



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES  
CLAROS**

**DOSES DE GLICERINA NA  
ENSILAGEM DE MILHETO EM  
DUAS IDADES DE CORTE**

**SAMANTHA MARIANA MACHADO**

**2017**

**SAMANTHA MARIANA MACHADO**

**DOSES DE GLICERINA NA ENSILAGEM DE MILHETO EM DUAS  
IDADES DE CORTE**

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

**Orientadora:**

**Dr<sup>a</sup>. Eleuza Clarete Junqueira de Sales**

**UNIMONTES  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2017**

Machado, Samantha Mariana

M149d      Doses de glicerina na ensilagem de milho em duas idades de corte [manuscrito]  
/ Samantha Mariana Machado. – 2017.  
51 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Eleuza Clarette Junqueira de Sales.

1. Milho. 2. Silagem. 3. Valor nutritivo. I. Sales, Eleuza Clarette Junqueira de.  
II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.08552

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

**SAMANTHA MARIANA MACHADO**

**DOSES DE GLICERINA NA ENSILAGEM DE MILHETO EM DUAS IDADES DE CORTE**

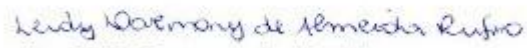
Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 03 de MARÇO de 2017.**

  
Prof. Dra. Eleuza Clarete Junqueira  
Sales  
(Orientadora)

  
Prof. Dr. Dorismar David Alves  
UNIMONTES

  
Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rufino  
UNIMONTES

  
Dra. Leidy Darmony de Almeida  
Rufino  
EPAMIG

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele nada disso seria possível;

Agradeço aos meus pais, Vilson Cardoso Machado e Eliete Ferreira Machado, por todo suporte, carinho e proteção! Sempre se esforçaram ao máximo para prover não apenas meus estudos, mas minha educação para a vida;

A minha irmã Morgana, minhas primas Laudiane, Nayara, Anna Beatriz e meu sobrinho Arthur, por tornarem meus dias melhores, agradeço pelo apoio e torcida;

Obrigada aos meus padrinhos Vânia e Laurimar, que nesses dois anos foram meus pais e abriram as portas da sua casa pra mim;

Aos meus avós maternos, Nair e seu Dedé, que sempre participaram das conquistas dosnetos, sempre com muito amor;

Aos meus avós paternos, Edite e seu Fidel (in memorian), sei que estão felizes com minha conquista e olhando por mim;

À Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio estrutural necessário à realização deste trabalho, em especial ao pesquisador José Avelino Santos Rodrigues.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo;

A minha orientadora, Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pelo profissionalismo e dedicação no ofício de ensinar;

Ao meu co-orientador, Dorismar David Alves, que com sua experiência e presteza sempre se colocou à disposição para ajudar;

Ao Prof. João Paulo, pela paciência e disponibilidade de sempre;

Ao Flávio, brother que sempre se dispôs a ajudar no que fosse preciso;

Aos meus colegas de mestrado, pelo apoio, amizade e bons momentos de descontração, em especial Marielly, que acompanhou de perto meus momentos de “sufoco”;

À UNIMONTES, por me proporcionar a formação em pós-graduação em Zootecnia.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>ii</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>2 - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1 Milheto <i>Pennisetum americanum</i> (L.) Leeke .....	4
2.2 Idade de corte e valor nutritivo .....	6
2.3 Uso de aditivos no processo de ensilagem.....	7
2.3.1 Glicerina na ensilagem.....	8
2.4 Fatores que interferem no processo de ensilagem .....	11
<b>3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>13</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>22</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b>	Resultados produtivos do milho BRS 1502 colhido em Sete Lagoas-MG.....	<b>26</b>
<b>TABELA 2.</b>	Resumo da análise de variância.....	<b>30</b>
<b>TABELA 3.</b>	Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre valores de matéria seca (MS) e potencial hidrogeniônico (pH).....	<b>31</b>
<b>TABELA 4.</b>	Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), % da MS.....	<b>32</b>
<b>TABELA 5.</b>	Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da Matéria seca (DISMS), % da MS.....	<b>34</b>

## RESUMO GERAL

MACHADO, Samantha Mariana. **Doses de glicerina na ensilagem de milho em duas idades de corte.** 2017. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG Brasil.<sup>1</sup>

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de doses de glicerina bruta na ensilagem de milho em duas épocas de corte sobre as perdas fermentativas e o valor nutricional. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2, com cinco níveis de inclusão de glicerina (0, 5, 10, 15 e 20% de inclusão na matéria natural) em duas épocas de corte (70 e 90 dias com quatro repetições). O pH não foi afetado com a inclusão de glicerina ( $P < 0,05$ ), mas entre as idades foi verificado maior valor na idade de 70 dias (3,4). Os teores de matéria seca e extrato etéreo aumentaram linearmente com a inclusão de glicerina ( $P < 0,05$ ). No entanto, os teores de FDN e lignina aumentaram com a idade de corte. A digestibilidade da matéria seca aumentou com a inclusão de glicerina e reduziu com a idade de corte, sendo a maior média verificada na dose de 20% de glicerina na ensilagem de milho colhido com 70 dias (74,3%). A inclusão de 20% de glicerina na ensilagem de milho colhido com 90 dias melhora o valor nutricional da silagem.

**Palavras-chave:** Valor nutricional, silagem, perfil fermentativo, nutrientes digestíveis totais.

---

<sup>1</sup>**Comitê Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Dorismar David Alves – DCA/UNIMONTES (co-orientador).



## GENERAL ABSTRACT

MACHADO, Samantha Mariana. **Doses of glycerin in millet silage at two cutting ages.** 2017. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG Brasil.<sup>2</sup>

The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin doses on millet silage at two cutting times on fermentative losses and nutritional value. A completely randomized design in a 5x2 factorial scheme, with five inclusion levels of glycerin (0, 5, 10, 15 and 20% inclusion in the natural matter) was used in two cutting times (70 and 90 days with four replicates). PH was not affected by the inclusion of glycerin ( $P < 0.05$ ), but a higher value was verified between the ages of 70 days (3.4). The dry matter and ethereal extract increased linearly with the addition of The digestibility of the dry matter increased with the inclusion of glycerin and reduced with the age of cut, being the highest average verified in the glycerin ( $P < 0.05$ ). The inclusion of 20% of glycerin in millet silage harvested with 90 days improves the nutritional value of the silage.

**Keywords:** Nutritional value, silage, fermentative profile, total digestible nutrients.

---

<sup>2</sup>**Guidance Committee:** Prof<sup>a</sup>. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - DCA / UNIMONTES (advisor); Prof. Dorismar David Alves - DCA / UNIMONTES (Co-advisor).

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Em um cenário global, o Brasil se destaca como segundo maior exportador de carne para mais de 140 países. Possui aproximadamente 209,13 milhões de bovinos, sendo este o maior rebanho comercial do mundo (USDA, 2016; ABIEC, 2016). O agronegócio brasileiro é tão importante que participa com 30% do produto interno bruto total do país (ABIEC, 2016). Mesmo assim, muitas melhorias devem ser realizadas frente à demanda mundial no futuro. A organização das Nações Unidas (ONU, 2016) prevê crescimento global da população humana para os próximos 30 anos atingindo patamares na ordem de 9,7 bilhões de pessoas. Isso implicará em aumentos de 32% na produção de alimentos. Dessa forma, os produtores têm o grande desafio de melhorar os sistemas atuais de produção animal.

Com base no contexto e partindo da premissa que o Brasil tem como fonte mais barata de produção de ruminantes a utilização forragens como principal fonte de nutrientes, estudos relataram que o efeito da estacionalidade e maturidade fisiológica das forrageiras é um limitante para o desempenho dos animais ao longo do ano (DETAMAN *et al.*, 2014; MONÇÃO *et al.*, 2016). Dessa forma, a utilização de estratégias de conservação de forragens na forma de feno e/ou silagem é uma alternativa para garantir o suprimento de nutrientes para os animais.

Várias culturas podem ser utilizadas para sua produção, sendo as culturas do milho e sorgo as mais tradicionais, no entanto, tem-se a necessidade de estudar novas opções forrageiras, produtivas e que possam produzir silagem de qualidade, devido às diferentes condições edafoclimáticas do território nacional e a competição dos grãos de algumas culturas na alimentação humana (AMER & MUSTAFÁ, 2010).

Dentre várias espécies de forrageiras utilizadas na produção de silagem,

o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake) surge como opção, pois vem crescendo no agronegócio brasileiro, principalmente nos sistemas de produção de leite e carne (AMER & MUSTAFÁ, 2010; USDA, 2014).

Apesar de o conteúdo energético ser inferior às silagens convencionais, a qualidade e teor protéico da silagem de milheto tem sido um diferencial. A produtividade da cultura no período de safrinha e o elevado valor nutritivo da silagem fazem com que o milheto possa ser indicado como uma alternativa viável de volumoso para os produtores de leite e carne.

Todavia, lacunas ainda existem quanto à idade de corte, pois é sabível que esta afeta diretamente a produção, o valor nutricional e consumo da silagem obtida que definem os níveis de produtividades a serem obtidos e conseqüentemente, os resultados econômicos. Sendo assim, mecanismos para determinação desse ponto de colheita são importantes na confecção de silagem de milheto, visto que a antecipação da colheita é atrativa para liberação da área e plantio da cultura de interesse.

A determinação do momento ideal de colheita é o ponto crítico para se obter silagem com características adequadas ao processo fermentativo.

Apesar da silagem de milheto possuir parâmetros qualitativos semelhantes a milho e sorgo, aditivos podem ser utilizados com intuito de melhorar a qualidade do material ensilado e também o perfil fermentativo, diminuindo perdas de nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis.

A utilização de subprodutos do biodiesel como glicerina e de tortas tem sido utilizadas na alimentação animal, podendo ser acrescentada na dieta como fonte energética e também elevar o teor de matéria seca (MS) em silagens de forrageiras com alta umidade (NEIVA JÚNIOR *et al.*, 2010). O crescente aumento da inclusão de biodiesel ao óleo diesel torna a glicerina um ingrediente com potencial para utilização na alimentação animal visto o acúmulo desse subproduto nas usinas.

A glicerina bruta tem atributos importantes como alta energia disponível, sabor adocicado e disponibilidade, podendo ser acrescentada a farelos protéicos para equilibrar rações de aves, suínos e ruminantes. Trabalhos de pesquisa recentes têm-se evidenciado que a glicerina bruta pode ser utilizada como ingrediente energético de rações, sem afetar sensivelmente o desempenho e as características da carcaça e da carne. Pode ser utilizada como uma fonte energética alternativa na alimentação animal, especialmente para ruminantes, onde o glicerol pode ser disponibilizado diretamente para produção de ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos no rúmen para obtenção de energia. Deste modo, a glicerina pode ser introduzida na formulação de rações animais, reduzindo a pressão sobre os cereais disponibilizando-os para a alimentação humana (RODRIGUES & RONDINA, 2013; SAN VITO *et al.*, 2016).

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Milheto *Pennisetum americanum* (L.) Leeke

Cultura originária da África, pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, gênero *Pennisetum* (BRUKEN, 1977). Em termos hídricos, possui uma maior eficiência no uso da água, utilizando 70% da água consumida pelo milho para produzir a mesma quantidade de matéria seca, porém, apresenta 85% do seu valor energético (TABOSA *et al.*, 1999).

No Brasil, a cultura do milheto ainda se encontra em crescimento (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003), mas em alguns países como Índia e Nigéria, o cultivo é intenso, sendo considerado o sexto cereal mais plantado no mundo, com produção de 26 milhões de toneladas (LYON, 2008; FAO, 2013). Isso mostra que pesquisas foram realizadas em outros países, demonstrando o potencial do uso na forma de silagem ou grãos para alimentação de ruminantes (AMER & MUSTAFA, 2010; ZHU, 2014; SINGH E ADEDEJI, 2017). Mesmo assim, existem controvérsias quanto à qualidade dessas silagens (FISHER & BURNS, 1987; JASTER *et al.*, 1985).

O milheto possui uma excelente adaptabilidade no semiárido por ser uma gramínea tropical de fácil implantação e manejo, responde bem em diferentes condições de clima e solo, elevado valor nutritivo, ciclo curto, além de persistir em períodos de déficit hídrico e temperaturas altas (AMARAL *et al.* 2008; SALEH *et al.*, 2013). Possui boa capacidade de extração de nutrientes e água devido ao seu sistema radicular profundo, tem crescimento ereto, apresenta excelente produção de perfilhos e vigorosa rebrota. Seu colmo é capaz de superar 3m de altura, podendo atingir 1,5m entre 50 e 55 dias após a emergência (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

Em cultivo de safrinha a produção média do milheto é de 6 a 10 t MS ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>, quando cultivada no início da estação chuvosa pode chegar até 20 t MS ha<sup>-1</sup>. Dependendo do clima, a produtividade de matéria seca (MS) do milho é de 3 a 20 t MS ha<sup>-1</sup>, da fertilidade do solo e da cultivar, valores médios de produtividade 7 a 10 t MS ha<sup>-1</sup> (BOGDAN, 1977). Avaliando doses de nitrogênio, Heringer & Moojen (2002) relatam valores para produções totais de 8,86t MS ha<sup>-1</sup> a 17,40t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para os níveis 0 e 450 kg de N ha<sup>-1</sup>. Suzuki & Alves (2006), avaliando a produção de massa para cobertura em plantio direto, verificaram produção de matéria seca para o milho de 11,83t de MS ha<sup>-1</sup>.

Em plantio de safrinha, devido a sua rusticidade e adaptação a plantios de fim de verão ou princípio de outono, o milho é considerado uma cultura de grande potencial para plantios em sucessão ou safrinha, após a cultura de soja ou milho, o milho vem sendo cultivado apenas no resíduo de adubação dessas culturas, com produção bastante satisfatória no Brasil central. Aliado a isso, as condições edafoclimáticas e o menor custo de implantação, quando comparada às culturas convencionais, nesse período, favorece o cultivo do milho no Brasil.

Vale ressaltar que é muito apreciado pelos bovinos, nutritivo e não possuem fatores antinutricionais como os cianogênicos (PINHO *et al.*, 2013), pode ser utilizado em substituição do milho e farelo de algodão no concentrado da dieta de novilhos em confinamento (BERGAMASCHINE *et al.*, 2011), para pastejo direto de vacas em leiteiras (MEZZALIRA *et al.*, 2013) e também para produção de grãos destinada à fabricação de rações para monogástricos em substituição ao grão de milho nas rações de poedeiras comerciais (CAFÉ *et al.*, 1999), de suínos em crescimento e terminação (BATONON-ALAVO *et al.*, 2016) e também na elaboração de rações para alevinos de tilápia-do-nylo (BOSCOLO *et al.*, 2010).

## 2.2 Idade de corte e valor nutritivo

Segundo Guimarães *et al.* (2014), comparando milho com milheto, a idade de colheita tem relação direta com a produtividade, a qualidade e consumo da silagem obtida determinam os níveis de produtividades a serem alcançados e consequentemente os resultados econômicos, dessa forma, mecanismos para determinação desse ponto de colheita são importantes na confecção de silagem de milheto. A determinação do momento ideal de colheita é o ponto crítico para se obter silagem com elevado valor nutritivo e adequado teor de matéria seca, a fim de favorecer o processo fermentativo (COSTA *et al.*, 2012; GUIMARÃES *et al.*, 2014). A qualidade nutricional das forrageiras é muito variável, não apenas entre gêneros, espécies ou cultivares, mas também, de acordo com as diferentes partes da planta, com o estágio de crescimento, com a fertilidade do solo e adubações praticadas, além das condições climáticas e meteorológicas locais.

Diversos parâmetros são estabelecidos a fim de avaliar a qualidade nutricional de silagens, como teor de matéria seca, potencial hidrogeniônico, nitrogênio amoniacal, perdas por gases e efluentes, composição bromatológica. Estes são critérios que definem o valor nutricional da silagem que juntamente com a qualidade da forragem influenciam diretamente a produção animal. McDonald & Henderson (1991) citam que os valores de matéria seca devem ser maiores que 25% para evitar maiores perdas por efluentes.

Ainda de acordo com Costa *et al.* (2012), o perfil bromatológico e a digestibilidade da silagem muitas vezes podem alterar sob influência da cultivar, devido às diferenças na participação de colmo, folha e panícula, do estágio de maturação da cultura, práticas agrônomicas como a adubação, aditivos, altura de corte (GUIMARÃES *et al.*, 2014). Visto que, cortes em idades superiores ou em maiores alturas, por exemplo, tendem a imprimir maior participação de grãos,

mesmo assim, os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina podem aumentar (AMARAL *et al.*, 2008; LEÃO *et al.*, 2012).

Costa *et al.* (2012) verificaram que a partir de avaliações das características produtivas, composição morfológica, do teor de matéria seca (MS), dos componentes da planta, das perdas fermentativas e da composição química da silagem, a melhor idade de corte seria com 57 dias após a semeadura, para ensilar o milheto. Esses mesmos autores verificaram o valor nutricional da planta inteira de milheto e observaram teores de matéria seca (MS) variando 25,32% a 37,12%; proteína bruta (PB) de 13,12% a 9%; nutrientes digestíveis totais (NDT) 61,46% a 72,85 %, nos cortes realizados entre 57 e 73 dias. A maior produtividade de milheto é em média 14,69 t ha<sup>-1</sup> de MS comparado a onze cultivares de milho que apresentaram médias superiores à do milheto, em estudo realizado por Caetano *et al.* (2011).

De acordo com Valadares Filho *et al.* (2006) a silagem de milheto possui, em média, 26,28% de MS, 8,04% de PB, 3,28% de extrato etéreo (EE), 73,04% de FDN, 38,25% de FDA, 4,26% de lignina e 60,23% de NDT.

### **2.3 Uso de aditivos no processo de ensilagem**

Os aditivos podem ser utilizados para diversas finalidades durante a ensilagem, sendo verificado como melhorador do perfil fermentativo (GANDRA *et al.*, 2016 ab; RABELO *et al.*, 2017). Outros são utilizados como sequestrador de umidade para ajustar o teor de MS (OLIVEIRA *et al.*, 2014) e melhorar a fermentação (DIAS *et al.*, 2014). Na maioria das vezes, os aditivos tem finalidade específica, não implicando que o aditivo que melhora o perfil fermentativo vai modificar o desempenho dos animais ou valor nutricional.

Os aditivos sequestradores de umidade são muito utilizados quando a



forrageira não apresenta condições ideais para ser ensilada, seja pelo baixo teor de MS ou baixo teor de carboidratos solúveis e elevada capacidade tampão (CATTANI *et al.*, 2008). Possuem dois principais propósitos na silagem: favorecer a conservação influenciando o processo fermentativo e melhora do valor nutritivo. São diversas as opções de aditivos que podem ser usados na ensilagem, entre os principais incluem inoculantes bacterianos, enzimas e químicos (SIQUEIRA, 2013).

Quando o foco é aumento dos teores de carboidratos solúveis, os aditivos mais utilizados são: polpa cítrica, milho moído, subprodutos e coprodutos agroindustriais e melaço. Algumas pesquisas já evidenciam que a glicerina bruta pode ser um aditivo promissor, podendo enriquecer a densidade energética da silagem e inibir a atividade metabólica de alguns microrganismos prejudiciais à conservação e à qualidade da forragem (KASS *et al.*, 2012; DIAS *et al.* 2014; MONÇÃO *et al.*, 2016abc).

### **2.3.1 Glicerina na ensilagem**

Em função do aumento na demanda desse biocombustível, surge a necessidade de estudos para novas aplicações desse coproduto, o qual, se descartado ao meio ambiente, pode ter alto impacto ambiental (ANTUNES *et al.*, 2011). A palavra glicerina é sinônimo de glicerol. Trata-se de um trihidroxipropano (1,2,3-propanotriol), pertencente à função álcool com três hidroxilas, de estrutura química  $C_3H_8O_3$ .

De acordo com Jobim *et al.* (2008), uma maneira de melhorar o valor nutricional da silagem é através do uso de aditivos, tais como a glicerina que podem contribuir para a conservação e qualidade nutricional das silagens.

Krempser *et al.* (2011), ao avaliarem silagem de milho com glicerina, relataram que houve redução de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de

vários microrganismos, e Oliveira *et al.* (2011) observaram que aumentou a estabilidade aeróbia na silagem de milho com glicerina. Também, Kass *et al.* (2012), trabalhando com silagem de gramíneas e glicerina bruta (76% de glicerol), observaram que houve redução na produção de etanol e maior estabilidade aeróbia das silagens.

Dias *et al.* (2014), avaliando a inclusão de glicerina bruta (0, 10, 20, 30 e 40 g/kg) na ensilagem da cana-de-açúcar e seus efeito na composição bromatológica, verificaram aumento linear crescente no teor de matéria seca, o que foi explicado pelos autores, pela densidade da glicerina e suas propriedades higroscópicas, o que permitiu a ligação com as moléculas de água do material ensilado, aumentando assim a massa seca do material ensilado. Com relação à proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), esses mesmos autores observaram redução no conteúdo de PB, e aumentos progressivos nos teores de EE conforme aumento da inclusão de glicerina, que foi justificado pela composição de EE da glicerina (10,8%) também verificada nas pesquisas de Monção *et al.* (2016abc) utilizando diferentes gramíneas tropicais.

Segundo Monção *et al.* (2016a), a adição de glicerina no início do processo de ensilagem de gramíneas com baixo teor de MS, reduz perdas por efluentes gases da massa ensilada, não altera os valores de pH e melhora o valor nutricional da silagem por meio do incremento da densidade energética devido ao elevado teor de extrato etéreo (EE) da glicerina. Os autores ainda verificaram que a glicerina aumenta o teor de MS da massa ensilada e dilui os teores de proteína e da fração fibrosa. Em outro estudo, Monção *et al.*, (2016 c) verificaram que mesmo aumentando o teor de EE da silagem (até 15% de inclusão de glicerina na MN), a degradabilidade efetiva no rúmen da MS aumentou 42%. Em com silagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) colhido com 120 dias de idade para ensilagem, Monção *et al.*, (2016 d) verificaram que a inclusão de até 20% de glicerina na matéria natural não afetou os teores de FDN,

FDA e carboidratos totais, mas aumentou 63% o teor de EE. Os autores ainda mencionaram que a inclusão de glicerina não modificou os valores de pH da silagem, mantendo abaixo de 4,2.

Martins *et al.* (2014) em estudo sobre a adição de glicerol (0, 15, 30 e 45%) sobre as características químicas e fermentativas de silagem de milho, observaram redução no teor de PB, FDN e FDA da silagem de milho, que provavelmente foi influenciado pela composição da glicerina, que não tem substâncias nitrogenadas, nem fibrosas, exercendo, assim, efeito de diluição. Além disso, esses autores também relataram que a inclusão da glicerina nesse estudo não influenciou o pH da silagem de milho, demonstrando assim, que a glicerina não interfere nas características fermentativas da silagem de milho. Todavia, a escolha de um determinado nível de glicerina levará em consideração o custo de aquisição, disponibilidade do subproduto ou a restrição do consumo conforme verificado por Lage *et al.* (2014).

Oliveira *et al.* (2013) avaliaram inclusão de glicerina bruta (0, 5, 10 e 15%) sobre as frações de carboidratos de silagem de milho relataram resposta linear positiva para os teores de CNF, (açúcares solúveis) e resposta linear negativa das frações de carboidratos B2 e C (Carboidratos de lenta degradação e componentes insolúveis) em função dos níveis de adição da glicerina. De acordo com esses autores, o aumento do teor de CNF e, conseqüente, redução das frações C e B2 de carboidratos podem proporcionar maior consumo de nutrientes, haja vista que as frações C e B2 estão diretamente associadas ao consumo de matéria seca, sendo apontadas como limitantes, por exercerem efeito físico de enchimento ruminal. Além disso, a disponibilidade de CNF permite um maior aporte de ácido láctico em silagens, já que esses compostos são fermentados rapidamente pelas bactérias, contribuindo então para redução do pH.

## 2.4 Fatores que interferem no processo de ensilagem

O conteúdo de matéria seca (MS) está diretamente ligada a uma boa fermentação, onde vai depender da quantidade de carboidratos prontamente fermentáveis e do poder tampão, presentes na forragem. Fatores como a composição quantitativa e qualitativa da microflora e nitrato também influenciam a qualidade da silagem, mas em menor proporção (LARA *et al.*, 2015).

É imprescindível para uma rápida queda do pH, que exista no ambiente quantidade suficiente de carboidratos solúveis a serem fermentados pelas bactérias, e que o poder tampão não seja capaz de impedir a redução do pH aos níveis desejados. A capacidade tampão em plantas forrageiras é determinada como a resistência que a massa de forragem apresenta a redução do pH (JOBIM *et al.* 2007). De acordo com Pereira *et al.* (2002), toda forrageira dependendo do estágio vegetativo, apresenta capacidades individuais de resistência à alteração do pH durante o processo fermentativo.

Vários são os fatores que interferem no nível de carboidrato na forragem a ser ensilada, como a radiação solar no dia de corte, o horário de corte, extensão do período de emurchecimento, exposição á chuva no campo, compactação da forragem e fechamento do silo (AMARAL *et al.*, 2008).

A contaminação por microrganismos epífitas benéficos ou não é comum em forrageiras, onde o desenvolvimento de cada espécie dependerá das condições do meio ambiente. No processo de confecção da silagem, a presença ou ausência de oxigênio no interior do silo determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de micro-organismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. A formação de produtos de maior ou menor importância para a conservação e qualidade da silagem, dependerá da ação dos diferentes grupos de micro-organismos (REIS *et al.*, 2003). Organismos

aeróbios aumentam na silagem durante as fases iniciais da fermentação. Estes organismos, respirando aumentam a temperatura no interior do silo e por esta razão deve-se eliminar o máximo de ar possível durante o enchimento e compactação, de modo que a forragem reduza a taxa respiratória, caso contrário irá consumir maior quantidade de hidratos de carbono, que deve estar disponível como substrato para a fermentação e como a energia assimilada pelos animais. Quando o ar desaparece, começam a crescer os microrganismos anaeróbicos, produzindo ácido acético, o que provoca uma diminuição do pH da silagem. Ao mesmo tempo, começam a crescer as bactérias formadoras de ácidos lácticos, que dominaram o processo de fermentação da silagem. Essas bactérias causam uma queda brusca no pH da silagem suficiente para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis conservando a forragem (GANDRA *et al.*, 2016a).

Na conservação da massa ensilada, o principal grupo de microrganismos que atuam no processo fermentativo são as bactérias ácido lácticas, principalmente, os gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*. A utilização dos açúcares pelas bactérias ácido lácticas promove pequena variação na qualidade da forragem. A maioria fermentam somente mono e dissacarídeos. Entretanto, há evidências da hidrólise, por enzimas da planta, de amido e de hemicelulose, fornecendo hexoses e pentoses para a fermentação. Nesse caso, a medida dos carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação láctica (LARA *et al.*, 2015).

### 3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P. N. C. do; EVANGELISTA, A. R.; SALVADOR, F. M. PINTO, J. P. Produção e qualidade da silagem de três cultivares de milho. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008.

AMER, S.; MUSTAFA, A. F. Effects of feeding pearl millet silage on milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 12, p. 5921-5925, 2010.

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p.9-13, jul. 1986.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC) – Perfil da Pecuária no Brasil - **Relatório Anual 2016**. Disponível em <http://www.abiec.com.br/>. Acessado em 20 de Novembro de 2016.

BASTOS, A. O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; OLIVEIRA, G. C. D.; FRAGA, A. L.; SARTORI, I. M. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de milho (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Brown) grão na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 98-103, 2006.

BATONON-ALAVO, D.I.; BASTIANELLI, D.; LESCOAT, P.; WEBER, G. M.; UMAR FARUK, M. Simultaneous inclusion of sorghum and cottonseed meal or millet in broiler diets: effects on performance and nutrient digestibility. **Animal**, v.10, n. 7, pp. 1118-1128, 2016.

BERGAMASCHINE, A. F.; FREITAS, R. V. L.; VALÉRIO FILHO, W. V.; BASTOS, J. F. P.; MELLO, S. Q. S.; CAMPOS, Z. R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milho no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.154-159, 2011.

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants**. 1.ed. London: Longman

Group Limited, 475 p, 1977.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHEM, A. M. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p. 3066-3083, 1992.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F. Millet perls inclusion on feeding of Nile tilapia fingerlings on the basis of digestible protein and energy. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p. 950-954, 2010.

CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E;RÊGO A.C.;RENNÓ F.P.;CARVALHO M.V. Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.1, p12-19, 2011.

CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; MOGYCA, N. S.; FRANÇA, A. F. S.; ROCHA, F. R. T. Milheto-grão (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) como substituto do milho em rações para poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 2, p. 171-176, 1999.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CATTANI P.; BRAGACHINI M.; PEIRETTI J. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. **INTA - PRECOP II Manual técnico**, p. 207-229, 2008.

COSTA, K.A.P.; GUERRA FILHO, I.A.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; CRUVINEL, W.S.; EPIFÂNIO, P.S.; GOUVEIA, R.R. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1189-1198, 2012.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed

tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.

DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; BLAN, L.R.; GOMES, E.N.O.; SOARES, C.M.; LEAL, E.S.; NOGUEIRA, E.; COELHO, E.M. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1874-1882, 2014.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C. Quality analysis of summer-annual forages. II Effects of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, v. 79, n. 2, p. 242-248, 1987.

GANDRA, J. R.; MINGOTI, R. D.; BARLETTA, R. V.; TAKIYA, C. S.; VERDURICO, L. C.; FREITAS, J. E.; PAIVA, P. G.; JESUS, E. F.; CALOMENI, G. D.; RENNÓ, F. P. Effects of flaxseed, raw soybeans and calcium salts of fatty acids on apparent total tract digestibility, energy balance and milk fatty acid profile of transition cows. **Animal**, Cambridge, v. 10, p. 1303-1310, 2016.

GANDRA, J.R.; OLIVEIRA, E. R.; GANDRA, E.R.S. ; TAKIYA, C.S. ; GOES, R.H.T.B; OLIVEIRA, K.M.P; SILVEIRA, K.A.; ARAKI, H.M.C.; ORBACH, N.D.; VASQUEZ, D.N. Inoculation of alone or with and total losses, aerobic stability, and microbiological quality of sunflower silage. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, p. 609-614, 2016.

GUIMARÃES, K.C.; COSTA, K.A.P.; PALUDO, A.; SANTOS, N.F.; ROSSI, R.M.; CRUVINEL, W.S. Protein fraction, degradability and digestibility of pearl millet silage at different cutting ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 33-39, Jan.-Mar., 2014.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.35-56, 1991.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Productive potential, structure changes and quality of pearl millet under different nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 875-882, 2002.

HONIG, H.; WOOLFORD, M.K. Changes in silage exposure to air. In: FORAGE CONSERVATION IN THE 80's, 1979, Brighton. Proceeding...



**Oxford: British Grassland Society.** p.76-87. 1980.

JASTER, E.H.; FISHER, C.M.; MILLER, D.A. Nutritive value of oatlage, barley/pea, pea, oat/pea, pearl millet, and sorghum as silage ground under a double cropping forage system for dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 11, p. 2914-2921, 1985.

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

JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L.; MACEDO, F.A.F.de; BRANCO, A.F. Silagens de grãos de milho puro e com adição de grãos de soja, de girassol ou ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.5, p.649-656, 2008.

KASS, M.; OLT, A.; KALDMÄE, H.; KOKK, K.; SONGISEPP, E.; OTS, M. Effects of crude glycerol addition on silage fermentation. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE HAMEENLINNA. **Proceedings...** Hämeenlinna: 2 - 4 July, p. 394-395. 2012.

KITESSA S.; FLINN P.C.; IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the *in vivo* digestibility of feeds in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p. 825-841, 1999.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 478p.; 1948.

KREMPSER, P.M.; LOPES, R.P.X.; RIBEIRO, M.T.; LIMA, J.C.F.; OLIVEIRA, J. S.; CARNEIRO, J.C. Microbiological evaluation of aerobic stability of corn silage with increasing levels of glycerin. In: ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. (Ed.). II International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2011. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p.65-83.

LAGE, J. F.; BERCHIELLI, T. T.; VITO, E. S.; SILVA, R.A.; REIS, R. A.; RIBEIRO, A. F.; DALLANTONIA, E.E.; SIMONETTI, L. R.; DELEVATTI, L. M.; Machado, M. . Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, v. 96, p. 1158-1164, 2014.

LARA, E. C., BASSO, F. C., ASSIS, F. B., SOUZA, F. A., BERCHIELLI, T. T., & REIS, R. A. (2015). Changes in the nutritive value and aerobic stability of corn silages inoculated with *Bacillus subtilis* alone or combined with *Lactobacillus plantarum*. **Animal Production Science**, 56, 1867–1874.

LIMA, M.L.M. Primeiro curso de tecnologia de produção de silagem de gramínea tropical. Aditivos bacterianos enzimáticos. USP, ESALQ, Piracicaba, p.26. 2000.

LYON, D. J. (2008). Producing and marketing proso millet in the great plains. Olayinka, O. O., Adebowale, K. O., Olu-Owolabi, B. I. (2008). Effect of heatmoisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. **Food Hydrocolloids**, 22, 225 e 230.

MARTINS, A.S.; OLIVEIRA, J.R.; LEDERER M.L.; MOLLETA, J.L.; GALETTO, S.L.; PEDROSA, V.B. Glycerol inclusion levels in corn and sunflower silages. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.5, p.497-505, 2014.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley & Sons, 218p. 1991.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Songs. 226p. 1981.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; AMARAL, M. F.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K.; GONÇALVES, E. N.; GENRO, T. C. M.; SILVA, R. W. S. M. Rotational grazing management in a tropical pasture to maximize the dairy cow's herbage intake rate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 3, p. 833-840, 2013.

MONÇÃO, F. P.; BRANT L.; RIGUEIRA J. P. S.; DE SALES E.C. J.; PIRES D. A. A.; ALVES D. D.; JÚNIOR V. R.; SILVA N.C. Chemical composition and fermentative losses of sugarcane silage treated with crude glycerin. In. Proceeding: **International Meeting of Advances in Animal Science**, Jaboticabal, Brazil.v.1, 2016b.

MONÇÃO, F.P.; OLIVEIRA, E.R.; GABRIEL, A.M.A.; NASCIMENTO, F.A.; PEDROSO, F.W; FREITAS, L.L. Nutritional parameters of leaf blade from different tropical forages, **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, abr./jun.,

p. 185-193, 2016.

MONÇÃO, F. P.; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J.; PEREIRA C. F. N.; PIRES D.A. A.; ALVES D. D.; DOS REIS S.T.; OLIVEIRA E. R. Ruminant degradation of dry matter and the fibrous fraction of elephant grass silage with different levels of crude glycerin. In. Proceeding: **International Meeting of Advances in Animal Science**, Jaboticabal, Brazil v.1, 2016c.

MONÇÃO, F. P.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J.; PIRES D.A.A.; ALVES D.D.; JÚNIOR V.R.R.; REIS S.T.; BRANT L. Nutritional value and Fermentative profile of Tifton 85 grass silage under levels of crude glycerine. In. Proceeding: **53° International Meeting of Animal Science (SBZ)**, Gramado, Brazil.

MONÇÃO, F.P.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J. de; PIRES, D.A.A.; ALVES, D.D.; ROCHA JUNIOR, V.R.; REIS, S.T.; OLIVEIRA, E.R. Nutritional value and Fermentative profile of elephant grass silage under levels of crude glycerine. In. Proceeding: **International Meeting of Advances in Animal Science**, Jaboticabal, Brazil. v.1, 2016a.

NEIVA JUNIOR, A.P.; SILVA FILHO, J. C.; VAN CLEEF E. H. C. B.; PINTO J. C.; ABDALLA A. L.; TAVARES V. B. Avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com nabo forrageiro, pinhão manso e tremoço, pela técnica de produção de gases. **Ciência e Agrotécologia**, v.4, n.4, p. 1024-1030, julh/ago.2010.

NETO, A. S. (eds.). FORAGE QUALITY AND CONSERVATION. 2., 2011, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: 2011.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, V.L.; GABRIEL, A.M.A.; GOES R.H.T.B.T.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1543, 2014.

OLIVEIRA, J. S.; LOPES, R. P. X.; RIBEIRO, M. T.; LIMA, J. C. F.; KREMPSE, P. M.; CARNEIRO, J. C. 2011. Temperature evaluation on aerobic stability of corn silage with increasing levels of glycerin. In: ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G.; NETO, A. S. (eds.). FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: 2011.

OLIVEIRA, J.S.; FRANÇA, A.B.; MADEIRA, A.S.; LOPES, F.C.F.; MORENZ, M.J.F.; **Frações de carboidratos da silagem de milho com adição de glicerina bruta.** 2013. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/congresso2013/anais/artigos/producao/709.pdf>> Acessado em: 25 de Setembro de 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) - **Novo estudo da ONU indica que mundo terá 11 bilhões de habitantes em 2100.** Disponível em <https://nacoesunidas.org/novo-estudo-da-onu-indica-que-mundo-tera-11-bilhoes-de-habitantes-em-2100/>. Acessado em 20 de Novembro de 2016.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. da S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da Cultura do Milheto.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 29).

PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D.; SILVA, A.V. Inoculantes bacterianos e enzimáticos para silagem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO ESTRATEGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda, p373-406.2002.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G. P.; SILVA G.G.P.; SILVA A.P.G.; CAMPOS T.C.; MACEDO S.F.E.; OLIVEIRA C.H. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.850-856,2013.

PITT, R.E.; SHAVER, R.D. Processes in preservation of hay and silage. In: DAIRY FEEDING SYSTEMS SIMPOSIUM, Harrisburg, Pennsylvania. **Proceedings...** Harrisburg: NARES, p.72-87. 1990.

POSSENTI, R.A.; FERRARI JUNIOR.E.; BUENO, M.S.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos de silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.

RABELO, C. H. S.; BASSO, F. C.; LARA, E. C.; JORGE, L. G. O.; HÄRTER, C. J.; MARI, L. J.; REIS, R. A. Effects of *Lactobacillus buchneri* as a silage inoculant or probiotic on in vitro organic matter digestibility, gas production, and fermentation end products of corn silage. **Grass and Forage Science**, v. 71,

p. 1-11, 2017.

REIS, R. A. Conservação de Forragens como Estratégia para Otimizar o Manejo de Pastagens. In: **Anais... ZOOTEC 2001**. Goiânia: Sebrae, 213 p. 2001.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; MOREIRA, A.L. **Volúmosos na produção de ruminantes**. Valor alimentícios de forragens. 1.ed, Jaboticabal: Editora Funep, 264p. 2003.

RODRIGUES, F. V.; RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, p.91-99, 2013.

RUPPEL, K.A.; PITT, R.E.; CHASE, L.E.; GALTON, D.M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.141-153, 1995.

SALEH, A. S.; ZHANG, Q.; CHEN, J.; SHEN, Q. (2013). Millet grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 12, 281 e 295.

SAN VITO, E.; MESSANA, J.D.; CASTAGNINO, P.S.; GRANJA-SALCEDO, Y.T.; DALLANTONIA, E.E.; BERCHIELLI, T.T. Effect of crude glycerine in supplement on the intake, rumen fermentation, and microbial profile of Nellore steers grazing tropical grass. **Livestock Science**, v.192, p. 17–24, 2016.

SINGH, M.; ADEDEJI, A.A. Characterization of hydrothermal and acid modified proso millet starch, **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, n. 1, p. 21-26, 2017.

SNIFFEN, C.J; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.;FOX D.G.;RUSSELL J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Cover crops biomass on different crop sequences and tillage systems. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 121-127, 2006.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. M. B.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO NETO, A. D. de; SIMPLICIO, J. B.; LIRA, M. de A.; MACIEL, G. A.; GALINDO, F. A. T. Perspectivas do milheto no Brasil: Região Nordeste. In: workshop internacional de milheto, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, p.169-185, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA Jr., V. R. CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFVIZO, 329p. 2006.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p. 1985.

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, 1991.

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. In: Symposium: energy availability. **Journal of Dairy Science**, 81:830-839. 1998.

ZHU, F. (2014). Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch. **Food Research International**, 64, 200 e 211.

## DOSES DE GLICERINA NA ENSILAGEM DE MILHETO EM DUAS IDADES DE CORTE

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de doses de glicerina bruta na ensilagem de milho em duas épocas de corte sobre as perdas fermentativas e o valor nutricional. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2, com cinco níveis de inclusão de glicerina (0, 5, 10, 15 e 20% de inclusão na matéria natural) em duas épocas de corte (70 e 90 dias) com quatro repetições. O pH não foi afetado com a inclusão de glicerina ( $P < 0,05$ ), mas entre as idades foi verificado maior valor na idade de 70 dias (3,4). Os teores de matéria seca e extrato etéreo aumentaram linearmente com a inclusão de glicerina ( $P < 0,05$ ). No entanto, os teores de FDN e lignina aumentaram com a idade de corte. A digestibilidade *in situ* da matéria seca aumentou com a inclusão de glicerina e reduziu com a idade de corte, sendo a maior média verificada na dose de 20% de glicerina na ensilagem de milho colhido com 70 dias (74,3%). A inclusão de 20% de glicerina na ensilagem de milho colhido com 90 dias melhora o valor nutricional da silagem.

**Palavras-chave:** valor nutricional, silagem, perfil fermentativo, nutrientes digestíveis totais.

## DOSES OF GLYCERIN IN MILLET SILAGE AT TWO CUTTING AGES

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin doses on millet silage at two cutting times on fermentative losses and nutritional value. A completely randomized design in a 5x2 factorial scheme, with five inclusion levels of glycerin (0, 5, 10, 15 and 20% inclusion in natural matter) was used in two cutting times (70 and 90 days) with four replicates. The pH was not affected with the inclusion of glycerin ( $P < 0.05$ ), but between ages a higher value was verified at the age of 70 days (3,4). The contents of dry matter and ethereal extract increased linearly with the inclusion of glycerin ( $P < 0.05$ ). However, the contents of NDF and lignin increased with the age of cut. The in situ dry matter digestibility increased with the addition of glycerin and reduced with the age of cut, with the highest average verified at the dose of 20% of glycerin in millet silage harvested at 70 days (74.3%). The inclusion of 20% of glycerin in millet silage harvested with 90 days improves the nutritional value of the silage.

**Keywords:** nutritional value, silage, fermentative profile, total digestible nutrients.



## 1 INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil baseia no uso de plantas forrageiras (BARBERO *et al.*, 2015). No entanto, com o efeito da estacionalidade da forragem, faz se necessário a conservação de gramíneas na forma de silagens para garantir a oferta constante de nutrientes aos animais e garantir produção animal (MOURA *et al.*, 2016). Em regiões onde a irregularidade das chuvas e a duração do veranico são acentuadas, a técnica de ensilagem é uma necessidade para contornar os efeitos da escassez de alimentos para os animais (TOLENTINO *et al.*, 2016).

Diversas forrageiras podem ser utilizadas para ensilagem, com destaque para o Milho e Sorgo, todavia, a ensilagem de Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) é uma excelente alternativa as culturas tradicionais, sobretudo pela elevada resistências e agressividade a solos com baixa umidade e elevada temperatura como em regiões de clima semiárido (SALEH *et al.*, 2013; SINGH e ADEDEJI, 2017). O milheto é bastante consumido em algumas regiões do mundo e também utilizado como fonte de energia para os animais (ZHU, 2014; LYON, 2008). No entanto, lacunas ainda existem quando a melhor idade de corte para ensilagem, pois quando colhido em idade inferiores a 50 dias apresenta baixa produtividade de massa e teor de matéria seca (LEÃO *et al.*, 2012) e quando ensilado tardio em torno dos 120 dias, apresenta baixo valor nutricional e baixa digestibilidade devido a dureza de seus grãos (COSTA *et al.*, 2012; GUIMARÃES *et al.*, 2014). Sendo assim, há necessidade de pesquisas entender qual a melhor idade de rebrota e seus efeitos sobre o valor nutricional.

Dentre as formas de melhorar o perfil fermentativo da silagem e melhorar composição bromatológica, Dias *et al.*, (2014) destacaram a glicerina bruta com excelente opção para conservação de forrageiras de elevada umidade. A saber, a glicerina bruta eleva o teor de matéria seca (MS) da massa ensilada

devido o alto teor de MS (80 a 90%), e melhora a densidade energética da silagem com o glicerol (75 a 80%) e extrato etéreo (10,8%), além de reduzir perdas durante a fermentação (KERR *et al.*, 2009). A glicerina é um subproduto da indústria de biodiesel que vem crescendo expressivamente em todo o mundo (FERRARO *et al.*, 2009; WIBERT *et al.*, 2013; LEE *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2014). Cerca de 80 gramas de glicerol é produzido para cada litro de biodiesel (THOMPSON e HE, 2006). A estimativa global é que haverá crescimento de mais 1.550% na produção de biodiesel em relação à produção Brasileira de 2,64 bilhões de litros até 2019 (OECD-FAO, 2010). Assim, provavelmente, a oferta da glicerina bruta aumentará para diversas finalidades e com baixo custo.

Entretanto, há poucos estudos sobre a utilização, efeito e níveis de glicerina bruta durante o processo de ensilagem em forrageiras; mas, pela grande disponibilidade de glicerina bruta decorrente da produção de biodiesel e pelo poder de compensar a perda energética da silagem de milho durante a fermentação, torna-se interessante estudá-la como aditivo promissor na silagem. Ainda, as interações existentes entre os aditivos e a massa ensilada, assim como os efeitos da maturidade fisiológica da planta no momento da ensilagem devem ser pesquisados (GUIMARÃES *et al.*, 2014), pois podem afetar a qualidade da silagem (MUCK, 1988).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de doses de glicerina bruta na ensilagem de milho em duas épocas de corte sobre as perdas fermentativas e o valor nutricional.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa - Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, Brasil, localizado a 19° 27' 57" S, 44° 14' 48" O. A precipitação anual média é de 1272 mm com temperatura anual média de 23°C, umidade relativa do ar em torno de 70,5% e, segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região é o Aw (ANTUNES, 1994).

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 × 2, sendo (0, 5, 10, 15 e 20% de inclusão de glicerina bruta na matéria natural do milho no processo de ensilagem) em duas épocas de corte (70 e 90 dias) com quatro repetições.

Na Tabela 1 constam os resultados produtivos do milho BRS 1502 em função da idade de corte.

**Tabela 1.** Resultados produtivos do milho BRS 1502 colhido em Sete Lagoas-MG

Idade de Corte	Produção de matéria verde (t ha <sup>-1</sup> )	Teor de matéria seca (%)	Produção de matéria seca (t ha <sup>-1</sup> )
70 dias	14,17	19,48	2,76
90 dias	13,81	21,86	3,02

A glicerina bruta utilizada no experimento apresentou a seguinte composição: teor de matéria seca (89,5%), pH (5,23), extrato etéreo (10,8%) e proteína bruta (0,4%).

O milho foi colhido manualmente e triturado de forma mecanizada utilizando trituradora-picadora elétrica, com facas reguladas para obtenção de partículas de 2 cm. Após trituração e homogeneização de todo o material, cinco montes foram formados e adicionados o aditivo nas respectivas doses e homogeneizadas antes da ensilagem.

Para ensilagem, foram utilizados silos experimentais de PVC, de pesos conhecidos, com 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. No fundo dos silos, continham 10 cm de areia seca, separada da forragem por uma espuma para quantificação do efluente produzido. Após a completa homogeneização da forragem com os aditivos, a mesma foi depositada nos silos e compactada com auxílio de um êmbolo de madeira. Para cada tratamento quantificou-se a densidade da silagem e foi ensilado aproximadamente 3 kg do material picado de cada forragem fresca conforme recomendação de Ruppel *et al.* (1995), com aplicação de uma densidade de compactação de aproximadamente 500 kg(m<sup>-3</sup>) por silo. Após o enchimento, os silos foram fechados com tampas de PVC dotados de válvula tipo “*bunsen*”, vedados com fita adesiva e pesados em seguida.

Os silos foram armazenados nas dependências do Laboratório de Análise de Alimentos da UNIMONTES, mantidos à temperatura ambiente, após a ensilagem. Após a abertura com 90 dias, considerando cada época de corte, as amostras foram coletadas no meio do silo após o descarte da parte superior das silagens que apresentasse presença de fungos.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55°C até apresentarem peso constante. Na sequência, o material pré-seco foi moído em moinho tipo “*Willey*” com peneiras de crivo 1 mm para análise de composição química e 5 mm para ensaio de digestibilidade *in situ* armazenada em potes plásticos, devidamente identificados.

Para análises de potencial hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), foram retiradas amostras da silagem fresca no momento da abertura dos silos. A amostra foi submetida à prensa hidráulica de laboratório, obtendo-se o extrato da silagem com finalidade de determinar o pH, que foi mensurado com um potenciômetro (WILSON & WILKINS, 1972) e o nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total (NH<sub>3</sub>/NT), sendo determinado pelo

método da destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, usando ácido bórico, como solução receptora e ácido clorídrico a 0,01N, para titulação segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

As amostras após pré-secagem foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS; 934.01), matéria mineral (cinzas; 942.05), extrato etéreo (EE; 920.39), proteína bruta (PB; 978.04), conforme descrito pela (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método sequencial, conforme procedimentos descritos por Van Soest *et al.*, (1991). A lignina foi mensurada após solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72%, conforme recomendação de Van Soest e Robertson, (1985). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados por meio da fórmula  $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028 CNF + 1,903 EE - 0,1379 FDA$  (WEISS, 1998).

Para medir a digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS), utilizou-se a técnica dos sacos de náilon suspensos no rúmen, proposta por Mehrez e Orskov (1977), seguindo recomendações propostas por Nocek (1988). Os sacos de náilon utilizados neste experimento, antes de receberem as amostras, foram levados à estufa de ventilação forçada de ar, por 24 horas a 60°C e, a seguir, resfriados e pesados, obtendo-se, dessa forma, o peso dos sacos vazios. Pesaram-se as amostras e foram colocadas em cada saquinho e após esta etapa foram lacrados. Cada saquinho manteve uma relação próxima de 20mg de MS cm<sup>-2</sup> de área superficial do saco (NOCEK, 1988). Em seguida, foram amarrados e fixados em uma corda de náilon e introduzidos no rúmen de um bovino adulto fistulado. Após o período de incubação total de 144 horas, todos os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que a mesma se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da matéria seca (MS) foi feita em estufa a 55°C por 72 horas. Os dados da DISMS foram obtidos pela diferença de peso, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e, quando o teste de “*F*” foi significativo, as doses de inclusão de glicerina bruta foram submetidos ao estudo de regressão, sendo avaliados efeitos de ordem linear e quadrática, utilizando o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). Para todos os procedimentos estatísticos, adotou-se  $\alpha = 0,05$  como limite máximo tolerável para o erro tipo II. Quando ambos os modelos (linear e quadrático) foram significativos, optou-se pelo modelo que representasse o polinômio de maior grau por meio da tendência dos dados e maior coeficientes de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis analisadas pelo teste “F” pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  $5 \times 2$ , sendo cinco níveis de inclusão de glicerina bruta à silagem de milho e duas idades de corte (ID) do milho

Fonte de variação	Variáveis								
	MS <sup>1</sup>	pH <sup>2</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>3</sup>	PB <sup>4</sup>	FDN <sup>5</sup>	LIG <sup>6</sup>	EE <sup>7</sup>	NDT <sup>8</sup>	DISMS <sup>9</sup>
Doses	*	NS	*	*	*	*	*	*	*
ID <sup>10</sup>	*	*	NS	NS	*	*	*	*	*
Doses x ID	NS	NS	*	*	*	*	*	*	NS

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F"; NS–Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F". <sup>1</sup>Matéria Seca; <sup>2</sup>Potencial hidrogeniônico; <sup>3</sup>Nitrogênio amoniacal; <sup>4</sup>Proteína bruta; <sup>5</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>6</sup>lignina; <sup>7</sup>Extrato etéreo; <sup>8</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>9</sup>Digestibilidade *in situ* da matéria seca; <sup>10</sup>Idade de corte.

Houve efeito linear crescente de doses de glicerina sobre o teor de MS da silagem de milho. Analisando entre controle e o maior nível de inclusão da glicerina na silagem de milho (20%), verificou-se uma amplitude de 30,5% no teor de MS. Para cada 1% de glicerina adicionada na ensilagem de milho houve um aumento de 0,46% no teor de MS (Tabela 3). O incremento linear dos teores de MS está relacionado com o alto teor de MS na composição da glicerina (89,5%).

Entre as idades de corte de 70 e 90 dias, foi verificado incremento de 10,3% sobre o teor de MS, decorrente da maturidade fisiológica da planta. Observa-se que a silagem de milho produzida aos 70 dias apresentou baixo teor de MS (24,2%), quando comparado ao de 90 dias de idade de corte (26,7%), entretanto, ambas as idades de corte não se encontram dentro da faixa ideal de MS (30 a 35% de MS) (MCDONALD, 1981).

**Tabela 3.** Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre valores de matéria seca (MS) e potencial hidrogeniônico (pH)

Idade de Corte (dias)	Doses de Glicerina (% MN)					Médias	ER
	Controle	5	10	15	20		
MS							
70	19,5	22,2	23,7	26,6	28,9	24,2B	---
90	21,9	24,1	27,5	29,3	30,8	26,7A	---
Médias	20,7	23,1	25,6	27,9	29,8	---	1
CV (%)	5,3						
pH							
70	3,39	3,41	3,4	3,42	3,39	3,40A	$\hat{Y}=\bar{Y}$
90	3,33	3,33	3,35	3,31	3,3	3,32B	$\hat{Y}=\bar{Y}$
Médias	3,36	3,37	3,38	3,37	3,35	---	---
CV (%)	1,8						

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste "F" a 5% de probabilidade.  $\hat{Y}$ =Valor estimado;  $\bar{Y}$ =Média geral; CV = Coeficiente de variação; ER= Equação de regressão.  $^1\hat{Y} = 20,8 + 0,46X; R^2=0,99$ .

A inclusão de glicerina à silagem de milho não afetou os valores de pH. Possivelmente, os teores de carboidratos solúveis da silagem de milho sem glicerina já foram suficientes na obtenção de valores adequados de pH, corroborando com os resultados obtidos por Cerrate *et al.* (2006).

Aumentando a idade de corte de 70 para 90 dias, houve redução no pH da silagem de milho. O menor valor de pH observado na silagem de 90 dias de corte pode estar associado ao seu maior teor de MS, que contribuiu para melhor compactação e, conseqüentemente, favorecendo o crescimento de bactérias produtoras de ácido lático e acético. Possivelmente, a maior idade de corte pode ter contribuído para um maior teor de carboidratos solúveis no material ensilado aos 90 dias, comparativamente ao de 70 dias, resultando em maior produção de ácido lático e menores valores de pH. Cherney, Cherney e Cox (2004) ressaltaram que silagens de qualidade, devem apresentar valores de pH entre 3,8 a 4,2 para que ocorra fermentação e conservação adequada dos nutrientes.



Segundo Jobim *et al.* (2007), o valor de pH em silagens é um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo inclusive possível classificar as silagens em termos de qualidade.

Para os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>; % MS), o aumento da inclusão de glicerina na silagem de milho, promoveu reduções lineares de N-NH<sub>3</sub> (0,14%) com 70 dias e (0,07%) 90 dias, provavelmente, decorrente do efeito diluidor da glicerina, comprovando resultados encontrados por Dias *et al.* (2014). Com relação aos níveis de inclusão, diferiu apenas com 20% de inclusão, apresentando 3,3 % e 4,5% de N-NH<sub>3</sub> aos 70 e 90 dias de idade de corte, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4.** Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), % da MS

Idade de Corte (dias)	Doses de Glicerina (%MN)					ER
	Controle	5	10	15	20	
N-NH <sub>3</sub> (% MS)						
70	6,8 A	4,7 A	4,3 A	4,2 A	3,3 B	1
90	5,8 A	5,1 A	5,2 A	4,4 A	4,5A	2
CV (%)	14,5					
PB (% MS)						
70	11,3 B	10,7A	8,3A	6,7A	5,7A	3
90	13,5 A	9,3A	7,8A	6,1A	4,8A	4
CV (%)	9,3					
FDN (% MS)						
70	53,9 B	51,5A	58,6A	54,6A	42,6A	5
90	65,9 <sup>a</sup>	55,2A	41,7B	31,9B	34,9B	6
CV (%)	9,2					

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de Variação; ER= Equação de regressão.

<sup>1</sup>Ŷ<sub>70</sub> = 6,12 - 0,14X; R<sup>2</sup>=0,83; <sup>2</sup>Ŷ<sub>90</sub> = 5,72 - 0,07X; R<sup>2</sup>=0,84; <sup>3</sup>Ŷ = 10,9 -0,27X; R<sup>2</sup>=0,97;

<sup>4</sup>Ŷ = 12,4 - 0,41X; R<sup>2</sup>=0,93; <sup>5</sup>Ŷ<sup>2</sup> = 3082,04 - 0,61X<sup>2,5</sup>; R<sup>2</sup>=0,57; <sup>6</sup>Ŷ = 62,9 - 1,7X; R<sup>2</sup>=0,88.

Segundo McDonald *et al.*(1991), silagens com concentração de N-NH<sub>3</sub> menor que 10% da MS são classificadas como preservadas. O N-NH<sub>3</sub> é um

indicador de proteólise da massa ensilada por microrganismos indesejáveis, sendo valores acima de 10% um indicador que houve perdas de nutrientes e redução da qualidade da silagem (Mc DONALD *et al.*, 1991); MOURA *et al.*, 2016). Os valores encontrados ficaram dentro dos padrões descritos Lavezzo & Andrade (1994), que citam como valores normais a variação de 0 a 8% de N-NH<sub>3</sub>, aceitáveis de 8 a 11% e acima de 15% consideram como quebra excessiva dos compostos nitrogenados da silagem.

Verificou-se para PB, que o aumento da inclusão de glicerina na silagem, promoveu reduções lineares (0,27%) com 70 dias e (0,41%) 90 dias, evento influenciado pelo fato da glicerina (0,4%PB) não possuir substâncias nitrogenadas em sua composição, deste modo, exercendo efeito diluidor, tal qual aconteceu com o N amoniacal das silagens, corroborando os resultados encontrados por Dias *et al.*, (2014). Entre as idades de corte, o maior valor encontrado aos 90 dias (13,5% PB) no tratamento controle, pode ser justificado pela maior maturidade do grão.

Observa-se que o aumento da inclusão de glicerina na silagem, promoveu reduções nos teores de FDN (Tabela 4), possivelmente em função da diluição promovida pela adição da glicerina ao material ensilado. Aos 70 dias de idade de corte, foram observados valores de FDN de 55,51% e 44,56% nas doses 5,58 e 20% de glicerina. Já aos 90 dias, foram observados teores de 65,9 e 34,9% de FDN, nas doses de 0 e 20% de glicerina.

Martins *et al.* (2014) observaram reduções de 25,3% e 24,7% FDN quando adicionaram 45% de glicerina nas silagens de milho e girassol, respectivamente. Com relação à idade de corte, observa-se que na silagem sem adição de glicerina há maior teor de FDN no material ensilado aos 90 dias, comparativamente aos 70 dias. De acordo com Jung & Allen (1995), à medida que a planta cresce, há necessidade de enrijecimento do caule para exposição da lâmina foliar a luz solar, resultando em acréscimos nos teores de FDN da planta.

Tanto o glicerol como o extrato etéreo presente na glicerina contribuíram para aumentar a concentração energética das silagens, o que resultou em melhorias nos teores de EE, NDT e DISMS estimados (Tabela 5). Observa-se aumento linear para o teor de EE, sendo que a cada 1% de inclusão de glicerina no momento da ensilagem, houve incremento de 0,4% e 0,5% no teor de EE nas idades de 70 e 90 dias, respectivamente.

**Tabela 5.** Idade de corte (dias) e doses de glicerina (% MN) na ensilagem de milho sobre extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DISMS),% da MS

Idade de Corte (dias)	Doses de Glicerina (%MN)					Médias	ER
	Controle	5	10	15	20		
EE(% MS)							
70	3,6A	3,2B	6,0B	6,8B	6,8B		1
90	3,4A	5,8A	8,4A	9,9A	9,9A		2
CV (%)	13,1						
NDT (%MS)							
70	58,6A	60,0A	60,0A	63,3B	67,4B	78,3B	3
90	53,1B	62,3A	62,3A	72,0A	79,3A	85,7A	4
CV (%)	3,9						
DISMS (%)							
70	68,8	71,8	73,2	73,9	83,9	74,3A	
90	61,1	57,3	67,6	66,1	74,3	65,3B	
Média	65	64,6	70,4	70	79,1		5
CV (%)	10,4						

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de Variação; ER= Equação de regressão.

<sup>1</sup>Ŷ= 2,43 + 0,4X; R<sup>2</sup> =0,85; <sup>2</sup>Ŷ= 3,5 + 0,5X; R<sup>2</sup>=0,98; <sup>3</sup>Ŷ= 56,0 + 0,93X; R<sup>2</sup>=0,87; <sup>4</sup>Ŷ= 54,0 + 1,64X; R<sup>2</sup>=0,99; <sup>5</sup>Ŷ=63,02+0,67X; R<sup>2</sup>=0,82.

Segundo Bosa *et al.*, (2012), valores acima de 7% de extrato etéreo na dieta interferem negativamente na ingestão e degradação das frações fibrosas do alimento pelos microrganismos do rúmen (efeito tóxico). Considerando uma dieta com 50% de concentrado e 50% de volumoso, base matéria seca, e os

valores estimados de EE no nível de 20% de inclusão de glicerina às silagens de milho, percebe-se que os teores de EE das dietas ficarão bem próximos ao nível de 7%, especialmente na silagem do milho colhido aos 90 dias de idade.

A partir do nível de 5% de inclusão de glicerina às silagens de milho, percebe-se que com o aumento da idade de corte, também houve aumento dos teores de EE.

O modelo linear foi o que mais se ajustou aos dados ( $P < 0,05$ ), para doses de glicerina sobre o NDT da silagem de milho. Para cada 1% de inclusão de glicerina no momento da ensilagem, houve incremento de 0,93% e 1,64% no NDT com variação marginal de 25,1% e 38,0% nas idades de 70 e 90 dias, respectivamente, atingindo o valor máximo de 85,7% de NDT (20% de glicerina com 90 dias de idade). Esses dados ficaram muito acima dos observados por Cappelle *et al.*, (2001), que encontraram variações de 55,47% a 63,87% de NDT em silagens de milho produzidas no Brasil. Nota-se menor NDT (53,1%) na silagem controle com 90 dias, normalmente, devido ao efeito da maturidade fisiológica promover redução no teor de NDT (MONÇÃO *et al.*, 2016). Na silagem com 5% de inclusão não foi verificada diferença estatística ( $P > 0,05$ ; 61,2%), no entanto, houve aumento nos teores de NDT entre os níveis de inclusão de 10%, 15% e 20% de glicerina na silagem. França *et al.*, (2012) utilizaram as doses de 0, 5, 10 e 15 % de glicerina bruta (% MS) na ensilagem do milho também obtiveram aumento linear do teor de nutrientes digestíveis totais e da digestibilidade da matéria seca *in vitro*.

A glicerina bruta reduziu as perdas do processo fermentativo (maior recuperação de matéria seca), favoreceu o crescimento das bactérias produtoras de ácido lático e proporcionou aumento significativo no valor nutritivo da silagem de milho, principalmente quando foi utilizado milho com 90 dias de idade. Dias *et al.* (2014) também verificaram incrementos na energia da silagem aditivada com glicerina. Logo, as interações das idades com as doses de

glicerina promovem mudanças no comportamento do NDT, havendo melhora do NDT na maior idade e dose de inclusão.

Esse aumento no NDT é muito importante na formulação de dietas, pois reduz a inclusão de nutrientes de maior valor de aquisição como o milho e sorgo. Além disso, facilita o manejo em regiões onde esses insumos são escassos ou não produzidos.

Foi observado efeito linear crescente da DISMS para os níveis de inclusão de glicerina na silagem de milho, as médias ajustaram-se ao modelo linear de regressão, verificando acréscimos de 0,67 unidades percentuais na DISMS para cada 1% de inclusão de glicerina bruta na matéria natural, sendo a maior digestibilidade encontrada no maior nível de inclusão de glicerina na silagem de milho (20%). Entre as idades de corte, a maior DISMS (74,3%) pode ser explicada em virtude do rápido metabolismo do glicerol no rúmen. Segundo Bergner *et al.* (1995), a taxa de fermentação ruminal aumenta conforme se elevam os teores de ácidos graxos de cadeia curta, e o glicerol possibilita o aumento no metabolismo desses AGV. O fato da silagem colhida com 90 dias de idade possuir melhor valor de NDT e valores inferiores na DISMS pode ser justificado pela maturidade dos grãos no milho, que possuem boa qualidade nutricional, porém, são pouco digestíveis. O aumento da digestibilidade com a inclusão de glicerina também é citada por Lage *et al.* (2014), ambos relatam o aumento da fermentação ruminal por meio do aumento de propionato, indicando que o glicerol pode estimular as enzimas e demais microrganismos ruminais, aumentando a taxa de degradação.

## **CONCLUSÃO**

A adição de glicerina até 20% na matéria natural melhora o valor nutricional da silagem de milho em ambas as idades de corte avaliadas, sendo uma alternativa para antecipação da idade de colheita quando necessário.

## **AGRADECIMENTOS**

À Petrobrás pelo fornecimento da glicerina bruta; à Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio estrutural necessário à realização deste trabalho; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro e pelas bolsas de estudo concedidas.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática. **Informe Agropecuário**, v.17, n.181, p.15-19, 1994.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Agricultural Chemists. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: 1990, 1094p.

BARBERO, R.P.; MALHEIROS, E.B.; ARAÚJO, T.L.R.; NAVE, R.L.G.; MULLINIKS, J.T.; BERCHIELLI, T.T.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, n. 1, p.110–118, 2015.

BERGNER, H., KIJORA, C., CERESNAKOVA, Z., SZAKACS, J. *In vitro* studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archivfür Tierernaehrung**. 48, 245-256, 1995.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; GADEKEN, D. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p.3066-3083, 1992.

BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; CARDOSO A.M.; RAMOS A.F.O.; AZEVEDO J.C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, vol.34, p. 57-62, 2012.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1837-1856, 2001.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P.W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, p.1001-1007, 2006.

CHERNEY, D.J.R.; CHERNEY, J.H.; COX, W.J. Fermentation characteristics of corn forage ensiled in mini-silos. **Journal of Dairy Science**, v, 87, n. 12, p 4238-4246, 2004.

COSTA, K.A.P.; GUERRA FILHO, I.A.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.;



CRUVINEL, W.S.; EPIFÂNIO, P.S.; GOUVEIA, R.R. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1189-1198, 2012.

DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; BLAN, L.R.; GOMES, E.N.O.; SOARES, C.M.; LEAL, E.S., NOGUEIRA, E.; COELHO, E.M. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1874-1882, 2014.

FERRARO, S.M.; MENDOZA, G.D.; MIRANDA, L.A.; GUTIERREZ, C.G. *In vitro* gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, n. 1, p. 112-118, 2009.

FRANÇA, A.B.; MADEIRO, A.S.; ALEVATO, C.B.; MORENZ, M. J. F.; OLIVEIRA, J. S. e; LOPES, F. C. F. Parâmetros fermentativos de silagem de milho com adição de glicerina bruta. 2012. In: **Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GUIMARÃES, K.C.; COSTA, K.A.P.; PALUDO, A.; SANTOS, N.F.; ROSSI, R.M.; CRUVINEL, W.S. Protein fraction, degradability and digestibility of pearl millet silage at different cutting ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 33-39, 2014.

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

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v.73, n.3 p.2774-2790, 1995.

KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T. Digestible and metabolizable energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 12, p. 4042-4049, 2009.

LAVEZZO, W.; ANDRADE, J.B. Conservação de forragens: feno e silagem. In: Simpósio Brasileiro de forrageiras e pastagens, Campinas **CBNA**, p. 105, 1994.

LAGE, J. F.; BERCHIELLI, T. T.; VITO, E. S.; SILVA, R. A.; REIS, R. A.; RIBEIRO, A. F.; DALLANTONIA, E.E.; SIMONETTI, L. R.; DELEVATTI, L. M.; MACHADO, M. Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, v. 96, p. 1158-1164, 2014.

LEE, S.Y.; LEE, S.M.; CHO, Y.B.; KAM, D.K.; LEE, S.C.; KIM, S.H.; SEO, S. Glycerol as a feed supplement for ruminants: *In vitro* fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology**, v.166 – 167, n. 1, p. 269– 274, 2011.

LYON, D. J. Producing and marketing proso millet in the great plains. OLAYINKA, O. O., ADEBOWALE, K. O., & OLU-OWOLABI, B. I. Effect of heatmoisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. **Food Hydrocolloids**, v.22, n.1, p.225-230, 2008.

MARTINS, A.D.E.S.; OLIVEIRA, J.R.; LEDERER, M.L.; MOLETTA, J.L.; GALETTO, S.L.; PEDROSA, V.B. Glycerol inclusion levels in corn and sunflower silages. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.5, p.497-505, 2014.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88 n.4, p.645-665, 1977.

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

MOURA, M.M.A.; PIRES, D.A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; SALES, E.C.J.; COSTA, R.F.; TOLENTINO, D.C. Chemical composition of sorghum genotypes silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, 4, p. 369-373, 2016.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v. 71, v. 11, p. 2992-3002, 1988.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.2051-2069, 1988.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development – Food And Agricultural Organization (OECD-FAO). (2010). OECD-FAO agricultural outlook 2010–2019, OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **OECD Publishing**, Paris, FR.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.; LEMPP, B.; MOURA, L.V. Ruminant degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon* spp. grasses at four regrowth ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 2, p. 201-208, 2014

PEREIRA, S.N.; VEIGAS, J.; MORO, G.; BECKER, E.G.; PHILIPPEN, A.C.; CASSOL, S.L.; DOTTO, L.R.; CARPES, R.P. **Determinação de perdas em silagem de capim-elefante com adição de diferentes níveis de glicerol e milho**. 2014. Disponível em: <[http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos\\_cientificos/forragicultura-pastagens/78812-Determinao-perdas-silagem-capim-elefante-com-adio-diferentes-nveis-glicerol-milho.html](http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos_cientificos/forragicultura-pastagens/78812-Determinao-perdas-silagem-capim-elefante-com-adio-diferentes-nveis-glicerol-milho.html)> Acesso em 24 de Abril de 2016.

RUPPEL, K.A.; PITT, R.E.; CHASE, L.E.; GALTON, D.M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n.1, p. 141-153, 1995.

SALEH, A. S., ZHANG, Q., CHEN, J., SHEN, Q. Millet grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.12,p. 281 e 295,2013.

SINGH, M.; ADEDEJI, A.A. Characterization of hydrothermal and acid modified proso millet starch, **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, n. 1, p. 21 -26, 2017.

TAYAROL MARTINS, L.C. **Bovinos – volumosos suplementares**. São Paulo: Editora: Nobel, ISBN:8521309090, p.143, 1997.

THOMPSON, J.C.; HE, B.B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feed stock. **Applied engineering in agriculture**, v. 22, n. 1, p.261–265, 2006.

TOLENTINO, D.C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 143-149, 2016.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New

York: Cornell University Press, 476p. 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, n. 1, p. 830-839, 1998.

WILBERT, C.A.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J.; SCHAFHÄUSER, J. Crude glycerin as an alternative energy feedstuff for dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, n.5, p.116 – 123, 2013.

WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. The ensilage of autumnsown rye. **Journal of British Grassland Society**, v. 27, n. 1, p. 35-41, 1972.

ZHU, F. Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch. **Food Research International**, v.64 n.1, p.200- 211, 2014.