



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS IV
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE AGRONOMIA

LARISSA MARILIA ALVES DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE *MORINGA OLEIFERA* ADITIVADA COM
NÍVEIS DE PALMA FORRAGEIRA E FARELO DE TRIGO**

CATOLÉ DO ROCHA, PB

2024

LARISSA MARILIA ALVES DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE *MORINGA OLEIFERA* ADITIVADA COM
NÍVEIS DE PALMA FORRAGEIRA E FARELO DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso (artigo) apresentado a coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Forragicultura

Orientadora: Profa. Dra. Rayane Nunes
Gomes

CATOLÉ DO ROCHA, PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725a Sousa, Larissa Marília Alves de.
Avaliação da silagem de moringa oleífera
aditivada com níveis de palma forrageira e farelo de trigo
[manuscrito] / Larissa Marília Alves de Sousa. - 2024.
26 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro
de Ciências Humanas e Agrárias, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Rayane Nunes Gomes ,
Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA. "

1. Alimentação animal. 2. Semiárido. 3. Silos. I. Título

21. ed. CDD 631.521

LARISSA MARILIA ALVES DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE *MORINGA OLEIFERA* ADITIVADA COM
NÍVEIS DE PALMA FORRAGEIRA E FARELO DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso (artigo) apresentado a coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Forragicultura

Aprovada em: 29 / 06 / 2024 .

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

RAYANE NUNES GOMES

Data: 11/07/2024 11:40:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Rayane Nunes Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Orientadora

Documento assinado digitalmente



PAULO CASSIO ALVES LINHARES

Data: 11/07/2024 11:47:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Cássio Alves Linhares
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Examinador

Documento assinado digitalmente



DANIELLY DA SILVA LUCENA

Data: 12/07/2024 22:17:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Danielly da Silva Lucena
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por sempre me dar força e coragem nos momentos difíceis para seguir durante toda caminhada. E aos meus pais, minha irmã e amigos pelo apoio e incentivo.

EPÍGRAFE

“Você nunca deve ver seus desafios como uma desvantagem. Em vez disso, é importante que você entenda que sua experiência em enfrentar e superar adversidades é realmente uma das suas maiores vantagens”.

Michelle Obama

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, pela força, coragem, vida e saúde por ter chegado até aqui. Ele que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, como também em todos os momentos. Ele que é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A minha família, meus pais Francisco Jaílson e Lucilene Alves, a minha irmã Jéssica Narine, a meu namorado Gustavo Guedes, que sempre me encorajaram e incentivaram a nunca desistir, fazendo-me forte para alcançar meus objetivos.

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pela estrutura e oportunidade em cursar Agronomia, agradeço aos professores que me acompanharam ao longo do curso e que, com empenho, se dedicam à arte de ensinar.

Gratidão a minha orientadora Dra. Rayane Nunes por todo auxílio, paciência, pelas palavras de incentivo, e por sempre acreditar em mim que seria capaz na elaboração desse trabalho. A minha banca, Dra. Danielly Lucena e ao Dr. Paulo Cassio pelas ricas contribuições e sugestões para melhoria do meu trabalho.

Agradeço também aos meus colegas e amigos conquistado na faculdade, pelos anos de experiência e momentos vividos, em especial a Alba e Heloisa por todo apoio, ajuda e palavras motivacionais. A minha dupla Jadna Jales pelo companheirismo e amizade ao longo da vida acadêmica, nos momentos alegres e tristes por sempre está presente.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área experimental da UEPB, localizada no município de Catolé do Rocha, PB, 2024.....	15
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Proporção dos ingredientes das silagens com base na matéria natural (%MN)	16
Tabela 2.	Características da silagem de moringa oleifera aditivada com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.....	20
Tabela 3.	Matéria seca (MS), perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS) da silagem de moringa oleifera enriquecida com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.....	20
Tabela 4.	Valores da matéria seca (MS), orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro da silagem de moringa oleifera enriquecida com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Processo de ensilagem.....	12
2.2 Uso da Moringa oleifera na produção de silagem.....	13
2.3 Palma forrageira em silagem com farelo de trigo.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização da área de estudo.....	15
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	15
3.3 Parâmetros avaliados	17
3.4 Análise dos dados	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS	23

AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE *MORINGA OLEIFERA* ADITIVADA COM NÍVEIS DE PALMA FORRAGEIRA E FARELO DE TRIGO

SOUSA, LARISSA MARILIA ALVES DE
GOMES, RAYANE NUNES

RESUMO

A silagem é uma técnica de conservação de forragem amplamente utilizada na alimentação animal, especialmente em regiões onde a disponibilidade de pastagens frescas é limitada devido as condições climáticas. Diante disso a procura por opções alimentares eficientes de baixo custo e que atendam às necessidades dos animais no Semiárido do Brasil tem sido um dos grandes entraves da produção animal. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a silagem de moringa aditivada com níveis de palma forrageira e farelo de trigo. O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: silagem de moringa oleífera; moringa oleífera + 7% de palma forrageira + 1% farelo de trigo; moringa oleífera + 14% de palma forrageira + 1% farelo de trigo; moringa oleífera + 21% de palma forrageira + 1% farelo de trigo, com quatro repetições. A mistura foi realizada com base na matéria natural (MN). As silagens foram confeccionadas em silos de policloreto de vinila (PVC) com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura, providos de tampas permitindo vedação adequada. No fundo de cada silo foi colocado 500 g de areia, separados da forragem por uma camada de tecido de algodão, para que a quantidade de efluentes retida possa ser medido. Os silos foram abertos após 30 dias de armazenamento, descartando-se aproximadamente 5 cm das partes superior e inferior, após homogeneização da silagem, foram coletadas amostras e armazenadas em freezer a -20°C , para posteriores análises laboratoriais. As variáveis analisadas foram: matéria seca, matéria mineral e proteína bruta. A temperatura, textura e cor da silagem não foram influenciados ($P>0,05$) pelo aumento dos níveis de palma forrageira e farelo de trigo (Tabela 2). As perdas por gases apresentaram efeito linear crescente ($P<0,05$) do tratamento controle ao nível de 21% de palma forrageira, respectivamente (Tabela 3). Os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro da silagem de *moringa oleífera* reduziram linearmente ($P<0,05$) a medida que foi adicionada palma forrageira e trigo (Tabela 4). As silagens de *moringa oleífera* com 14 e 21% de inclusão de palma forrageira e farelo de trigo apresentaram valores de pH próximos aos considerados ideais para silagem de boa qualidade.

Palavras-chave: Alimentação animal, Semiárido, Silos.

EVALUATION OF MORINGA OLEIFERA SILAGE ADDITED WITH LEVELS OF FORAGE PALM AND WHEAT BRAN

SOUSA, LARISSA MARILIA ALVES DE

GOMES, RAYANE NUNES

ABSTRACT

Silage is a forage conservation technique widely used in animal feeding, especially in regions where the availability of fresh pasture is limited due to climatic conditions. Therefore, the search for efficient, low-cost food options that meet the needs of animals in the semi-arid region of Brazil has been one of the major obstacles to animal production. The objective of this research was to evaluate moringa silage added with levels of cactus and wheat bran. The experiment was conducted in the Forage Sector of the State University of Paraíba (UEPB). The experimental design used was completely randomized, with four treatments: moringa oleifera silage; moringa oleifera + 7% cactus + 1% wheat bran; moringa oleifera + 14% cactus + 1% wheat bran; moringa oleifera + 21% cactus + 1% wheat bran, with four replications. The mixture was made based on natural matter (MN). The silages were made in polyvinyl chloride (PVC) silos with 15 cm in diameter and 40 cm in height, equipped with lids allowing adequate sealing. At the bottom of each silo, 500 g of sand was placed, separated from the forage by a layer of cotton fabric, so that the amount of effluent retained could be measured. The silos were opened after 30 days of storage, discarding approximately 5 cm of the upper and lower parts. After homogenizing the silage, samples were collected and stored in a freezer at -20°C for subsequent laboratory analysis. The variables analyzed were: dry matter, mineral matter and crude protein. The temperature, texture and color of the silage were not influenced ($P>0.05$) by the increased levels of cactus and wheat bran (Table 2). Gas losses showed an increasing linear effect ($P<0.05$) of the control treatment at the level of 21% of cactus, respectively (Table 3). The crude protein and neutral detergent fiber contents of moringa oleifera silage reduced linearly ($P<0.05$) as cactus and wheat were added (Table 4). Moringa oleifera silages with 14 and 21% inclusion of cactus and wheat bran presented pH values close to those considered ideal for good quality silage.

Keywords: Animal feed, Semiarid, Silos.

1 INTRODUÇÃO

A silagem é uma técnica de conservação de forragem amplamente utilizada na alimentação animal, especialmente em regiões onde a disponibilidade de pastagens frescas é limitada devido as condições climáticas, tendo em vista que em regiões semiáridos, o clima é caracterizado pela escassez e irregularidade das chuvas, a precipitação restrita a poucos meses do ano. Diante disso a procura por opções alimentares eficientes, de baixo custo e que atendam às necessidades dos animais no Semiárido do Brasil, tem sido um dos grandes entraves da produção animal, o uso de forragens conservadas surge como tática para garantir a alimentação e a estabilidade nos diferentes sistemas de produção de ruminantes nos momentos de déficit forrageiro (DE SÁ *et al.*, 2021).

O método da silagem conserva os alimentos para o período de escassez, proporcionando a preservação dos nutrientes e o aproveitamento completo da safra, favorecendo para uma maior eficiência da produção de silagem. Tendo em vista, que a silagem é uma alternativa para a suplementação do rebanho na época seca do ano, sendo uma boa opção para os produtores que pretendem manter o abastecimento confiável, principalmente em nossa região que é semiárida. Uma das estratégias mais utilizadas para armazenar forragem é através da ensilagem, que visa diminuir as perdas na produção dos rebanhos, mantendo o manejo alimentar durante os períodos de escassez (MARTINS, 2019).

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é famosa por ser resistente à seca, tem crescimento rápido, de fácil cultivo, manejo e alto rendimento, ser resistente às pragas e ter baixo custo de produção. Agrega várias características favoráveis ao processo de ensilagem, associada a palma forrageira e ao farelo de trigo. A moringa é uma planta com várias propriedades nutricionais e compostos bioativos, sendo todas as partes da planta aproveitadas tanto pelo homem como pelos animais. As folhas da moringa são ricas em proteína, caroteno, ferro e ácido ascórbico além de metionina e cistina, aminoácidos que normalmente estão deficientes na maioria dos alimentos (MELLO *et al.*, 2020).

A palma-forrageira é uma planta de grande importância para as regiões áridas e semiáridas do Brasil e do mundo, especialmente adaptada ao clima semiárido devido a sua rusticidade, resistência à seca e elevada capacidade de produção de massa. Onde

apresenta alta concentração de energia, é rica em carboidratos totais, tem alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca e alta produção de matéria seca por hectare, além de ser uma fonte indireta de água para os animais (MARTINS, 2019). O

crescimento da palma é favorecido nas maiores altitudes, devido à redução da temperatura do ar e ao aumento da umidade relativa no período noturno (SILVA, 2021).

Já o farelo de trigo apresenta-se como uma alternativa interessante para diminuir as perdas por efluente, bem como melhorar o valor nutritivo das forragens, sendo uma opção de alimento acessível para o rebanho. Trata-se de uma fonte concentrada de proteínas, fibras, vitaminas e minerais essenciais, e que possui valor energético ideal, sendo benéfica ao animal. A silagem de trigo, em geral, apresenta boa fermentação; todavia, a adição de inoculantes visando à aceleração do processo fermentativo, à manutenção dos níveis nutricionais e à melhor conservação do material pode trazer benefícios ao processo de ensilagem (GIRELLI, 2022).

A pesquisa contribuirá com a geração de resultados, estabelecendo qual o melhor nível de inclusão da palma forrageira na silagem de moringa. Possibilitará utilizar ingredientes alternativos, de fácil manejo e adaptados a região semiárida, permitindo oferecer dietas com menor custo, visando que os animais consigam desenvolver-se com eficiência, mesmo nos períodos de maior escassez de forragem, demonstrando que é possível o aproveitamento de alimentos regionais na alimentação dos ruminantes, no entanto, dados de produção de silagem de moringa associado a palma forrageira são escassos na literatura. Diante disso o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a silagem de moringa aditivada com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Processo de ensilagem

A silagem é o principal processo de conservação da forragem, sendo muito utilizada em períodos de baixa oferta de forragem na pastagem ou em sistemas mais intensivos de produção animal. De modo geral, a ensilagem é uma técnica de conservação de produtos por meio de silos. Na condição de forragens, é uma técnica de conservação de matéria verde, pela fermentação controlada com certo grau de umidade, proporcionando fornecimento de alimentos suculentos e palatáveis nas épocas do ano de maior escassez, como resultado do aproveitamento do material forrageiro excedente os períodos de chuva (CORREIA, 2014).

É fundamental estar atento a todas as atividades que constituem o processo de silagem, bem como o ponto de corte, tamanho das partículas, compactação, vedação e proteção do silo. Nesse processo é de suma importância manter a qualidade em cada etapa, a silagem bem produzida torna-se mais rentável e nutritiva (GOMES, 2022).

Diversos fatores afetam a qualidade da silagem, tanto no momento da colheita quanto no período de armazenamento e abertura do silo, podendo ocasionar redução na qualidade nutricional (RAMOS *et al.*, 2021). Quando a técnica de ensilagem é conduzida de forma adequada, o valor nutricional das forragens é conservado. Portanto, a escolha da forragem para o processo de ensilagem deve ser de material com elevado valor nutricional. A qualidade da silagem está estreitamente relacionada com o consumo voluntário; a digestibilidade do alimento e a eficiência de utilização dos nutrientes digeridos pelos animais; fatores essencialmente importantes no desempenho animal (PAULA *et al.*, 2021).

Conforme EducaPoint (2019), a produção de silagem pode atingir diretamente na rentabilidade do sistema produtivo e, conseqüentemente ser planejada. A delimitação correta do silo-trincheira é uma escolha estratégica, em que o efeito vai repercutir por muitos anos sobre a qualidade da silagem, como na qualidade microbiológica do leite e na saúde dos animais (MANTOVANI, 2020).

2.2 Uso da *Moringa oleifera* na produção de silagem

O Brasil apresenta uma enorme variedade de clima e vegetação, produzindo assim, ambientes característicos que fazem o pecuarista e agricultor buscar formas que favoreçam seu plantio e criação animal. Essa diversidade não se dá apenas entre regiões, isso acontece de forma local, pois ainda há que se levar em consideração o terreno, tipo de solo, escolha do modelo de cultivo, variedade e raça do animal.

A espécie *Moringa* é considerada de grande importância para o semiárido brasileiro, dada à sua capacidade de sobrevivência e produção em zonas de baixa umidade do solo, tolerância a elevadas temperaturas do ar, alta evaporação e grandes variações na precipitação (MELO, 2012). A moringa é muito rica em nutrientes, minerais, tem mais proteína que a soja e o milho, e apresenta uma produtividade altíssima por ano e que se adapta a todos os solos brasileiros.

O uso de alimentos alternativos na produção pecuária consiste no fornecimento de componentes que possam substituir ingredientes tradicionais da dieta, mantendo uma nutrição eficiente, buscando reduzir custos de produção. A *Moringa* é de grande importância para o Semiárido Brasileiro, devido a sua capacidade de sobrevivência e produção em zonas de baixa umidade do solo, tolerância a elevadas temperaturas, alta taxa de evaporação e grandes variações de precipitação (LUCENA, 2021).

A *moringa oleifera* possui um grande potencial na nutrição animal e humana, devido ao seu potencial nutritivo, sendo proposto o seu uso na produção animal e no combate à desnutrição humana (MEDEIROS *et al.*, 2023). Segundo Fahey (2005) em países tropicais, principalmente em regiões com ocorrência de períodos estendidos de escassez de forragem, a moringa tem grande destaque como fonte de volumoso, devido ao grande número de folhas no período de estiagem, servindo como alternativa na nutrição animal. Além disso, apresenta alta produtividade de matéria verde por área, em comparação com outras culturas forrageiras (SOBRAL *et al.*, 2020).

2.3 Palma forrageira em silagem com farelo de trigo

A Palma Forrageira é uma cactácea que possui grande benefício para as condições do semiárido nordestino por ser resistente, rústica, e de fácil propagação, podendo suportar longos períodos de estiagem (CORREIA, 2014). É uma planta de bom

valor nutritivo adaptada a região semiárida onde temos as condições edafoclimáticas caracterizadas por solos rasos, pedregosos ou arenosos, oferecendo uma boa disponibilidade de forragem no período seco, bom coeficiente de digestibilidade e alta produtividade (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

É de grande importância o processo de ensilagem da palma forrageira para uma boa reserva de alimento e água em regiões semiáridas, possibilitando inclusive o aproveitamento de outras forrageiras disponíveis, melhorando a qualidade fermentativa e de aceitabilidade animal da silagem de palma, apresentando custo de produção reduzido e possibilitando que os produtores tenham uma fonte de renda extra (DE SÁ *et al.*, 2021).

No geral a palma dispõe em sua composição químico bromatológica baixas concentrações de massa seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) e possui elevadas concentrações de CNF, pectina e minerais principalmente cálcio. De acordo com Macêdo *et al.* (2017), afirma-se que essa cultura forrageira apresenta potencial para ser ensilada e utilizada na alimentação animal em climas áridos e semiáridos, a produção de silagem de palma assoma como uma nova alternativa de alimentação animal para a região Nordeste brasileira.

O farelo de trigo aponta uma alternativa interessante para diminuir as perdas por efluente, assim como melhorar o valor nutritivo das forragens, e, diferentemente do capim emurchecido, facilita a acomodação e compactação do material ensilado (ZANINE *et al.*, 2006). Em vista disso a aplicação de farelos como aditivos em silagens vem colaborando como uma possibilidade para a melhoria dos processos fermentativos, atuando diretamente nas características qualitativas, isto porque são considerados aditivos de alto poder higroscópico (SANTIN *et al.*, 2020).

Ribeiro *et al.* (2008), encontraram que a adição de farelo de trigo melhorou os parâmetros químicos bromatológicos da silagem, elevando assim os teores de matéria seca e carboidratos não fibrosos, com redução da fração fibrosa. Com a proporção da diminuição houve aumento dos valores estimados para digestibilidade e ingestão de matéria seca. O índice forrageiro teve aumento contínuo com a inclusão do farelo de trigo, como também o valor estimado de nutrientes digestíveis totais e das frações energéticas, fato atribuído ao elevado valor nutricional deste alimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, localizado no município de Catolé do Rocha, PB (Figura 1), mesorregião do Sertão Paraibano, situado sob as coordenadas geográficas de 6°20'38" latitude S e 37°44'48" longitude W, com altitude média de 272 m (IBGE, 2013). O clima da região é classificado, segundo Koppen, como sendo do tipo Bsh-Semiárido, que se caracteriza por ser quente e seco, com temperatura média anual de 25 a 38°C e pluviosidade média entre 500 mm a 800 mm (CPTEC, 2016). Os solos da região de Catolé do Rocha são principalmente classificados como argissolos, de acordo com a classificação da Embrapa (2013).



Figura 1. Localização da área experimental da UEPB, localizada no município de Catolé do Rocha, PB, 2024.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

A *Moringa oleifera* e a palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw) utilizadas nesta pesquisa foram oriundas da área

experimental do Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), município de Catolé do Rocha, PB.

A moringa foi cortada aos 60 dias de idade e a palma forrageira foi colhida com 24 meses de idade pós rebrota. Ambos foram cortados com o auxílio de facão, a palma forrageira foi preservando apenas o cladódio mãe com o cladódio primário por planta. As forragens foram picadas individualmente em forrageira, regulada previamente para o tamanho de partículas médio de 2,0 cm para moringa, que posteriormente foi pré-seca por três horas e cubos de 2 x 2 cm para palma forrageira. Foram coletadas amostras da moringa, palma forrageira e farelo de trigo previamente a confecção da ensilagem, para caracterização bromatológica dos ingredientes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: silagem de moringa oleífera; moringa oleífera + 7% de palma forrageira + 1% farelo de trigo; moringa oleífera + 14% de palma forrageira + 1% farelo de trigo; moringa oleífera + 21% de palma forrageira + 1% farelo de trigo, com quatro repetições. A mistura foi realizada com base na matéria natural (MN) (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes das silagens com base na matéria natural (%MN).

Ingredientes (g/kg)	Palma forrageira (%MN)			
	0	7	14	21
Moringa oleífera	1000	920	850	780
Palma forrageira	-	70	140	210
Farelo de trigo	-	10	10	10

As silagens foram confeccionadas em silos de policloreto de vinila (PVC) com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura, providos de tampas permitindo vedação adequada. No fundo de cada silo foi colocado 500 g de areia, separados da forragem por uma camada de tecido de algodão, para que a quantidade de efluentes retida pudesse ser medida. Também foi utilizado um soquete de madeira para aumentar a compactação da ensilagem. Após o fechamento, os silos foram armazenados em área coberta a temperatura ambiente até o momento da abertura.

Os silos foram abertos após 30 dias de armazenamento, descartando-se aproximadamente 5 cm das partes superior e inferior, após homogeneização da silagem,

foram coletadas amostras e armazenadas em freezer a -20°C , para posteriores análises laboratoriais.

3.3 Parâmetros avaliados

As análises bromatológicas das silagens foram realizadas no Laboratório de Análise de alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, conforme metodologias recomendadas por Detmann et al. (2012). As amostras foram homogêneas, pesada e pré-seca em estufa com circulação forçada de ar a 55°C , por 72 horas. Após a pré-secagem, o material foi moído em moinho de faca tipo Willey, com peneira de crivo de 1 mm, para análises de matéria seca (MS; INCT – CA G-003/1); matéria mineral (MM; INCT – CA M-001/1); proteína bruta (PB; INCT – CA N-001/1). A análise de fibra em detergente neutro (FDN; INCT – CA F-002/1) foi realizada utilizando autoclave (Primatec[®]) com adição de α -amilase (Termoestável).

A determinação de pH foi realizada segundo metodologia descrita por Silva e Queiróz (2002). Em 60 mL de água destilada foram adicionados 9 g de silagem, permanecendo em repouso por 30 min, para leitura de pH, utilizando-se um phmetro digital portátil. A temperatura da silagem foi realizada com auxílio de termômetro na abertura dos silos.

Também foram realizadas avaliações das características da silagem, quanto ao cheiro, cor, textura e obtidos os pesos da parte mofada superior e inferior, se houver. Foram atribuídas pontuações de 1 a 4 para caracterizar o cheiro, sendo 1: agradável (ácida típica); 2: razoável (vinagre - adocicado); 3: razoável (vinagre - ácido) e 4: péssima (decomposição – amônia - urina). A cor, 1: verde claro; 2: verde escuro; 3: marrom claro e 4: marrom escuro. Quanto a textura foi classificada em 1: muito fina; 2: fina (bem picado); 3: média (\pm grosseira) e 4: grosseira (toletes).

A determinação das perdas de matéria seca (MS) na forma de gases e efluentes e a recuperação de matéria seca (RMS) foram quantificadas por diferença de peso, segundo equações descritas por Zanine et al. (2010).

As perdas por gases foram calculadas pela seguinte equação:

$$G = (PCI - PCf) / (MFi \times MSi) \times 10000,$$

G: perdas por gases (%MS);

PCI: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do silo cheio na abertura (kg);

MF_i: massa de forragem no fechamento (kg);

MS_i: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem fresca no fechamento.

$E = [(PV_f - T_b) - (PV_i - T_s)] / MF_i \times 100$, onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de silagem);

PV_i: peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PV_f: peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg);

T_s: tara do silo;

MF_i: massa de forragem no fechamento (kg).

A seguinte equação foi utilizada para estimar a recuperação de matéria seca:

$RMS = (MF_a \times MS_a) / (MF_f \times MS_f) \times 100$, onde:

RMS: taxa de recuperação de matéria seca;

MF_f: massa de forragem na abertura (kg);

MS_f: teor de matéria seca da forragem na abertura;

MF_i: massa de forragem no fechamento (kg);

MS_i: teor de matéria seca da forragem no fechamento.

3.4 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o PROC GLM e PROC MIXED do programa estatístico SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC), adotando-se 0,05 como nível crítico de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH e o cheiro da silagem de *Moringa oleifera* foram influenciados ($P < 0,05$) pela inclusão de palma forrageira e farelo de trigo (Tabela 2). O pH decresceu linearmente variando entre 7,86 a 4,58. Uma silagem para ser considerada com características adequadas e de boa qualidade deve apresentar pH variando entre 3,8 a 4,2 (MCDONALD et al., 1991), observa-se que apenas as silagens com 14 e 21% de inclusão de palma forrageira e farelo de trigo apresentaram valores de pH próximos aos considerados ideais. É possível inferir que o processo de fermentação realizado nas silagens com 0 e 7% de palma não foi adequado.

O que sugere a necessidade de adição de outras fontes de carboidratos solúveis como melaço de cana-de-açúcar, fubá de milho, para auxiliar na redução do pH e obtenção da silagem de qualidade. Carvalho et al. (2008) observaram valores de pH de 3,89, quando adicionaram 21 e 28% de farelo de cacau na ensilagem do capim-elefante. Monteiro et al. (2011) avaliando silagem de capim elefante aditivada com produtos alternativos encontraram valores de pH variando de 3,7 a 3,96 indicando uma silagem de boa qualidade. O cheiro da silagem apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) variando entre 1,60 a 2,60, o que corresponde a silagens com cheiros entre agradável (ácida típica) a razoável (adocicado-ácido).

A temperatura, textura e cor da silagem não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo aumento dos níveis de palma forrageira e farelo de trigo (Tabela 2). As silagens apresentaram temperatura de 30,15°C e textura média de 3, o que equivale a uma aparência ±grosseira. Já a cor variou entre o verde escuro ao marrom claro, que são consideradas características aceitáveis típico do material ensilado.

Tabela 2. Características da silagem de *moringa oleifera* aditivada com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.

Item	Palma forrageira (%MN)				EPM ¹	P-valor	
	0	7	14	21		Linear	Quadrático
pH	7,86	5,92	4,54	4,58	0,34	0,0003	0,1854
Temperatura	30,00	30,40	30,20	30,00	0,08	0,1527	0,4527
Textura	3,00	3,00	2,60	3,40	0,14	0,0875	0,3428
Cheiro	1,60	2,00	2,60	2,60	0,19	0,0015	0,6482
Cor	2,80	3,20	2,20	3,00	0,18	0,0732	0,1342

¹EPM: Erro padrão da média

As perdas por gases apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$). Variando de 2,12 a 3,40, do tratamento controle ao nível de 21% de palma forrageira, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Matéria seca (MS), perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS) da silagem de *moringa oleifera* enriquecida com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.

Item	Palma forrageira (%MN)				EPM ¹	P-valor	
	0	7	14	21		Linear	Quadrático
PG (gkg ⁻¹)	2,12	2,35	2,73	3,40	0,24	0,0014	0,4686
PE (kg/ton de MV)	1,71	1,84	2,04	2,25	0,20	0,2315	0,9853
RMS (gkg ⁻¹)	994,7	991,0	983,68	986,57	2,10	0,1859	0,1972

¹EPM: Erro padrão da média

Todas as silagens apresentaram reduzidas perdas por efluentes, não apresentando efeito significativo entre os tratamento ($P > 0,05$).

Segundo Nogueira et al (2016) uma das causas da diminuição de perdas por efluente em silagens com palma forrageira pode estar relacionada a presença de mucilagem, que é visível logo após o processo de moagem. A mucilagem auxilia de modo a impedir perdas dos compostos fluidos da palma forrageira na forma de efluentes.

Goycoolea & Cárdenas (2003) relatam que a mucilagem da palma forrageira apresenta duas frações de carboidratos solúveis, uma delas é a pectina com propriedades

gelificantes. Essas propriedades gelificantes auxiliam na agregação dos ingredientes da ração.

A recuperação da matéria seca não foi influenciada com os níveis de inclusão da palma forrageira ($P>0,05$), com todas as silagens apresentando uma alta recuperação de matéria seca, o que demonstra que as perdas tanto por gases quanto por efluentes foram reduzidas.

Observou-se que o teor de matéria seca da silagem decresceu linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de palma forrageira (Tabela 4). Os valores encontrados para as silagens variaram de 785,52 a 647,43 gkg⁻¹, do tratamento controle ao nível mais elevado de inclusão de palma forrageira e farelo de trigo.

Tabela 4. Valores da matéria seca (MS), orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro da silagem de *moringa oleifera* enriquecida com níveis de palma forrageira e farelo de trigo.

Item	Palma forrageira (%MN)				EPM ¹	P-valor	
	0	7	14	21		Linear	Quadrático
MS (gkg ⁻¹)	785,52	734,52	698,87	647,43	25,21	0,0002	0,8662
MO (gkg ⁻¹)	866,85	872,31	869,87	868,22	1,19	0,3452	0,5471
PB (gkg ⁻¹)	267,34	221,68	175,02	129,36	4,23	0,0017	0,9647
FDN (gkg ⁻¹)	486,27	425,76	364,76	313,76	6,47	0,0085	0,3428

¹EPM: Erro padrão da média

Segundo recomendações de Ohmomo (2002), para que silagens apresentem uma boa qualidade é necessário que o teor de MS esteja entre 350-400 gkg⁻¹, tenha quantidade de açúcar solúvel suficiente para redução do pH, presença de bactérias lácticas (BAL) homofermentativas, alta densidade e rápido fechamento do silo. Assim, é possível inferir que as silagens avaliadas no presente estudo apresentaram teores de MS superiores ao preconizado como características de silagem com boa qualidade, o que pode ser atribuído ao baixo teor de água presente na moringa.

Os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro da silagem de *moringa oleifera* reduziram linearmente ($P<0,05$) a medida que foi adicionada palma forrageira e trigo (Tabela 4). Esses valores eram esperados uma vez que a palma forrageira possui níveis de proteína bruta reduzidos, como pode ser observado no trabalho de RIBEIRO et al. (2017) a palma forrageira apresenta valores médios de 15,3% de matéria seca;

3,8% de proteína bruta; 24,9% de fibra em detergente neutro e 43,3% de carboidratos não fibrosos, rica em água, elevada taxa de digestibilidade da fibra em detergente neutro, associada ao baixo conteúdo de lignina.

5 CONCLUSÕES

As silagens de *moringa oleifera* com 14 e 21% de inclusão de palma forrageira e farelo de trigo apresentaram valores de pH próximos aos considerados ideais para silagem de boa qualidade.

Apresentaram características de temperatura, cheiro, cor e textura aceitáveis.

As silagens também apresentaram teores de MS superiores ao preconizado como características de silagem com boa qualidade.

REFERÊNCIAS

Carvalho, G.G.P.; Garcia, R.; Pires, A.J.V.; Pereira, O.G.; Fernandes, F.E.P.; Carvalho, B.M.A. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurcheado ou com adição de farelo de cacau. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 60, n.1, p. 234-242, 2008.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC).

Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 14 de maio de 2024.

CORREIA, Robervânia Maria. **Estabilidade aeróbia de silagem de palma forrageira aditivada com ureia e farelo de trigo.** 2014. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2014.

DE SÁ, Moema Kelly Nogueira et al. Silagem de palma forrageira com *Gliricidia Sepium*: alternativa alimentar para o Semiárido. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e27210212473-e27210212473, 2021.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p. 214, 2012.

EMBRAPA. "Sistema brasileiro de classificação de solos." Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2016.

Embrapa. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html, 2013.

GOMES, Fredina Aline. Produção, armazenamento da silagem e estudo de caso no assentamento Independência, Mossoró/RN. 2022.

GOYCOOLEA, F.M.; CÁRDENAS, A. Pectins from *Opuntia* spp.: a short review. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 5, n. 1, p. 17-29, 2003.

IBGE. **Censo demográfico 2013: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Região Nordeste: IBGE, 270 p, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

LISITA, F. O.; JULIANO, R. S.; MOREIRA, J. S. **Cultivo e processamento da Moringa na alimentação de bovinos e aves**. 2018.

LUCENA, Ana Luíza de Melo. **Potencialidades da *Moringa oleífera* Lam. no semiárido nordestino brasileiro: uma revisão**. 2021.

MANTOVANI, Evandro Chartuni. Otimização do sistema de produção de silagem com a técnica de movimento e tempo. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2020.

McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). **The biochemistry of silage**. Chalcombe publications, Bucks, UK.

MEDEIROS, Fabíola Franklin et al. Utilização do coproduto da moringa oleífera na alimentação de ruminantes promove mitigação de gases de efeito estufa. **Revista Coopex.**, v. 14, n. 4, p. 3512-3520, 2023.

MELO, Samara Suênya Nogueira Serafim de. **Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleífera* Lam) com diferentes idades de corte**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

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.

NOGUEIRA, M.S. et al. Ensilagem de palma forrageira. In: SANTOS, E.M. et al. Eds. **Ensilagem de plantas forrageiras para o semiárido**. ed. São Luís, EDUFMA, 2016. p.249-271.

OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. *JARQ* **36 (2)** 59 – 71 (2002).

OLIVEIRA, Anna Synnara Cavalcante et al. A palma forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 6, 2011.

OLIVEIRA, Palloma Vitória Carlos et al. Utilização de moringa oleífera na alimentação animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53881-53893, 2020.

PAULA, Talita Almeida. Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas-revisão sistemática. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 127-154, 2021.

RAMOS, Bárbara Louise Pacheco et al. Perdas no Processo de Ensilagem: Uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e8910514660-e8910514660, 2021.

RIBEIRO, Rebeca Dantas Xavier et al. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. 2008.

RIBEIRO, J. S.; SANTOS, L. L.; LIMA JÚNIOR, D. M. DE; MARIZ, T. M. DE A.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, P. S. DE; LIMA, C. B.; SILVA, M. J. M. DOS S. Spineless cactus associated with Tifton hay or sugarcane bagasse may replace corn silage in sheep diets. **Tropical Animal Health and Production**, 2017. v.49, n. 5, p. 995–1000. DOI: 10.1007/s11250-017-1288-6.

SANTOS, Silvia Ferreira et al. Principais tipos de silos e microrganismos envolvidos no processo de ensilagem. **Veterinária Notícias, Uberlândia**, v. 19, n. 2, p. 140-152, 2013.

SANTIN, Thais Paula 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, Aldrin Ederson Vila Nova et al. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 269-276, 2005.

SILVA, Ana Karoline Carvalho Oliveira et al. Moringa Oleífera Lam como forrageira alternativa na alimentação animal. **Pesquisas agrárias e ambientais Volume VII**.

SILVA MACÊDO, Alberto Jefferson et al. Produção de silagem na forma de ração à base de palma: Revisão de Literatura. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 178 p. 2002.

SOBRAL, Acir José Santos; MUNIZ, Evandro Neves; SILVA, Camilla Mendonça. Caracterização da *Moringa oleifera* Lam e sua utilização na alimentação animal. **Ciência Animal**, v. 30, n. 2, p. 68-79, 2020.

ZANINE, Anderson de Moura et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; DÓREA, J.R.R.; et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616, 2010.