

**Características de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)
com níveis de inclusão de moringa (*Moringa oleífera* Lam.)****Characteristics of elephant grass silage (*Pennisetum purpureum* Schum.) with
inclusion levels of moringa (*Moringa oleífera* Lam.)**

DOI:10.34117/bjdv6n9-549

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação: 22/09/2020

Marcia Mourão Ramos Azevedo

Pós-Doutora em Ciência Animal e Pastagens
Professora do Instituto de Biodiversidade e Florestas da UFOPA
Rua Vera Paz, s/n, Bairro: Salé. CEP: 68035-110
Campus Tapajós – Santarém-PA.
E-mail: marcia.azevedo@ufopa.edu.br

Andréa Krystina Vinente Guimaraes

Doutora em Zootecnia
Professora do Instituto de Biodiversidade e Florestas da UFOPA
Rua Vera Paz, s/n, Bairro: Salé. CEP: 68035-110
Campus Tapajós – Santarém-PA.
E-mail: andreavinente@gmail.com

Ícaro dos Santos Cabral

Doutor em Zootecnia
Instituto de Biodiversidade e Florestas da UFOPA
Rua Vera Paz, s/n, Bairro: Salé. CEP: 68035-110
Campus Tapajós – Santarém-PA.
E-mail: i.s.cabral@hotmail.com

Cristiane Rebouças Barbosa

Mestranda em Zootecnia
Universidade Federal da Grande Dourados
Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 - Unidade II, Dourados - MS, Brasil
Email: cristianezootec@gmail.com

Luan Siqueira Machado

Discente de Medicina Veterinária
Universidade da Amazônia - UNAMA, Campus Alcindo Cacela
Travessa Antônio Baena - 527B - Pedreira, Belém/Pá
Email: luanmachado47@gmail.com

Jéssica de Carvalho Pantoja

Mestranda em Zootecnia
Universidade Federal da Grande Dourados
Rua Reinaldo Souza de Oliveira, Parque do lago II, Dourados – MS
Email: jessicka.carvalho17@gmail.com

Thais Emanuely dos Santos Amaral

Discente de Zootecnia

Universidade Federal do Oeste do Pará

Travessa Roxinol, 188, casa 10, Floresta, Santarém-PA

E-mail: t.emanuely95@gmail.com

Alexander Silva Aguiar

Discente de Biotecnologia

Universidade federal do Oeste do Pará

Rua Vera Paz, s/n, Bairro: Salé. CEP: 68035-110

Campus Tapajós – Santarém-PA.

E-mail: alexanderaguiar06@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis de inclusão de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sobre as características sensoriais, o padrão fermentativo e a composição químico-bromatológica. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de moringa na matéria natural (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) e quatro repetições. Diante das características sensoriais avaliadas, as silagens foram caracterizadas de “boa a muito boa”. Ocorreu aumento linear dos teores de proteína bruta (PB) das silagens com os níveis de inclusão da moringa. A adição de moringa nas silagens promoveu redução linear nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA). Não houve efeito dos níveis de inclusão da moringa sobre as perdas por gases (PG). A adição de 5%, 10% e 20% de moringa reduziu em 45,1%, 1,6% e 4,9% as perdas por efluentes (PE), respectivamente, quando comparadas a silagem sem aditivo. Foram registrados o menor valor (1,76) de N-NH₃ (%NT) na silagem sem aditivo e o maior valor (2,84) na silagem com 5% de adição de moringa. As silagens de capim-elefante com e sem a adição de moringa apresentaram características sensoriais e de fermentação de silagens de boa qualidade. Em contrapartida, a adição de moringa na ensilagem de capim-elefante produz silagens com menores teores de FDN e de FDA, e maior teor de PB quando comparada à silagem exclusiva de capim-elefante.

Palavras-chave: conservação de forragem, fermentação anaeróbia, perdas por efluentes

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate elephant grass silages (*Pennisetum purpureum* Schum.) containing moringa inclusion levels (*Moringa oleifera* Lam.) on sensory characteristics, fermentation pattern and chemical-bromatological composition. The design was a completely randomized design with five levels of inclusion of moringa in natural matter (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) and four replicates. Considering the sensorial characteristics evaluated, the silages were characterized from "good to very good". There was a linear increase in crude protein (CP) levels of silages with moringa inclusion levels. The addition of moringa in the silages promoted a linear reduction in the neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). There was no effect of moringa inclusion levels on gas losses (PG). The addition of 5%, 10% and 20% of moringa reduced in 45.1%, 1.6% and 4.9% the effluent losses (PE), respectively, when compared to silage without additive. The lowest value (1.76) of N-NH₃ (% NT) was recorded in the silage without additive and the highest value (2.84) in the silage with 5% moringa addition. Elephant grass silages with and without the addition of moringa showed sensory and fermentation characteristics of good quality silages. In contrast, the addition of moringa in elephant grass silage produces silages with lower NDF and ADF content, and higher CP content when compared to elephant grass silage alone.

Keywords: anaerobic fermentation, effluent losses, forage conservation

1 INTRODUÇÃO

A alimentação dos animais constitui, na maioria das vezes, um item de maior importância em explorações pecuárias, pois, influencia diretamente na eficiência e no rendimento da produção animal. Segundo Dias Filho (2016), as pastagens compõem a base alimentar da pecuária bovina brasileira, possibilitando a redução de custos na produção, por ser uma fonte econômica de alimentação para o rebanho.

Portanto, as plantas forrageiras devem suprir a maior parte ou a totalidade dos nutrientes requeridos pelos animais ruminantes. Entretanto, a redução na disponibilidade das forragens no período seco, tanto em quantidade quanto em qualidade, tem sido um dos principais fatores limitante para a produtividade do rebanho.

Segundo Pereira et al. (2004), a conservação de alimentos na forma de silagem para utilização no período seco é uma alternativa que minimiza o problema da estacionalidade de produção de forragem, tornando a produção agropecuária menos dependente das condições climáticas.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma forrageira que apresenta grande potencial de produção de matéria seca e quantidades razoáveis de carboidratos solúveis. No entanto, a fase em que apresenta melhor valor nutritivo, dificulta seu aproveitamento na forma de silagem devido ao seu alto teor de umidade (80 a 85%) (Zanine et al., 2006).

Alguns aditivos podem ser utilizados para proporcionar aumentos nos teores de nutrientes, como proteína bruta, e/ou elevar o teor de matéria seca de silagens de capim, visando melhorar o perfil fermentativo e produzir silagens de melhor qualidade (Zanine et al., 2006).

A moringa (*Moringa oleífera* Lam.) é uma espécie arbórea rústica, perene, originária da Índia, pertencente à família Moringaceae. Adaptada às condições climáticas dos trópicos e tolerante à seca, suas folhas são constantes durante todo o ano, não sofrendo queda de produção mesmo durante épocas de estiagem. Além de altamente palatável, produz elevadas quantidades de forragem com altos teores de proteína e minerais (Vieira et al., 2018). A forragem de Moringa pode ser ofertada aos animais na forma fresca, desidratada ou submetida aos processos de ensilagem ou fenação (Oliveira et., 2017; Mendieta-Araica et al., 2009).

Segundo Mendieta-Araica et al. (2009), a inclusão de Moringa ao capim-elefante tem uma influência positiva no processo de ensilagem, porque eleva a produção de ácido láctico e, conseqüentemente, reduz o pH, bem como, melhora a qualidade da silagem, por aumentar o teor de proteína bruta.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar silagens de capim-elefante contendo níveis de inclusão de moringa sobre as características sensoriais, o padrão fermentativo e a composição químico-bromatológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Bromatologia e Tecnologia da Madeira (LTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), unidade Tapajós, Santarém-Pará.

O capim-elefante e a Moringa foram obtidos da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará, localizada na rodovia PA-370, Santarém-Curuá Una, km 37. O capim-elefante foi cortado após 100 dias de rebrota e os ramos de moringa foram cortados em estágio vegetativo. Foram coletados manualmente, e processados em picadeira de forragem convencional regulada de forma a obter partículas de tamanho médio de 3 cm.

Os materiais foram transportados para o Laboratório de Bromatologia/UFOPA, onde foram submetidos ao pré-umurecimento ao sol por 2 horas, para retirada de parte da umidade. Após o pré-umurecimento, a moringa foi misturada manualmente com o capim-elefante, com base na matéria natural. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: T1: 0% de moringa; T2: 5% de moringa; T3: 10% de moringa; T4: 15% de moringa; T5: 20% de moringa, em 4 repetições.

De cada amostra a ser ensilada foram retiradas 500 g, acondicionadas em sacos de papel e colocados em estufa de ventilação forçada de ar a temperatura de 55°C por 5 dias, para a determinação da composição químico-bromatológica (Tabela 1).

Para a produção da silagem, as amostras foram acondicionadas em silos laboratoriais confeccionados em material de PVC, com 35 cm de altura por 10 cm de diâmetro, devidamente identificados. Após a compactação, foram fechados com tampas equipadas com válvulas de Bunsen, para escape dos gases oriundos da fermentação. Uma quantidade de 1,650 kg de material a ser ensilado foi estabelecida, para que a silagem apresentasse uma densidade de 600,0 kg/m³. Os silos foram armazenados em local coberto e arejado por 30 dias.

Foi realizada a pesagem dos silos no início e no final do período experimental, para a determinação das perdas por gases durante o processo de fermentação da silagem. Na abertura, foram descartados cerca de 5 cm da parte superior da silagem, e em seguida foram realizadas mensurações das temperaturas no interior dos silos, inserindo um termômetro digital no centro de cada um, em profundidade de 10 cm.

A seguir, todo o material foi retirado, homogeneizado em bandeja plástica e realizada a análise sensorial, conforme os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos relacionados ao valor nutritivo e estado sanitário das silagens.

Após a análise sensorial, foram retiradas de cada silo amostras para a determinação do pH da silagem, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Para as análises da composição bromatológica foram retiradas 500 g da silagem, colocadas em bandejas de alumínio e levadas para a estufa de circulação de ar a 55°C por 72 horas, e, posteriormente, foram trituradas em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas em recipientes fechados. Para a determinação de nitrogênio amoniacal foram retiradas 200 g da silagem, colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer, seguindo a metodologia de Bolsen et al. (1992).

Para a avaliação da estabilidade aeróbia, foi feita uma amostra composta (não sendo possível a realização de estatística), retirando-se de cada repetição 500 g, totalizando 2.000 g de silagem por tratamento. As silagens foram acondicionadas em baldes de polipropileno com capacidade para 20 litros, mantidos em uma sala fechada. Pela dificuldade na manutenção da temperatura constante no interior da sala, optou-se por conduzir o trabalho em temperatura ambiente, similar ao que normalmente ocorre a campo.

As temperaturas da sala e das silagens foram monitoradas duas vezes ao dia (7h00 e 19h00) durante sete dias, com uso de termômetro digital. As temperaturas das silagens foram obtidas inserido 10 cm do termômetro no centro da massa da silagem e a temperatura ambiente com o termômetro localizado próximo aos baldes. A estabilidade aeróbia foi definida pelo número de horas em que a silagem, após a abertura do silo, se manteve estável antes de atingir 2°C acima da temperatura ambiente (Moran et al., 1996).

Imediatamente após o monitoramento da temperatura, foram determinados os valores de pH das amostras compostas.

As perdas por gases (PG) e as perdas por efluentes (PE) foram quantificadas de acordo com as equações propostas por Paziani et al. (2006). A determinação das perdas por gases foi calculada pela diferença de peso da massa de forragem no momento da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 1).

$$PG = \frac{(Pfe - Pab)}{(MFfe \times MSfe)} \times 100$$

em que: PG = perda por gases (% MS); Pfe = peso do minisilo cheio no fechamento (kg); Pab = peso do minisilo cheio na abertura (kg); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (% MS).

As perdas por efluentes foram estimadas pela diferença de peso do silo vazio na abertura e no fechamento do processo de ensilagem (equação 2).

$$PE = \frac{(Pab - Pfe)}{(MFfe)} \times 100$$

em que: PE = produção de efluente (kg t^{-1} massa verde); Pab = peso do conjunto (silo + tampa) vazio na abertura, (kg); Pfe = peso do conjunto (silo + tampa) vazio no fechamento, (kg); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg).

As composições químico-bromatológicas das amostras in natura e da silagem foram obtidas segundo Silva & Queiroz (2002) para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de FDN corrigida para cinzas (FDNc) e a MO (matéria orgânica) foram estimados pelas seguintes formulas:

Em que:

MO = 100 - MM;

FDNc = FDN - CIDN

CIDN = cinza indigestível em detergente neutro

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da moringa e das misturas moringa+capim-elefante antes da ensilagem

Constituinte ¹	Nível de inclusão (%)					Moringa
	0	5	10	15	20	
MS (% da MN)	15,66	16,58	15,70	13,49	14,77	25,11
MO (% da MS)	92,24	92,48	91,55	90,27	90,92	91,66
MM (% da MS)	7,76	7,52	8,45	9,73	9,08	8,34
PB (% da MS)	12,01	12,76	14,75	17,81	18,04	23,99
EE (% da MS)	1,09	3,22	2,00	2,06	2,12	4,86
FDN (% da MS)	67,00	60,94	65,00	53,56	57,51	32,69
FDNc (% da MS)	66,24	60,24	64,96	52,77	56,80	32,08
FDA (% da MS)	47,00	46,09	46,61	46,02	42,18	25,53

¹MN= matéria natural; MS=matéria seca; MO=matéria orgânica; MM=matéria mineral; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; FDN=fibra em detergente neutro; FDNc=fibra em detergente neutro corrigida para cinza e FDA=fibra em detergente ácido.

Fonte: Os autores , 2019.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste t) e, nos casos de significância ($P < 0,05$), procedeu-se à análise de regressão, testando-se modelos polinomiais de respostas lineares e quadráticas utilizando-se o pacote estatístico SISVAR 5.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações sensoriais das silagens de capim-elefante acrescidas com diferentes níveis de inclusão de moringa, todas as silagens foram classificadas como “Boa a Muito Boa” em relação ao

aspecto nutritivo (Tabela 2), pois não apresentaram alterações nos parâmetros analisados, possuindo odores agradáveis, típicos de silagens, e colorações esverdeadas, o que sugere apropriada fermentação anaeróbia das silagens, esses resultados podem ser explicados pelas densidades adequadas (600 kg/m^3) das silagens, obtidas pelas compactações das massas e as consequentes eliminações do oxigênio, vedações e armazenamentos adequados, condições ideais para que ocorra produção de silagem de alta qualidade.

Tabela 2. Avaliação sensorial das silagens de capim-elefante com níveis de inclusão de moringa, quanto as características associadas ao valor nutritivo e ao aspecto sanitário

Características associadas ao valor nutritivo			
Níveis de inclusão	Pontuação Total	Classificação*	Parâmetro*
0%	25	Boa a Muito Boa	21 a 25
5%	25	Boa a Muito Boa	21 a 25
10%	25	Boa a Muito Boa	21 a 25
15%	24	Boa a Muito Boa	21 a 25
20%	25	Boa a Muito Boa	21 a 25
Características associadas ao aspecto sanitário			
Níveis de inclusão	Pontuação Total	Classificação*	Parâmetro*
0%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
5%	-2	Boa a Muito Boa	0 a -5
10%	-2	Boa a Muito Boa	0 a -5
15%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
20%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5

*Conforme critérios estabelecidos por MEYER et al. (1989).

Quanto aos aspectos sanitários, todas as silagens apresentaram colorações verdes pardas, texturas firme e ausências de partes mofadas, sendo classificadas como “Boa a Muito Boa” (Tabela 2). Diferentemente, Lira Júnior et al. (2018) trabalhando com silagens de capim-elefante com adição de casca de maracujá, na avaliação sensorial classificou as silagens de todos os tratamentos como boa, por apresentarem coloração amarelada, odor levemente acre e ausência visível de bolor.

Verificou-se aumento nos teores de MS em todas as silagens avaliadas (Tabela 3), quando comparadas aos seus respectivos materiais ensilados (Tabela 1). Mesmo tendo ocorrido aumento de MS, o teor médio de MS da silagem foi de 18,36%, valor inferior ao preconizado na literatura, para obtenção de uma silagem de boa qualidade, de 30 a 35% de MS (McDonald et al., 1991). Portanto, detectou-se no presente estudo que os ingredientes da silagem: capim-elefante e moringa, apresentaram teores de MS abaixo do exigido na forragem a ser ensilada para obtenção de silagens de qualidade, de 15,66 e 25,11% MN, respectivamente.

Os diferentes níveis de inclusão de moringa não influenciaram os teores de MS, MO e MM das silagens (Tabela 3).

Observou-se aumentos lineares dos teores de PB ($p = 0,000$) e de EE ($p = 0,0005$) das silagens com os níveis de inclusão da moringa, estimando-se aumentos de 0,223% e 0,067% para cada 1% de moringa adicionada a silagem, respectivamente. Os aumentos nos teores de PB e de EE foram resultados das maiores concentrações desses nutrientes presentes na moringa, quando comparadas ao capim-elefante, de 23,99 e 12,01% PB e 4,86 e 1,09% EE, respectivamente (Tabela 1). Para PB, estes resultados são similares aos obtidos por Mendieta-Araica et al. (2009), ao concluírem que a concentração de PB a silagem à base de capim-elefante ou cana-de-açúcar foi aumentada acentuadamente pela adição de Moringa.

Tabela 3. Composição químico-bromatológica das silagens

Variável ¹	Nível de inclusão (%)					EPM ⁽²⁾	r ²	Equação ⁽³⁾
	0	5	10	15	20			
MS (%MN)	18,64	18,65	17,81	18,41	18,31	0,327	-	$y = 18,542$
MO (%MS)	93,28	93,08	92,77	93,16	93,19	0,164	-	$y = 93,117$
MM (%MS)	6,72	6,92	7,23	6,84	6,81	0,164	-	$y = 6,884$
PB (%MS)	9,44	10,98	12,14	12,81	14,09	0,303	98,51	$y = 9,663 + 0,223x^*$
EE (%MS)	1,35	2,60	3,10	2,50	3,06	0,232	55,20	$y = 1,856 + 0,067x^*$
FDN (%MS)	57,21	56,59	53,76	55,03	50,01	1,013	77,97	$y = 57,714 - 0,319x^*$
FDNc (%MS)	56,70	56,03	53,30	54,63	49,54	1,011	76,77	$y = 57,188 - 0,315x^*$
FDA (%MS)	42,78	40,79	40,43	38,54	37,62	0,445	96,77	$y = 42,544 - 0,251x^*$

¹MN= matéria natural; MS=matéria seca; MO=matéria orgânica; MM=matéria mineral; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; FDN=fibra em detergente neutro; FDNc=fibra em detergente neutro corrigida para cinza e FDA=fibra em detergente ácido.

*Significativo $P < 0,05$ pelo teste t. ⁽²⁾Erro-padrão da média. ⁽³⁾Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta linear ou quadrática.

Os teores de PB das silagens variaram de 9,44% a 14,09% (Tabela 3). Segundo Van Soest (1994), para efetiva fermentação microbiana ruminal, os alimentos fornecidos aos animais ruminantes devem conter, no mínimo, 7% de PB. Desta forma, os teores de PB das silagens produzidas estão acima do mínimo necessário de 7% para garantir o crescimento da microbiota ruminal.

Nesta pesquisa, as silagens apresentaram teores de EE que variaram de 1,35% a 3,10%. Valores dentro dos níveis aceitáveis na alimentação animal. Segundo Kozloski (2002), dieta com teor de lipídeo acima de 6% pode inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal, com redução da digestibilidade da fibra e na taxa de passagem dos alimentos.

A adição de moringa ao capim-elefante resultou em silagens com menores teores de FDN ($p = 0,0012$) e de FDNc ($p = 0,0012$), estimando-se redução de 0,32% de FDN (%MS) e FDNc (%MS) para cada 1% de inclusão da moringa. Essa redução do teor de FDN nas silagens pode ser justificada

pelo menor teor de FDN (32,7% da MS) da moringa se comparado com o capim-elefante (67,0% de MS) (Tabela 1), já que elevando o percentual de moringa ocorre uma redução nos teores de FDN e da FDNc das silagens. Corroborando com Mendieta-Araica et al. (2009), os quais observaram que o teor de FDN na silagem diminuiu com o aumento da proporção de Moringa.

A silagem com 20% de moringa apresentou menor teor de FDN (50,01% de MS), quando comparada às demais silagens. A silagem de capim-elefante foi a que apresentou maior teor de FDN (57,21%) (Tabela 3). Segundo Resende et al. (1994), dietas contendo menores teores de FDN possibilitam maior ingestão de MS pelo animal, em razão do menor efeito físico de enchimento do rúmen, pelo material não fibroso, fato que pode propiciar uma maior taxa de passagem, estimulando o consumo. Desta forma, as silagens com 20% de moringa, verificadas neste experimento poderiam acarretar maiores consumos, em relação às silagens sem aditivo e com 5%, 10% e 15% de moringa, por apresentarem menores valores de FDN.

Com relação aos teores de FDA foram observadas reduções lineares ($p = 0,0000$), em que cada 1% moringa (%MS) adicionada à silagem de capim-elefante promoveu uma redução de 0,25% de FDA (% MS) (Tabela 3). As reduções lineares nos teores de FDA das silagens são atribuídas a uma resposta direta aos menores teores de FDA da moringa de 25,5% de FDA (%MS), quando comparadas com o capim-elefante (47,0% de MS) (Tabela 1).

Segundo Cândido et al. (2007), teores de FDA acima de 44% nas silagens implicam em limitações no consumo, pois a FDA constitui a parte mais indigestível da fibra presente nos alimentos volumosos por conter lignina na sua constituição. Com base neste parâmetro, as silagens com e sem adição de moringa não seriam responsáveis pela limitação do consumo, pois a FDA das silagens variaram de 37,67% a 42,78%. De acordo com Van Soest (1994) quanto menor o teor de FDA dos alimentos maior será a sua digestibilidade. Neste sentido, as silagens com 20% de inclusão de moringa por apresentarem menores teores de FDA (37,6%), em relação aos demais tratamentos, poderiam promover melhor digestibilidade.

Desta forma, a inclusão de moringa na ensilagem de capim-elefante é uma alternativa viável para a melhoria do valor nutritivo das silagens no que se refere aos teores de FDN e FDA. Corroborando com Santin et al. (2020) ao concluírem que a inclusão de aditivos absorventes causou impactos positivos na composição bromatológica da silagem de sorgo por reduzir os valores de FDN e FDA, melhorando assim a qualidade da silagem.

As silagens de capim-elefante apresentaram menores pH ($p = 0,0000$) em relação às demais silagens e, a adição de moringa às silagens provocou acréscimo dos valores de pH (Tabela 4). Isto ocorreu, possivelmente, em virtude de a moringa apresentar maior teor de proteína bruta, e os produtos de degradação desta promoverem aumento da capacidade tampão.

Tabela 4. Médias dos valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), perdas por gases (PG) e perdas por efluentes (PE) das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de moringa

Variável	Nível de inclusão (%)					EPM ⁽¹⁾	r ²	Equação ⁽²⁾
	0	5	10	15	20			
pH	3,19	3,29	3,36	3,39	3,45	0,025	96,11	$y = 3,213 + 0,012x^*$
N-NH ₃ (%NT)	1,755	2,835	2,121	2,458	2,340	0,153	-	$y = 2,143$
PG (%MS)	0,015	0,021	0,021	0,020	0,026	0,003	-	$y = 0,016$
PE (kg.t ⁻¹ MV)	0,122	0,067	0,120	0,227	0,116	0,014	-	$y = 0,101$

*Significativo P<0,05. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta linear ou quadrática.

Entretanto, os resultados diferiram dos de Mendieta-Araica et al. (2009), os quais verificaram que a adição de moringa em misturas com capim-elefante, cana-de-açúcar e melão proporcionou decréscimo nos valores de pH (P<0,0001) das silagens de 0,8. Enquanto que, a presença de capim-elefante elevou os valores de pH em 0,7 (P <0,001). Os autores observaram que os tratamentos contendo Moringa apresentaram as maiores concentrações de ácido láctico (+16 g kg⁻¹ MS; P <0,01) quando comparados aos demais tratamentos.

Apesar de não ter sido observado efeito significativo (P>0,01) nos valores de perdas por gases e por efluentes, as silagens produzidas apresentaram baixos valores dessas perdas, indicando um processo eficiente de compactação e fermentação adequada.

Segundo McDonald et al. (1991) para a obtenção de silagem de boa qualidade o pH máximo deve variar de 3,8 a 4,2. Os valores de pH das silagens do presente estudo variaram de 3,19 a 3,45 (Tabela 4). Desta forma, todos os tratamentos avaliados no presente estudo, apresentaram pH abaixo do valor recomendado para preservar a qualidade da silagem.

Pereira et al. (2004), avaliando os efeitos da adição de níveis crescentes de forragem de leucena no valor nutritivo da silagem de milho, observaram valores de pH de 3,32 para a silagem de milho puro até 3,58 para silagem com 40% de leucena, próximos ao encontrado neste trabalho.

Gimenes et al. (2006) avaliando silagem de milho, que é considerada como padrão de qualidade para volumosos, sem e com os inoculantes bacterianos e/ou enzimáticos registraram valores de pH de 3,28 a 3,42, semelhante ao encontrado neste trabalho. Segundo os autores supracitados, as silagens avaliadas foram bem preservadas por apresentarem pH abaixo de 4,2, demonstrando boa qualidade de fermentação para silagem de milho.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de N-NH₃ das silagens avaliadas em que foi obtida o valor médio de 2,302 (%NT) (Tabela 4). Segundo Monteiro et al. (2011), o N-NH₃ é produto de fermentações das bactérias do gênero Clostridium, quanto maior o teor de N-NH₃ menor a qualidade da silagem, devido à degradação de compostos proteicos até formação de amônia, a qual

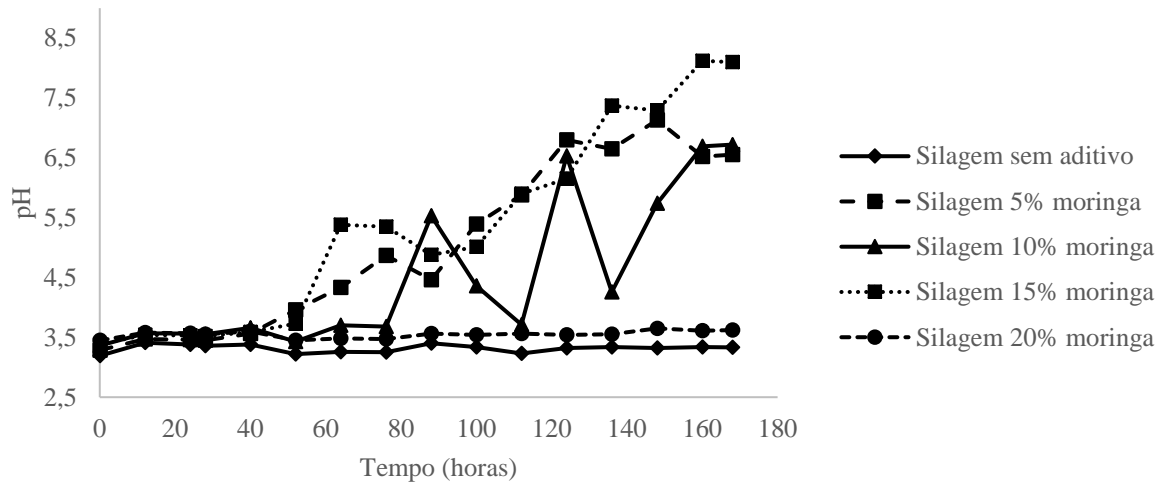
é perdida por volatilização durante a abertura do silo, destacam que o seu nível não deve ultrapassar de 11-12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas. Neste sentido, as silagens estudadas apresentaram fermentações adequadas.

Não houve efeito dos níveis de inclusão da moringa sobre as perdas por gases (PG) (Tabela 4). Em contraste, Negrão et al. (2016) verificaram comportamento linear decrescente de 1,18 g/kg MS na produção de gases com a inclusão de 1g/kg MS de farelo de arroz à *Brachiaria decumbens*, os autores relataram que a redução das perdas por gases, foi possivelmente devido à redução de microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas. No entanto, no presente trabalho, apesar de não ocorrer redução na PG com os níveis de inclusão da moringa, as silagens apresentaram-se “Boa a Muito Boa” na avaliação sensorial (Tabela 2), correspondendo a silagens que obtiveram fermentações adequadas.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos sobre as perdas por efluentes (PE). Bernardes et al. (2013), avaliando silagens de capim-marandu com diferentes proporções de polpa cítrica peletizada, verificaram redução na produção de efluentes com a adição de 5% e 10% de polpa, justificaram esse efeito pelo alto poder higroscópio da polpa. No presente estudo, o teor de MS do aditivo utilizado foi de 25,1% MN, não apresentando, por tanto, grande influência em absorver a umidade da silagem.

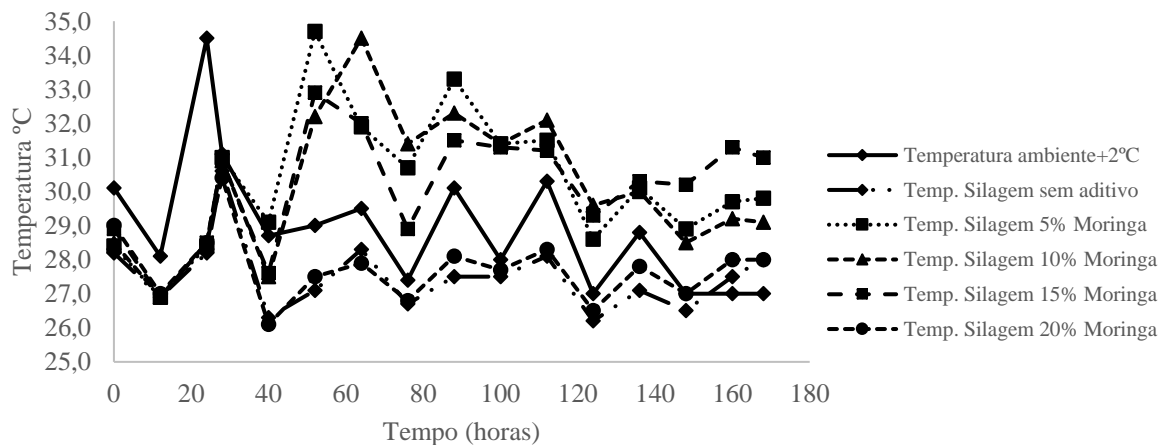
Observou-se aumentos nos valores de pH da silagem contendo 5%, 10% e 15% de inclusão de moringa após 50 horas de exposição aeróbia (Figura 1). As silagens contendo 15% de moringa apresentaram os maiores valores de pH, variando de 3,39 a 8,12. Essa variação do pH durante o período de exposição ao ar é possível que seja um indicativo de que a silagem está sendo deteriorada pela ação dos microrganismos aeróbios. Já as silagens sem aditivo e com adição de 20% de moringa, se mantiveram dentro da faixa de pH ideal, pois apresentaram os menores valores, com média de 3,43.

Figura 1. Comportamento temporal do pH das silagens de capim-elefante com níveis de moringa



A estabilidade aeróbia, definida pelo número de horas em que a silagem, após exposta ao ar, não ultrapassa 2°C acima da temperatura ambiente. Para melhor visualização dos resultados, foram acrescentados aos valores da temperatura ambiente 2°C (Figura 2). Desta forma, a quebra da estabilidade aeróbia pode ser verificada quando as linhas da temperatura da silagem e da temperatura ambiente se sobrepõem.

Figura 2. Comportamento temporal da temperatura das silagens de capim-elefante com níveis de moringa e da temperatura ambiente durante exposição aeróbia



Observou-se picos de temperatura nas silagens por volta de 28 horas de exposição aeróbia. O início do processo de deterioração é caracterizado por um aumento da temperatura na silagem, indicando aumento da atividade microbiana aeróbia à medida que a silagem se deteriora. Pois o consumo de açúcares residuais e de ácidos orgânicos presentes nas silagens, pelos microrganismos aeróbios, produz CO₂, água e calor provocando o aumento da temperatura. Além disso, o aumento

da temperatura ambiente, afeta de forma significativa o crescimento e atividade dos microrganismos que atuam nas silagens.

As silagens com adição de 5% de moringa apresentaram menores estabilidades aeróbias, pois apresentaram elevação de 2°C, em relação à temperatura ambiente, em até 40 horas de exposição. Enquanto que as silagens com 10% e 15% levaram 52 horas. Após a exposição aeróbia da silagem, o aumento da temperatura em 2°C acima da temperatura ambiente determina a resistência da silagem à deterioração.

A maior estabilidade aeróbia foi observada nas silagens sem aditivo e com a adição de 20% de moringa. Tais silagens permaneceram estáveis por até 160 horas. A maior estabilidade aeróbia apresentada pode estar relacionada às menores concentrações de carboidratos solúveis residuais e de ácido lático nestas silagens.

As silagens de capim-elefante com e sem a adição de moringa apresentaram características sensoriais e de fermentação de silagens de boa qualidade. Em contrapartida, a adição de moringa na ensilagem de capim-elefante produz silagens com menores teores de FDN e de FDA, e maior teor de PB quando comparada à silagem exclusiva de capim-elefante.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; DOMINGUES, F.N.; RÊGO, A.C. Produção de efluente de silagens de capim marandu contendo polpa cítrica peletizada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 4, p. 326-330, 2013.
- BOLSEN, K.K.; LIN, B.E.; BRENT, B.E; FEVERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- DIAS-FILHO, M.B. **Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro**. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 2016.
- GIMENES, A.L.G.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B.; PEREIRA, E.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MORI, R.M. Composição química e estabilidade aeróbia em silagem de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Scientiarum**, v.28, n.2, p.153-158, 2006.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria, RS: Editora UFSM, 2002. 140p.
- LIRA JÚNIOR, W.B.; BEZERRA, S.B.L.; PAULA, T.A.; BEELEN, R.N.; AMORIM, P.L.; BEELEN, P.M.G. Características de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e casca de maracujá in natura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.3, p.905-912, 2018.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- MENDIETA-ARAICA, B.; SPÖRNDLY, E.; REYES-SÁNCHEZ, N.; NORELL, L.; SPÖRNDLY, R. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. **Grass and Forage Science**., v.64, p. 364-373, 2009.
- MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen inder Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.
- 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**, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.
- MORAN, J.P.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T.R.A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p.162-163.
- NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C. C. O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.17, n.1, p.13-25, 2016.

OLIVEIRA, M.V.M.; CHIODI, M.S.; FERNANDES, H.J.; LISITA, F.O.; LUZ, D.F.; SALLA, L.E. Moringa oleifera na alimentação de bezerras lactentes da raça Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.1, p.152-160, 2017.

PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; PEDROSO, A.F.; MARI, L.J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 28, n. 3, p. 265-271, 2006.
PEREIRA, R.C.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; SALVADOR, F.M.; MACIEL, G.A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia** v. 28, n. 4, p. 924-930, 2004.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.

SANTIN, T.P. et al. Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.8, p.54931-54943, 2020.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca, New York: CornellUniversity Press, 1994. 476p.

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

VIEIRA; A.M.S.; AMBROSIO-UGRI, M.C.B.; NISHI, L.; SILVA, G.F.; BERGAMASCO, R. **Potencial Nutricional e Aplicações da Moringa na Alimentação Humana e Animal**. In: Potencialidades da *Moringa oleifera* Lam. Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2018.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.