

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO PELA GLICERINA COMO ADITIVO EM SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE¹

T. J. TONIN², J. VIÉGAS², A. M. SILVEIRA², G. MORO², S. N. PEREIRA², L. R. DOTTO², L. SEBASTIANY³, J. V. LEONARDI³, L.L.SCHUMACHER³

¹Recebido em 14/11/2017. Aprovado em 19/09/2018.

²Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, BR

³Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, BR.

*E-mail: tiagojtonin@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se com este estudo testar o aumento linear da inclusão de glicerina bruta (86% de pureza) em substituição ao milho moído, como aditivo, na forragem de capim-elefante destinada a ensilagem, avaliando-se a qualidade nutricional do alimento e a viabilidade da ensilagem do material. Foram testados cinco níveis de substituição do milho pela glicerina em taxas que variaram de 3,12 a 12,5% sobre a matéria natural da forragem, além de um tratamento controle (apenas forragem). Realizaram-se análises bromatológicas e de digestibilidade para avaliar o valor nutricional da mistura durante a ensilagem e após o processo fermentativo, na silagem. Para avaliar a qualidade fermentativa foram feitas avaliações de pH, nitrogênio amoniacal, recuperação de matéria seca e densidade. A inclusão do milho moído incrementou ($P<0,05$) o teor de matéria seca em até 28%, tanto na forragem fresca, bem como na silagem. Tanto a inclusão do milho, bem como a substituição deste pela glicerina resultou ($P<0,05$) em um incremento médio de 25% e 32% na digestibilidade in situ e valor energético da silagem, respectivamente quando comparado ao capim puro. Isto, devido ao decréscimo ($P<0,05$) dos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido na silagem. A inclusão de glicerina aumentou ($P<0,05$) as perdas de proteína bruta durante a fermentação e diminuiu a recuperação da matéria seca. O teor de matéria seca da forragem parece ser fator chave para o sucesso de inclusão da glicerina como aditivo na ensilagem do capim-elefante, no intuito de evitar perdas expressivas de qualidade nutricional durante a fermentação.

Palavras-chave: avaliação nutricional, fermentação, subproduto.

REPLACEMENT OF GROUND CORN WITH GLYCERIN IN ELEPHANT GRASS SILAGE

ABSTRACT: This study was performed to test the linear inclusion of crude glycerin (86% purity) replacing ground corn as an additive mixed with elephant grass forage for silage, evaluating the nutritional quality of the food and the viability of silage. Five levels of glycerin as corn substitute were tested, ranging from 3.12 to 12.5% of total forage green matter, in addition to a control treatment (forage only). Bromatological and digestibility analyses were carried out to evaluate the nutritional value of the mixture during ensiling and of the silage after the fermentation process. The pH, ammoniacal nitrogen, dry matter recovery, and density were measured to evaluate the fermentative quality. The inclusion of ground corn increased ($P<0.05$) by 28% the dry matter content in both fresh forage and silage. The inclusion of corn and its substitution with glycerin improved ($P<0.05$) by 25 and 32% in in situ digestibility and the energy value of the food, respectively, when compared to the control treatment. This finding was due to a decrease ($P<0.05$) in neutral detergent fiber and acid detergent fiber in silage. The inclusion of glycerin increased ($P<0.05$) crude protein losses during fermentation and decreased dry matter recovery. The dry matter content of forage seems to be a key factor for the successful inclusion of glycerin as additive in elephant grass silage in order to avoid expressive losses in nutritional quality during the fermentation process.

Key words: by-product, fermentation, nutritional evaluation.

INTRODUÇÃO

Em 2004, foi lançado no Brasil o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (Brasil, 2004), que visava promover a produção de biodiesel através de diversas fontes de oleaginosas em todas as regiões do País (Brasil, 2004). Em virtude disso, houve um aumento da escala de produção de oleaginosas destinadas à indústria de biocombustíveis, com destaque para soja, mamona, girassol e dendê. Este acréscimo trouxe também o incremento de resíduos gerados a partir da extração do biocombustível, os quais necessitam de um correto destino a fim de tornar o PNPB econômico e ambientalmente sustentável (Silva et al., 2010).

Dentre os resíduos gerados, a glicerina dentre outros usos, pode ser utilizada na alimentação animal (Oliveira et al., 2013). De característica higroscópica e boa palatabilidade pelos ruminantes (Mota et al., 2011), é alternativa para diminuir custos e melhorar o valor nutricional da ração. Ainda, a glicerina possui potencial uso como aditivo, para auxiliar no processo fermentativo e qualidade nutricional em silagens de algumas forrageiras (Martins et al., 2014; Rigueira et al., 2017).

A vantagem nutricional da utilização de glicerina na dieta de ruminantes é devido ao seu potencial energético gerado pela quantidade de glicerol presente (Oliveira et al., 2013). Possui potencial de substituir alimentos ricos em amido (Oliveira et al., 2013), como o milho, fornecendo ácidos graxos de cadeia curta que são diretamente absorvidos no rúmen (Donkin, 2008). Deste modo, diminui-se a dependência de alguns ingredientes na ração, como por exemplo, o milho (Mota et al., 2011; Rodrigues e Rondina, 2013). É uma alternativa alimentar para incrementar a produção de leite e diminuir problemas metabólicos em vacas leiteiras de alta produção e no período pré-parto (Donkin, 2008).

O uso do milho moído tem sido descrito como um aditivo importante na melhora da qualidade fermentativa e bromatológica de silagem de capim-elefante e também em outras forrageiras (Andrade et al., 1998; Rezende et al., 2008; Monteiro et al., 2011). Seu uso é justificado principalmente para suprir alguma deficiência característica da forrageira ensilada. Tais como,

facilitar o processo de fermentação, pelo baixo teor de matéria seca, alto poder tamponante e baixo teor de carboidratos solúveis. As características da glicerina ou glicerol sugerem efeitos similares ao milho quando adicionados como aditivo na ensilagem de capim-elefante com baixo teor de matéria seca.

A condução deste estudo teve por objetivo testar a substituição do milho moído pela glicerina bruta misturada à forragem de capim-elefante na ensilagem. Visou avaliar o valor nutricional do alimento durante a ensilagem e também as perdas de nutrientes da silagem durante o processo de fermentação, bem como avaliar alguns parâmetros ligados a qualidade fermentativa das silagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido pelo Núcleo de Pesquisa e Extensão da Cadeia Leiteira (NUPECLE) da Universidade Federal de Santa Maria, na cidade de Santa Maria - RS, nos meses de janeiro a julho de 2013. A forragem utilizada neste experimento foi o capim-elefante Anão, Genótipo CNPGL 92-198-7, cujas plantas foram colhidas na área experimental 75 dias após o rebrote, quando as plantas apresentavam em torno de 1,5 m de altura e cortadas a 0,20 m do solo.

Foram testados cinco níveis de inclusão e substituição do grão de milho moído (MM) pela glicerina (G) com 86% de pureza. Foram constituídos os seguintes tratamentos: **1)** somente capim-elefante picado (controle); **2)** capim-elefante picado + 12,5% de MM; **3)** capim-elefante picado + 9,37% de MM e 3,12% de G; **4)** capim-elefante picado + 6,25% de MM e 6,25% de G; **5)** capim-elefante picado + 3,12% de MM e 9,37% de G; **6)** capim-elefante picado + 12,5% de G. Em todos os tratamentos a inclusão do MM ou G foi com base na massa da matéria natural da forragem, com relação volumoso:milho e/ou glicerol variando de 100:0% a 87,5:12,5% no máximo, de acordo com os tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos e 4 repetições por tratamento. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

Em que:

- Y_{ij} : valor relativo da variável resposta no tratamento de ordem "i" e repetição j;
 m: média geral;
 t_i : o efeito de tratamento de ordem "i";
 e_{ij} : efeito associado ao erro experimental.

A forragem foi picada a tamanho de partículas médio de 2 cm, em triturador estacionário. Procederam-se manualmente as misturas dos aditivos à forragem triturada, sobre lonas de polietileno, para o estabelecimento dos tratamentos. Para confecção das silagens foram utilizados 9 kg da forragem fresca picada e misturadas às proporções estabelecidas de milho moído e/ou glicerina com base na matéria fresca para cada tratamento. Esses materiais foram ensilados em micro silos - sacos plásticos com volume médio de 0,05 m³ cada, compactados manualmente, devidamente vedados e acondicionados em locais protegidos da luz e aeração. Cada micro silo apresentava na porção basal dos sacos 3 kg de areia que tinha por objetivo absorver os efluentes gerados no processo fermentativo das silagens. Após o enchimento e vedação dos micro silos foram mensurados a altura, o diâmetro e a massa ensilada para o cálculo da densidade da silagem.

Foi retirada uma amostra de 200 g de cada tratamento, seja da forragem fresca misturada ou da silagem produzida após 60 dias de fechamento dos silos. As amostras foram secas em estufa a 55°C por 72 horas, então pesadas para determinação da matéria pré-seca (MPS), posteriormente moídas em moinho do tipo Willey com peneira de malhas de 1 mm. Foram avaliadas a matéria seca (MS) em estufa a 105°C durante um período de 12 h, a matéria mineral (MM) através de incineração em mufla a 550°C durante 3 h e a proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, de acordo com a AOAC (1995). Para o fracionamento da fibra foi procedido à análise de fibra em detergente neutro (FDN) obtida com uso de α -amilase termo estável, fibra em detergente ácido (FDA) conforme Van Soest et al. (1991), hemicelulose (HEM) pela diferença entre FDN e FDA. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal de Santa Maria.

Para avaliar e comparar a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) foi utilizada a técnica de digestibilidade *in situ*, segundo metodologia de Mehrez e Orskov (1977), com 48 horas de incubação para todos os tratamentos. Foram pesadas 1,0 g dessa amostra e seladas em saquinhos de polietileno de 5 x 5 cm com porosidade de 50 microns, os quais incubados em bovino com fistula ruminal. Após o período de incubação, os saquinhos foram retirados, lavados e passaram por processo de análise em detergente neutro (FDN). Estes foram secos em estufa a 105° por 8 horas e posteriormente queimados em mufla a 500°C por 24 h para avaliação da porcentagem de matéria mineral residual e cálculo da porcentagem da MO orgânica desaparecida. A porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi inferido através da digestibilidade da matéria orgânica e pelo valor de FDN proposto por Cappelle et al. (2001), pela equação

$$\text{NDT} = 3,71095 - 0,129014\text{FDN} + 1,02278\text{DMO}.$$

Para a avaliação da recuperação da MS (%) da silagem, o método empregado e adaptado de Jobim et al. (2007) utilizou o peso dos silos pré e pós fermentação multiplicando o valor de MS de cada fase, através da seguinte equação:

$$\text{RMS} = [(\text{MFs} \times \text{MSs}) / (\text{MFf} \times \text{MSf})] * 100$$

Onde: RMS: recuperação da MS; MFs: massa de forragem da silagem, composta pelo peso do saco + silagem; MFf: massa de forragem pré silo, composta pelo peso do saco + forragem; MSs: teor de MS da silagem; MSf: teor de MS da forragem.

Na ocasião da abertura dos silos foram realizadas a mensuração do pH através de peagâmetro digital (Silva e Queiroz, 2002). Através de uma prensa hidráulica obteve-se um extrato líquido das silagens de cada tratamento. Utilizou-se 300 g de silagem de cada unidade experimental para obtenção de 200 ml de líquido. O extrato líquido obtido foi centrifugado e o sobrenadante retirado para análise do conteúdo de nitrogênio amoniacal, este calculado sobre o teor de nitrogênio total da silagem (N-NH₃/NT) pelo método de colorimetria.

Os dados foram submetidos à análise

de variância e posteriormente a análise de comparação múltipla de médias pelo teste de t de Student. Na comparação entre as fontes de forragens (forragem pré ensilada e silagem produzida), utilizou-se o teste LSD de Fisher para avaliação das perdas nutricionais durante o processo fermentativo. Os graus de liberdade dos tratamentos foram decompostos, como análise dos contrastes, testando os contrastes entre o tratamento controle *versus* demais tratamentos, milho puro *versus* tratamentos e glicerina pura *versus* demais tratamentos. A significância foi considerada como $P \leq 0,05$ (igual ou maior que 95% de probabilidade de ocorrência), sendo todos os testes realizados com a utilização do programa estatístico SAS, versão SAS® University Edition.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a inclusão do milho moído na mistura com a forragem ocorreu incremento no teor de MS na mistura pré ensilada e na silagem produzida ($P > 0,05$) (Tabela 1). Balieiro Neto et al. (2009) já recomendaram a utilização do milho moído para elevar o teor de MS e melhorar a qualidade nutricional de silagens de capim elefante. Teores de MS adequados para forrageiras a serem ensiladas são necessários para ocorrer adequada fermentação láctica e inibição da fermentação butírica. Rezende et al. (2008) citam que para a produção de silagem de boa qualidade a partir de plantas de capim elefante, a forragem deve apresentar teor de MS mínimo de 20%, sendo considerado bom valores próximos a 25%. Para atingir esse nível de MS citado, a substituição de no máximo 50% do milho pela glicerina, neste caso 6,25% de cada ingrediente sobre a matéria natural, pode ser efetuada.

Os teores de PB não se alteram significativamente quando há a inclusão do milho e/ou glicerina na forragem pré ensilada. Este fato pode ser explicado pelo fato do milho moído conter teores de proteína próximos ao da forragem do capim elefante, variando de 7 a 9%. Apesar de a glicerina não conter teor de proteína significativo (Mota et al., 2011), a inclusão na quantidade testada não gerou diminuição no valor de PB, ao contrário do que encontraram Martins et al. (2014) em silagens de milho e girassol.

Entretanto, após o processo de fermentação,

perdas de componentes nitrogenados foram encontradas no tratamento sem aditivos (controle) e também quando houve a inclusão de glicerina em substituição ao milho ou como aditivo puro. Isto ocasionou perda nutricional significativa após a inclusão maior que 6,25% de glicerina. A inclusão de 12,5% de milho moído evitou perdas e melhorou a qualidade nutricional da silagem pelo incremento no teor PB. Segundo Carvalho et al. (2007), as perdas nos teores de proteína das silagens de capim elefante sem uso de aditivo adsorvente de umidade são devido aos baixos teores de MS presente no material ensilado. A glicerina, ao contrário do milho moído, não foi eficiente em diminuir o excesso de umidade da forragem de capim elefante e aumentar a concentração da MS na massa ensilada.

A inclusão do milho, da glicerina e a mistura/substituição de ambos resultaram em alterações significativas no fracionamento da fibra do alimento nas duas fases, diminuindo ($P < 0,05$) os teores de FDN, FDA e hemicelulose quando comparados ao capim elefante puro (Tabela 2). Houve redução de até 40% para o percentual de FDA e 27,7% para o teor de FDN em relação a forragem pura quando se incluiu a glicerina e o milho dentro dos níveis testados. A análise de contrastes demonstrou que a glicerina possibilita a diminuição maior dos níveis de FDN e FDA, quando comparada ao milho. A redução da FDN para valores abaixo de 55%, principalmente em dietas contendo alta quantidade de volumoso, auxilia no aumento do consumo voluntário de matéria seca em ruminantes (Van Soest, 1994). Por outro lado, a diminuição na porção FDA dos alimentos é benéfica visto que esta ser correlacionada negativamente com a digestibilidade dos alimentos (Weiss, 1998).

Monteiro et al. (2011) avaliando diferentes aditivos (farelo de arroz, casca de soja, fubá de milho, cana-de-açúcar picada e inoculante) em silagens de capim-elefante também observaram menores valores da porção fibrosa com adição de fubá de milho. Tanto a inclusão da glicerina e/ou de milho são fatores que tendem a incrementar a densidade energética de rações para ruminantes, devido ao aumento da relação entre os carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos (CNF:CF) (Souza et al., 2003). Os parâmetros de consumo, conversão

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) da forragem e da silagem de capim-elefante com utilização de milho (M) e glicerina (G) em diferentes níveis de inclusão e substituição.

Tratamento	MS%		PB (% na MS)		MM (% na MS)	
	Mistura	Silagem	Mistura	Silagem	Mistura	Silagem
Controle (C)	15,53 ^{a*}	16,37 ^c	9,29 ^{abA}	8,39 ^{bcB}	2,63 ^a	2,69 ^a
12,5%M	20,93 ^a	21,10 ^a	9,78 ^{ab}	9,89 ^a	1,95 ^b	1,90 ^d
9,37%M;3,23%G	19,58 ^{ab}	19,28 ^{ab}	10,65 ^{aA}	8,66 ^{bb}	2,48 ^{aA}	1,95 ^{dcB}
6,25%M:6,25%G	20,57 ^a	20,88 ^a	9,52 ^{abA}	7,64 ^{cB}	2,53 ^a	2,37 ^{ab}
3,23%M:9,37%G	19,43 ^{ab}	17,43 ^{bc}	8,31 ^{bA}	6,16 ^{dB}	2,69 ^a	2,19 ^{bc}
12,5%G	16,93 ^{bc}	16,98 ^{bc}	9,65 ^{abA}	6,67 ^{dB}	2,52 ^a	2,47 ^{ab}
CV (%)	7,91	8,31	8,55	6,79	8,82	13,44
Contrastes						
C x 12,5%M	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
C x 9,37%M;3,23%G	-	0,01	-	NS	-	<0,01
C x 6,25%M:6,25%G	-	<0,01	-	NS	-	NS
C x 3,23%M:9,37%G	-	NS	-	<0,01	-	NS
C x 12,5%G	-	NS	-	<0,01	-	NS
12,5%M x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	<0,01	-	NS
12,5%M x 6,25%M:6,25%G	-	NS	-	<0,01	-	NS
12,5%M x 3,23%M:9,37%G	-	<0,01	-	<0,01	-	NS
12,5%M x 12,5%G	-	<0,01	-	<0,01	-	0,01
12,5%G x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	<0,01	-	0,02
12,5%G x 6,25%M:6,25%G	-	<0,01	-	0,01	-	NS
12,5%G x 3,23%M:9,37%G	-	NS	-	NS	-	NS

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna e maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste t com probabilidade acima de 95% (P<0,05).

NS = contraste não significativo entre as duas médias (P>0,05).

alimentar e retorno econômico devem ser os critérios de escolha por um dos dois alimentos ou a mistura de ambos dentro da mesma dieta.

Baseado na melhora da digestibilidade e acréscimo no teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem, o valor nutricional do alimento testado quando incluído o milho ou a glicerina foi incrementado (Tabela 3). Martins

et al. (2014) ao avaliarem a silagem de milho e girassol com o uso de glicerina como aditivo, observaram aumento dos teores de MS e NDT, com redução dos teores de fibra e PB. Santos et al. (2015) e Rigueira et al. (2017), ressaltaram que a inclusão de glicerina foi efetiva em reduzir o teor de FDN e aumentar o teor de MS das silagens de cana-de-açúcar, demonstrando

Tabela 2 -Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem e da silagem de capim-elefante com utilização de milho (M) e glicerina (G) em diferentes níveis inclusão e substituição.

Tratamento	FDN (% na MS)		Hemicelulose(% na MS)		FDA (% na MS)	
	Mistura	Silagem	Mistura	Silagem	Mistura	Silagem
Controle (C)	62,28 ^{a*}	55,63 ^a	26,53 ^a	24,71 ^a	35,74 ^a	33,39 ^a
12,5%M	37,05 ^c	41,57 ^b	18,89 ^b	17,36 ^b	18,16 ^{cB}	24,19 ^{bA}
9,37%M;3,23%G	41,40 ^{bc}	38,41 ^b	18,76 ^b	16,00 ^b	25,96 ^{bA}	22,41 ^{bB}
6,25%M;6,25%G	41,93 ^{bc}	38,50 ^b	20,69 ^b	16,05 ^b	21,24 ^{bc}	22,45 ^b
3,23%M;9,37%G	45,68 ^{bA}	34,61 ^{bB}	22,04 ^b	16,21 ^b	23,64 ^{bc}	22,11 ^b
12,5%G	45,02 ^{bA}	34,53 ^{bB}	20,91 ^b	15,15 ^b	24,11 ^b	19,84 ^b
CV (%)	7,76	9,44	8,79	11,41	9,66	11,59
	Contrastes					
C x 12,5%M	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
C x 9,37%M;3,23%G	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
C x 6,25%M;6,25%G	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
C x 3,23%M;9,37%G	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
C x 12,5%G	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
12,5%M x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	NS	-	NS
12,5%M x 6,25%M;6,25%G	-	NS	-	NS	-	NS
12,5%M x 3,23%M;9,37%G	-	<0,01	-	NS	-	NS
12,5%M x 12,5%G	-	<0,01	-	NS	-	<0,01
12,5%G x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	NS	-	NS
12,5%G x 6,25%M;6,25%G	-	NS	-	NS	-	NS
12,5%G x 3,23%M;9,37%G	-	NS	-	NS	-	NS

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna e maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste t com probabilidade acima de 95% (P<0,05).

NS = contraste não significativo entre as duas médias (P>0,05).

MS= matéria seca

ser uma estratégia plausível para compensar a perda energética na ensilagem

Em experimentos utilizando animais, alguns trabalhos avaliaram o comportamento da glicerina ou glicerol no trato digestivo e relacionaram com o desempenho animal. Mach et al. (2009) testaram níveis de inclusão (0, 4, 8 e 12%) de glicerina bruta na dieta de novilhos

e não encontraram diferença de consumo e concentrações molares dos principais ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação ruminal. Francozo et al. (2013) e Van Cleef et al. (2014) com inclusão de 12% e 30% de glicerina, respectivamente, observaram alguns efeitos negativos na digestibilidade da fração fibrosa. Substituindo o milho pela glicerina em dietas

Tabela 3 - Digestibilidade ruminal da matéria orgânica (MO) em 48 horas de incubação e teor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem e silagem de capim-elefante com utilização de milho (M) e glicerina (G) em diferentes níveis de inclusão e substituição.

Tratamento	Digestibilidade (% da MO)		NDT (% na MS)	
	Mistura	Silagem	Mistura	Silagem
Controle (C)	63,24 ^{ba}	59,64 ^c	52,53 ^b	49,82 ^c
12,5%M	74,97 ^{ab}	69,21 ^b	67,95 ^a	62,93 ^b
9,37%M;3,23%G	74,04 ^{ab}	71,36 ^b	64,65 ^{ab}	64,10 ^{ab}
6,25%M:6,25%G	77,02 ^a	75,11 ^{ab}	67,53 ^a	66,54 ^{ab}
3,23%M:9,37%G	79,94 ^a	80,86 ^a	68,83 ^a	70,63 ^a
12,5%G	80,45 ^a	76,37 ^{ab}	68,44 ^a	65,24 ^{ab}
CV (%)	4,35	4,60	4,88	4,40
	Contrastes			
C x 12,5%M	-	0,02	-	<0,01
C x 9,37%M;3,23%G	-	0,01	-	<0,01
C x 6,25%M:6,25%G	-	<0,01	-	<0,01
C x 3,23%M:9,37%G	-	<0,01	-	<0,01
C x 12,5%G	-	<0,01	-	<0,01
12,5%M x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	NS
12,5%M x 6,25%M:6,25%G	-	NS	-	NS
12,5%M x 3,23%M:9,37%G	-	0,01	-	0,03
12,5%M x 12,5%G	-	NS	-	NS
12,5%G x 9,37%M;3,23%G	-	NS	-	NS
12,5%G x 6,25%M:6,25%G	-	NS	-	NS
12,5%G x 3,23%M:9,37%G	-	NS	-	NS

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste t com probabilidade acima de 95% (P<0,05).

NS = contraste não significativo entre as duas médias (P>0,05).

MS= matéria seca

de cordeiros, Gunn et al. (2010) concluíram que a substituição é viável em níveis de até 15%, sem afetar o ganho de peso e a qualidade de carcaça. Schröder e Südekum (1999) estudaram os efeitos do fornecimento de glicerina em diferentes graus de purezas em dietas de baixo e alto teor de amido em ovinos e apontaram que a inclusão de até 20% de glicerina na dieta não afeta negativamente o ambiente ruminal e a cinética de digestibilidade.

Pela análise de comparação de médias,

avaliando os parâmetros fermentativos da silagem de capim elefante (Tabela 4), não foram constatadas alterações (P>0,05) nos teores de N-amoniaco entre os tratamentos. Entretanto, o desdobramento dos graus de liberdade demonstrou que a inclusão 12,5% de milho diminuiu a concentração de amônia na silagem. Monteiro et al. (2011) consideraram que os teores de N-NH₃ acima de 12%, como os encontrados neste trabalho, podem estar relacionados fermentações indesejáveis,

Tabela 4 - Parâmetros fermentativos da silagem de capim-elefante com a utilização de milho (M) e glicerina (G) em diferentes níveis de inclusão e substituição

Tratamento	pH	NNH ₃ /NT ¹	Densidade (kg/m ³)	Recuperação da MS (% da MS ensilada)
Controle (C)	4,24 ^{ab*}	14,55	737,05 ^{ab}	84,85 ^a
12,5%M	3,91 ^c	12,54	777,95 ^a	86,84 ^a
9,37%M;3,23%G	3,94 ^c	13,87	755,27 ^a	82,66 ^a
6,25%M:6,25%G	3,93 ^c	14,03	758,04 ^a	75,11 ^b
3,23%M:9,37%G	4,07 ^{bc}	13,31	798,19 ^a	78,08 ^{ab}
12,5%G	4,47 ^a	13,95	773,76 ^b	75,61 ^b
CV (%)	4,20	21,20	6,82	7,66
Contrastes				
C x 12,5%M	0,01	<0,01	NS	NS
C x 9,37%M;3,23%G	0,02	NS	NS	NS
C x 6,25%M:6,25%G	0,02	NS	NS	NS
C x 3,23%M:9,37%G	NS	NS	NS	NS
C x 12,5%G	NS	NS	NS	NS
12,5%M x 9,37%M;3,23%G	NS	<0,01	NS	NS
12,5%M x 6,25%M:6,25%G	NS	NS	NS	NS
12,5%M x 3,23%M:9,37%G	NS	NS	NS	NS
12,5%M x 12,5%G	<0,01	0,04	0,01	NS
12,5%G x 9,37%M;3,23%G	<0,01	NS	0,03	NS
12,5%G x 6,25%M:6,25%G	<0,01	NS	0,03	NS
12,5%G x 3,23%M:9,37%G	<0,01	NS	<0,01	NS

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste t com probabilidade acima de 95% (P<0,05).

NS = contraste não significativo entre as duas médias (P>0,05).

1: % de Nitrogênio amoniacal sobre o conteúdo do nitrogênio total

MS= matéria seca

principalmente por clostrídeos e que devem ser evitados em silagens.

Houve aumento no pH das silagens quando foi incluído mais de 6,25% de glicerina na mistura. No tratamento com glicerina pura e no controle, os valores de pH observados estão acima de 4,2, valor considerado como limite superior para a obtenção de silagens com

bom padrão fermentativo (McDonald, 1981). Com o aumento da participação da glicerina como aditivo e a sua substituição pelo milho moído, a recuperação da matéria seca ensilada foi menor. Este fato pode estar relacionado à baixa MS ensilada e as perdas de compostos nitrogenados serem mais expressivos. Martins et al. (2014) encontraram diminuição do pH em

silagens de milho e girassol com inclusão de 15, 30 e 45% de glicerol, mas o teor de MS das silagens variaram de 27 a 31% e 28 a 34% para o girassol e milho, respectivamente. Os mesmos ainda encontraram aumento da lixiviação decorrentes do processo fermentativo com o aumento do glicerol na massa ensilada. O teor de MS parece ser fator chave para o sucesso de inclusão da glicerina ou glicerol como aditivos na ensilagem de capim-elefante com baixo teor de matéria seca.

CONCLUSÕES

A inclusão do milho moído e a substituição deste pela glicerina, com 86% de pureza, misturada em até 12,5% da forragem de capim elefante picada resultaram na diminuição dos teores de FDA e FDN e em melhoria na digestibilidade, com aumento do teor energético da silagem. A inclusão de glicerina aumentou os riscos de perdas de componentes nitrogenados e diminuiu a recuperação da MS na silagem, ocorridas pela alta umidade na forragem ensilada. O teor de MS parece ser fator chave para o sucesso de inclusão da glicerina como aditivos na ensilagem de capim-elefante com baixo teor de matéria seca.

Relacionando-se a qualidade nutricional do alimento e as perdas na fermentação, a utilização de 12,5% de milho moído é recomendada na ensilagem de capim-elefante com baixo teor de matéria seca.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; OLIVEIRA LEITE, V. B.; SOBRINHO, J. N.; MARTELO, V. P. Prensagem da forragem e adição de rolão de milho na ensilagem do capim-elefante. 1-Composição do material a ser ensilado. **Boletim de Indústria Animal**, v. 55, n. 1, p. 71-79, 1998.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R.; REIS, R.A.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-
açúcar aditivadas com cal virgem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.24-33, 2009.
- BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Biodiesel**. O novo combustível do Brasil: Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel>. Acesso em: 19 jul. 2015.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C; CECON, P.R. Estimativas do valor energético partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1837-1856, 2001. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000700022>
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES A. J. V.; AZEVÊDO, J. A. G.; FERNANDES, F. E.P.; PEREIRA, O. G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1875-1881, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000800022>
- DONKIN, S.S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37(spe), p.280-286, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008001300032>
- FRANCOZO, M. C. ; PRADO, I. N.; CECATO, U.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; RIBEIRO, O. L.; PRADO, R. M.; VISENTAINER, J. V. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing bulls fed crude glycerin-supplemented diets. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 56, p. 327-336, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1516-89132013000200019>
- GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, v. 26, p. 298-306, 2010. [https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30597-0](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30597-0)

- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-120, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007001000013>
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 632-638, 2009. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0987>
- MARTINS, A.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**, v. 38, p. 497-505, 2014. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542014000500009>
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Nova York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977. <https://doi.org/10.1017/s0021859600037321>
- MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v.33, p.347-352, 2011. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.12629>
- MOTA, C. J. A.; PESTANA, C. F. M. Co-produtos da Produção de Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 3, p. 416-425, 2011. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20110045>
- OLIVEIRA, J. S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C.; MÜLLER, M. D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência rural**, v. 43, p. 509-512, 2013. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782013000300022>
- REZENDE, A. V. D.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; MEDEIROS, L. T.; RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 32, n. 4, p. 281-287, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000100040>
- REZENDE, A.V.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, L. T. Qualidade bromatológica das silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 604-610, 2008.
- RIGUEIRA, J. P. S.; MONÇÃO, F. P.; SALES, E. C. J.; BRANT, L. M. S.; PIRES, D. A. A.; ALVES, D. D.; REIS, S. T. Níveis de glicerina bruta na ensilagem de cana-de-açúcar: perdas e valor nutricional. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 4, p. 319-327, 2017. <https://doi.org/10.17523/bia.v74n4p319>
- RODRIGUES, F. V.; RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 7, p. 91-99, 2013. <https://doi.org/10.21708/avb.2013.7.2.2801>
- SANTOS, W. P.; CARVALHO, B. F.; ÁVILA, C. L. S.; JÚNIOR, G. S. D.; PEREIRA, M. N.; SCHWAN, R. F. Glycerin as an additive for sugarcane silage. **Annals of microbiology**, v.65, p. 1547-1556, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-0993-x>
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **The Regional Institute on line publishing**, paper 241, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, **Imprensa Universitária**, Viçosa, MG, 2002. 165p.
- SILVA, M. S.; MACEDO, L. C.; SANTOS, J. A. B.; MOREIRA, J. J. S.; NARAIN, N.; SILVA, G. F. Aproveitamento de co-produtos da cadeia produtiva do biodiesel de mamona. **Exacta**, v. 8, p. 279-288, 2010. <https://doi.org/10.5585/>

exactaep.v8i3.2260

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, F. C.; PIRES, A. J. V. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.828-833, 2003. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000400007>

VAN CLEEF, E. H. C. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'AUREA, A. P.; FÁVARO, V. R.; SANCANARI, J. B. D. Crudeglycerin in diets for feedlot Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, p. 86-91, 2014. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982014000200006>

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

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, p.3583-3597, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)

WEISS, W. P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 830-839, 1998. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(98\)75641-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(98)75641-3)