

ARTIGO ORIGINAL

Utilização do resíduo de peneiração do milho grão aditivo para ensilagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia)

*Use of the sifting residue of maize grain as an additive for ensiling Tanzania grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania)*

Vinicius Emanuel Carvalho ^{1*}, Norberto Silva Rocha ², Antoniel de Castro Machado ², Saulo Alberto do Carmo Araújo ¹, Cláudio Henrique Viana Roberto ¹

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil

² Faculdade de Ciências da Saúde de Unai (FACISA), Unai, MG, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização do resíduo de peneiração do beneficiamento do milho grão (RPBMG) na produção de ensilagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão (tratamento: 0, 5, 10, 20 e 30%, com base na matéria natural) e quatro repetições (silos experimentais). O RPBMG foi adquirido no mercado de Unai-MG, sendo que o mesmo não teve nenhum tratamento prévio para sua utilização. As variáveis avaliadas foram: teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibras digestíveis em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM), valor do potencial hidrogeniônico (pH) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS). A inclusão de níveis crescentes do RPBMG na ensilagem do capim-tanzânia acarretou efeito linear

positivo ($p < 0,05$) nos teores de MS, MO, NDT e DIVMS. Para os teores de PB, FDN, pH e MM, observou-se efeito linear decrescente ($p < 0,05$) em função do acréscimo dos níveis de inclusão do RPBMG. A adição de 20% de RPBMG proporcionou adequada qualidade à silagem, o que acarretou melhor custo-benefício entre os tratamentos avaliados.

Palavras-chave: Silagem. Composição bromatológica. Aditivos absorventes. Volumoso.

Abstract

*The objective of this study was to assess the potential use of sifting residue from the processing of corn grains (SRPCG) in the production of Tanzania-grass silage (*Panicum**

* Autor correspondente: viniciusemanuel12@gmail.com

Recebido: 24 out 2018 | Aprovado: 11 mar 2019

maximum 'Tanzania'). A completely randomized design with five inclusion levels (treatment: 0, 5, 10, 20, and 30%, based on natural matter) and four replicates (experimental silos) was used. SRPCG was acquired in the market of Uná-MG and underwent no previous treatment before use. The variables evaluated were dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN), digestible neutral detergent fiber (NDF), mineral matter (MM), hydrogen ionic potential value (pH), and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). The inclusion of increasing SRPCG levels in Tanzania-grass silage resulted in a positive linear effect ($p < 0.05$) for DM, OM, TDN, and IVDMD levels. For CP, NDF, pH, and MM, a negative linear effect ($p < 0.05$) was observed as a function of the increase in inclusion levels of SRPCG. The addition of 20% SRPCG provided adequate silage quality, which resulted in the best cost-benefit ratio of the evaluated treatments.

Keywords: Silage. Bromatological composition. Absorbent additives. Voluminous.

Introdução

Na estação da primavera/verão, as condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento vegetal (elevados índices de pluviosidade, temperatura e radiação solar) possibilitam alta produtividade de massa forrageira com adequado valor nutricional, o que promove incremento da produção pecuária. Todavia, na estação outono/inverno, os índices de pluviosidade, temperatura e radiação solar encontram-se sensivelmente reduzidos, o que acarreta queda efetiva da produção e da qualidade das forrageiras durante este período do ano (Simili, 2012). Neste contexto, a estacionalidade da produção forrageira influencia diretamente a produtividade da pecuária, promovendo ganhos elevados de produtividade durante as estações primavera/verão, mas acarretando expressivo déficit de produção dos animais durante as estações outono/inverno (Fernandes et al., 2010; Hoffmann et al., 2014).

A produção de silagem de capins tropicais, seja em área cultivada para produção direta ou como forma de aproveitamento do excedente produzido em áreas de pastagens ou capineiras, no período

favorável ao crescimento forrageiro constitui estratégia interessante para a suplementação volumosa dos rebanhos (Faria et al., 2010). Embora apresentem menor concentração de nutrientes em relação às culturas de milho, sorgo e girassol, as silagens de capins apresentam menor custo de produção, o que pode torná-las uma boa opção de uso na atividade pecuária. Entre os gêneros de capins tropicais mais utilizados para o processo de ensilagem, podem ser destacados: *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*. Grande destaque tem sido dado à ensilagem dos capins do gênero *Panicum maximum*, em função do aproveitamento de áreas de pastagens não utilizadas durante as estações primavera/verão, ou seja, aproveitamento do excedente de produção destas forrageiras. Neste caso, o capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) apresenta grande aplicabilidade (Guimarães Filho et al., 2011).

Os capins tropicais manejados no momento adequado de corte apresentam em sua composição bromatológica alto teor de umidade, baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis (Cruz et al., 2010). Estes fatores podem influenciar negativamente o perfil de fermentação da ensilagem, resultando, assim, em silagens de baixa qualidade.

Com o intuito de melhorar o perfil de fermentação na ensilagem de capins tropicais, a inclusão de aditivos tem sido sugerida na literatura especializada (Zanine et al., 2005; Santos et al., 2014; Cardoso et al., 2016). Neste sentido, o resíduo da agroindústria tem sido intensamente utilizado, fato este influenciado pelo baixo custo, adequado valor nutritivo e redução dos possíveis impactos que estes subprodutos podem ocasionar quando lançados diretamente no meio ambiente.

O resíduo de peneiração do beneficiamento do milho grão (RPBMG), um subproduto agroindustrial obtido da pré-limpeza, apresenta atributos interessantes para ser utilizado como aditivo na ensilagem de capins tropicais (Rezende et al., 2008). Este resíduo apresenta em sua constituição elevados teores de matéria seca e carboidratos, além de baixo valor de comercialização.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a adição de níveis crescentes de RPBMG na ensilagem do capim-tanzânia.

Material e métodos

O presente estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências da Saúde de Unaí (FACISA), localizada no município de Unaí-MG. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 5, 10, 20 e 30% de inclusão do resíduo, com base na matéria natural) e quatro repetições (silos experimentais).

O RPBMG utilizado como aditivo para a ensilagem pode ser definido como subproduto do processo de peneiração do milho grão inteiro. Este beneficiamento é realizado na agroindústria para promover a limpeza e a classificação do milho grão, sendo um procedimento indispensável para garantir adequado armazenamento deste produto. Os constituintes do RPBMG são basicamente dois: grãos quebrados de milho com diferentes granulometrias e pericarpo (película que recobre o grão de milho). Em geral, este resíduo é comercializado pela agroindústria para empresas do segmento de alimentação animal.

Para caracterização do RPBMG utilizado neste estudo foram retiradas dez amostras de 200 g para determinar a porcentagem de cada um dos constituintes deste subproduto. Estas amostras foram submetidas ao processo de peneiração com peneiras de diferentes granulometrias, a fim de separar as frações grãos de milho quebrados e pericarpo. Os resultados médios desta caracterização enfatizaram que os grãos de milho quebrados correspondem a 45% do peso total e o pericarpo respondeu pelo peso de 55% da massa total. Quanto à granulometria dos grãos de milho quebrados, os resultados evidenciaram que 30% apresentou tamanho superior a 15 mm, 40% apresentou valores entre 10 e 15 mm e 30% apresentou valores inferiores a 10 mm. A utilização de RPBMG na ensilagem foi realizada sem nenhum tratamento prévio para este subproduto.

Para produção da silagem, utilizou-se capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) oriundo de uma área de pastagem estabelecida há cinco anos. Vinte dias antes da confecção das silagens experimentais, realizou-se um corte de uniformização da área com auxílio de roçadeira costal manual para garantir a uniformidade da altura residual do capim. Posteriormente, o piquete foi submetido à irrigação com intervalos de três dias, com lâmina d'água estimada de 7 mm/dia. A adubação nitrogenada foi

realizada no sexto dia de crescimento, após a irrigação do piquete, com 50 kg de nitrogênio por hectare. O capim-tanzânia foi cortado manualmente, respeitando a altura média recomendada para a entrada dos animais no pasto (0,70 m), e picado em máquina forrageira estacionária regulada para obtenção de partículas de 10 a 20 mm de comprimento. O material picado foi acondicionado em sacos plásticos e encaminhados para o Laboratório de Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Unaí, local onde foi executada a prática de enchimento dos silos experimentais.

Os silos experimentais eram de material PVC, com capacidade de 0,011 m³. A compactação foi realizada manualmente. Para determinar a quantidade de massa ensilada nos diferentes tratamentos, utilizou-se balança eletrônica de bancada de precisão de 0,01g. As quantidades de inclusão de RPBMG e capim-tanzânia picado foram calculadas em função dos tratamentos estudados, tendo como base a quantidade total para garantir a massa específica (compactação) de 500 kg/m³ (Velho et al., 2007). Foram confeccionados 20 silos experimentais, sendo cinco tratamentos (0, 5, 10, 20 e 30% de inclusão de RPBMG, com base na matéria natural, na silagem de capim-tanzânia) e quatro repetições. Os silos experimentais foram confeccionados no intervalo de 3 horas após o corte da forrageira.

A composição bromatológica do capim-tanzânia e do RPBMG, ambos coletados no momento imediato do enchimento dos silos experimentais, está apresentada na Tabela 1.

As análises laboratoriais referentes à composição bromatológica e ao valor do potencial hidrogeniônico (pH) das silagens experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Ruminantes, pertencente a UFVJM - Campus Unaí.

Após trinta e dois dias de fermentação, os silos experimentais foram abertos e as silagens retiradas individualmente, sendo desprezados os 5 cm das porções superior e inferior. As silagens foram homogeneizadas e, em seguida, foi retirada uma amostra de 500g para as análises laboratoriais de cada silo, em cada tratamento. Desta quantidade, 300 g foram encaminhados para a determinação bromatológica e 200 g foram reservados para mensuração do pH.

Tabela 1 - Composição bromatológica do capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e do resíduo de peneiração do beneficiamento do milho grão (RPBMG) utilizado na confecção das silagens experimentais avaliadas no presente estudo

Composição bromatológica	Capim-tanzânia	RPBMG
MS (g/kg)	220,200	856,000
MO (g/kg)	121,700	796,890
PB (g/kg)	137,800	93,400
NDT (g/kg)	522,600	713,500
FDN (g/kg)	678,100	344,200
MM (g/kg)	98,500	59,110
DIVMS (g/kg)	748,300	800,000

Nota: MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; MM = matéria mineral; DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca.

Para a avaliação da composição bromatológica, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 55 °C por 72 horas e, posteriormente, trituradas em moinho de faca tipo Willey com peneira de 1 mm de crivo. As análises de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foram realizadas de acordo com a técnica descrita por Silva e Queiroz (2009).

Os resultados da variável nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo equações matemáticas propostas por Cappelle et al. (2001). Segundo estes autores, a estimativa do NDT é variável em função dos tipos de alimento, sendo necessária a utilização de equações diferentes para estimar os valores de NDT do capim-tanzânia, RPBMG e das silagens. As equações utilizadas neste trabalho foram as seguintes:

$$\text{NDT} = 83,79 - (0,4171 \times \text{FDN})$$

Equação 1

Onde: NDT = nutrientes digestíveis totais estimados para forragem fresca (capim-tanzânia), expresso em porcentagem (%); FDN = fibra em detergente neutro do capim-tanzânia, expresso em porcentagem (%).

$$\text{NDT} = 91,0246 - (0,5716 \times \text{FDN})$$

Equação 2

Onde: NDT = nutrientes digestíveis totais estimados para o RPBMG, expresso em porcentagem (%); FDN = fibra em detergente neutro do RPBMG, expresso em porcentagem (%).

$$\text{NDT} = 99,39 - (0,7641 \times \text{FDN})$$

Equação 3

Onde: NDT = nutrientes digestíveis totais estimados para silagens, expresso em porcentagem (%); FDN = fibra em detergente neutro da silagem, expresso em porcentagem (%).

Os resultados obtidos no presente estudo foram tabulados e submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote SISVAR® 5.6 (Ferreira, 2011). A comparação de médias das silagens foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados

As composições bromatológicas das silagens experimentais de capim-tanzânia, confeccionadas com níveis crescentes de inclusão de RPBMG como aditivo no processo de ensilagem, são apresentadas na Tabela 2.

Os valores de pH encontrados nesta pesquisa são apresentados na figura abaixo:

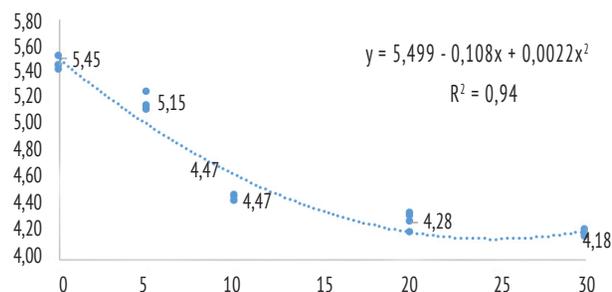


Figura 1 - Resposta do potencial hidrogeniônico (pH), com as respectivas médias das silagens de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), confeccionadas com a inclusão de resíduo de peneiração do beneficiamento do milho grão (RPBMG) nos níveis de 0, 5, 10, 20 e 30% como aditivo na ensilagem.

Tabela 2 - Composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) confeccionadas com diferentes níveis de inclusão de resíduo de peneiração do beneficiamento milho grão (RPBMG) (0, 5, 10, 20 e 30%, com base na matéria natural) como aditivo no processo de ensilagem

Variável	Média dos tratamentos				
	0%	5%	10%	20%	30%
MS (g/kg)	268,35 a	287,98 b	315,12 c	377,74 d	426,31 e
MO (g/kg)	133,28 a	153,00 b	201,94 b	285,33 d	340,91 e
PB (g/kg)	135,00 e	131,23 d	126,95 c	122,62 b	116,43 a
NDT (g/kg)	482,46 a	575,59 b	612,72 c	639,25 d	663,92 e
FDN (g/kg)	669,30 d	628,80 c	539,80 b	446,30 a	448,80 a
MM (g/kg)	135,07 e	134,98 d	113,18 c	92,42 b	85,39 a
DIVMS (g/kg)	690,68 a	697,42 b	768,11 c	812,21 d	816,73 e

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; MM = matéria mineral; DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca.

Discussão

A inclusão de níveis crescentes de RPBMG na ensilagem do capim-tanzânia acarretou efeito linear positivo ($p < 0,05$) para os teores de MS, MO, NDT e DIVMS das silagens experimentais. Para os teores de PB, MM e FDN, observou-se efeito linear decrescente ($p < 0,05$) em função do acréscimo dos níveis de inclusão de RPBMG.

O incremento nos teores de MS, MO e NDT das silagens experimentais, em função dos níveis crescentes de inclusão de RPBMG, pode ser explicado pela alta concentração destes teores na composição bromatológica deste aditivo (Tabela 1). O RPBMG apresentou em sua constituição teores de 85,60% para MS e de 79,68 e 71,35% para MO e NDT, respectivamente. Como os teores de MS, MO e NDT do capim-tanzânia no momento da ensilagem foram bem inferiores (22,02; 12,17; 52,26%, respectivamente), a inclusão nos níveis crescentes de RPBMG acarretou incremento crescente para estas variáveis.

Com relação aos teores de MS, houve acréscimo de 19,36 e 27,14 g/kg para os tratamentos 5 e 10, e de 89,76 e 138,33 g/kg para os tratamentos 20 e 30% de inclusão de RPBMG, respectivamente, em relação ao tratamento sem inclusão do aditivo. Cardoso et al. (2016) reportaram comportamento semelhante para a inclusão de farelo de crambe (*Crambe abyssinica*) como aditivo na ensilagem de

capim-elefante. Estes autores também atribuíram o incremento crescente de MS em função dos níveis crescentes do aditivo na ensilagem, uma vez que o teor de MS do farelo de crambe foi de 90%, próximo ao teor observado para o RPBMG no presente estudo (85,60%).

Na avaliação dos níveis de inclusão de RPBMG na silagem de capim-tanzânia, as concentrações de 5, 10 e 20% proporcionaram valores de incremento de MS considerados adequados (28,79; 31,51; 37,77%, respectivamente) para a confecção de silagens de boa qualidade. Estes resultados se encontram dentro do intervalo reportado por Zopollatto et al. (2009) para a silagem de capins tropicais com aditivos (28 a 38% de MS). Cabe ressaltar que embora o tratamento sem inclusão do resíduo tenha apresentado menor teor de MS (26,83%), esta silagem experimental não apresentou problemas de fermentação, originando um produto de qualidade satisfatória para uma silagem de capim sem aditivo. O acréscimo de MS na massa ensilada para silagem no tratamento controle (0% de inclusão de RPBMG) pode ser atribuído à maior lixiviação de umidade para o fundo do silo experimental, sendo esta parte não contabilizada para a retirada das amostras para avaliação bromatológica. É importante destacar que a lixiviação não foi avaliada no presente estudo, logo esta afirmação se trata de observação visual realizada no momento da abertura dos silos experimentais.

A elevada quantidade de água na massa ensilada de capins tropicais torna o ambiente mais propício para o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (tais como bactérias do gênero *Clostridium* e leveduras), o que favorece as fermentações secundárias, além de aumentar sensivelmente as perdas por efluentes (Santos e Zanine, 2006; Santos et al., 2010). Neste caso, o uso de aditivos absorventes ou sequestrantes de umidade, ou seja, produtos com elevado teor de matéria seca em sua composição, é indicado para proporcionar adequado perfil de fermentação e redução nos processos de lixiviação. Neste caso, o RPBMG demonstrou que pode ser utilizado como aditivo nas ensilagens com intuito de elevar o teor de MS da silagem final, podendo ser considerado um aditivo absorvente de umidade na massa ensilada de forrageiras com baixo teor de MS.

A adição de 30% de RPBMG resultou em acréscimo superior ao intervalo recomendado para silagem de adequada qualidade (42,63%). O elevado teor de MS do material ensilado pode acarretar problemas na compactação da massa ensilada, o que refletirá diretamente no processo fermentativo em função da grande quantidade de oxigênio que poderá ficar retida neste material (Santos et al., 2010). Além da possibilidade de prejudicar a retirada de oxigênio na massa ensilada, a inclusão de 30% de RPBMG também acarretará maior custo para a silagem, sem benefício direto em relação aos níveis de 10 e 20% de inclusão deste aditivo. Neste caso, avaliando a variável teor de MS da silagem, os tratamentos 5, 10 e 20% seriam os mais indicados.

Os resultados obtidos para o teor de MO acompanharam a resposta para o teor de MS, indicando acréscimo em função do nível crescente do aditivo avaliado. O teor de MO evidencia a maior concentração de constituintes orgânicos da dieta, entre eles carboidratos, proteínas, lipídios e vitaminas. Desta forma, é possível especular que a inclusão de RPBMG na silagem de capim promoveu importante enriquecimento do valor nutritivo na silagem do capim-tanzânia. Este efeito foi maior em função do nível crescente de inclusão deste aditivo na massa ensilada. O acúmulo de MO nas silagens provavelmente é resultado do maior aporte de carboidratos provenientes do milho, em especial moléculas de amido e carboidratos solúveis

(dissacarídeos e monossacarídeos). Nesta vertente, a maior concentração de carboidratos possibilitou incrementar o valor energético da silagem, como também pode ter influenciado positivamente no perfil de fermentação das silagens com maior adição de RPBMG. Segundo Bergamaschine et al. (2006), o ingrediente usado como aditivo nas silagens de capim deve apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Devem ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição.

O acréscimo nas concentrações de NDT em função dos níveis crescentes de inclusão de RPBMG promoveu incremento no valor nutritivo das silagens experimentais, bem como pode ter beneficiado diretamente o perfil de fermentação das mesmas. Houve incremento de 19,30 e 26,99% de NDT (em relação g/kg) para os tratamentos 5 e 10% de inclusão de RPBMG, e de 32,49 e 37,61% para os tratamentos 20 e 30%, respectivamente, em relação ao tratamento sem inclusão do aditivo.

Estes resultados evidenciam a melhoria no valor energético das silagens em função da adição crescente do aditivo avaliado, o que irá influenciar diretamente no desempenho produtivo dos animais alimentados com estes volumosos. Especula-se, assim, que as silagens com 20 e 30% de inclusão de RPBMG proporcionarão maior produtividade animal em comparação aos tratamentos com menor inclusão deste resíduo. A dose de 20% de inclusão poderia ser indicada em função da pequena diferença entre os resultados deste com o nível de 30%, sendo esta diferença igual a 24,67 g/kg. Neste caso, o custo do aditivo deverá ser considerado para avaliar qual concentração deve ser utilizada.

Os resultados de NDT das silagens com inclusão de 20 e 30% de RPBMG (639,25 e 663,92 g/kg, respectivamente) equipararam-se com o valor de NDT da silagem de milho, sendo reportado por Rezende et al. (2015) resultado médio de 629,40 g/kg de NDT. Melo et al. (2016), avaliando as características fermentativas e composição química da silagem de capim-tanzânia com aditivos, obtiveram teor de 396 g/kg de NDT para a silagem de capim-tanzânia sem aditivos, valor este próximo ao determinado para o tratamento controle (482,46 g/kg de NDT). Este resultado evidencia

diretamente os benefícios que a inclusão de RPBMG proporcionou na concentração de energia das silagens experimentais com este aditivo. Neste contexto, pode-se afirmar que o RPBMG pode ser considerado um aditivo com características para enriquecer o teor de energia da silagem.

Os teores de PB e MM foram influenciados diretamente pelas menores concentrações destes componentes no aditivo (Tabela 1). A concentração de PB e MM no capim-tanzânia (137,80 e 98,50 g/kg, respectivamente), no momento da ensilagem, foram bem superiores à constituição destes no RPBMG (93,40 e 59,11 g/kg, respectivamente). Desta forma, quanto maior a inclusão do aditivo, menor as concentrações de PB e MM nas silagens experimentais (Zanine et al., 2005).

Os decréscimos observados nos tratamentos 5, 10, 20 e 30% de inclusão do RPBMG foram, respectivamente, da ordem de 3,77, 8,05, 12,38 e 18,57 g/kg de PB em relação ao tratamento controle. Estes resultados evidenciaram uma pequena redução nas concentrações de PB, o que pode influenciar pouco no desempenho produtivo dos animais alimentados com as diferentes dietas. Cabe enfatizar que os teores de PB obtidos em todos os tratamentos foram elevados, comprovando, assim, que o capim-tanzânia apresenta elevado teor de proteína quando manejado de forma correta. Segundo Van Soest (1994), os ruminantes apresentam limitação de desempenho quando a concentração de proteína bruta da dieta é inferior a 70 g/kg de matéria seca da dieta. Neste caso, as silagens experimentais apresentaram resultados superiores, sendo indicadas para a alimentação dos ruminantes.

Os resultados de PB, combinados com os valores obtidos para MS e NDT, evidenciaram que a utilização de RPBMG na ensilagem de capim-tanzânia, cortado com 19 dias de crescimento, constitui uma estratégia interessante para a obtenção de silagem de elevada qualidade nutricional. Neste caso, o capim-tanzânia colhido na altura de corte recomendada para o pastejo (70 cm de altura) apresenta elevado teor de PB, intermediária concentração de energia e elevado teor de umidade. Como o RPBMG apresenta elevadas concentrações de energia (NDT) e MS, a sua inclusão é justificada para incrementar o valor nutritivo da silagem.

Observou-se redução de 0,09, 21,89, 42,65 e 49,68 g/kg de matéria seca de MM para os tratamentos 5, 10, 20 e 30%, respectivamente, em comparação ao tratamento controle (Tabela 2). Tal resposta evidenciou o decréscimo de MM em função do acréscimo de RPBMG, também influenciado pela menor concentração de MM no aditivo estudado (Tabela 1).

Assim como ocorreu com a concentração de PB, a redução nos valores de MM foi pouco influenciada pelos valores nutritivos totais das silagens. Adicionalmente, como a recomendação do manejo nutricional é fornecer suplementação mineral *ad libitum* para os animais e como a redução pela inclusão do aditivo foi pouco efetiva, acredita-se que a redução na concentração de MM não seja um fator limitante para a utilização deste resíduo na ensilagem de capim-tanzânia.

As concentrações de FDN apresentaram resposta decrescente em função da inclusão crescente do aditivo. Houve redução nas concentrações de FDN até o nível de 20% de inclusão. No tratamento com 30% de inclusão do subproduto, evidenciou-se tendência à estabilidade em relação ao nível de 20%, sugerindo que o efeito da inclusão do RPBMG nos dois tratamentos foi similar.

A redução nas concentrações de FDN nas silagens experimentais, em função dos níveis crescentes do aditivo estudado, foi ocasionada pela menor concentração de FDN neste subproduto em relação ao capim-tanzânia (Tabela 1). Observou-se redução de 40,50, 129,50, 193,30 e 220,5 g/kg de matéria seca de FDN para os tratamentos 5, 10, 20 e 30%, respectivamente, em relação ao tratamento controle.

As reduções nos teores de FDN, influenciadas pela inclusão dos níveis de RPBMG, promoveram incremento de qualidade das silagens experimentais. Tal fato está relacionado com a composição da fração residual de FDN, em especial o teor de lignina. Nesta vertente, o maior teor de FDN em geral está associado ao aumento no teor de lignina, o que reduz a digestibilidade do alimento por constituir um composto indigerível. Adicionalmente, a redução no teor de FDN promove aumento no consumo dos volumosos, o que resulta em maior ingestão de nutrientes e, conseqüentemente, proporciona maior desempenho produtivo nos animais. Desta

forma, a inclusão do aditivo nos tratamentos 20 e 30% foram superiores aos demais tratamentos. Entretanto, levando em consideração que não houve resposta linear para este parâmetro e, ainda, que o custo do aditivo é maior para o tratamento 30%, sem promover melhorias evidentes, a escolha acertada do melhor nível de inclusão de RPBMG seria o tratamento 20%.

As DIVMS apresentaram resposta crescente em função do acréscimo de RPBMG. Esta melhoria na digestibilidade da silagem com RPBMG está relacionada ao fato de a redução dos teores de FDN, além de ter promovido um ambiente mais favorável para a fermentação, ter diminuído o pH mais rapidamente.

Os valores de DIVMS encontrados para silagem do grupo controle (Tabela 2) foram semelhantes aos observados por Santos et al. (2008) em silagem de capim-tanzânia (657,9 g/kg). Os resultados obtidos com a inclusão de 5% de RPBMG foram superiores aos 573,5 g/kg encontrados por Tavares et al. (2009) em silagem de capim-tanzânia com a adição de 5% de polpa cítrica. Este aumento na digestibilidade da silagem de forrageiras tropicais depende muito da qualidade (ponto de colheita) da planta, sendo que a adição de aditivos melhora estes valores.

De forma geral, um dos principais entraves para as ensilagens de capins tropicais é a baixa concentração de carboidratos solúveis presentes nestas forrageiras (Santos, et al., 2010). A baixa concentração de carboidratos solúveis influencia diretamente o perfil de fermentação da massa ensilada, portanto, adicionar uma fonte de carboidratos na silagem de capim tropicais melhora o padrão de fermentação.

Foi observada resposta decrescente dos valores de pH ($p < 0,05$) em função dos níveis de inclusão de RPBMG, indicando uma correlação negativa entre a inclusão do resíduo e a resposta do pH. A resposta quadrática evidencia que houve tendência à estabilização dos valores de pH nos tratamentos 20 e 30%, sugerindo que o efeito da redução do pH nestes tratamentos foi semelhante.

A qualidade da silagem pode ser avaliada em função do seu valor de pH, assim, silagens com pH menores indicam um melhor perfil de fermentação (Melo et al., 2016). De maneira geral, a acidificação do pH é importante para eliminar microrganismos indesejáveis que atuam deteriorando a silagem,

principalmente as bactérias do gênero *Clostridium* (Lima Jr et al., 2014).

Segundo Zopollatto et al. (2009), os valores adequados de pH para caracterização de silagens de capins tropicais de boa qualidade estão inseridos no intervalo de 4,0 a 5,0. Neste estudo, os tratamentos 10, 20 e 30% de inclusão do RPBMG se encontram na faixa recomendada. Os tratamentos com 0 e 5% de inclusão apresentaram valores elevados de pH, o que sugere qualidade inferior aos demais tratamentos estudados.

A redução do pH em função dos níveis crescentes de inclusão do RPBMG pode ser explicada pelo elevado teor de carboidratos presentes no aditivo avaliado. Este aditivo apresentou alta participação de grãos de milho quebrados de tamanhos variando entre 1 e 5 mm. Estas partículas de milho constituem carboidratos prontamente disponíveis de rápida fermentação, tornando o ambiente mais propício para a ação das bactérias ácido-lácticas. As bactérias lácticas são as maiores responsáveis pela acidificação do pH nas silagens. Para proporcionarem rápida fermentação, as bactérias necessitam de energia prontamente disponível para se desenvolverem. Desta forma, a inclusão do aditivo proporcionou condições mais favoráveis para o desenvolvimento destas bactérias.

Conclusão

O resíduo de peneiração do beneficiamento do milho em grão demonstrou potencial para ser utilizado como aditivo na confecção de ensilagem de capim-tanzânia, elevando o teor de matéria seca da silagem e absorvendo a umidade presente. A adição de 20% deste resíduo proporcionou adequada qualidade à silagem, o que acarretou melhor custo-benefício comparado com os outros tratamentos.

Referências

Bergamaschine AF, Passipiéri M, Veriano Filho WV, Isepon OJ, Correa LA. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. R Bras Zootec. 2006;35(4):1454-62.

- Cappelle ER, Valadares Filho SC, Silva JFC, Cecon PR. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev Bras Zootec.* 2001;30(6):1837-56.
- Cardoso AM, Araújo SAC, Rocha NS, Domingues FN, Azevedo JC, Pantoja LA. Elephant grass silage with the addition of crambe bran conjugated to different specific mass. *Acta Scientiarum.* 2016;38(4):375-82.
- Cruz BCC, Santos-Cruz CL, Pires AJV, Rocha JB, Santos S, Bastos MPV. Composição bromatológica da silagem de Capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*). *Rev Bras Cienc Agrar.* 2010;5(3):434-40.
- Faria DJG, Garcia R, Tonucci RG, Tavares VB, Pereira OG, Fonseca DM. Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. *R Bras Zootec.* 2010;39(3):471-8.
- Fernandes LO, Reis RA, Paes JMV. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Cienc Agrotec.* 2010;34(1):240-8.
- Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Cienc Agrotec.* 2011;35(6):1039-42.
- Guimarães Filho CC, Monteiro KD, Deminicis BB. Utilização de silagem de capim para alimentação de ruminantes. *PUBVET.* 2011;5(36):1234.
- Hoffmann A, Moraes EHBK, Mousquer CJ, Simioni TA, Gomes FJ, Ferreira VB, et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. *Nativa Sinop.* 2014;2(2):119-30.
- Lima Jr DM, Rangel AHN, UrbanoAS, Oliveira JPF, Maciel MV. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. *Agropecu Cient Semi-árido.* 2014;10(2):1-11.
- Melo MJAF, Backes AA, Fagundes JL, Melo MT, Silva GP, Freire APL. Características fermentativas e composição química da silagem de capim Tanzânia com aditivos. *Bol Ind Anim.* 2016;73(3):189-97.
- Rezende AV, Gastaldello Jr AL, Valeriano AR, Casali AO, Medeiros LT, Rodrigues R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. *Cienc Agrotec.* 2008;32(1):281-7.
- Rezende AV, Watanabe DJ, Rabêlo FHS, Rabelo CHS, Nogueira DA. Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho. *Semina Cienc Agrar.* 2015;36(2):961-70.
- Santos EM, Zanine AM. Silagem de gramíneas tropicais. *Colloq Agrar.* 2006;2(1):32-45.
- Santos EM, Zanine AM, Ferreira DJ, Oliveira JS, Penteadro DCS, Pereira OG. Inoculante ativado melhora a silagem de capim-tanzânia. *Arch Zootec.* 2008;57(217):35-42.
- Santos IAP, Domingues FN, Rêgo AC, Souza NSS, Bernardes TF, Barata ZRP, et al. Palm kernel meal as additive in the elephant-grass silage. *Rev Bras Saude Prod Anim.* 2014;15(3):592-603.
- Santos MVE, Castro AGG, Perea JM, García A, Guim A, Hernández MP. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais. *Arch Zootec.* 2010;59(R):25-43.
- Silva DJ, Queiroz AC. Análise de Alimentos - Métodos Químicos e Biológicos. Viçosa: UFV; 2009. 235 p.
- Simili FF. Qualidade da pastagem na produção e composição do leite. *Pesqu & Tecnol.* 2012;9(2):1-7.
- Tavares VB, Pinto JC, Evangelista AR, Figueiredo HCP, Ávila CLS, Lima RF. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *R Bras Zootec.* 2009;38(1):40-9.
- Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminants. 1994. Ithaca: Cornell University Press; 1994. 476 p.
- Velho JP, Mühlbach PRF, Nörnberg JL, Velho IMPH, Genro TCM, Kessler JD. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. *R Bras Zootec.* 2007;36(5):1532-8.

Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Oliveira JS, Pereira OP, Almeida JCC, et al. Composição bromatológica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com adição de farelo de trigo. X Reunião anual do congresso nacional de zootecnia. Cuiabá: UFMS; 2005. CD ROM (b).

Zopollatto M, Daniel JLP, Nussio LG. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. R Bras Zootec. 2009;38(supl. especial):170-89.