	5,680	<0,001
Estabilidade aeróbia (h)	57,8 <sup>c</sup>	75,2 <sup>b</sup>	80,6 <sup>b</sup>	89,8 <sup>b</sup>	127,0 <sup>a</sup>	3,574	<0,001
Deter. aeróbia (°C)	10,1 <sup>c</sup>	25,7 <sup>a</sup>	21,1 <sup>ab</sup>	17,2 <sup>b</sup>	9,5 <sup>c</sup>	1,464	<0,001
PMS durante exp. ao ar (%)	3,12 <sup>c</sup>	8,16 <sup>a</sup>	6,79 <sup>a</sup>	6,06 <sup>ab</sup>	5,14 <sup>b</sup>	0,822	0,010

MS- Matéria seca; NH<sub>3</sub>-N-Nitrogênio amoniacal; BAL- Bactérias ácido lácticas; PMS- Perdas de matéria seca

Letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey com  $P < 0,05$ .

<sup>1</sup>EPM- Erro padrão da média

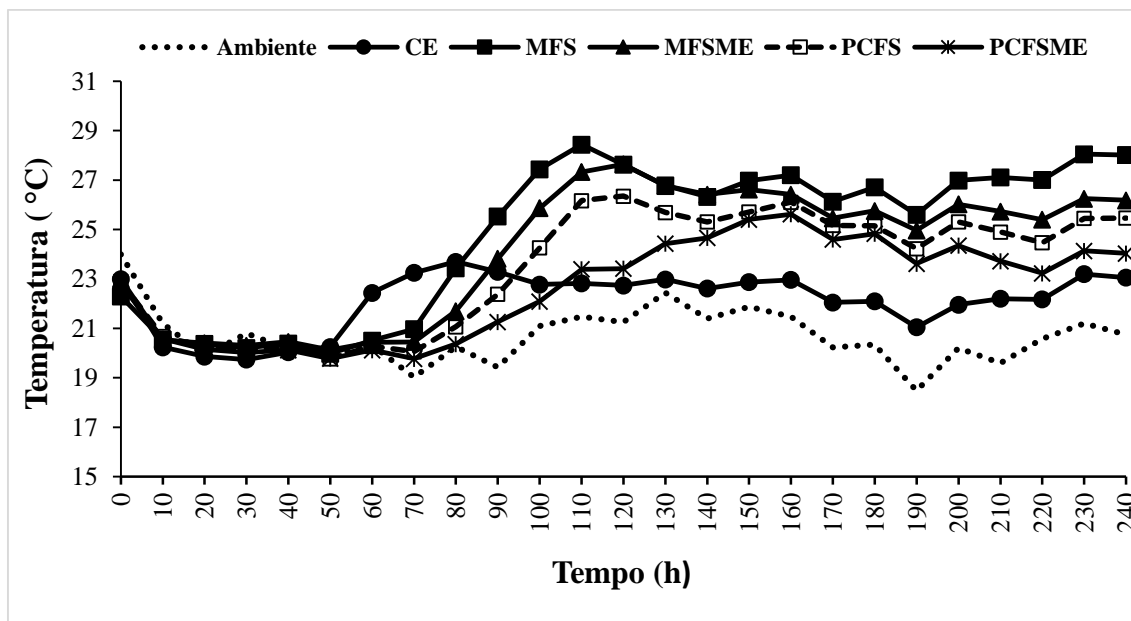


Figura 1- Variação na temperatura durante o teste de estabilidade aeróbia de silagem de capim-Elefante e de silagens de dieta total. CE- Capim-Elefante; MFS- Silagem contendo milho e farelo de soja, MFSME- Silagem contendo milho, farelo de soja e melaço; PCFS- Silagem contendo polpa cítrica e farelo de soja; PCFSME- Silagem contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço.

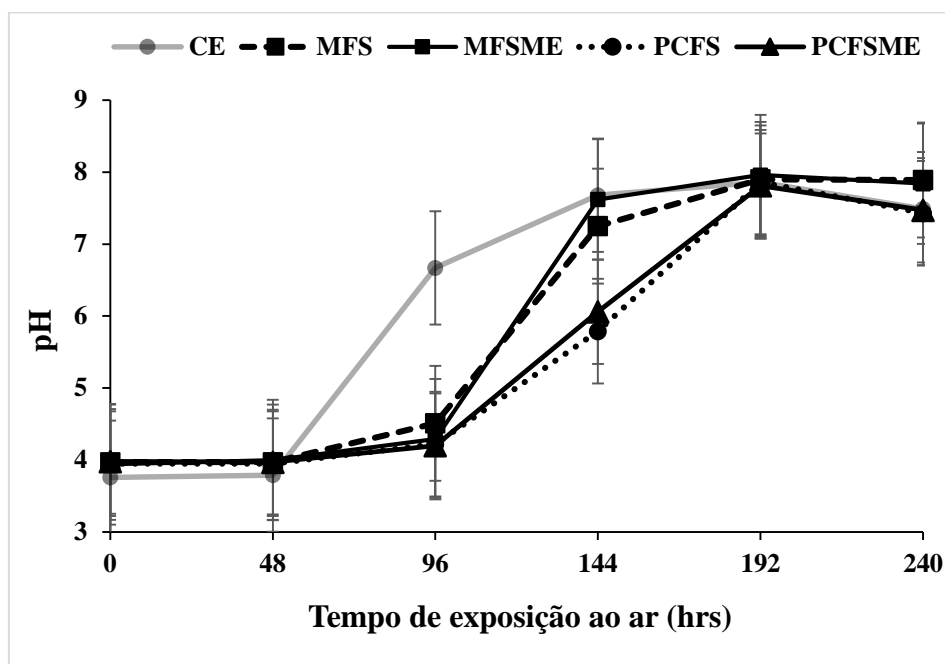


Figura 2- Variação de pH durante o teste de estabilidade aeróbia de silagens de capim-Elefante e de silagens de dieta total. CE- Capim-Elefante, MFS- Silagem contendo milho e farelo de soja, MFSME- Silagem contendo milho, farelo de soja e melaço; PCFS- Silagem contendo polpa cítrica e farelo de soja; PCFSME- Silagem contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço. As Barras de erro representam o erro padrão da média dentro de cada tempo de amostragem. Valor de  $P$ : tempo,  $P < 0,01$ ; dieta,  $P < 0,01$ ; tempo  $\times$  dieta,  $P = 0,001$ .

A composição química das silagens e os valores de digestibilidades são apresentados na Tabela 4. A concentração de carboidratos solúveis residuais não foi alterada pelos tratamentos ( $P = 0,380$ ). A adição de ingredientes no momento da ensilagem modificou as concentrações de cinzas, EE, PB, FDN ( $P < 0,001$ ). A adição de milho, farelo de soja e a combinação de milho, farelo de soja e melão permitiu a obtenção dos menores valores de FDN, e em consequência, silagens contendo esses ingredientes apresentaram maiores valores de CNF ( $P < 0,001$ ). O uso de polpa cítrica nas dietas reduziu a concentração de nitrogênio não proteico nas silagens ( $P < 0,001$ ). Com relação aos parâmetros de digestibilidade, diferença estatística foi observada entre as silagens ( $P < 0,001$ ). Menores valores de digestibilidade da MS e da FDN foram encontrados em silagens exclusivas de capim-Elefante. Os demais tratamentos se comportaram de forma semelhante.

Tabela 4- Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de ração total contendo o capim-Ellefante como fonte forrageira

Item	CE	MFS	MFSME	PCFS	PCFSME	EPM <sup>1</sup>	Valor de P
CSA (% MS)	1,21	1,51	1,48	1,32	1,53	0,069	0,380
CINZAS (% MS)	6,45 <sup>c</sup>	7,17 <sup>ab</sup>	7,12 <sup>ab</sup>	7,39 <sup>ab</sup>	7,76 <sup>a</sup>	0,106	<0,001
FDN (% MS)	70,28 <sup>a</sup>	47,95 <sup>c</sup>	46,83 <sup>c</sup>	53,5 <sup>b</sup>	52,39 <sup>b</sup>	0,562	<0,001
EE (% MS)	1,67 <sup>b</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>	2,48 <sup>a</sup>	0,143	0,004
PB (% MS)	6,68 <sup>b</sup>	13,09 <sup>a</sup>	12,38 <sup>a</sup>	12,88 <sup>a</sup>	13,02 <sup>a</sup>	0,184	<0,001
NNP (% N total)	34,12 <sup>b</sup>	48,13 <sup>a</sup>	46,07 <sup>a</sup>	36,76 <sup>b</sup>	37,56 <sup>b</sup>	0,647	<0,001
CNF (% MS)	14,91 <sup>c</sup>	29,05 <sup>a</sup>	29,82 <sup>a</sup>	23,67 <sup>b</sup>	24,69 <sup>b</sup>	1,479	<0,001
AMIDO (% MS)	0 <sup>d</sup>	16,95 <sup>a</sup>	15,43 <sup>b</sup>	2,55 <sup>c</sup>	1,67 <sup>c</sup>	0,321	<0,001
DIVMS (%)	47,05 <sup>b</sup>	64,49 <sup>a</sup>	65,01 <sup>a</sup>	63,36 <sup>a</sup>	63,82 <sup>a</sup>	1,242	<0,001
DIVFDN (%)	36,91 <sup>b</sup>	46,38 <sup>a</sup>	46,44 <sup>a</sup>	48,75 <sup>a</sup>	49,37 <sup>a</sup>	0,931	<0,001

CSA- Carboidratos solúveis em água; FDN- Fibra em detergente neutro; EE- Extrato etéreo; PB-Proteína bruta; NNP- Nitrogênio não proteico; CNF- Carboidratos não fibrosos; DIVMS- Digestibilidade *in vitro* da MS; DIVFDN- Digestibilidade *in vitro* da FDN.

Letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey com  $P < 0,05$ .

<sup>1</sup>EPM- Erro padrão da média.

Com relação a análise de custo das dietas propostas nesse estudo, pouca diferença foram verificadas entre as mesmas. Os custos de concentrado por litro de leite também foram bastante similares, e ao final, o lucro obtido através da simulação de produção proposta nesse estudo ficaram bem próximas.

Tabela 5- Custos do uso dos ingredientes em silagens de dieta total

<b>Item</b>	<b>MFS</b>	<b>MFSME</b>	<b>PCFS</b>	<b>PCFSME</b>
Uso de conc. animal dia <sup>-1</sup> (kg)	5,65	5,76	5,64	5,76
Custo conc. dia <sup>-1</sup> (R\$)	6,07	5,75	5,38	5,25
Preço médio do leite (R\$)	1,35	1,35	1,35	1,35
Produção das vacas (Litros)	15,00	15,00	15,00	15,00
Renda por animal dia <sup>-1</sup> (R\$)	20,25	20,25	20,25	20,25
Custo conc. Litro <sup>-1</sup> (R\$)	0,40	0,38	0,36	0,35
Lucro bruto (R\$)	14,18	14,50	14,87	15,00

Conc.- Concentrado

## 4 DISCUSSÃO

Diferentemente de outros estudos em que o capim-Elefante foi ensilado, as concentrações de MS observadas na forragem no momento da ensilagem estiveram acima do que frequentemente é relatado (SANTOS et al., 2013; VENDRAMINI et al., 2010). Como o corte da forragem foi feito no final do verão, as plantas demoraram mais a atingir a altura desejada, e isso pode ter contribuído para que valores mais altos de matéria seca fossem encontrados. A associação de fonte proteica no momento da ensilagem pode ter colaborado para que silagens de dieta total apresentassem maiores valores de pH após a abertura dos silos (Tabela 3). Apesar de não ter sido avaliado a capacidade tamponante nessas silagens, é sugerido que a presença de compostos nitrogenados tenham provocado aumento do poder tampão (PLAYNE, McDONALD; 1966).

Um dos principais eventos que ocorre no silo, se refere as transformações que ocorrem em torno dos CSA em ácidos orgânicos sob condições anaeróbias. Corriqueiramente, o ácido láctico, acético e butírico são os principais ácidos identificados em silagens, contudo, outros compostos tais como ácido málico, cítrico, succínico, tartárico, também podem estar presentes na silagem (PAHLOW et al., 2003). O maior aporte de carboidratos solúveis no momento da ensilagem contribuiu para que maiores concentrações de ácido láctico fossem encontrado nas silagens de rações totais, o que também pode ser confirmado pela maior população de BAL nessas silagens (Tabela 3). Apesar da aplicação de melão ser usado como fornecedor de nutrientes para o crescimento de BAL, no presente estudo não foram encontrados efeitos positivos da aplicação de melão sobre a população de BAL e nem sobre a concentração de ácido láctico.

Embora não tenha sido encontradas diferenças estatísticas, numericamente houve uma redução na formação de ácido butírico em comparação ao tratamento controle. Em silagens de gramíneas do gênero *Pennisetum* valores superiores a 3% podem ser observados (LIU et al., 2016). Em silagens de ração total, uma grande amplitude de resultados tem sido encontrados quanto a concentração desse composto, desde a ausência até concentrações próxima a 2,5% (WANG, NISHINO; 2008; KONDO et al., 2015). Vários fatores físicos e químicos podem interferir sobre as fermentações ocorridas em uma silagens e sobre a produção desse composto. No presente trabalho, os baixos valores de pH observados, associados com os altos teores de matéria seca das silagens não nos

permite afirmar que o surgimento do ácido butírico possa ter sido oriundo de fermentações clostrídicas.

A presença dos ácidos málico, cítrico, succínico e oxálico foi observada em todas as silagens. Esses compostos podem ser produtos finais do metabolismo de leveduras, ou mesmo originados do metabolismo intermediário de certas bactérias (VANDENBERGHE et al., 1999; ROOKE, HATIFIELD; 2003). Em determinadas situações, esses compostos também podem estar associados a funções bioquímicas das plantas e previamente antes da ensilagem já se encontram presentes. (BUXTON, OKIELY; 2003). A adição de polpa cítrica nas silagens por exemplo, contribui para que maiores concentrações de ácido cítrico fossem encontradas em silagens contendo esse ingrediente (Tabela 3).

Em gramíneas, o nitrato é um dos compostos nitrogenados que participa ativamente da formação de proteínas. Quando adubadas, altas concentrações desse composto podem ser encontradas em silagens. Durante o processo de fermentação, parte ou a totalidade desse composto pode ser degradado a nitrito e óxido nitroso (SPOLESTRA, 1985). As enterobactérias são os principais microrganismos envolvidos com a redução do nitrato. Em certas proporções, essa redução tem sido apontada como benéfica, uma vez que os intermediários produzidos, possuem atividade inibitória sobre o crescimento de clostrídeos (TABACCO et al., 2009). No entanto, os intermediários formados no silo podem ter ação temporária e os mesmos podem desaparecer após uma ou duas semanas de formados (SPOLESTRA, 1983). Ao que tudo indica, houve uma maior preservação desse composto em silagens de ração total (Tabela 3). Maiores teores de MS associado a uma maior quantidade de carboidratos solúveis podem reduzir a degradação do nitrato em silagens (SPOLESTRA, 1985).

Um dos principais problemas encontrados em silagens de gramíneas estão relacionados as perdas ocorridas por fermentações indesejáveis e pela produção de efluente. A ensilagem do capim-Elefante junto aos demais produtos usados nesse estudo reduziu de forma significativa as perdas de MS e a produção de efluente. Melhores resultados foram encontrados quando a opção foi feita pelo uso da polpa cítrica em associação aos demais ingredientes. Não foram verificados benefícios da aplicação de melão sobre a redução das perdas. Há muito tempo a polpa cítrica tem sido um aditivo absorvente usado com sucesso em silagens de gramíneas úmidas (BERNARDES et al., 2005; RODRIGUES et al., 2007). O aumento dos teores de matéria seca em silagens é uma das principais razões para o sucesso na redução da produção de efluentes e nas perdas



de matéria seca. A alta capacidade que esse aditivo possui em absorver umidade e alta quantidade de carboidratos solúveis, estimulam o rápido crescimento de BAL, resultando no rápido abaixamento do pH. Além disso, o uso de polpa cítrica reduz a atividade de água e aumenta a pressão osmótica em silagens, tornando o ambiente menos favorável ao crescimento de microrganismos.

Os resultados da estabilidade aeróbia mostraram prolongada estabilidade na silagens de dieta total em comparação com as silagens exclusivas de capim-Elefante (Tabela 3). Nas primeiras 96 de exposição ao ar, silagens exclusivas de capim-Elefante, apresentaram elevação do pH (Figura 2), o que pode ter ocorrido pelo rápido consumo de ácido láctico nessas silagens. Prolongada estabilidade aeróbia em silagens de dieta total tem sido relatado em outros estudos na literatura (NISHINO et al., 2003; WANG, NISHINO; 2008). De maneira geral, o ácido acético produzido por meio do metabolismo de bactérias ácido lácticas heterofermentativas é um dos principais responsáveis pela maior estabilidade aeróbia em silagens (DRIEHUIS et al., 2001; TAYLOR e KUNG, 2002). Quando presente em quantidades satisfatórias, esse composto pode inibir o crescimento de leveduras, microrganismos iniciadores do processo de deterioração (KLEINSCHMIT, KUNG; 2006; WILKSON, DAVES; 2013). No entanto, as concentrações de ácido acético encontradas nesse estudo foram baixas e bastante similar entre as silagens. A presença de outros ácidos não dissociados podem ter contribuído com a maior estabilidade das silagens de dieta total.

Embora as silagens de ração total tenham apresentado maior resistência ao início do processo de deterioração, quando este iniciou, uma maior intensidade de deterioração foi verificada, o que pode ser notado pelas temperaturas mais altas em silagens de ração total durante o contato com o ar (Figura 1). Uma maior população de leveduras na abertura das silagens contendo milho e aquelas contendo milho e melaço, associados a altas quantidade de nutrientes presentes nessas silagens pode ter acelerado o propagação de leveduras e outros microrganismos deterioradores. No processo de deterioração, esses microrganismos metabolizam o ácido láctico presente nas silagem e os carboidratos residuais a ácido acético, CO<sub>2</sub> e água, resultando no aumento do pH, no aumento da temperatura e no crescimento de vários outros microrganismos aeróbios (WOOLFORD et al., 1982).

Com relação ao valor nutricional dessas silagens, teores de MS semelhante ao previamente estabelecido foram encontrados nas silagens de ração total, em consequência da adição de ingredientes de baixa umidade. As diferenças observadas na quantidade de

FDN estão relacionadas a características químicas dos ingredientes utilizados nessas dietas e suas concentrações refletiram diretamente sobre os valores de CNF, permitindo que as silagens contendo milho apresentassem os menores valores de FDN e maiores valores de CNF (Tabela 4). Dietas contendo milho, possuem como principal carboidrato não fibroso o amido e aquelas com polpa cítrica possuem a pectina como principal fonte energética. Na prática, o uso dessas duas fontes energéticas em dietas de animais leiteiros é bastante comum, e os resultados quanto ao desempenho de animais de produção mais baixa também podem ser similares (GHEMAN et al., 2006)

Em animais de alta produção, é comum se observar uma queda no consumo e uma redução da produção de leite em 2 ou 3 kg dia quando o milho é substituído por polpa cítrica (BRODERICK et al., 2002; LEIVA et al., 2001). Contudo, em situações onde a média de produção do rebanho é mais baixa, o volume de produção pode ser mantido, mas a concentração de proteína no leite pode ser reduzida. Embora o crescimento microbiano à base de pectina seja rápido, o potencial de síntese de proteína microbiana a partir desse substrato é menor que o do amido (HALL, HEREJK; 2001). Em situações onde o leite é pago somente por volume total, as dietas com polpa cítrica podem ser opções a serem consideradas, uma vez que o custo dessas dietas foi ligeiramente mais baixo (Tabela 5). Nutricionalmente, opção por milho ou por polpa cítrica vai de encontro com a disponibilidade e o preço desses produtos no mercado.

Quando a opção energética das silagens foi feita pela polpa cítrica, menores concentrações de nitrogênio não proteico foram observados. Menores valores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) também foram encontradas nessas dietas (Tabela 3). Ao que tudo indica, quando esse ingrediente foi utilizado, uma maior fração da proteína verdadeira foi preservada. No silo, a extensão da proteólise é afetada por diversos fatores, como umidade, enzimas, densidade da silagem, pH e presença de microrganismos (ROOKE, HATIFIELD; 2003). Diferentemente da polpa cítrica, o milho adicionado as dietas não permite o crescimento de BAL, uma vez que o amido não é utilizado como substrato (McDONALD, WHITTEMBERG; 1973), e nessas silagens especula-se que o declínio do pH possa ter sido mais lento quando comparadas com as dietas contendo polpa cítrica e isso tenha permitido uma maior extensão de proteólise nas fases iniciais do processo de fermentação. Um rápido declínio do pH limita a extensão da degradação da proteína e reduz a atividade da protease pelas plantas (OWENS et al., 2002). A população de microrganismos também pode ter afetado as taxas de proteólises nessas silagens. As enterobactérias, por exemplo, quando presentes, são microrganismos que competem com

as BAL pelo mesmo substrato no início do processo de fermentação e podem degradar compostos nitrogenados para obtenção de energia (PAHLOW et al., 2003). É possível também que esses microrganismos tenham sido mais ativos no início do processo de fermentação dessas silagens.

A alta concentração de fibra em silagens exclusivas de capim-Elefante refletiram sobre a digestibilidade da MS e da FDN dessas silagens. Em silagens de dietas totais, a presença de carboidratos de rápida degradação, como o amido, a pectina e a sacarose oriundo dos ingredientes utilizados permitiram que maiores valores de digestibilidades fossem observados. Na prática, as altas concentrações de FDN observadas em silagens exclusivas de capim-Elefante, podem limitar o consumo de energia pelos animais, uma vez que a ingestão de MS está positivamente correlacionado com a concentração de FDN (ALEN, 2000).

## **5 CONCLUSÕES**

Todas as dietas completas avaliadas nesse estudo se conservaram de maneira adequada. Quando a polpa cítrica foi ensilada junto aos demais ingredientes, melhores resultados considerando o perfil fermentativo e a redução de efluentes foram observados. O uso do melão não promoveu melhorias sobre os aspectos fermentativos das silagens e a inclusão do farelo de soja não afetou a conservação das silagens quando foi adicionado.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- ALVES, E.B. et al. Effect of canopy height on the nutritive value of elephant grass silage. In: JOINT ANNUAL MEETING. 2016. Salt Lake City. **Proceedings...** Journal Animal Science and Dairy Science, 2016, p. 388.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington: AOAC International, 1990. 1098p.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, p.214-220, 2005.
- BRODERICK, G.A.; MERTENS, D.R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1767-1776, 2002.
- BUXTON, D.R.; O'KIELYP. Preharvest factors affecting ensiling. In: BUXTON D.R.; MUCK R.E.; HARRISON J.H. (Ed) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 199– 250.
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 628–43, 2010.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 330– 343, 2001
- DULPHY, J. P.; VAN OS, M. Control of voluntary intake of precision-chopped silages by ruminants: A review. **Reprod. Nutr. Dev.** v.36, p. 113–135, 1996.
- GERLACH, K. et al. Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. **Small Ruminant Research**, v. 117, p.131-141, 2014.
- GHEMAN, A. M. et al. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. **Journal of dairy science**, v. 89, p. 2659- 2667, 2006.
- HALL, M. B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2486-24893, 2001.

- HALL, M. B.; MERTENS, D. R. Technical note: effect of sample Processing procedures on measurement of starch in corn silage and corn grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n.12, p. 4830-4833, 2008.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1791-1794, 1999.
- KLEINSCHMIT, D. H.; KUNG Jr, L. A Meta-Analysis of the Effects of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn and Grass and Small-Grain Silages. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4005- 4013, 2006.
- KONDO, M. et al. Changes in nutrient composition and *in vitro* ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal Science Food Agriculture**. Impresso. 2015
- KUNG, L., Jr.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 305-360.
- LEIVA, E.; HALL, M.B.; VAN HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2866–2875, 2000.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v. 57, p. 347- 358, 1996.
- LIU, Q. H.; SHAO, T.; BAI, Y. F. The effect of fibrolytic enzyme, *Lactobacillus plantarum* and two food antioxidants on the fermentation quality, alpha-tocopherol and beta-carotene of high moisture napier grass silage ensiled at different temperatures. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 1- 11, 2016.
- MCDONALD, P.; WHITTENBERY, R. The ensilage process. **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. London, v.3, p. 33-60, 1973.
- MORAN, J.P.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T.R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p.162-163.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v71, p. 2992–3002. 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements so dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 450p.
- NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p. 557-563, 2003.

- OWENS, V. N.; ALBRECHT, K. A.; MUCK, R. E. Protein degradation and fermentation characteristics of unwilted red clover and alfalfa silage harvested at various times during the day. **Grass and Forage Science**, v.57, p. 329- 341, 2002.
- PAHLOW, G.; MUCK, R. R.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R.; HARRISON, J. R. (Ed). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31- 93.
- PANDITHARATNE, S. et al. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage of growth, additives and chopping length. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.197-207, 1986.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K. G.; DE OLIVEIRA, A.S. Capineira. In: REIS et al. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2013. p. 607-615.
- PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P.T. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 264-268, 1966.
- RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, p.1751-1760, 2007.
- ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage science and technology**. Madison: ASA, 2003. p.95-140
- SÁ Jr., A. S.; DE CARVALHO, L. G.; DA SILVA, F. F.; DE ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1-2, p. 1–7, 2012.
- SANTOS, R. J. C. et al. Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, v. 10, p. 6- 11, 2013.
- SAS Institute (2004) SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1–5121.
- SPOELSTRA, S. F. Inhibition of Clostridial Growth by Nitrate During the Early Phase of Silage Fermentation. **Journal Science Food Agriculture**, v.34, p. 145-152, 1983.
- SPOELSTRA, S. F. Nitrate in silage. **Grass and Forage Science**, v. 40, n. 1, p. 1–11, 1985.
- STORARI, M.; WÜTHRICH, D.; BRUGGMANN, R.; BERTHOUD, H.; ARIAS-ROTH, E. Draft Genome Sequences of *Clostridium tyrobutyricum* Strains FAM22552 and FAM22553, Isolated from Swiss Semihard Red-Smear Cheese. **Genome announcements**, v. 3, n. 2, p. e00078–15, 2015.

- TABACCO, E. et al. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v. 107, n. 5, p. 1632–41, 2009.
- VANDENBERGHE, L. P. S. et al. Microbial production of citric acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, p. 263–276, 1999.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, oct. 1991.
- VENDRAMINI, J. M. B. et al. Nutritive Value and Fermentation Parameters of Warm-Season Grass Silage. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p. 193- 200, 2010.
- TAYLOR, C. C.; KUNG JUNIOR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal Dairy Science**, v. 85, p. 1526-1532, 2002.
- WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Journal Dairy Science**, v. 91, p.2380-2387, 2008.
- WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, p. 1687-1695, 2013.
- WEINBERG, Z. G. et al. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film - A commercial scale experiment. **Animal Feed Science Technology**, v. 164, p. 125-129, 2011.
- WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, p. 1- 19, 2013.
- WOLFINGER, R.; OCONNELL, M. Generalized linear mixed models - a pseudo-likelihood approach. **Journal of Statistic Computation and Simulation**, New York, v. 48, n. 3-4, p. 233- 243, 1993.
- WOOLFORD, M. K.; BOLSEN, K. K.; PEART, L. A. Studies on the aerobic deterioration of whole-crop cereal silages. **Journal Agriculture Science**, v. 98, p. 529-535, 1982.
- YANG, C. M. J. et al. Fermentation Acids, Aerobic Fungal Growth, and Intake of Napier grass Ensiled with Non fiber Carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.87, p. 630- 636, 2004.



## APÊNDICES E ANEXOS

Tabela 1 – Caracterização química do capim-Elefante e dos ingredientes utilizados como opções de concentrado (%MS)

<b>Item</b>	<b>C. Elefante</b>	<b>Milho</b>	<b>Polpa cítrica</b>	<b>Farelo de soja</b>	<b>Melaço</b>
MS (%)	28,42	91,40	90,02	92,61	89,70
CINZAS (% MS)	6,76	3,40	6,12	2,98	12,29
FDN (%MS)	71,35	21,96	33,71	27,30	-
PB (% MS)	6,46	8,89	6,97	46,20	2,20
EE (% MS)	1,76	2,73	1,78	2,64	0,35

MS- Matéria seca; FDN- Fibra em detergente neutro; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo.