



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**GLICERINA BRUTA NA ENSILAGEM DE *Urochloa brizantha cv.***

***Piatã***

**JOSÉ AUGUSTO VELAZQUEZ DUARTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS  
Novembro – 2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**GLICERINA BRUTA NA ENSILAGEM DE *Urochloa brizantha* cv.**  
***Piatã***

JOSÉ AUGUSTO VELAZQUEZ DUARTE  
Eng. Agrônomo

Orientador: Marco Antonio Previdelli Orrico Junior  
Co-Orientadora: Ana Carolina Amorim Orrico

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS  
Novembro – 2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

|       |  |
|-------|--|
| D812g | Duarte, José Augusto Velazquez.<br>Glicerina bruta na ensilagem de <i>Urochloa brizantha</i> cv. <i>Piatã</i> . / José Augusto Velazquez Duarte. – Dourados, MS : UFGD, 2015.<br>52f.<br><br>Orientador: Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior.<br>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.<br><br>1. Biodiesel. 2. Conservação de forragem. 3. Glicerol. 4. Ruminantes. I. Título.<br><br>CDD – 636.2085 |
|-------|--|

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

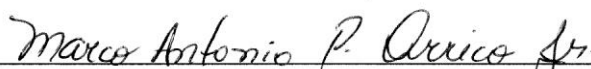
**GLICERINA BRUTA NA ENSILAGEM DE *UROCHLOA BRIZANTHA* CV.  
PIATÃ**

por

**JOSÉ AUGUSTO VELÁZQUEZ DUARTE**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

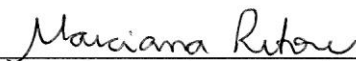
Aprovado em: 03/11/2015



Prof. Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior  
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior  
UFGD/FCA



Dra. Marciana Retore  
EMBRAPA/CPAO

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

José Augusto Velazquez Duarte, filho de Carlos Neri Velazquez Ojeda e Dora Duarte, nasceu na cidade de Pedro Juan Caballero, Amambay, Paraguay, no dia 15 de Agosto de 1984. Estudou todo o ensino fundamental e médio em escola pública, concluindo o segundo grau aos 18 anos. Aos 19 anos de idade ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Nacional de Asunción e em 2008 concluiu o ensino superior. No ano de 2013 participou do processo seletivo e foi aprovado para ingresso no Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, área de concentração Produção Animal, com início do ano letivo em 2014.

**“Acumula tesouros no céu, onde as coisas não perdem valor.  
Porque onde estiver o vosso tesouro, aí estará o seu coração”.**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus queridos pais pela compreensão, apoio e contribuição para minha formação acadêmica.

À minha maravilhosa esposa, Sirley Rosani, que sempre me incentivou para a realização dos meus ideais, encorajando-me a enfrentar todos os momentos difíceis da vida.

Aos meus irmãos que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constante.

.

## AGRADECIMENTOS

A Deus Todo-poderoso pela oportunidade de obter mais um triunfo pessoal, e me dar saúde, sabedoria e entendimento para atingir esse objetivo.

Aos meus pais pelo amor, incentivo, dedicação e companheirismo em todos os momentos da minha vida.

A minha esposa, Sirley Rosani, pelo carinho, dedicação, compreensão e pela imensa paciência.

À meu orientador, Dr. Marco Antônio P. Orrico Junior, pela paciência, ensinamentos, disponibilidade, atenção dispensada, dedicação e profissionalismo.

Aos professores, Dra. Ana Carolina Amorim Orrico e Dr. Leonardo Oliveira Seno pelo exemplo de profissionalismo e constante disposição em ajudar.

Aos meus companheiros de pesquisa, Franciely Neves, Carla Crone, Natalia Sunada, Silvana Simm e Alice pelo auxílio indispensável na condução do experimento.

Aos técnicos laboratoriais, em especial a Thiago, Gizelma, e João, pela ajuda na condução de análises e ensinamentos compartilhados.

Aos companheiros de mestrado, pela força, amizade e momentos de descontração.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD pela oportunidade.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Muito Obrigado!



**SUMÁRIO**

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>LISTA DE TABELAS</b>   | vi            |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b>   | vii           |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>  | viii          |
| <b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>   | 10            |
| <b>OBJETIVO</b>   | 12            |
| <b>CAPÍTULO 1</b>   | 13            |
| <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>  | 14            |
| 1.1 Glicerina bruta   | 14            |
| 1.2 Produção do capim piatã   | 16            |
| 1.3 Fatores que interferem no processo de Ensilagem   | 17            |
| 1.4. Perdas durante o processo de ensilagem   | 20            |
| 1.5. Uso de aditivos no processo de ensilagem   | 22            |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   | 24            |
| <b>CAPITULO 2</b>   | 28            |
| <b>Uso da glicerina bruta na melhoria do processo fermentativo e no valor nutritivo da silagem de capim Piatã</b> | 29            |
| <b>RESUMO</b>   | 29            |
| <b>INTRODUÇÃO</b>   | 30            |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>   | 31            |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>   | 35            |
| <b>CONCLUSÕES</b>   | 47            |
| <b>REFERÊNCIAS</b>  | 48            |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | 52            |

**LISTA DE TABELAS**

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>Tabela 1.</b> Composição química do capim Piatã em diferentes idades e com doses crescentes de glicerina bruta.....                             | 32            |
| <b>Tabela 2.</b> População microbiana (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem) na silagem do capim Piatã com diferentes doses de glicerina bruta..... | 37            |

## LISTA DE FIGURAS

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Figura 1. Perdas de MS da silagem capim Piatã aos 30, 45 e 60 dias de corte<br>acrescidas de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta.....                       | 35            |
| Figura 2. Perdas por gases da silagem capim Piatã aos 30, 45 e 60 dias de corte<br>acrescidas de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta.....                   | 36            |
| Figura 3. Teores de FDN (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das<br>idades de corte e doses de glicerina bruta.....                             | 40            |
| Figura 4. Teor de FDA (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades<br>de corte e doses de glicerina bruta.....                               | 41            |
| Figura 5. Teor de PB (% da MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de<br>corte e doses de glicerina bruta.....                                | 42            |
| Figura 6. Teores de Extrato Etéreo (% na MS) das silagens do capim Piatã em função<br>das idades de corte e doses de glicerina bruta.....                  | 43            |
| Figura 7. Teor de CHOT (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades<br>de corte e doses de glicerina bruta.....                              | 44            |
| Figura 8. Teor de CNF (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades<br>de corte e doses de glicerina bruta.....                               | 44            |
| Figura 9. Valores de Digestibilidade in vitro da MS (% na MS) das silagens do capim<br>Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta..... | 45            |
| Figura 10. Valores de NDT (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das<br>idades de corte e doses de glicerina bruta.....                           | 45            |

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**GB:** Glicerina Bruta

**MS:** Matéria Seca

**PMS:** Perdas de Matéria Seca

**PG:** Perda por Gases

**PE:** Produção de efluentes

**PT:** Poder Tampão

**MM:** Matéria Mineral

**CNF:** Carboidrato não Fibroso

**CHOT:** Carboidratos Totais

**PB:** Proteína Bruta

**FDN:** Fibra Detergente Neutro

**FDA:** Fibra Detergente Acida

**EE:** Extrato Etéreo

**DIVMS:** Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca

**NDT:** Nutrientes Digestíveis Totais

**UFC:** Unidade Formadora de Colônia

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A energia tornou-se no cenário atual fator fundamental para o desenvolvimento dos países, sendo que a maior parte da energia consumida provém do petróleo, uma fonte esgotável e poluente, por isso torna-se cada vez mais importante a pesquisa e o desenvolvimento de novas fontes renováveis de energia como forma de aumentar a oferta energética e sustentabilidade sócio ambiental.

Neste sentido o biodiesel é uma opção, além de ser mais barato em relação ao diesel fóssil comercializado no Brasil. Desde 2014, todo o diesel comercializado no Brasil contém 7% de biodiesel (B7), em cumprimento à Lei 13.033, que torna obrigatória esta mistura (EMBRAPA, 2015). No entanto, durante a produção do biodiesel é gerado como subproduto a glicerina bruta que apresenta altos teores de lipídeos, glicerol e metanol. A glicerina bruta possui uma produção maior que a demanda o que faz necessário encontrar alternativas de utilização dos excedentes produzidos.

Uma das alternativas pode ser como aditivo estimulador de fermentação das silagens de capins tropicais. As silagens de capins tropicais caracterizam-se por apresentar, na maioria das vezes, baixos teores de carboidratos solúveis, excesso de umidade e elevado poder tampão, o que dificulta a queda do pH e conseqüentemente a qualidade do processo. Por ser facilmente utilizada como substrato energético para o crescimento microbiano, a glicerina bruta pode acelerar o processo de fermentação, reduzindo perdas e promovendo maior produção de ácido lático na silagem. Por melhorar o processo de fermentação, a glicerina bruta, pode auxiliar também na redução da produção de efluente (comum em silagens de capins tropicais) e conseqüentemente na qualidade do produto final. O elevado teor de lipídeos residuais presentes em

algumas glicerinas brutas (menos purificadas) também colaboram para o aumento dos teores de nutrientes digestíveis totais, melhorando o valor nutritivo das silagens produzidas.

Desta forma trabalhos que avaliem o uso da glicerina bruta na qualidade do processo fermentativo, população de micro-organismos e no valor nutritivo da silagem de capins tropicais são necessários.

Essa dissertação está dividida em dois capítulos, onde o Capítulo I refere-se à revisão de literatura, abordando a glicerina bruta, produção do capim piatã, fatores que interferem no processo de ensilagem, perdas durante o processo de ensilagem e uso de aditivos no processo de ensilagem. O capítulo II refere-se a um artigo científico que será encaminhado dentro das normas para a Revista Brasileira de Zootecnia.

**OBJETIVO**

Avaliar o efeito das doses de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta (na base da matéria seca) na qualidade do processo fermentativo (pH, perdas de matéria seca, produção de efluentes, perdas de gases) e no valor nutritivo da silagem de capim Piatã em diferentes idades de corte.

## **CAPÍTULO 1**



## REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Glicerina bruta

A glicerina bruta pode ser usada em uma ampla variedade de produtos, mesmo com todas as impurezas inerentes ao processo de sua obtenção. No processo industrial de produção do biodiesel, é utilizada uma quantidade de álcool em excesso para a ocorrência da reação. Ao final do processo ocorre a separação entre a fase dos ésteres de ácidos graxos, que constitui o biodiesel, e a fase aquosa, que consiste da glicerina bruta, contendo o excesso de álcool não reagido assim como água e outras impurezas. Este álcool não reagido é recuperado ao final do processo e reutilizado, havendo a sobra de um resíduo de álcool na glicerina bruta. Nas plantas de produção de biodiesel no Brasil, o álcool utilizado é o metanol, assim como o catalisador mais utilizado é o hidróxido de sódio. Desta forma, existe também um resíduo de sódio na glicerina bruta gerada neste processo (Menten et al. 2009).

O glicerol é um composto orgânico pertencente à função álcool sendo à temperatura ambiente (25°C), líquido, higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Devido às suas propriedades umectantes, conteúdo energético e elevado índice de solubilidade em água, o glicerol é amplamente utilizado em alimentos, farmacêuticos e indústrias de cosméticos (Donkin, 2008).

A glicerina é o principal coproduto gerado na produção de biodiesel, representando aproximadamente 10 por cento da produção. Com o aumento da produção de biocombustíveis líquidos em larga escala, a oferta de glicerina tem se situado em nível superior a demanda. Isto se deve ao fato de que a glicerina é um coproduto inevitável da produção de biodiesel, que aumentou para mais de dois milhões de toneladas por ano, em pouco mais de uma década. Este excedente causa preocupação, já que esta glicerina gerada da produção de biodiesel é altamente poluente.

Este coproduto por ser insolúvel em água, em contato com rios e lagos, pode dificultar a oxigenação dos animais aquáticos; se simplesmente queimada, pode resultar em emissão de acroleína, um composto químico bastante tóxico e cancerígeno (Pinheiro et al., 2010).

Segundo a ANP (2015) a produção de glicerina pode variar em função do processo de produção e das matérias-primas utilizadas, sendo o óleo de soja a principal matéria prima utilizada pelas indústrias brasileiras.

Em 2014, a glicerina bruta gerada na produção de biodiesel foi de 311,827 m<sup>3</sup> sendo a Região Centro-Oeste a maior produtora com 135.121 m<sup>3</sup>. O estado de Mato Grosso do Sul é o quinto maior produtor de glicerina bruta do Brasil com uma média de 19,000 m<sup>3</sup> ANP (2015).

Vários trabalhos de pesquisa mostraram que a glicerina bruta pode ser utilizada como ingrediente energético de rações de suínos e aves, sem afetar sensivelmente o desempenho e as características da carcaça e da carne (Rodrigues & Rondina, 2013). A glicerina tem características interessantes como alta energia disponível, sabor adocicado e disponibilidade, podendo ser acrescentada a farelos proteicos para equilibrar rações de aves, suínos e ruminantes.

Segundo Rodrigues & Rondina (2013) a glicerina pode ser utilizada como uma fonte energética alternativa na alimentação animal, particularmente 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. Desta forma, a glicerina pode ser incluída na formulação de rações animais, reduzindo a pressão sobre os cereais disponibilizando-os para a alimentação humana. Segundo Ramos et al. (2011) a glicerina bruta pode ser adicionada às dietas à base de forragem até um nível de 20% de inclusão sem qualquer efeito negativo no desempenho do crescimento.

## 1.2 Produção do capim piatã

O potencial de uma gramínea forrageira é determinado por uma série de características da espécie e para melhor utilização das forrageiras é necessário conhecer aspectos relativos à morfologia e à fisiologia. As gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) têm uma elevada capacidade de se adaptar a solos de média a baixa fertilidade, clima quente e além de produzir forragem de médio valor nutritivo, o que tornar-se uma das principais opções de forragens para a produção animal no Brasil.

A *Urochloa brizantha* cultivar Piatã é adaptada a solos de média e boa fertilidade das zonas tropicais brasileiras, apresenta boa resposta à adubação, tolerância a fungos foliares e de raiz, florescimento precoce, produção de forragem de melhor qualidade; maior produção de folhas e talos mais finos; precocidade produtiva; maior tolerância à umidade do solo e maior resistência à cigarrinha; maior produtividade na seca que outras cultivares de 30% de sua produção de folhas no período seco. (Embrapa, 2014).

A produção média da forragem de capim piatã é de 9,5 t/ha de matéria seca ao ano. Sua floração é mais precoce nos meses de janeiro e fevereiro, permitindo a recuperação das plantas e a produção de forragem de boa qualidade no final do período das chuvas. Seus colmos são mais finos e facilmente aproveitados pelo animal, o que favorece o consumo da forragem disponível ou a reservada para a seca. A qualidade da forragem produzida em uma área utilizada em sistema de pastejo rotacionado, durante três anos de avaliação, apresentou os teores de proteína de 9,5 % nas águas e 7,3 % no período de seca e digestibilidade de 59,9% nas águas e 51,9% na seca (Embrapa, 2014).

Epifanio et al. (2014) descreveram que o capim Piatã apresenta características nutricionais interessantes sendo a cultivar de *Urochloa brizantha* que apresenta os

melhores resultados de valor nutritivo nos meses de Março a Maio, época em que as silagens são confeccionadas. O valor nutritivo da silagem está diretamente relacionado à composição e à digestibilidade da forrageira original e a ensilagem tem como objetivo reter o máximo de nutrientes digestíveis da forragem original na sua forma conservada. Para tal, a ocorrência de um processo de fermentação eficiente é fundamental (Tomich, 2012).

### **1.3 Fatores que interferem no processo de Ensilagem**

A conservação de forragem visa minimizar os efeitos da sazonalidade na produção de forragens, tentando transferir para o período da seca parte do excedente produzido no período chuvoso. Tal prática não consiste apenas em suprir forragens, mas também fornecer alimento de qualidade satisfatória para manter os índices produtivos e reprodutivos do rebanho ao longo de todo ano. Dessa forma é preciso programar a atividade de conservação levando em consideração a forragem a ser conservada, o processo mais adequado as necessidades do rebanho, dentre outras (Reis et al. 2003).

No processo, basicamente, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos de cadeia curta pela ação de micro-organismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação. Assim sendo, o baixo custo de silagem de capim, aliado à sua alta produtividade principalmente no período das águas, justificam o seu uso, desde que se utilizem as técnicas de confecção adequadas, bem como aditivos apropriados, no sentido de se reduzirem às perdas e melhorar a qualidade das silagens (Santos et al. 2006).

As características das forrageiras que favorecem uma boa fermentação muitas vezes dependente do conteúdo de matéria seca (MS), 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 (Reis et al. 2003).

Para uma rápida redução do pH é imprescindível 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. Segundo Jobim et al. (2007) a capacidade tampão em plantas forrageiras é definida como a resistência que a massa de forragem apresenta a redução do pH. Pereira et al. (2002) relata que cada forrageira apresenta capacidades individuais de resistência à alteração do pH durante o processo fermentativo, dependendo também do estágio vegetativo da planta.

O nível de carboidrato na forragem a ser ensilada é afetado por fatores como a radiação solar no dia de corte (dias ensolarados provocam uma maior deposição de açúcares na forragem do que dias nublados), o horário de corte (os níveis de açúcares, na mesma espécie de forrageira, são maiores no final do dia do que pela manhã), extensão do período de emurchecimento (o emurchecimento por período muito longo (> 24h) reduz o conteúdo em carboidratos da forragem a ser ensilada), exposição à chuva no campo (a chuva lixivia os carboidratos e aumenta a respiração das células), compactação da forragem (havendo uma compactação satisfatória, reduz a fase aeróbica e menor será a perda de açúcar por respiração) e fechamento do silo (com a velocidade no carregamento e fechamento do silo mais rápido se obtém a anaerobiose, resultando em menor perda de açúcares através da respiração) (Lima, 2000).

As plantas forrageiras normalmente são contaminadas por micro-organismos epífitas benéficos ou não e o desenvolvimento de cada espécie dependerá das condições encontradas no 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 ação dos diferentes grupos de micro-organismos levará a formação de produtos de maior ou menor importância para a conservação e qualidade da silagem (Reis et al. 2003).

Segundo Bragachini et al. (2008) 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 micro-organismos anaeróbios, 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 micro-organismos indesejáveis conservando a forragem.

As bactérias ácido lácticas são o principal grupo de micro-organismos que atuam no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada, incluem, 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 (Reis et al. 2003).

Durante o processo fermentativo há perdas de matéria seca e energia, em maior ou menor proporção, em função da atuação dos vários micro-organismos que podem desenvolver-se na massa ensilada. No caso das bactérias ácido lácticas as perdas de energia são pequenas (0,7 a 1,7 %) as perdas de matéria seca estão relacionadas com a intensidade de atuação das bactérias heterofermentativas, que podem acarretar perdas de até 24% de MS, uma vez que as bactérias ácido lácticas homofermentativas produzem somente ácido láctico durante a fermentação, não ocasionando perdas de matéria seca (McDonald, 1981).

#### **1.4. Perdas durante o processo de ensilagem**

A origem das perdas de um alimento ensilado está relacionada com a respiração residual, a fermentação e a produção de efluente no silo. Durante a secagem no campo e após a abertura do silo, ocorrem fermentações secundárias e deterioração aeróbia (McDonald, 1991). Os capins tropicais apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e alto poder tampão que dificultam a estabilização da silagem, o pH elevado favorece o crescimento de micro-organismos indesejáveis, que afeta o valor nutritivo do alimento. Esses problemas são agravados quando o capim é ensilado no ponto de maior valor nutritivo (planta jovem), com alto teor de umidade.

As perdas por efluente estão associadas com a compactação da massa que influencia diretamente na quantidade de efluente produzida. Outros fatores também contribuem de forma indireta na produção de efluente, como, por exemplo, a profundidade e a largura do silo (Bernardes et al. 2013). Segundo McDonald (1981)

plantas ensiladas com elevada umidade produzem uma grande quantidade de efluentes, que acarreiam nutrientes altamente digestíveis, açúcares, ácidos orgânicos, diminuindo o valor nutritivo da silagem.

A ensilagem de forragens com baixo teor de matéria seca é um fator importante que contribui para a produção de efluentes. Loures et al. (2003) trabalhando com silagem de capim Elefante sob diferentes níveis de compactação observaram que o aumento da densidade contribui para elevar os valores de perdas de MS da silagem, assim como influência a sua qualidade. À medida que a densidade é acrescida, ocorre aumento das perdas de nutrientes (carboidratos, proteína bruta e minerais) através do efluente. Em vista disso, sugere-se que, na ensilagem de capim com baixo teor de matéria seca, adotem-se densidades de compactação próximas a  $550 \text{ kg/m}^3$ , com o objetivo de manter alta a concentração de nutrientes no material ensilado. Dentre os fatores que afetam a densidade da massa ensilada destacasse o peso e a pressão aplicados na compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem colocada no silo, taxa de enchimento do silo, o teor de MS da forragem e o tamanho de partícula do material.

Segundo Nussio et al. (2002) as perdas por efluentes representam riscos de poluição ambiental, que podem ser evitados através da utilização de forragens naturalmente mais secas, misturando culturas mais secas às mais úmidas no momento da ensilagem, usando aditivos absorventes e adotando o pré-emurchecimento que pode aumentar o teor de matéria seca da forragem. A utilização de absorventes durante a ensilagem tem sido sugerida como uma alternativa para a retenção do efluente a partir de silagens de alta umidade.

As menores perdas de gases ocorrem quando as bactérias homofermentativas prevalecem na silagem. No entanto quando acontece há produção de álcool por



bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras, ocorrem aumento considerável nas perdas por gases, sendo as maiores perdas associadas à fermentação butírica, causada pelos Clostrídeos (McDonald et al. 1991). Segundo Igarasi (2002) quanto maior o teor de umidade da planta maior será a produção de gás, pois haverá maior incidência de fermentações indesejáveis.

### **1.5. Uso de aditivos no processo de ensilagem**

Quando a forrageira não apresenta condições ideais para ser ensilada (baixo teor de MS ou baixo teor de carboidratos solúveis e elevada capacidade tampão) pode-se fazer uso de aditivos que favoreçam o processo fermentativo. Os aditivos têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo favorecendo a conservação e melhorar o valor nutritivo. Uma ampla variedade de aditivos pode ser usada na ensilagem, os principais incluem inoculante bacterianos, enzimas e químicos (Reis, 2001).

Os aditivos melhoram a fermentação no silo, reduzem as perdas e melhoram a qualidade nutricional da silagem, nos casos em que não é possível o emurchecimento ou forragens com baixo teor de matéria seca e baixo teor de carboidratos solúveis a possibilidade de ter uma boa preservação da silagem pode aumentar utilizando um aditivo (Cattani et al. 2008).

Alguns aditivos podem ser utilizados com a finalidade de elevar o teor de matéria seca de silagens de capins. Segundo Santos et al. (2006) o ingrediente usado como aditivo nas silagens de capim deve apresentar alto teor de matéria seca, assim não favorece o crescimento de leveduras e contribuir para baixar as perdas de efluentes. Segundo Reis et al. (2003) silagens com menos de 30% de MS, podem apresentar altas

quantidades de efluentes e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas apreciáveis.

Os aditivos mais utilizados para promover o aumento dos teores de carboidratos solúveis são: polpa cítrica, milho moído, resíduo da indústria de frutas, casca de café e melação. Alguns trabalhos já evidenciam que a glicerina bruta pode ser um aditivo promissor, sendo capaz de enriquecer a densidade energética da silagem e inibir a atividade metabólica de alguns micro-organismos prejudiciais à conservação e à qualidade da forragem (Dias et al. 2014).

Segundo Gomes (2013) a glicerina se mostra um aditivo eficiente para silagens de cana-de-açúcar, capaz de aumentar a degradabilidade ruminal e a digestibilidade da silagem, além de melhorar a estabilidade aeróbia do material ensilado. Meneses (2012) relata que a adição de glicerina no início do processo de ensilagem, participa dos processos fermentativos da silagem, propiciando boa conservação da massa ensilada e influenciando os dados nutricionais da silagem, pois eleva os teores de matéria seca e de extrato etéreo e reduz os componentes fibrosos presentes na parede celular da planta, aumentando conseqüentemente, os teores de carboidratos não fibrosos do alimento.

Da mesma forma Martins (2014) descreve melhoras na qualidade nutricional de silagens de milho e girassol com o uso da glicerina como aditivo, aumentando os níveis de energia e reduzindo o teor de fibras. Este coproduto do biodiesel favorece a fermentação da forragem e promove a acidificação do material. Segundo Martins (2014) a escolha de um determinado nível de glicerina levará em consideração o custo, disponibilidade do subproduto ou a restrição do consumo.

Segundo Dias et al. (2014) a glicerina bruta aumenta os teores de MS das forragens, e devido a densidade da glicerina e suas propriedades higroscópicas permite aumento da massa seca do material ensilado.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Available at:

<<http://www.anp.gov.br/?id=472>> Accessed on: Ago. 03, 2015.

BERNARDES, T.; REIS, R.; SIQUEIRA, G. et al. Produção de efluente de silagens de capim-marandu contendo polpa cítrica peletizada. **Revista Ciencia Agraria**, v. 56, p. 326-330, 2013.

BRAGACHINI, M. P.; CATTANI, M.; GALLARDO, J. et al. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. **INTA - PRECOP II Manual técnico**, 2008, p. 325.

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

DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, p.1874-1882, 2014.

DONKIN, S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v37, p.280-286,. 2008.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Informativo piatã. [2014]. Available at:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123641/1/Folder-Piata-Final-2014.pdf>. Accessed on: Mar. 15,2015.

- EMBRAPA AGROENERGIA. [2015]. Informativo Agroenergia. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2945806/biodiesel-pode-tornar-diesel-mais-barato>> Accessed on: Jul. 03, 2014.
- EPIFANIO, P. S.; COSTA, K.A.P.; PERIM, R. et al. Composição bromatológica da silagem de capim-piatã ensilado com diferentes níveis de farelos da indústria do biodiesel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 491-504, 2014.
- GOMES, M.A.B. Glicerina na qualidade de silagens de cana-de-açúcar e de milho e na produção de oócitos e de embriões in vitro de bovinos. 2013. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- IGARASI, M. S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzania (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JOBIM, C.; NUSSIO, L.; REIS, R. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 36, p.101-119, 2007.
- LIMA, M.L.M. Primeiro curso de tecnologia de produção de silagem de gramínea tropical. Aditivos bacterianos enzimáticos. USP, ESALQ, Piracicaba, p.26. 2000.
- LOURES D.R.S. GARCIA R. Pereira O.G. CECOM P. R. SOUZA A. L. Características do Efluente e Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante sob Diferentes Níveis de Compactação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, p.1851-1858, 2003.

- MARTINS, A.S.; OLIVEIRA, J.R.; LEDERER, M.L.; et al. Glycerol inclusion levels in corn and sunflower silages. **Ciência Agrotecnologia**, v.38, p.497-505, 2014.
- MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. 2009. 19f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MENÊSES, N. N. Uso da glicerina bruta na ensilagem de capim elefante ( Pennisetum purpureum, shum). 2012. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciencia Animal) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage. 3th ed. Chalcombe Publications, New York.
- McDONALD, P. The bioquemistry of silage. Ed. John Wiley e Sons, N.Y., 1981 207p.
- NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.;NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. Anais... Recife: SBZ: Ed. dos Editores, 2002. 4f. 1 CD-ROM.
- 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, 2002. p373-406.
- PINHEIRO, R. S.; CÉSAR, A. S.; BATALHA, M. O. Impactos da produção de glicerina derivada de biodiesel em outros setores: um estudo multi-casos. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Paulo. p 11.

- RAMOS, M. H.; KERLEY, M. S.; Effect of dietary crude glycerol level on ruminal fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. **Journal of Animal Science**, p. 892-899, 2011. doi: 10.2527/jas.2011-4099.
- REIS, R. A. Conservação de Forragens como Estratégia para Otimizar o Manejo de Pastagens. In: Anais ZOOTEC 2001. Goiânia: Sebrae, 2001. 213 p.
- REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. et al. Volumosos na produção de ruminantes. Valor alimentícios de forragens. 1.ed, Jaboticabal: Editora Funep, 2003, 264p.
- 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.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A. M. Silagem de Gramineas Tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, p. 32-45, 2006. DOI: 10.5747/ca.2006.v02.n1.a21
- TOMICH, T. R. Qualidade na produção de silagens. In: VI Simpósio Mineiro e I Simpósio Nacional sobre Nutrição de Gado de Leite. 2012, Belo Horizonte. Anais... p. 87-115.

## **CAPITULO 2**

## **Uso da glicerina bruta na melhoria do processo fermentativo e no valor nutritivo da silagem de capim Piatã**

Resumo: Com o aumento da produção brasileira do biodiesel cresce também a preocupação com o destino da glicerina bruta produzida durante o processo. No intuito de utilizar esse resíduo o objetivo da pesquisa foi comprovar se há melhorias no processo fermentativo e no valor nutritivo da silagem de *Urochloa brizantha* cv BRS Piatã colhido em três idades de corte e ensilado com diferentes quantidades de glicerina bruta. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de glicerina bruta (0, 10, 20 e 30% da MS ensilada) e três idades de corte (30, 45 e 60 dias) com três repetições por tratamento (silos). Foram determinadas as perdas de matéria seca (PMS), perdas por gases (PG), pH, população microbiana, além do valor nutritivo das silagens. Não foram observadas diferenças no pH entre as doses de glicerina bruta testadas. No entanto, foram observadas reduções nas PMS e PG em função das doses de glicerina bruta. Foram observados aumentos nas populações de bactérias ácido lácticas e mesofílicas anaeróbias facultativas em função da dose de glicerina bruta. A glicerina bruta proporcionou aumento nos teores EE e redução dos teores de FDN e FDA, proporcionando melhorias na composição química da silagem produzida. Em conclusão, a glicerina bruta pode ser utilizada na ensilagem do capim Piatã, sendo a dose de 30% de glicerina bruta a que apresentou os melhores resultados.

**Palavras-chave:** biodiesel, conservação de forragem, glicerol, ruminantes

Abstract - The expansion of Brazilian biodiesel production has caused a growing concern with the recycling of crude glycerin produced during this process. In order to find an alternative use for this byproduct, the objective of this study was to evaluate the improvements in fermentation and nutritional value of the silage of *Urochloa brizantha* cv BRS Piata harvested at three cutting ages and ensiled with different levels of crude glycerin. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 4x3 factorial scheme, four doses of crude glycerin (0, 10, 20 and 30% DM silage) and three cutting ages (30, 45 and 60 days) with three replicates per treatment (silos). The parameters of dry matter losses (DML), gas losses (GL), pH, microbial population and



nutritional value of the silage were evaluated. There was no difference in pH among the tested doses of glycerin. However, reductions in DML and GL were observed in function of glycerin doses. Bacterial populations of lactic acid and facultative mesophilic anaerobes were increased in function of glycerin doses as well. Crude glycerin increased EE levels and reduced NDF and ADF contents, improving the chemical composition of the produced silage. In conclusion, crude glycerin can be used in the ensiling of Piata grass and the dose of 30% was the one that showed the best results.

**Keywords:** biodiesel, forage conservation, glycerol, ruminants

## INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel gera como subproduto do processo a glicerina bruta, sendo que para cada tonelada de biodiesel produzido, são gerados 100 kg de glicerina (ANP, 2015). A produção nacional de glicerina bruta brasileira no ano de 2014 foi de aproximadamente 460 mil toneladas, muito acima da demanda de 40 mil toneladas (ANP, 2015). O excedente de glicerina bruta associado ao seu alto poder poluente (elevado teor de glicerol e lipídeos residuais) podem trazer sérios problemas para as usinas produtoras de biodiesel com a estocagem deste produto, por isso algumas alternativas devem ser criadas para que este co-produto possa ser utilizado de maneira segura e com uma demanda que se aproxime da produção.

A glicerina bruta pode ser utilizada como aditivo estimulador de fermentação de silagens, pois apresenta em sua composição o glicerol, que é uma fonte rica em energia para os micro-organismos anaeróbios (Krehbiel, 2008). Isso pode favorecer o crescimento microbiano e melhorar a qualidade do processo fermentativo, principalmente dos capins tropicais que apresentam baixos teores de carboidratos prontamente fermentescíveis, alto poder tampão e baixo conteúdo de matéria seca no momento da colheita (Avila et al. 2006; Ferreira et al. 2010).

Os capins tropicais (exemplo da *Urochloa brizantha*, espécie mais utilizada no centro-oeste brasileiro) não apresentam teores adequados de MS, carboidratos solúveis e poder tampão que proporcionem um eficiente processo fermentativo, sendo necessária a utilização de alguns aditivos estimuladores de fermentação (Bergamaschine et al. 2006). Assim, a adição de fontes ricas em carboidratos solúveis melhora o processo fermentativo, favorecendo o crescimento de bactérias produtoras de ácido lático e proporcionando rápida queda no pH da silagem.

Na busca de uma forma de aproveitar o excesso de glicerina bruta produzida no Brasil e também melhorar a qualidade fermentativa e valor nutritivo das silagens de capins tropicais o objetivo da pesquisa foi comprovar se há melhorias no processo e no valor nutritivo da silagem da *Urochloa brizantha* com a adição de diferentes quantidades de glicerina bruta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no setor de forragicultura e as análises químicas no Laboratório de Manejos de Forragens e Resíduos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrária (FCA) ambos pertencentes à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS. O clima da região da cidade de Dourados-MS, segundo a classificação de Köppen, é Mesotérmico Úmido do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20 a 24°C e 1250 a 1500 mm, respectivamente.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, sendo no qual a forragem colhida em três idades de corte (30, 45 e 60 dias) e ensilada com quatro doses de glicerina bruta (0, 10, 20 e 30% da MS ensilada) e com três repetições por tratamento (silos). Como silos experimentais foram

utilizados tubos de PVC de 50 cm de altura e 15 cm de diâmetro, comportando uma quantidade de aproximadamente 5 kg de capim “in natura”.

A glicerina bruta utilizada foi proveniente de uma indústria da cidade de Dourados-MS e apresentou a seguinte composição química: 14% de glicerol, 6,1 % de metanol, 96 % de matéria seca e 70,3 % de extrato etéreo.

A área de capim Piatã utilizada no experimento estava formada há 5 anos e foi adubada 30 dias antes do início do experimento com 100 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (uréia). Inicialmente, no dia 25 de maio de 2014 (início da estação seca) foi realizado um corte de uniformização do capim a 10 cm do solo para padronizar a pastagem. Após o corte, a área foi dividida em três partes que foram cortadas à medida que o capim atingiu as idades a serem testadas. Todos os cortes foram feitos com uma roçadeira costal a uma altura de 15 cm do solo e a massa coletada foi triturada para obter um tamanho de partícula de 1,5 cm.

O capim mais a dose de glicerina de cada tratamento foram misturados sobre uma lona plástica e posteriormente colocada nos silos experimentais, sendo a composição química de cada tratamento apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do capim piatã utilizado na ensilagem em diferentes idades e com doses crescentes de glicerina bruta.

| Parâmetros | Corte   | Dose (% da MS) |       |       |       |
|------------|---------|----------------|-------|-------|-------|
|            |         | 0              | 10    | 20    | 30    |
| MS         | 30 dias | 20,57          | 27,10 | 26,91 | 26,33 |
|            | 45 dias | 25,12          | 26,79 | 27,97 | 29,19 |
|            | 60 dias | 32,95          | 33,83 | 35,04 | 37,04 |
| PT         | 30 dias | 14,33          | 11,01 | 11,21 | 11,12 |
|            | 45 dias | 6,81           | 6,74  | 6,48  | 6,59  |
|            | 60 dias | 5,55           | 5,66  | 5,80  | 5,76  |
| MM         | 30 dias | 10,19          | 9,73  | 9,35  | 8,92  |
|            | 45 dias | 8,27           | 7,82  | 7,43  | 6,43  |
|            | 60 dias | 8,63           | 7,89  | 7,60  | 7,16  |
| CNF        | 30 dias | 20,73          | 29,29 | 28,75 | 32,86 |
|            | 45 dias | 14,20          | 17,71 | 23,01 | 24,11 |
|            | 60 dias | 16,08          | 24,68 | 27,96 | 34,05 |
| CHOT       | 30 dias | 72,30          | 73,02 | 72,60 | 72,37 |
|            | 45 dias | 74,26          | 75,98 | 76,31 | 77,47 |
|            | 60 dias | 79,91          | 79,71 | 80,58 | 79,02 |

|        |         |       |       |       |       |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| PB     | 30 dias | 12,91 | 12,19 | 12,12 | 10,99 |
|        | 45 dias | 12,87 | 11,14 | 10,19 | 8,21  |
|        | 60 dias | 8,06  | 8,65  | 7,33  | 7,99  |
| FDN    | 30 dias | 58,10 | 52,11 | 50,59 | 47,26 |
|        | 45 dias | 62,17 | 55,30 | 52,35 | 50,42 |
|        | 60 dias | 64,18 | 60,42 | 54,83 | 57,15 |
| FDA    | 30 dias | 28,72 | 26,52 | 24,43 | 22,96 |
|        | 45 dias | 29,29 | 28,93 | 27,49 | 25,38 |
|        | 60 dias | 32,59 | 31,53 | 29,26 | 28,46 |
| EE     | 30 dias | 4,60  | 5,06  | 5,93  | 7,72  |
|        | 45 dias | 4,60  | 5,06  | 6,07  | 7,89  |
|        | 60 dias | 3,40  | 3,74  | 4,49  | 5,83  |
| Digest | 30 dias | 80,63 | 81,74 | 84,90 | 85,24 |
|        | 45 dias | 79,72 | 85,43 | 86,21 | 89,34 |
|        | 60 dias | 76,21 | 83,23 | 82,66 | 84,43 |

MS: Matéria Seca; PT: Poder Tampão (meqg HCl/100gMS); MM: Matéria Mineral (% da MS); CNF: Carboidrato não Fibroso (% da MS); CHOT: Carboidratos Totais (% da MS); PB: Proteína Bruta (% da MS); FDN: Fibra Detergente Neutro (% da MS); FDA: Fibra Detergente Acido (% da MS); EE: Extrato Etéreo (% da MS); Digest: Digestibilidade “in vitro” (% da MS).

A compactação do material a ser ensilado foi realizada manualmente e a densidade média observada foi de 566 kg de matéria verde.m<sup>-3</sup>. Após o enchimento os silos foram vedados com lona plástica e fita adesiva, pesados e armazenados no laboratório. Todos os componentes do silo, assim como a forragem acondicionada, foram pesados para determinação das perdas fermentativas. Após 80 dias de fermentação, foram novamente pesados para determinação das perdas por gases e perda de MS (Jobim et al. 2007).

Uma amostra de aproximadamente 300 g de forragem de cada tratamento, no momento da ensilagem, e após a ensilagem foi submetida à secagem a 55°C por 72 horas para determinação da primeira matéria seca. Depois da pré-secagem as amostras foram moídas em moinho tipo Willye com peneira de 3 mm e então serem submetidas as análises laboratoriais. Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram determinados de acordo com (AOAC, 1990). A digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com

metodologia descrita por (Tilley & Terry, 1963). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com (Mertens, 2002).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) foram obtidos através das equações:  $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + MM)$  e  $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$  Sniffen et al. (2002). Os valores de NDT foram estimados de acordo com (Cappelle et al. 2001). A obtenção do extrato aquoso e a mensuração do pH do material antes e depois da ensilagem foi realizada segundo metodologia proposta por (Kung Junior et al. 1984). O poder tampão foi determinado nas amostras de forragem conforme protocolo descrito por (Playne & Mcdonald, 1966).

Para as análises microbiológicas foi coletada uma amostra de 25 g de cada silo e colocada em erlenmeyers contendo 250 mL de água peptonada estéril (1% de peptona) e agitada durante 10 minutos. A partir do extrato obtido, foram preparadas diluições decimais de  $10^{-1}$  a  $10^{-7}$  para avaliação das populações de micro-organismos. O número de bactérias mesofílicas anaeróbias facultativas foi determinado em placa contendo Agar Nutriente e incubado a  $35^{\circ}C$ . As bactérias ácido lácticas foram numeradas em placas contendo o meio de cultivo MRS (Difco) e incubadas em jarras de anaerobiose a  $35^{\circ}C$ . O meio de cultura DG18 (Dichloran glycerol) foi utilizado para a contagem de fungos filamentosos e meio YEPD acrescido de 0,4% de nistatina (para evitar o crescimento bacteriano) para contagem de leveduras. As placas foram incubadas a  $28^{\circ}C$  por 5 a 7 dias para contagem de fungos filamentosos e 48 horas para contagem de leveduras (Bravo-Martins et al. 2006).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação as idades da planta e as doses de glicerina bruta. Contrastes ortogonais foram utilizados para avaliar os efeitos de ordem linear, cúbico e quadrático das idades

da planta e dos níveis de glicerina bruta. As análises foram feitas utilizando o software ("R"2014)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas fermentativas foram influenciadas pelas doses de glicerina bruta e idade do capim ( $p < 0,05$ ). Foram observadas reduções nas perdas de matéria seca e perdas por gases em função das doses de glicerina bruta e idade de corte, seguindo um modelo linear de predição (Figuras 1 e 2).

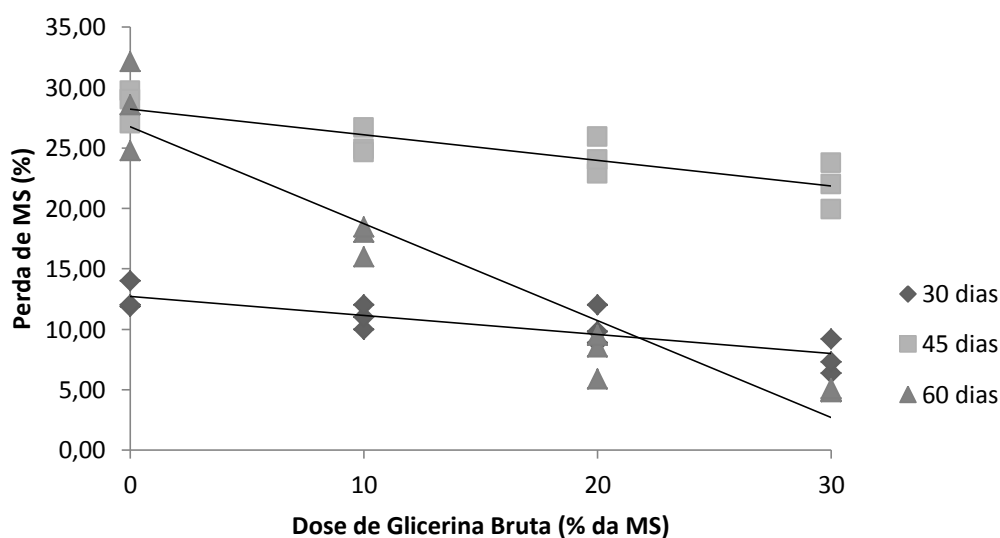


Figura 1. Perdas de MS da silagem capim Piatã aos 30, 45 e 60 dias de corte e acrescidas de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta. 30 dias ( $y = -0,1583x + 12,738$ ;  $R^2 = 0,7011$ ), 45 dias ( $y = -0,2118x + 28,2$ ;  $R^2 = 0,7651$ ), 60 dias ( $y = -0,8016x + 26,747$ ;  $R^2 = 0,9156$ ).

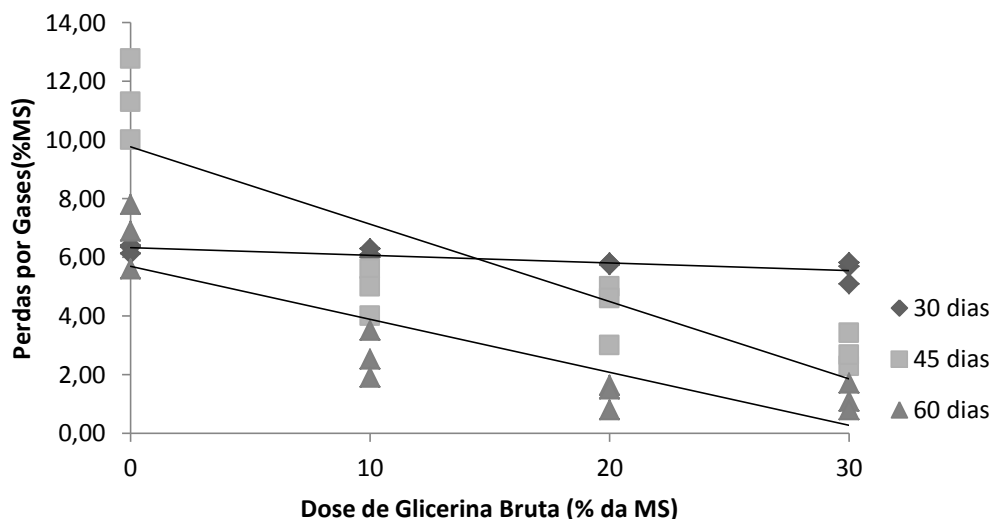


Figura 2. Perdas por gases da silagem capim Piatã aos 30, 45 e 60 dias de corte e acrescidas de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta. 30 dias ( $y = -0,026x + 6,3286$ ;  $R^2 = 0,7117$ ), 45 dias ( $y = -0,2638x + 9,7593$ ;  $R^2 = 0,7549$ ), 60 dias ( $y = -0,1803x + 5,6859$ ;  $R^2 = 0,7416$ ).

A silagem produzida com o capim de maior idade (60 dias) apresentou a maior redução das perdas de matéria seca em função da dose de glicerina adicionada. A perda de matéria seca nestas silagens foi de 26,7 % no tratamento com 0% de glicerina bruta e 2,7% no tratamento com 30 % de glicerina bruta, uma redução de 89,9% das perdas de matéria seca. As perdas gasosas apresentaram reduções de 12,3%, 81,2% e 95,2% nas silagens dos capins colhidos aos 30, 45 e 60 dias de rebrota, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado por Dias et al. (2014) nas perdas gasosas (% da MS), conforme foi adicionado glicerina bruta na ensilagem da cana-de-açúcar, as perdas por gases foram diminuídas, caracterizando a resposta do aditivo em reduzir perdas durante o processo de fermentação. Esse dado mostra que a glicerina bruta favorece o processo de fermentação reduzindo as perdas, sendo que esse efeito é maior conforme aumenta a idade do capim.

Por possuir elevados teores de MS, a inclusão de glicerina bruta contribuiu para o aumento dos teores de MS das silagens (Tabela 1). Segundo Castro et al. (2006) o excesso de umidade propicia condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade, em que é grande a decomposição protéica, com evidente queda no valor nutritivo e perdas fermentativas elevadas.

Houve aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na população de bactérias produtoras de ácido láctico e mesofílicas anaeróbias facultativas com a adição de glicerina bruta na ensilagem do capim Piatã (Tabela 2).

Tabela 2. População microbiana (Log UFC.  $g^{-1}$  de silagem) na silagem do capim Piatã em função das diferentes idades de corte e doses de glicerina bruta no ensilado.

| População Microbiana                             | Modelo                              | R <sup>2</sup> | P       | CV%   |
|--|-------------------------------------|----------------|---------|-------|
| 30 dias  |                                     |                |         |       |
| Bactérias Ácido Lácticas                         | $y = -0,0001x^2 + 0,0431x + 6,0255$ | 0,93           | < 0,001 | 9,56  |
| Bactérias Mesofílicas<br>Anaeróbias Facultativas | $y = 0,0003x^2 + 0,0196x + 6,1310$  | 0,81           | < 0,001 | 18,90 |
| Fungos Filamentoso                               | $y = -0,0001x^2 + 0,0286x + 2,0675$ | 0,44           | < 0,001 | 3,40  |
| Levedura   | $y = 0,0035x^2 - 0,1058x + 2,1840$  | 0,41           | < 0,001 | 25,16 |
| 45 dias  |                                     |                |         |       |
| Bactérias Ácido Lácticas                         | $y = -0,0005x^2 + 0,0546x + 6,5805$ | 0,87           | < 0,001 | 9,56  |
| Bactérias Mesofílicas<br>Anaeróbias Facultativas | $y = -0,0002x^2 + 0,0118x + 6,5975$ | 0,67           | < 0,001 | 18,90 |
| Fungos Filamentoso                               | $y = 0,0084x + 2,1027$              | 0,70           | < 0,001 | 3,40  |
| Levedura   | $y = 0,0032x^2 - 0,0881x + 2,0543$  | 0,35           | < 0,001 | 25,16 |
| 60 dias  |                                     |                |         |       |
| Bactérias Ácido Lácticas                         | $y = -0,0028x^2 + 0,0717x + 7,1415$ | 0,84           | < 0,001 | 9,56  |
| Bactérias Mesofílicas<br>Anaeróbias Facultativas | $y = -0,0002x^2 + 0,0118x + 6,5975$ | 0,63           | < 0,001 | 18,90 |



|                    |                                    |      |        |       |
|--------------------|------------------------------------|------|--------|-------|
| Fungos Filamentoso | $y = 0,0084x + 2,1027$             | 0,71 | <0,001 | 3,40  |
| Levedura           | $y = 0,0057x^2 - 0,1142x + 1,6085$ | 0,65 | <0,001 | 25,16 |

$R^2$  = coeficiente de determinação do modelo; P = valor de P; CV% = coeficiente de variação.

Foram encontradas populações de bactérias ácido lácticas e mesofílicas anaeróbias facultativas de 6,6 e 6,4 Log UFC/g sem a adição de glicerina bruta e 7,3 e 7,2 Log UFC/g com a adição de 30% de glicerina bruta, respectivamente. Estudando a dinâmica da população de bactérias ácido lácticas na ensilagem do capim Marandu com adição de polpa cítrica Coan et al. (2007) não obtiveram diferenças no número de bactérias ácido lácticas no produto final. Os autores testaram as doses 0, 5 e 10% de polpa cítrica em relação ao capim Marandu e obtiveram média de 6,0 Log UFC/g de silagem, valor inferior ao obtido neste trabalho com a adição de glicerina bruta. Desta forma, pode se afirmar que a glicerina foi efetiva no aumento da população bacteriana da silagem, principalmente no grupo de bactérias ácido lácticas (maior população identificada). De acordo com Silva et al. (2014) a maior produção de ácido láctico pode levar a menores perdas de MS em silagens, considerando-se que a fermentação láctica resulta em mínimas perdas, ao passo que as fermentações acética e butírica estão associadas a fermentações secundárias e perdas de MS na forma de gases.

O aumento da população de bactérias ácido lácticas das silagens com adição de glicerina bruta não proporcionaram diferenças no pH final das silagens (P=0,06). O pH final é um indicativo de qualidade do processo fermentativo, reflete a produção total de ácidos graxos de cadeia curta que ocorreu durante a ensilagem. No entanto, esse parâmetro isoladamente, não explica se houve rápida queda do pH (reduzindo perdas de matéria seca e gás), qual perfil de ácidos graxos produzidos (populações de micro-organismos) e o valor nutritivo do produto final. Um exemplo disso foi obtido por Ferreira et al. (2011) que avaliaram a silagem de capim elefante (*Pennisetum*

purpureum) com diferentes inóculos de *Streptococcus bovis*. Os autores não observaram diferenças no pH da silagem com e sem o inóculo, mas as produções de ácido láctico e o valor nutricional foram maiores nas silagens inoculadas com *Streptococcus bovis* (menores teores de ácidos acético, butírico, propiônico e amônia).

O pH médio das silagens confeccionadas com adição de glicerina bruta foram ligeiramente inferiores (3,8) em comparação aquelas sem adição de glicerina bruta (4,1). Mas independente do tratamento testado, os valores de pH foram inferiores ao esperado para as silagens de capins tropicais, que geralmente apresentam valores de pH superiores a 5,0 como o observado por Amaral et al. (2008).

As populações de fungos filamentosos e leveduras também apresentaram diferenças ( $P < 0,01$ ) em função das doses de glicerina bruta e os maiores valores foram observados nos tratamentos com inclusão de glicerina bruta. As Leveduras, em condição de anaerobiose desempenham um papel importante na deterioração da silagem devido a conversão de açúcares em etanol,  $\text{CO}_2$  e água, gerando conseqüentemente silagens com baixos teores de ácidos láctico e acético. Já os fungos filamentosos, em condição de aerobiose quebram o açúcar e o ácido láctico pela via normal da respiração e também hidrolisam e metabolizam a celulose e outros componentes da parede celular. Na presença de oxigênio as leveduras utilizam açúcares residuais, ácido láctico, proteína causando aquecimento e perda no valor nutritivo das silagens (Bravo-Martins et al. 2006).

Apesar de atuarem de maneira negativa a quantidade de fungos e leveduras identificadas não traz preocupações maiores no que se refere a qualidade nutricional e sanitária das silagens. Foram observadas populações médias (entre as silagens dos capins colhidos em diferentes idades e com a dose 30% de glicerina bruta) de 2,2 e 2,6

Log UFC/g de fungos filamentosos e leveduras, respectivamente, valores considerados baixos e característicos de silagens de boa qualidade (Guim et al. 2002).

A inclusão de glicerina bruta também promoveu melhorias significativas no valor nutritivo das silagens. Foram observadas reduções ( $p < 0,01$ ) nos teores de FDN e FDA em função das doses de glicerina bruta, isso se deve ao fato da glicerina bruta apresentar em sua composição apenas carboidratos não fibrosos o que acaba colaborando para redução destes constituintes conforme foi adicionada a glicerina bruta a silagem (Figuras 3 e 4).

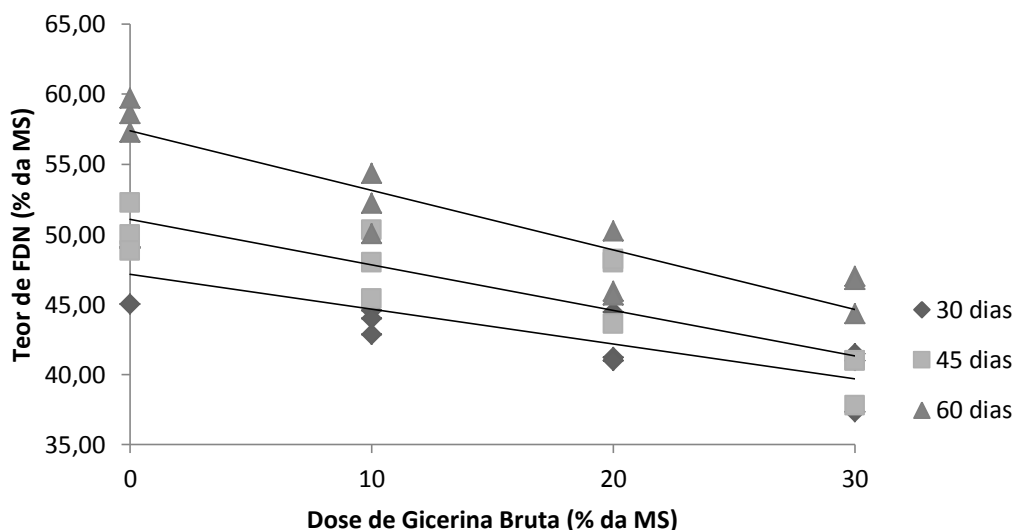


Figura 3. Teores de FDN (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = -0,249x + 47,153$ ;  $R^2 = 0,7345$ ), 45 dias ( $y = -0,3255x + 51,083$ ;  $R^2 = 0,7319$ ), 60 dias ( $y = -0,4242x + 57,373$ ;  $R^2 = 0,8442$ ).

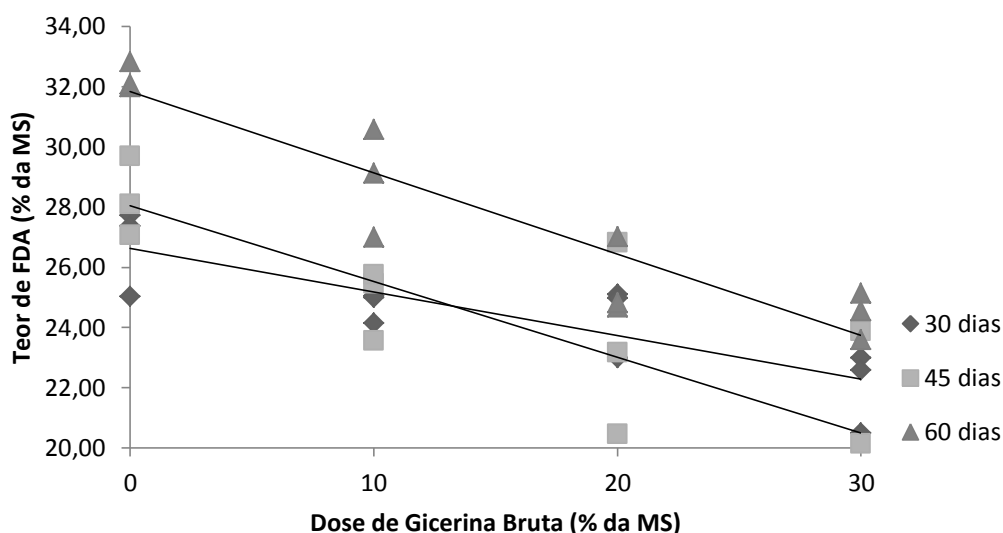


Figura 4. Teor de FDA (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = -0,1443x + 26,623$ ;  $R^2 = 0,7038$ ), 45 dias ( $y = -0,2516x + 28,046$ ;  $R^2 = 0,6476$ ), 60 dias ( $y = -0,27x + 31,837$ ;  $R^2 = 0,86959$ ).

Foram observadas reduções de 15,84, 19,11 e 22,17% nos teores de FDN das silagens do capim colhido aos 30, 45 e 60 dias, respectivamente, quando comparada a maior dose de glicerina bruta com o tratamento testemunha. 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. Quanto ao estágio vegetativo, a silagem proveniente do capim com 60 dias de crescimento apresentou o maior ( $P < 0,05$ ) teor de FDN (57,37%), seguido do capim com 45 dias (51,08%) e do capim com 30 dias (47,15%). Esse resultado já era esperado, pois, conforme o capim cresce há aumento considerável dos componentes de parede celular (constituintes fibrosos) e consequente redução da proporção de conteúdo celular das forrageiras.

Os teores de PB das silagens decresceram linearmente ( $P < 0,01$ ), em todos os cortes, à medida que foram aumentando as doses de glicerina (Figura 5).

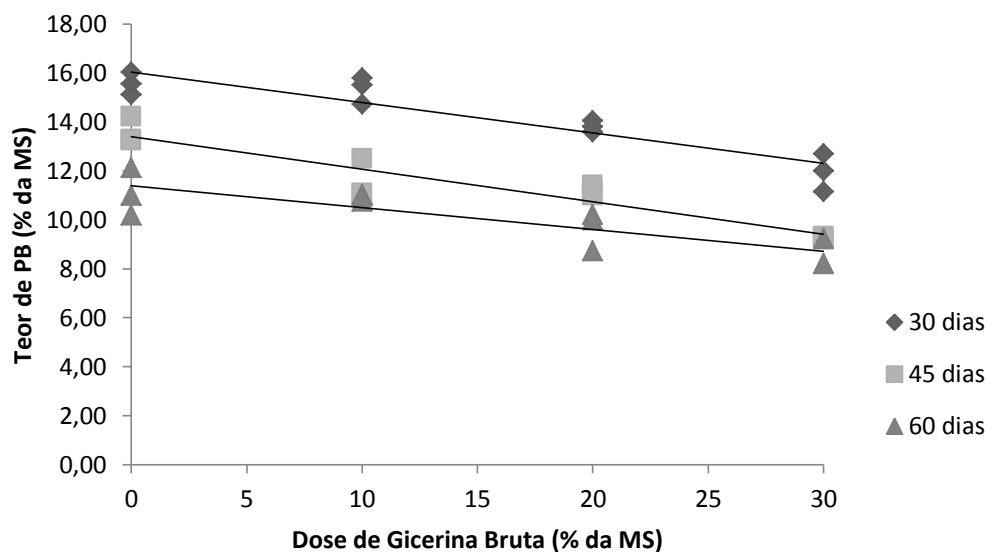


Figura 5. Teor de PB (% da MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = -0,1237x + 16,027$ ;  $R^2 = 0,8361$ ), 45 dias ( $y = -0,1328x + 13,394$ ;  $R^2 = 0,8785$ ), 60 dias ( $y = -0,0896x + 11,399$ ;  $R^2 = 0,7141$ ).

Este resultado é comum em trabalhos que acrescentam ao processo fermentativo aditivos ricos em energia, que na maioria das vezes possuem baixos teores de proteína. Evangelista et al. (2000), trabalhando com silagem de capim estrela roxa observaram queda nos teores de PB em função do acréscimo de polpa cítrica. Segundo os autores, foi observado nas silagens sem polpa cítrica teor médio de 13,5% de PB, já nas silagens com 4% de polpa cítrica o teor médio de PB foi de 12,8%. O mesmo comportamento foi obtido por Gomes et al. (2013) que observaram uma redução de 37,56% no teor de PB da silagem de cana de açúcar com a adição de 15% de glicerina bruta em comparação a silagem controle.

A queda nos teores de PB foi maior conforme houve aumento na idade de corte do capim. O menor valor de PB foi de 8,71% na silagem proveniente do capim com 60 dias de idade e na dose de 30% de glicerina bruta, muito abaixo do capim com 30 dias de idade e na dose de 0% de glicerina bruta (16,02% de PB). Os menores teores de PB das silagens com glicerina bruta podem ser facilmente compensados com a inclusão de concentrados proteicos na dieta dos animais, a fim de satisfazer as exigências de proteína sem comprometer o desempenho dos animais.

Tanto o glicerol como o extrato etéreo presente na glicerina bruta contribuíram para aumentar a concentração energética das silagens, o que resultou em melhorias nos teores de EE, CHOT, CNF, DIVMS e NDT estimado (Figuras 6, 7, 8, 9 e 10).

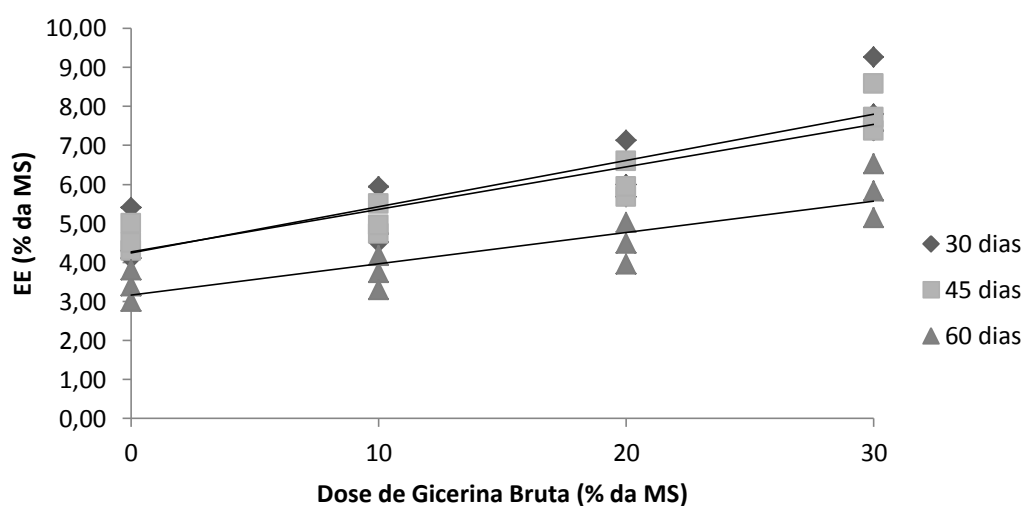


Figura 6. Teores de Extrato Etéreo (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = 0,1089x + 4,2725$ ;  $R^2 = 0,8479$ ), 45 dias ( $y = 0,1185x + 4,2411$ ;  $R^2 = 0,7559$ ), 60 dias ( $y = 0,0805x + 3,1579$ ;  $R^2 = 0,7659$ ).

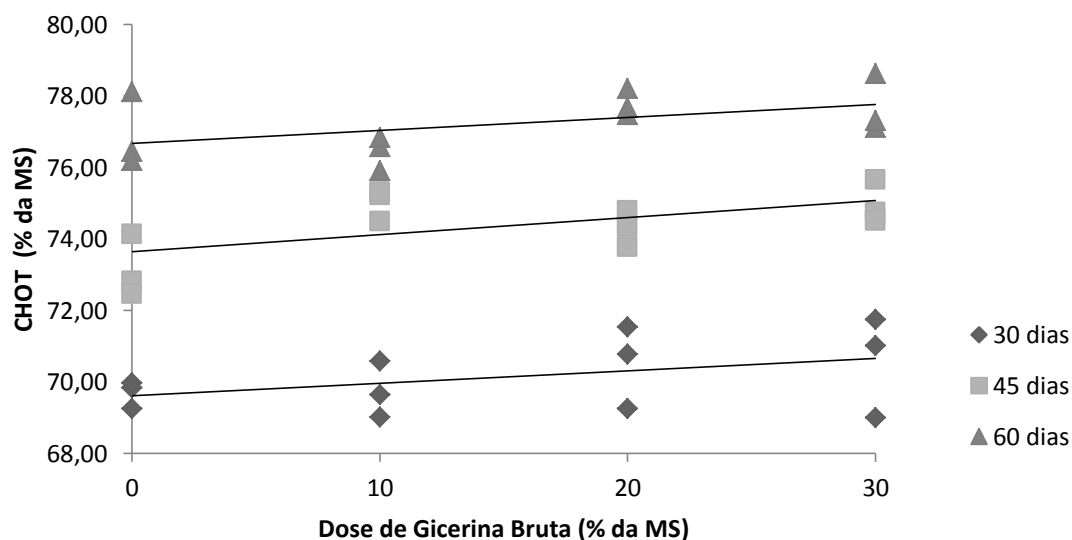


Figura 7. Teor de CHOT (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = 0,0349x + 69,615$ ;  $R^2 = 0,1754$ ), 45 dias ( $y = 0,0478x + 73,642$ ;  $R^2 = 0,3401$ ), 60 dias ( $y = 0,0364x + 76,667$ ;  $R^2 = 0,2496$ ).

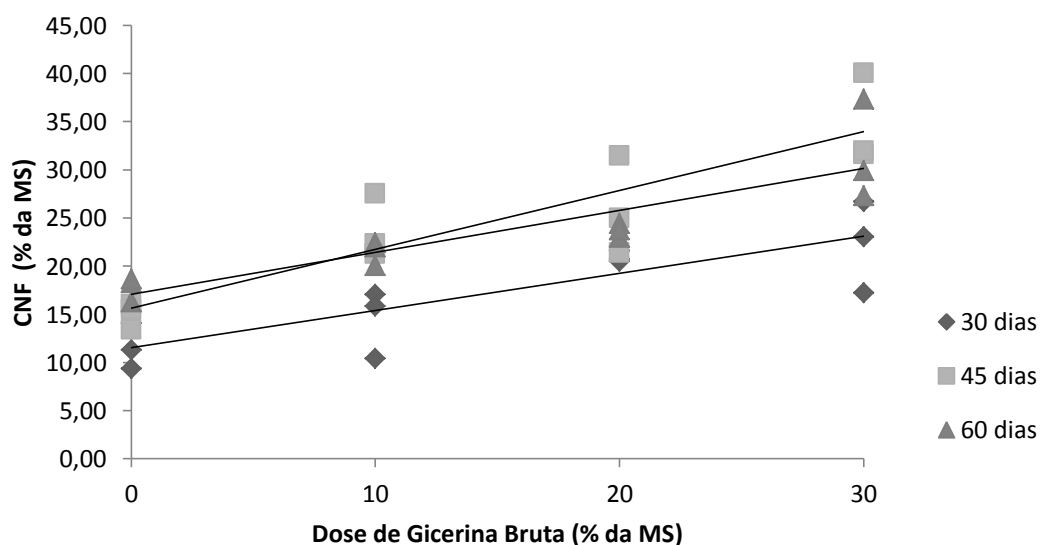


Figura 8. Teor de CNF (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = 0,3872x + 11,514$ ;  $R^2 = 0,7016$ ), 45 dias ( $y = 0,6105x + 15,647$ ;  $R^2 = 0,7895$ ), 60 dias ( $y = 0,4361x + 17,091$ ;  $R^2 = 0,7782$ ).

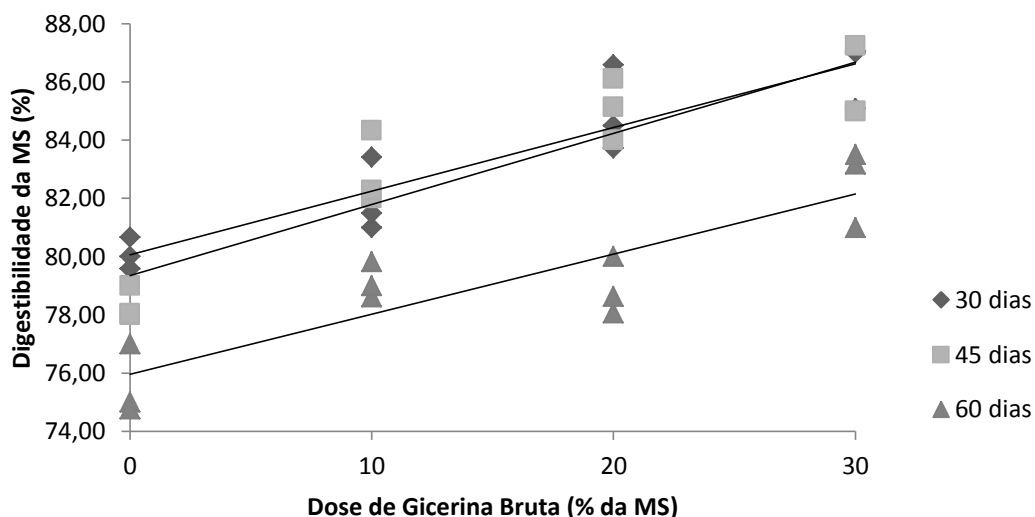


Figura 9. Valores de Digestibilidade in vitro da MS (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = 0,2185x + 80,067$ ;  $R^2 = 0,857$ ), 45 dias ( $y = 0,2441x + 79,349$ ;  $R^2 = 0,8125$ ), 60 dias ( $y = 0,2067x + 75,949$ ;  $R^2 = 0,7765$ ).

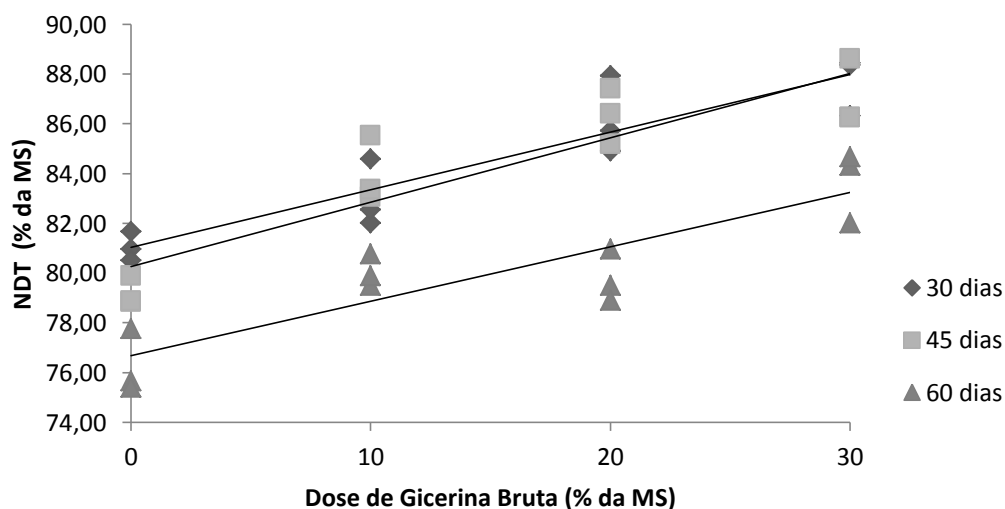


Figura 10. Valores de NDT (% na MS) das silagens do capim Piatã em função das idades de corte e doses de glicerina bruta. 30 dias ( $y = 0,2316x + 81,031$ ;  $R^2 = 0,857$ ), 45 dias ( $y = 0,2588x + 80,27$ ;  $R^2 = 0,8125$ ), 60 dias ( $y = 0,2191x + 76,666$ ;  $R^2 = 0,7765$ ).



França et al. (2012) utilizaram as doses de 0, 5, 10 e 15 % de glicerina bruta (base MS) na ensilagem do milho e, também obtiveram aumento linear do teor de carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e da digestibilidade “in vitro” da matéria seca. A glicerina bruta utilizada neste trabalho era de baixa pureza e apresentava um teor elevado de lipídeos residuais do processo de produção do biodiesel (70,3% de extrato etéreo) o que contribuiu para o aumento linear ( $p < 0,01$ ) dos teores de EE das silagens e consequente melhoria DIVMS e do NDT estimado.

Segundo Bosa et al. (2012) valores acima de 7% de extrato etéreo na dieta interferem negativamente na degradação das frações fibrosas do alimento pelos micro-organismos ruminais (efeito tóxico) e consequentemente na ingestão do mesmo. A toxicidade dos ácidos graxos aos micro-organismos ruminais está relacionada à sua natureza, sendo os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (característicos dos óleos vegetais) os mais prejudiciais (Palmquist & Mattos 2006). Os teores de EE das silagens variaram de 3,15 a 7,53% o que, a princípio, não implicaria em prejuízos a ingestão e o aproveitamento das silagens estudadas.

A principal desvantagem da utilização das silagens de capins tropicais na alimentação animal seria a baixa concentração energética (NDT) quando comparada as silagens de milho e sorgo que possuem alta proporção de grão na silagem Castro et al. (2006). Assim, dietas que possuem a silagem de capim como volumoso necessitam de maior participação de concentrados (principalmente quando se pretende alto ganho de peso) o que aumenta os custos de produção. Foi observado um aumento médio (entre as idades de corte) de 0,23% de NDT para cada 1% de inclusão de glicerina bruta na silagem, atingindo o valor máximo de 88,63% de NDT (30% de glicerina com 45 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.

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 capim Piatã, principalmente quando foi utilizado capins com idades maiores. No entanto, deve se ressaltar que a glicerina bruta utilizada neste trabalho foi a de baixa pureza e que possui baixo valor de mercado, sendo necessários trabalhos futuros que avaliem o efeito da qualidade da glicerina bruta no processo fermentativo e seus reflexos no desempenho animal.

## **CONCLUSÕES**

A glicerina bruta na ensilagem do capim Piatã promove a melhoria do processo fermentativo, incrementa a população de bactérias ácido lácticas e melhora o valor nutritivo. A dose de 30% de glicerina bruta e 60 dias de idade (em relação a matéria seca ensilada) apresentaram os melhores resultados.

**REFERÊNCIAS**

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Available at: <<http://www.anp.gov.br/?id=472>> Accessed on: Ago. 03, 2015.
- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.977-983, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Arlington, Virginia: 1990. 1117p.
- AVILA, C.; SILVA, L.; PINTO, J. C. et al. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.648-654, 2006.
- BERGAMASCHINE, A.F. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1454-1462, 2006.
- BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R. et al. 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.
- BRAVO-MARTINS, C.E.C.; CARNEIRO, H.; CASTRO-GÓMEZ, R.J. et al. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugarcane with different additives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.499-504, 2006.
- CASTRO, F. G. F. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 7-20, 2006.

- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J. F. C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.
- COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1502-1511, 2007.
- DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.1874-1882, 2014.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; BERNARDES, T.F. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.941-946, 2000.
- FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ N. M. et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 693-701, 2010.
- FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. et al. Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elefante inoculada com *Streptococcus bovis*. **Archivos de zootecnia**, v. 60, p. 1223-1228, 2011.
- FRANÇA, A.B.; MADEIRO, A.S.; ALEVATO, C.B. et al. 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.

- GOMES, M.A.B. Glicerina na qualidade de silagens de cana-de-açúcar e de milho e na produção de oócitos e de embriões in vitro de bovinos. 2013. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GUIM, A.; ANDRADE, P., ITURRINO-SCHOCKEN, R. P. et al. Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, schum) emurchecido e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 2176-2185, 2002.
- JOBIM, C.; NUSSIO, L.; REIS R. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.101-119, 2007.
- KREHBIEL, C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392-399, 2008.
- KUNG JUNIOR, L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.
- MARTINS, A.S.; OLIVEIRA, J.R.; LEDERER, M.L.; et al. Glycerol inclusion levels in corn and sunflower silages. **Ciência Agrotecnologia**, v.38, p.497-505, 2014.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *J. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int.* 85, 1217–1240. 2002.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap.10, p.287-310.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage.

**Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 264-268, 1966.

SILVA, E. T. P. Nutritional and fermentation parameters of Xaraés grass silage produced with bacterial additive. **Acta Science, Animal Science**. [online]. vol.36, n.3 [cited 2015-06-26], p. 265-269, 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.S. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. **J. Br. Grassl. Soc.**, v.18, p.104-111, 1963.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os capins tropicais são a principal fonte de volumoso utilizado na pecuária nacional e a utilização de aditivos que permitam melhorias na qualidade do processo fermentativo e no produto final é de extrema importância para garantir volumoso de qualidade nas épocas secas do ano. Os resultados obtidos neste estudo sinalizam uma possibilidade do uso da glicerina bruta como aditivo na ensilagem dos capins tropicais. De maneira geral a glicerina contribuiu para o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico, melhoria do valor nutritivo da silagem e reduzir as perdas fermentativas.

Apesar dos benefícios observados há a necessidade de mais estudos sobre o tema, principalmente com relação a qualidade da glicerina. A glicerina bruta pode apresentar, dependendo de sua procedência, teores variáveis de glicerol e ácidos graxos residuais, que podem influenciar de maneira diferente o processo fermentativo. Experimentos que comparem a utilização de diferentes tipos de glicerina (baixa, média e alta pureza) pode ser a maneira mais correta de avaliar o efeito isolado do glicerol na melhoria do processo fermentativo.

Associado a esses trabalhos serão necessárias pesquisas complementares que avaliem as doses em função da ingestão de MS de silagem, digestibilidade dos nutrientes, desempenho dos animais, qualidade das carcaças e da carne. Assim, será possível comprovar de maneira mais efetiva a qualidade deste como aditivo melhorador do processo de ensilagem dos capins tropicais.